



**KATLANABİLİR YATIRILABİLİR SEYAHAT KOLTUĞUNUN
ERGONOMİK AÇIDAN İNCELENMESİ**

Hamza ŞAHİN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİYEL TASARIM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2020

Hamza ŞAHİN tarafından hazırlanan “KATLANABİLİR YATIRILABİLİR SEYAHAT KOLTUĞUNUN ERGONOMİK AÇIDAN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Cengiz ELDEM

Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Doç.Dr. İsmail ŞAHİN

Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum..

Üye: Doç.Dr. İhsan TOKTAŞ

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 19/06/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Hamza ŞAHİN

19/06/2020

KATLANABİLİR YATIRILABİLİR SEYAHAT KOLTUĞUNUN ERGONOMİK
AÇIDAN İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Hamza ŞAHİN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2020

ÖZET

Uzun seyahat yolculuklarında, koltukların yolcuları ergonomik ve sağlık açısından olumsuz etkilemesi çok önemli bir ergonomik tasarım problemidir. Kullanıcıların hem konfor açısından hem ergonomik açıdan hem de sağlık açısından uygunluk istemesi, farklı koltuk tasarımlarının geliştirilmesine yol açmaktadır. Tez çalışması kapsamında öncelikle ergonomik risk değerlendirme yöntemleri incelenmiş ve koltukta oturma duruş pozisyonu için kullanılacak yöntem belirlenmiştir. Koltuk üzerinde yapılan çalışmalar incelenmiş ve CATIA yazılımı yardımıyla önce tasarım tamamlanmış daha sonrada CATIA yazılımında RULA analiz yöntemiyle ergonomik değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda konsept olarak katlanabilir, yatırılabilir koltuk tasarımı ortaya çıkarılmıştır.

Bilim Kodu : 91406
Anahtar Kelimeler : Ergonomi, RULA analizi, ergonomi optimizasyonu
Sayfa Adedi : 134
Danışman : Dr. Cengiz ELDEM

INVESTIGATION OF THE ERGONOMIC FOLDABLE AND TILTABLE TRAVEL SEAT

(M. Sc. Thesis)

Hamza ŞAHİN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2020

ABSTRACT

It is a very important ergonomic design problem that the seats used in long travel trips affect the passengers in terms of ergonomics and health. The demand of users for both comfort, ergonomic and health conformity leads to the development of different seat designs. Within the scope of the thesis, firstly, ergonomic risk assessment methods were examined and the method to be used for sitting posture position was determined. Studies for the seat were examined. With the help of CATIA software, firstly the design was completed and then ergonomic evaluations were made with the RULA analysis method. As a result of the studies, a foldable, tiltable seat design has been revealed as a concept.

Science Code : 91406

Key Words : Ergonomics, RULA analysis, optimization of ergonomics

Page Number : 134

Supervisor : Dr. Cengiz ELDEM

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımın yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında desteğini eksik etmeyen Sayın Hocam Dr. Cengiz ELDEM'e her türlü katkılarından dolayı ve tez yazım aşamamda gösterdiği yol için teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca her koşulda yıllardır yanımda olan sevgili eşime, anneme, babama, kardeşime ve bütün arkadaşlarıma destekleri için teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xviii
1. GİRİŞ	1
2. KAVRAMLAR	3
2.1. Ergonomi	3
2.2. Ergonomi ve Tasarım	5
2.3. Antropometri Prensipleri Ve Uygulaması	9
2.4. Duruş Pozisyonlarının İncelemesi	18
2.4.1. Boyun ve baş duruş pozisyonunun incelenmesi	18
2.4.2. Ayakta durma ve oturma pozisyonunun incelenmesi	21
2.5. Ergonomik Risk Değerlendirilmesi	24
2.6. Ergonomi Analiz Yöntemleri	26
2.6.1. NIOSH yük kaldırma endeksi	28
2.6.2. Snook tabloları	31
2.6.3. MAC çizelgeleri	32
2.6.4. SI iş zorlanma endeksi	33
2.6.5. CTD RAM-Kümülatif travma rahatsızlığı endeksi	34
2.6.6. OCRA-Mesleki tekrarlamalı hareketler endeksi	34

Sayfa

2.6.7. OWAS-Ovaka çalışma duruşları analiz sistemi	37
2.6.8. QEC-Hızlı maruziyet değerlendirme yöntemi	42
2.6.9. REBA-Hızlı tüm vücut değerlendirmesi	46
2.6.10. RULA-Hızlı üst uzuv değerlendirmesi	54
3. LİTERATÜR TARAMASI	63
3.1. Ergonomik Analiz Yöntemleri İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	63
3.2. Koltuk Ergonomisi İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	75
4. ERGONOMİK SEYAHAT KOLTUĞU İNCELEMESİ	85
4.1. Mevcut Koltuk Ergonomisi İncelemesi	85
4.2. CATIA Yazılımı Yardımıyla Koltuk Ergonomisinin RULA Yöntemi İle İncelenmesi	89
4.3. Ergonomik Koltuk Tasarımı	98
4.4. Konsept Seyahat Koltuğunun Kullanılmasına Yönelik Koltuk Yerleşimi	113
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	115
KAYNAKLAR	117
EKLER	126
EK-1 Snook Tabloları	127
ÖZGEÇMİŞ	134

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1 Antropometrik ölçülerin tanımları	11
Çizelge 2.2. 19-65 yaş arası yetişkinler için antropometrik tahminler	16
Çizelge 2.3. CM tutma faktörü değerleri	29
Çizelge 2.4. HM yatay çarpan değerleri	29
Çizelge 2.5. VM dikey çarpan değerleri	29
Çizelge 2.6. DM mesafe çarpan değerleri	30
Çizelge 2.7. AM asimetri çarpan değerleri	30
Çizelge 2.8. Snook tablolarında kullanılan veri tanımlamaları	31
Çizelge 2.9. MAC risk renk ilişkisi	32
Çizelge 2.10. SI dereceleri	33
Çizelge 2.11. SI çarpanları	33
Çizelge 2.12. Duruş pozisyonu ve hareketlere göre postur çarpanı değerleri	35
Çizelge 2.13. Kuvvet çarpanı değerleri	36
Çizelge 2.14. ERF çarpanı değerleri	36
Çizelge 2.15. OCRA indeks değeri – risk derecelendirilmesi	37
Çizelge 2.16. OWAS yönteminde sırt duruş pozisyonları için 4 kodun açıklaması	39
Çizelge 2.17. OWAS yönteminde kol duruş pozisyonları için 3 kodun açıklaması	39
Çizelge 2.18. OWAS yönteminde bacak duruş pozisyonları gösterimi	40
Çizelge 2.19. OWAS yönteminde kullanılan kuvvet/yüklem kod ilişkisi	41
Çizelge 2.20. QEC yöntemi hızlı maruziyet kontrol listesi	44
Çizelge 2.21. QEC yöntemi maruziyet puanları çizelgesi	45
Çizelge 2.22. QEC yöntemi başlangıç eylem seviyeleri	46
Çizelge 2.23. REBA gövde skor tablosu	47

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.24. REBA boyun skor tablosu	48
Çizelge 2.25. REBA bacak skor tablosu	49
Çizelge 2.26. REBA alt ve üst kollar skor tablosu	49
Çizelge 2.27. REBA bilekler açısı skor tablosu	50
Çizelge 2.28. REBA taşınan yük skor tablosu	51
Çizelge 2.29. Tutuş-kavrama skor tablosu	51
Çizelge 2.30. Gövde, boyun ve bacak skorları	51
Çizelge 2.31. Üst kol, alt kol ve bilek skorları	51
Çizelge 2.32. A ve B skorlarının kombinasyonu sonucu elde edilen C skoru	52
Çizelge 2.33. Aktivite skor tablosu	52
Çizelge 2.34. REBA risk derecelendirmesi tablosu	53
Çizelge 2.35. RULA üst kol skor tablosu	54
Çizelge 2.36. RULA alt kol skor tablosu	55
Çizelge 2.37. RULA bilek skor tablosu	55
Çizelge 2.38. RULA A grubu skor tablosu	56
Çizelge 2.39. RULA kuvvet/yük skor tablosu	56
Çizelge 2.40. RULA boyun skor tablosu	57
Çizelge 2.41. RULA gövde skor tablosu	57
Çizelge 2.42. RULA duruş skor tablosu B grubu	58
Çizelge 2.43. RULA C skor tablosu	58
Çizelge 2.44. RULA risk derecelendirme tablosu	59
Çizelge 2.45. CATIA RULA analizi vücut bölgeleri değerlendirmeleri	61
Çizelge 2.46. CATIA RULA analiz final skoru risk değerlendirmesi	62
Çizelge 3.1. Basit görsele dayalı ergonomik analiz yöntemlerinin karşılaştırılması	64

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.2. Mal hazırlama işlemine göre NIOSH skor tablosu	65
Çizelge 3.3. NIOSH yöntemi ile yapılmış mal hazırlama işleminin sonuçları	66
Çizelge 3.4. OCRA indeksi yöntemi için yapılan hesaplamalar	70
Çizelge 4.1. Türkiye’de yaygın olarak kullanılan otobüs koltukları ölçüsü	86
Çizelge 4.2. Koltuk ölçülerinin incelenmesi	87
Çizelge 4.3. Yolculuk sırasında vücut bölgelerinde hissedilen ağrıların incelenmesi	88
Çizelge 4.4. Yolculuk sırasında bölgesel olarak oluşan ağrı	88
Çizelge 4.5. Uzun seyahatlerde oluşan rahatsızlıkların incelenmesi	90
Çizelge 4.6. Kullanılan model-kilo ilişkisi	90

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Ergonomi tanımı	3
Şekil 2.2. Ergonomi sürecinin uygulama aşamaları	3
Şekil 2.3. Araç ergonomisinin araç ve çevre özellikleriyle ilişkisi	4
Şekil 2.4. Kullanıcı merkezli tasarım: amaç, ürün ve kullanıcı ilişkisi	5
Şekil 2.5. Müşteri ve tüketiciden gelen ergonomik isteklerin uygulanması	7
Şekil 2.6. Kullanıcı merkezli tasarım aşamaları şematik gösterimi	9
Şekil 2.7. Ayakta durma pozisyonunun antropometrik ölçümleri	11
Şekil 2.8. Oturma pozisyonunun antropometrik ölçümleri	12
Şekil 2.9. Antropometrik ölçü değerleri gösterimi	15
Şekil 2.10. Yatay görüş hattı ve tercih edilen görüş alanı	18
Şekil 2.11. Boyun duruş pozisyonunun kas yüklenmesi gösterimi	19
Şekil 2.12. Görüş tercih alanı ve boyun bölgesinde oluşan yük gösterimi	19
Şekil 2.13. Erkek ve kadın baş ve boyun bölgesi eklem hareketleri	20
Şekil 2.14. Dik duruş ve 90° oturuş durumuna ait duruş pozisyonları	22
Şekil 2.15. Omurga yapısı	22
Şekil 2.16. Ayakta ve oturma durumunda duruş pozisyonları kıyaslaması	23
Şekil 2.17. Ergonomik risk değerlendirmesi	24
Şekil 2.18. Ergonomik risk değerlendirmesinin yapıldığı örnek uygulama	25
Şekil 2.19. NIOSH yöntemi yük kaldırma durumunda kullanılan ölçülerin gösterimi.....	29
Şekil 2.20. NIOSH asimetri çarpanı açısı değeri gösterimi	30
Şekil 2.21. Risk seviyesi renk ilişkisi	32
Şekil 2.22. OWAS ve CO-OWAS metodlarının analiz yöntemleri ile ilişkisi	38
Şekil 2.23. OWAS yöntemi ile duruş pozisyonlarının kodlanması	41

Şekil	Sayfa
Şekil 2.24. REBA gövde duruş pozisyonu skor gösterimi	48
Şekil 2.25. REBA boyun duruş pozisyonu skor gösterimi	48
Şekil 2.26. REBA bacak duruş pozisyonu skor gösterimi	49
Şekil 2.27. REBA alt ve üst kollar açısıl duruş pozisyonu skor gösterimi	50
Şekil 2.28. REBA bilekler açısıl duruş pozisyonu skor gösterimi	50
Şekil 2.29. REBA skoru hesaplama tablosu	53
Şekil 2.30. Üst kol açı-skor gösterimi	54
Şekil 2.31. Alt kol açı-skor gösterimi	55
Şekil 2.32. Bilek açı-skor gösterimi	55
Şekil 2.33. RULA boyun skor gösterimi	57
Şekil 2.34. RULA gövde skor gösterimi	57
Şekil 2.35. RULA skor hesaplaması	59
Şekil 3.1. OCRA indeksi risk değerlendirmesi yapılan montaj hattı diyagramı	69
Şekil 3.2. Koltuk minder tasarımı ve minder kalınlığının konfora etkisi gösterimi	78
Şekil 3.3. Koltuk minderinde bulunan malzeme yoğunluğunun azatılmasıyla maksimum temas basıncı ilişkisi gösterimi	79
Şekil 3.4. Tarama yapılan koltuk bölgeleri CAD modeli	79
Şekil 3.5. Erkek bir DHM'ye ait tel kafes gösterimi ile koltuk teması gösterimi	80
Şekil 3.6. %5,%50 ve %95'lik kullanılan model gösterimi	81
Şekil 3.7. Modelin vücut ağırlığından kaynaklı koltuk yüzeyine uyguladığı kuvvet gösterimi ve oturma yüzeyinin oluşturduğu kuvvet sapması	81
Şekil 3.8. Koltuk temas uzunluğu, koltuk minderi uzunluğu ve temas durumunda kalça diz uzunluğu gösterimi	82
Şekil 3.9. Omurga ve pelvis gösterimi	82
Şekil 3.10. Oturma duruş pozisyonunda omurga ve pelvis bölgesi	83

Şekil	Sayfa
Şekil 3.11. Koltuk oturma modeli	83
Şekil 3.12. Sanal koltuk mühendisliği için önemli kavramlar	84
Şekil 3.13. Koltuk optimizasyonu	84

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. CATIA RULA analizi için kullanılan manken gösterimi	60
Resim 2.2. CATIA RULA analiz kullanılan pencere	60
Resim 2.3 CATIA RULA analiz kullanılan skor penceresi	61
Resim 3.1. Mal hazırlama işlemi için duruş pozisyonu	65
Resim 3.2. İyileştirme yapılmadan önce ve sonraki çalışma durumu	67
Resim 3.3. İyileştirme sonrası tasarlanan ray sistemi ve alüminyum besleme istasyonu ..	67
Resim 3.4. Çalışma pozisyonu REBA skoru=10	73
Resim 3.5. İyileştirme yapılmış çalışma pozisyonu REBA skoru=6	73
Resim 3.6. CATIA RULA analiz yöntemi ile yapılan çalışmaya ait gösterim	74
Resim 3.7. Ofis mobilyası çalışma, toplantı ve dinlenme alanları ölçüleri	74
Resim 3.8. Çalışma sırasındaki duruş pozisyonuna göre RULA analizi gösterimi	75
Resim 3.9. Analizler sonucunda tasarımı yapılmış kanal	75
Resim 3.10. CATIA yazılımı ile otomobil koltuğu tasarımı ve RULA analizi	76
Resim 3.11. CATIA yazılımı tasarlanan mobil araç ve koltuk gösterimi	77
Resim 3.12. Koltuk hareketi ve vücut desteklerinin gösterimi	78
Resim 3.13. Koltuk temas yüzeyleri gösterimi	80
Resim 4.1. Mevcut koltuk durumu için sırasıyla %5, %50, %95'lik modeller	91
Resim 4.2. Sırasıyla %5, %50 ve %95'lik modellerin gösterimi	92
Resim 4.3. %5'lik modelin RULA analiz sonuçları	93
Resim 4.4. %50'lik modelin RULA analiz sonuçları	93
Resim 4.5. %95'lik modelin RULA analiz sonuçları	93
Resim 4.6. %95'lik modelin statik ve tekrarlamalı RULA analiz sonuçları	94
Resim 4.7. %5 ve %95'lik modellerin koltuk arası durumuna ait modellemesi	95

Resim	Sayfa
Resim 4.8. Yolcu paneli veya servis setine erişimine ait RULA analiz sonucu.....	95
Resim 4.9. Yolcu paneli veya servis seti kullanımı için çözüm önerisi	96
Resim 4.10. En öndeki yolcu için yolcu paneli, servis seti kullanımı için çözüm önerisi ..	96
Resim 4.11. Sırasıyla %5 ve %95’lik modellerin aynı ayak destek kullanımı gösterimi ..	97
Resim 4.12. Ayarlanabilir ayak desteği ve %5’lik model için RULA analiz sonucu	98
Resim 4.13. Servis tablası kullanma durumu ve yerden yüksekliği gösterimi	99
Resim 4.14. Katlanabilir, yatırılabilir ergonomik koltuk konsept tasarımı	100
Resim 4.15. Koltuk dik pozisyon teknik ölçüleri (mm cinsinden), (a) %5’lik model için, (b) %50’lik model için, (c) %95’lik model için	102
Resim 4.16. %5’lik modelin oturma duruş pozisyonu için analiz sonuçları	103
Resim 4.17. %5’lik modelin bacak desteği kullanıldığı durum için analiz sonuçları	103
Resim 4.18. %5’lik modelin ayak desteği kullanıldığı durum için analiz sonuçları	104
Resim 4.19. %50’lik modelin oturma duruş pozisyonu için analiz sonuçları	104
Resim 4.20. %50’lik modelin bacak desteği kullanıldığı durum için analiz sonuçları ...	105
Resim 4.21. %50’lik modelin ayak desteği kullanıldığı durum için analiz sonuçları ...	105
Resim 4.22. %95’lik modelin oturma duruş pozisyonu için analiz sonuçları	106
Resim 4.23. %95’lik modelin bacak desteği kullanıldığı durum için analiz sonuçları ...	106
Resim 4.24. %50’lik modelin ayak desteği kullanıldığı durum için analiz sonuçları	107
Resim 4.25. Görüş analizi ve RULA skoru tablosu	108
Resim 4.26. Servis tablası kullanımında %95’lik model için RULA analiz değerleri ...	109
Resim 4.27. Koltuk üzerindeki yolcu paneli, servis seti kullanımı analiz sonuçları	109
Resim 4.28. Maksimum yatırılan koltuklar arası mesafe gösterimi	110
Resim 4.29. Koltuğun maksimum yatma açısı	110
Resim 4.30. Maksimum açıyla yatırılmış koltuğun %95’lik modelin analiz sonuçları ..	111

Resim	Sayfa
Resim 4.31. 35° yatma açısı durumuna ait gösterim	112
Resim 4.32. 35° yatma açısı analiz sonuçları ve iki koltuk arası minimum mesafe	112
Resim 4.33. 30° Yatma açısı durumuna ait gösterimi	113
Resim 4.34. 30° yatma açısı analiz sonuçları ve iki koltuk arası minimum mesafe	113
Resim 4.35. Tekli koltuk yerleşimi gösterimi 1	114
Resim 4.36. Tekli koltuk yerleşimi gösterimi 2	114
Resim 4.37. Tekli koltuk yerleşimi gösterimi 3	115
Resim 4.38. Farklı yatma açılarına sahip koltuğun ikili yerleşimi 1.....	115
Resim 4.39. Farklı yatma açılarına sahip koltuğun ikili yerleşimi 2.....	115

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

cm

Santimetre

mm

Milimetre

Kısaltmalar

Açıklamalar

CAD

Bilgisayar Destekli Tasarım

CATIA

Bilgisayar Destekli Tasarım Programı

CO-OWAS

Bilgisayar Destekli OWAS Yöntemi

CTD RAM

Kümülatif Travma Rahatsızlığı İndeksi

DHM

Dijital Human Modelling

ISO

Uluslararası Standartlar Örgütü

NIOSH

Yük Kaldırma İndeksi

OCRA

Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi

OWAS

Ovaka Çalışma Duruşları Analiz Sistemi

QEC

Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi

REBA

Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi

RULA

Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi

RWL

Yük Kaldırma Endeksi İçin Önerilen Ağırlık Sınırı

SI

Zorlanma İndeks

1. GİRİŞ

İyi tasarlanmış bir araba koltuğu, otomobil üreticilerinin yanı sıra tüketicilere de fayda sağlamaktadır. Örneğin, rahat bir koltuk; müşteriler üzerinde iyi bir ilk izlenime sahip olabilir ve benzer araçların gelecekteki satışlarını etkileyebilmektedir. Konforlu bir araba veya yolcu koltuğu tasarlamak zordur, çünkü koltuk-yolcu sistemlerinin ve yolcu konforunun doğru modelleri hala geliştirilme aşamasındadır. Koltuk konforu iki geniş alana bölünebilir: statik koltuk konforu ve dinamik koltuk konforu [1, 2]. Statik koltuk konforu, koltukta oluşan titreşimlerin olmadığı durumlarda koltuğun rahatlık seviyesinin veya başka bir tabirle ne kadar ergonomik olduğunun bir değerlendirmesidir. Dinamik koltuk konforu, koltukta oluşan titreşimlerin varlığında koltuk konforunun rahatlık veya ergonomik açıdan uygunluğunun bir değerlendirmesidir. Statik konfor büyük ölçüde koltuk ve yolcu arasındaki arayüzdeki basınç dağılımına bağlıdır. Bu basınç dağılımı çoğunlukla, yolcuların koltuktaki H-noktasının (kalça eklemi) son konumu ile ilişkili olan konumundan etkilenir. Otomotiv endüstrisinde H-noktası konumu, H-noktası konumunu bir H-noktası makinesi ile ölçerek deneye dayalı olarak tahmin edilir. Bu nedenle, bir araba koltuğu tasarlamak için, belirli tasarım kriterlerini karşılamak için farklı koltuk prototiplerinin üretilmesi ve daha sonra test edilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım, prosedürün deneme yanılma niteliği nedeniyle koltuk tasarım prosedürlerini genellikle çok uzun ve maliyetli hale getirmektedir. Bu durum, tasarımı gerçekleştiren mühendisleri, gerçek prototipleme ve üretim prosedürleri başlamadan önce koltuk-yolcu yanıtını tahmin etmek için kullanılabilecek koltuk-yolcu modelleri geliştirerek alternatif bir yaklaşım aramaya motive etmiştir [3].

Günümüzde ulaşım insanların yaşamında çok önemli bir yere sahiptir. Ulaşım, malları veya insanları bir yerden hedefe taşımak için bir araç haline geldi. Toplumun ulaşım ihtiyacı, nüfusun büyümesi ve insanların günlük faaliyetlerindeki hareketleriyle birlikte giderek artmaktadır. Günümüz yaşamındaki insanlar modern ulaşım ile ihtiyaçlarından ayrılamazlar [4]. Toplu taşıma otobüsü, ulaşım hizmetleri kullanıcıları tarafından büyük rağbet gören alternatif hizmetler olan insanların en çok tercih ettiği ulaşım araçlarından biridir. Bunun nedeni, otobüs ulaşım hizmetlerinin diğer ulaşım hizmetlerine kıyasla uzun mesafeler için nispeten daha ucuz olmasıdır. Tüketiciler, ulaşım hizmetlerinin uygun gördükleri şekilde hizmetleri optimize etmesini bekler. Bunlardan biri otobüs ulaşım hizmetlerinin rahatlığıdır. Konfor, her bireyin algılarına dayanarak kendini rahat hisseden bir kişinin duygu durumudur. Rahat bir koşul yerine getirilmiş olmakla birlikte, çevresel faktörlerin çeşitli

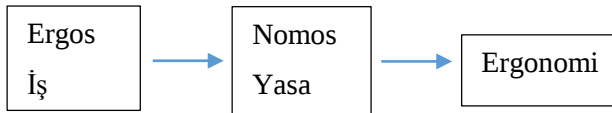
faktörleri nedeniyle temel insan ihtiyaçları bireyseldir. Ergonomik yolcu koltukları tasarlanırken, yolcuların antropometrisine uyacak şekilde koltuk boyutlarının tasarlanması gerekir. Yolcu antropometrisine uygun olarak yolcu koltuğu tasarımı, uzun süre otururken yolcuların yorgunluğunu ve rahatsızlığını azaltabilir [5]. Yolcu için konfor önemli bir faktördür, oluşan rahatsızlık yorgunluğa neden olur ve sonuçta vücut durumunun dengesizliğine yol açabilir. Bunun bir nedeni, kullanılan yolcu koltuğunun kullanıcının vücudunun antropometrisine (ergonomik değil) uygun olmamasıdır [6].

2. KAVRAMLAR

Bu tezin amacı, tasarımı gerçekleştirilecek olan ergonomik yolcu koltuğunun CATIA CAD programı ve REBA-RULA analiz yöntemleriyle tasarım kıyaslamaları yapılarak, tasarım sürelerinin kısaltılması ve maliyet açısından uygun modelin ortaya çıkartılmasıdır.

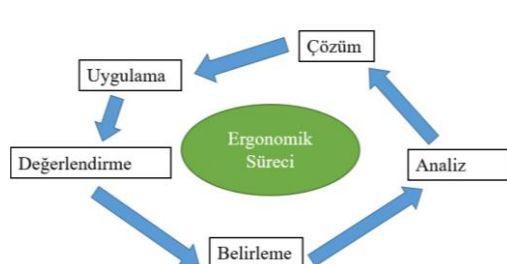
2.1. Ergonomi

Yunan dilinde Şekil 2.1.'de gösterildiği gibi iş anlamına gelen "ergos" ve yasa anlamına gelen "nomos" kelimelerinden “ergonomi” terimi ortaya çıkartılmıştır.



Şekil 2.1. Ergonomi tanımı [7]

Ergonomi, kullanıcının çalışma alanında yer alan araç, gereç ve çevre faktörleri ile olan ilgisini inceleyen bir bilim dalıdır. Yapılan incelemeler sonucunda elde edilen veriler, fizyoloji ve psikoloji gibi diğer bilim dallarının uygulamalarını bütünleştirmeye çalışmaktadır. Ergonomi, insanın var olduğu tüm tasarım işlemlerinde yararlanılmasına ihtiyaç duyulan bir bilim dalıdır. Her tasarım ve üretimi gerçekleştirilecek ürün için bu süreçlerde antropometrik ölçü bilgisinin kullanılması gerekmektedir. Antropometri, insan vücudunun ölçüsel ve vücut şeklinin ortaya çıkartılması için yararlanılan bir bilim dalıdır. Bir kişinin çalışmasını iyileştirmek ve çalışma sırasında oluşabilecek olumsuz etkileri en aza indirmek adına antropometrik bilim dalından yararlanılarak, belirlenmiş ölçüler kullanılır [7]. İnsanlar ve etkileşimde bulundukları fiziksel çevre unsurları arasındaki iyi uyumu araştırmayı içerir [8].Ergonomi insan sağlığıyla da ilgilidir. Ergonomonin doğru uygulanabilmesi için çeşitli uygulama aşamalarına sahiptir [9]. Bu aşamalar ile ilgili gösterim Şekil 2.2.'deki gibidir.

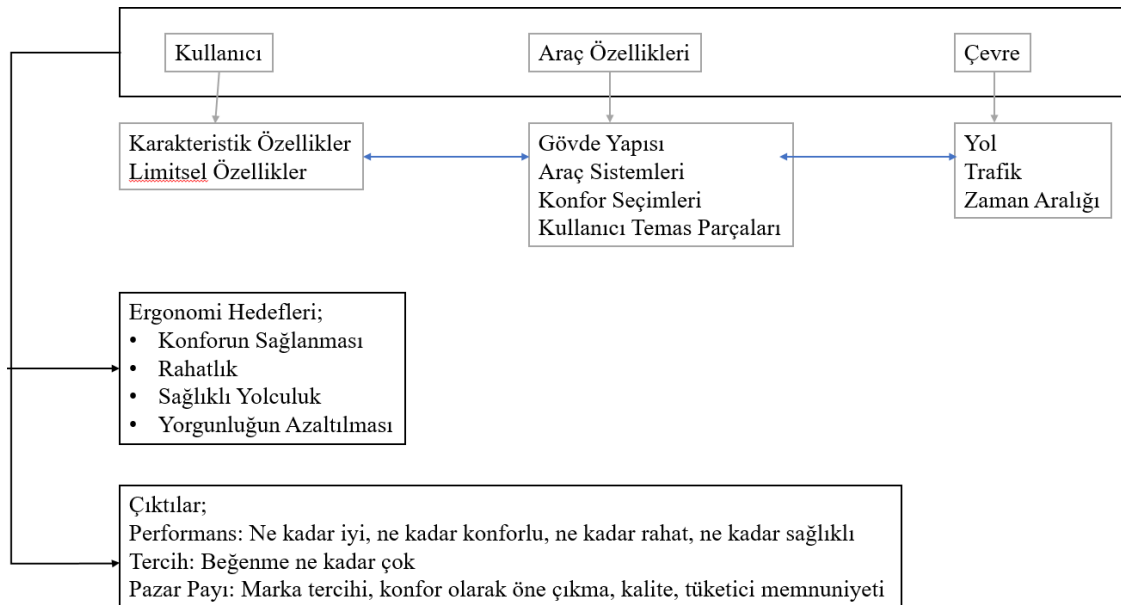


Şekil 2.2. Ergonomi sürecinin uygulama aşamaları [9]

Ergonomi, tasarımların insanların güçlü ve yeteneklerini tamamlamasını ve sınırlamalarının etkilerini en aza indirmesini sağlamak için anatomi ve fizyoloji, psikoloji, mühendislik ve istatistik gibi diğer konularda bilgiyi bir araya getiren bilim temelli bir disiplindir. Kullanıcı ve kullanılan araç arasında mümkün olan en iyi uyumu sağlamayı amaçlamaktadır. Kullanıcıların güvenliğini, konforunu verimli bir şekilde sağlamasını amaçlayarak tasarımların gerçekleştirilmesine yön vermektedir.

Ergonomi dünya üzerinde üretim gerçekleştirilen her alanda ve insan sağlığını etkileyen her ürün için bir kaynak olmaktadır. Bu tez kapsamında araç ve insan ergonomisini kullanarak tasarım gerçekleştirilecektir.

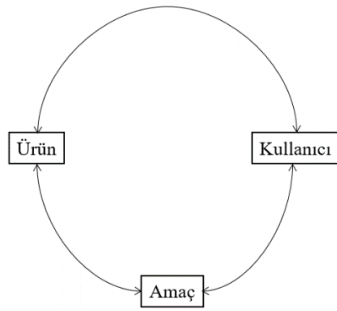
Araç ergonomisi; otomobil, kamyon, otobüs gibi araç tasarımları, bir aracı oluşturan her birim tasarımı için, ürünün pazarlanmasında yer alan birimler için bir çok bilginin ortaya çıkarılmasında önemli yer almaktadır. Bir aracın ilk tasarımından satışına kadarki bölümde araç ergonomisinden yararlanılmaktadır. Araç geliştirme ve tasarlama ergonomisinde; aracı oluşturan iç trim kapsamlar, dış trim kapsamlar, elektrik, konforu sağlayan koltuklar araç ergonomisinden yararlanılarak tasarımların gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Araç ergonomisinin tüm birimler ile ilişkisi devamlı olarak devam etmektedir. Bu durumda yeni fikirlerin ortaya atılması ve bu fikirler doğrultusunda pazar payının yükseltilmesi sağlanmaktadır. Araç ergonomisinin, araç ve çevre özellikleriyle ilgili şematik gösterimi Şekil 2.3.'te gibidir.



Şekil 2.3. Araç ergonomisinin araç ve çevre özellikleriyle ilişkisi

2.2. Ergonomi ve Tasarım

Ergonominin tasarıma yaklaşımı kullanıcı merkezli tasarım ilkesine dayanmaktadır. Bir nesne, sistem veya ortam insan kullanımı için tasarlanmışsa, tasarımı insan kullanıcılarının fiziksel ve zihinsel özelliklerine dayanmalıdır. Bunlar ampirik bilimlerin araştırma yöntemleri tarafından belirlenebilir. Amaç, gerçekleştirilecek (çalışma) görev bağlamında ürün ve kullanıcıları arasında mümkün olan en iyi eşleşmeyi sağlamaktır. Şekil 2.4.'te bu eşleşmeye ait gösterim mevcuttur. Başka bir deyişle: ergonomi işi işçiye ve ürünü kullanıcıya ulaştırma bilimidir [10].



Şekil 2.4. Kullanıcı merkezli tasarım: amaç, ürün ve kullanıcı ilişkisi [10]

Kullanıcı merkezli tasarımın özellikleri;

- 1- Kullanıcı merkezi tasarım ampiriktir.
 - Tasarım sürecinin kararlarını, insanların fiziksel ve zihinsel özellikleri, gözlemlenen davranışları ve bildirilen deneyimleri ile ilgili güçlü verilere dayandırmayı amaçlamaktadır. Ampirik çalışmaların başlangıç noktaları olarak kullanılabilirdiğinden, hem büyük teorilere hem de sezgisel yargılara güvensizdir.
- 2- Kullanıcı merkezli tasarım yinelenmelidir.
 - Ampirik çalışmaların bir araştırma aşamasının ardından, deneysel olarak değerlendirilebilecek çözümlerin üretildiği bir tasarım aşamasının izlendiği döngüsel bir süreçtir. Tekrar edilebilir yapıdadır.
- 3- Kullanıcı merkezli tasarım katılımcıdır.
 - Ürünün son kullanıcılarını tasarım sürecine aktif bir katılımcı olarak kaydettirmeyi amaçlamaktadır. Tüketici ürün ilişkisi ile ürün kalitesini artırmaktadır.
- 4- Kullanıcı merkezli tasarım standart değildir.
 - İnsanlarla olabildiğince çok ilgilenir; tam tersi, ürünü kullanıcıya uydurmayı amaçlamaktadır.
- 5- Kullanıcı merkezli tasarım, insan çeşitliliğini dikkate alır.
 - Mümkün olan en iyi şekilde en iyi eşleşmeyi sağlamayı amaçlamaktadır. İnsan grupları için tasarım çeşitliliğini öngörür.
- 6- Kullanıcı merkezli tasarım kullanıcının görevini dikkate alır.

- Ürün ve kullanıcı arasındaki eşleşmenin genellikle göreve özgü olduğunu kabul eder. Kullanıcı ürünü ne amaçla kullanacağı ilkesine dayanır [11].

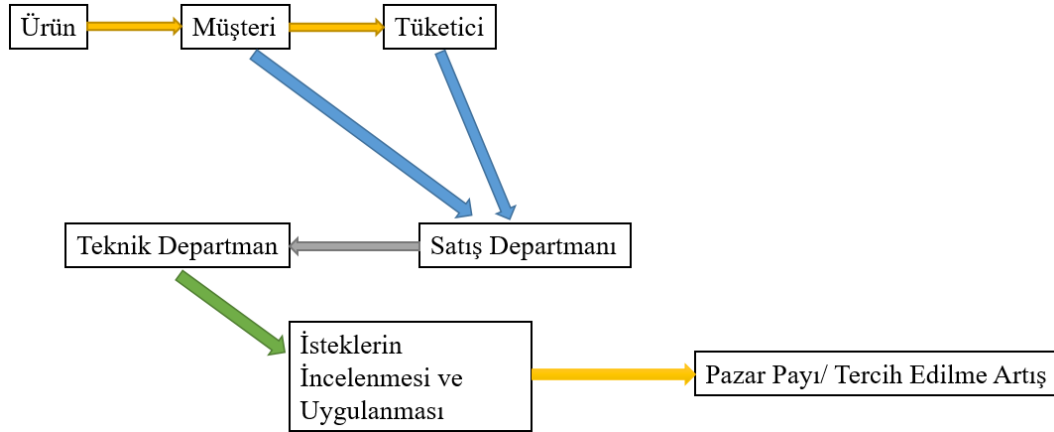
Kullanıcı merkezli tasarım gerçekleştirilirken kullanıcıların birbirlerine göre ne kadar farklılık gösterdiği de önemlidir. Vücut ölçüsü, vücut şekli, hareketlilik, fiziksel ve psikolojik etkiler, deneyim, kültür ve duygularda kullanıcı merkezli tasarımda önemli farklılıklar yaratmaktadır.

Günümüzde tasarımı gerçekleştirilen ürünlerin insan hayatı için ne kadarı ergonomik? Veya bu tasarımların ne kadarı insanlar için ekonomik? Bu sorulara hayatımızda sık sık rastlamaktayız. Örneğin; bir otomobil firmasının üretimini gerçekleştirdiği ürünlerde piyasada pazar oluşturabilmesi için öncelikle kalite maliyet ilişkisini kurması gerekmektedir. Bu yüzden de ergonomik tasarım günden güne daha maliyetli hal almaktadır. Maliyeti yüksek ve ergonomik açıdan çok daha üstün olan ürünü piyasa sürdüğünde, piyasada ürünlerle maliyet olarak yüksekte kaldığı için tercih edilmemektedir. Bunun önüne geçmek için tasarımlar yapılırken birbirinden farklı tasarımlar gerçekleştirilerek kıyaslamalar yapılmalıdır. Hem maliyet hem de ergonomik açıdan incelemeler sonucunda optimizasyon sonrası en ideal ürün ortaya çıkarılmalıdır. Bu tasarımlar içinde ergonomi bilimini her açıdan kullanmak gerekmektedir.

Özellikle otomotiv sektöründe karşılaştığımız problemler müşterinin maliyeti düşük araç tercih etmesi ve üretici firmanın ergonomik olarak sunduğu koltuk, hava kanalı, servis seti, araç iç hacmi, video oynatıcı ekran seçimi gibi ürünlerde müşterilerin maliyeti düşük seçimler yapmasıdır. Üretici firmalar ise her zaman müşteri, tüketici ve üretici firma arasındaki bağın güçlenmesi ve pazarda yüksek pay sahibi olmak için tasarımlarını ergonomik şekilde yapmaya çalışmaktadır. Tüketicilerden gelen geri bildirimler ve ergonomik analizler ile beraber günden güne bu alanda firmalar gelişim göstermektedir.

Uzun seyahat yolculukları yapılan otobüs, tren ve uçaklarda yolcular konfora ve rahatlığa önem vermektedir. Yolculuk yapan kişinin vücudunun koltukta uygun konumlarda durması, ayak basma yüksekliği, kol dayaması, görüş mesafesinde olan video oynatıcı, koltuk yatış pozisyonu için uygun açı, servis setlerine erişim gibi durumlar için ergonomik analiz metodları kullanılarak araç içi ürün tasarımı ve bunların araç içine yerleşimi konusunda çalışmalar yapılmaktadır.

Öncü firmalar tasarımlarını iyileştirmek için devamlı olarak müşteri ve tüketiciler ile irtibat halindedir. Müşteri ve tüketicilerden gelen geri bildirimleri ilgili mühendisler ile paylaşarak, gerekli incelemeler sonucunda uygulanabilirliği durumda devreye almaktadırlar. Şekil 2.5.'te örnek bir firma içerisinde müşteri ve tüketiciden gelen ergonomik isteklerin uygulama iş akışı gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Müşteri ve tüketiciden gelen ergonomik isteklerin uygulanması

Tüm bu bilgiler doğrultusunda tasarım yapan firmalar “kullanıcı merkezli tasarıma” yönelmektedirler. Tüm tasarımlarını kullanıcı merkezli olarak gerçekleştirdiklerinde ergonomik olarakta birçoğu tasarımı sağlamış olacaklardır.

Kullanıcı merkezli tasarım gerçekleştirmek ürün ve tasarımı gerçekleştiren firmalar için avantaj sağlayacaktır.

- *Satışların artırılması:* Müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayan bir ürün veya hizmet satın alma olasılığı daha yüksektir.
- *Rekabet gücünün artırılması:* Ürününüz ihtiyaçlarını daha etkin bir şekilde karşılıyorsa, müşterilerin diğer işletmelerin ürünlerini seçme olasılığı daha düşüktür.
- *Olumlu kullanıcı deneyimlerinin oluşturulması:* Kullanıcı bağlılığı ile beraber kullanıcı üretici arasındaki bağın ve güvenin artırılması.
- *Yenilikçi yapının oluşturulması:* Yeni ürün ve hizmetlerin sunulmasına olanak sağlanması.
- *Zaman ve maliyet kazancının sağlanması:* Müşteri veya kullanıcıdan gelen geri bildirim sayesinde hızlı aksiyon alınması ve deneme sayısının düşük tutularak maliyetten kazanç sağlanması.
- *Etkili tasarımların oluşturulması:* Müşteri ve kullanıcılardan gelen geri bildirimler sayesinde daha etkili ve daha güvenli tasarımların gerçekleştirilmesini sağlar [12].

Bu avantajlar sayesinde firmalar daha hızlı, daha az maliyetli ve müşterilerin isteklerini karşılayarak daha çok ürün ortaya çıkartacaklardır. Bu sayede de pazar payları artacak hem üretici hemde tüketici memnun olacaktır.

Kullanıcı merkezi tasarım aşamaları:

İdeal olarak, bir ürün veya hizmet geliştirmenin ilk aşamalarında potansiyel son kullanıcılarla aktif olarak görüşmeler yapılması gerekmektedir. Bu, ürün ve hizmet geliştirmenize yön vermesini sağlayabilir.

1. Adım: Kullanıcılarınızı tanımlamanız gerekmektedir.

İlk olarak, 'kullanıcı' ile kimi kastettiğinizi tanımlamanız gerekmektedir. Ürününüzü bir süpermarket rafında bulabilecek ve evlerinde kullanabilecek halkın üyeleri mi? Yoksa hizmet sözleşmesi yapmak istediğiniz müşterilerin ticaretini yapıyorlar mı?

Her kullanıcının farklı bakış açıları ve ihtiyaçları olacaktır. Bir veya daha fazla müşteri türünün ürününüzün veya hizmetinizin alakalı kullanıcıları olduğunu ve bunların hepsini kapsayan bir tasarım modeliniz olması gerekmektedir.

2. Adım: Tüketicilerle etkileşime geçmeniz gerekmektedir.

Potansiyel kullanıcılarınızla pazar araştırmasından veya kendi deneyimlerinizden elde ettiğiniz bulgular yerine doğrudan etkileşim kurmalısınız. Kullanıcı merkezli tasarım, pazar araştırmasından ayrı olmalıdır. Pazar araştırması temel olarak piyasayı genel anlamda anlamaya odaklanır.

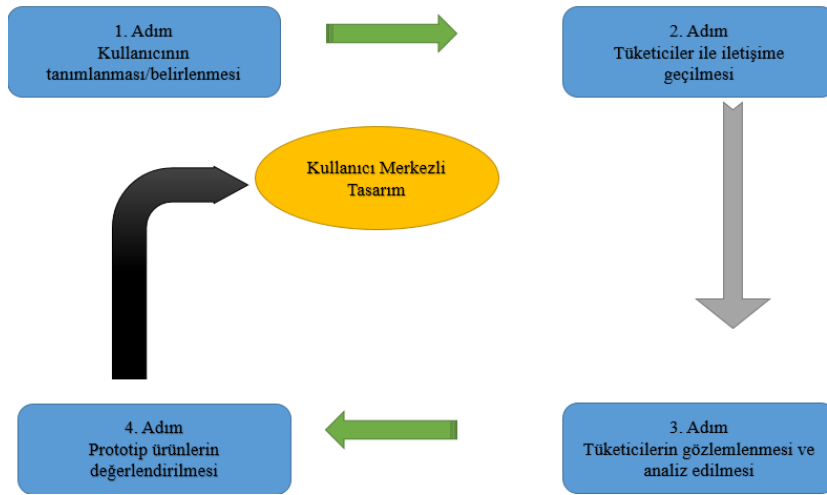
3. Adım: Kullanıcıların gözlemlenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir.

İnsanların ürününüzü kullanma olasılığı ve koşullarının neler olduğunu belirlemeniz gerekmektedir. Bu tür işlemler gözden kaçırılabilir ifade edilmemiş ihtiyaçları ortaya koymaktadır. Ürününüzü denerken, işleri nerede kullandıklarını ve nerede sorun yaşadıklarını gözlemlemeli ve not etmeniz gerekmektedir. Bu tür gözlemsel araştırmaları analiz etmek, önemli temaları tanımlamanıza ve bunları ileri götürmenize yardımcı olacaktır.

4. Adım: Prototipleri değerlendirmeniz gerekmektedir.

Tasarım fikirleriniz ve konseptleriniz geliştikçe, son kullanıcılardan veri toplamaya devam etmeniz gerekmektedir. Mümkün olduğunda, fikirlerine dayanarak oluşturduğunuz potansiyel çözüm modellerini göstermeniz ve geri bildirim almanız gerekmektedir. Çoğu ürün ve hizmetin farklı kullanıcı türleri vardır. bB nedenle mümkün olan en geniş potansiyel müşteri yelpazesinden girdi toplamaya çalışmanız gerekmektedir. Bu, kullanıcı araştırmanızdan en iyi şekilde yararlanmanızı sağlamaktadır. Aynı kullanıcı türüyle tekrar gözlem veya değerlendirme yapmak için bulguları sınırlandırmanız gerekmektedir [13].

Kullanıcı merkezli tasarıma ait şematik gösterim Şekil 2.6.'da gösterilmiştir. Dört adımdan oluşan kullanıcı merkezli tasarım şematik gösterimde birbirleriyle olan ilişkisi detaylandırılmıştır. Tasarımlarda bu şematik gösterim temel alınarak tasarımların yapılması ilerde ortaya çıkacak olası maliyet kayıplarının önüne geçilmesi için çok önemlidir.



Şekil 2.6. Kullanıcı merkezli tasarım aşamaları şematik gösterimi

2.3. Antropometri Prensipleri Ve Uygulaması

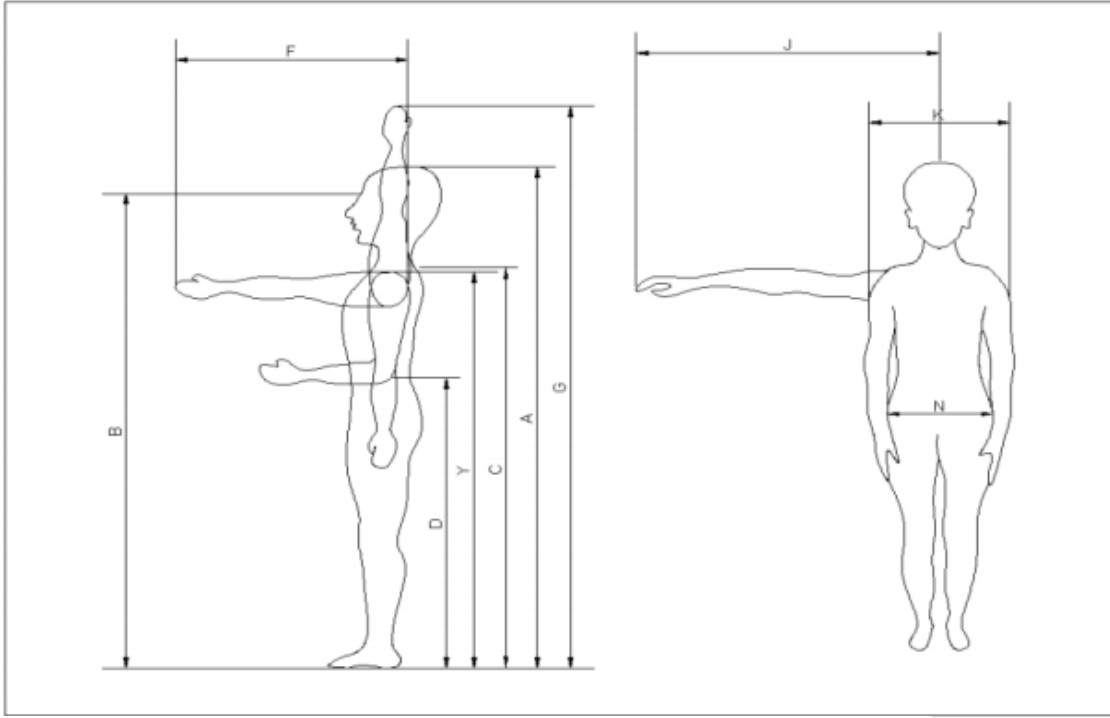
Antropometri, insan vücudunun vücut ölçümleri, özellikle vücut büyüklüğü, şekli, gücü, hareketliliği ve esnekliğinin çalışma kapasitesi ölçümleriyle ilgilenen bilim dalıdır. İnsanlar değişkendir (boyutlar, oranlar ve şekil olarak diğer tüm özelliklerde olduğu gibi) ve kullanıcı merkezli tasarım bu değişkenliğin anlaşılması gerekmektedir. Antropometri, ergonominin önemli bir dalıdır.

Günümüzde antropometri, ürünleri optimize etmek için vücut boyutlarının dağılımı hakkındaki istatistiksel verilerin kullanıldığı endüstriyel tasarım, ergonomi ve mimaride önemli bir rol oynamaktadır. Yaşam tarzlarındaki değişiklikler, popülasyonların beslenmesi ve etnik bileşimi, vücut boyutlarının dağılımında değişikliklere yol açar ve antropometrik verilerinin düzenli olarak güncellenmesini gerektirmektedir [14].

Antropometri, vücut özelliklerinin ve kişinin işlev gördüğü alanın analizi olarak düşünülebilir. Antropometri ürün tasarımında çok önemli yer almaktadır. Çünkü hem kullanılabilirlik ve güvenlik, hemde insanlar ve çevreleri arasında uyum gerektirmektedir. Örnek olarak otomobil tasarımı verilebilir. Çünkü çeşitli antropometrik yapıya sahip insanların pencerelerden ve aynalardan yeterli bir görüş alanına sahip olduklarından, pedallara ve el ile erişebilmeleri gereken yerlere erişebildiklerinden, koltuklara rahatça oturduklarından ve olumsuz etkilere maruz kalmadıklarından emin olmak gerekmektedir. Farklı popülasyondaki insanların yapıları farklı olduğundan tasarımsal farklılıklar oluşturmaktadır [15].

Antropometri bilimi 2 türe ayrılmaktadır. Bunlar statik ve dinamik antropometridir [16].

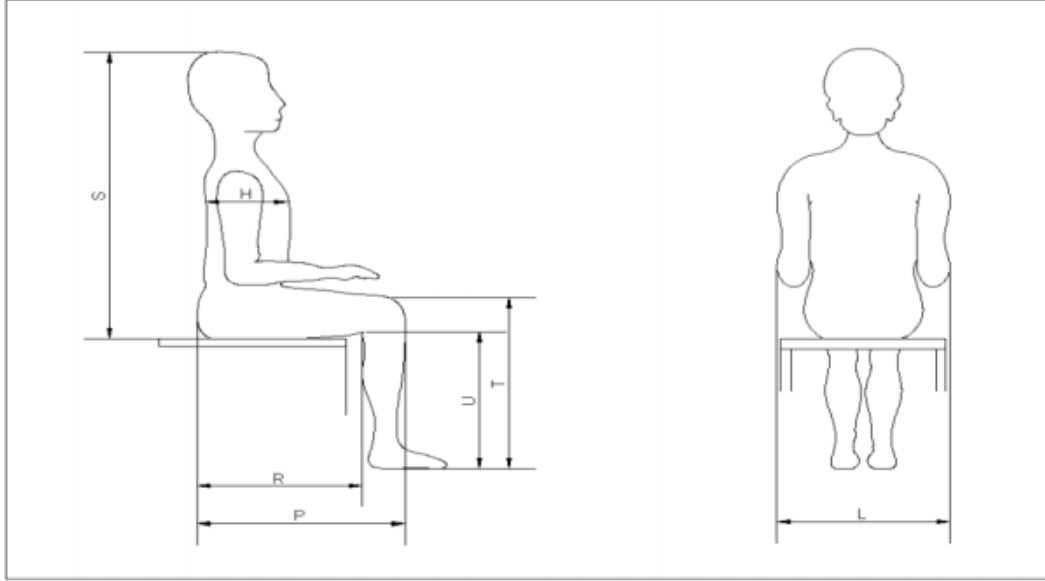
Statik Antropometri: Yapısal antropometri olarakta adlandırılmaktadır. Ayakta durma ve oturma ölçülerine göre insan vücudunun temel boyutları ile ilgilidir. Başka bir şekilde tanımlamak gerekirse, boy ve ağırlık, bilek dirseği, dizden kalçaya, baş kısmının çevresi ve belirli yer işaretlerinin ölçümü gibi insan vücudunun dinlenme anındaki ölçümlerine odaklanmaktadır. Statik antropometri için, sadece sabit pozisyonundaki vücut segment uzunlukları dikkate alınmaktadır [15]. Şekil 2.7. ve Şekil 2.8.' de statik antropometri için ölçülmesi gereken vücut bölgeleri gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Ayakta durma pozisyonunun antropometrik ölçümleri [17]

Çizelge 2.1. Antropometrik ölçülerin tanımları [17]

A	Ayakta olma durumunda yükseklik /Boy
B	Göz yüksekliği
C	Omuz yüksekliği
D	Dirsek yüksekliği
F	İleri kol uzanımı
G	Maksimum dikey erişim
H	Vücut kalınlığı - Göğüs-sırt mesafesi
J	Yan kol uzanımı
K	Minimum yatay erişim
L	Dirsek dirseğe genişliği
N	Kalça genişliği
P	Kalçadan diz uzunluğu
R	Oturma durumunda kalçadan diz iç bölge uzunluğu
S	Oturma durumunda yükseklik
T	Diz yüksekliği
U	Oturma durumunda temas yüzeyi yüksekliği
Y	Ayakta olma durumunda kol dirsek yüksekliği



Şekil 2.8. Oturma pozisyonunun antropometrik ölçümleri [17]

Şekil 2.7. ve Şekil 2.8.' de gösterilen antropometrik ölçüler erkek ve kadın olarak, çocuk ve yetişkin olarak farklılıklar göstermektedir. En önemli farklılık ise popülasyona göre fiziksel değişikliklerden kaynaklı farklılıklardır. Araştırmaların çoğu incelendiğinde şekillerde gösterilen değerlerin ülke, şehir ve yaşam standartlarına göre değişiklik gösterdiği gözlemlenmektedir. Bu yüzden deneysel veya bilgisayar destekli çalışmalar yapılırken bu değişkenlerin göz önünde tutulması gerekmektedir.

Çizelge 2.1. 'de gösterilen değişkenlerin gövde boyutlarının açıklanması:

A- Ayakta durma durumunda yükseklik/ boy:

Zeminden tepe noktasına dikey mesafe ölçüsüdür. Genellikle ayakta çalışma alanında yapılması gereken çalışmalarda, aydınlatma, yukarı kol hareketi yaparak erişim gibi ergonomik tasarım ve analizlerde kullanılmaktadır.

B- Göz yüksekliği:

Zeminden gözün iç bölgesine dikey mesafe ölçüsüdür. Görme alanı analizi, görüş çizgileri, görsel engel yüksekliğini tanımlamak gibi tasarım ve analizde kullanılacak bilgiler için önemlidir.

C- Omuz yüksekliği:

Zeminden omuz üst bölgesine olan mesafedir. Genellikle rahat erişim bölgelerindeki tasarım ve analizlerde bu mesafe ölçüsü önemlidir.

D- Dirsek yüksekliği:

Zeminden dirsek kıvrım bölgesine olan mesafe ölçüsüdür. Çalışma yüzeyi için belirli yüksekliklerin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

F- İleri kol uzanımı:

Kolun ileri uzatılmış durumunda parmak uçlarından, omuz eklem bölgesine olan mesafe ölçüsüdür. Genellikle bir yere veya bölgeye erişim durumlarında tasarım ve analiz için kullanılmaktadır.

G- Maksimum dikey erişim:

Ayakta durma durumunda kolun 90° yukarı doğru olduğu zaman parmak uçlarından zemine olan mesafe ölçüsüdür. Bir insanın yukarı doğru erişim sağlayacağı maksimum dikey noktadır. Genellikle bir yere veya bölgeye erişim durumlarında tasarım ve analiz için kullanılmaktadır. Ayrıca insan hareketi olacak bölgelerin tasarımında da hacimsel olarak hesaplamalarda kullanılmaktadır.

H- Vücut kalınlığı:

Sırt ile göğüs kafesi arasındaki mesafe ölçüsüdür. Boşlukların belirlenmesi için kullanılacak ölçü değeridir.

J- Yan kol uzanımı:

Vücut orta noktasından sağ veya sol kolun yan tarafa doğru uzanımının mesafe ölçüsüdür. Hareket ve erişim için tasarım ve analizlerde kullanılan bilgidir.

K- Minimum yatay erişim:

Kolların vücuda bitişik olarak dirsek noktalarından olan mesafe ölçüsüdür. Minimum durumda bir insanın hacimsel veya erişim olarak mesafe belirlenmesinde kullanılmaktadır.

L- Dirsek dirseğe mesafe:

Oturma pozisyonundayken dirsekten dirseğe olan mesafedir. Oturuş pozisyonunda minimum yatay erişim mesafe ölçüsüdür.

N- Kalça genişliği:

Kalça genişliği ölçü değeridir. Oturma durumu için tasarım ve analizlerde kullanılmaktadır.

P- Kalçadan diz uzunluğu:

Kalça bölgesinden diz uç bölgesine mesafe ölçüsüdür. Oturma durumu için hacimsel tasarım ve analizlerde kullanılmaktadır.

R- Oturma durumunda kalçadan diz iç bölge uzunluğu:

Kalça bölgesinden diz iç bölgesine mesafe ölçüsüdür. Oturma durumu için hacimsel tasarım ve analizlerde kullanılmaktadır.

S- Oturma durumunda yükseklik:

Oturma durumunda kalça temas yüzeyinden kafa üstü mesafe ölçüsüdür. Oturma durumu için tasarım ve analizlerde kullanılmaktadır.

T- Diz yüksekliği:

Oturma durumunda diz üst bölgesinden zemine olan mesafe ölçüsüdür. Oturma durumu için tasarım ve analizlerde kullanılmaktadır.

U- Oturma durumunda temas yüzeyi yüksekliği:

Oturma durumunda kalça temas durumunda temas yüzeyinden zemine olan mesafe ölçüsüdür.

Y- Ayakta olma durumunda kol dirsek yüksekliği:

Ayakta olma durumunda iken kol uzanım pozisyonundayken kol bölgesi ile zemin arasındaki mesafe ölçüsüdür.

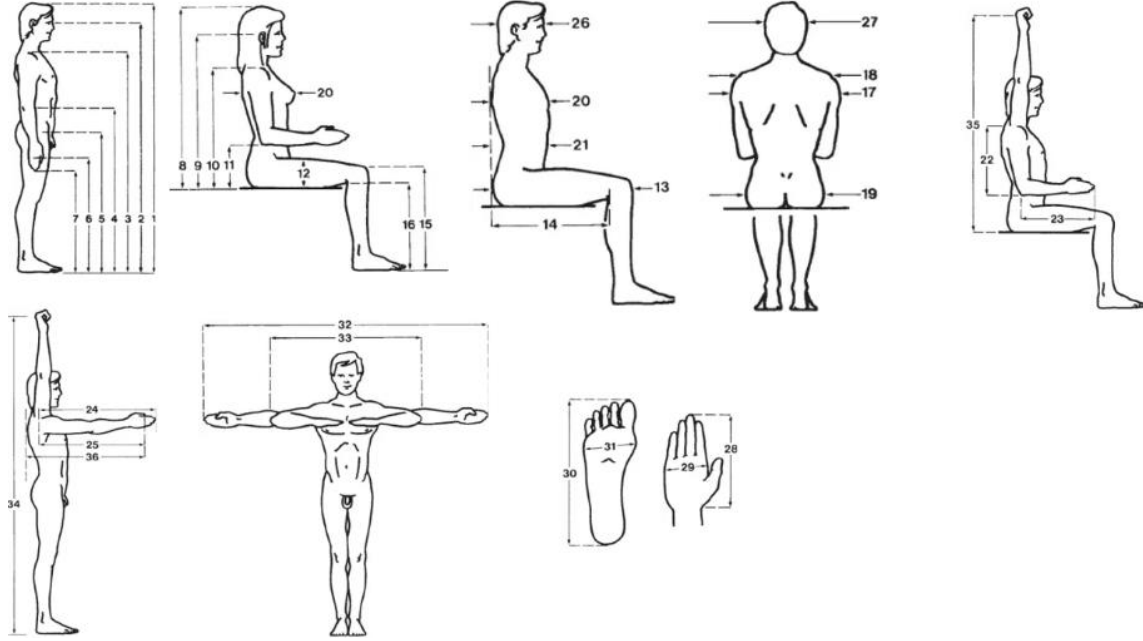
Dinamik Antropometri: Fonksiyonel antropometri olarak adlandırılmaktadır. Hareket odaklı ölçümlere odaklanmaktadır. Başka bir şekilde tanımlamak gerekirse, dinamik antropometri, vücudun oturma durumundaki vücut parçalarının birbirine göre hareketini veya gerekli hareket halindeki durumun ölçülmesiyle ilgilenmektedir [15].

Ürün tasarımı gerçekleştirilirken her insan modeli için yeni ürün tasarlamak mantıklı olmayacaktır. Bu sebeple antropometriden yararlanarak belirli kriterler belirlenmesi gerekmektedir. Kriterleri optimize etmek için 3 bilgi gerekmektedir.

- 1- Kullanıcı popülasyonunun antropometrik özellikleri
- 2- Bu özelliklerin tasarıma göre kısıtlama getirilmesi
- 3- Ürün ve kullanıcı arasındaki uyunun sağlanmasını belirleyen kriterlerin ortaya çıkarılması [18].

Tasarım ve analizlerde erkek ve kadın modelleri için farklı boy ve özelliklere sahip modeller kullanılması gerekmektedir. Antropometri biliminde bu çalışmalar içerisinde araştırmalar ve tahminler ile beraber vücut bölgelerinin ölçülerini %5, %50 ve %95'lik modeller oluşturarak CAD programlarında da bu değerlere göre tasarım ve analiz yapılmasını önermektedir. Aşağıdaki Çizelge 2.2.'de antropometrik tahminler sonucunda elde edilmiş %5, %50 ve

%95'lik erkek ve kadınlar için 19-65 yaş aralığındaki insan vücut ölçü değerleri gösterilmektedir. Çizelge 2.2.'de ki değerlerin hangi ölçüler olduğu ise Şekil 2.9. üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 2.9. Antropometrik ölçü değerleri gösterimi [19]

Çizelge 2.2.'de yer alan bilgiler doğrultusunda tasarım ve analizlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Eğer gerekirse her analiz %5, %50 ve %95'lik modeller için gerçekleştirilebilir. Sadece CAD programıyla yapılan çalışmalar değil uygulamalı denemelerde bu bilgiler doğrultusunda gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Antropometrik özelliklerin ölçüsel olarak değişkenlik göstermesi tasarımların farklılaşmasına yol açmaktadır. Tasarlanan bir ürün veya uygun olduğu düşünülen bir çalışma duruş pozisyonu antropometrik özelliklerin farklılık göstermesiyle kullanıcı bireyler tarafından uygunsuz olarak yorumlanabilir.

Çizelge 2.2. 19-65 yaş arası yetişkinler için antropometrik tahminler [19]

BOYUT	ERKEK				KADIN			
	5 th	50 th	95 th		5 th	50 th	95 th	
	%ile	%ile	%ile	SD	%ile	%ile	%ile	SD
1.Boy	1625	1740	1855	70	1505	1610	1710	62
2.Göz yüksekliği	1515	1630	1745	69	1405	1505	1610	61
3.Omuz yüksekliği	1315	1425	1535	66	1215	1310	1405	58
4.Dirsek yüksekliği	1005	1090	1180	52	930	1005	1085	46
5.Kalça yüksekliği	840	920	1000	50	740	810	885	43
6.Mafsal yüksekliği	690	755	825	41	660	720	780	36
7.Parmak ucu yüksekliği	590	655	720	38	560	625	685	38
8.Oturma yüksekliği	850	910	965	36	795	850	910	35
9.Oturma göz yüksekliği	735	790	845	35	685	740	795	33
10.Oturma omuz yüksekliği	540	595	645	32	505	555	610	31
11.Oturma dirsek yüksekliği	195	245	295	31	185	235	280	29
12.Uyluk kalınlığı	135	160	185	15	125	155	180	17
13.Kalça diz boyu	540	595	645	31	520	570	620	30
14.Kalça popliteal uzunluk	440	495	550	32	435	480	530	30
15.Diz boyu	490	545	595	32	455	500	540	27
16.Popliteal uzunluk	395	440	490	29	355	400	445	27
17.Omuz genişliği(bideltoid)	420	465	510	28	355	395	435	24
18.Omuz genişliği(biacromial)	365	400	430	20	325	355	385	18
19.Kalça genişliği	310	360	405	29	310	370	435	38
20.Göğüs derinliği	215	250	285	22	210	250	295	27
21.Karın derinliği	220	270	325	32	205	255	305	30
22.Omuz-dirsek uzunluğu	330	365	395	20	300	330	360	17
23.Dirsek-parmak ucu uzunluğu	440	475	510	21	400	430	460	19
24.Üst ekstremité uzunluğu	720	780	840	36	655	705	760	32
25.Omuz kavrama uzunluğu	610	665	715	32	555	600	650	29
26.Kafa uzunluğu	180	195	205	8	165	180	190	7
27.Kafa genişliği	145	155	165	6	135	145	150	6
28.El uzunluğu	175	190	205	10	160	175	190	9
29.El genişliği	80	85	95	5	70	75	85	4
30.Ayak uzunluğu	240	265	285	14	215	235	255	12
31.Ayak genişliği	85	95	110	6	80	90	100	6
32.Açıklık	1655	1790	1925	83	1490	1605	1725	71
33.Dirsek açıklığı	865	945	1020	47	780	850	920	43
34.Dikey kavrama erişimi (ayakta)	1925	2060	2190	80	1790	1905	2020	71
35.Dikey kavrama erişimi (oturma)	1145	1245	1340	60	1060	1150	1235	53
36.İleri kavrama erişimi	720	780	835	34	650	705	755	31
Vücut Ağırlığı	55	75	94	12	44	63	81	11

Antropometrinin ISO ve askeri standartlarda karşılıkları farklıdır. Farklı standartlarda farklı tasarım ve analizler için standart yapılar oluşturulmuştur. Tasarımlarda kriter olarak dikkate alınması gereken standart seçimi, tasarım uygunluğu konusunda önemlidir. Seçilen standartlara göre tasarlanacak ürün veya belirlenecek olan çalışma pozisyonu için kullanıcı insan modeli belirlenebilir ve değişkenlere göre farklılıklar incelenebilir. ISO standartlarının ergonomi ile ilgili olduğu standartlar değişkenlik göstermektedir.

ISO 7250: Teknolojik tasarım için temel insan vücudu ölçümleri

ISO 8559: Giysi yapımı ve antropometrik araştırmalar - Gövde boyutları

ISO 14738: Makine emniyeti -Makinelerde iş istasyonu tasarımı için antropometrik gereksinimler

ISO 15534-1: Makinelerin güvenliği için ergonomik tasarım-Bölüm 1: Tüm vücuda erişim açıklıkları için açıklıklar için gerekli boyutları belirleme ilkeleri

ISO 15534-2: Makinelerin güvenliği için ergonomik tasarım-Bölüm 2: Erişim açıklıkları için gerekli boyutları belirleme ilkeleri

ISO 15534-3: Makinelerin güvenliği için ergonomik tasarım-Bölüm 3: Antropometrik veriler

ISO 15535: Antropometrik veritabanlarının oluşturulması için genel gereksinimler

ISO 15537: Endüstriyel ürün ve tasarımların antropometrik yönlerini test etmek için test kişilerini seçme ilkeleri [20]

Askeri standart:

MIL-STD-1472 F: Savunma Tasarımı Kriterleri Standartı Bölümü: İnsan Mühendisliği. Bu standart askeri sistemlerin, ekipmanların ve tesislerin tasarımı ve geliştirilmesi için genel insan mühendisliği kriterlerini belirler. Amacı, sistem, ekipman ve tesislerin tasarımında uygulanacak insan mühendisliği tasarım kriterlerini, ilkelerini ve uygulamalarını sunmaktır [21].

Otobüsler için standart:

ISO 16121-1: 2012: Otobüslerde sürücünün çalışma alanı için ergonomik gereklilikler [22].

ECE R-107 Regülasyonu: Regülasyon içerisinde koltuk, duracak butonu, tutamak gibi otobüs iç kapsamalarının konum bilgileri verilmektedir [23].

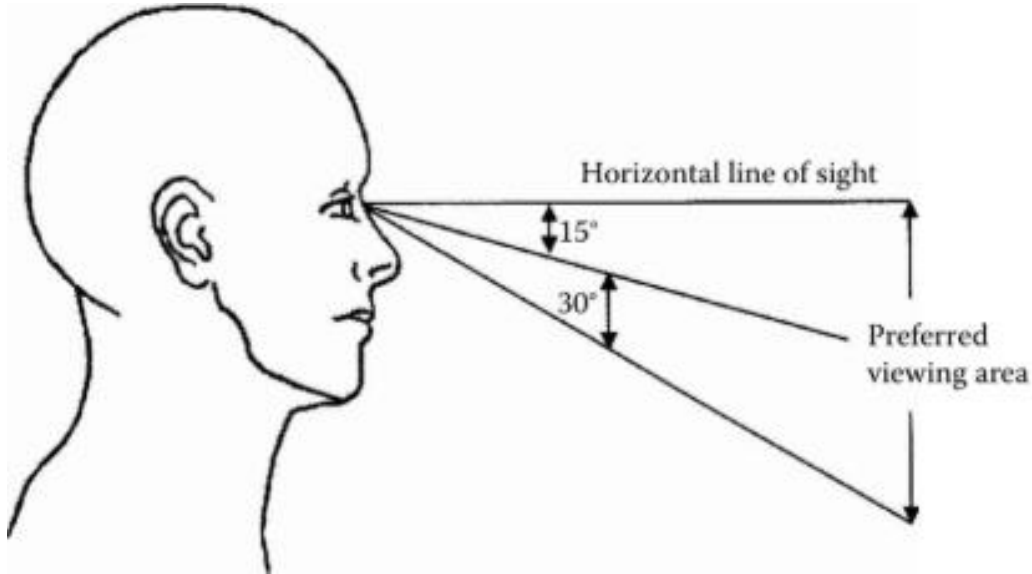
Verilen standart bilgileri her bir tasarım için farklılık göstermektedir. Tasarım yapılan ürün veya kullanıcılık olan bir araç tasarımında belirlenen standartlar dahilinde tasarımlar yapılması gerekmektedir. Ürün doğruluğunu sağlamak amacıyla bu standartlara uyulması önemlidir. Tasarımın ergonomik olarak uygun olması fakat standartlar içerisinde geçen ölçü veya sınırlara uymaması durumunda tasarım kabul edilemez hale gelebilir.

2.4. Duruş Pozisyonlarının İncelemesi

2.4.1. Boyun ve baş duruş pozisyonunun incelenmesi

Ayakta ve oturma durumunda boyun ve baş bölgesinin duruş pozisyonu ergonomiyi oldukça etkilemektedir. Vücudun diğer tüm kısımları ergonomik olarak uygun pozisyonda olsa bile boyun ve baş bölgesinin uygunsuz olması ergonomi analizini olumsuz sonuçlandıracak ve tasarım uygunluğunu kaybedecektir.

Boyun ve baş duruş pozisyonu için öncelikle görüş alanı incelemesi yapmak gerekirse Şekil 10'da basin dik durumuna ait görüş alanı gösterilmektedir. Ayakta ve oturma durumunda baş bölgesi görüş alanını ergonomik şekilde kullanmak amacıyla Şekil 2.10.'da gösterildiği gibi bireyin kafasının dik durduğu ve 15° ile 30° arasında uygun görüş alanı oluşturmaktadır. Fakat ilerleyen zamanla birlikte vücut yorgunluğundan dolayı baş kısmı kendini aşağı doğru salacaktır ve bu durumda boyun bölgesinde kas yığılması oluşturacaktır [24].

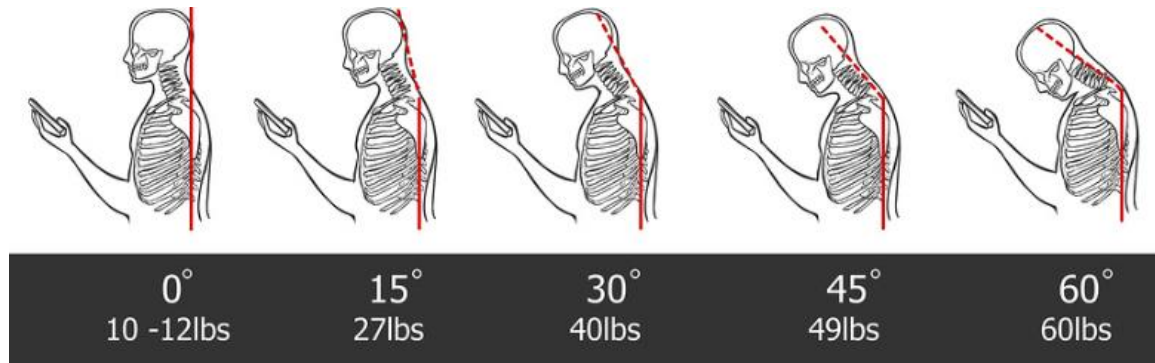


Şekil 2.10. Yatay görüş hattı ve tercih edilen görüş alanı [24]

Boyun ve baş bölgesindeki uygunsuz pozisyonda olması boyun bölgesinde kas birikmesine sebep olmaktadır. Bu duruma ait görsel ile anlatım Şekil 2.11.'de mevcuttur.

En yaygın ve ağırlı postüral bozulmalardan biri ileri baş duruşu olarak bilinen rahatsızlıktır. Öne eğilmek, herhangi bir şeye bakmak küçük bir şey gibi görünebilir ancak durum öyle değildir. Zamanla boynunuza ve sırt kaslarına büyük bir ağırlık verir ve

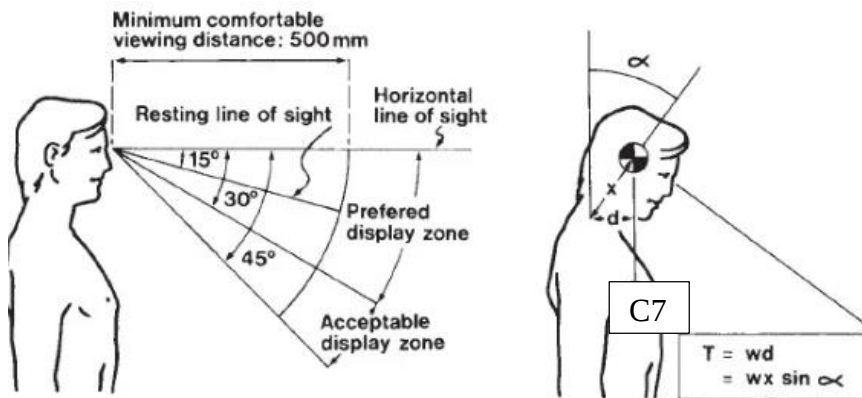
omuriliğinize önemli bir baskı uygulamaktadır. Bu rahatsızlığa sahip olanlar zamanla boyun kısmında normal omurga eğriliğini kaybederler. Bu meydana geldiğinde, başın ağırlığı, yaklaşık 12 kilo kadar ağırlaşır ve servikal omurganın diskleri, kasları ve sinirleri üzerine baskı yapar. Bu, başın ağırlığını ve servikal omurganın disklerinin ve eklemlerinin düzensiz aşınmasını dengelemek için kas gerginliğine yol açar [25].



Şekil 2.11. Boyun duruş pozisyonunun kas yüklenmesi gösterimi [25]

Bu tür rahatsızlıklara insanların yakalanmaması için tasarımı gerçekleştirilecek; ofis masası, sürücü koltuğu, yolcu koltuğu gibi çalışma ve oturma durumlarından etkilenecek ürünlerde bu durum göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Stephen PHEASANT Bodyspace kitabında boyun ve baş duruş açısının boyun bölgesinde oluşan yük yığılmasını Şekil 2.12.'de gösterildiği gibi formülize etmektedir.

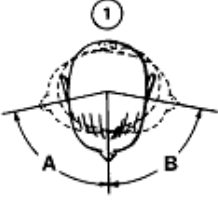
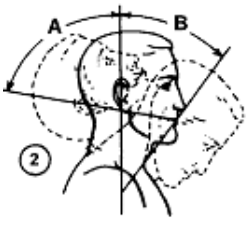
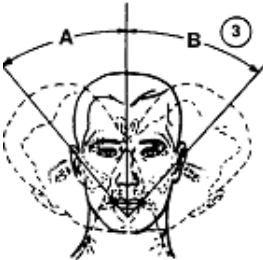


Şekil 2.12. Görüş tercih alanı ve boyun bölgesinde oluşan yük gösterimi [26]

Sol görselde önceden de Şekil 2.10.'da ifade ettiğimiz tercih edilen görüş alanı gösterilmektedir. Sağ görselde ise postural aşağı görüş hattından kaynaklanan boyun kaslarına oluşan yük birikiminin hesaplanması gösterilmektedir. Boyunda oluşan yükün

hesaplanması $T=w.x.\sin a$ formülü ile hesaplanmaktadır. Formülde yer alan T, boynundaki torktur; w, baş ve boyun ağırlığıdır; x ise C7' den baş ve boyun ağırlık merkezine olan mesafedir [26].

Boyun ve baş bölgesi hareketi sadece vücut ön bölgesine doğru olmamaktadır. Vücut arkasına, sağ ve sol bölgelere de hareketi ayakta veya oturma durumunda mevcuttur. Bu durumlar özellikle çalışma ergonomisi analizinde oldukça önemlidir. Çalışan kişinin aşağı veya yukarı doğru erişim, hareket etme durumlarında yanlış baş hareketi vücut bölgelerinde kas yığılmalarına sebebiyet vermektedir.

Figure	Joint movement (note b)	Range of motion (degrees)			
		Males (note a)		Female (note a)	
		5th percentile	95th percentile	5th percentile	95th percentile
1	Neck, rotation right (A)	73.3	99.6	74.9	108.8
	Neck, rotation left (B)	74.3	99.1	72.2	109.0
Neck Rotation Right (A) Left (B)					
2	Neck, flexion (B)	34.5	71.0	46.0	84.4
	Neck, extension (A)	65.4	103.0	4.9	103.0
Neck Extension [A] Flexion (B)					
3	Neck, lateral bend right (A)	34.9	63.5	37.0	63.2
	Neck, lateral bend left (B)	35.5	63.5	29.1	77.2
Neck Lateral Bend Right (A) Left (B)					

Şekil 2.13. Erkek ve kadın baş ve boyun bölgesi eklem hareketleri [27]

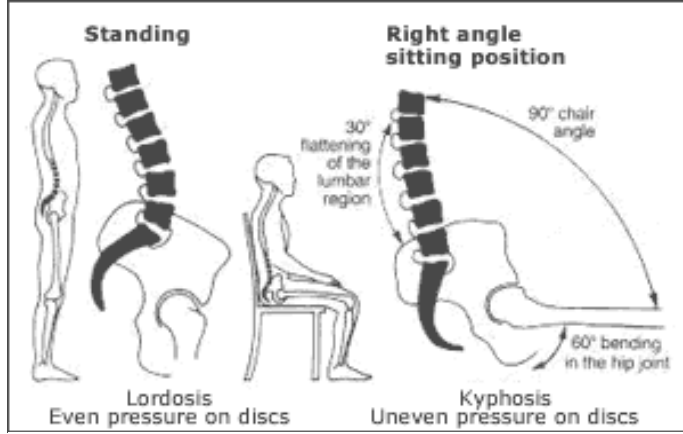
NASA incelemeleri sonucunda Şekil 2.13.'de gösterilen erkek ve kadın %5, %50 ve %95'lik özellikteki bireyler için eklem hareketlerine ait bilgiler verilmektedir. Ergonomik olarak bu değerler aralığında birey hareketlerini kısıtlamak zorundadır. Gösterilen değerlerin dışında oluşması durumunda vücut bölgelerinin bükülme yaptığı yerlerde kas yığılmaları oluşacak ve birey ağır hissedecektir. Tasarımlarda bu eklem hareketleri kısıtlarını göz önüne alarak tasarımlar gerçekleştirilmelidir [27].

2.4.2. Ayakta durma ve oturma pozisyonunun incelenmesi

Uzun süre sabit olarak belirli bir duruşta oturmak, herhangi bir dış etkiye (titreşim vb.) maruz kalmadan zamandan zamana artan rahatsızlığa sebep olmaktadır. Rahatsızlık hissiyatı ile beraber kas birikmelerinin olduğu bölgelerde ağrı, vücutsal yorgunluk oluşmaktadır. Rahat bir duruş sağlamak için koltuk duruş açısının değiştirilmesi gibi değişkenler ile iyi duruma getirilmek istensede antropometrik tasarımlardan dolayı uyumsuzluklar meydana gelmektedir [28].

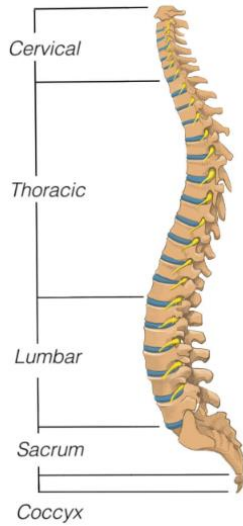
Yaptığımız araştırmalar ve antropometri başlığında bahsettiğimiz bilgiler dahilinde, popülasyonlardaki vücut ölçülerinin değişikliğinden kaynaklı olarak tasarımı gerçekleştirilen ürünler için duruş pozisyonuna göre direct olarak tasarım gerçekleştirilemez. Bu tasarımlar yapılırken %5, %50 ve %95'lik modeller üzerinden tasarımlar gerçekleştirilerek duruş pozisyondayken vücut üzerindeki her bölge en azından 3 farklı vücut ölçüsüne sahip model ile tasarlanıp denenmesi gerekmektedir. Örneğin; kısa boylu insanlar için tasarlanmış koltuklardaki duruş pozisyonu uzun boylu insanlar için ergonomik olmayacaktır. Özellikle otomotiv sektöründe uçak, tren ve otobüslerde kullanılan koltuk yapılarının ortalama insanlar için uygun olduğu görülmektedir. Bu durumda antropometrik özellikleri farklı olan insanların bir kısmında rahatsızlığa neden olmaktadır.

Şekil 2.14'de dik duruş ve 90° oturuş durumları için duruş pozisyonları gösterilmektedir. Dik duruş pozisyonu bakıldığı zaman duruş pozisyonu olarak uygun görülmektedir. Fakat bu duruş pozisyonunda uzun süre durmak çok zordur ve vücut bölgelerinde rahatsızlık, yorgunluk ve ağrı hissiyatı vermektedir. 90° oturuş pozisyonunda ise kalça eklemleriniz yaklaşık olarak 60° bükerek hareket ettiririz. Bu durumda duruş uygundur fakat herhangi bir şekilde vücut ön bölgeye eğilim gösterirse bu duruşun bir önemi kalmamaktadır.



Şekil 2.14. Dik duruş ve 90° oturuş durumuna ait duruş pozisyonları [29]

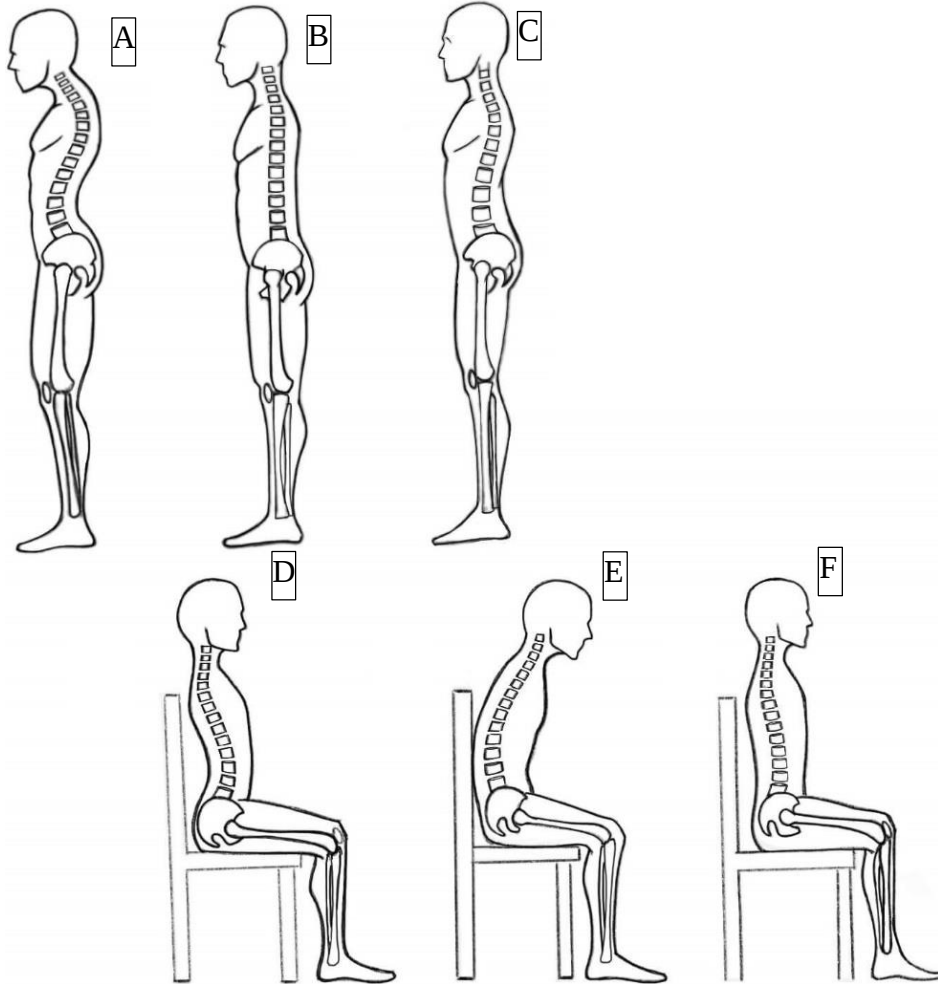
Omurga, üst üste bindirilmiş ve omurlar arası diskler adı verilen bireysel kemik parçalarından oluşmaktadır. Omurga, vücudun ağırlığını koruyarak, ayakta ve oturma duruş pozisyonlarda bireyin hareketini sağlamaktadır. Omurga, Şekil 2.15'te gösterildiği gibi 4 bölüme ayrılmaktadır. Sakrum ve koksiks (kuyruk kemiği), lomber omurga (alt sırt), torasik omurga (orta ve üst sırt) ve servikal omurgadır (boyun) [30]. Ayakta durma veya oturma durumunda en önemli kısımlar sacrum ve alt sırt bölgesinin iyi durumda pozisyonlanmasıyla ilgilidir.



Şekil 2.15. Omurga yapısı [30]

Günlük hayatımızda, iş hayatımızda ve uzun süreli oturma durumlarında (örnek olarak uzun süreli yolculuklar verilebilir.) duruş pozisyonlarımız çok önemlidir. Şekil 2.16'da duruş pozisyonları örneklendirilmiştir. A ile gösterilen durumda omurga çok kemerli yapıdadır. B durumunda ise çok düz durumdadır. Bu 2 durumda ayakta duruş pozisyonu için uyumsuzdur.

C' de ise omurga boyun kısmında ve alt sırt bölgesinde gerektiği kadar kıvrımlıdır ve iyi bir duruş pozisyonundadır. D.E ve F için oturma duruş pozisyonu incelendiğinde en uygun F görselinde yer alan pozisyonudur. D durumunda omurga çok kemerli, E durumunda ise vücut kendini bırakmış halde omurgaya yüklenme mevcuttur.



Şekil 2.16. Ayakta ve oturma durumunda duruş pozisyonları kıyaslaması [30]

Şekil 2.16.'da gösterilen duruş pozisyonlarına bakıldığında vücut omurga yapısındaki kıvrım çok fazla olduğunda veya omurga yapısı çok düz olduğunda uygun olmadığı görülmektedir. Vücut omurga yapısı uygun pozisyonda olduğunda vücut daha rahat olmaktadır.

- A- Çok kemerli yapı
- B- Çok düz yapı
- C- Ayakta durma durumunda iyi duruş pozisyonu
- D- Çok kemerli yapı

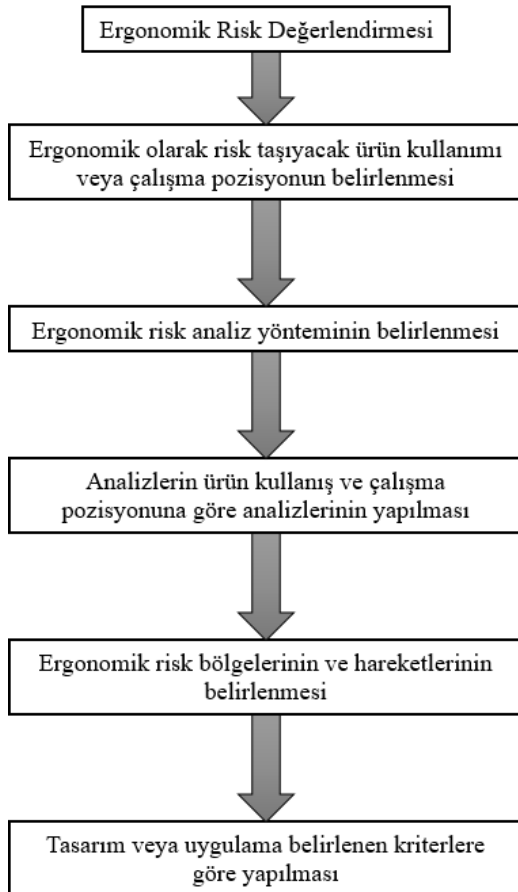
E- Hımbıl yapı

F- Oturma durumunda iyi duruş pozisyonu

Ayakta duruş pozisyonları ve oturma duruş pozisyonları için belirlenmiş bu yapılara göre tasarım ve ayakta duruş pozisyonunda çalışma durumları incelemeleri yapılabilmektedir. Bu duruşlar kişiden kişiye farklılık gösterebilmektedir.

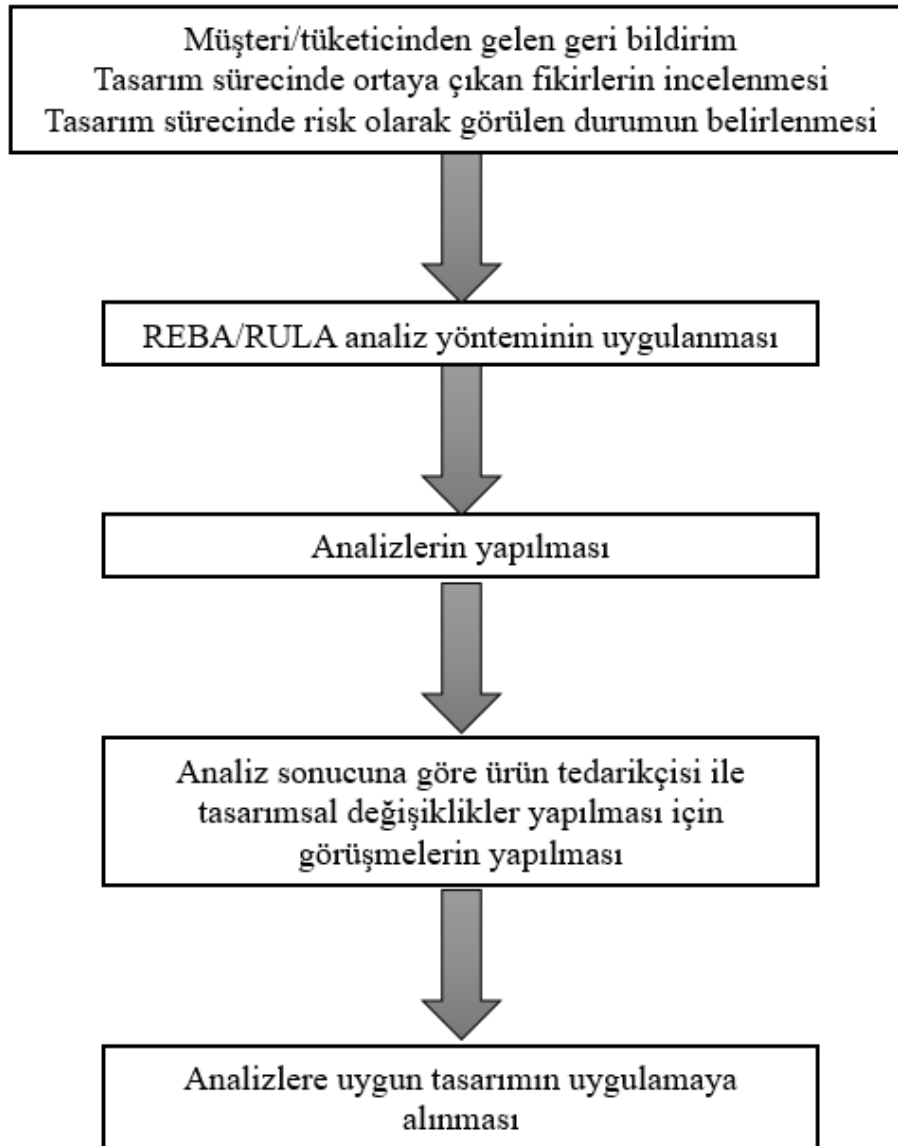
2.5. Ergonomik Risk Değerlendirilmesi

Ergonomik risk değerlendirmesi tasarımı gerçekleştirilen ürün veya çalışma alanı için yapılacak olan insan sağlığını etkileyen risk değerlendirmeleridir. Bu risk değerlendirmeleri ergonomik risk analiz yöntemleri ile yapılmaktadır. Kullanılan yöntemle sonrasında bireyin kullanacağı ürünün ergonomik açıdan uygunluğu veya çalışma pozisyonunun uygunluğu belirlenmektedir. Bunu bir çizelge ile anlatmak gerekirse eğer; Şekil 2.17.'de gösterildiği gibi risk değerlendirilmesi ve analizi yapılması gerekmektedir. Her değerlendirme belirli bir sıralama ve işleyiş içerisinde gerçekleştirilmektedir. Bu işlemler sırasında incelemeler devam etmekte ve ergonomik risk durumlarına göre değişkenler ortaya çıkabilmektedir.



Şekil 2.17. Ergonomik risk değerlendirmesi [7]

Ergonomik risk değerlendirmesine ait örnek vermek gerekirse; özellikle otomotiv alanında askeri araç tasarımında kullanılan sürücü ve mürettebat koltuğu analizi, otomobil ve otobüs sürücü koltuğu tasarımı, otobüslerde yolcular için tasarlanan koltuklar ve koltuk yerleşimleri gibi çalışmalarda ergonomik risk değerlendirmeleri yapılmaktadır. Bu değerlendirmeler bazen ergonomik risk analiz yöntemleri ile bazende uygulamalı deneysel yöntemlerle çözümlenmektedirler. Bu risk değerlendirmelerini ürün bazında düşünürsek, en büyük katkı zaman ve maliyet kaybının önüne geçmesidir. Özellikle yaptığımız tasarımlarda risk değerlendirmelerini önceden öngörüp bunları analiz etmek hem tasarımın zaman çizelgesinde ilerleyen zamanlarda sorun olmasını engellemekte hemde üretimi gerçekleştirilen ürün uygunsuz olmamaktadır. Firmalar bu konuda tasarımı yapan çalışanlarından bu konularda geri bildirimleri devamlı olarak beklemektedir ve almaktadır.



Şekil 2.18. Ergonomik risk değerlendirmesinin yapıldığı örnek uygulama [7]

Şekil 2.18.'de özetleyerek anlatılmış olan uygulamayı bir otomobil/araç üreticisi firmasında sürücü koltuğunun ergonomik risk değerlendirilmesine ait bilgiledir. Tasarımı devam araç üzerinde risk değerlendirmeleri sırasında sürücü koltuğu için bazı riskler ortaya çıkmıştır. Bu risklerin bazıları müşteri ve tüketici tarafından öngörülmüş bazıları tasarım sürecinde ortaya çıkmıştır. REBA/RULA analiz yöntemi kullanılarak analizler yapılmıştır. Ergonomik olarak daha uygun ürün kullanımı gereksiniminden dolayı tedarikçi firma ile görüşmeler yapılarak sürücü koltuğu tasarımında değişikliğe gidilmiş ve ergonomik riskler ortadan kaldırılmıştır. Bu durum firma için maddi kayba neden olmamış ve araç tasarımı ergonomik olarak uygun tamamlanmıştır [7].

2.6. Ergonomi Analiz Yöntemleri

Son yıllarda özellikle çalışma sırasında veya ürün kullanımında insan sağlığının ön plana çıkmasıyla beraber ergonomik risk değerlendirmeleri yapılması için bir çok ergonomi analiz yöntemlerine başvurulmaktadır. Araştırmalar yapıldığında bir çok farklı, birbirine göre üstünlüğü olan analiz yöntemleri mevcuttur. Ergonomik analiz yöntemleri aslında çalışma sırasındaki duruş veya ürün kullanımındaki bireyin duruş pozisyonunun ergonomik risk değerlendirmesidir.

İKİH kısaltması ile ifade edilen “işe bağlı kas iskelet hastalıkları” çalışma ortamındaki riskler sonucunda bireyde gözüken vücut sinir ve eklem bölgelerinin zarar görmesi olarak tanımlanmaktadır [31].

Kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını değerlendirmek için 3 tür yöntem kullanılmaktadır.

1- Kişisel Anket Yöntemleri:

- a. Nordic Musculoskeletal Questionnaire – NMQ: Standart İskandinav kas iskelet sistemi anketidir.
- b. Dutch Musculoskeletal Discomfort Questionnaire: Alman kas iskelet sistemi anketidir.
- c. Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire: Cornell kas iskelet sistemi anketidir.
- d. Swedish Occupational Fatigue Inventory, SOFI: İsveç mesleki yorgunluk envanteridir.

2- Sistemik Gözlemlere Dayalı Yöntemler: Bu yöntemler nicel olarak risk değerlendirilmelerinin yapılması için kullanılmaktadır. 2'ye ayrılmaktadır.

a. Basit Gözleme Dayalı Yöntemler

- NIOSH Lifting Equation: Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü Yük Kaldırma Endeksidir.

- Snook Tables: Snook Tabloları
- Manual Handling Assessment Charts-MAC: Manuel El ile taşıma değerlendirme çizelgeleridir.
- SI-The Strain Index: Zorlanma indeksidir.
- CTD RAM: Kümülatif travma rahatsızlığı indeksidir.
- OCRA: Mesleki tekrarlamalı hareketler indeksidir.
- OWAS: Ovaka çalışma duruşları analiz sistemidir.
- QEC: Hızlı maruziyet değerlendirme yöntemidir.
- REBA: Hızlı tüm vücut değerlendirmesidir.
- RULA: Hızlı üst uzuv değerlendirmesidir.

b. Gelişmiş Gözleme Dayalı Yöntemler

- Ergo-Man
- Sammie Cad
- Safework
- Creo Manikin
- 3DSSPP
- Jack
- RAMSIS Model
- AnyBody Modelleme Sistemi,
- OpenSIM
- HumanCAD
- LifeMod.

3- Direkt ölçüm yöntemleri: Birey duruş pozisyonları ve hareketlerini ergonomik açıdan risk değerlendirmesi ve analizi için açı ölçer, optic araçlar, elektromiyografi ve biyomekanik analiz araçları kullanarak gerekli değerlendirmelerin yapıldığı yöntem türüdür [32].

Kişisel anket verileri, tasarım veya çalışma duruş pozisyonu için insanlardan gelen geri bildirimlerin yön vermesini sağlamaktadır. Her birey kişisel olarak yorumlama yapacağı için elde edilen veriler çok doğru sonuçlar vermemektedir. Bu tez aşamasında da yaptığımız çalışma için anketlerden de yararlanıldı fakat sadece tasarıma ve analizlere yön vermesi için kullanılmıştır. Nicel olarak veriler ile değerlendirmelerin yapılması diğer yöntemlere göre daha kesin ve insan sağlığı için daha doğru sonuçlar vermektedir. Bu tez kapsamında da nicel veriler kullanılarak tasarım ve analiz gerçekleştirilmiştir.

Nicel veriler kullanılarak yapılan değerlendirmelerde kullanılan basit gözleme dayalı yöntemleri detaylı incelemek gerekmektedir. Analiz yapılacak duruş pozisyonu veya hareket için uygun yöntem belirlenerek çalışma yapılması gerekmektedir. Gelişmiş gözleme dayalı yöntemler bilgisayar ve yazılımlar ile yapılan ergonomik risk değerlendirme yöntemleridir.

2.6.1. NIOSH yük kaldırma endeksi

NIOSH yöntemi ilk kez 1981 yılında kullanılmaya başlanmıştır. El ile yük kaldırma işleri için ilk değerlendirme adımı bu yöntem ile atılmıştır. NIOSH, bulunduğu uyarılar dahilinde, güvenli çalışma alanları için belirtilen sınırların aşılmasında ilgilidir. Bu yöntem sadece kaldırma işlemlerinde değerlendirmelere uygundur [33]. NIOSH yöntemi, tek el kullanarak kaldırma işlemlerinde, 8 saat üzeri çalışmalarda, oturma veya diz çökmüş durumlarda çalışma pozisyonu, itme ve çekme uygulamalarında, uygunsuz zeminde, aşırı değişken ağırlık merkezine sahip yük kaldırma işleminde ve değişken ortam şartlarına sahip çalışma ortamları için kullanılması uygun değildir. NIOSH yönteminin amacı, iş kazalarını ve iş sebebiyle yaralanma ve sakatlanmaları önlemek, çalışan bireyin sağlıklı ve güvenli ortamlarda çalışmasını artırmak üzere önerilerde bulunmak, diğer ülkeler ile gerekli görüşmeler yapılarak dünya genelinde çalışan bireyin sağlıklı ve güvenli bir ortamda çalışmasını, belirlenmiş standartlar ile beraber dünyanın her yerinde aynı şekilde uygulanmasıdır. Ağırlık sınırı (RWL): Yük sabitinin diğer çarpanlar ile olan ilişkisini ifade etmektedir [34].

$RWL = (LC) \times (HM) \times (VM) \times (DM) \times (AM) \times (FM) \times (CM)$ olarak tanımlanmaktadır [35]. Burada;

- (LC): Yük sabiti
- (HM): Yatay çarpan
- (VM): Dikey çarpan
- (DM): Mesafe çarpanı
- (AM): Asimetri çarpanı
- (FM): Frekans çarpanı
- (CM): Tutma faktörü.

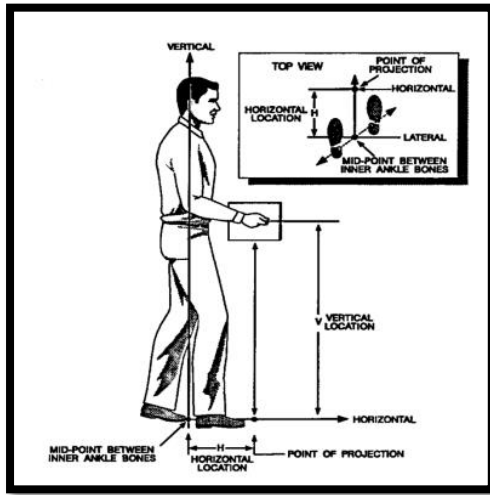
Şekil 2.19.'da NIOSH yük kaldırma endeksi için, yük kaldırma işlemi sırasında RWL formülünde yer alan çarpanları etkileyen ölçülere ait gösterim yer almaktadır. Çarpanları belirlerken bu değerlerden yararlanılarak hesaplamalar yapılacaktır [37].

LC yük sabiti değeri 23 kg olarak sabit değer alınmaktadır [36].

CM tutma değerleri tutma olanıklarına göre değişiklik göstermektedir. Çizelge 2.3.'te gösterilmektedir [36].

Çizelge 2.3. CM tutma faktörü değerleri [36]

Tutma Olasılığı	$V \leq 75$ cm	$V > 75$ cm
İyi	1	1
Orta	0,95	1
Kötü	0,9	0,9



Şekil 2.19. NIOSH yöntemi için yük kaldırma durumunda kullanılan ölçü gösterimi [37]

“HM” yatay çarpanı, vücudun el bölgesinin orta noktası ile vücut omurgası arasındaki yatay mesafeye bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Çizelge 2.4.'te gösterilmektedir [36].

Çizelge 2.4. HM yatay çarpan değerleri [36]

$H \leq 25$ cm	HM=1
$25 < H \leq 63$ cm	HM=25/H
$H > 63$ cm	HM=0

“VM” dikey çarpanı, yükün tutulma noktasından zemine olan mesafesine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Çizelge 2.5.'te gösterilmektedir [36].

Çizelge 2.5. VM dikey çarpan değerleri [36]

$V < 175 \text{ cm}$	$VM: 1 - (0.003 * (V - 75))$
$V \geq 174 \text{ cm}$	$VM = 0$

“DM” mesafe çarpanı, yükün kaldırıldığı nokta ile yükün bırakıldığı nokta arasındaki yükseklik farkına göre değişkenlik göstermektedir. Yükseklik farkı D olarak tanımlanmaktadır. D değeri yükseldikçe DM değeri küçülmektedir. Çizelge 2.6.’da gösterilmektedir [36].

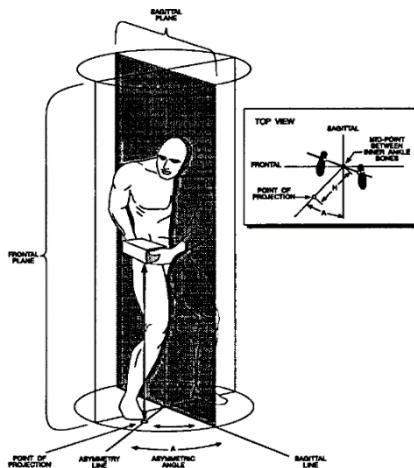
Çizelge 2.6. DM mesafe çarpan değerleri [36]

$D \leq 25 \text{ cm}$	$DM = 1$
$25 < D \leq 175 \text{ cm}$	$DM = 0.82 + (1.8/D)$
$D > 175 \text{ cm}$	$DM = 0$

“AM” asimetri çarpanı, yük kaldırma işleminin en başında veya yük kaldırma işleminin bitişinde vücudun düzleme göre pozisyonunu belirten açı değerine göre değişkenlik göstermektedir. Çizelge 2.7.’de gösterilmektedir [36]. Şekil 2.20.’de asimetri çarpanı için kullanılan açı değeri gösterimi yer almaktadır [37].

Çizelge 2.7. AM asimetri çarpan değerleri [36]

$A \leq 135^\circ$	$AM = (1 - (0.0032 * A))$
$A > 135^\circ$	$AM = 0$



Şekil 2.20. NIOSH asimetri çarpanı açı değeri gösterimi [37]

FM frekans faktörü, işlem sırasında dakika başına kaç defa kaldırma işlemi yapılmasına ve yük kaldırma yüksekliğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Yük kaldırma işlem sayısı doğru sonuçlar vermesi için 15 dakikalık periyotlarla izlenip tekrarlama değeri belirlenmesi gerekmektedir [36].

2.6.2. Snook tabloları

Snook ve Ciriello araştırmacıları tarafından 1978 yılında elle kaldırma yapılan işler için çalışma alanlarında, çalışan bireyler üzerinden veriler toplanmış ve bu verileri kullanmak üzere bir bilgi kaynağı oluşturulmuştur [38]. Oluşturulan Snook tabloları elle yapılan işleri ifade etmektedir. Bunlar yük kaldırma, indirme, itme, çekme ve yükün bir yerden bir yere taşınma işlemlerini %10, %25, %50, %75 ve % 90 yüzdelerinde yer alan erkek ve kadın çalışan bireyleri için maksimum kabul edilebilir yük ağırlığının ölçümsel değerlerini içermektedir. Çizelge 2.8.'de bu değerlerden oluşturulan snook tablolarına ait verisel tanımlar mevcuttur. Ek 1.'de snook tablolar yönteminde kullanılan tablolar mevcuttur [39].

Çizelge 2.8. Snook tablolarında kullanılan veri tanımlamaları [39]

Kaldırma/İndirme	
K	Kavrama yüksekliği
U	Yükün gövdeden yatay uzaklığı (cm)
M	Yükün kaldırıldığı, indirildiği yükseklik (cm)
%	Yüzdelik dilim
P	Periyot
F	Frekans
Taşıma	
K	Yükün taşınırken yerden yüksekliği
M	Taşıma mesafesi (m)
%	Yüzdelik dilim
P	Periyot
F	Frekans
İtme/Çekme	
K	İtme/çekme sırasında yerden yükseklik
M	İtme/çekme mesafesi (m)
%	Yüzdelik dilim
P	Periyot
F	Frekans

Ek 1.'de yer alan bu tablolar için gerekli uygun işlem, cinsiyet seçimi, işlem seçimi ve ölçümlere göre seçimler yapılarak analizler yapılmaktadır. Snook tabloları işlem sırasında

bir bireyin, bir şeyi kaldırma, bir yerden indirme, bir yere doğru itme veya çekme ve bir yerden bir yere taşıma işlemleri için ergonomik risk ve analiz değerlendirmelerinde kullanılabilecek bir yöntemdir.

2.6.3. MAC çizelgeleri

Manuel kaldırma, taşıma ve ekip taşıma gibi işlemlerinin risk faktörlerinin değerlendirilmesine yardımcı olması için oluşturulmuş risk değerlendirme yöntemidir [41]. MAC çizelgelerinde ifadeler renkler ile gösterilmektedir. Risk seviyelerini ifade eden bilgiler Çizelge 2.9’da gösterilmiştir [42].

Çizelge 2.9. MAC risk seviyesi renk ilişkisi [42]

Renk	Risk Seviyesi	Risk Bilgisi
G= Green (Yeşil)	Düşük	Risk seviyesi düşük olmasına rağmen; hamile kadınlar, engelliler, yaralı bireyler, genç ve deneyimsiz çalışanlar gibi hassas gruplar için dikkat edilmesi gerekmektedir.
A=Amber (Sarı)	Orta	Görevleri incelemeniz gerekmektedir.
R=Red (Kırmızı)	Yüksek	Çalışan bireylerin büyük bir kısmı risk içerisindedir. Hızlı aksiyon alınması gerekmektedir.
P=Purple (Mor)	Kabul Edilemez	Bu tür çalışmalar ciddi yaralanmalara sebebiyet verebilir. Operasyonların iyileştirilmesi gerekmektedir.

Yükün ağırlığına ve kaldırma işleminin sıklığına (veya tekrarlama oranına) dikkat edilmesi gerekmektedir. Şekil 2.21.’de gösterilen grafikten risk seviyesini ve renk bandına göre seviyeyi belirten skoru belirlemek gerekmektedir. Renk bandı mor ise, ciddi yaralanma riski taşıyabileceği ve iyileştirilmesi gerektiği için işlemi veya görevi incelemek gerekmektedir. Gerekli önlemlerin alınıp değiştirilmesi gibi risk seviyesini düşürücü işlemler bu grafik incelemesi sonrasında yapılmaktadır [42].



Şekil 2.21. Risk seviyesi renk ilişkisi [42]

2.6.4. SI iş zorlanma indeksi

SI iş zorlanma indeksi, işyerlerinde çalışan bireylerin distal üst ekstremité kas iskelet bozuklukları önleme ve risk altında çalışıp çalışmadıklarını kontrol etmek amacıyla kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinden biridir [43].

Çalışma esnasındaki el, bilek bölgesindeki duruşların yapılan iş veya çalışma üzerindeki etkisini dikkate almak8tadır. Duruş pozisyonları, hareket etme sıklıkları ve uygulanan kuvvete göre değerlendirilmektedir [44].

SI iş zorlanma indeksi için 6 adet değişken ölçümüne veya tahmin edilmesi gerekmektedir [45].

1. Yapılan işin şiddeti
2. Yapılan işin süresi
3. Yapılan işte dakikada harcanan efor
4. Vücutun el ve bilek duruş pozisyonu
5. Yapılan işin hızı
6. Yapılan işin günlük süresi

Duruş pozisyonu anatomik pozisyon olduğundan görecelidir. İşin yapılma hızı, görev için algılanan hızı tahmin eder.. Görevin günlük süresi ise, bir çalışma süresi içerisinde yapılması gereken işin ne kadarının yapıldığının ölçümsel değeridir. Çizelge 2.10. ve Çizelge 2.11.'de geliştirilen ve iş zorlanma indeksi için yapılan hesaplamalarda kullanılan değişkenlere ait bilgiler yer almaktadır [46].

Çizelge 2.10. SI dereceleri [46]

Derecelendirme	Eforun şiddeti	Eforun süresi	Dakika başına çaba	El/bilek duruşu	İşin hızı	Süre
1	Hafif	<10	<4	Çok iyi	Çok yavaş	<1
2	Biraz zor	10-29	4-8	İyi	Yavaş	1-2
3	Zor	30-49	9-14	Uygun	Uygun	2-4
4	Çok zor	50-79	15-19	Kötü	Hızlı	4-8
5	Maksimum	≥80	≥20	Çok kötü	Çok hızlı	>8

Çizelge 2.11. SI çarpanları [46]

Derecelendirme	Eforun şiddeti	Eforun süresi	Dakika başına	El/bilek duruşu	İşin hızı	Süre
1	1	0,5	0,5	1,0	1,0	0,25
2	3	1,0	1,0	1,0	1,0	0,50
3	6	1,5	1,5	1,5	1,0	0,75
4	9	2,0	2,0	2,0	1,5	1,00
5	13	3,0	3,0	3,0	2,0	1,50

SI iş zorlanma indeksi için elde edilen skorun yorumlanması Moore ve Garg’a göre;

- SI iş zorlanma indeksi skoru 5 ve 5’ten büyük olan işler “tehlikeli”,
- SI iş zorlanma indeksi skoru 5’ten küçük olan işler “güvenlidir” diye yorumlanmıştır.

Drinkaus (2003), Bao (2004) ve Spielholz (2008) ise yorumlamalarında üç seviyeli SI skorlarını kullanmışlardır.

- SI iş zorlanma indeksi skoru 3’ten küçük olan işler “güvenli”,
- SI iş zorlanma indeksi skoru 3 ile 7 arasında ise büyük ihtimalle işler “güvenli değildir” fakat incelenmesi gerekmektedir,
- SI iş zorlanma indeksi skoru 7 de daha büyük olan işler “tehlikelidir” diye yorumlanmaktadır [46].

2.6.5. CTD RAM-Kümülatif travma rahatsızlığı indeksi

Kümülatif travma bozukluğu yetişkin bireyler için çok önemli bir sağlık sorunudur. Yetişkin bireyler için kümülatif travma bozukluğunun etkileri bilinsede, genç bireyler üzerindeki etkileri hakkında çok az bilgi bulunmaktadır [47].

Kümülatif travma rahatsızlığı indeksi vücudun üst uzun risk değerlendirmeleri için kullanılan bir yöntemdir. Vücudun kalça ve kalça üst kısmını kapsayan bölgeleri analizler sonucunda değerlendirmektedir. Duruş pozisyonu ve titreşim analizi veya değerlendirilmesi bu yöntem ile yapılamaz [48].

CTD risk değerlendirme yöntemi, CTD risk oranları veya endüstriyel işler için vücut bölgelerinin hareketlerinin risklerini öngörmektedir. Bu durum bireyin yapacağı veya uygulayacağı riskli işlerin yeniden tasarlanması ve oluşabilecek yaralanmaların önüne geçilmesi için çalışmaların yapılması sağlamaktadır. Böylece ortaya çıkacak ciddi yaralanmalar ve yaralanmalar için harcanacak tıbbi maliyetler azaltılmış olacaktır [49].

2.6.6. OCRA-Mesleki tekrarlamalı hareketler indeksi

OCRA yöntemi montaj hattındaki ergonomic risk değerlendirmelerinin yapılması için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem ile bir montaj hattındaki istasyonda yapılan tüm işler için analizler yapılabilir. OCRA indeksi hesaplaması yapılırken, çalışma yapılan istasyonlarda birden çok iş gerçekleşiyorsa, gerçekleşen işler ayrı ayrı hesaplanmaz, bütün

istasyonlar için tek bir değer hesaplanmaktadır. Mesleki tekrarlamalı hareketleri indeksi (OCRA) metodu, kaldırma ve taşıma işlemlerinin gerçekleştirildiği işleri kapsayan üretim yöntemleri açısından uygulanması uygun değildir. OCRA metodunda bireyin üst vücut bölgelerinin çalışma sırasındaki duruş pozisyonlarına göre ergonomik değerlendirmesinin yapılmasını sağlamaktadır. El, bilek, dirsek ve omuz bölgelerini kapsayan vücut bölgelerinin çalışma duruş pozisyonları ve duruş pozisyonu sırasındaki değişiklikleri OCRA indeksi ile incelenebilmektedir [50].

OCRA indeksinin hesaplanması; yapılan iş sürecinde “teknik hareket sıklığının, önerilen sıklığa bölünmesi” olarak ifade edilir:

$$\text{“OCRA indeksi”} = (\text{Teknik hareket sıklığı}) / (\text{Önerilen sıklık}) [51]$$

OCRA yönteminde tekrarlamalı iş olarak geçen işler, iş sırasında tekrarlı olarak yapılan işler olarak ifade edilmektedir. Teknik hareket sıklığı ise dakika başına yapılan teknik hareket sayısıdır.

$$\text{“Teknik hareket sıklığı”} = (\text{Bir çevrimdeki teknik hareket sayısı}) \times 60 / (\text{çevrim süresi}) [52]$$

$$\text{“Önerilen sıklık”} = (SS) \times (P) \times (T) \times (K) \times (ERF) \times (DP \times TİS) [53]$$

Sabit sıklık (SS) çarpanı, dakikada 30 hareket olarak kabul edilmektedir. Normal koşullarda SS çarpanı 1 değerini almaktadır. Ergonomik olarak uygunluk arttıkça 0 değerine yaklaşmaktadır [54].

Postur (P) çarpanı, vücut bölgelerinin veya duruş pozisyonlarını ifade etmektedir. Postur çarpanı için üst vücut bölgeleri dikkate alınmaktadır. Çizelge 2.12.’de vücut hareket ve duruş pozisyonlarına göre kullanılması gereken postur çarpanları belirtilmiştir [50].

Çizelge 2.12. Duruş pozisyonu ve hareketlere göre postur çarpanı değerleri [50]

UYGUNSUZ DAVRANIŞ	Çevrim süresi yüzdesi			
	%1-%24	%25-%50	%51-%80	80%
Dirsekten döndürme ($\geq 60^\circ$)	1	0,7	0,6	0,5
Bileği içe veya dışa bükme($\geq 45^\circ$)				
Elle kısıtırarak veya kenarından/ sapından veya avuçla tutma				
Dirsekten döndürme veya bükme/uzanma ($\geq 60^\circ$)	1	1	0,7	0,5
Bileği yana dışa veya yana içe döndürme ($\geq 20^\circ$)				
Elle dar cismi kuvvetli tutma ($\leq 2\text{cm}$)				

Tekrarlılık (T) çarpanı, çalışanın devamlı olarak aynı hareketleri yapması olarak ifade edilmektedir. Düşük tekrarlılık durumu için çarpan değeri 2 olarak alınmaktadır. Yüksek tekrarlılık durumunda ise çarpan değeri 0,7 olarak alınmaktadır. Düşük tekrarlılık için işin çevrim süresi 15 saniyeden büyük olması gerekmektedir [50].

Kuvvet (K) çarpanı, çalışma sırasında uygulanan kuvvetin oluşturduğu riskin OCRA indeksine etkisini ifade etmektedir. Kuvvet uygulaması yok ise hesaplamalarda kuvvet çarpanı değeri 1 olarak alınmaktadır. Çizelge 2.13.'de kuvvet çarpanı değerleri gösterilmektedir [50].

Çizelge 2.13. Kuvvet çarpanı değerleri [50]

Ortalama harcanan kuvvet %	5	10	20	30	40	≥ 50
Borg değeri	0,5	1	2	3	4	≥ 5
Değer	Çok çok zayıf	Çok zayıf	Zayıf	Orta	Biraz kuvvetli	Kuvvetli/çok kuvvetli
Kuvvet çarpanı(F)	1	0,85	0,65	0,35	0,2	0,01

Ek risk faktörleri (ERF) çarpanı, temel risk değerlendirmesi için kullanılan değerler haricinde çalışma için ergonomik risk oluşturabilecek diğer faktörleri ifade etmektedir. ERF çarpanı için değerler Çizelge 2.14. 'de gösterilmiştir [50].

Çizelge 2.14. ERF çarpanı değerleri [50]

Çevrim Süresi	ERF Değeri
%25'inden kısa	1
%26-%50 arası	0.95
%51-%80	0.9
%80'den fazla	0.8

Yeterli olmayan dinlenme periyodu (DP) ve tekrarlı işlerin bir işlem sırasındaki toplam süresi (TİS) çarpanları için standartlaştırılmış değerler kullanılmaktadır. DP için 0,6 değeri, TİS için 1 değeri kullanılmaktadır [50].

Gerekli hesaplamalar yapıldığında elde edilen sonuçlar Çizelge 2.15.'de verilen değerler ile kıyaslanarak uygulamaya alınmaktadır. Uygunsuz durum var ise çözüm alınması gerekmektedir. Eğer kabul edilebilir veya düşük seviyede risk derecesine sahip ise çalışmaya devam edilebilir [55].

Çizelge 2.15. OCRA indeks değeri – risk derecelendirilmesi [55]

OCRA İndeksi	Risk Derecelendirmesi
$\leq 1,5$	En iyi durum
1,6 – 2,2	Kabul edilebilir
2,3 – 3,5	Belirsiz veya çok düşük
3,6 – 4,5	Düşük
4,6 – 9,0	Orta
> 9	Yüksek

2.6.7. OWAS-Ovaka çalışma duruşları analiz sistemi

Ovaka çalışma duruşları analiz sistemi OWAS, faaliyet içerisinde bulunan bireyin kas-iskelet bölgelerinde oluşan gerilmeleri ve çalışma sisteminden kaynaklı uygun olmayan duruş pozisyonlarını ortaya çıkarmak, gözlemleyerek analiz yapılan ergonomik risk değerlendirme yöntemi olarak ifade edilmektedir [56].

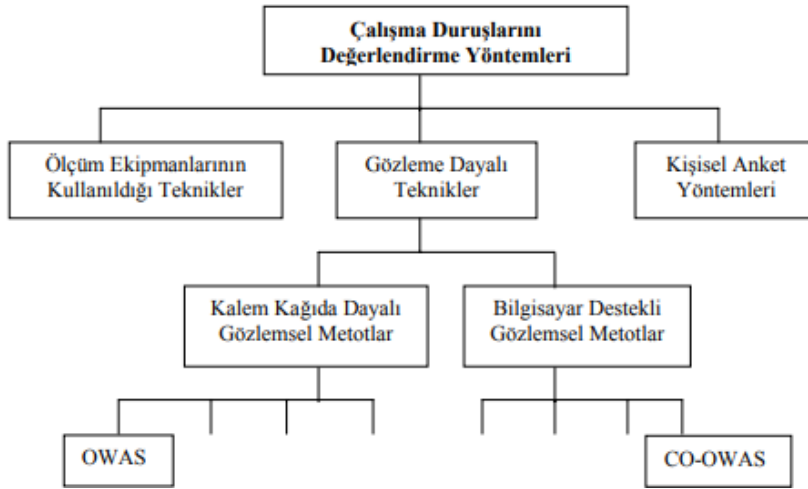
OWAS analiz yöntemi tasarım aracı olarak kullanılması amacıyla ortaya çıkartılmış ve farklı duruş pozisyonlarında analiz yapılmasına olanak sağlamaktadır [57]. Vücut bölgelerinden bacaklar, kollar ve sırt bölgesinin yük ile ilişkisini 4 adet kodlama yöntemiyle analiz

etmektedir. Duruş pozisyonlarında bireyin çalışma frekansı ve harcadığı zaman da OWAS değerlendirmelerine dahil edilmektedir [58].

OWAS metodunun temel özellikleri [59];

- Yöntemi kullanması ve uygulama için öğrenmesi kolaydır,
- Bireyin çalışma süresi ile duruş pozisyonlarının iyi ve kötü olarak nitelendirilmesini sağlamaktadır,
- İşin uygulanmasındaki tasarım fikirleri için kıyaslamalar yapılması sağlamaktadır.

Çalışma duruşlarının değerlendirilmesinde ölçüm ekipmanları, gözleme dayalı teknikler ve kişisel anket yöntemleri kullanılmaktadır. Gözleme dayalı teknikler ise kalem ve kâğıda dayalı metodlar veya bilgisayar destekli gözlemsel metodlar ile analizler yapılmaktadır. OWAS metodu kalem kâğıt ile yapılan gözlemsel metottur. CO-OWAS ile bilgisayar destekli gözlemsel metottur. Şekil 2.22.'de OWAS ve CO-OWAS ilişkisi gösterilmiştir. 2 metod içinde duruş pozisyonları ve kodlar aynıdır [60].



Şekil 2.22. OWAS ve CO-OWAS metodlarının analiz yöntemleri ile ilişkisi [60]

OWAS yöntemi endüstriyel alanda birçok çalışma için kullanılan analiz yöntemidir. Bu yöntem;

- Duruş pozisyonundan kaynaklı oluşan yüklemelerin ergonomik açıdan değerlendirilmesi ve vücut sistemindeki yüklenmelerin azaltılmasını,
- Çalışan bireyin bulunduğu yerin, yapılan uygulamalarının, çalışma sırasında yer alan makinelerin ve araçların geliştirilmesini ve ergonomik olarak planlanmasını,
- Mesleki sağlık incelemelerinin yapılmasını,
- Güvenli ve verimli çalışmanın sağlanmasını amaçlayarak uygulanmaktadır [61].

Ergonomik açıdan risk değerlendirmelerini yapmak amacıyla uygulanan OWAS yönteminde “4 sırt, 3 kol, 7 ayak duruşu ve 3 farklı yük seviyesi” dikkate alınmaktadır ve “252 standart duruş ve yük kombinasyonu” elde edilmektedir. OWAS metodunun uygulanması sonucunda, elde edilen veriler sonucunda duruş pozisyonları için harcanan süre ve duruş pozisyonunun kullanılma sıklığına göre yorumlamalar yapılmaktadır [62].

Sırt duruş pozisyonu için dör farklı koda göre durumlar belirlenmiştir. Düz, eğilmiş, dönmüş ve hem eğilmiş hemde dönmüş durum için incelemeler yapılmıştır. Duruş pozisyonları ile ilgili detaylı bilgiler Çizelge 2.16.’da verilmiş ve kodlar ile ilişkilendirilmiştir [63].

Çizelge 2.16. OWAS yönteminde sırt duruş pozisyonları için 4 kodun açıklaması [63]

KOD	DURUŞ	AÇIKLAMA
1	Düz	Çalışanın sırtının öne veya yana 20°den az eğilmesini(baş ile kalça ve bacak arasındaki çizginin açısı) ya da 20°den az dönmesini(omuzlar ile kalça arasındaki açı) ifade etmektedir.
2	Eğilmiş	Çalışanın üst ekstremitelerinin öne veya arkaya 20° ya da daha fazla(baş ile kalça ve bacak arasındaki çizginin açısı) eğilmiş olmasını ifade etmektedir.
3	Dönmüş	Sırtın 20° ya da daha fazla dönmesi(yukarıda açıklandığı gibi) veya 20° ya da daha fazla yan taraflara eğilmesini ifade etmektedir.
4	Eğilmiş ve dönmüş	Sırtın eğildiği(ikinci durumdaki gibi) ve eş zamanlı olarak döndüğü(üçüncü durumdaki gibi) durumu ifade etmektedir.

Kol duruş pozisyonu için 3 adet kod kullanılmaktadır. Kolların tamamen omuz seviyesinden aşağı bölgede olması 1 olarak, bir kolun omuz seviyesinden yukarıda veya omuz ile aynı seviyede olması 2 olarak, her iki kolunda omuz seviyesinden yukarıda veya omuz ile aynı seviyede olması 3 olarak kodlanmaktadır. Çizelge 2.17.’de kol duruş pozisyonunun kodlar ile ilişkisi gösterilmektedir [63].

Çizelge 2.17. OWAS yönteminde kol duruş pozisyonları için 3 kodun açıklaması [63]

KOD	DURUŞ	AÇIKLAMA
1	İki kolda omuz seviyesinden aşağıda	Her iki kolunda tamamen omuz seviyesinden aşağıda olduğu durumu ifade etmektedir.
2	Bir kol omuz seviyesinde ya da daha yukarıda	Bir kol ya da bir kolun bir bölümünün omuz seviyesinde ya da daha yukarıda olduğu durumu ifade etmektedir.
3	Her iki kolda omuz seviyesinde ya da daha yukarıda	Her iki kolunda tamamen ya da bir bölümlerinin omuz seviyesinden yukarıda olduğu durumu ifade etmektedir.

Bacak duruş pozisyonları için OWAS metodunda 7 adet kod kullanılmaktadır. Bu kodlar vücut duruş pozisyonlarına göre bacaklarda oluşan pozisyonlar ile ilişkilendirilmektedir.

Çizelge 2.18.'de bacak duruş pozisyonları ile 7 kodun ilişkisi gösterilmektedir [63].

Çizelge 2.18. OWAS yönteminde bacak duruş pozisyonları gösterimi [63]

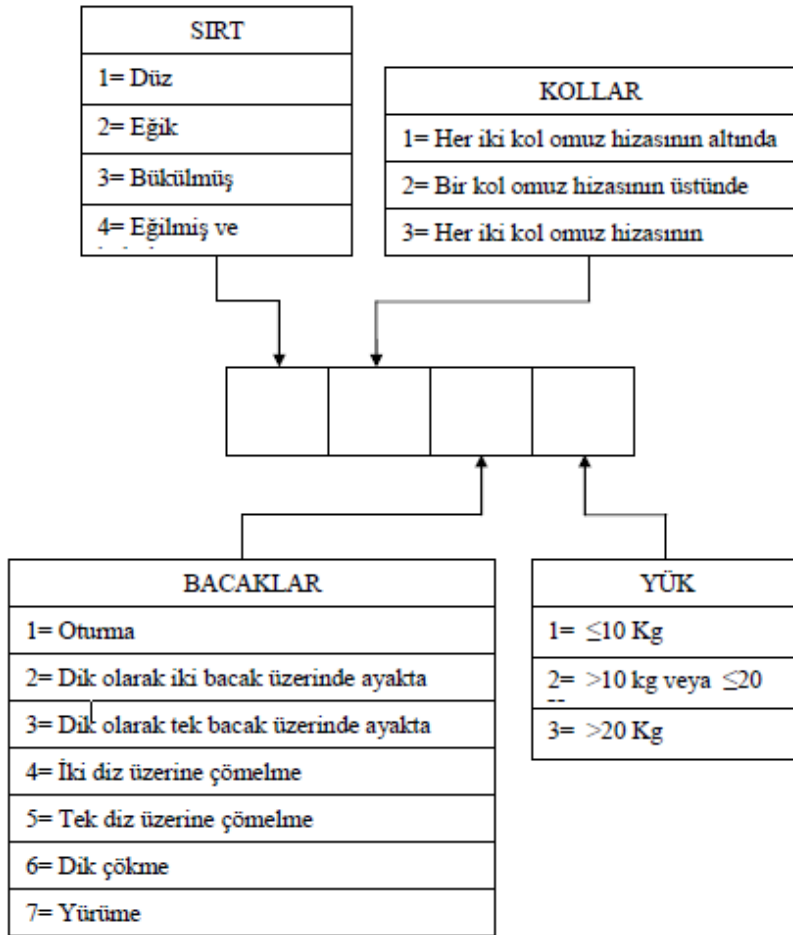
KOD	DURUŞ	AÇIKLAMA
1	Oturma	Vücut ağırlığının kalça üzerinde desteklendiği durumu ifade etmektedir. Bu duruşta ayrıca bacaklar kalça hizasının altındadır.
2	İki bacakta düz şekilde ayakta durma	Vücut ağırlığı iki düz bacakla desteklenmektedir. Diz açısı 150°'den fazladır.
3	Tek bacakta düz şekilde ayakta durma	Bir bacağın düz olduğu ve vücut ağırlığının tamamen bu bacakla desteklendiği durumu ifade etmektedir. Diz açısı 150°'den fazladır.
4	İki eğilmiş bacak üzerinde çömelme ya da ayakta durma	Bu duruşta vücut ağırlığı her iki bacakta ve her iki dizde 150° ya da daha küçük bir açıda eğilmiştir.
5	Tek eğilmiş bacak üzerinde çömelme ya da ayakta durma	Bu duruşta vücut ağırlığı tek bacakta ve dizden eğilmiştir. Diz açısı 150° ya da daha küçüktür.
6	Diz çökme	Bu duruşta kişi bir dizi ya da iki dizi üzerinde diz çökmüştür.
7	Yürüme	Bu duruşta kişi yürümektedir ya da çalışma alanı etrafında hareket etmektedir.

Çalışma sırasında kuvvet ve yükleme durumuna ait kullanılan kod-kuvvet ilişkisi Çizelge 2.19.'da gösterilmektedir. Kuvvet veya yükleme 10 kg'dan az ise 1 olarak, 10 kg ile 20 kg arasında ise 2 olarak, 20 kg'dan fazla ise 3 olarak kodlanmaktadır.

Çizelge 2.19. OWAS yönteminde kullanılan kuvvet/yüklemeye kod ilişkisi [63]

Tanımlama	Kuvvet/Yüklemeye	Kod
Kaldırılan yük ya da gereksinim duyulan kuvvet ≤ 10 kg	≤ 10 kg	1
Yük veya gereksinim duyulan kuvvet 20 kg'dan az 10 kg'dan çoktur.	≤ 20 kg, >10 kg	2
Yük veya gereksinim duyulan kuvvet 20 kg'dan çoktur.	>20 kg	3

OWAS yönteminde kodlama sırt, kol, bacak duruş pozisyonu kodu ve kuvvet/yüklemeye olması durumundaki kod olarak sıralanmaktadır. Şematik olarak Şekil 2.23.'de gösterilmektedir [65].



Şekil 2.23. OWAS yöntemi ile duruş pozisyonlarının kodlanması [65]

Duruş pozisyonlarına ait sonuçlar OWAS yönteminde kategorize edilerek, tehlike sınıflandırılması yapılarak ayrılmaktadır. Bu kategoriler kas iskelet sisteminde oluşabilecek sağlık problemleri ve duruş pozisyonları ile ilgili çalışmalara dayanmaktadır [60]. Kategorize edilmiş sınıflandırma şöyledir:

“C1”(Kategori 1): Uygun, standart duruş pozisyonudur, ergonomik iyileştirme gerektirmemektedir.

“C2” (Kategori 2): Duruş pozisyonunda uygunsuzluk fazla değildir, ergonomik iyileştirme çalışmaları ilerleyen zamanlarda yapılması gerekmektedir.

“C3” (Kategori 3): Duruş pozisyonunda vücut gerilmeleri fazladır, ergonomik iyileştirme kısa süre içerisinde yapılması gerekmektedir.

“C4” (Kategori 4): Duruş pozisyonunda vücut gerilmeleri çok fazladır, ergonomik iyileştirme hemen yapılması gerekmektedir.

2.6.8. QEC-Hızlı maruziyet değerlendirme yöntemi

Hızlı Maruziyet Değerlendirme Ölçütü (QEC), risk değerlendirmesi için bilimsel geçerliliği ve güvenilirliği olan, yöntem olarak kullanılması kolay bir risk değerlendirme yöntemidir [66, 67]. Hızlı Maruziyet Değerlendirme Ölçütünün (HMDÖ) Türkçeye uyarlanması Özcan ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. HMDÖ risk değerlendirme yöntemi vücut bölgelerinden; boyun, bel, omuz/kol, el bileği ve el bölgelerindeki uygunsuz duruş pozisyonlarından olayı oluşabilecek risk gruplarını kapsamaktadır [68].

Hızlı Maruziyet Yöntemi (QEC) farklı adımdan oluşmaktadır [69]:

1.Adım: Eğitim

Eğitim adımında QEC yöntemi hakkında gözlemcinin bilgilendirilmesi gerekmektedir. Yöntemin uygulanması hakkında detaylı bilgi sahibi olmaları gerekmektedir.

2.Adım: Gözlemcinin Değerlendirme Kontrol Listesi

Bu adım için gözlem yapacak birey, risk değerlendirilmesini analiz etmek için Çizelge 2.20.' de verilen kontrol listesini kullanmaktadır. Bu aşamada gözlemci, yapılacak iş birden fazla görev içeriyorsa bunları ayrı olarak değerlendirmesi gerekmektedir. Ama yapılacak iş görevlere ayrılmıyorsa, en uygunsuz en kötü duruş pozisyonu için gözlem yapması gerekmektedir. Gözlem sırasında değerlendirme, görsel, fotoğraf veya video kaydı ile gerçekleştirilmektedir. Gözlemci kontrol listesinde yer alan “Gözlemcinin Değerlendirilmesi” bölümünü gözlemlerine göre doldurması gerekmektedir.

3.Adım: Çalışanın Değerlendirmesi Kontrol Listesi

Bu aşamada çalışan birey Çizelge 2.20.'de yer alan “Çalışanın Değerlendirmesi” bölümünü kontrol listesinden doldurması gerekmektedir. Kendi çalışma durumuna göre kontrol listesi doldurulmaktadır.

4.Adım: Maruziyet Puanlarının Elde Edilmesi

Maruziyet puanlarının elde edilmesi için Çizelge 2.21.'de yer alan “Maruziyet Puanları Çizelgesi” kullanılmaktadır. Her görev için ayrı ayrı risk değerlendirmeleri yapılmaktadır.

Bu adım da gözlemci ve çalışanların kontrol listesinde doldurduğu kısımlarda yer alan cevaplar incelenmektedir. Uygun cevaplar belirlenir. Daha sonra Çizelge 2.21.'de yer alan çizelgede her harf çiftinin denk geldiği puan işaretlenir ve her harf çifti için tabloda yer alan kısma risk değerlendirme puanı yazılır. Son olarak sırt, omuz, kol, bilek, el, boyun gibi bölümlerdeki puanlar toplanarak toplam maruziyet puanı hesaplanmaktadır.

5.Adım: Eylem Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Hızlı Maruziyet Yöntemi (QEC) belirtilen vücut bölgelerinde hızlı bir şekilde risk değerlendirmesinin yapılmasını sağlamaktadır. Elde edilen maruziyet puanlarına göre ergonomik risk değerlendirilmesi hakkında bilgi vermektedir. Çizelge 2.22.'de yer alan eylem seviyelerine göre karar verilmektedir.

Çizelge 2.20. QEC yöntemi hızlı maruziyet kontrol listesi [69]

Çalışma Adı		Tarih	
Gözlemcinin Değerlendirmesi		Çalışanın Değerlendirmesi	
Surt		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			
YA		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	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) mı?	M2	Günde 1-4 saat mi?
D3	Çok sık (hemen hemen sürekli hareket) mı?	M3	Günde 4 saatten fazla mı?
Bilek/El		N	Görevinizde titreşimli alet kullanma süreniz:
E	Görev yapılırken: (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	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	
Boyun			
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?
* Gerekliğinde L, P, Q için detaylı bilgiler			
* L			
* P			
* Q		*Eğer yüksekse aşağıda detayları belirtiniz	

Çizelge 2.21. QEC yöntemi maruziyet puanları çizelgesi [69]

Maruziyet Puanları				Çalışanın Adı				Tarih																																																																															
Sırt Sırt Duruşu (A) & Ağırlık (H) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>A1</th> <th>A2</th> <th>A3</th> </tr> <tr> <td>H1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>H2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>H3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>H4</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> </table> ☐ Puan1					A1	A2	A3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	Omuz/Kol Yükseklik (C) & Ağırlık (H) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>C1</th> <th>C2</th> <th>C3</th> </tr> <tr> <td>H1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>H2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>H3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>H4</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> </table> ☐ Puan1					C1	C2	C3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	Bilek/El Tekrarlı Hareket (F) & Kuvvet (K) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>F1</th> <th>F2</th> <th>F3</th> </tr> <tr> <td>K1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>K2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>K3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> </table> ☐ Puan1					F1	F2	F3	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10	Boyun Boyun Duruşu (G) & Süre (J) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>G1</th> <th>G2</th> <th>G3</th> </tr> <tr> <td>J1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>J2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>J3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> </table> ☐ Puan1					G1	G2	G3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10
	A1	A2	A3																																																																																				
H1	2	4	6																																																																																				
H2	4	6	8																																																																																				
H3	6	8	10																																																																																				
H4	8	10	12																																																																																				
	C1	C2	C3																																																																																				
H1	2	4	6																																																																																				
H2	4	6	8																																																																																				
H3	6	8	10																																																																																				
H4	8	10	12																																																																																				
	F1	F2	F3																																																																																				
K1	2	4	6																																																																																				
K2	4	6	8																																																																																				
K3	6	8	10																																																																																				
	G1	G2	G3																																																																																				
J1	2	4	6																																																																																				
J2	4	6	8																																																																																				
J3	6	8	10																																																																																				
Sırt Duruşu (A) & Süre (J) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>A1</th> <th>A2</th> <th>A3</th> </tr> <tr> <td>J1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>J2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>J3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> </table> ☐ Puan2					A1	A2	A3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	Yükseklik (C) & Süre (J) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>C1</th> <th>C2</th> <th>C3</th> </tr> <tr> <td>J1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>J2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>J3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> </table> ☐ Puan2					C1	C2	C3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	Tekrarlı Hareket (F) & Süre (J) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>F1</th> <th>F2</th> <th>F3</th> </tr> <tr> <td>J1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>J2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>J3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> </table> ☐ Puan2					F1	F2	F3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	Genel Dikkat (L) & Süre (J) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> <tr> <td>J1</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>J2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>J3</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> </table> ☐ Puan2					L1	L2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8												
	A1	A2	A3																																																																																				
J1	2	4	6																																																																																				
J2	4	6	8																																																																																				
J3	6	8	10																																																																																				
	C1	C2	C3																																																																																				
J1	2	4	6																																																																																				
J2	4	6	8																																																																																				
J3	6	8	10																																																																																				
	F1	F2	F3																																																																																				
J1	2	4	6																																																																																				
J2	4	6	8																																																																																				
J3	6	8	10																																																																																				
	L1	L2																																																																																					
J1	2	4																																																																																					
J2	4	6																																																																																					
J3	6	8																																																																																					
Süre (J) & Ağırlık (H) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>J1</th> <th>J2</th> <th>J3</th> </tr> <tr> <td>H1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>H2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>H3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>H4</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> </table> ☐ Puan3					J1	J2	J3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	Süre (J) & Ağırlık (H) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>J1</th> <th>J2</th> <th>J3</th> </tr> <tr> <td>H1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>H2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>H3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>H4</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> </table> ☐ Puan3					J1	J2	J3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	Süre (J) & Kuvvet (K) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>J1</th> <th>J2</th> <th>J3</th> </tr> <tr> <td>K1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>K2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>K3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> </table> ☐ Puan3					J1	J2	J3	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10	Boyun için 1-2 arası puanların toplamı 																			
	J1	J2	J3																																																																																				
H1	2	4	6																																																																																				
H2	4	6	8																																																																																				
H3	6	8	10																																																																																				
H4	8	10	12																																																																																				
	J1	J2	J3																																																																																				
H1	2	4	6																																																																																				
H2	4	6	8																																																																																				
H3	6	8	10																																																																																				
H4	8	10	12																																																																																				
	J1	J2	J3																																																																																				
K1	2	4	6																																																																																				
K2	4	6	8																																																																																				
K3	6	8	10																																																																																				
Statikse sadece 4'ü, elle taşıma varsa 5 ve 6'yı işaretleyiniz				Taşıt Kullanma <table border="1"> <tr> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>4</td> <td>9</td> </tr> </table>				M1	M2	M3	1	4	9	Taşıt kullanımı için toplam puan 																																																																									
M1	M2	M3																																																																																					
1	4	9																																																																																					
Statik Duruş (B) & Süre (J) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>B1</th> <th>B2</th> </tr> <tr> <td>J1</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>J2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>J3</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> </table> ☐ Puan4					B1	B2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	Sıklık (D) & Ağırlık (H) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>D1</th> <th>D2</th> <th>D3</th> </tr> <tr> <td>H1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>H2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>H3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>H4</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> </table> ☐ Puan4					D1	D2	D3	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	Bilek Duruşu (E) & Kuvvet (K) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>E1</th> <th>E2</th> </tr> <tr> <td>K1</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>K2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>K3</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> </table> ☐ Puan4					E1	E2	K1	2	4	K2	4	6	K3	6	8	Titreşim <table border="1"> <tr> <th>N1</th> <th>N2</th> <th>N3</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>4</td> <td>9</td> </tr> </table>				N1	N2	N3	1	4	9																						
	B1	B2																																																																																					
J1	2	4																																																																																					
J2	4	6																																																																																					
J3	6	8																																																																																					
	D1	D2	D3																																																																																				
H1	2	4	6																																																																																				
H2	4	6	8																																																																																				
H3	6	8	10																																																																																				
H4	8	10	12																																																																																				
	E1	E2																																																																																					
K1	2	4																																																																																					
K2	4	6																																																																																					
K3	6	8																																																																																					
N1	N2	N3																																																																																					
1	4	9																																																																																					
Sıklık (B) & Ağırlık (H) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>B3</th> <th>B4</th> <th>B5</th> </tr> <tr> <td>H1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>H2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>H3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>H4</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> </table> ☐ Puan5					B3	B4	B5	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	Sıklık (D) & Süre (J) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>D1</th> <th>D2</th> <th>D3</th> </tr> <tr> <td>J1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>J2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>J3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> </table> ☐ Puan5					D1	D2	D3	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	Bilek Duruşu (E) & Süre (J) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>D1</th> <th>D2</th> </tr> <tr> <td>J1</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>J2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>J3</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> </table> ☐ Puan5					D1	D2	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	Titreşim için toplam puan 																											
	B3	B4	B5																																																																																				
H1	2	4	6																																																																																				
H2	4	6	8																																																																																				
H3	6	8	10																																																																																				
H4	8	10	12																																																																																				
	D1	D2	D3																																																																																				
J1	2	4	6																																																																																				
J2	4	6	8																																																																																				
J3	6	8	10																																																																																				
	D1	D2																																																																																					
J1	2	4																																																																																					
J2	4	6																																																																																					
J3	6	8																																																																																					
Sıklık (B) & Süre (J) <table border="1"> <tr> <th></th> <th>B3</th> <th>B4</th> <th>B5</th> </tr> <tr> <td>J1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>J2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>J3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> </table> ☐ Puan6					B3	B4	B5	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	İş Temposu <table border="1"> <tr> <th>P1</th> <th>P2</th> <th>P3</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>4</td> <td>9</td> </tr> </table>				P1	P2	P3	1	4	9	İş temposu için toplam puan 																																																									
	B3	B4	B5																																																																																				
J1	2	4	6																																																																																				
J2	4	6	8																																																																																				
J3	6	8	10																																																																																				
P1	P2	P3																																																																																					
1	4	9																																																																																					
Sırt için 1-4 arası puanların toplamı ya da 1-3 arası artı 5 ve 6 puanların toplamı 				Stres <table border="1"> <tr> <th>Q1</th> <th>Q2</th> <th>Q3</th> <th>Q4</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>16</td> </tr> </table>				Q1	Q2	Q3	Q4	1	4	9	16	Stres için toplam puan 																																																																							
Q1	Q2	Q3	Q4																																																																																				
1	4	9	16																																																																																				
Omuz/Kol için 1-5 arası puanların toplamı 				Bilek/El için toplam puan 1-5 arası puanların toplamı 																																																																																			

Çizelge 2.22.'de gösterilen "QEC" puanı [70];

$$E(\%) = (X)/(X \max) \times 100\%$$

(3)

Denklemleri ile hesaplanmaktadır.

E: QEC puanı

X: Maruziyet puanı

Xmax: Muhmtelen en büyük toplam puanı ifade etmektedir.

Elle taşıma durumları için Xmax=176, diğer durumlar için Xmax=162 değeri kabul edilmektedir.

Çizelge 2.22. QEC yöntemi başlangıç eylem seviyeleri [70]

QEC Puanı (E)	Eylem
40%	Kabul edilebilir
41-50%	Daha fazla incelenmeli
51-70%	Daha fazla incelenmeli ve kısa zamanda değişiklik yapılmalı
>70%	İncelenmeli ve derhal değişiklik yapılmalı

QEC Hızlı Maruziyet Yöntemini kullanmanın birçok avantajı vardır [71]. Bunlar;

- Oluşacak ergonomik risklerin temel faktörlerini kapsamaktadır.
- Deneyimli veya deneyimsiz tüm gözlemcilerin kullanabilmesi için tasarlanmıştır.
- İşyerinde meydana gelen birçok riskin ortadan kaldırılabilmesi ve dikkate alınmasında büyük rol oynar.
- İyi bir kullanılabilirlik seviyesi sağlamaktadır.
- Gözlemciler arası güvenilirlik seviyesi yüksektir.
- Öğrenmesi kolay ve kullanımı hızlıdır. Yöntemin kullanımı için 15-20 dk sürecek bir eğitim süreci olacağı düşünülmektedir. Her bir görev içinde yapılacak hızlı maruziyet değerlendirmesi yaklaşık 10 dakika sürmektedir.

Bu avantajlarının yanında dezavantajlarıda bulunmaktadır [71]. Bunlar;

- Sadece fiziksel açıdan oluşan risk etkenlerine yoğunlaşmaktadır.
- Ortaya çıkarılan uygulama seviyeleri ile kanıtlanmış maruziyet puanları doğrulanması yapılması gerekmektedir.
- Risk değerlendirmelerinin güvenilirliğini iyileştirmek ve yeni gözlemcileri değerlendirmelere eklemek için ekstra eğitim ve risk değerlendirme uygulamasına ihtiyaç duyulduğu durumlar oluşmaktadır.

2.6.9. REBA-Hızlı tüm vücut değerlendirmesi

Tüm vücut değerlendirme metodu olarak adlandırılan REBA yöntemi; static ve dinamik olarak tüm vücut hareketleri sırasında bireyin duruş pozisyonunu analiz ederek risk değerlendirmelerinin yapıldığı, gözleme dayalı analiz metodudur [72]. REBA, analizler

sonucunda oluşan veya oluşabilecek problemlerin çözümlerinde kullanılmaktadır [73].

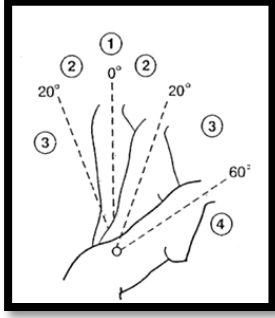
REBA yöntemi vücut bölgeleri risk değerlendirmelerini ergonomik açıdan ve ekipmana gerek olmadan risk değerlendirmesi için tasarlanmış bir yöntemdir. Özellikle öngörülemeyen çalışma vücut duruş pozisyonları için uygulanan bir yöntemdir [74].

REBA yöntemi her görev ve her bölge için puanlama yaparak değerlendirme işlemi yapmaktadır. Bu değerlendirme işlemi sonucunda, duruş pozisyonu veya duruş pozisyonu sırasındaki değişikliklerden dolayı ortaya çıkan risklerin nicel olarak hesaplanmış olmaktadır. Hızlı tüm vücut değerlendirmesi yönteminde vücudun sağ ve sol bölgesi aynı anda risk değerlendirmesine dâhil edilmektedir. REBA yöntemi uygulamasında, vücut duruş pozisyonuna ait gövde, boyunu bacak, üst ve alt kollar ve bileklerde meydana gelen yüklemelerden dolayı sayısal olarak “1 ile 15 olarak değişen” skor değerlendirmeleri yapılmaktadır [75].

Gövde skor tablosu Çizelge 2.23.’de gövdenin yaptığı açısal hareket ise Şekil 2.24.’de gösterilmiştir. Vücut dik durumda iken skor en düşük değeri olan 1 değerini almaktadır. Vücut ön bölgesine doğru 0° ile 20° aralığında bükülme (fleksiyon) var ise veya vücut arka bölgesine doğru yine aynı açı değerlerinde gerilme (ekstansiyon) var ise skor 2 değerini almaktadır. 20° ile 60° aralığında vücut ön bölgesine doğru bükülme var ise veya 20° ’den büyük olacak şekilde vücut arka bölgesine doğru gerilme var ise skor 3 değerini almaktadır. Gövde skor tablosunda en kötü skor 4 olarak belirlenmiştir. Vücut ön bölgesine doğru 60° ’den fazla bir bükülme var ise skor 4 değerini almaktadır [75].

Çizelge 2.23. REBA gövde skor tablosu [75]

Hareket	Skor	Skor Değişimi
Dik	1	Yana Esneme veya Dönme Varsa +1
0° - 20° Fleksiyon 0° - 20° Ekstansiyon	2	
20° - 60° Fleksiyon $>20^\circ$ Ekstansiyon	3	
$>60^\circ$ Fleksiyon	4	

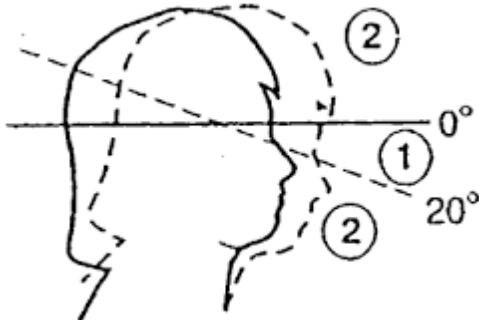


Şekil 2.24. REBA gövde duruş pozisyonu skor gösterimi [75]

Boyun skor tablosu Çizelge 2.24.'de boyun bölgesinin yaptığı açısal hareket ise Şekil 2.25.'de gösterilmiştir. Boyun 0° ile 20° arasında ön bölgeye doğru bir bükülme veya arka bölgeye doğru gerilme gerçekleştirdiğinde skor değeri 1 olmaktadır. Ön bölgeye doğru 20° den fazla bükülme veya geriye doğru gerilme durumunda skor değeri 2 olmaktadır. Ayrıca boyun duruş esnasında yan tarafa doğru esneme veya dönme hareketi yaparsa skor değerine +1 değer ekleme yapılmaktadır [75].

Çizelge 2.24. REBA boyun skor tablosu [75]

Hareket	Skor	Skor Değişimi
0° - 20° Fleksiyon	1	Yana Esneme veya Dönme Varsa +1
$>20^\circ$ Fleksiyon veya Ekstansiyon	2	



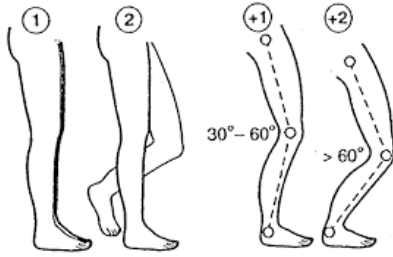
Şekil 2.25. REBA boyun duruş pozisyonu skor gösterimi [75]

Bacak skor tablosu Çizelge 2.25.'de bacak bölgesinin yaptığı açısal hareket ise Şekil 2.26.'da gösterilmiştir. Bacak skor tablosunda değerler ağırlık taşıma, yürüme veya oturma durumuna göre iki taraflı veya tek taraflı olarak adlandırılmaktadır. İki taraflı bir duruş pozisyonu içerisinde ise skor değeri 1, tek taraflı duruş pozisyonunda ise skor değeri 2

olmaktadır. Diz bölgelerinde 30° ile 60° arasında bükülme var ise skor değerine +1 değeri eklenmektedir. Eğer bu bükülme 60° 'den büyük ise +2 değeri eklenmektedir [75].

Çizelge 2.25. REBA bacak skor tablosu [75]

HAREKET	SKOR	SKOR DEĞİŞİMİ
Bilateral (iki taraflı ağırlık taşıma) yürüme veya oturma	1	Diz(ler)de 30° - 60° arası fleksiyon +1
Ünilateral (tek taraflı ağırlık taşıma) veya sabit olmayan duruş	2	Diz(ler)de $>60^\circ$ fleksiyon (oturma hariç) +2

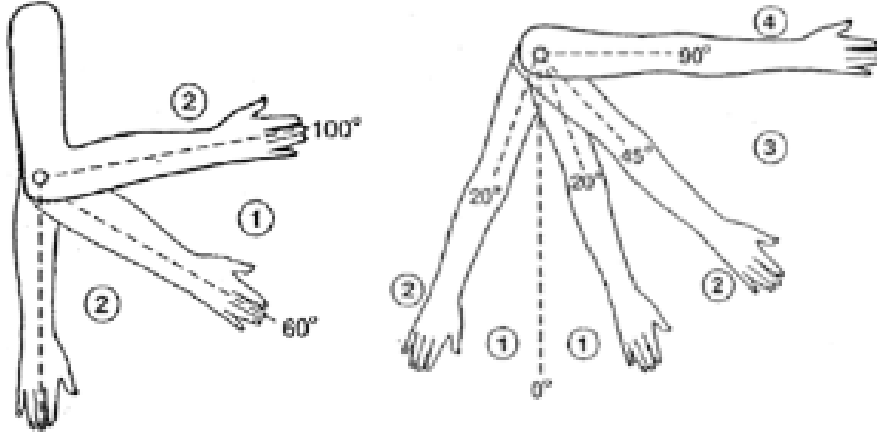


Şekil 2.26. REBA bacak duruş pozisyonu skor gösterimi [75]

Alt ve üst kollar skor tablosu Çizelge 2.26.'da alt ve üst kollar bölgesinin yaptığı açısal hareket ise Şekil 2.27.'de gösterilmiştir. Kollar bölgesinde skor değerlendirmeleri tablo ve şekillerde gösterildiği gibi açısal değişimlere göre skor değeri verilmektedir. Üst kol bölgesinde açısal skor değerlendirmelerine ek olarak; kolda dönme hareketi ve omuz yüksekliği var ise skor değerine ek olarak +1 eklenmektedir, eğer kol duruşunda yer çekimi desteği var ise skor değerinden -1 değer azaltılmaktadır [75].

Çizelge 2.26. REBA alt ve üst kollar skor tablosu [75]

Alt Kol Hareket		Skor
60° - 100° Fleksiyon		1
$<60^\circ$ Fleksiyon veya $>100^\circ$ Fleksiyon		2
Üst Kol Hareket	Skor	Skor Değişimi
20° Fleksiyon 20° Ekstansiyon	1	Kolda: Abdüksiyon varsa, Rotasyon varsa +1 Omuz yükselmişse +1 Yer çekimi etkisi var ise -1
20° - 45° Fleksiyon $>20^\circ$ Ekstansiyon	2	
45° - 90° Fleksiyon	3	
$>90^\circ$ Fleksiyon	4	

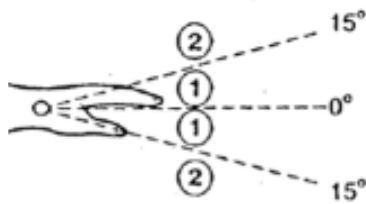


Şekil 2.27. REBA alt ve üst kollar açısal duruş pozisyonu skor gösterimi [75]

Bilekler açısı skor tablosu Çizelge 2.27.'de bilek bölgesinin yaptığı açısal hareket ise Şekil 2.28.'de gösterilmiştir. Bilek bölgesinde skor değerleri bilek bükülmesi veya gerilmesinin açısal olarak değerlerine göre belirlenmektedir. Eğer bileklerde yan tarafa doğru esneme veya dönme var ise skor değerine +1 değeri eklenmektedir [75].

Çizelge 2.27. REBA bilekler açısı skor tablosu [75]

Hareket	Skor	Skor Değişimi
0°-15° Fleksiyon veya Ekstansiyon	1	Bileklerde yana esneme veya dönme var +1
>15° Fleksiyon veya Ekstansiyon	2	



Şekil 2.28. REBA bilekler açısal duruş pozisyonu skor gösterimi [75]

REBA skorunun belirlenebilmesi için vücudun bölgeleri ikiye ayrılmıştır. Gövde, boyun ve bacak A grubu, üst-alt kol ve bilekler B grubunu oluşturmaktadır. Boyun, gövde ve bacak skorlarının Çizelge 2.30.'da gösterilen kombinasyonuna duruş pozisyonundaki taşınan yük değeri eklenerek A grubuna ait skor elde edilmektedir. Alt-üst kol ve bilek skorlarına Çizelge 2.31.'de gösterilen tutuş pozisyonuna ait skor değerleri eklenerek B grubuna ait skor elde edilmektedir. Taşınan yük değerleri skor tablosu Çizelge 2.28.'de, tutuş pozisyonuna ait skor tablosu Çizelge 2.29.'da gösterilmektedir. Elde edilen bu A ve B grubuna ait skorların

kombinasyonundan C skoru elde edilmektedir ve Çizelge 2.32.'de gösterilmektedir. Elde edilen C skor değerine aktivite yoğunluk değeri eklenerek REBA skoru elde edilmiştir. Aktive yoğunluğu skor tablosu Çizelge 2.33.'de gösterilmiştir [76]. Çizelgelerde gösterilen hesaplama değerleri her duruş pozisyonu için ayrı ayrı yapılmaktadır. Elde edilen değerler ergonomik olarak uygunluğu için hesaplamaların yapılması zorunludur.

Çizelge 2.28. REBA taşınan yük skor tablosu [75]

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

Çizelge 2.29. Tutuş-kavrama skor tablosu [75]

DERECE	AÇIKLAMA	SKOR
İyi	İyi bir tutma kolu ve orta şiddette kavrama gücü	0
Uygun	El tutuşu uygun fakat ideal değil veya vücudun bir başka bölgesiyle kavrama uygun	1
Kötü	El tutuşu uygun olmamasına rağmen mümkün	2
Uygun Değil	Zor ve güvenli olmayan tutuş, tutma kolu yok vücudun başka bir bölgesi kullanılarak tutuş uygun değil	3

Çizelge 2.30. Gövde, boyun ve bacak skorları [76]

		BOYUN											
		1				2				3			
		BACAKLAR				BACAKLAR				BACAKLAR			
		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

Çizelge 2.31. Üst kol, alt kol ve bilek skorları [76]

		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

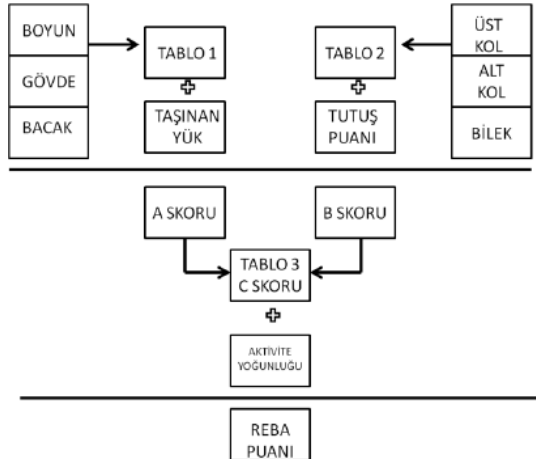
Çizelge 2.32. A ve B skorlarının kombinasyonu sonucu elde edilen C skoru [76]

		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	10	10	10
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10
	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Çizelge 2.33. Aktivite skor tablosu [75]

AKTİVİTE	SKOR
Bir veya daha fazla vücut bölgesi sabit (Örn; 1 dakikadan uzun süre tutma)	+1
Kısa aralıklarla tekrar eden işler (Örn; 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

Çizelge 2.23. ile Çizelge 2.33.'de ki tablolar kullanılarak Şekil 2.29.'da gösterilen REBA skoru hesaplaması yapılmaktadır [7]. Elde edilen REBA skoru ise risk seviyesi ve önlemler ile ilişkilendirilerek analiz sonucu elde edilmektedir. REBA skoru risk seviyesi Çizelge 2.34.'de gösterilmektedir [75].



Şekil 2.29. REBA skoru hesaplama tablosu [76]

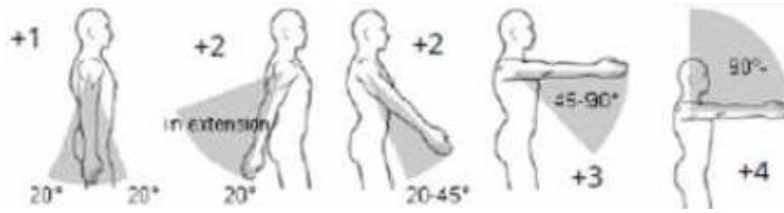
REBA risk derecelendirilmesi 0 ile 4 arasında yapılmaktadır. REBA skoru ise 1 ile 15 arasında belirlenmektedir. Eğer risk derecesi 0 ise risk seviyesi ihmal edilebilir ve önlem alınmasına gerek yoktur olarak yorumlanabilmektedir. Risk derecesi 1 ise risk seviyesi düşüktür ve önlem alınması gerekli olabilir. Araştırma yapılması gerekmektedir. Risk derecesi 2 ise risk seviyesi orta derecededir ve önlem alınması gerekmektedir. Risk derecesi 3'e yükseldiğinde risk seviyeside yüksek olarak belirlenmektedir ve en kısa zaman içerisinde önlem alınması gerekmektedir. En üst seviyesi risk seviyesi 4 olduğu durumda risk seviyesi çok yüksek seviyededir ve hemen önlem alınması gerekmektedir.

Çizelge 2.34. REBA risk derecelendirmesi tablosu [75]

DERECE	REBA SKORU	RİSK SEVİYESİ	ÖNLEM
0	1	İhmal edilebilir	Gerekli değil
1	2-3	Düşük	Gerekli olabilir
2	4-7	Orta	Gerekli
3	8-10	Yüksek	Kısa zaman içinde gerekli
4	11-15	Çok yüksek	Hemen gerekli

2.6.10. RULA-Hızlı üst uzuv değerlendirme

İlk yayınlanan RULA yöntemi REBA yöntemi gibi tüm vücut bölgesi değilde üst vücut değerlendirmesi için kullanılan analiz yöntemidir. REBA yönteminden farklı olarak üst vücut bölgesinde oluşan yüklemelerin fazla olduğu durumlarda tercih edilmesi daha uygun olmaktadır [77]. RULA analizinde risk değerlendirilmesi REBA yönteminde olduğu gibi skor yöntemiyle belirlenmektedir [78]. RULA analizi duruş pozisyonunda bulunan kişinin hareketlerini, duruş pozisyonların ve kas iskelet sistemine olan etkisinin risk değerlendirmesine etkisi üzerinde sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır. RULA analizinde de REBA analizinde olduğu gibi vücut bölgelerinin hareketleri için skor tabloları mevcuttur. Üst kol duruş pozisyonlarına ait skor tablosu Çizelge 2.35.'te kol hareketlerinin açısal gösterimi ise Şekil 2.30.'da gösterilmektedir. Duruş esnasında üst kol bölgesindeki açısal duruşları skorları etkilemektedir [79].

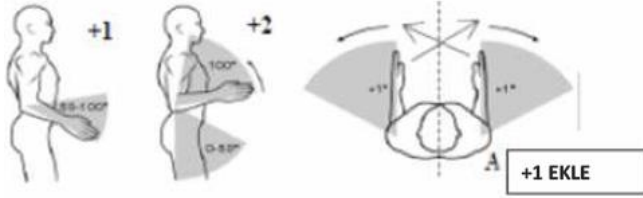


Şekil 2.30. Üst kol açı-skor gösterimi [79]

Çizelge 2.35. RULA üst kol skor tablosu [79]

HAREKET	PUAN	DEĞİŞİM PUANI
0°-20° bükülme, 0°-20° esneme	1	Omuzlar yukarı kalkık çalışma varsa +1, üst kol hareketi engelleniyorsa +1, kollar destekleniyor veya yardımlı çalışıyorsa -1
20°-45° bükülme >20° esneme	2	
45°-90° bükülme	3	
>90° bükülme	4	

Alt kol duuş pozisyonlarına ait skor tablosu Çizelge 2.36.'da kol hareketlerinin açısai gösterimi ise Şekil 2.31.'de gösterilmektedir. Açısai olarak duruş pozisyonlarına göre skorlar belirlenmektedir. 2 kol da hareket esnasında yana açılması gereken bir durum içerisinde ise skor tablosuna +1 eklenmektedir [79].

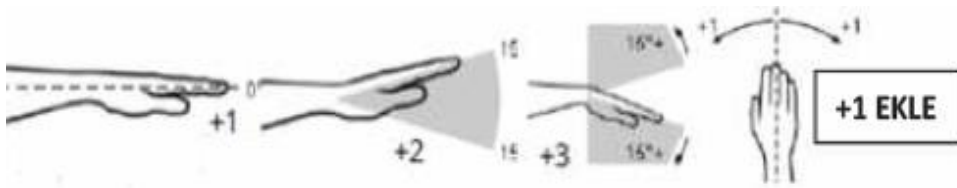


Şekil 2.31. Alt kol açı-skor gösterimi [79]

Çizelge 2.36. RULA alt kol skor tablosu [79]

Hareket	Puan	Değişim Puanı
60-100 arasında	1	Kollar yana doğru açılıyorsa +1 puan daha eklenir.
<60 veya >100	2	

Bilek duruş pozisyonlarına ait skor tablosu Çizelge 2.37.'de bilek hareketlerinin açısai gösterimi ise Şekil 2.32'de gösterilmektedir. Açısai olarak duruş pozisyonlarına göre skorlar belirlenmektedir. Bileğin çalışma sırasında sağa veya sola doğru açılı olduğu durum içerisinde ise skor tablosuna +1 eklenmektedir [79].



Şekil 2.32. Bilek açı-skor gösterimi [79]

Çizelge 2.37. RULA bilek skor tablosu [79]

HAREKET	PUAN	DEĞİŞİM PUANI
<15°	1	Bileğin sola sağa hareketi veya kendi ekseninde döndürülmesi gerekmedikçe +1 puan daha ilave edilir
>15°	2	

Üst kol, alt kol, bilek ve bilek bükülmesi A grubu olarak sınıflandırılmaktadır. A grubuna ait skor tablosu Çizelge 2.38.'de verilen skor tablosu yardımıyla hesaplanmaktadır [79].

Çizelge 2.38. RULA A grubu skor tablosu [79]

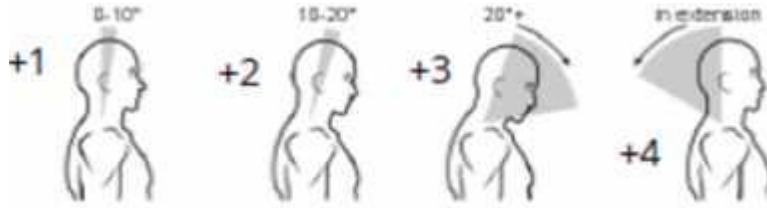
TABLO A			Bilek							
			1		2		3		4	
			Bilek Bükülmesi							
Alt Kol			1	2	1	2	1	2	1	2
Üst Kol	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
		2	2	2	2	2	3	3	3	3
		3	2	3	3	3	3	3	4	4
	2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
		2	3	3	3	3	3	4	4	4
		3	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
		2	3	4	4	4	4	4	5	5
		3	4	4	4	4	4	5	5	5
	4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
		2	4	4	4	4	4	5	5	5
		3	4	4	4	5	5	5	6	6
	5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
		2	5	6	6	6	6	7	7	7
		3	6	6	6	7	7	7	7	8
	6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
		2	8	8	8	8	8	9	9	9
		3	9	9	9	9	9	9	9	9

Elde edilen A grubu skoruna ek olarak Çizelge 2.39.'da gösterilen Kuvvet/Yük tablosundaki skor eklenir ve duruş skorunun kuvvetle ilişkilendirilmiş skoru elde edilmiş olmaktadır [79].

Çizelge 2.39. RULA kuvvet/yük skor tablosu [79]

HAREKET	PUAN	DEĞİŞİM PUANI
<2 kg	0	Statik duruş var ise hareketsiz hal 1dk'dan uzun sürmekte ise ve 1dk içerisinde en az dört veya üzeri hareket tekrarı var ise +1 puan ilave edilir.
2kg-10kg	2	
>10kg	3	

RULA analizinde B grubu ise gövde, boyun ve bacak bölgelerinden oluşmaktadır. Boyun skor tablosu Çizelge 2.40.'da boyun bölgesinin yaptığı açısal hareket ise Şekil 2.33.'te gösterilmiştir. Boyun öne doğru 0° ile 10° arasında bükülme/eğilme durumunda skor 1 olarak, 10° ile 20° arasında bükülme/eğilme durumunda skor 2 olarak, 20°'den fazla öne doğru bükülme/eğilme durumunda skor 3 olarak, arkaya gerilme durumunda ise skor değeri 4 olarak alınmaktadır [79].

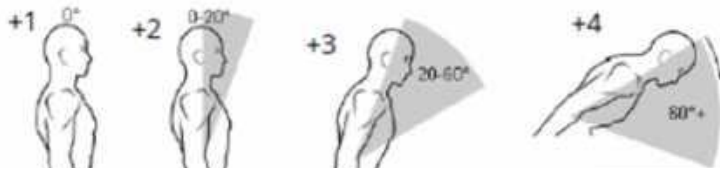


Şekil 2.33. RULA boyun skor gösterimi [79]

Çizelge 2.40. RULA boyun skor tablosu [79]

HAREKET	PUAN	DEĞİŞİM PUANI
0°-10°	1	Boyunda dönme varsa +1 veya eğilme varsa +1 daha eklenmeli
10°-20°	2	
>20°	3	
Arkaya eğme	4	

Gövde skor tablosu Çizelge 2.41.'de gövdenin yaptığı açısal hareket ise Şekil 2.34.'te gösterilmiştir. Vücut dik durumda iken skor en düşük değeri olan 1 değerini almaktadır. Vücut ön bölgesine doğru 0° ile 20° aralığında bükülme (fleksiyon) var ise skor 2 değerini almaktadır. 20° ile 60° aralığında vücut ön bölgesine doğru bükülme var ise skor 3 değerini almaktadır. Gövde skor tablosunda en kötü skor 4 olarak belirlenmiştir. Vücut ön bölgesine doğru 60°'den fazla bir bükülme var ise skor 4 değerini almaktadır [79].



Şekil 2.34. RULA gövde skor gösterimi [79]

Çizelge 2.41. RULA gövde skor tablosu [79]

HAREKET	PUAN	DEĞİŞİM PUANI
0°	1	Gövdede dönme varsa +1 veya eğilme varsa +1 daha eklenmeli
0°- 20°	2	
20°- 60°	3	
>60°	4	

Bacak skor belirlenmesinde 2 değer kullanılmaktadır. Bacaklar eğer herhangi bir şekilde destekleniyorsa +1 puan, desteklenmiyorsa +2 puan Çizelge 2.42’de gösterilen RULA B grubu tablosundan seçilerek RULA B skoru hesaplanmaktadır. Bulunan RULA B değerine de RULA A değerinde olduğu gibi kuvvet/yük skoru eklenerek B grubu için skor hesaplanmış olacaktır [79].

Çizelge 2.42. RULA duruş skor tablosu B grubu [79]

TABLO B		GÖVDE						BACAK					
		1	2	3	4	5	6						
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
BOYUN	1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
	2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	6	7	7
	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7
	4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
	5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
	6	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9

Hesaplanan RULA A ve RULA B skorlarını Çizelge 2.43.’te gösterilen C tablosunda yerlerine koyularak RULA skoru hesaplanmaktadır. Elde edilen skor Çizelge 2.44.’te gösterilen RULA risk derecelendirme tablosuna bakılarak yorumlanmaktadır. RULA risk derecelendirmesi 1 ie 7 arasında RULA skorlarına göre değerlendirilmektedir. Skor değeri 1-2 arasında ise risk derecesi kabul edilebilir, RULA skoru 3-4 ise değişiklik yapılması gerekebilir durumda olduğunu, RULA skoru 5-6 ise en kısa zamanda değişiklik yapılması gerektiği, RULA skoru en yüksek değer olan 7 ise hemen değişiklik yapılması gerektiği yorumlanmaktadır [79].

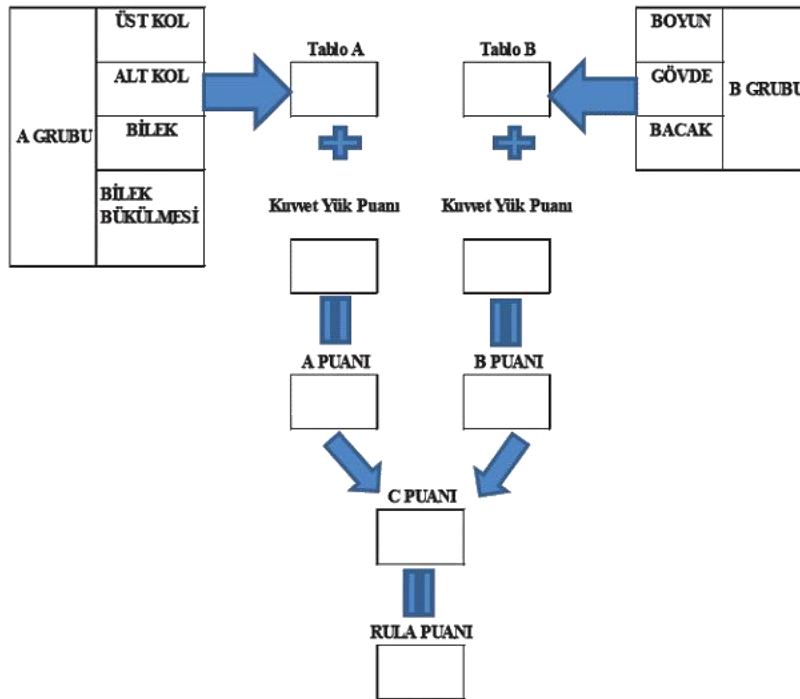
Çizelge 2.43. RULA C skor tablosu [79]

TABLO C	BOYUN,GÖVDE,BACAK SKORU(B)							
		1	2	3	4	5	6	7
EL,KOL,BİLEK SKORU (A)	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	6
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8	5	5	6	7	7	7	7

Çizelge 2.44. RULA risk derecelendirme tablosu [79]

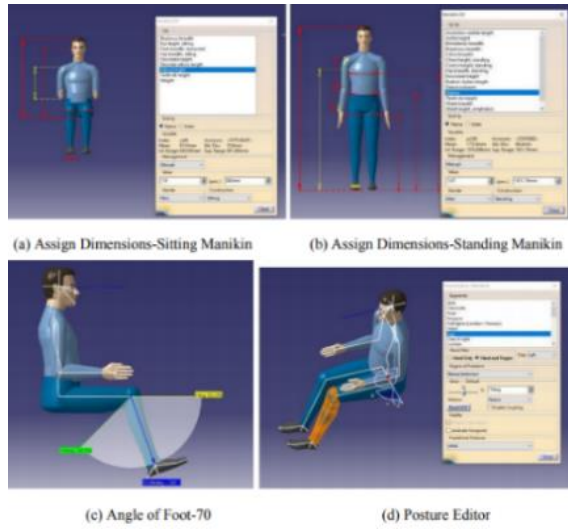
RULA SKORU	DEĞERLENDİRME
1-2	Kabul edilebilir duruş
3-4	Değişiklik gerekebilir
5-6	Kısa zamanda değişiklik gerekli
7	Hemen değişiklik gerekli

Çizelge 2.35. ile Çizelge 2.44. arasındaki tablolar kullanılarak Şekil 2.35.'te gösterilen RULA skoru hesaplaması yapılmaktadır [80].



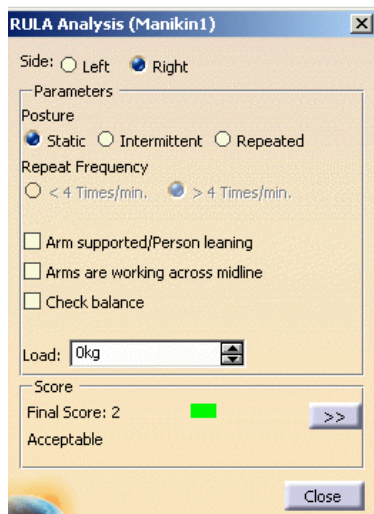
Şekil 2.35. RULA skor hesaplaması [80]

RULA analizi ayrıca CATIA programı üzerinden de analiz işlemlerinde kullanılmaktadır. CATIA yazılımının ergonomi bölümü içerisinde kullanılan digital manken ile duruş pozisyonlarının analizleri yapılabilmektedir. Şekil 2.36.'da CATIA yazılımında kullanılan mankene ait görsel gösterilmektedir. Kullanılan manken yapısının ölçüleri ve boyutsal değeri CATIA yazılımı üzerinden seçilebilmektedir [81].



Resim 2.1. CATIA RULA analizi için kullanılan manken gösterimi [81]

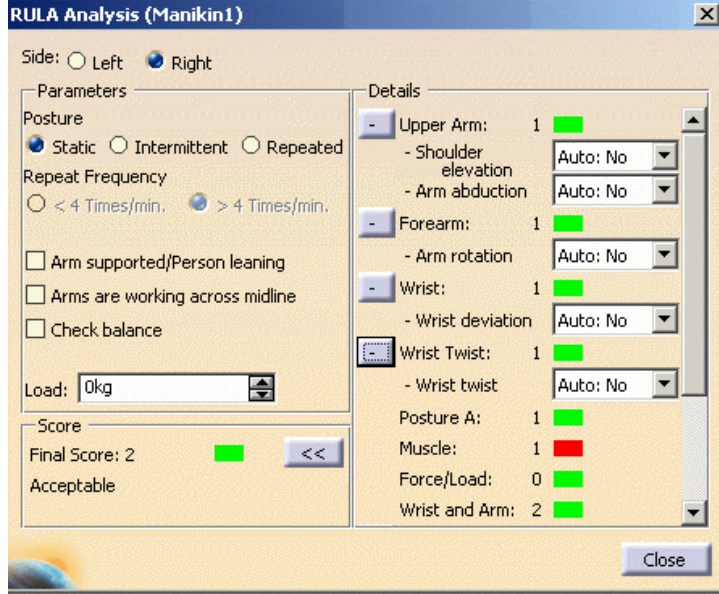
Resim 2.1.'de gösterilen RULA analiz penceresinde de gösterildiği gibi statik, aralıklı ve tekrarlanan duruş pozisyonları için analizler yapılabilmektedir [82].



Resim 2.2. CATIA RULA analiz kullanılan pencere [82]

Duruş pozisyonlarının dijital ortamda konumlandırılması ve tasarlanması sonucunda elde edilen sonuçlar Resim 2.2.'de gösterilen RULA analiz sonuç bilgileri gibi gözükmetedir.

Resim 2.3.'de gösterildiği gibi her vücut bölgesi için ayrı ayrı analizler yapılmakta ve final skoru elde edilmektedir [82].



Resim 2.3. CATIA RULA analiz kullanılan skor penceresi [82]

Ayrıca detay kısmında duruş pozisyonu ile ilgili vücut bölgelerini ayrı ayrı görebilme imkânımız bulunmaktadır Çizelge 2.45.'te RULA analizi sonucunda bölgelerdeki skorların değerlendirilmesi gösterilmiştir [83].

Çizelge 2.45. CATIA RULA analizi vücut bölgeleri değerlendirmeleri [83]

Vücudun bölümü	Puan	1	2	3	4	5	6
Üst kol	1-6	1	2	3	4	5	6
Önkol	1-3	1	2	3	4	5	6
Bilek	1-4	1	2	3	4	5	6
Bilek bükümü	1-2	1	2	3	4	5	6
Boyun	1-6	1	2	3	4	5	6
Gövde	1-6	1	2	3	4	5	6

CATIA RULA analizi;

- Duruş pozisyonundaykenki hareket sayısını,
- Statik kas çalışmasını,
- Çalışma duruşunu
- Kesintisiz tekrar eden çalışma zamanını incelemektedir.

Final skor değerleri bu incelemeler sonucunda belirlenmektedir [82]. Çizelge 2.46.'da CATIA RULA Analizi final skorlarının derecelendirilmesi gösterilmektedir.

Derecelendirmelere göre değişikliklerin yapılması için süre belirlenmektedir. Risk olan durumlar için hemen çözümler alınması istenmektedir.

Çizelge 2.46. CATIA RULA analiz final skoru risk değerlendirmesi [84]

CATIA RULA FİNAL SKORU	Risk Seviyesi	Değerlendirme
1-2 (Yeşil)	İhmal Edilebilir	Duruş pozisyonunun uzun süre sabit kalmadığı veya tekrarlanmadığı durumlar için kabul edilebilir.
3-4 (Sarı)	Düşük	Daha fazla araştırma gerekmektedir, değişiklik yapılması gerekebilir.
5-6 (Turuncu)	Orta	En kısa zaman içerisinde araştırmaların ve değişikliklerin yapılması gerekmektedir.
7 (Kırmızı)	Yüksek	Hemen duruş pozisyonu incelenmeli ve değişiklik yapılması gerekmektedir.

3. LİTERATÜR TARAMASI

Ergonomik analiz yöntemleri ve tez konusu olan katlabilir yatırabilir koltuk tasarımı için ergonomik açıdan koltuklar üzerinde yapılan çalışmalar ve bilgilerin literatür araştırması yapılmıştır. Kullanılan yöntemler ve ortaya çıkan bulgulardan yola çıkarak tez için gerekli tasarım ve analiz bilgileri elde edilmiştir.

3.1. Ergonomik Analiz Yöntemleri İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Gerekli açıklamaların yapıldığı basit gözleme dayalı ergonomik analiz yöntemleri kendi içerisinde benzerlik ve farklılıklar göstermektedir. Bu analiz yöntemlerinin birbirleri ile olan benzerlik ve ilişkileri Çizelge 3.1.'de detaylı olarak verilmektedir. Bir çalışma veya duruş pozisyonu için analize başlamadan önce bu tablodan yararlanılarak yöntem seçimi yapılabilir.

Çizelge 3.1. Basit görsele dayalı ergonomik analiz yöntemlerinin karşılaştırılması

	Yöntem							
	NIOSH	Snook Tabloları	SI	RULA	REBA	QEC	OWAS	OCRA
<i>İşlemler</i>								
Duruş	+	+	+	+	+	+	+	+
Yük/Güç	+	+	+	+	+	+	+	+
Hareket	+	+	+	+	+	+	-	+
Süre	+	+	+	+	-	+	-	+
<i>Çalışma Koşulları</i>	Etkilemez	Etkilemez	Etkilemez	Etkilemez	Etkilemez	+	Etkilemez	Etkilemez
<i>Analiz Süreleri</i>	Düşük	Düşük	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek
<i>Eğitim Gereksinimi</i>	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta
<i>Uygulamalar</i>								
Kaldırma	+	+	-	+	+	-	+	
İndirme	+	+	-	+	+	-	+	
Taşıma	-	+	-	+	+	-	+	
İtme	-	+	-	+	+	-	+	
Çekme	-	+	-	+	+	-	+	
<i>Vücut Bölgeleri Analizi</i>								
Boyun	+	+	-	+	+	+	+	+
Omuz	+	+	-	+	+	+	+	+
Sırt	+	+	-	+	+	+	+	+
Gövde	+	+	-	+	+	+	+	+
Kalça	+	+	-	+	+	+	+	+
Bacak	-	+	-	+	+	-	+	-
Diz	-	+	-	+	+	-	+	-
Ayak	-	+	-	+	+	-	+	-
El	-	-	+	+	+	+	+	+
Bilek	-	-	+	+	+	+	+	+
Kol	-	-	+	+	+	+	+	+

Lojistik depo sektöründe çalışan bireylerin çalışma sırasındaki duruş pozisyonlarının ergonomik risk değerlendirmelerini incelemek için yapılan çalışmada 3 farklı yöntem ile çalışmalarını gerçekleştirmiştir. NIOSH yöntemi ile iş süreçlerinden mal hazırlama işlemini ergonomik açıdan incelemesini gerçekleştirmiştir.



Resim 3.1. Mal hazırlama işlemi için duruş pozisyonu [85]

Resim 3.1.'de bu çalışmalardan bir tanesine ait duruş pozisyonunu gösterilmektedir. Bu duruş pozisyonuna ait NIOSH yöntemi ile yapılmış yük kaldırma sonucunda Çizelge 3.2.'de gösterilmektedir. Çalışma pozisyonlarının değerlendirme sonucu başlangıç kaldırma indeksi 0,98, varış kaldırma indeksi 0,56'dır. Değerlendirme tablosuna göre düşük risklidir.

Çizelge 3.2. Mal hazırlama işlemine göre NIOSH skor tablosu [85]

Çalışanın Adı ve Soyadı: GİZLİ						İş Tanımı: SİPARİŞ ÜZERİNE İSTENEN ÜRÜNLERİN EL TERMINALİ					
Çalıştığı Bölüm : DEPO						YARDIMIYLA BELİRLENEN NOKTALARDAN TOPLANARAK MAL					
Yapılan İşin Adı : MAL						HAZIRLAMA ALANINA GÖTÜRÜLMESİ					
HAZIRLAMA											

1. ADIM: Verileri ölçünüz ve kaydediniz.											
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Yük Ağırlığı (kg)		Ulaşma Mesafesi				Dikey Mesafe	Asimetri Açısı		Frekans	Süre	Tutma
		Başlangıç		Varış			Başlangıç	Varış	Kaldırma sayısı/dakika	(saat)	kalitesi
L (Yük ağırlığı)	LC (Yük sabiti)	H	V	H	V	D	A	A	F		C
10	23	45	35	60	35	0	45	45	8	2-8	İyi

2. ADIM: Çarpanları belirleyin ve Önerilen Ağırlık Limitini (RWL) hesaplayınız.											
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$									
Başlangıç		$RLW = 23 \cdot 0,57 \cdot 0,90 \cdot 1 \cdot 0,86 \cdot 0,18 \cdot 1$								= 1,82 kg	
Varış		$RLW = 23 \cdot 0,42 \cdot 0,90 \cdot 1 \cdot 0,86 \cdot 0,18 \cdot 1$								= 1,34 kg	

3. ADIM: Kaldırma İndeksini hesaplayınız.											
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Başlangıç	$Kaldırma\ indeksi = \frac{Yükün\ Ağırlığı}{RWL} =$								10 / 1,82 = 5,49	
Varış	$Kaldırma\ indeksi = \frac{Yükün\ Ağırlığı}{RWL} =$								10 / 1,34 = 7,46	

Resim 3.1.'de gösterilen durumlar gibi benzer çalışma duruşlarına göre NIOSH tabloları oluşturularak risk seviyeleri belirlenmiştir. Çizelge 3.3.'te yapılan çalışmada NIOSH yöntemi kullanılarak ortaya çıkartılan risk derecelendirmeleri gösterilmektedir [85].

Çizelge 3.3. NIOSH yöntemi ile yapılmış mal hazırlama işleminin sonuçları [85]

Nu	İş Tanımı		NIOSH Skoru	Risk Seviyesi
1	Mal hazırlama 4.2.1. maddesi	B	5,49	Çok riskli
		V	7,46	
2	Mal hazırlama 4.2.2. maddesi	B	7,17	Çok riskli
		V	5,24	
3	Mal hazırlama 4.2.3. maddesi	B	1,66	Riskli
		V	2,11	
4	Mal hazırlama 4.2.4. maddesi	B	3,5	Çok riskli
		V	4,09	
5	Mal hazırlama 4.2.5. maddesi	B	1,74	Riskli
		V	1,49	
6	Mal hazırlama 4.2.6. maddesi	B	2,45	Riskli
		V	2,12	

Çizelge 3.3.'te yer alan verilere göre mal hazırlama sürecinde çok riskli olarak görülen işlem sıralamaları için derhal önlem alınması gerekmektedir. Ürünün raftan alınması işleminde, öncelikle gövde ve bacak olmak üzere boyun, üst kol, alt kol ve bilek değerlerinde iyileştirme yapılarak skor düşürülebilir. Ürünün palete konulması işleminde öncelik sırasına göre gövde, bacak, boyun ve üst kol değerlerinde yapılacak iyileştirmeler ile skor düşürülerek risk azaltılabilir. Malların paketlenmesi için öncelik olarak gövde ve bacak ile birlikte boyun, üst kol, alt kol ve bilek değerlerindeki iyileştirme ile skor değeri düşürülebilir yorumları yapılmıştır [85].

Yapılan başka bir akademik çalışmada, iş istasyonlarının ergonomik risk değerlendirmesini NIOSH yöntemi ile belirlemişler ve iyileştirmeler gerçekleştirmişlerdir. Fırın boşaltma ve alüminyum besleme istasyonları için NIOSH yöntemi ile analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Fırın boşaltma istasyonunda Resim 3.2.'de gösterilen çalışan işçi fırından çıkan kompresörleri banda akatarma işlemi yapmaktadır. Bu duruş pozisyonu ve çalışma koşulları göz önünde bulundurularak NIOSH yük kaldırma indeksleri belirlenmiş ve bu bilgiler doğrultusunda elde edilen 5,37 değeri kaldırma indeksi olarak belirtilmiştir. Elde edilen indeks 3'den büyük olduğu için derhal önlem alınması gerektiği kanaatinde bulunmuşlar ve

fırın boşaltma istasyonu için bu boşaltma işlemlerinin robotlar ile yapılması gerektiğine karar vermişlerdir.



Resim 3.2. İyileştirme yapılmadan önce ve sonraki çalışma durumu [86]

Alüminyum besleme istasyonu içinde yapılan analizler sonrasında elde edilen sonuçlara göre risk değeri çok yüksektir ve önlem alınması gerekmektedir. Bu istasyon içinde çalışma ortamı iyileştirilmiş ve kullanılan külçelerin ikiye bölünerek daha az yük taşınması sağlanmıştır. Ayrıca Resim 3.3.'te gösterilen iyileştirme sonrası alüminyum besleme istasyonu için ray sistemi geliştirilmiş ve fırından çıkan küller bu şekilde taşınması sağlanmıştır [86].



Resim 3.3. İyileştirme sonrası tasarlanan ray sistemi ve alüminyum besleme istasyonu [86]

Araştırmalar sonucunda yayınlanmış akademik çalışmada, manuel yükleme ile bir istasyonda ergonomik iyileştirmesi için yaptıkları araştırmada NIOSH yöntemi ile boyun, omuz, gövde ve kalça vücut bölgelerinin risk değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışma, palette duran yarı mamülün taşınması ve yüklenmesidir. 6 kattan oluşan bu kaldırma ve indirme işleminde, analizler snucunda 6.kat çalışan bireyin omuz yüksekliğinin üzerinde kalmaktadır ve risklidir. En alt kat içinde çalışan birey hem eğilme hem de uzanma yapmaktadır. Sonuçlar sonucunda operatörün minimum seviyede eğilme ve uzanma işlemi yapması hedeflenerek taşıma işleminde kullanılan araçlar aynı sırada koyulacak ve taşıma işleminde

kullanılan araçların alt bölgelerine kaldırma parçası koyulacaktır. Böylece operator en alt kısım için çalışma yapmamış olacaktır [87]. NIOSH analiz yöntemi ile araştırmalar ve analizler sonucunda önlem alınarak oluşan veya ilerde oluşabilecek riskler önlenmiş olmaktadır. Kaldırma işlemleri için NIOSH yönteminden yararlanmak uygun gözükmektedir.

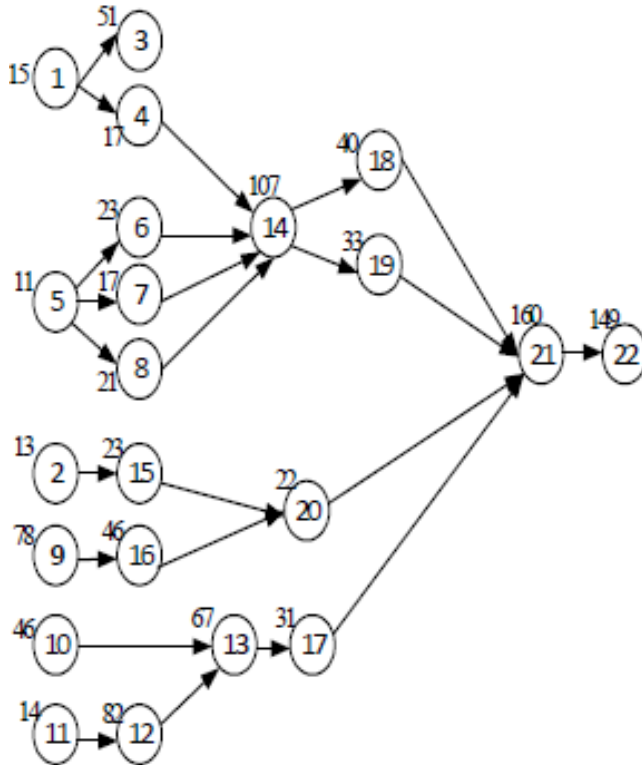
Yapılan çalışmada araştırmacılar bir süpermarkette çalışan bireyin çalışma duruş pozisyonlarını ergonomik risk analizlerinin değerlendirmelerini snook tabloları yardımıyla gerçekleştirmişlerdir. Çalışan bir bireyin öncelikli olarak snook tablosundan taşıyabileceği maksimum kabul edilebilir yük ağırlığı veriler kullanılarak bulunmuştur. Bazı durumlarda taşınan yük değeri elde edilen maksimum değerden düşük bazı durumlarda yüksek çıkmıştır. Düşük olduğu durumlarda risk teşkil etmediği için iyileştirmeye gerek duyulmamıştır. Şekil 40'da gösterildiği gibi bir depo çalışanı ürünleri transplatele itme ve çekme işlemi yapmaktadır. Snook tabloları kullanarak gerekli hesaplamalar yapılmıştır ve risk değerlerinin çok yüksek olduğu ortaya çıkarılmıştır. İncelemeler ve analizler sonucunda taşınacak yüklerin depoya taşıma band ile taşınması ve ürünlerin raflara kaldırma/taşıma arabaları ile yapılması gerektiği kararına varmışlardır [88].

Ergonomik iş zorlanmasının incelendiği bir araştırmada, iş zorlanma indeksi (SI) yöntemi ile risk değerlendirme çalışması gerçekleştirmiştir. Bir fırın içerisinde çalışan bireyin çalışma duruşlarını gözlemleyerek çalışan bireyin, çalışma sırasında harcadığı efor, çalışma zamanı, dakikada harcanan gayret, vücut duruş pozisyonu (el, bilek), yapılan işin hızı, yapılan işin gün olarak zamanı bilgilerini kullanarak SI iş zorlanma indeksi skorunu belirlemişlerdir. Elde ettikleri değerler 7'den büyük olduğu için tehlikeli işler sınıfına girmektedir ve derhal çözüm alınması gerektiği sonucuna ulaşmışlardır [89].

Ergonomik iş zorlanma indeksinin kullanıldığı çalışmada araştırmacılar, iş zorlanma indeksleri kullanarak çalışma koşulları gözlemlemiş ve elde edilen sonuçlar ile iş zorlanma risk kategorilerini sınıflandırmışlardır. Bir çok katılımcının gözlemlenmesiyle elde edilen verilerden genel iş zorlanma indeksi oluşturulmuştur. Yapılan bu çalışma iş zorlanma indeksi SI ile risk kategori yapısı ile hareket semptomarı arasında ampirik kanıtlar sunmaktadır [90]. 1995 yılında yayınlanan başka bir çalışmada ise, SI iş zorlanma indeksi için 25 kişilik bir domuz eti işleme işlemi sırasında fiziksel risk faktörlerine maruz kalma durumunu incelemişlerdir [91].

Tez çalışması kapsamında yapılan ergonomik araştırmada yazar, SI iş zorlanma indeksi ile OCRA kontrol listesi arasındaki kıyaslamaları yapmış ve hangi durumlarda hangi yöntemin kullanılması gerektiği ile ilgili bilgilendirmeler yapmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda zorlanma indeksi ile OCRA kontrol listesi risk değerlendirmelerin benzer olduğunu ve sonuçların güvenilirliğinin değerlendirilen işlerin karmaşıklığına bağlı olduğunu ifade etmektedir. İki yöntemde güvenilirliğinin düşük olduğu ve çalışmalarda puanlamalı yöntemler yardımıyla bu güvenilirliğinin artırılması gerektiği vurgulanmıştır [92].

Yayınlanmış akademik bir çalışmada araştırmacılar, ergonomik açıdan inceleme yaptıkları üretim konusu üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada OCRA indeksi yöntemini kullanarak montaj hattındaki işlem sürelerini dengelemek üzere bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Öncelikli olarak Resim 3.4'te gösterilen montaj hattına ait diyagram oluşturulmuştur. Daha sonra gerekli hesaplamalar yapılarak Çizelge 3.4.'te OCRA indeksi hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar sonrasında montaj hattında yer alan iş istasyonlarının sayısı artırılmadan yeni bir montaj hattı oluşturulmuştur. Bu çalışmada çalışma duruşlarının oluşturduğu ergonomik risk faktörlerinin etkisi göz önünde bulundurularak OCRA indeksi yöntemi kullanılmıştır. Uzun vadeli çalışma ortamları için risk değerlendirmeleri OCRA indeksi yöntemi ile yapılarak risklerin önüne geçilebilir bilgisi verilmiştir [93].



Şekil 3.1. OCRA indeksi kullanarak risk diyagramı [93]

Çizelge 3.4. OCRA indeksi yöntemi için yapılan hesaplamalar [93]

İş No	Hareket Sayısı	P	Ortalama K (%)	ERF
1	14	1	10	1
2	12	1	10	1
3	8	0,7	5	1
4	12	1	5	1
5	6	1	20	0,95
6	11	1	5	1
7	11	1	5	1
8	11	1	5	0,95
9	14	0,6	15	0,95
10	11	0,7	10	0,95
11	12	1	10	1

Üretim yapılan bir firmada üretim sırasında çalışanların duruş pozisyonlarına göre yapılan bir araştırmada, gübre üreticisi firmanın ambalaj işlemleri yapan çalışanlarının vücut bölgelerinde oluşan ağrı ve yorgunluk şikayetlerine çözüm bulmak amacıyla OCRA indeksi kullanılarak bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının risk seviyeleri ve çalışma sırasında verilen mola süreleri hesaplanmıştır. OCRA indeksinin uygulamasıyla ilgilide detaylı bilgi verilmiştir [94].

Araştırmalardan görüleceği gibi özellikle montaj işlemlerinde tekrarlamalı işlerin olduğu durumlar için OCRA indeksi hesaplama yöntemiyle risk değerlendirmeleri yapılabilir ve risk seviyelerine göre önlemler alınıp iyileştirmeler gerçekleştirilebilir.

Tez çalışması kapsamında ergonomik yöntem kullanılarak yapılan araştırmada yazar, çalışma duruşlarını uygulama kolaylığı ve analiz sonuçlarının geçerliliği sebebiyle OWAS yöntemini kullanarak gözlem süreleri ve aralıklarının çalışma duruşları üzerindeki etkisinden bahsetmiştir. Yaptığı araştırmalar ve çalışmalar sonucunda, OWAS metodu için en az 271 gözlem yapılması gerektiğine, yapılan analizlerde aynı gözlem sayısı kullanması ile beraber uzun gözlem süresi olan iş için daha iyi sonuçlar verdiğine, aynı sayıda gözlem kullanarak 5-10-15-20-25-30 saniyelik gözlem aralıklarına sahip işlerin işi daha iyi temsil ettiğine ulaşmaktadır. OWAS yöntemi kullanarak taş kapma işlemi için yaptığı analizler sonucunda kaldırma esnasındaki vücut hareketlerinin risk seviyelerine, görev süresine,

kaldırma sıklığına ve kaldırma yöntemlerine duruş pozisyonlarını analiz ederek ulaşmıştır [95].

Belirli sayıda çalışanlar üzerinde araştırmacılar tarafından yapılan çalışmada, bakım işlemi yapan 32 çalışanın, çalışma esnasında duruş pozisyonlarından kaynaklı oluşan fiziksel yüklemeleri OWAS yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Çalışma duruş pozisyonlarının risk değerlendirmelerini yapmak için 3 farklı zaman içerisinde 1,5 saat gözlem yapmışlardır. OWAS yöntemi kullanarak yaptıkları analiz snucunda, çalışan bireylerin uygunsuz pozisyonda çalıştıklarını ve işlemler sırasında çok fazla güç harcadıkları verisine ulaşmışlardır. Bu çalışma şeklinin kas iskelet rahatsızlıklarına sebep olacağını ve ergonomik olarak risk oluşturduğunu savunmuşlardır. Bu çalışma şeklinin derhal değiştirilmesi ve gerekli ergonomik iyileştirmelerin yapıldığını yaptıkları araştırmada belirtmişlerdir [96].

Araştırmacıların ürün kullanıcıları üzerinde ergonomik açıdan inceleme yapmak için yaptıkları araştırmada araştırmacılar forklift sürücülerinde çalışma duruşlarından dolayı ortaya çıkan bel ağrılarını önlemek üzere OWAS ve RULA yöntemi ile analizler gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sırasında çalışanların yaşadığı sağlıksal problemler ile ilgili anket çalışmasıda yapmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda gövdenin duruş pozisyonun bel bölgelerinde ciddi problemler yarattığı bilgisine ulaşmışlardır. Ayrıca forklift kullanımı sırasında oluşan titreşiminde risk oluşturduğunu savunmuşlardır [97].

Kütahya ilinde bulunan kiremit fabrikasında yapılan bir araştırmada araştırmacılar, yükleme yapılan bölümde çalışan bireylerin çalışma duruşlarına ait risk değerlendirmelerini OWAS yöntemi kullanarak incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yükleme sırasında duruş pozisyonlarının birey sağlığını etkilediğini gözlemlemişlerdir. Çalışanların ergonomik açıdan risk oluşturmaması için elle yükleme yerine forklift yardımıyla yapılması gerektiği bilgisine dayanarak çalışma yapılması gerektiği vurgulanmaktadır [48].Tez çalışması kapsamında araştırmacı yazar OWAS, REBA ve QEC yöntemleri ile risk değerlendirmesinde olan 8 durum için çalışma gerçekleştirmiştir. Süreklilik faktörünü analiz sonuçlarına en doğru olarak QEC yönteminin yansıttığını vurgulamıştır. Çanta üretim atölyesi için yapılan bu risk değerlendirmesi sonucunda yöntemlerden elde edilen veriler kıyaslanarak risk içeren durumlar için iyileştirmelerin yapılması gerektiği belirtilmiştir [98].

Hızlı maruziyet değerlendirme metodu QEC ile yapılan bir tez çalışmasında imalat sektöründe çalışan bireylerin ergonomik risk değerlendirmesine ait çalışmalara yer vermiştir. Ergonomik risklerin çalışan bireyler üzerindeki etkilerinden bahsedilmektedir. Hızlı maruziyet değerlendirme metodu QEC ile ergonomik riskler belirlenmiş ve bu risklerin ortadan kaldırılması için iyileştirmelerin yapılması gerektiğini vurgulamaktadır [99].

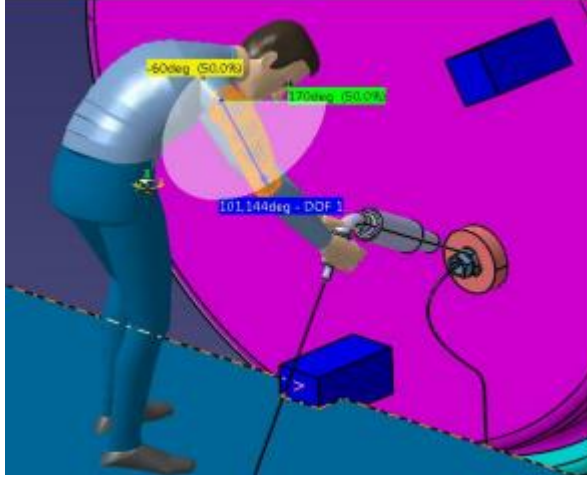
REBA yöntemi kullanarak yapılan bir araştırmada, araştırmacılar ormancılık faaliyetlerinde ergonomik açıdan incelemelerde bulunmuşlardır. Çalışanın duruş pozisyonlarına göre REBA tabloları kullanarak risk seviyeleri belirlenmiştir. Belirlenen risk seviyelere göre iyileştirmelerin yapılması gerektiği vurgulanmıştır [100].

REBA yöntemi ile üretim hattındaki iş istasyonlarında çalışan bireyler için ergonomik risk analiz gerçekleştirilen bir çalışmada, çalışma içerisinde ergonominin çalışan üzerindeki etkilerinden ve REBA yönteminin kullanılmasıyla ilgili detaylı bilgiler verilmiştir. REBA yöntemi ile iş istasyonlarında çalışan bireylerin risk analizleri, kas ve iskelet rahatsızları açısından incelemelerde bulunmuşlardır. İş istasyonları için yapılan REBA analizleri ile risk değerlendirmeleri yapılmış ve operatörün koltuk yüksekliği ayarlanması, fazla yüklerin vinç ile taşınması gibi ergonomik risk seviyelerini azaltacak önerileri vurgulamışlardır [101].

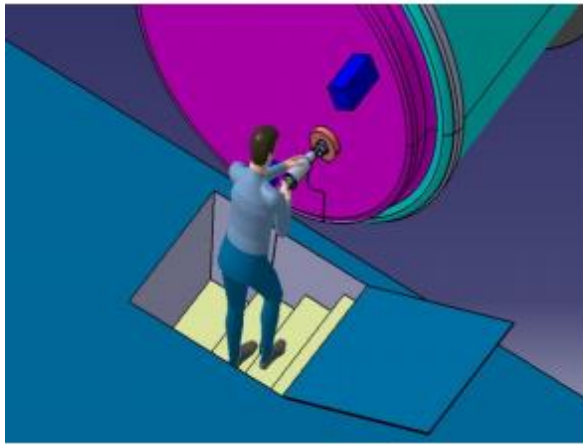
Üretim yapılan bir firmada üretim sırasındaki bireylerin ergonomik değerlendirilmelerinin yapılmasına yönelik yapılan araştırmada, araştırmacılar jant sektöründe çalışan bireylerin QEC ve REBA yöntemlerini kullanarak içinde bulundukları çalışma duruşlarını ergonomik açıdan değerlendirmişlerdir. Üretim atölyesinde bulunan 4 farklı tezgahta çalışan işçilerin ergonomik risk seviyelerinin azaltılması ve ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmalar yapmışlardır. REBA ve QEC yöntemleri kullanarak risk seviyeleri belirlemiş ve öneriler çalışma içerisinde vurgulanmıştır [102].

Ergonomik risk değerlendirilmesinin yapıldığı akademik bir makale için yapılan araştırmada, araştırmacılar döküm atölyesindeki çalışan bireylerin çalışma duruşlarını DHM tabanlı REBA metodu kullanarak duruş pozisyonları analizlerini gerçekleştirmişlerdir. CATIA ortamında çalışan duruş pozisyonuna göre dijital insan modellemesi ile duruş pozisyonları belirlenmiş ve REBA skor tabloları yardımıyla risk seviyeleri ortaya çıkartılmıştır. Yapılan analiz sonucunda her çalışma duruş pozisyonu için incelemelere göre iyileştirmeler önerilmiştir. Yapılan işlemler sonrasında Resim 3.4.'te gösterilen çalışma

duruşu için elde ettikleri REBA skoru değeri 10'dur. REBA skoru değerinin 10 olarak bulunması, risk seviyesinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. CATIA yazılımı yardımıyla yeni duruş pozisyonu tasarımı gerçekleştirilerek, Resim 3.5.'te gösterilen uygun çalışma duruş pozisyonu belirlenmiş ve REBA skoru 6 değerine düşürülmüştür [103].



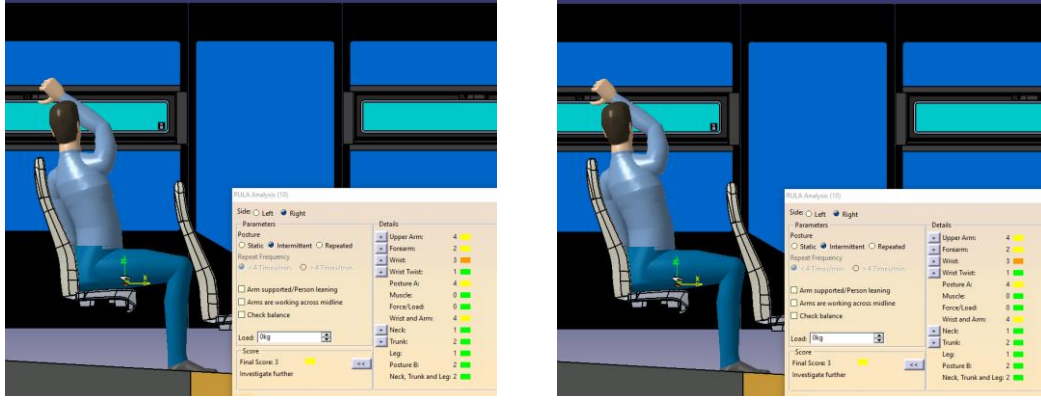
Resim 3.4. Çalışma pozisyonu REBA skoru=10 [103]



Resim 3.5. İyileştirme yapılmış çalışma pozisyonu REBA skoru=6 [103]

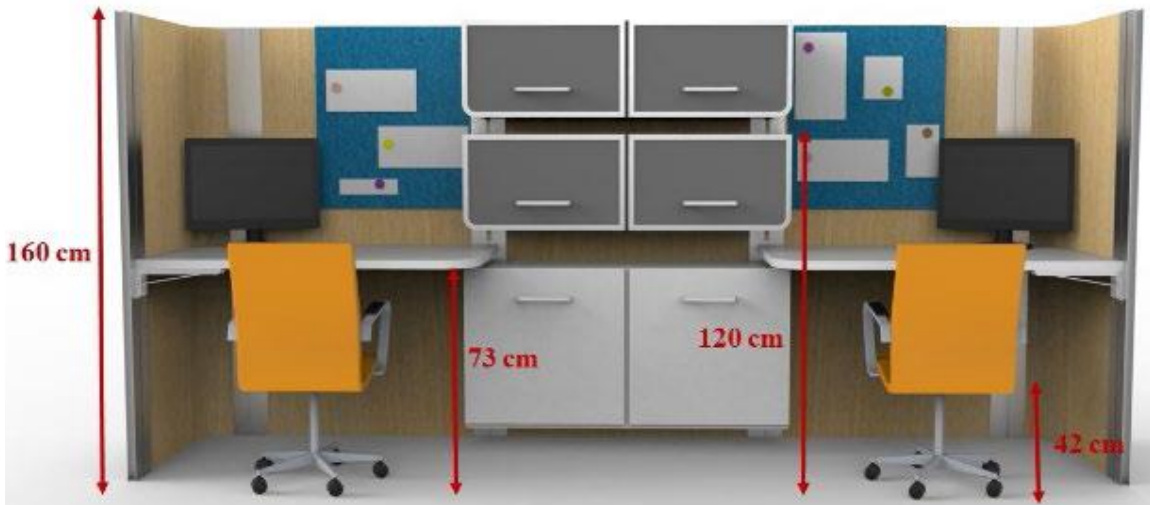
RULA yöntemi kullanarak şehir içi otobüslerindeki havalandırma pencerelerinin ergonomik analizini gerçekleştirilen bir araştırmada, araştırmacılar şehir içi otobüslerde hava akışını sağlamak amacıyla kullanılan açılır kapanır pencerelerin kullanılması sırasında ortaya çıkan duruş pozisyonlarının, CATIA RULA analiz yöntemiyle incelemesi sonucunda uygun pencere konumu ve tasarımına yönelik bilgiler verilmektedir. Yapılan çalışmalara örnek olarak Resim 3.6.'da gösterildiği gibi pencere kullanımı sırasında insan vücut bölgelerindeki fiziksel yüklemeler RULA yöntemiyle incelenmiştir. İncelemeler sonucunda bazı bölgelerdeki koltuklarda oturan bireylerin risk seviyelerinin düşük olduğu, bazı bölgelerdeki

koltuklarda oturan bireylerin ise risk derecelendirmesi yüksek çıkmıştır. Yüksek risk değerine sahip bölgelerde iyileştirme yapılması gerektiği vurgulanmıştır [104].

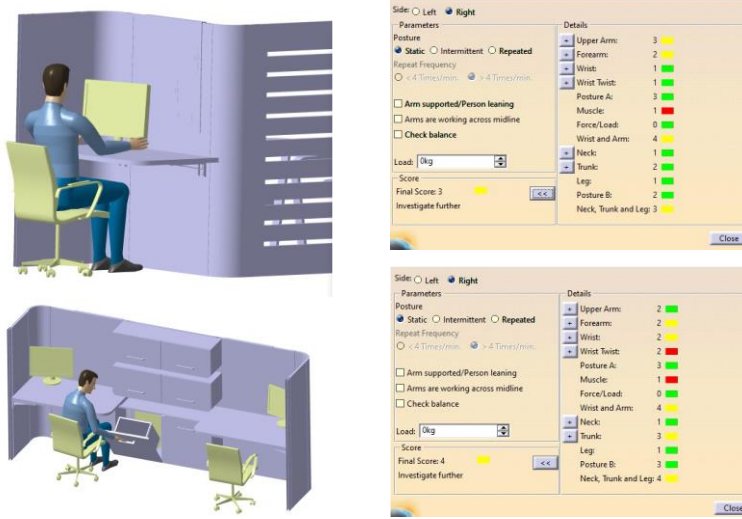


Resim 3.6. CATIA RULA analiz yöntemi ile yapılan çalışmaya ait gösterim [104]

Akademik bir makalede, araştırmacı yazar ofis mobilyası tasarımı için ofiste çalışan bireylerin vücut ve boy ölçülerine uygun olacak şekilde tasarımların gerçekleştirilebilmesi için CATIA RULA analiz yöntemi kullanarak ergonomik açıdan analizler yapmıştır. Resim 3.7.'de gösterilen Çalışma, toplantı ve dinlenme bölümü için ölçüler belirlenerek çalışmalara başlanmıştır. Resim 3.8.'de gösterilen CATIA programında 3 boyutlu modeller yapılarak gerçekleştirilerek RULA analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda risk seviyelerine göre tasarım çalışmaları iyileştirilmiş ve ilk tasarımlar ile kıyaslanarak uygun tasarım belirlenmiştir [105].

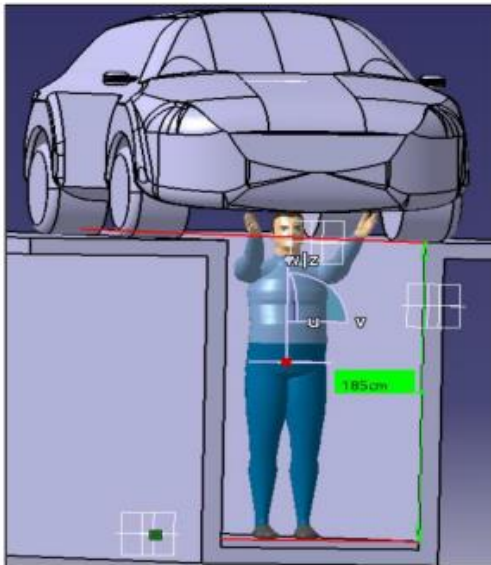


Resim 3.7. Ofis mobilyası çalışma, toplantı ve dinlenme alanları ölçüleri [105]



Resim 3.8. Çalışma sırasındaki duruş pozisyonuna göre RULA analizi gösterimi [105]

Yapılan akademik bir çalışmada, araştırmacılar çalışan bir bireyin duruş pozisyonu iyileştirmesi için analizlerin yapıldığı ve elde ettikleri sonuçlara göre yeni tasarım gerçekleştirdiği araç bakım kanalları hakkındaki bir araştırmada, CATIA V5 R21 programı yardımı ve dijital insan modelleri kullanarak RULA analiz metoduyla gerekli çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. RULA analiz yöntemiyle ergonomik duruş analizleri gerçekleştirilmiştir. Araç bakım kanalında yapılan analizler sonucunda risk seviyesi yüksek bölgeler için iyileştirmeler yapılarak tasarımsal değişiklik yapılmıştır. Resim 3.9.'da 3 boyutlu yapılan tasarımlara ve RULA analizlerine ait skor tablosu gösterilmektedir. Bu tasarımsal değişikliklerin çalışan birey üzerindeki risk faktörünü olumlu yönde etkilediği, kas-iskelet sistemi üzerinde pozitif etki yaptığı vurgulanmaktadır [106].



Resim 3.9. Analizler sonucunda tasarımı yapılmış kanal [106]

3.2. Koltuk Ergonomisi İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Sürücü koltuğu, yolcu koltuğu, uçak koltuğu, tren yolcu koltuğu gibi bir çok seyahat aracı olarak kullanılan durumlardaki koltuklar için ergonomik açıdan uygunluğu üzerine bir çok çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu tez kapsamında da katlanabilir, yatırabilir koltuk tasarımının ergonomik açıdan incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Tasarım ve ergonomik açıdan analizleri önceden yapılan çalışmalardan da yola çıkarak gerçekleştirilmiştir.

Koltuk ergonomisi üzerine yapılan bir araştırmada, araştırmacılar RULA analiz yöntemi kullanarak otomobil koltuğunun ergonomik incelemesini gerçekleştirmişlerdir. CATIA yazılımı ile tasarımı gerçekleştirilen koltuk Resim 3.8.'de görüldüğü gibi ergonomik analiz yöntemi RULA ile uygunluğu incelenmiş ve final skorunu 1'e yaklaştırmak için optimizasyonlar yapılmıştır. Elde edilen yeni tasarımın otomobil kullanıcısı için en uygun duruş pozisyonu olduğu ve koltuğun sağlık açısından uygun olduğu vurgulanmıştır [107].

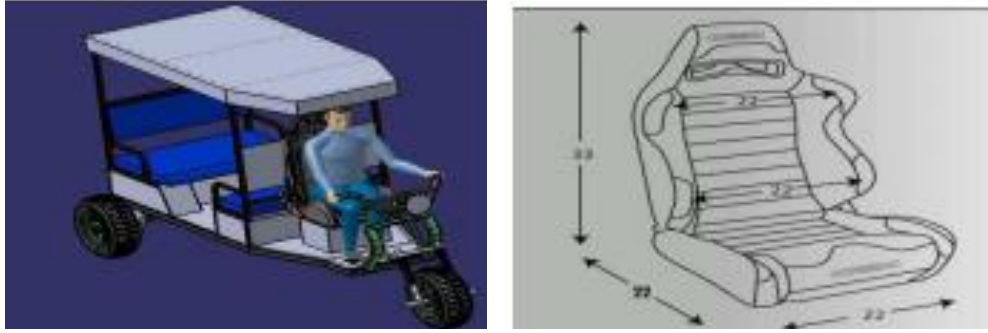


Resim 3.10. CATIA yazılımı ile otomobil koltuğu tasarımı ve RULA analizi [107]

Uçak yolcu koltukları üzerine yapılan bir çalışmada, araştırmacılar uçak yolcularının antropometrik özelliklerini dikkate alarak RULA analiz değerlendirmeleri ile incelemelerde bulunmuşlardır. Uçakta maksimum yolcu taşıma hedefiyle insanların rahat seyahat etmesi ve ergonomik açıdan uygun olmasına odaklanmışlardır. JACK yazılım paketi ve RULA analiz yöntemi ile mevcut uçak koltuğu tasarımında ve kabin bölgelerinde iyileştirmelere gitmişlerdir. Ergonomik risk değerlendirmesindeki en önemli kriterin konfor seviyesi olduğunu vurgulamışlardır [108].

Koltuk ergonomisi üzerine yapılan başka bir çalışmada, araştırmacılar CATIA yazılımı ve RULA analiz yöntemi kullanarak elektrikli otomatik bir mobilitin koltuk ergonomisi üzerine

bir çalışma gerçekleştirmiştir. Konsept olarak tasarım üzerinde risk değerlendirmesi yapılarak bazı değişikliklerin yapılması gerekmiştir. Gerekli iyileştirmeler ve değişiklikler sonrasında CATIA yazılımı kullanarak Resim 3.11.'de görüldüğü gibi mobil araç ve koltuk tasarımı gerçekleştirilmiştir. RULA analizi sonucunda elde edilen final skor ergonomik riskin azaldığını göstermiştir [109].



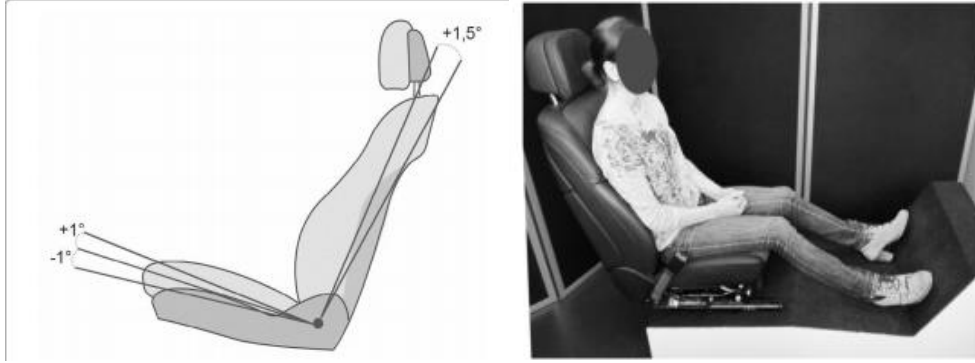
Resim 3.11. CATIA yazılımı tasarlanan mobil araç ve koltuk gösterimi [109]

Yolcu taşımacılığı yapan otobüs koltukları üzerine yapılan bir çalışmada, araştırmacılar yolcu otobüslerini kullanan bireylerin antropometrik özelliklerini incelemiş ve oturacakları koltuklar ile ilgili uyumunu araştırmışlardır. Çalışma için farklı yaş ve özelliklere sahip insanlar katılım göstermiştir. %5, %50 ve %95 yüzeliklerine sahip insanlara göre ortalamalar ve standart sapmalar hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda yolcuların antropometrik özelliklerinin otobüs koltukları tasarımında kesin olarak kullanılmadığı bilgisine ulaşmışlardır. Ülke bazında antropometrik ölçülerin değişkenlik göstermesi nedeniyle sabit olarak antropometrik verilerinin kullanılmasının doğru olmayacağını vurgulamaktadırlar [110].

Taşıt tasarımı ve geliştirilmesine üzerine yapılan bir çalışmada, araştırmacılar taşıt geliştirilmesinde iç geometri ve ergonomi ilişkisine ait bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada herhangi bir hedef kitlenin taşıt iç geometrisinde ürün kullanabilmesi için ayarlanabilir modeller tasarlanması gerektiğine dikkat çekmişlerdir [111].

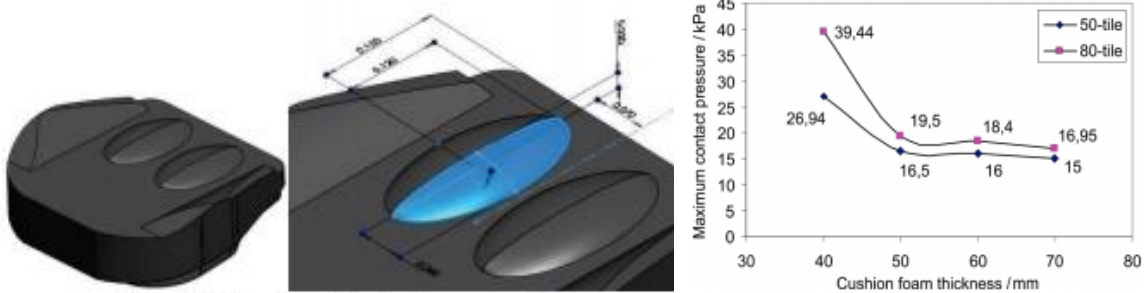
Yolcu konforunun ergonomi üzerine etkisini içeren bir çalışmada, araştırmacılar sürekli duruş değişimi uygulaması ile yolcunun rahatlığının ergonomik açıdan incelenmesine yönelik bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Resim 3.12.'de gösterildiği gibi koltuk sırtlık ve minde bölgesinin hareket ettirilmesiyle yolcunun ergonomik açıdan rahatlığı hedeflenmektedir. Koltuğun özellikleri ve vücut bölgelerinin desteklenmesiyle beraber daha çok konfor

sağladığı belirtilmektedir. Yolcunun sürekli olarak sabit bir duruşta duramayacağı statik ve dinamik olarak duruş pozisyonlarında değişimlerin olacağı ve bu değişimlerin ergonomik risk açısından uygunluklarının koltuk hareketi ve destekleleriyle sağlayacağını vurgulamaktadırlar [112].

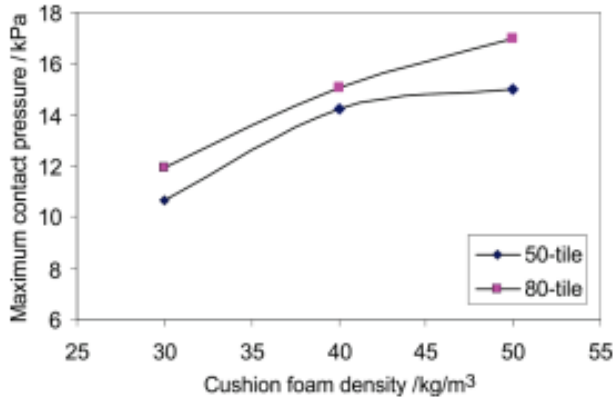


Resim 3.12. Koltuk hareketi ve vücut desteklerinin gösterimi [112]

Sürücü koltuğunun konfor ve ergonomik açıdan değerlendirilmesine yönelik yapılan bir çalışmada, araştırmacılar araç sürücüsünün oturma süresi boyunca konfor analizini yazılımlar kullanarak araştırmışlardır. Simülasyonlar ile araştırmaları desteklemişler ve araştırma sonucunda koltuk minderi kalınlığının maksimum temas basıncı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Yaptıkları bu test ve simülasyon çalışmaları ile maliyet ve zaman olarak kazanç sağlamışlardır. Şekil 3.2.'de tasarlanan minder ve yapılan analizlere ait koltuk minderi kalınlığının değişiminin grafiği gösterilmektedir. Elde edilen verilerden anlaşılabileceği gibi minder kalınlığının belirli bir seviyenin altına düşürülmesi konforu olumsuz yönde etkilediği görülmektedir. Şekil 3.3.'te gösterilen grafikte ise minderde bulunan malzeme yoğunluğunun azaltılmasıyla maksimum temas basıncı azaltmakta ve oturma rahatlığı artmaktadır. Oturma konforu Şekil 3.2.'de de gösterildiği gibi ek malzeme eklenmesiyle artacağını ve maksimum temas basıncının büyük ölçüde etkileneceğini vurgulamaktadırlar [113].



Şekil 3.2. Koltuk minder tasarımı ve minder kalınlığının konfora etkisi gösterimi [113]



Şekil 3.3. Koltuk minderinde bulunan malzeme yoğunluğunun azatılmasıyla maksimum temas basıncı ilişkisi gösterimi [113]

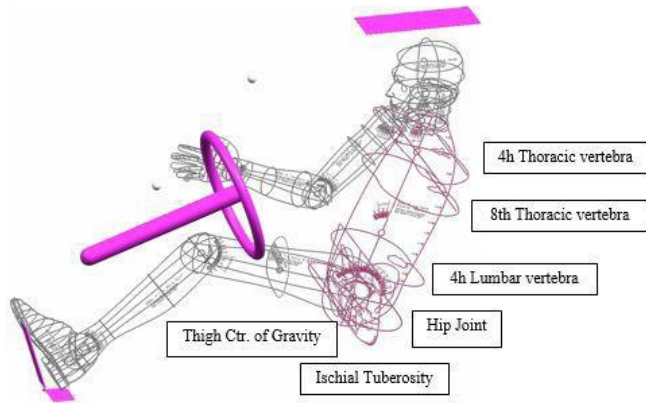
Sürücü koltuğunun ergonomik açıdan incelendiği bir araştırmada, sürücü koltuğu için gerekli tarama işlemleri ile farklı araç koltukları modellerini Şekil 3.4.'te gösterildiği gibi 8 farklı kesit ve destekleri içeren DHM'lerin oturma pozisyonlarına göre yazılıma girilerek CAD verileri oluşturulmuştur.



Şekil 3.4. Tarama yapılan koltuk bölgeleri CAD modeli [114]

Yapılan çalışmaya ait Şekil 3.5.'te gösterilen erkek bir model için iskelet yapısının tel kafes görüntüsü mevcuttur. Bu görüntü üzerinde gösterilen 6 bölgede yükleme ve koltuk teması mevcut bilgisi verilmektedir. Araştırmalarında yer alan bulgular ve kıyaslamalar sonucunda; bir aracın ilk tasarımına başlandığında sadece bir dijital insan vücudu modelinin oturma pozisyonuna göre tasarım gerçekleştirmek yerine oturmuş pozisyonundaki süresi dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir. Özellikle Koltuk şekli, minder bölgesi ve minder

malzemesi girişimi dikkate alınması gerektiği, sürücünün nasıl oturduğunu ve ne kadar süre duruş pozisyonunda duracağı bilgileri, sürücünün konforu, güvenliği ve çalışabilirliği için optimize etmek için gerekli olacağı vurgulanmaktadır [114]. Bu çalışma şeklini sadece sürücü koltuğu değil araçlarda bulunan yolcu koltukları tasarımı optimizasyonunda da kullanılabilir bilgilerdir.

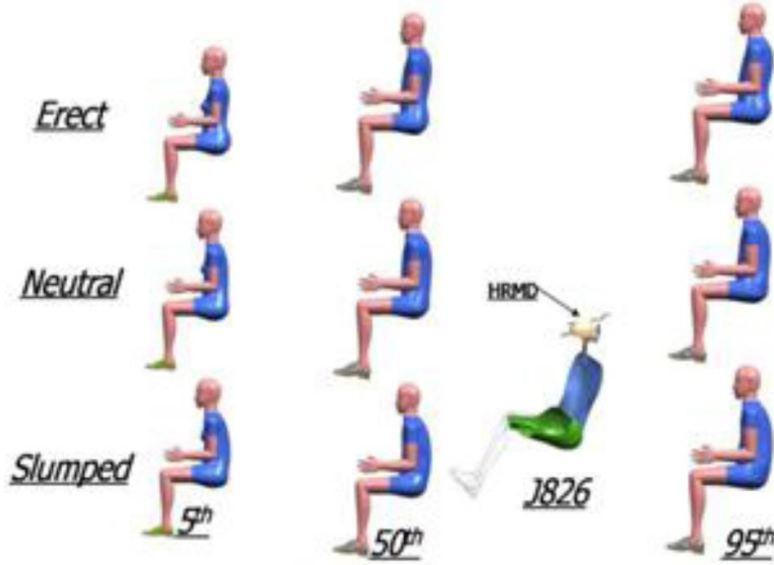


Şekil 3.5. Erkek bir DHM'ye ait tel kafes gösterimi ile koltuk teması gösterimi [114]

Aynı çalışmanın geliştirilmesine yönelik yaptıkları başka bir çalışmada ise, birbirinden farklı 7 model araç için sürücü oturma duruş pozisyonuna göre ERL yazılımı ile beraber optimizasyonlarda kullanılacak veriler elde etmişlerdir. Resim 3.13.'de gösterildiği gibi yine koltuk temas bölgelerini içeren 3 boyutlu taramalar yaparak koltuk yapılarının CAD modellerini oluşturmuşlardır. Çalışmalarında Şekil 3.6.'da gösterilen %5,%50 ve %95 yüzdeliklerine sahip modeller kullanmışlardır.

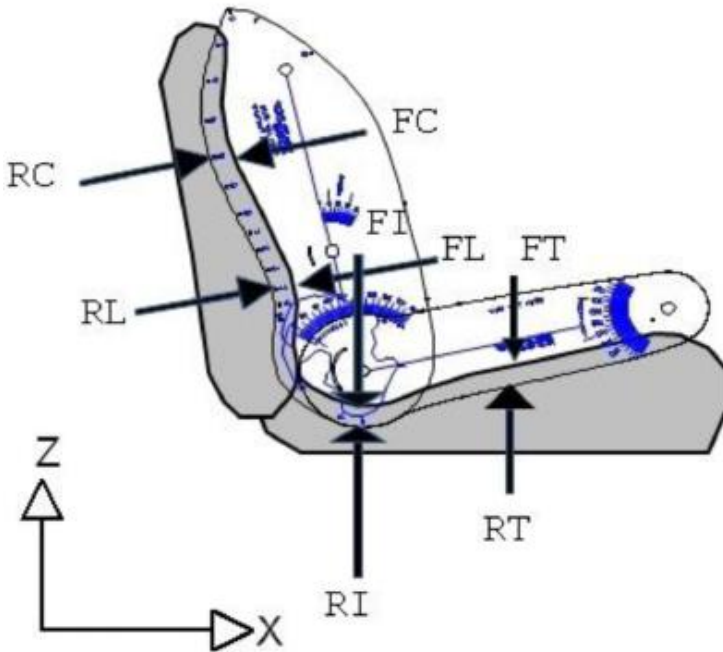


Resim 3.13. Koltuk temas yüzeyleri gösterimi [115]



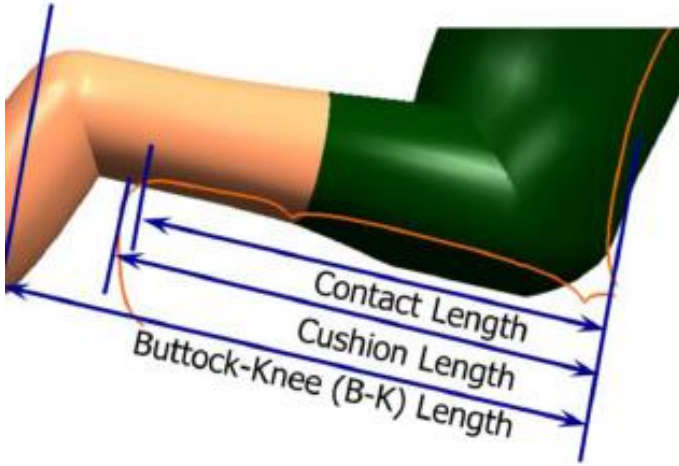
Şekil 3.6. %5,%50 ve %95’lik kullanılan model gösterimi [115]

Koltuk ile birey arasındaki ilişkiden yararlanılarak yapılan bir çalışmada, araştırmacılar koltuk üzerine vücut ağırlığının dağılınını biyomeknaik modelden yararlanarak hesaplamışlardır. Şekil 3.7.’de gösterilen göğüs (FC), bel (FL), pelvis (FI) ve uyluk (FT) bölgesine gelen yükler gösterilmektedir. Vücut ağırlığından dolayı bölgelerde oluşan kuvvet yüklemelerine karşılık, koltuktan vücut bölgesinede aynı şekilde ters yüklemeler oluşmaktadır. Bu şekilde vücut koltuk üzerinde dengelenmektedir.



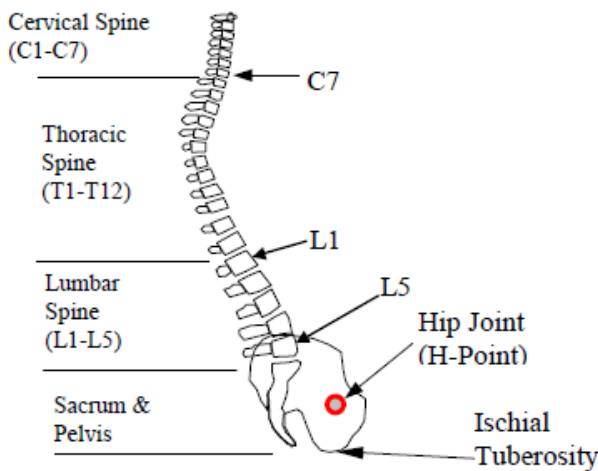
Şekil 3.7. Modelin vücut ağırlığından kaynaklı koltuk yüzeyine uyguladığı kuvvet gösterimi ve oturma yüzeyinin oluşturduğu kuvvet sapması [115]

Yapılan çalışmada ayrıca Şekil 3.8.'de gösterilen ve Şekil 3.9.'da da önceden ifade edilen uygun konfor seviyesi için koltuk tasarımında, koltuk minder uzunluğuna, koltuk temas mesafesine, koltuk uç kısmı mesafesine, minder sertliğine, koltuk sırtlığına, H point noktasına, baş desteğine ve koltuk temas ettiği anda bel bölgesindeki açığa bağlı olarak değişikliklerin olacağına ve tasarımlarda bu kritlerin önemi vurgulanmaktadır [115].

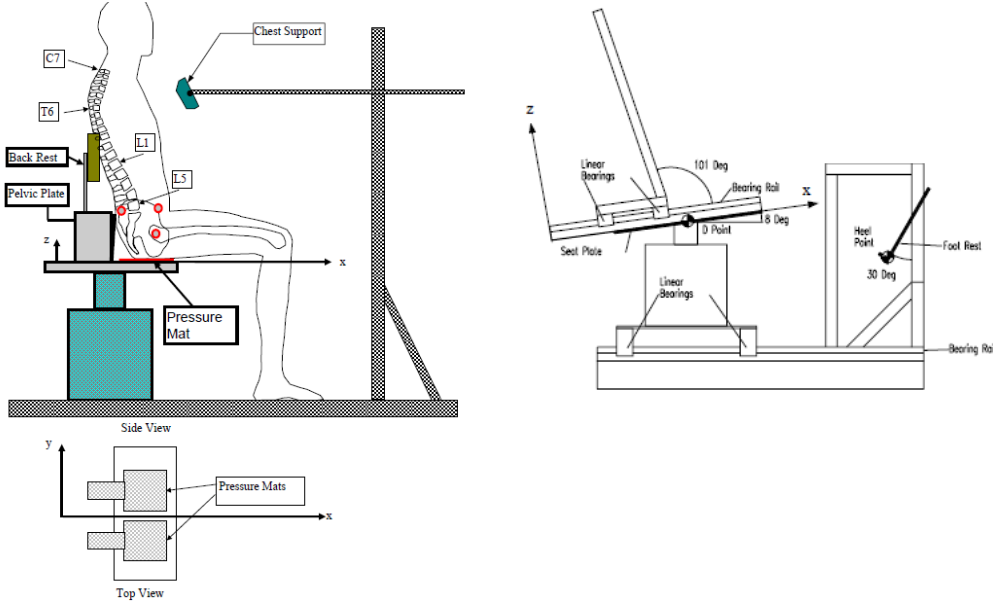


Şekil 3.8. Koltuk temas uzunluğu, koltuk minderi uzunluğu ve temas durumunda kalça diz uzunluğu gösterimi [115]

İnsanın vücut yapısının ve duruş pozisyonlarını dikkate alarak yapılan bir araştırmada, araştırmacılar göğüs ve pelvis bölgesinin oturma duruş pozisyonundaki konumuna göre omurga eğriliğini yeniden oluşturmak için regresyon modelleri geliştirmişlerdir. Fazla sayıda model kullanarak çalışmalarını doğrulamışlardır. Çalışma sırasında Şekil 3.9.'da gösterilen oturma anında önem arz eden omurga yapısını, Şekil 3.10.'da gösterilen hazırladıkları deney düzeneği ile ilişkilendirilerek çalışmalarını tamamlamışlardır.

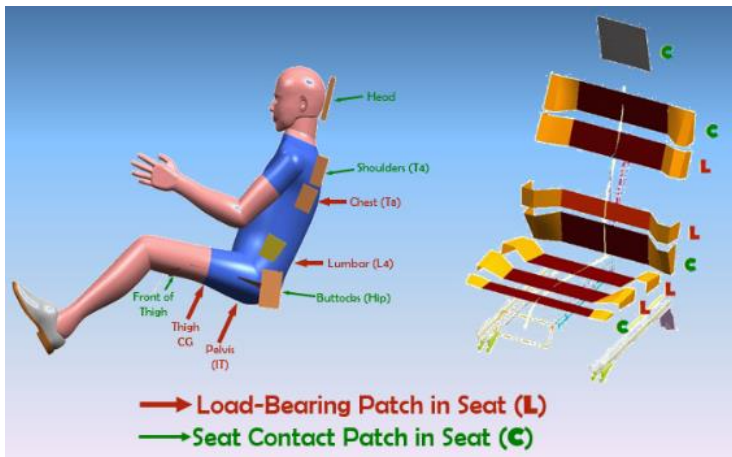


Şekil 3.9. Omurga ve pelvis gösterimi [116]

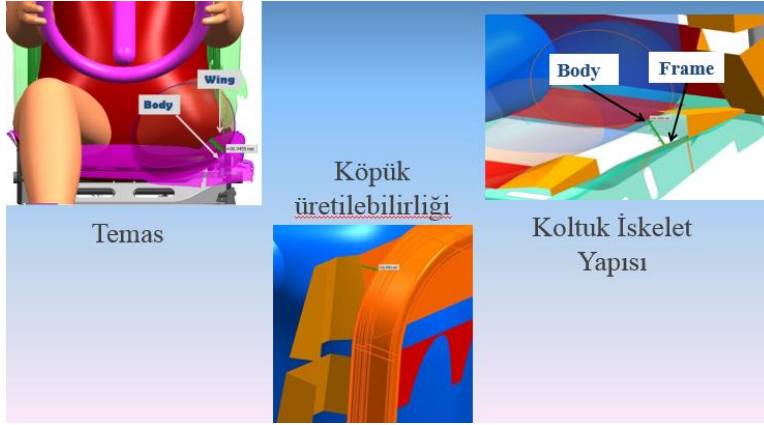


Şekil 3.10. Oturma duruş pozisyonunda omurga ve pelvis bölgesi [116]

Konferans sunumu için yapılan bir çalışmada, araştırmacı önceki çalışmalarına ek olarak koltuk tasarımında, koltuk teması olan bölgelerin önemine dikkat çekmektedir. İnsanların koltuk minder uzunluğu, baş desteğinin uygunsuz konumu, koltuk sırtlığının uygun olmaması gibi sebeplerden dolayı rahatsızlık hissetklerinden bahsetmektedir. Şekil 3.11.'de önceki çalışmalarında da üzerinde durduğu koltuk yüklemeleri ve temas destek bölgelerinin gösterimi mevcuttur. L ile gösterilen bölgeler koltuk yüklemelerini, C ile gösterilen bölgeler ise koltuk desteklerini ifade etmektedir. Şekil 3.12.'de ise yer alan görsellerde gösterilmiş durumlar için ise, vücut bölgesine minder bölgesinin nüfuz etmesi, minder ve sırtlık köpüğünün üretilebilirliğinin ve koltuk iskeletinin vücut bölgeleri ile temas etmemesinin önemini vurgulamaktadır [117].



Şekil 3.11. Koltuk oturma modeli [117]



Şekil 3.12. Sanal koltuk mühendisliği için önemli kavramlar [117]

Konferans sunumu için yapılan bir çalışma sonrasında, sunumda araçlardaki sürücü ve yolcuların konforun öneminden bahsedilmiştir. Konforlu koltuğu anlamak için sürücü veya yolcunun belirli bir süre geçirdikten sonra anlayacağını vurgulamıştır. Özellikle araç tasarımlarında koltuk konforu ergonomik bir sorun olarak kabul edildiğini ve özellikle öncelikle araç geliştirmekten ziyade sürücü ve yolcuyu araç içine yerleştirip, konfor ve ergonomic şartları sağlandıktan sonra araç geliştirme işlemlerinin yapılması gerektiğini vurgulamıştır. Şekil 3.26.'da gösterildiği gibi koltuk optimizasyonunda küçük (%5), orta (%50) ve büyük (%95) dijital insan modelleri (DHM) kullanarak ve koltuğu oluşturan minder, sırtlık ve başlık gibi vücut temas bölgeleri dikkate alınarak tasarımların gerçekleştirilmesi ve vücut temas bölgelerinin özellikle incelenmesi gerektiğini vurgulamıştır [118].



Şekil 3.13. Koltuk optimizasyonu [118]

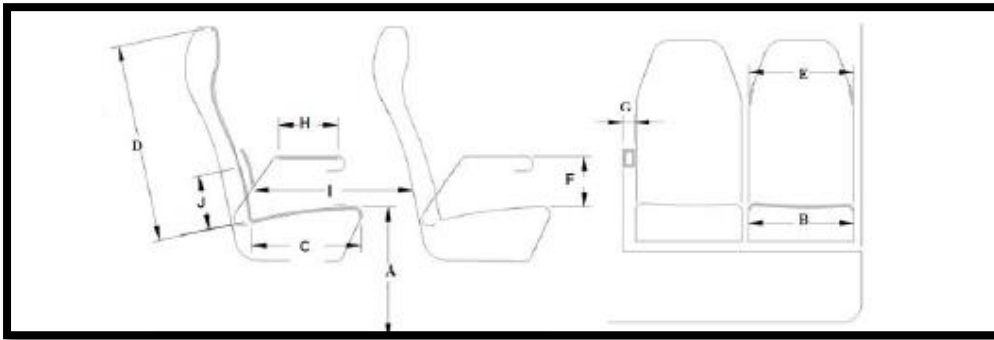
4. ERGONOMİK SEYAHAT KOLTUĞU İNCELEMESİ

Tez çalışması kapsamında halihazırda otobüs ile uzun seyahat yolculuklarında kullanılan koltukların ergonomik açıdan incelenmesi ve iyileştirmeler ile yeni bir tasarım yaklaşımı ortaya çıkarılması hedeflenmektedir.

4.1. Mevcut Koltuk Ergonomisi İncelemesi

Yapılan araştırmalar sonucunda özellikle Türkiye’de ki seyahatlar için kullanılan otobüslerde kullanılan koltukların marka model ve koltuk ölçüleri bilgisi Çizelge 4.1’de gösterilmektedir [119]. Firmalara göre ölçüler farklılık göstermektedir. Fakat her ölçü değeri otobüsler için kullanılan ECE-R regülasyonu kapsamına uygunluk göstermektedir.

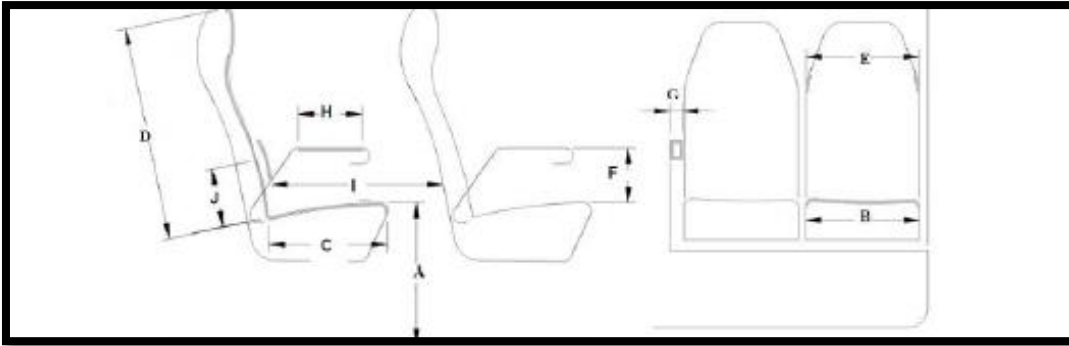
Çizelge 4.1. Türkiye’de yaygın olarak kullanılan otobüs koltukları ölçüsü [119]



KOLTUK PARÇALARI	ÖLÇÜLER	KİEL	GRAMMER	MERCEDES	FAİNSA
A	Oturma yüksekliği	460	462	460	450
B	Oturma genişliği	430	450	430	418
C	Oturma derinliği	440	430	442	435
D	Arkalık yüksekliği	768	744	660	771
E	Arkalık genişliği	450	410	505	435
F	Kolçak yüksekliği	180	209	219	216

Çizelge 4.1’de gösterilen koltuk ve koltuk parçalarına ait ölçülere göre tasarımlar gerçekleştirilmiştir. Farklı vücut ölçülerine sahip insanların koltuk konforu da vücut ölçüleri değişkenlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Koltuk incelemelerine başlamadan önce belirli boy ve kiloya sahip 20 farklı özellikteki erkek ve bayanlardan oluşan kişileri kapsayan anket çalışması yapılmıştır. Bu anketin yapılmasındaki amaç kullanıcıların koltuklardan aldığı konfor performansının değerlendirilmesi ve tasarımlara yön vermesi amaçlanmıştır. Ayrıca üretici firmalar tarafından müşterilere satılan otobüsler hakkında da araştırmalar yapılmış ve geri bildirimlere göre çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Yapılan ankete ait sonuçlar Çizelge 4.2. ile Çizelge 4.4. arasındaki tablolarda gösterilmektedir.

Çizelge 4.2. Koltuk ölçülerinin incelenmesi



Sorular	Kötü	Orta	İyi	Yetersiz
Oturma Yüksekliği-A	0.00%	50.00%	50.00%	0.00%
Oturma Genişliği/Minder Genişliği-B	10.00%	50.00%	40.00%	0.00%
Oturma Derinliği-C	30.00%	35.00%	30.00%	5.00%
Sırtlık Yüksekliği-D	20.00%	45.00%	35.00%	0.00%
Sırtlık Genişliği-E	20.00%	25.00%	50.00%	5.00%
Kolçak Yüksekliği-F	25.00%	30.00%	45.00%	0.00%
Kolçak Genişliği-G	20.00%	45.00%	35.00%	0.00%
Kolçak Uzunluğu-H	5.00%	25.00%	70.00%	0.00%

Çizelge 4.2.’de yer alan anket sonuçlarında farklı antropometrik özellikteki insanların anket cevapları yer almaktadır. Kolçak uzunluğu hariç diğer uzunluk değerlerinin koltuk konforunda orta seviyelerde olduğu gözükmektedir. Bu durum farklı boy ve kilolara sahip insanların kullanımından kaynaklanmaktadır. Herkes için özel olarak koltuk üretimi gerçekleştirilemeyeceği için tez çalışmasında bu kriterleri dikkate alarak optimizasyon çalışması gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.3. Yolculuk sırasında vücut bölgelerinde hissedilen ağrılarının incelenmesi

Sorular	Kötü	Orta	İyi
Uzun Yolculukta Bel Ağrısı	42.11%	57.89%	0.00%
Uzun Yolculukta Baş/Boyun Ağrısı	45.00%	50.00%	5.00%
Boyun Desteğinin Olmaması Durumunda Ağrı	20.00%	75.00%	5.00%
Uzun Yolculuklarda Eklem Ağrısı	35.00%	55.00%	10.00%

Çizelge 4.3.'te yer alan uzun seyahat yolculukları sırasında kullanıcıların vücut bölgelerinde oluşan ağrılarının anket sonuçlarına göre yüzdeleri gösterilmektedir. Tablo incelediğinde özellikle antropometrik özelliklerden kaynaklı koltuk uyumsuzluğundan dolayı bel, baş ve boyun bölgesinde kullanıcıların ağrı hissettiği anlaşılmaktadır. Bel ağrısı H-point noktasının uyumsuzluğu, minder ölçüsü veya malzemesi uyumsuzluğu ve ayak desteğinin yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır. Baş ve boyun ağrısı ise genellikle uzun seyahatlerde uyku duruş pozisyonu sırasında veya sabit olarak uzun süre aynı pozisyonda durulduğunda meydana gelmektedir. Boyun desteklerinin ihtiyacı duymayan kullanıcılar genellikle koltuk ile baş/boyun bölgesinin temasının çok net olduğu duruş pozisyonuna ait kişilerdir. Eklem ağrısı ise vücut oturma pozisyonunda iken belirli süreyi aştığı durumlarda ister istemez eklem ağrıları hissedilmektedir. Koltuk ölçüleri incelemesinde de olduğu gibi yolculuk sırasında oluşan ağrılarda yine insanların antropometrik vücut özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Tez çalışmasında bu konuda da optimizasyon çalışması yapılarak iyileştirmeler yapılmıştır.

Çizelge 4.4. Yolculuk sırasında bölgesel olarak oluşan ağrı

Hangi bölgelerde ağrı var?	Kötü	Orta	İyi
Boyun	85.00%	15.00%	0.00%
Bel	90.00%	10.00%	0.00%
Bacaklar	80.00%	20.00%	0.00%
Kalça	50.00%	50.00%	0.00%
Kollar	10.00%	90.00%	0.00%

Çizelge 4.4.'te verilen sonuçlarda kol hariç boyun, bel, bacak ve kalça bölgelerinde ağrı oluşmaktadır. Uzun seyahat yolculuklarında vücut hareketi uzun süre kısıtlandığından dolayı boyun, bel, bacaklar ve kalça bölgelerinde ağrılar oluşmaktadır. Kol hareketi serbest olduğundan dolayı bu bölgede oluşan ağrı kötü olmamaktadır. Tabloda görüldüğü üzere hiç bir kullanıcı ağrısız bir uzun yolculuk geçirmemektedir.

Çizelge 4.5.'te ise kullanıcıların uzun yolculuklar sırasında koltuk ölçülerinden bağımsız olarak yaşadıkları rahatsızlıklara ait bilgiler yer almaktadır. Çizelge 4.5.'te verilen anket sonuçları ve diğer tüm bilgiler dahilinde ergonomik bir yaklaşımla koltuk konforu hedeflenmiştir. Çizelge 4.5'te yer alan soruların oluşma sebebi, müşterilerin istediği otobüs özelliklerine göre değişmektedir.

Sırasıyla incelemek gerekirse;

- Koltuk arası mesafe kısa olduğu durumlarda öndeki koltuğun yatış pozisyonuna getirilmesi rahatsızlık oluşturmaktadır. VIP veya lüks yolcu otobüslerinde bu durumla karşılaşmamaktadır.
- Koltuk üreticisinin koltuk sallantı ve titreşimlerini önlemek için yetersiz bağlantı elemanı kullanılması otobüs içerisinde yolculuk sırasında sallantı ve titreşim oluşturmaktadır.
- Koltuk üreticisinin kullandığı sünger malzemesinin kalitesiz olması konforu olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Tez çalışması için ergonomik konfor sağlayacak malzeme kullanımının daha uygun olduğu belirtilmektedir.
- Koltuk arkasında veya otobüs içerisindeki video oynatıcısının ergonomik görüş mesafesine uygun olmayacak şekilde konumlandırılması, izleme sırasında baş ve boyun bölgesinde ağrılar oluşturmaktadır. Bu durum antropometrik vücut özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Koltuk arkası video oynatıcısı ergonomik uygunluğu tez çalışmasında incelenmiştir.
- Ayak koyma yeri, kullanıcının bacak boyuna bağlı olarak uzun seyahatlerde özellikle kısa boylu insanlarda sorun yaratmaktadır. Ama çoğu insan için halihazırda kullanılan ayak koyma yeri uygundur. Tez çalışmasında optimizasyon yapılarak çözüm alınmıştır.
- Bacak desteği çoğu koltuk üreticisinin ekstra olarak sunduğu bir seçenektir. Özellikle uzun yolculuklarda bacak bölgelerinde rahatlık isteyen kullanıcılar bu desteğe ihtiyaç duymaktadır. Tez çalışmasında bu durum incelenmiştir.
- Uyku pozisyonunda kullanıcıların yarısı koltuk yatırılma açısını uygun bulmaktadır. Fakat bu durum uzun süreli olduğu durumlarda ergonomik açıdan uygunsuzluk ve eklem ağrıları yapmaktadır. Tez çalışmasında katlanabilir, yatırılabilir yapıda koltuk çalışması yapılarak uygun yatış açısı belirlenmiştir.
- Koltuk süngerinin konforu etkilediğini yaptığımız araştırmalar sonucunda da elde etmiştik. Tez çalışmasında minder ve sırtlık bölgesi için malzeme seçimi yaparak ergonomik konforun sağlanması amaçlanmaktadır.
- Yolcu paneli ve servis setine oturma durumunda veya koltuktan kalkma durumu oluşarak erişime ait farklılıklar yolcu boy farklılığından dolayı oluşmaktadır. Tez çalışmasında bu durum incelenerek daha ergonomik hareket sağlayacak öneriler sunulmuştur.
- Servis tablası kullanımı ve yerden yüksekliği antropometrik vücut özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Koltuk tasarımlarında bu servis tablasının sabit olması kullanımı sırasında problemler yaratmaktadır. Tez çalışmasında bu durum ile ilgili çalışma gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.5. Uzun seyahatlerde oluşan rahatsızlıkların incelenmesi

Rahatsızlıklar Hakkında Sorular	Kötü	Orta	İyi	Yetersiz
Sırtlık bölgesinin arkaya yatırılması rahatsızlık yaratıyor mu?	75.00%	25.00%	0.00%	0.00%
Sallantı ve titreşimden kaynaklanan rahatsızlıklar yaşıyor musunuz?	10.00%	75.00%	15.00%	0.00%
Koltuğun sünger sertliğinden dolayı rahatsızlık yaşıyor musunuz?	5.00%	70.00%	25.00%	0.00%
Video oynatıcı izlerken koltuğu hareket ettirme ihtiyacı duyuyor musunuz?	20.00%	40.00%	40.00%	0.00%
Ayak koyma yerini yeterli buluyor musunuz?	5.00%	35.00%	50.00%	10.00%
Bacak desteğine ihtiyaç duyuyor musunuz?	35.00%	65.00%	0.00%	0.00%
Uyku pozisyonunda koltuğu yatırmak yeterli oluyor mu? Koltuk yatış açısı yeterli oluyor mu?	20.00%	20.00%	50.00%	10.00%
Koltuk süngeri konforunuzu sağlıyor mu?	25.00%	40.00%	25.00%	10.00%
Yolcu paneli veya servis setine ulaşmada problem yaşıyor musunuz?	10.00%	40.00%	50.00%	0.00%
Servis tablası kullanımı uygun mu?	30.00%	50.00%	20.00%	0.00%
Servis tablası yüksekliği uygun mu?	50.00%	35.00%	15.00%	0.00%

4.2. CATIA Yazılımı Yardımıyla Koltuk Ergonomisinin RULA Yöntemi İle İncelenmesi

Tez çalışmasında CATIA yazılımı kullanılarak mevcut koltuk tasarımları ve RULA analiz yöntemi ile ergonomik açıdan incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Analizler 3 farklı model için yapılmıştır. %5, %50 ve %95’lik modeller kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Oturma duruş pozisyonu kullanılarak ergonomik açıdan mevcut tasarım incelenmiş ve yeni tasarım için iyileştirmelerin belirlenmesine yön çizmektedir. Çizelge 4.6.’da kullanılan modellerin kilo ile ilişkileri gösterilmektedir. Farklı 3 model kullanılmasının sebebi, farklı antropometrik özelliklere sahip bireylerin koltuk kullanımında anketlerde de belirttikleri problemleri çözmek amaçlanmıştır.

Çizelge 4.6. Kullanılan model-kilo ilişkisi

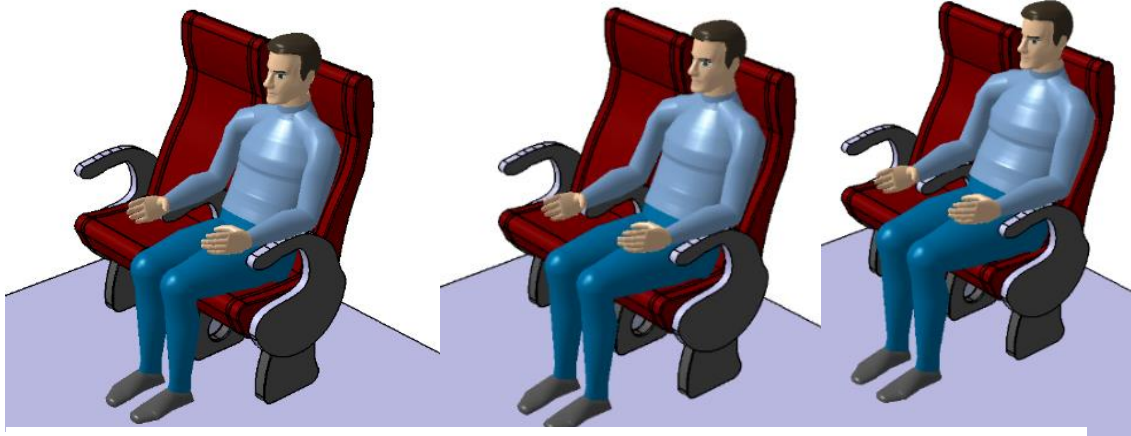
Kullanılan Model	Kilo (kg)
5%	65
50%	85
95%	100

Yapılan incelemeler analizler sonucunda, tez çalışmasında yapılması amaçlanan iyileştirmeler aşağıdaki gibidir.

- Mevcut koltuk kullanımında 3 farklı model için ergonomik analizlerin yapılması
- Mevcut koltuklardaki yatma açısının iyileştirilmesi, yeni tasarımlarda kullanılması
- Mevcut koltuklardaki baş ve boyun bölgesinin iyileştirilerek yeni tasarıma yansıtılması
- Mevcut koltuklardaki minder uzunluğunun iyileştirilmesi
- Mevcut koltuklarda ve yeni tasarlanacak koltuklarda kolçak uzunluğunun optimize edilmesi
- Mevcut koltuklarda ve yeni tasarlanacak koltuklarda yolcu paneli veya servis seti kullanımının ergonomik açıdan iyileştirilmesi
- Mevcut koltuklarda bulunan ayak koyma bölgesinin yeni tasarımda optimize edilerek iyileştirilmesi
- Mevcut koltuklarda kullanılan servis tablasının optimize edilmesi

Amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda analizler ve tasarımsal iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir.

Resim 4.1.'de mevcut koltuk tasarımına ait 3D modelin CATIA yazılımı kullanılarak 3 modelin oturma duruş pozisyonuna getirilerek modellendiği durum gösterilmektedir. Kullanılan koltuk modelinde baş/boyun desteği, bacak desteği ve ayak desteği kullanılmadığı duruma ait modellemelerdir.

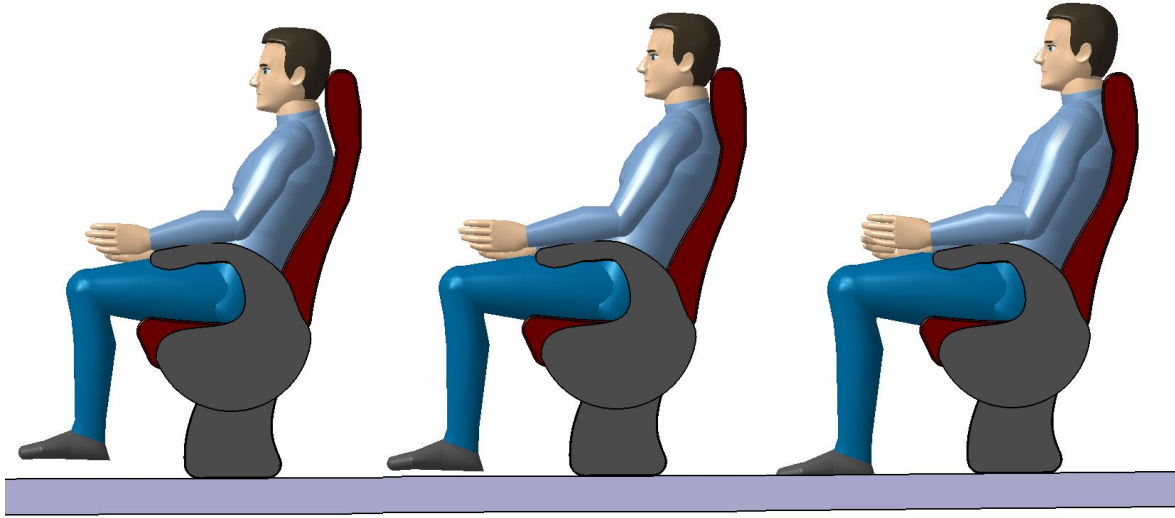


Resim 4.1. Mevcut koltuk durunu için sırasıyla %5, %50, %95'lik modeller

3 model ile yapılan modelleme ve analiz sonucunda elde edilen sonuçlar şunlardır;

%5, %50 ve %95'lik modeller ile yapılan modelleme ve analiz sonucunda, anket sonuçlarında da görüldüğü gibi modellerin baş ve boyun temas bölgesi, kolçak uzunluğu, minder genişliği gibi durumlarda farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar ergonomik olarak

problemler oluşturmaktadır. Resim 4.2.'de de görüldüğü gibi bu bölgeler için optimizasyon çalışması yapılması gerekmektedir.



Resim 4.2. Sırasıyla %5, %50 ve %95'lik modellerin gösterimi

Resim 4.2.'de görüldüğü gibi 3 model içinde oturma durumundaki kıyaslamalar yapılmıştır. Model yüzdeliği büyüdükçe özellikle baş ve boyun bölgesinde temas bölgesi azalmaktadır. Bu durumlarda boyun ve baş desteği oluşmaktadır. Model yüzdeliği küçüldükçe Zemin ile temas zorlaşmaktadır. Bu durumlar da ayak desteği ihtiyacı oluşturmaktadır. Miden uzunluğunda modeller büyüdükçe koltuk minderi ile vücut bölgesi temasının azaldığı gözükmemektedir. Önceden yapılan araştırmalar sonucunda da elde edilen bilgi ve kullanımlardan gelen geribildirimlerde minder uzunluğunun antropometrik özelliklere göre ergonomik konfor farklılığı yarattığı anlaşılmaktadır. %5'lik durumdaki model kullanımında minder uzunluğu, genişliği ve sırtlık uzunluğu uygun olduğu gözükmemektedir. 3 model içinde koltuk minderi, genişliği ve sırtlık uzunluğu optimize edilecek şekilde tasarlanarak konfor açısından problem ortadan kaldırılabılır durumdadır. Resim 4.3., Resim 4.4. ve Resim 4.5.'te ise bu duruş pozisyonundayken elde edilen RULA analiz sonuçları yer almaktadır.

RULA Analysis (Manikin1)

Side: ☐ Left ☒ Right

Parameters

Posture
☐ Static ☒ Intermittent ☐ Repeated

Repeat Frequency
☒ < 4 Times/min. ☐ > 4 Times/min.

☒ Arm supported/Person leaning
☐ Arms are working across midline
☐ Check balance

Load: 0kg

Score
 Final Score: 4
 Investigate further

Details

Upper Arm:	1	Green
Forearm:	2	Yellow
Wrist:	2	Yellow
Wrist Twist:	1	Green
Posture A:	2	Green
Muscle:	0	Green
Force/Load:	0	Green
Wrist and Arm:	2	Green
Neck:	1	Green
Trunk:	4	Yellow
Leg:	1	Green
Posture B:	5	Yellow
Neck, Trunk and Leg:	5	Orange

Close

Resim 4.3. %5'lik modelin RULA analiz sonuçları

RULA Analysis (Manikin1)

Side: ☐ Left ☒ Right

Parameters

Posture
☐ Static ☒ Intermittent ☐ Repeated

Repeat Frequency
☒ < 4 Times/min. ☐ > 4 Times/min.

☒ Arm supported/Person leaning
☐ Arms are working across midline
☐ Check balance

Load: 0kg

Score
 Final Score: 4
 Investigate further

Details

Upper Arm:	1	Green
Forearm:	2	Yellow
Wrist:	2	Yellow
Wrist Twist:	1	Green
Posture A:	2	Green
Muscle:	0	Green
Force/Load:	0	Green
Wrist and Arm:	2	Green
Neck:	2	Green
Trunk:	4	Yellow
Leg:	1	Green
Posture B:	5	Yellow
Neck, Trunk and Leg:	5	Orange

Close

Resim 4.4. %50'lik modelin RULA analiz sonuçları

RULA Analysis (Manikin1)

Side: ☐ Left ☒ Right

Parameters

Posture
☐ Static ☒ Intermittent ☐ Repeated

Repeat Frequency
☒ < 4 Times/min. ☐ > 4 Times/min.

☒ Arm supported/Person leaning
☐ Arms are working across midline
☐ Check balance

Load: 0kg

Score
 Final Score: 4
 Investigate further

Details

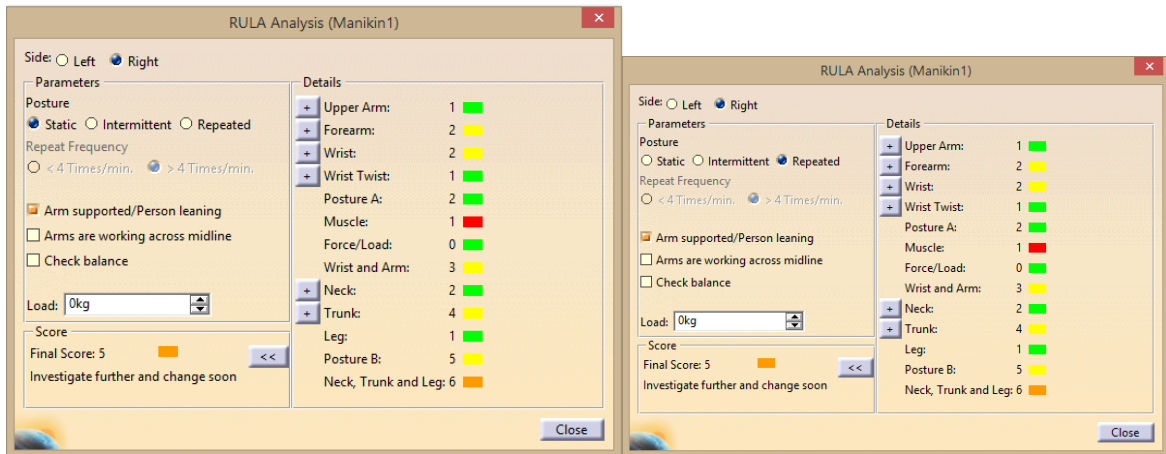
Upper Arm:	1	Green
Forearm:	2	Yellow
Wrist:	2	Yellow
Wrist Twist:	1	Green
Posture A:	2	Green
Muscle:	0	Green
Force/Load:	0	Green
Wrist and Arm:	2	Green
Neck:	2	Green
Trunk:	4	Yellow
Leg:	1	Green
Posture B:	5	Yellow
Neck, Trunk and Leg:	5	Orange

Close

Resim 4.5. %95'lik modelin RULA analiz sonuçları

Elde edilen RULA analiz sonuçları 3 model içinde 4 olarak çıkmaktadır. Bu skor değeri duruş pozisyonunun ergonomik açıdan skor değerinin düşük aralıkta olduğu fakat araştırmalar yapılarak iyileştirilmelerin yapılması gerektiğini göstermektedir. Aralıklı zamanlarla bu duruş pozisyonunda olduğu varsayılarak analizler yapılmıştır. Vücut bölgelerindeki RULA analiz skorları incelendiğinde boyun, gövde ve ayak bölgeleri için skor değeri 5 olarak sonuçlanmaktadır. Bu değer ergonomik açıdan hemen iyileştirme yapılması gereken bir değerdir. Gövdenin daha rahat olduğu ve özellikle uzun yolculuklarda yatış pozisyonuna geldiğindeki duruş pozisyonu için ergonomik açıdan rahatlık sağlıyor olması gerekmektedir. Gövdenin yan bölgelere doğru yapacağı eğilimde analiz sonuçlarında gövde bölgelerinde kötü sonuçlar çıkarmaktadır. Boyun ve baş bölgesinde temas yüzeyinin azalması boyun bölgesinin yan bölgelere doğru istemsiz hareket etmesine sebep olmaktadır ve bu durumun uzun süre boyun kısmının sağ veya sola doğru eğilmiş şekilde duması ergonomik açıdan olumsuzluklar yaratmaktadır.

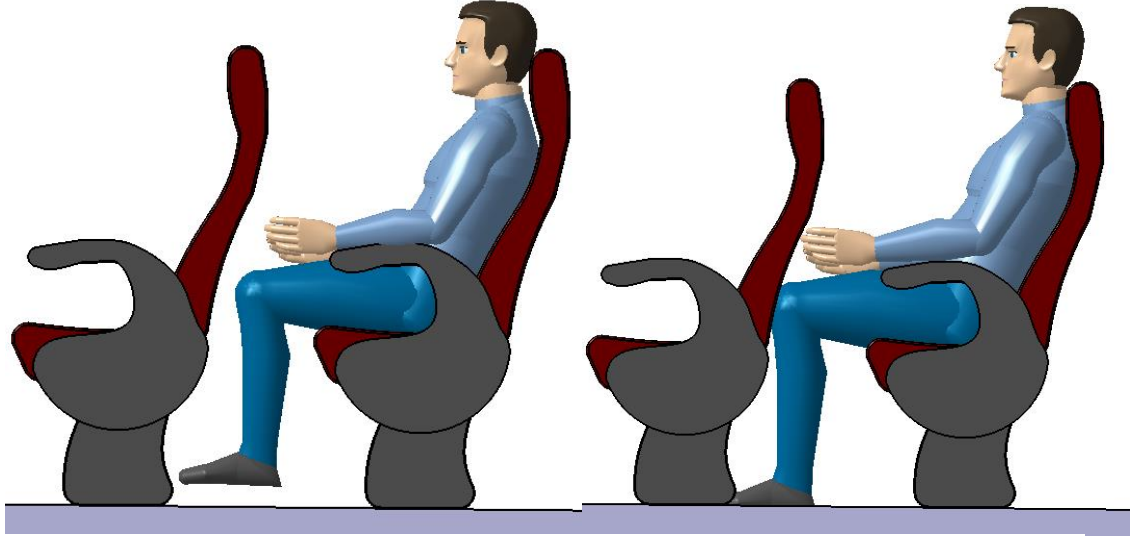
%95'lik modele ait statik ve tekrarlamalı analiz sonuçları Resim 4.6'da gösterilmektedir.



Resim 4.6. %95'lik modelin statik ve tekrarlamalı RULA analiz sonuçları

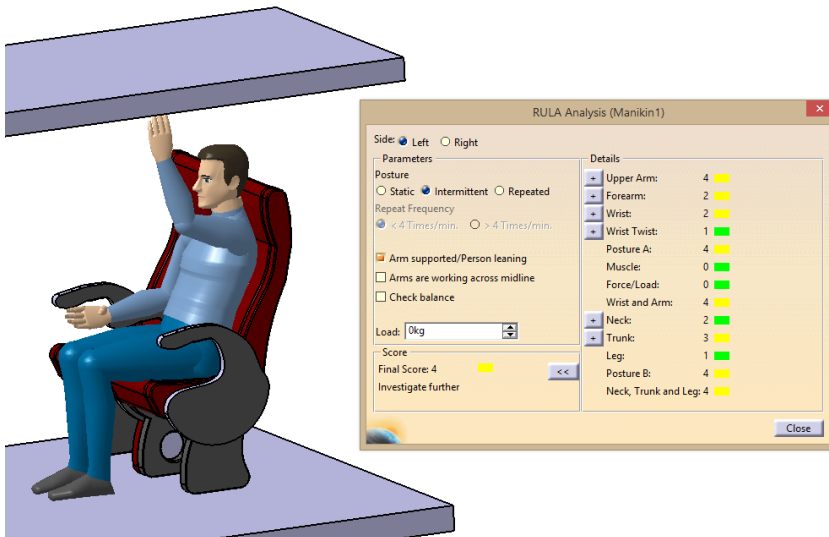
Resim 4.6.'da görüldüğü gibi statik ve tekrarlamalı çözümlerde RULA analiz skor değeri 5 olmaktadır. Bu durum yakın zaman içerisinde iyileştirmelerin yapılması gerektiğini ve elde edilen skor değerinin ergonomik açıdan orta değerde olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle sabit veya tekrarlamalı olarak Resim 4.2'de yer alan duruş pozisyonunda durduğunda kas bölgelerinde yük birikimleri oluşmaktadır. Skor değeri 1 olarak çıkmaktadır fakat renk olarak kırmızı çıkması problem oluştuğunu göstermektedir. Sıklıkla yaşanan bir problemde iki koltuk arası mesafelerden kaynaklı olarak diz ile koltuk temasının oluşmasıdır. Ortalama

olarak müşteriler koltuk arası mesafeyi 750 mm olan durumları tercih etmektedirler. Araç içerisine maksimum sayıda yolcu almak için de çoğu müşteri tarafından bu değer 750 mm'den daha yüksek değerlere çıkmamaktadır. Resim 4.7.'de %5 ve %95'lik modeller için CATIA'da modellenmiş duruma ait görseller gözükmemektedir.



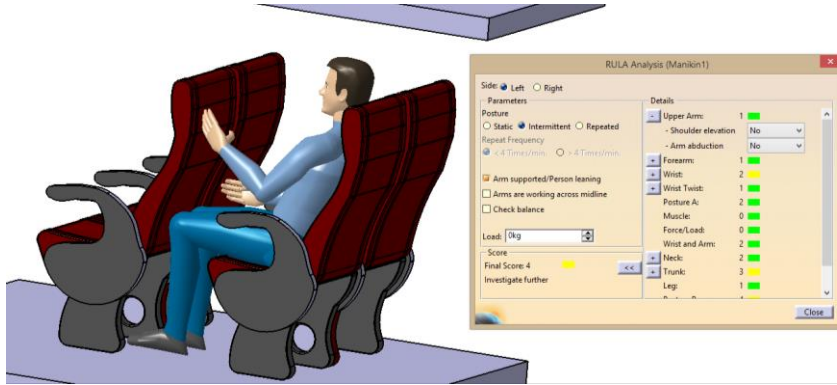
Resim 4.7. %5 ve %95'lik modellerin koltuk arası durumuna ait modellemesi

Bir başka problem ise oturma duruş pozisyonu sırasında baş kısmı üzerinde bulunan yolcu paneli veya servis seti kullanımından kaynaklı yaşanan ergonomik problemlerdir. Bu durum için mevcut koltuklarda da yeni tasarım koltuklarında da aynı problem mevcuttur. Mevcut koltuk modeli baz alınarak bu konuda yapılan analiz Resim 4.8.'de, çözüm önerisi ise Resim 4.9.'da gösterilmektedir.



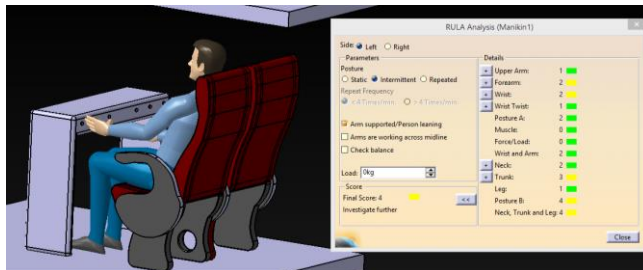
Resim 4.8. Yolcu paneli veya servis setine erişimine ait RULA analiz sonucu

Resim 4.8.'de görüldüğü gibi üst kol bölgesinde skor değeri 4 olarak çıkmaktadır. Omuz yüksekliğini aşacak şekilde kol hareketinden kaynaklı ergonomik açıdan iyileştirme yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Genel final skor değeri ise 4 olarak elde edilmiştir. %50'lik ortalama değer ölçülerine sahip model kullanılarak analiz yapılmıştır. %95'lik model boyutsal olarak daha yüksek değerlere sahip olduğu için anket sonuçlarında da ortaya çıkan değerler göz önüne alındığında çok problem yaşamamaktadırlar.



Resim 4.9. Yolcu paneli veya servis seti kullanımı için çözüm önerisi

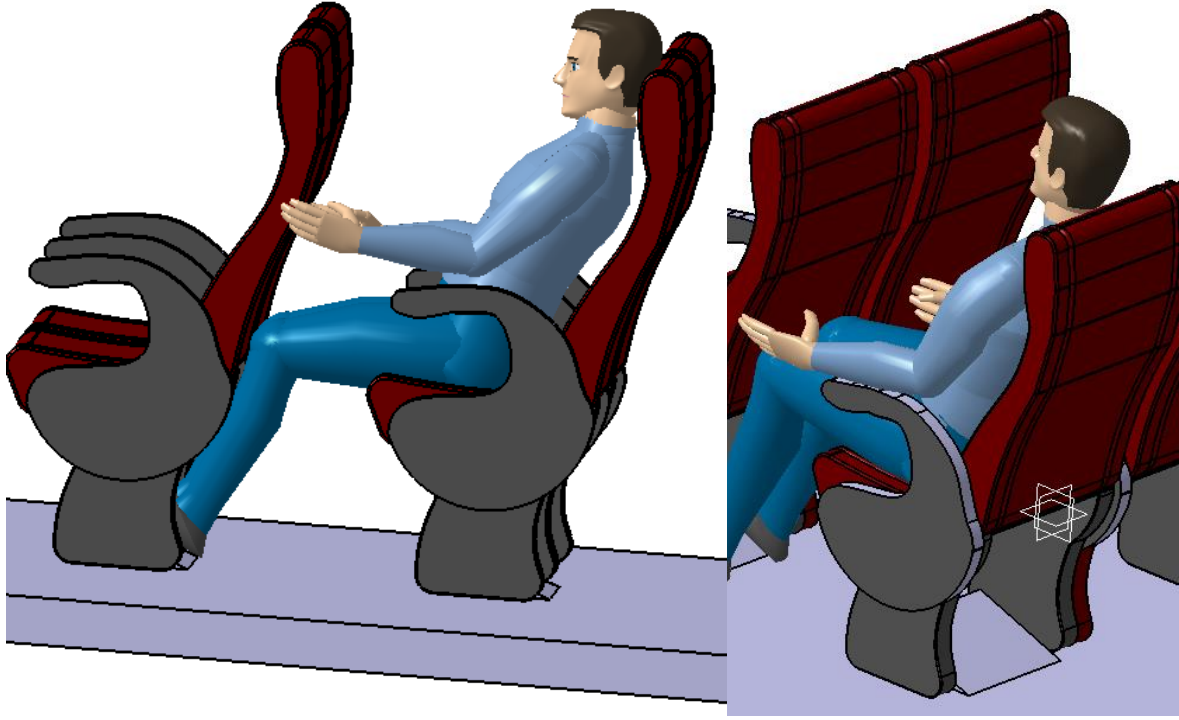
Baş üst bölgesinde bulunan havakanalında yer alan yolcu paneli veya servis seti için kontrol panellerinin bir öndeki koltuk üzerine yerleştirilerek, yolcunun daha ergonomik açıdan kullanmasını sağladığı ve 3 model içinde uygun sonuç olduğu elde edilmiştir. Kol değeri skoru 1 olarak elde edilmiş ve kabul edilebilir durumdadır. Mevcut tasarımda da yeni koltuk tasarımında da bu durum için bir önceki koltuk üzeri panel ile çözüm alınmıştır. Otobüslerde en önde yer alan koltuklar içinde servis tablası üzerine yerleştirilerek çözüm alınabilmektedir. Resim 4.10.'da en önde bulunan yolcular için panel erişim gösterimi yer almaktadır.



Resim 4.10. En öndeki yolcu için yolcu paneli veya servis seti kullanımı için çözüm önerisi

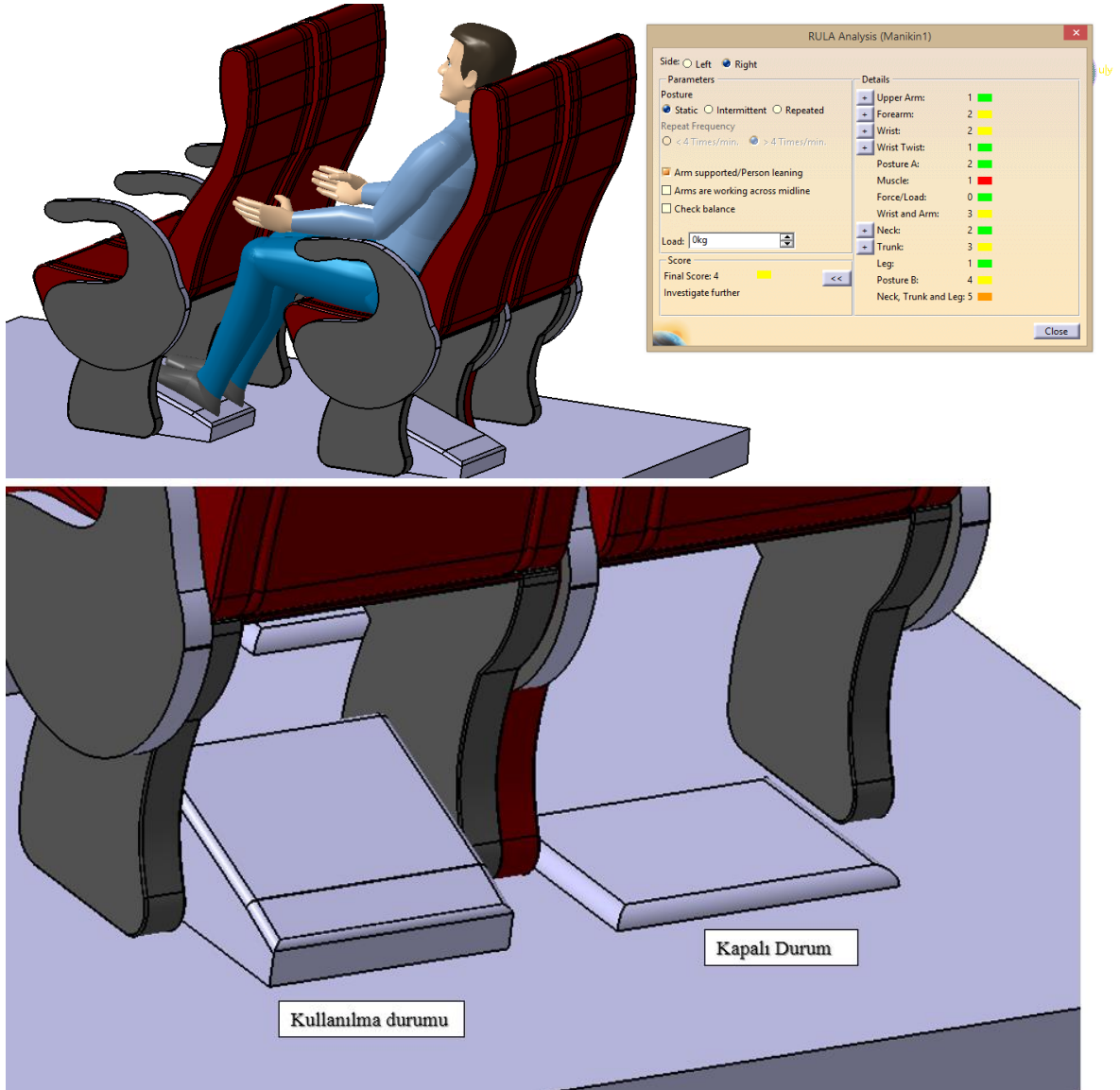
Otobüs koltukları için ayak koyma bölgelerinde yatış olmadan sadece oturma duruşu sırasında kullanılacak ayak destek bölgeleri bulunmaktadır. Bu bölgelerin kullanımında

bacak boyu kısa olan kullanıcılar konfor bakımından tam verim alamamaktadırlar. Resim 4.11.'de bu duruma ait 3D data modellemesi gösterilmektedir. Ayak destek kullanımı sayesinde bacak bölgelerindeki hareket daha rahat olmaktadır.



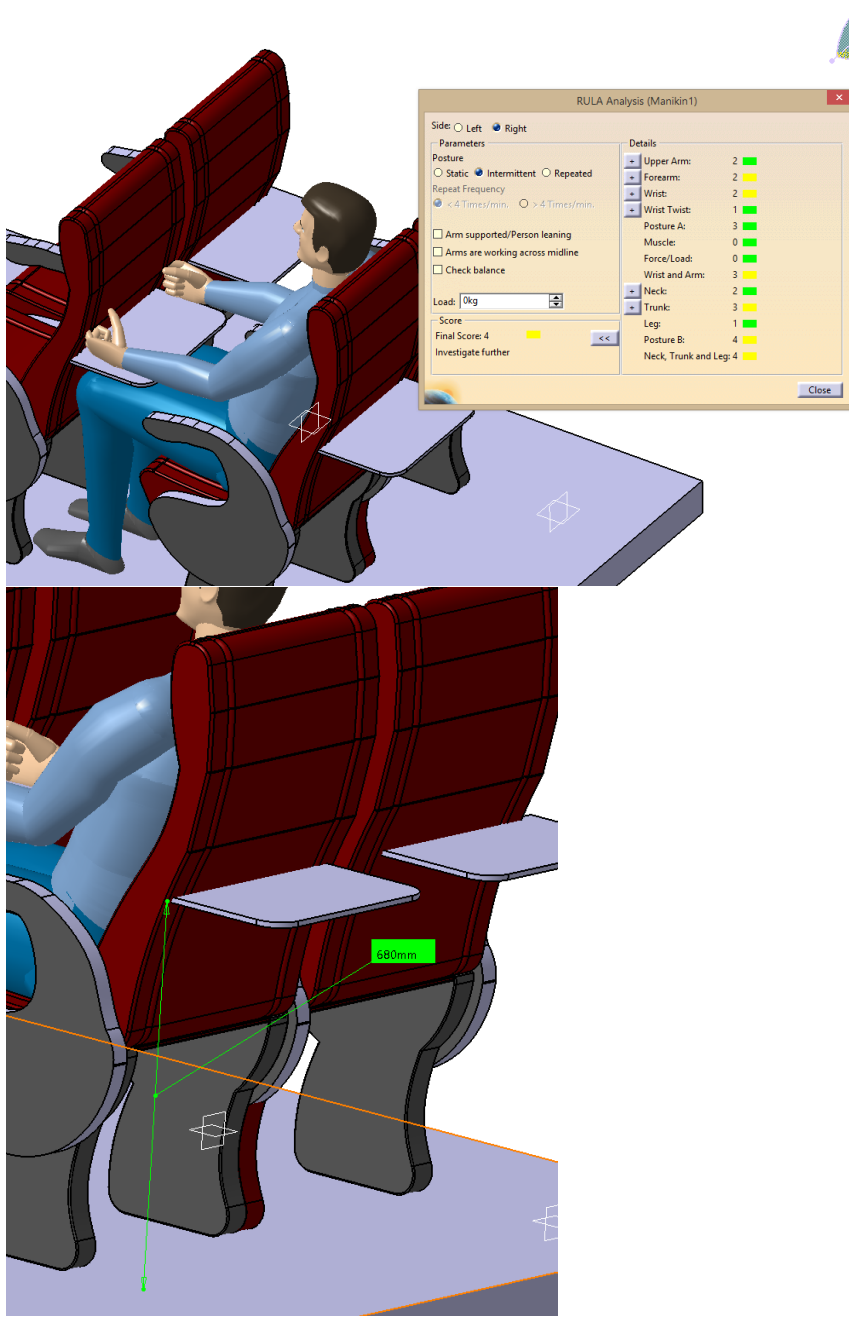
Resim 4.11. Sırasıyla %5 ve %95'lik modellerin aynı ayak destek kullanımı gösterimi

Resim 4.11.'de gösterilen gösterimden de anlaşılacağı gibi %5'lik modelde ayak koyma bölgesi kullanımı için vücut koltuk ön bölgesine doğru hareket etmek zorunda kalacak ve koltuk ile baş bölgesi temas ettiğinde bel ve sırt bölgesinde temassız bölge oluşacaktır. Koltuk ergonomisinde en çok karşılaşılan sorunların başında temassız bölgelerin oluşması olarak önceden yapılan çalışmalarda da gözlemlenmiştir. Temassız bölgelerin oluşması bel ve sırt bölgelerinde gerilmeler meydana getirmekte ve ergonomik açıdan uygunsuzluk oluşmaktadır. Bu konuda alınan ergonomik çözüm için koltuk altlarına denk gelecek şekilde yere sabit ve belirli kademeleri olan ayak destek bölgesi tasarımı yapılmıştır. Kullanıcı kendine göre ayak destek parçasını kademeli olarak yukarı kaldırabilir şekilde mevcut ve yeni tasarım koltuklarda uygulanması önerilmektedir. Destek parçasının zeminden Z yönünde yukarı hareket ettirilmesiyle beraber %5'lik durumdaki model için çözüm alınmıştır. Elde edilen analiz sonucunda ayak bölgesindeki skor değeri vücut dengelemesi yapması durumunda 1 değerini almıştır ve kırmızı renk sonuçlarda bulunmamaktadır. Bu durum ergonomik olarak iyileştirmenin uygun olduğunu göstermektedir. Resim 4.12.'de bu duruma ait 3D model ve RULA analizi sonuçları gösterilmektedir.



Resim 4.12. Ayarlanabilir ayak desteği ve %5'lik model için RULA analiz sonucu

Servis tablası kullanımı sadece koltuk düz olduğu yani yatış pozisyonunda olmadığı durumlarda kullanılmaktadır. Bu durum için ergonomik analiz yapıldığında kol bölgelerine çok yüklenme yapılmadığı için ergonomik risk oluşturmamaktadır. Fakat antropometri özelliklerine bağlı olarak kullanıcılarda oluşan özelliklerden kaynaklı bacak bölgesiyle temas, diz çarpması gibi problemler oluşmaktadır. Bunun için servis tablasını koltuk üzerinde Z yönünde hareket ettirecek hareketli bir sistem ile kullanarak bunların önüne geçilebileceği önerisi sunulmaktadır. Resim 4.13.'te %95'lik model için uygun servis tablası çalışması ve ergonomik analizi yapılmıştır. Vücut bölgelerindeki RULA skorlarına bakıldığında uygunsuzluk gözükmemektedir. Yerden yüksekliği 680 mm olarak sabitlendiğinde de servis tablası kullanımı uygun olmaktadır.



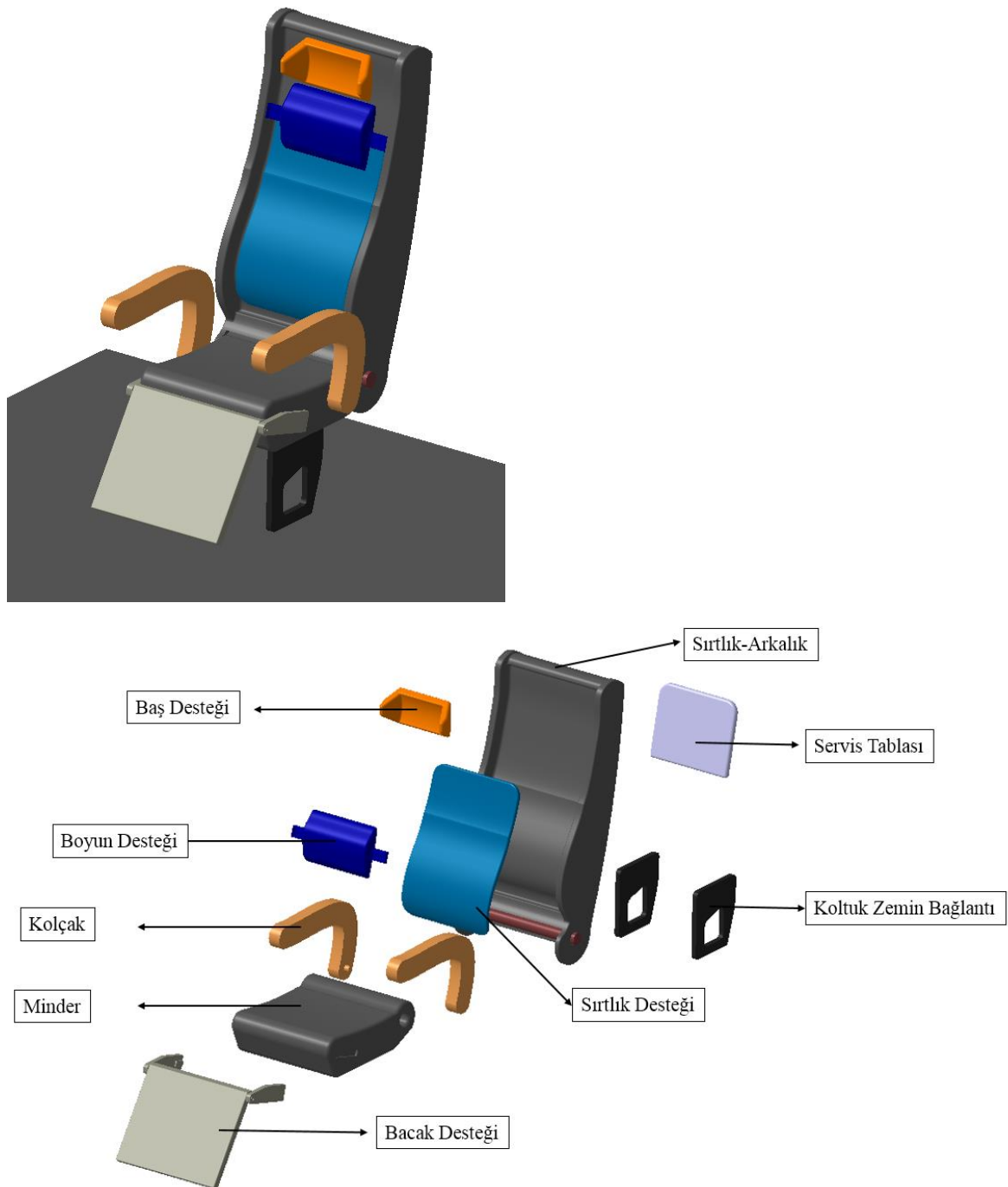
Resim 4.13. Servis tablası kullanma durumu ve yerden yüksekliği gösterimi

4.3. Ergonomik Koltuk Tasarımı

Tez çalışmasındaki yapılan koltuk çalışmasında en önemli tutulan kriter, ergonomik şartlara en uygun oturma pozisyonu ve yatış duruş pozisyonundaki en ideal durum göz önünde tutularak koltuk ince hatları oluşturulmuştur. Mevcut koltuklardaki ergonomik problemleri çözmek için elde edilen veriler yardımıyla koltuk tasarımı yapılmıştır. Yapılan koltuk tasarımı oturma duruş pozisyonu, yatma duruş pozisyonu, ayak destek koyma duruş pozisyonu ve opsiyonel olarak sunulan bacak desteği kullanma durumundaki duruş

pozisyonu için RULA analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde %5, %50 ve %95'lik dijital insan modelleri kullanarak koltuk tasarımı CATIA yazılımıyla yapılmıştır. Analizler ise mevcut koltuktaki gibi CATIA yazılımında yer alan RULA analiz yöntemiyle yapılmıştır.

RULA analiz sonuçlarından önce tez kapsamında tasarımı gerçekleştirilen ergonomik katlanabilir, yatırılabilir koltuğa ait parçaların detaylı bilgileri Resim 4.14.'te gösterilmektedir.



Resim 4.14. Katlanabilir, yatırılabilir ergonomik koltuk konsept tasarımı

Baş desteği: Sökülebilir, takılabilir, ayarlanabilir özellikte. Yumuşak malzeme kullanımı ile baş bölgesinin rahatlamasını ve başın sağ ve sol bölgelere doğru hareketini kısıtlaması ile ergonomik konfor ve sağlık açısından yararlı olmaktadır.

Boyun desteği: Boyun bölgesinin koltuklarda boş kalması en çok karşılaşılan sorunlardan biridir. Kullanılan malzemesinde özelliği ile boyun bölgesinin şeklini alan, sökülebilir, takılabilir olmasıyla her antropometrik özelliğe sahip bireyin rahatça kullanabileceği bir destek parçasıdır. Ergonomik konfor açısından olumlu etkileri bulunmaktadır.

Kolçak: %95'lik modele uygun olarak tasarlanmıştır. Tüm kullanıcıları kapsamaktadır. Kol ve el bölgesi boşta kalmamaktadır.

Minder: VISCO malzeme ile vücudun şeklini almaktadır. Ayrıca Z yönünde aşağı doğru hareket ederek ayakların zemin ile temasını sağlamakta yarar sağlamaktadır. Minder genişliği 460 mm olarak hem analizler hemde önceki çalışmalar sonucunda belirlenmiştir.

Bacak desteği: Çoğu kullanıcı oturuş anında veya yatış anında bacaklarındaki yüklemelerden dolayı ağrı hissettiğini bildirmektedir. Hem ergonomik açıdan hemde sağlık açısından bacak desteği kullanmak yarar sağlamaktadır. Hareketli olması farklı antropometrik özellikteki kullanıcıların da kullanmasına olanak sağlamaktadır.

Sırtlık desteği: Vücudun şeklini alan sırtlık yapısına ek olarak bir katmanda destek kullanılması beli pelvis ve H-point noktalarında oluşacak yüklemeleri azaltmaktadır. Koltuk ile vücut temasını artırmaktadır.

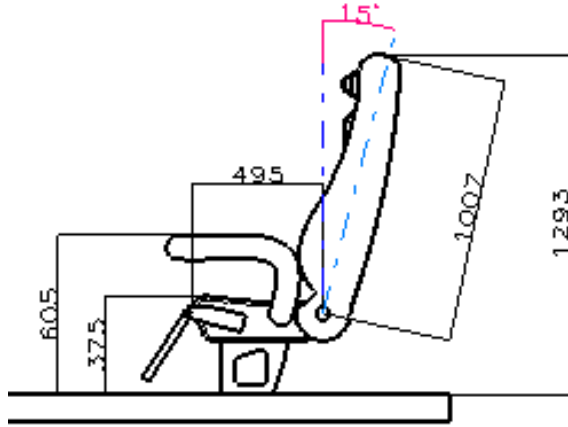
Sırtlık-Arkalık: VISCO malzeme ile vücudun şeklini almaktadır. Yan bölgelerinde vücudun sağ ve sol bölgelere kaymasını engelleyecek destek bölgeleri kullanılmaktadır. Yatış pozisyonu için hareket sırtlık bölgesinden yapılmaktadır.

Zemin Bağlantısı: Zemine veya yan duvarlara bağlantı şekli olarak değişiklik göstermektedir. İskelet yapısı içermektedir.

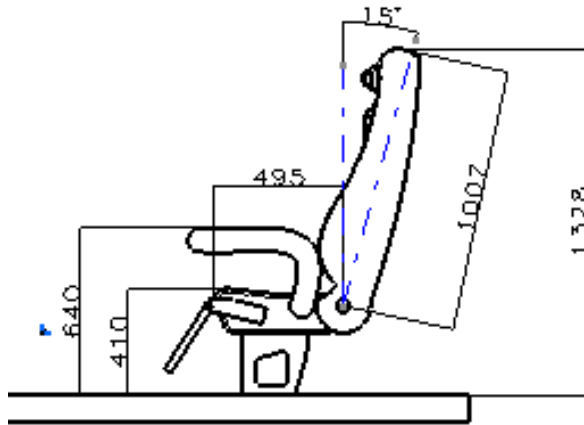
Servis tablası: Kullanıcıların oturma duruş pozisyonunda kullandığı parçadır. Zemin ile paralel olacak şekilde açılmaktadır. Servis tablası ayarlanabilir olması özelliği ile kilo olarak farklı olan kullanıcılarında rahatlık ile kullanması amaçlanmaktadır.

Koltuk dik pozisyondayken %5, %50 ve %95’lik dijital insan modelleri kullanılarak CATIA yazılımında tasarımı gerçekleştirilmiş koltuğa ait RULA analizleri gerçekleştirilmiştir. Resim 4.15.’te dik durumda iken koltuğa ait teknik ölçüler gösterilmektedir.

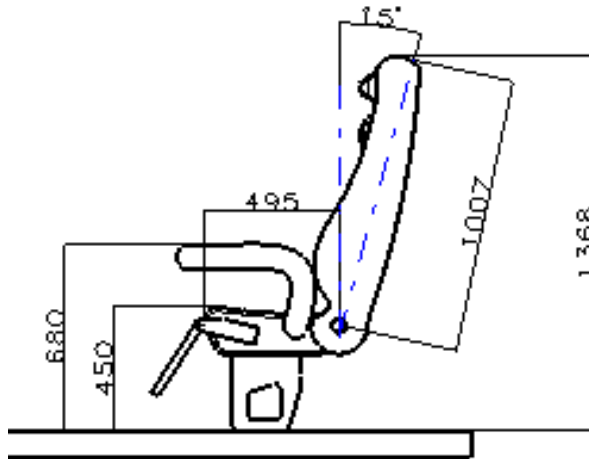
(a)



(b)



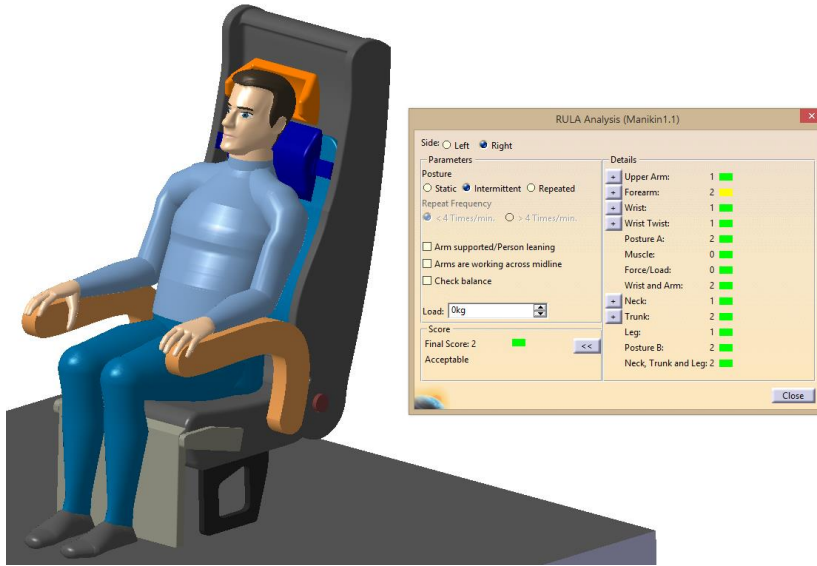
(c)



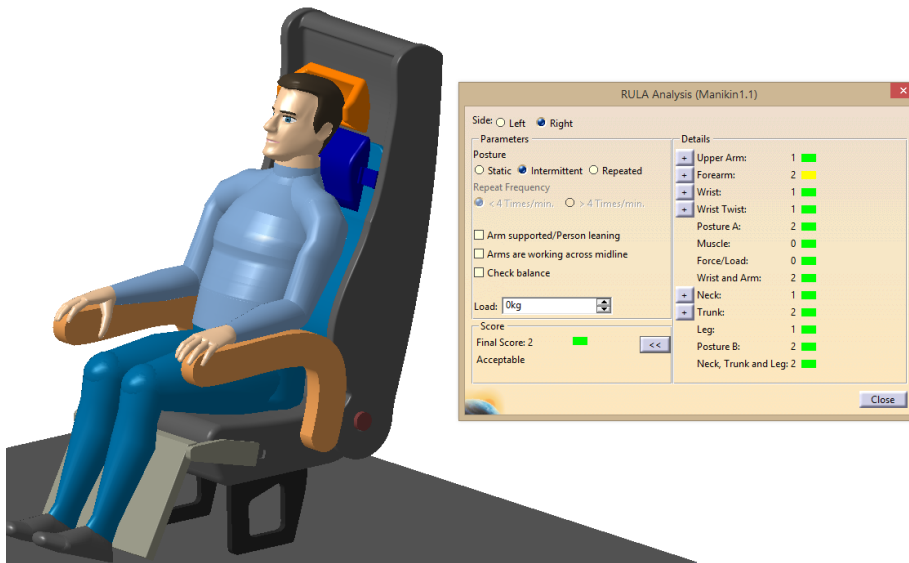
Resim 4.15. Koltuk dik pozisyon teknik ölçüleri (mm cinsinden), (a) %5’lik model için, (b) %50’lik model için, (c) %95’lik model için

Yapılan analizlerde %5, %50 ve %95'lik modellerin oturma duruş pozisyonunda mevcut koltuklarda da yer alan ayakların zemin ile temaslarından ergonomik problemlerin ortaya çıktığı görülmüştür. Bu problemlere çözüm almak için minder bölgesinin koltuk bağlantı bölgeleri yardımıyla Z yönünde aşağı hareket ederek zemin ile temasları sağlanabileceği öneri olarak belirlenmiş ve konsept koltuk tasarımında bu varsayım kabul edilerek analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca koltuğa eklenen bacak destekleri yardımıyla da minder hareketi kullanılmadan da ergonomik konfor rahatlığı sağlanabileceği görülmüştür.

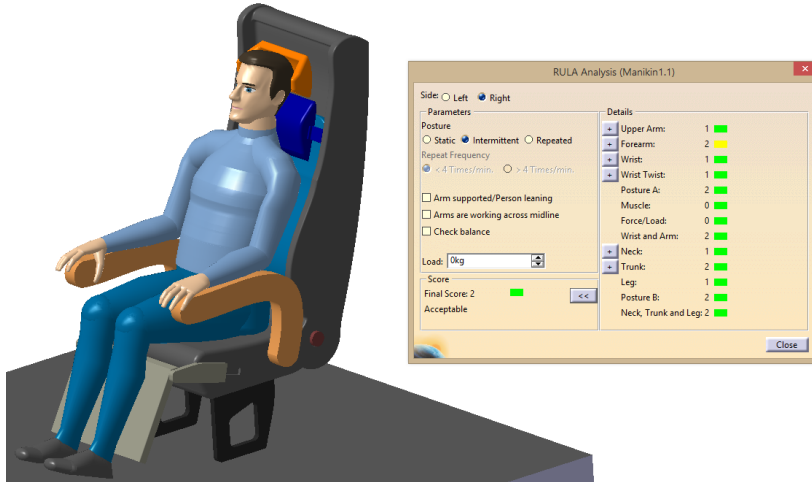
%5'lik model için oturma duruş pozisyonu için yapılan analizler;



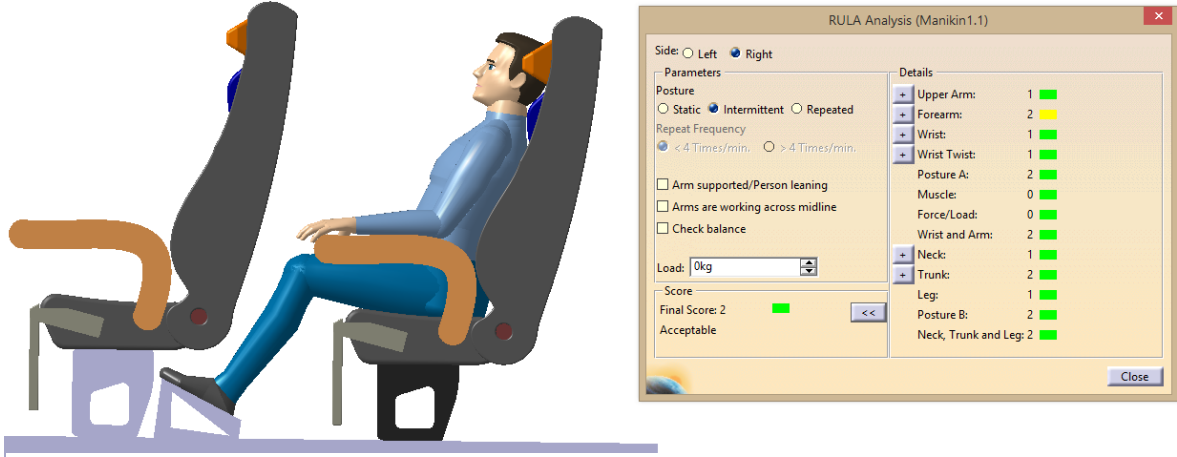
Resim 4.16. %5'lik modelin oturma duruş pozisyonu için analiz sonuçları



Resim 4.17. %5'lik modelin bacak desteği kullanıldığı durum için analiz sonuçları



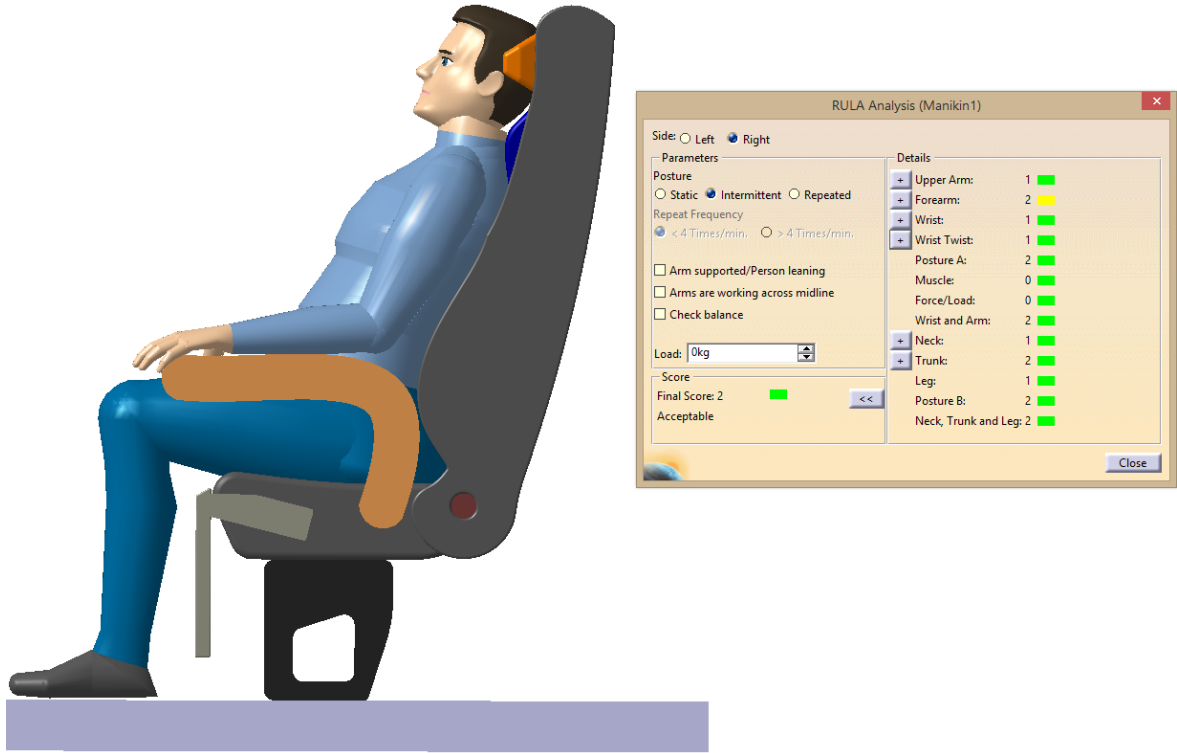
Resim 4.20. %50'lik modelin bacak desteği kullanıldığı durum için analiz sonuçları



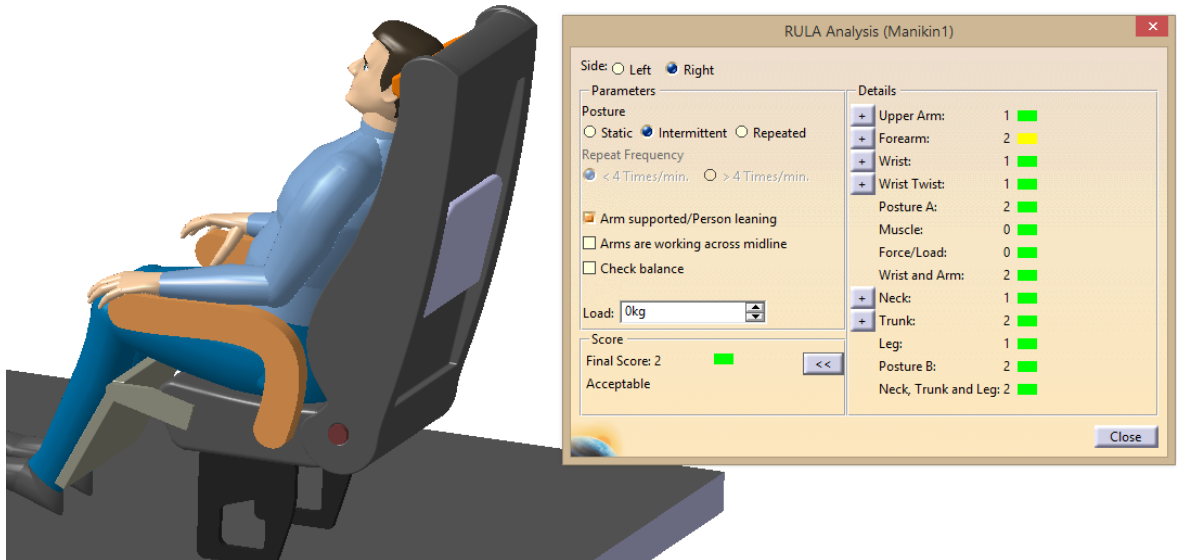
Resim 4.21. %50'lik modelin ayak desteği kullanıldığı durum için analiz sonuçları

Analiz sonucunda elde edilen RULA final skor değerleri 2'dir. Bu değer kabul edilebilir ve ergonomik olarak uygun olduğunu ifade etmektedir. Koltuk minder bölgesinden Z yönünde zemine doğru 40 mm indirilerek ayak ile zemin arasındaki temas sağlanmıştır. Resim 4.19.'da bacak bölgesi 90° olarak zeminle temas etmektedir. Resim 4.20.'de bacak desteği yardımıyla ergonomik değerlere uygun şekilde bacak zemin ile 70°lik açı yapmaktadır. Resim 4.21.'de ise bacak desteği olmadan ayak desteği kullanarak ve bacak zemin ile 60°lik açı yaparak oturma duruş pozisyonu gerçekleştirilmiştir. %50'lik modele uygun şekilde sökülebilir boyun desteği ve baş desteği modele uygun şekilde konumlandırılmıştır. Tüm bu analizler sonucunda sağ ve sol vücut bölgelerini kapsayan %50'lik model için koltuk 15°'lik bir yatış durumunda (dik duruş ifadesi) ergonomik açıdan uygundur.

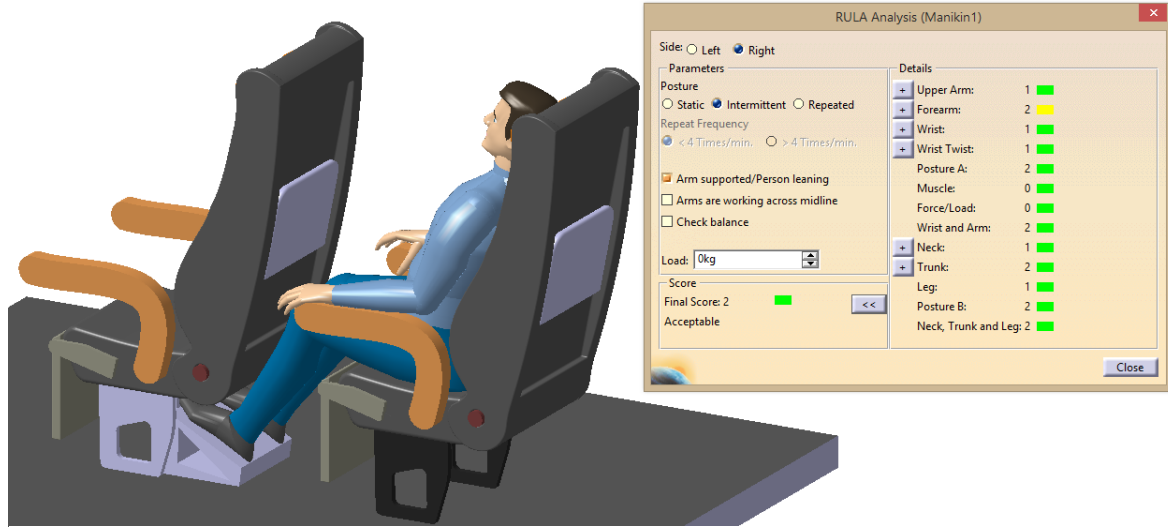
%95'lik model için oturma duruş pozisyonu için yapılan analizler;



Resim 4.22. %95'lik modelin oturma duruş pozisyonu için analiz sonuçları



Resim 4.23. %95'lik modelin bacak desteği kullanıldığı durum için RULA analiz sonuçları

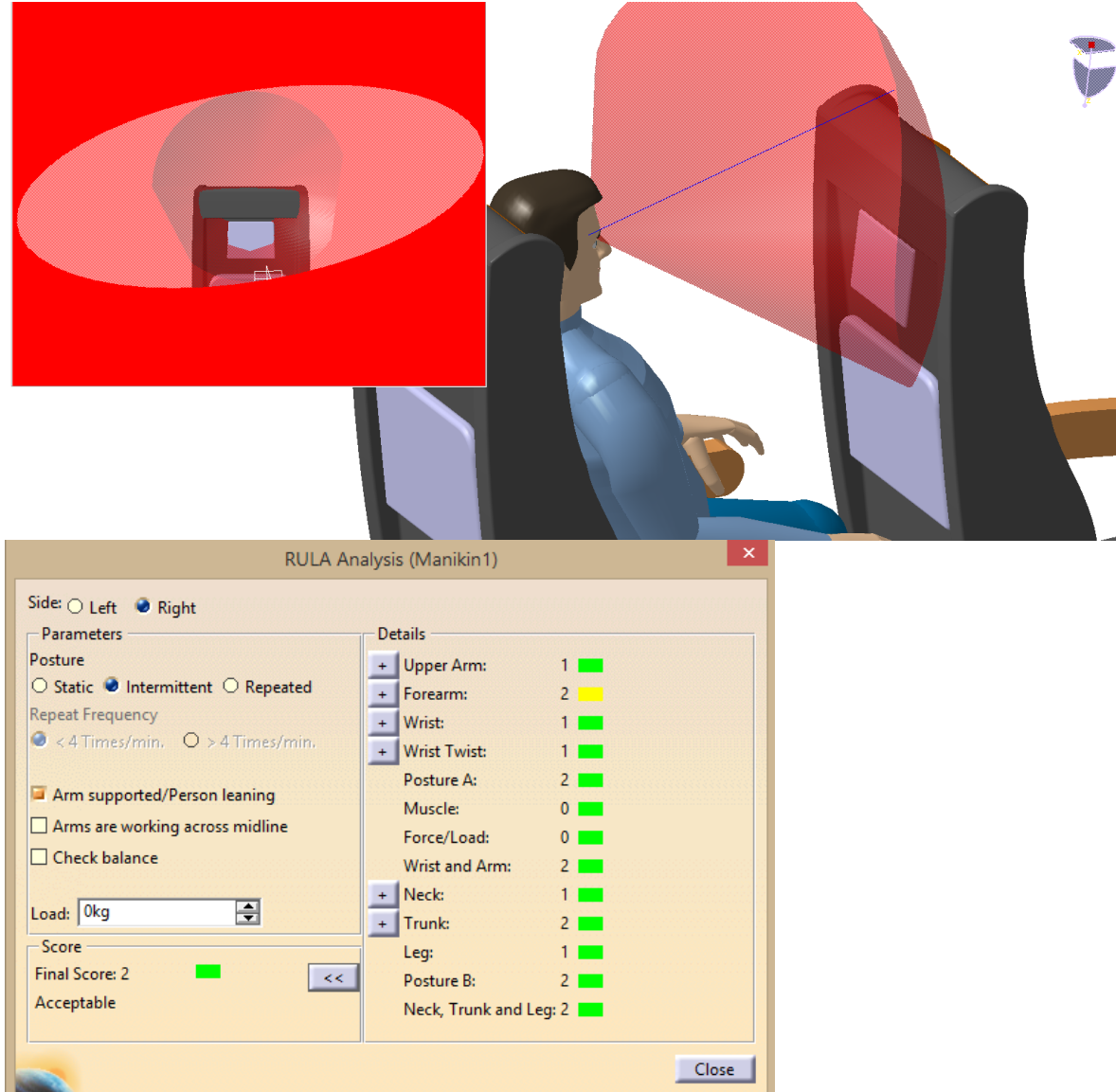


Resim 4.24. %50'lik modelin ayak desteği kullanıldığı durum için RULA analiz sonuçları

Analiz sonucunda elde edilen RULA final skor değerleri 2'dir. Bu değer kabul edilebilir ve ergonomik olarak uygun olduğunu ifade etmektedir. Koltuk normal halindedir. Herhangi bir Z yönünde hareketi yapmamaktadır. Resim 4.22.'de bacak bölgesi 90° olarak zeminle temas etmektedir. Resim 4.23.'te bacak desteği yardımıyla ergonomik değerlere uygun şekilde bacak zemin ile 70°lik açı yapmaktadır. Özellikle vücut ölçü değerleri büyük olan kullanıcılar bacak desteğine daha fazla ihtiyaç duymaktadır. Minder genişliğinin optimizasyonu yapılırken %5'lik ve %95'lik modeller konumlandırılarak optimize edilmiş minder uzunluğu belirlenmiştir. Vücut temas seviyesinin yükseltilmesi için konfor sağlayıcı bacak desteği çoğunlukla antropometri özellikleri daha büyük olan insanlar tarafından tercih edilecektir. Resim 4.24.'te ise bacak desteği olmadan ayak desteği kullanarak ve bacak zemin ile 60°'lik açı yaparak oturma duruş pozisyonu gerçekleştirilmiştir. %95'lik modele uygun şekilde sökülebilir boyun desteği ve baş desteği modele uygun şekilde konumlandırılmıştır. Tüm bu analizler sonucunda sağ ve sol vücut bölgelerini kapsayan %95'lik model için koltuk 15°'lik bir yatış durumunda (dik duruş ifadesi) ergonomik açıdan uygundur.

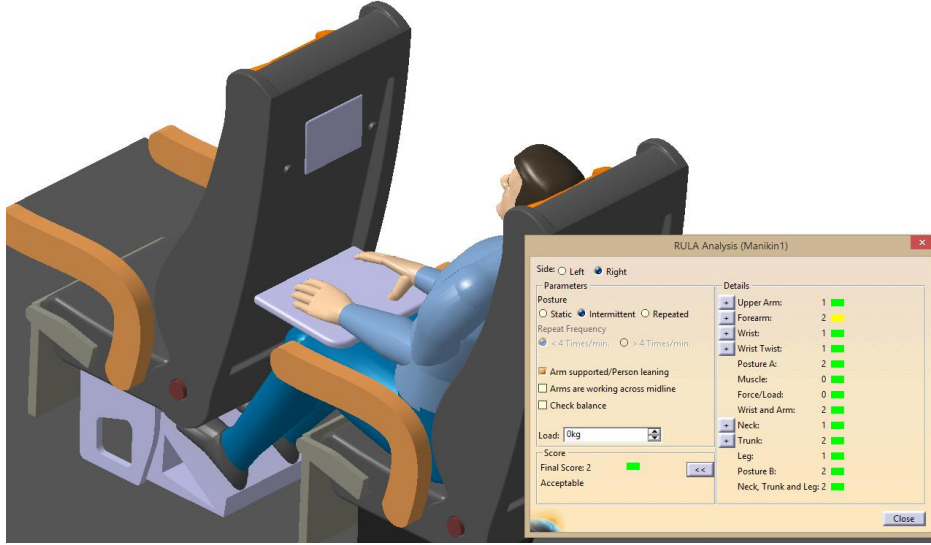
Analizler ve konumlandırmalar sonucunda şekillerde de gösterildiği gibi elde edilen sonuçlar ergonomi alanında duruş pozisyonu olarak uygundur. Minder genişliğinden dolayı %5'lik modelden %95'lik modele doğru temas yüzeyi azalmaktadır. %95'lik model kullanıcısında koltuk minderinde herhangi bir hareket yapılmasına gerek bulunmamaktadır fakat bacak desteği diğer modellere göre daha fazla hareket ettirilmesi gerekmektedir. Farklı boyutlardaki kullanıcılar hareketli yapı ile ergonomik sorunlar ile karşılaşmayacaktır.

Resim 4.25'te ise görüş analizi yer almaktadır. %95'lik model üzerinden yapılan analizde, koltuk arkasında bulunan video oynatıcının görüş alanı içerisinde olup olmadığı analizi yapılmıştır. Video oynatıcı izleyen kişinin duruş pozisyonuna ait RULA analizi sonucuda Şekil 4.25.'te gösterilmiştir.



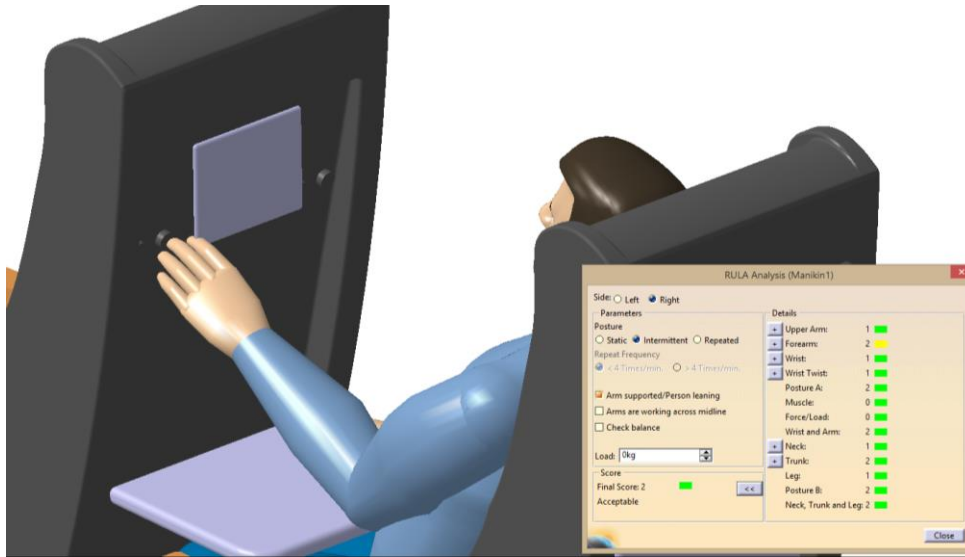
Resim 4.25. Görüş analizi ve RULA skoru tablosu

Servis tablası koltuk dik pozisyondayken kullanıldığından bu duruş pozisyonuna ait %95'lik model kullanılarak RULA analizi gerçekleştirilmiştir. Servis tablası konumunun uygunluğundan kaynaklı olarak kollar çok yukarı bölgelere çıkmamakta ve diz ile servis tablası temas etmemektedir. RULA analiz sonucunda elde edilen final skor değeri 2'dir. Ergonomik olarak servis tablası kullanımı da uygundur. Resim 4.26.'da servis tablasının açık hali ve RULA analiz sonuçları yer almaktadır.



Resim 4.26. Servis tablası kullanımında %95'lik model için RULA analiz değerleri

Yolcu paneli veya servis setinin baş üstünde bulunan havakanalında bulunmasına durumuna ait analizleri mevcut koltuk incelemesinde gerçekleştirmiştik. Analizler sonucunda önde bulunan koltuklar üzerine koyulmasının daha ergonomik olduğu sonucuna varmıştık. Yeni tasarlanan koltukta bu öneriyi kullanarak gerekli analizler yapılmıştır. Resim 4.27.'de yolcu paneli veya servis seti kullanımının koltuk üzerinden yapıldığı duruma ait RULA analiz sonuçları yer almaktadır. Kol, omuz yüksekliğini geçmediği için sonuçlar ergonomik açıdan uygun olarak çıkmaktadır.

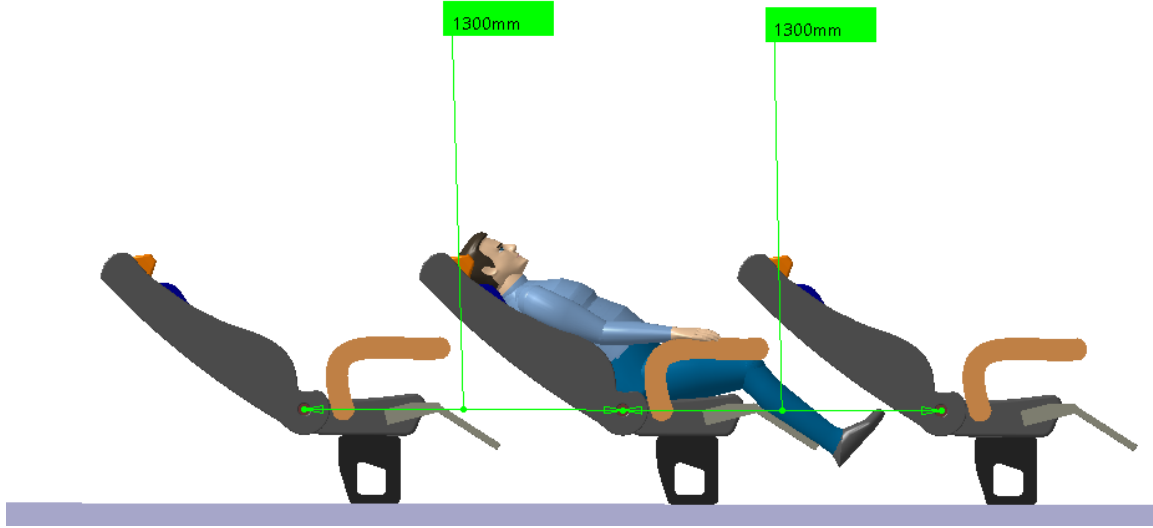


Resim 4.27. Koltuk üzerindeki yolcu paneli, servis seti kullanımı RULA analiz sonuçları

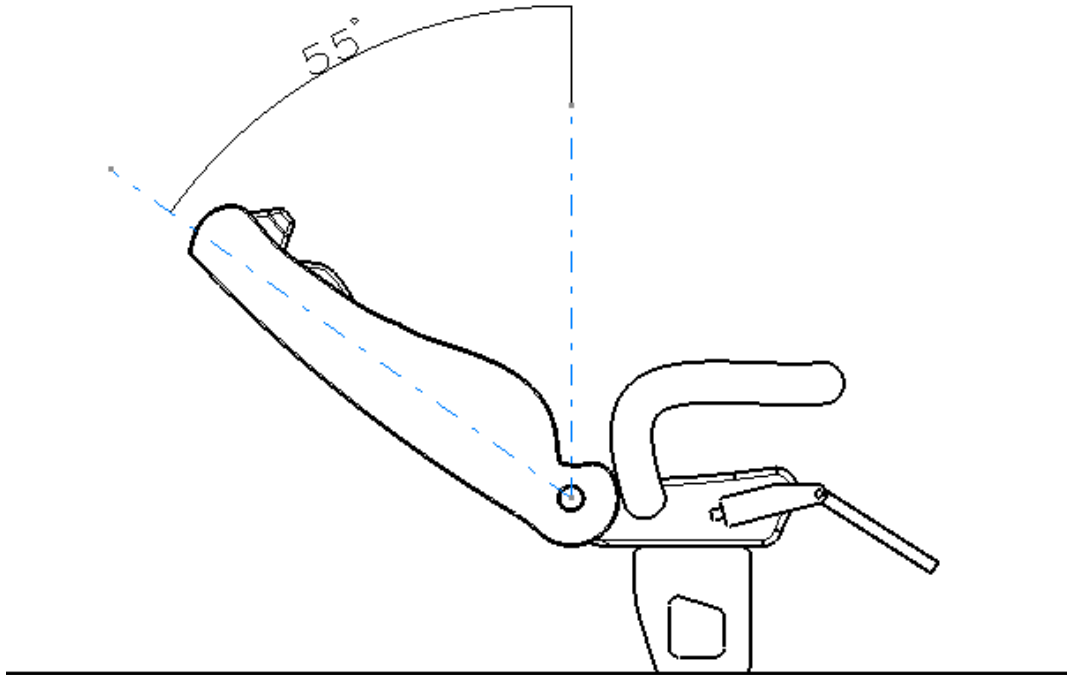
Koltuğun yatırıldığı durumlar için 2 durum bulunmaktadır. Birincisi, koltuğun maksimum yattığı durumu içeren yatma durumunda duruş pozisyonu, ikincisi ise mevcut otobüslerdeki

gibi fazla sayıda koltuğun kullanıldığı durumlarda koltuğun belirli bir açı ile yatırılması durumunu içeren yatma durumunda duruş pozisyonu. Bu iki durum için de duruş pozisyonlarına göre %5, %50 ve %95'lik modelleri içeren, %95'lik model kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

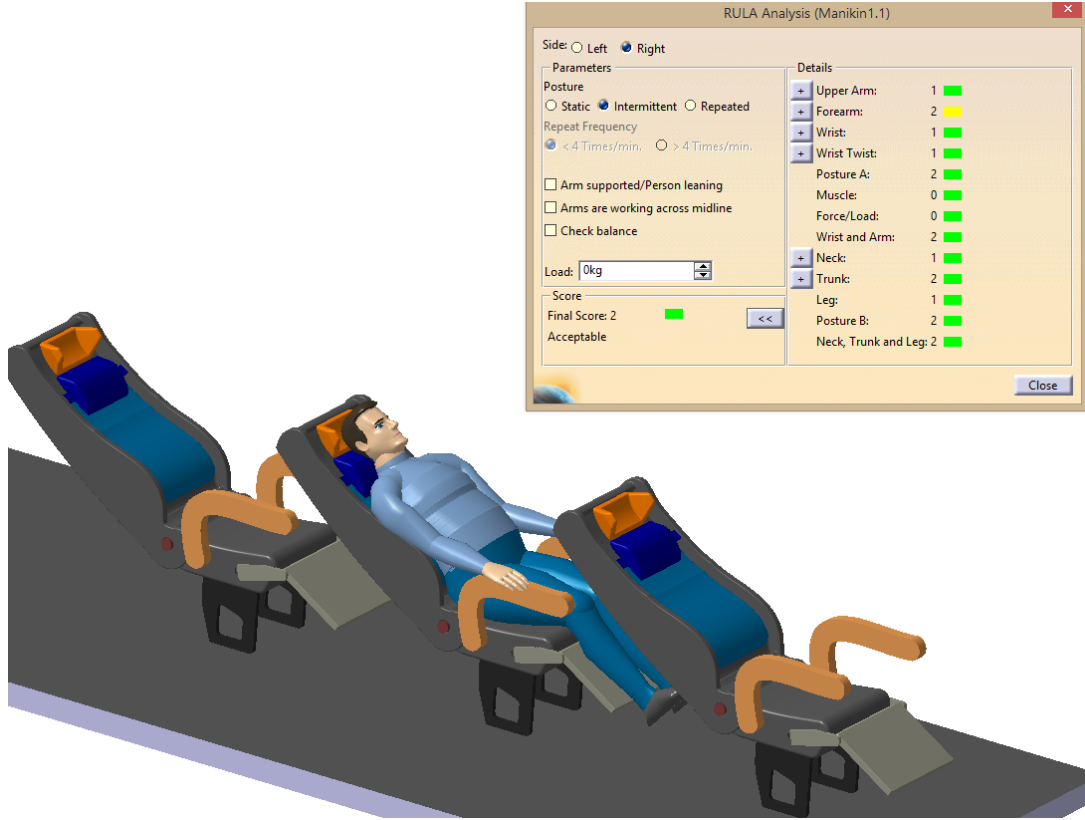
Koltuğun maksimum yatırılma durumunda %95'lik modelin RULA analizleri;



Resim 4.28. Maksimum yatırılan koltuklar arası mesafe gösterimi



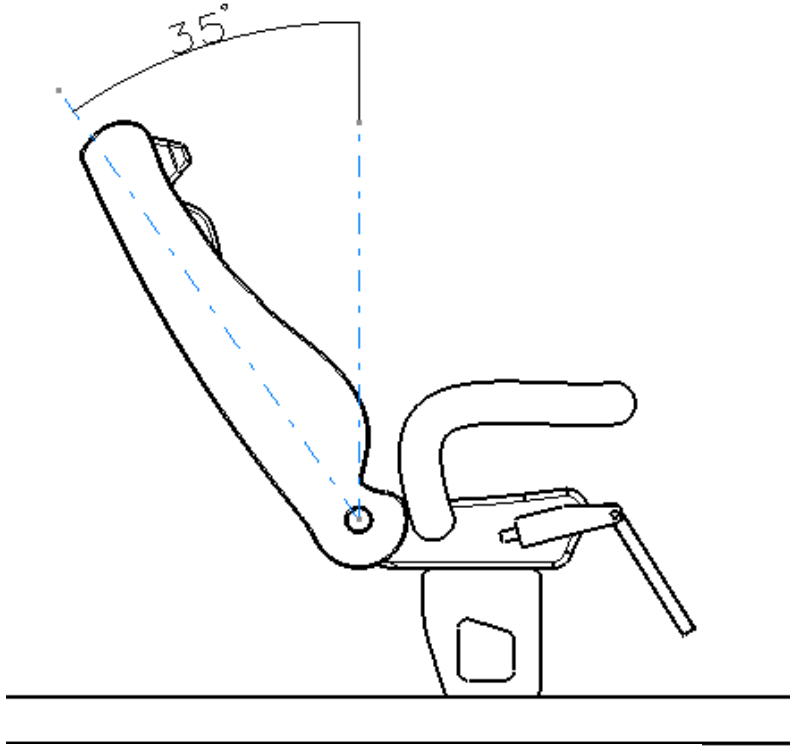
Resim 4.29. Koltuğun maksimum yatma açısı



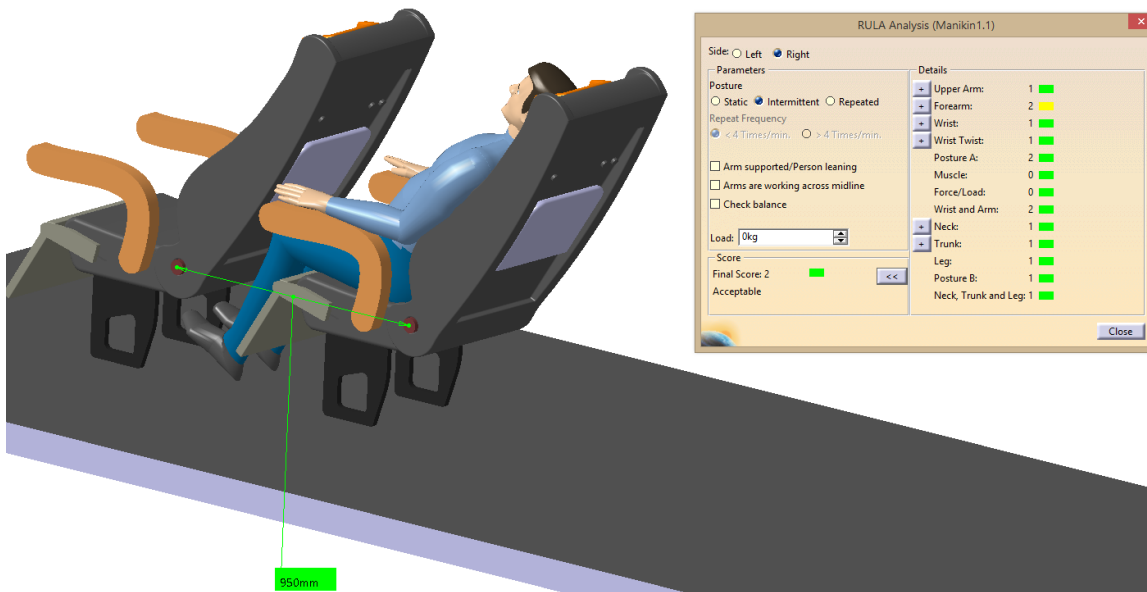
Resim 4.30. Maksimum açıyla yatırılmış koltuğun %95'lik model için analiz sonuçları

Resim 4.28.'de gösterilen koltuklar arası mesafe 1300 mm olarak ayarlandığında yatış pozisyonunda olan modelin ayak ve diz bölgelerinde öndeki koltukta girişim meydana gelmemektedir. Resim 4.29.'da gösterilen maksimum yatma açısı 55° olarak belirlenen koltukta, yatış duruş pozisyonuna göre yapılan RULA analiz sonucu Resim 4.30.'da ki tablodanda görüldüğü gibi final skor değeri 2 olarak elde edilmiştir. Bu duruş pozisyonunda koltuk kullanımı ergonomik olarak uygundur. Yatış durumunda da koltuk sırtlığı üzerinde boyun desteği, baş desteği ve sırtlık desteği ile hem ergonomik hem de daha güvenli duruş pozisyonu içersinde yolculuk edilebilecektir. Fakat koltuk arası mesafe normal şartlarda kullanılanlardan daha fazla olduğu için bu durum çok özel otobüslerde, VIP veya lüks olarak adlandırılan durumlarda müşteriler tarafından tercih edilebilir olacaktır. Özellikle taşımacılık sektöründe az sefer çok insan mentalitesinden kaynaklı olarak çok az seviyede bu tip koltuk arası mesafesine sahip otobüsler satışa sunulmaktadır.

Resim 4.31.'de gösterilen 35° 'lik yatma açısı ile yapılan analizler ve modellemelerde, koltuk arası mesafe Resim 4.32.'de gösterildiği gibi minimum 950 mm olması gerekmektedir. 35° 'lik yatma açısı durumunda oluşan yatma durumuna ait duruş pozisyonu analizinde RULA final skoru değeri 2 olarak elde edilmiştir ve ergonomik olarak uygundur.

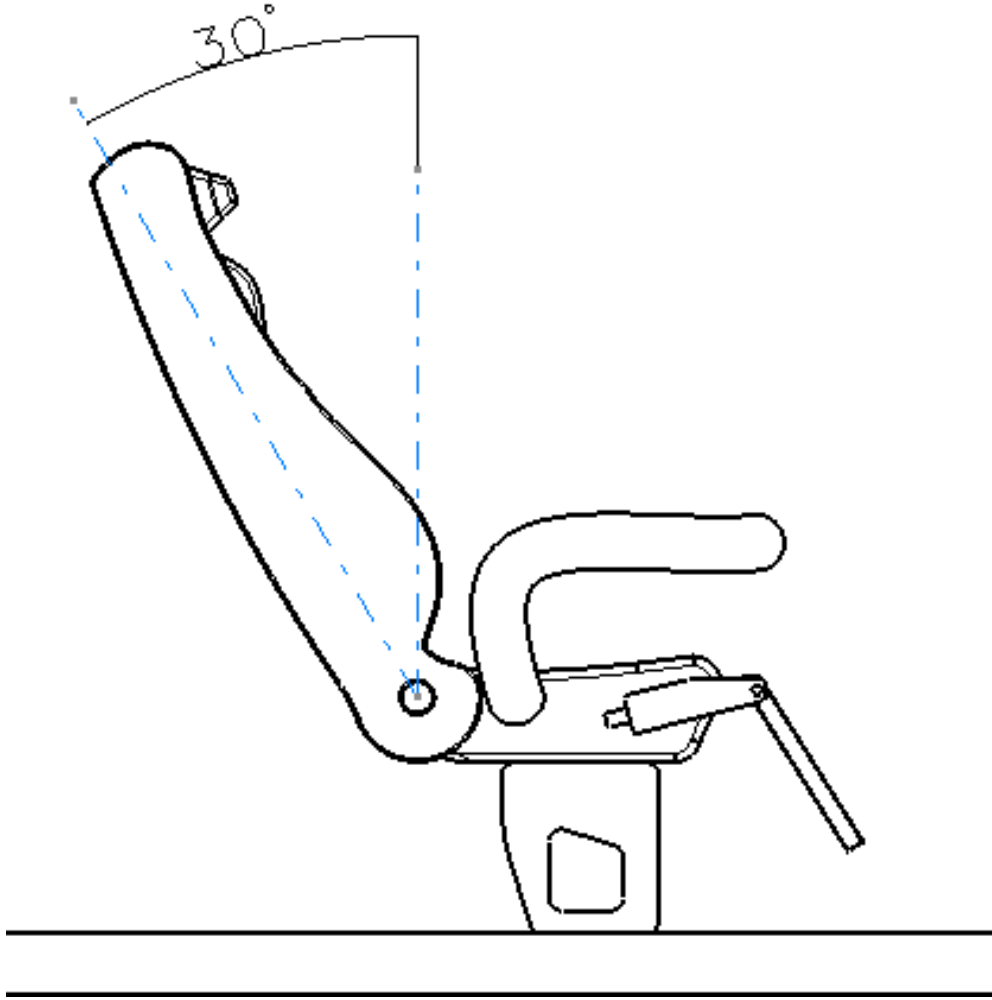


Resim 4.31. 35° yatma açısı durumuna ait gösterim

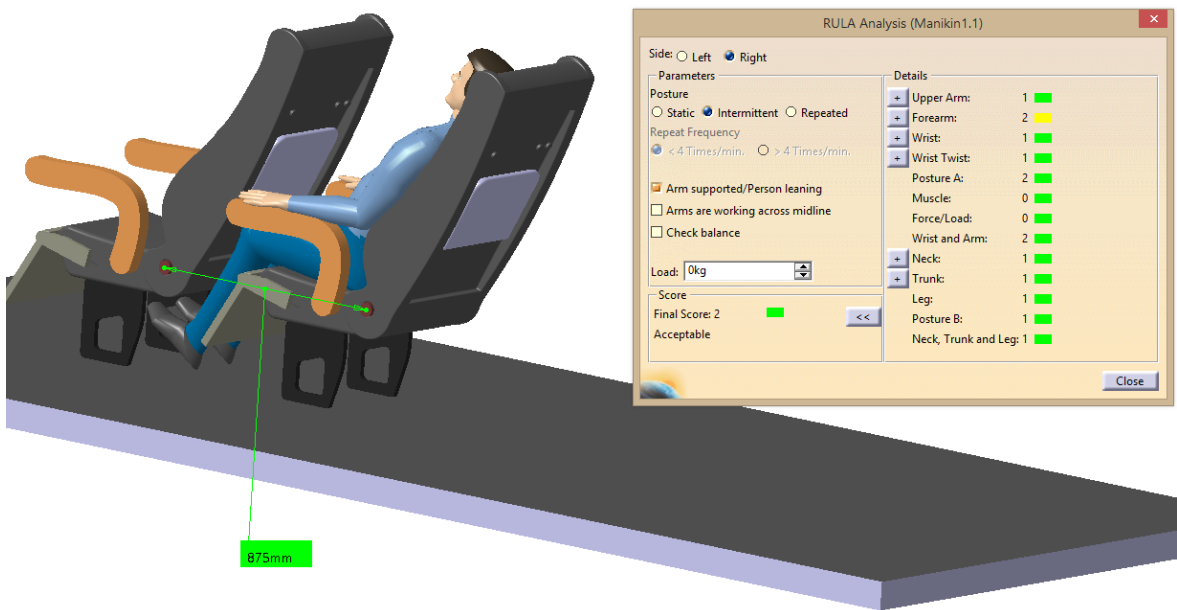


Resim 4.32. 35° yatma açısına ait analiz sonuçları ve iki koltuk arası minimum mesafe

Resim 4.33.'de gösterilen 30°'lik yatma açısı ile yapılan analizler ve modellerde, koltuk arası mesafe Resim 4.34.'de de gösterildiği gibi minimum 875 mm olması gerekmektedir. İki koltuk arası mesafesinin 875 mm olması sektörde de tercih edilme sebebi olacaktır. 30°'lik yatma açısı durumunda oluşan yatma durumuna ait duruş pozisyonu analizinde RULA final skoru değeri 2 olarak elde edilmiştir ve ergonomik olarak uygundur.



Resim 4.33. 30° Yatma açısı durumuna ait gösterimi



Resim 4.34. 30° yatma açısına ait analiz sonuçları ve iki koltuk arası minimum mesafe

4.4. Konsept Seyahat Koltuğunun Kullanılmasına Yönelik Koltuk Yerleşimi

Tez kapsamında konsept tasarımı gerçekleştirilen seyahat koltuğu, müşterilerin isteklerine ve araç içi genişliğine göre farklı koltuk yerleşimleri yapılabilir durumdadır. Mevcut koltuklarda da bu durum geçerlidir. Çoğu müşteri daha fazla yolcu taşımak amacıyla maksimum yerleşimli koltuklara sahip araç siparişi vermektedir. Fakat VIP gibi özel araçlar için bu durum esnetilebilir bir durum içerisinde daha iyi ergonomik şartlara sahip şekilde yerleşim yapılarak müşterilere sunulmaktadır.

Konsept tasarımı gerçekleştirilen koltuk için modelleme ile yapılmış olan yerleşim görselleri Resim 4.35. ile 4.39. arasında gösterilmektedir.



Resim 4.35. Tekli koltuk yerleşimi gösterimi 1



Resim 4.36. Tekli koltuk yerleşimi gösterimi 2



Resim 4.37. Tekli koltuk yerleşimi gösterimi 3



Resim 4.38. Farklı yatma açlarına sahip koltuğun ikili yerleşimi 1



Resim 4.39. Farklı yatma açlarına sahip koltuğun ikili yerleşimi 2

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışmasında gerekli araştırmalar, incelemeler ve analizler sonucunda ergonomik koltuk tasarımı ve duruş pozisyonları ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir. Yapılan tüm işlemler sonrasında ergonomik uygunluk için uzun seyahatlerde kullanılabilecek katlanabilir, yatırılabilir konsept koltuk tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Belirle sorular ile hazırlanmış anket, kullanıcılar üzerinde uygulanarak tasarımlara başlamadan önce ortaya çıkan sonuçlar incelenmiştir. Müşterilerden ve kullanıcılardan gelen geri bildirimler sayesinde, CATIA yazılımıyla yapılan tasarım ve RULA analizlerine yön vermiştir. Tasarım tamamlandığında anketlerde yer alan olumsuz durumlar incelenmiş ve düzeltilmiştir.

Yapılan incelemeler en uygun duruş pozisyonu araştırması içerisinde vücut bölgelerinin duruş pozisyonunda etkilendiği kısımlar incelenmiştir. Özellikle oturma duruş pozisyonunda bel, pelvis, H-point ve baş/boyun vücut bölgeleri önemlidir.

Duruş pozisyonuna göre incelemeler yapılarak oturma duruş pozisyonuna uygun koltuğunda dik eksen ile yaptığı açının 15° olmasının ergonomik açıdan ideal olacağı ve duruş pozisyonunun kabul edilebilir olarak sonuçlandığı bilgisine varılmıştır. Baş, boyun, bacak ve ayak destekleri ile vücudun temas yüzeyinin artırılması hedeflenerek ek parçalar tasarlanmıştır. Bu parçalardan baş ve boyun desteğinin sökülebilir, takılabilir olması farklı antropometrik özellikteki kullanıcılar için kullanılabılır olmaktadır.

Uzun seyahat yolculuklarında otobüs içerisi yerleşimi göz önünde bulundurularak maksimum yatma açısı 55° olarak belirlenmiştir. Ayrıca 30° ve 35° yatma açısı için RULA analizleri yapılmıştır. Bacak desteği, boyun ve baş desteği ile de desteklenen vücudun koltuk temas bölgeleri arttıkça daha ergonomik olduğu anlaşılmıştır.

Yolcu paneli, servis seti ve video oynatıcı için; yolcu paneli ve servis seti butonları havakanalı üzerinden önde bulunan koltuklar üzerine koyulabilir olduğu RULA analizleri sonucunda gösterilmiştir. Koltuk arkalarında bulunan video oynatıcı içinde oturma duruş pozisyonunda görme analizi gerçekleştirilmiştir. Servis tablası için analizler %95'lik model kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan modellemeler ve analizler sonucunda servis

tablasının zeminden 680 mm’de konumlandırılması hem ergonomik açıdan uygun sonuçlar vermektedir hem de diz/bacak teması oluşmamaktadır.

%5, %50 ve %95’lik modeller kullanılarak yapılan analizler sonucunda, antropometrik özellikler dikkate alınarak kullanıcı bazında koltuk tasarımının olmayacağı, optimizasyonlar ile ortalama değerlere uygun tasarımların gerçekleştirilebileceği anlaşılmıştır. Üç farklı model ile yapılan modellemeler ve analizler sonucunda konsept koltuk tasarımında optimizasyon yöntemi kullanılarak tasarım gerçekleştirilmiştir.

Yapılan bu tez çalışması ergonomik seyahat koltuğu tasarımı için araştırmalara yön verecektir. Yapısal analizler ile birlikte tez çalışması geliştirilebilir veya iyileştirilebilir durumdadır.

Kullanıcıların vücutsal ölçülerine göre daha kapsamlı analizler ve tasarımlar gerçekleştirilebilir. Teknolojinin ilerlemesiyle beraber kullanıcılara göre şekil alabilen koltuk tasarımları oluşturulabilir.

KAYNAKLAR

1. Ebe, K. and Griffin, M. J., (2001). Factors affecting static seat cushion comfort. *Ergonomics*, 44(10), 901–921.
2. Ebe, K., and Griffin, M. J., (2000). Qualitative models of seat discomfort including static and dynamic factors. *Ergonomics*, 43(6), 771–790.
3. Yousof Azizi, Tarun Puri and Anil K. Bajaj, (2015). Development of a Multi-Body Model to Predict the Settling Point and Interfacial Pressure Distribution in a Seat-Occupant System, *J. Comput. Nonlinear Dynamics*, 10(3), 10-11.
4. İnternet: Analysis of Urban Economy Bus. URL : Perpustakaan.upi.edu , Son Erişim Tarihi: 22.04.2020.
5. Wibowo, R. K. K. and Peeyush S., (2017). An Ergonomic Analysis Of Indonesian Farmers In Using Agricultural Hand Tools In Relation To Their Comfort And Satisfaction. *International Journal Of Research In Agricultural Sciences*, 4(2), 111-114.
6. Tarwaka, S., Sudiajeng, L., (2004). *Ergonomics For Safety, Occupational Health And Productivity*. Uniba Press: Surakarta, 3-15.
7. Eldem C., Top N. ve Şahin H., (2019). Dijital İnsan Modelleri Kullanarak Otomobil Sürücüsü Duruş Pozisyonlarının Ergonomik Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi* , 5(1), 22-31.
8. M. Dainoff and M. H. Dainoff, (1986). *People & Productivity: A Manager'sguide To Ergonomics In The Electronic Office*, Belmont: Wadsworth Publishing Company, Inc., 3749-3754.
9. Srinivasa Rao P., Niraj M., (2016). A Case Study On Implementing Lean Ergonomic Manufacturing Systems (Lems) In An Automobile Industry, *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 149, 4-5.
10. Pheasant S. (2003), *Bodyspace Anthropometry, Ergonomics And The Design Of Work*. (Second Edition), London: Taylor And Francis Group, 5-6.
11. Pheasant S. (2003), *Bodyspace Anthropometry, Ergonomics And The Design Of Work*. (Second Edition), London: Taylor And Francis Group, 13.
12. İnternet: Advantages User Centred Design. URL : <https://www.nibusinessinfo.co.uk/content/advantages-user-centred-design>, Son Erişim Tarihi: 22.04.2020.
13. İnternet: Advantages User Centred Design. URL : <https://www.nibusinessinfo.co.uk/content/user-centred-design-process>, Son Erişim Tarihi: 22.04.2020.
14. İşeri A. and Arslan N. (2009), Estimated Anthropometric Measurements Of Turkish Adults And Effects Of Age And Geographic Regions. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 39(5), 860-865.

15. Kroemer, K. H. E., (1987), *Engineering Anthropometry*, In *Handbook Of Human Factors*, Edited By G- Salvendy, Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, New York, 19-22.
16. Steinfeld, E., Lenker J. and Paquet V., (2002). *The Anthropometrics Of Disability: An International Workshop*, Rehabilitation Engineering Research Center On Universal Design, New York, 10-79.
17. Hastürk E., Usta I., (2014). Static Anthropometric Characteristics Of Turkish Primary School Children: The Case Of Ankara. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 339-353.
18. Pheasant S. (2003), *Bodyspace Anthropometry, Ergonomics And The Design Of Work*. (Second Edition), London: Taylor And Francis Group, 15-16.
19. Pheasant S. (2003), *Bodyspace Anthropometry, Ergonomics And The Design Of Work*. (Second Edition), London: Taylor And Francis Group, 30-45.
20. Eren E., (2012), *Determining The Anthropometric Characteristics Of Adult Male Population Of Turkey*, Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 9-10.
21. İnternet: Product Lifecycle Management. URL : <https://www.product-lifecycle-management.com/download/MIL-STD-1472F.pdf> , Son Erişim Tarihi: 22.04.2020.
22. İnternet: ISO Standard. URL : <https://www.iso.org/standard/56173.html>, Son Erişim Tarihi: 22.04.2020.
23. İnternet: Standart. URL : <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090213-13.html>, Son Erişim Tarihi: 22.04.2020.
24. Mckeown C., (2008). *Office Ergonomics Practical Applications*, New York: Taylor and Francis Group, 10.
25. İnternet: Ergonomi. URL : <https://colonychiro.com/do-you-have-text-neck/>, Son Erişim Tarihi: 22.04.2020.
26. Pheasant S. (2003), *Bodyspace Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*. (Second Edition), London: Taylor and Francis Group, 64.
27. İnternet: NASA-STD-3000 340A (Standart). URL : <https://www.nasa.gov/hhp/standards/>, Son Erişim Tarihi: 22.04.2020.
28. Muralitharan M., Helmi A., Ismail K. And Ma'aram A., (2018). Design Automotive Driver Seat Ergonomically For Malaysian Anthropometry Measurement. *Malaysian Journal Of Public Health Medicine*, 2, 60-65
29. İnternet: The Seated Man. URL : <http://www.acmandal.com/>, Son Erişim Tarihi: 22.04.2020.
30. İnternet: Ergonomi. URL : <https://backforever.com/spine-encyclopedia/>, Son Erişim Tarihi: 22.04.2020.

31. Özcan E., Esmailzadeh S. ve Başat H., (2011). Bilgisayar Kullanıcılarında Üst Ekstremité İşe Bağlı Kas İskelet Hastalıkları ve Ergonomi Girişiminin Etkinliği. *Türk Fizyoterapi ve Tıp Rehabilitasyon Dergisi*, 57, 236-241.
32. Atıcı H., (2016). *Kablo Demetleme Konveyör Hattında Bilgisayar Destekli Ergonomik Analizler*, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 23-24.
33. Kırıcı B., (2018). *Lojistik Depo Sektöründe Reba, Rula Ve Niosh Yöntemleri İle Ergonomi Alanında Bir İrdeleme*, Yüksek Lisans Tezi, , Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 23.
34. Akkale E., (2014). *Elle Taşıma İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Niosh Kaldırma Denklemi İle İncelenmesi*, Çalışma Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 33-42.
35. Elfeituri F., (2002). An Evaluation Of The Niosh Lifting Equation: A Psychophysical And Biomechanical Investigation, *International Journal Of Occupational Safety And Ergonomics: Jose*, 8(2), 243-247.
36. Ketan H. S., Alsaffar, I. Q., (May 2017). *Enhancement Of Ergonomics By Using Niosh Lifting Equation In Molds Assembly Station*, 1st International Conference On Recent Trends Of Engineering Sciences And Sustainability, Bağdat, Irak
37. Waters T., Vern P., (1994), *Applications Manual For The Revised Niosh Lifting Equation*, Public Health Service, Cincinnati, Ohio, 7-8.
38. Ciriello V.M., Snook S.H., (1978). The Effects Of Size, Distance, Height, And Frequency On Manual Handling Performance. *Proceedings Of The Human Factors And Ergonomics Society Annual Meeting*. 22 (1), 318-322.
39. Snook S.H., (2005). *Psychophysical Tables: Lifting, Lowering, Pushing, Pulling, And Carrying*. In: Stanton N, Hedge A, Brookhuis K, Salas E, Hendrick H, Editors. *The Handbook Of Human Factors And Ergonomics Methods*. Boca Raton, Fl, Usa: Crc Press, 10-16.
40. Snook S.H., Ciriello V.M., (1991). The Design Of Manual Handling Tasks: Revised Tables Of Maximum, Acceptable Weights And Forces. *Ergonomics*, 34 (9), 1197–1213.
41. Care B., Quarrie C. and Monnington S.C. (2002). *Testing And Improving The Usability Of The Manual Handling Assessment Charts (Mac)*. Bootle: Health And Safety Executive. Internal Report, Sheffield, England, 21-28.
42. İnternet: Ergonomi. URL : <https://www.hse.gov.uk/pubns/indg383.pdf>, Son Erişim Tarihi: 22.04.2020.
43. Stevens, E.M., Vos, G.A., Stephens, J.P. and Moore, J.S., (2004). Inter –Rater Reliability of The Strain Index. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1 (11), 745 -751.
44. Moore J.S., Garg A., (1995). The Strain Index – A Proposed Method To Analyze Jobs For Risk Of Distal Upper Extremity Disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56 (5), 443 -458.

45. Stephens J.P., Vos G.A., Stevens E.M. and Moore J.S., (2006). Test –Retest Repeatability Of The Strain Index, *Applied Ergonomics*, 37 (3), 275 -281.
46. Sökmen Ö., Yılmaz M., (2019). İş Zorlanma İndeksi İle Ergonomik Risk Değerlendirme Ve Bir Uygulama, *Ergonomi* ,2(1), 25-31.
47. Burke A., Peper E., (2002). Cumulative Trauma Disorder Risk For Children Using Computer Products: Results Of A Pilot Investigation With A Student Convenience Sample. *Public Health Reports*. 117(4), 350–357.
48. Özel E., Çetik O., (2010). Mesleki Görevlerin Ergonomik Analizinde Kullanılan Araçlar Ve Bir Uygulama Örneği, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22, 41-56.
49. Seth V., Lee R. and Freivalds A.V., (15 Mart 1999). Development Of A Cumulative Trauma Disorder Risk Assessment Model For The Upper Extremities, *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 23 (4), 281-291.
50. Baykasoğlu A., Demirkol Akyol Ş., (2014). Ergonomik Montaj Hattı Dengeleme, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 29 (4), 785-792.
51. Battini D., Faccio M., Persona A. and Sgarbossa F., (2007). *Linking Ergonomics Evaluation and Assembly System Design Problem In A New Integrated Procedure*, In The Proceedings Of The 19th International Conference On Production Research, Valparaiso/Şili.
52. Borg, G.A.V., (1982). *A Category Scale With Ratio Properties For Intermodal And Interindividual Comparison*, Psychophysical Judgement And The Process Of Perception, Editör: Geissler, H.G. Ve Petzold, P., Veb Deutscher Verlag Der Wissenschaften, Berlin, 25–34.
53. Berk, M., Önal, B. ve Güven, R., (2011). *Meslek Hastalıkları Rehberi, Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (İsggm)*, 277-295.
54. European Committee for Standardization, *EN 1005-5 Safety of Machinery – Human Physical Performance – Part 5: Risk Assessment for Repetitive Handling at High Frequency*, Management Centre, Brüksel, Belçika, 2007.
55. Lasota M.A., (2015). Ergonomic Evaluation Of Physical Risk For Packing Line Operators, *Logistics And Transport* ,2(26), 11-20.
56. Heinsalmi P., (1986). *Method To Measure Working Postures Loads At Working Sites*, The Ergonomics Of Working Postures Florida: Crc Press (Taylor&Franchis), 100-154.
57. Karhu O., Kansı P. and Kuorinka, I., (1997). Correcting Working Postures In Industry: A Practical Method For Analysis, *Applied Ergonomics*, 8(4), 199-201.
58. Karwowski W. and Marras S.W., (1999). *The Occupational Ergonomics Handbook*, (1st. Edition), Florida: Crc Press, 11-14.
59. Keyserling, W.M., (2004). Owas: An Observational Approach To Posture Analysis, A Comparison Of Three Observational Techniques For Assessing Postural Loads In

- Industry, *International Journal Of Occupational Safety And Ergonomics: Jose*, 13(1),3-14.
60. Akay D., Dağdeviren M. ve Kurt M., (2003). Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 18 (3), 73-84,
 61. Mattila M., Karwowski W. and Vilkki M., (1993). Analysis Of Working Postures In Hammering Tasks On Building Construction Sites Using The Computerized Owas Method, *Applied Ergonomics*, 24(6), 405-412.
 62. Pinzke, S., Kopp, L., (2001). Marker-Less Systems For Tracking Working Postures – Results From Two Experiments, *Applied Ergonomics*, 32, 461-471.
 63. Menegon N. L., Campos D. C. Q. Campos, Tonin L. A., Sticca M. G., Souza J. B. G. D., Volpe L. A. and Rossi T. N., (18 Ekim 2012). *Posture Observer For Ergonomic Observation, Posture Analysis And Reconstruction*, ABD.
 64. Mert Atasoy E., (2014). *Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması Ve Bir Çanta İmalat Atölyesinde Uygulanması*, İş Sağlığı Ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 24-26.
 65. Esen H., (2013). *Çalışma Duruşlarının Owas Yöntemi Ile Analizinde Yöntem Güvenilirliğinin Geliştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 38.
 66. David G., Woods V. and Buckle P., (2005). *Further Development Of The Usability And Validity Of The Quick Exposure Check (Qec)*, Research Report 211, Prepared By University Of Surrey, For The Health And Safety Executive, 3-7.
 67. Li G., Buckle P., (1999). *Evaluating Change In Exposure To Risk For Musculoskeletal Disorders – A Practical Tool*, Research Report 251, Prepared By The Robens Centre For Health Ergonomics, University Of Surrey For The Health And Safety Executive, 190-199.
 68. Kesiktaş, N., Özcan, E., Alptekin, K. ve Özcan, E., (2007), İşe Bağlı Kas İskelet Hastalıklarında Risk Değerlendirilmesi: Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD) Yöntemi- Quick Exposure Check (QEC), *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 34 (7), 25-27.
 69. Li G., Buckle P. (2005). *Handbook Of Human Factors And Ergonomics Methods (Quick Exposure Checklist (Qec) For The Assessment Of Workplace Risks For Work-Related Musculoskeletal Disorders (Wmsds))*, Crc Press, 9-15.
 70. Koç S., Testik Ö.M., (2016). Mobilya Sektöründe Yaşanan Kas-İskelet Sistemi Risklerinin Farklı Değerlendirme Metotları İle İncelenmesi Ve Minimi-Zasyonu, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 27(2), 2-27.
 71. Stanton N., Hedge A., Brookhuis K., Salas E. and Hendrick H., (2005). *Handbook Of Human Factors And Ergonomics Methods*, (1st Edition), Florida: Crc Press, 25-33.
 72. Lamarao A.M.; Costa L.C.M.; Comper M.L.C. and Padula R.S., (2018). Translation, Cross-Cultural Adaptation To Brazilian-Portuguese And Reliability Analysis Of The

- Instrument Rapid Entire Body Assessment-Reba, *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 18, 211–217.
73. Kara Y., Atasagun Y. ve Peker A., (5-7 Mayıs 2014). *Montaj Hatlarında Çalışma Duruşlarının Reba Yöntemi İle Analizi Ve Ergonomik Risk Değerlendirmesi*, 7. Uluslararası İş Sağlığı Ve Güvenliği Konferansı, İstanbul.
 74. Hignett S., Mcatamney L., (1995). Reba: A Rapid Entire Body Assessment Method For Investigating Work Related Musculoskeletal Disorders, *Proceedings Of The Ergonomics Society Of Australia, Adelaide*, 45-49.
 75. Hignett S., Mcatamney L., (2000). Rapid Entire Body Assessment (Reba), *Applied Ergonomics*, 31, 201- 205.
 76. Mcatamney L., Corlett E.N., (1993). "Rula: A Survey Method For The Investigation Of Work-Related Upper Limb Disorders", *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.
 77. Kahraman M. F., (2012). *Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri İle Önceliklendirilmesi Ve Bütünleşik Bir Model Önerisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 19-22.
 78. Hoy J., Mubarak N., Nelson S., Sweerts De Landas M., Magnusson M., Okunribido O. and Pope M., (2005). "Whole Body Vibration And Posture As Risk Factors For Low Back Pain Among Forklift Truck Drivers", *Journal Of Sound And Vibration*, 284, 933-946.
 79. Sağioğlu H., Coşkun M.B. and 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.
 80. Çakır O., (2019). *İnşaat İşlerinde Ergonomik Risklerin Reba, Rula Ve Niosh Risk Değerlendirme Yöntemleri İle İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı Ve Güvenliği Anabilim Dalı, İstanbul, 28
 81. Paul B., Gnanaraj D. and Paul S., (January 2019). Ergonomic Design And Rula Analysis Of A Motorised Wheelchair For Disabled And Elderly, *International Journal Of Mechanical Engineering And Technology (Ijmet)*, 10 (01), 1014-1025.
 82. İnternet:Human Engineering. URL : http://catiadoc.free.fr/online/haaug_C2/haaugbt0100.html, Son Erişim Tarihi: 24.04.2020.
 83. Eldem C., Şahin İ., Demir M., Top N. ve Şahin T. (2019). Araç Bakım Kanallarının Dijital İnsan Modelleri İle Ergonomik Analizi Ve Yeniden Tasarımı, *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 7 (2), 386-392.
 84. Qutubuddin S. M., Hebbal S. S., and Kumar A. C. S. (2013). Ergonomic Risk Assessment Using Postural Analysis Tools In A Bus Body Building Unit, *Industrial Engineering Letters*, 3 (8), 10-20.

85. Kırcı Kaan B., (2018). *Lojistik Depo Sektöründe Reba, Rula Ve Niosh Yöntemleri İle Ergonomi Alanında Bir İrdeleme*, Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 57-74.
86. Coşkun M, Sağıroğlu H. ve Erginel, N. (2015). İş İstasyonlarının Ergonomik Riskinin Niosh Yöntemi İle Belirlenmesi, *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 3 (3) , 365-370.
87. Duran F., Yeşilova T., (2015). Manuel Yükleme Yapılan Bir İstasyonda Ergonomik İyileştirme, *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 507-510.
88. Ensari 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.
89. Çomaklı Sökmen, Ö., Yılmaz, M., (2019). İş Zorlanma İndeksi İle Ergonomik Risk Değerlendirme Ve Bir Uygulama, *Ergonomi*, 2 (1), 25-31.
90. Meyers A., Gerr F. and Fethe N., (2013). Evaluation Of Alternate Category Structures For The Strain Index: An Empirical Analysis, *Human Factors: The Journal Of The Human Factors And Ergonomics Society*, 56 (1), 131-142.
91. Moore, J.S., Garg, A., (1995). The Strain Index - A Proposed Method To Analyze Jobs For Risk Of Distal Upper Extremity Disorders, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56 (5), 443-458.
92. James Paulsen R., (2013). *Reliability Of Ergonomic Exposure Assessment: Comparing The Strain Index And The Ocr Checklist*, Yüksek Lisans Tezi, Colorado State University, Colorado, 5-35.
93. Baykasoğlu, A, Demirkol Akyol, Ş. (2014). Ergonomik Montaj Hattı Dengeleme, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29 (4), 785-792.
94. Dwi Fridayati A., Amrullah H., Shah M., Mudjiono U. and Hidayat E., (2018). *Assessment Of Exposure Packaging Worker And Designing Work Methods Using Ocr Index In Fertilizer Producer Company*, Matec Web Of Conferences, Sweden.
95. Eriş H., (2007). *Çalışma Duruşlarının Owas Metodu İle Analizinde Gözlem Süre Ve Aralıklarının Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 62- 107.
96. Van Wendel De Joode B., Burdorf A. And Verspuy C., (1997). “Physical Load In Ship Maintenance: Hazard Evaluation By Means Of A Workplace Survey”, *Applied Ergonomics*, 28 (3), 213-219.
97. Hoy J., Mubarak N., Nelson S., Sweerts De Landas, M., Magnusson M., Okunribido O. and Pope M., (2005). “Whole Body Vibration And Posture As Risk Factors For Low Back Pain Among Forklift Truck Drivers”, *Journal Of Sound And Vibration*, 84, 933-946.

98. Mert Atasoy E., (2014). *Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması Ve Bir Çanta İmalat Atölyesinde Uygulanması*, İş Sağlığı Ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 99-138.
99. İnalçuk E., (2019). *İmalat Sektöründe Çalışanlar Üzerindeki Ergonomik Risklerin Hızlı Maruziyet Değerlendirme Metodu İle İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, METU, Ankara, 27-58.
100. Enez K., Nalbantoğlu S., (2015). Reba Yönteminin Ormancılık Faaliyetleri Açısından Değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 3 (3), 127-131.
101. Sağiroğlu H., Coşkun M. ve Erginel N., (2015). Reba İle Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi, *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 3 (3), 339-345.
102. Kahya E., Söylemez S., (2019). Jant Sektöründe Qec Ve Reba Yöntemleriyle Ergonomik Risk Değerlendirmesi, *Karaelmas İş Sağlığı Ve Güvenliği Dergisi*, 3 (2), 83-96.
103. Erdemir F., Eldem C., (2020). Bir Döküm Atölyesindeki Çalışma Duruşlarının Dijital İnsan Modelleme Tabanlı Reba Yöntemi İle Ergonomik Analizi, *Politeknik Dergisi*, 23 (2), 435-443.
104. Sencer M., Eldem C., Top N. ve Şahin İ., (2019). *Rula Yöntemi Kullanarak Şehir İçi Otobüslerdeki Havalandırma Pencerelerinin Ergonomik Analizi*, Isastech 2019, Türkiye.
105. Top N., (2019). Operasyonel Ofis Mobilyası Tasarımının Rula Yöntemi İle Ergonomik Analizi Ve Yeniden Tasarımı. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (Gmbd)*, 5 (3) , 290-299.
106. Eldem C., Şahin İ., Demir M., Top N. ve Şahin T., (2019). Araç Bakım Kanallarının Dijital İnsan Modelleri İle Ergonomik Analizi Ve Yeniden Tasarımı. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 7 (2), 386-392.
107. Mat S., Abdullah M.A. and Dullah R. (2017). *Car Seat Design Using Rula Analysis*, Proceedings Of Mechanical Engineering Research Day 2017, 1-2.
108. Romli F., Aminian N.O., (2018). Ergonomic Analysis Of Aircraft Passenger Seat: A Malaysian Case Study, *International Journal Of Pure And Applied Mathematics*, 119 (15), 3749-3754.
109. Kumar M., Singh B., (June 2018). Ergonomic Analysis Of Electric Auto Rickshaw Using Catia, *International Journal Of Mechanical And Production Engineering Research And Development (Ijimperd)*, 8 (3), 209-216.
110. Ismaila S.O., Akanbi O.G., Adekunle N.O., Adetunji O.R. and Kuye S.I., (2010). An Ergonomics Assessment Of Passenger Seats In Buses In South Western Nigeria, *Sigurnost*, 52, (4), 329 – 334.

111. Sang C., Ren D.J. and Liu Y.Q., (2013). Development Of An Adjustable Physical Mockup Used For Design Validation Of Passenger Car Ergonomics And Interiors, *Advanced Materials Research*, 650, 698-704.
112. Veen S., Orlinskiy V., Franz M. and Vink P., (2015). Investigating Car Passenger Well-Being Related To A Seat Imposing Continuous Posture Variation, *Ergonomics*, 5 (3), 1-8.
113. Mircheski I., Kandikjan T. And Sidorenko S., (2014). Comfort Analysis Of Vehicle Driver's Seat Through Simulation Of The Sitting Process, *Tehnički Vjesnik*, 21(2), 291-298.
114. Reynolds H., Gunther P., (2017). *Systems Anthropometry Of Dhms For Seat Design*, 8th International Conference On Applied Human Factor and Ergonomics, Los Angeles, California.
115. Reynolds H., Wehrle J., (2012). *Validation Of Virtual Driver Model For Design Of Automotive Seating Packages*. Conference: Society Of Automotive Engineers 2012 World Congress, At Detroit.
116. İnternet: Modeling Spine Shape for The Seated Posture. URL: https://www.researchgate.net/publication/283213441_Validation_of_Virtual_Driver_Model_for_Design_of_Automotive_Seating_Packages#fullTextFileContent, Son Erişim Tarihi: 24.04.2020.
117. İnternet: Virtual Seat Design at Vehicle Concept. URL: https://www.researchgate.net/publication/287811466_Virtual_Seat_Design_at_Vehicle_Concept, Son Erişim Tarihi: 24.04.2020.
118. İnternet: Car Seat Design for Driver Satisfaction. URL: https://www.researchgate.net/publication/283213332_Car_Seat_Design_for_Driver_Satisfaction, Son Erişim Tarihi: 24.04.2020.
119. Güner C., (2005). *Fitting Passenger Seats On Intercity Coaches To Turkish Population: An Ergonomic Study*, Yüksek Lisans Tezi, METU, 15-35.

EKLER

EK-1 Snook Tabloları

Çizelge EK-1.1. Snook tablosu-erkekler kabul edilebilir maksimum kaldırma ağırlığı [40]

Width Distance Percent	Floor level to knuckle height One lift every								Knuckle height to shoulder height One lift every								Shoulder height to arm reach One lift every													
	5	9	14	1	2	5	30	8	5	9	14	1	2	5	30	8	5	9	14	1	2	5	30	8						
	s			min					h		s			min					h		s			min					h	
76	90	6	7	9	11	13	14	14	17	8	10	12	13	14	14	16	17	6	8	9	10	10	11	12	13					
	75	9	11	13	16	19	20	21	24	10	14	16	18	18	19	21	23	8	10	12	14	14	14	16	17					
	50	12	15	17	22	25	27	28	32	13	17	20	22	23	24	26	29	10	13	15	17	17	18	20	22					
	25	15	18	21	28	31	34	35	41	16	21	24	27	27	28	32	35	11	16	18	21	21	22	24	27					
75	90	6	8	9	12	13	15	15	17	8	11	13	15	15	16	18	19	6	8	9	12	12	12	14	15					
	75	9	11	13	17	19	21	22	25	11	15	17	20	20	21	23	25	8	11	12	15	15	16	18	20					
	50	13	15	18	23	26	28	29	34	14	19	21	25	25	26	29	32	10	14	16	19	20	20	23	25					
	25	16	19	22	29	33	35	36	42	17	23	26	30	31	32	36	39	13	17	19	23	24	25	27	30					
25	90	8	9	11	13	15	16	17	20	10	13	15	18	18	19	21	23	7	10	11	14	14	14	16	18					
	75	11	13	15	19	22	24	24	28	13	17	20	23	24	25	27	30	10	13	15	18	18	19	21	23					
	50	15	18	21	26	29	32	33	38	17	22	25	30	30	31	35	38	12	16	19	23	23	24	27	29					
	25	18	22	26	33	37	40	41	48	20	27	30	36	36	38	42	46	15	20	22	28	28	29	32	35					
76	90	7	8	10	13	15	16	17	20	8	10	12	13	14	14	16	17	7	9	10	12	12	13	14	16					
	75	10	12	14	19	22	24	24	28	10	14	16	18	18	19	21	23	9	11	13	16	16	17	19	21					
	50	14	16	19	26	29	32	33	38	13	17	20	22	23	24	26	29	11	15	17	20	21	21	24	26					
	25	17	20	24	33	37	40	41	48	16	21	24	27	27	28	32	35	13	18	20	25	25	26	29	31					
49	90	7	9	10	14	16	17	18	20	8	11	13	15	15	16	18	19	7	9	11	14	14	14	16	18					
	75	10	13	15	20	23	25	25	30	11	15	17	20	20	21	23	25	9	12	14	18	18	19	21	23					
	50	14	17	20	27	30	33	34	40	14	19	21	25	25	26	29	32	12	15	18	23	23	24	27	29					
	25	18	21	25	34	38	42	43	50	17	23	26	30	31	32	36	39	14	19	21	28	28	29	32	35					
25	90	8	10	12	16	18	19	20	23	10	13	15	18	18	19	21	23	9	11	12	16	16	17	19	21					
	75	12	15	17	23	26	28	29	33	13	17	20	23	24	25	27	30	11	14	16	21	21	22	25	27					
	50	16	20	23	30	34	37	38	45	17	22	25	30	30	31	35	38	14	18	21	27	27	28	32	35					
	25	21	25	29	38	43	47	48	56	20	27	30	36	36	38	42	46	16	22	25	33	33	34	38	42					
76	90	8	10	11	15	17	19	19	23	8	11	13	15	15	16	18	19	8	10	12	14	14	15	16	18					
	75	12	14	17	22	25	28	28	33	11	15	17	20	20	21	23	25	10	14	16	18	19	19	24	24					
	50	16	19	22	30	34	37	38	44	14	19	21	25	25	26	29	32	13	17	20	23	24	25	27	30					
	25	20	24	28	37	42	47	47	55	17	23	26	30	31	32	36	39	16	21	24	28	29	30	33	36					
34	90	9	10	12	16	18	20	20	24	9	12	14	17	17	18	20	22	8	11	13	16	16	17	18	20					
	75	12	15	18	23	26	28	29	34	12	16	18	22	23	23	26	29	11	14	17	21	21	22	24	26					
	50	17	20	24	31	35	38	39	46	15	20	23	28	29	30	33	36	14	18	21	26	27	28	31	34					
	25	21	25	30	39	44	48	49	57	18	24	27	34	35	36	40	44	17	22	25	32	32	33	37	41					
25	90	10	12	14	18	20	22	23	27	11	14	16	20	20	21	23	26	10	13	15	19	19	19	22	24					
	75	15	18	21	26	30	32	33	38	14	18	21	26	27	28	31	34	13	17	20	24	25	26	29	31					
	50	20	24	28	35	40	43	44	52	18	23	27	33	34	35	39	43	16	22	25	31	31	33	36	40					
	25	26	30	35	44	50	54	55	65	21	28	32	40	41	42	47	52	20	26	30	37	38	39	44	46					
25	90	10	12	14	18	20	22	23	27	11	14	16	20	20	21	23	26	10	13	15	19	19	19	22	24					
	75	15	18	21	26	30	32	33	38	14	18	21	26	27	28	31	34	13	17	20	24	25	26	29	31					
	50	20	24	28	35	40	43	44	52	18	23	27	33	34	35	39	43	16	22	25	31	31	33	36	40					
	25	26	30	35	44	50	54	55	65	21	28	32	40	41	42	47	52	20	26	30	37	38	39	44	46					
25	90	10	12	14	18	20	22	23	27	11	14	16	20	20	21	23	26	10	13	15	19	19	19	22	24					
	75	15	18	21	26	30	32	33	38	14	18	21	26	27	28	31	34	13	17	20	24	25	26	29	31					
	50	20	24	28	35	40	43	44	52	18	23	27	33	34	35	39	43	16	22	25	31	31	33	36	40					
	25	26	30	35	44	50	54	55	65	21	28	32	40	41	42	47	52	20	26	30	37	38	39	44	46					
25	90	10	12	14	18	20	22	23	27	11	14	16	20	20	21	23	26	10	13	15	19	19	19	22	24					
	75	15	18	21	26	30	32	33	38	14	18	21	26	27	28	31	34	13	17	20	24	25	26	29	31					
	50	20	24	28	35	40	43	44	52	18	23	27	33	34	35	39	43	16	22	25	31	31	33	36	40					
	25	26	30	35	44	50	54	55	65	21	28	32	40	41	42	47	52	20	26	30	37	38	39	44	46					
25	90	10	12	14	18	20	22	23	27	11	14	16	20	20	21	23	26	10	13	15	19	19	19	22	24					
	75	15	18	21	26	30	32	33	38	14	18	21	26	27	28	31	34	13	17	20	24	25	26	29	31					
	50	20	24	28	35	40	43	44	52	18	23	27	33	34	35	39	43	16	22	25	31	31	33	36	40					
	25	26	30	35	44	50	54	55	65	21	28	32	40	41	42	47	52	20	26	30	37	38	39	44	46					
25	90	10	12	14	18	20	22	23	27	11	14	16	20	20	21	23	26	10	13	15	19	19	19	22	24					
	75	15	18	21	26	30	32	33	38	14	18	21	26	27	28	31	34	13	17	20	24	25	26	29	31					
	50	20	24	28	35	40	43	44	52	18	23	27	33	34	35	39	43	16	22	25	31	31	33	36	40					
	25	26	30	35	44	50	54	55	65	21	28	32	40	41	42	47	52	20	26	30	37	38	39	44	46					
25	90	10	12	14	18	20	22	23	27	11	14	16	20	20	21	23	26	10	13	15	19	19	19	22	24					
	75	15	18	21	26	30	32	33	38	14	18	21	26	27	28	31	34	13	17	20	24	25	26	29	31					
	50	20	24	28	35	40	43	44	52	18	23	27	33	34	35	39	43	16	22	25	31	31	33	36	40					
	25	26	30	35	44	50	54	55	65	21	28	32	40	41	42	47	52	20	26	30	37	38	39	44	46					
25	90	10	12	14	18	20	22	23	27	11	14	16	20	20	21	23	26	10	13	15	19	19	19	22	24					
	75	15	18	21	26	30	32	33	38	14	18	21	26	27	28	31	34	13	17	20	24	25	26	29	31					
	50	20	24	28	35	40	43	44	52	18	23	27	33	34	35	39	43	16	22	25	31	31	33	36	40					
	25	26	30	35	44	50	54	55	65	21	28	32	40	41	42	47	52	20	26	30	37	38	39	44	46					
25	90	10	12	14	18	20	22	23	27	11	14	16	20	20	21	23	26	10	13	15	19	19	19	22	24					
	75	15	18	21	26	30	32	33	38	14	18	21	26	27	28	31	34	13	17	20	24	25	26	29	31					
	50	20	24	28	35	40	43																							

1. Genişlik, cm cinsindendir.
2. Mesafe, cm cinsindendir.
3. Yüzde, sanayi nüfusu ile ilgilidir.
4. İtalik değerler, 8 saat fizyolojik kriterleri aşan bireyler içindir.
5. Ağırlık, kg cinsindendir.

Yukarda belirtilen 5 madde tüm snook tabloları için geçerlidir.

EK-1 (Devam)

Çizelge Ek-1.2. Snook tablosu-kadınlar kabul edilebilir maksimum kaldırma ağırlığı [40]

Width Distance Percent	Floor level to knuckle height One lift every										Knuckle height to shoulder height One lift every										Shoulder height to arm reach One lift every																													
	5					9					14					1					5					30					8					5					30					8				
	s					min					h					s					min					h					s					min					h									
76	90	5	6	7	7	8	8	9	12	5	6	7	9	9	9	10	12	4	5	5	6	7	7	7	8	7	8	8	8	10	5	6	6	7	8	8	8	10												
	75	7	8	9	9	10	10	11	14	6	7	8	10	11	11	12	14	5	6	6	7	8	8	8	8	8	8	8	10	6	7	7	8	9	9	10	11	13												
	50	8	10	10	11	12	12	13	17	7	8	9	11	12	12	13	16	6	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	13	7	7	7	8	9	10	10	11	13												
	25	9	11	12	13	14	14	15	21	8	9	10	13	14	14	15	18	7	7	8	9	10	10	10	11	11	13	8	9	10	10	11	11	12	14	16														
	10	11	13	14	14	15	16	17	23	9	10	11	14	15	15	17	20	7	8	9	10	11	11	11	12	12	14	9	10	11	12	13	14	16	18	20	23													
75	90	6	7	8	8	9	9	10	14	6	7	8	9	10	10	11	13	5	6	7	7	7	7	7	8	9	9	9	11	6	7	8	8	9	9	9	11													
	75	7	9	9	10	11	11	13	17	7	8	9	11	12	12	13	15	6	7	8	8	9	9	9	9	9	11	7	8	9	9	10	10	11	13															
	50	9	10	11	12	13	14	15	21	9	9	11	13	14	14	15	17	7	8	9	9	10	10	10	11	11	13	8	9	10	10	11	11	12	14															
	25	10	12	13	15	16	16	18	24	10	11	12	14	16	16	17	20	8	9	10	10	11	11	11	12	12	14	9	10	10	11	11	12	14	16															
	10	11	14	15	17	18	18	20	27	11	12	14	16	17	17	19	22	9	10	11	12	13	13	13	14	14	16	10	11	12	13	14	16	18	21															
25	90	6	8	8	9	9	9	11	14	6	7	8	10	11	11	12	14	5	6	7	8	8	8	8	9	10	10	10	12	6	7	8	9	9	9	10	12													
	75	8	10	11	11	12	12	13	18	7	8	9	12	13	13	14	17	6	7	8	9	9	9	9	9	10	10	12	7	8	9	10	11	11	12	14														
	50	10	12	13	13	14	14	16	21	9	10	11	14	15	15	16	19	7	8	9	10	11	11	11	12	12	14	8	9	10	11	11	12	14	16															
	25	11	14	15	15	16	17	19	25	10	11	12	16	17	17	19	22	8	9	10	12	12	12	12	14	14	16	9	10	11	12	13	14	16	19															
	10	13	16	17	17	19	19	21	29	11	12	14	18	19	19	21	24	9	10	11	13	14	14	14	15	17	10	11	12	13	14	16	19	22																
76	90	5	6	7	8	8	8	9	13	5	6	7	9	9	9	10	12	4	5	5	7	7	7	7	8	9	9	9	11	5	6	6	8	8	8	9	11													
	75	7	8	9	10	10	10	12	16	6	7	8	10	11	11	12	14	5	6	6	8	8	8	8	8	9	11	6	7	7	9	10	10	11	12	14														
	50	8	10	10	12	12	13	14	19	7	8	9	11	12	12	13	16	6	7	7	9	10	10	10	11	12	14	7	7	7	9	10	10	11	12	14														
	25	9	11	12	14	15	15	17	22	8	9	10	13	14	14	15	18	7	7	8	10	11	11	11	12	14	8	9	10	11	11	12	14	16																
	10	11	13	14	15	17	17	19	25	9	10	11	14	15	15	17	20	7	8	9	11	12	12	12	13	15	10	11	12	13	14	16	19	22																
49	90	6	7	8	9	10	10	11	15	6	7	8	9	10	10	11	13	5	6	7	7	8	8	8	9	10	10	10	12	5	6	7	8	8	8	9	10													
	75	7	9	9	11	12	12	14	18	7	8	9	11	12	12	13	15	6	7	8	9	9	9	9	10	10	12	6	7	8	9	9	9	10	12															
	50	9	10	11	13	15	15	16	22	9	9	11	13	14	14	15	17	7	8	9	10	11	11	11	12	14	8	9	10	11	11	12	14	16																
	25	10	12	13	16	17	17	19	26	10	11	12	14	16	16	17	20	8	9	10	11	12	12	12	13	15	10	11	12	13	14	16	19	22																
	10	11	14	15	18	19	20	22	30	11	12	14	16	17	17	19	22	9	10	11	13	14	14	14	15	17	10	11	12	13	14	16	19	22																
25	90	6	8	8	9	10	10	11	15	6	7	8	10	11	11	12	14	5	6	7	8	9	9	9	10	11	11	11	13	6	7	8	9	10	10	11	13													
	75	8	10	11	12	12	13	14	19	7	8	9	12	13	13	14	17	6	7	8	9	10	10	10	11	13	8	9	10	11	11	12	14	16																
	50	10	12	13	14	15	15	17	23	9	10	11	14	15	15	16	19	7	8	9	11	12	12	12	13	15	10	11	12	13	14	16	19	22																
	25	11	14	15	16	18	18	20	27	10	11	12	16	17	17	19	22	8	9	10	12	13	13	13	15	17	10	11	12	13	14	16	19	22																
	10	13	16	17	19	20	21	23	31	11	12	14	18	19	19	21	24	9	10	11	14	15	15	15	16	19	10	11	12	13	14	16	19	22																
76	90	7	8	9	9	10	10	11	15	6	7	8	9	10	10	11	13	5	6	7	8	9	9	9	10	11	11	11	13	6	7	8	9	10	10	11	13													
	75	8	10	11	12	13	13	14	19	7	8	9	11	12	12	13	15	6	7	8	9	10	10	10	11	13	8	9	10	11	11	12	14	16																
	50	10	12	13	14	15	16	17	23	9	9	11	13	14	14	15	17	7	8	9	11	12	12	12	13	15	10	11	12	13	14	16	19	22																
	25	12	14	15	17	18	18	20	27	10	11	12	14	16	16	17	20	8	9	10	12	13	13	13	15	17	10	11	12	13	14	16	19	22																
	10	13	16	18	19	20	21	23	31	11	12	13	16	17	17	19	22	9	10	11	14	15	15	15	16	19	10	11	12	13	14	16	19	22																
34	90	7	9	9	11	12	12	13	18	8	8	9	10	11	11	12	14	7	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12	14	8	8	9	11	11	11	12	14													
	75	9	11	12	14	15	15	16	22	9	10	11	12	13	13	14	17	8	8	9	11	11	11	11	12	14	10	11	12	13	14	16	19	22																
	50	11	13	14	16	18	18	20	27	10	11	13	14	15	15	17	19	9	10	11	12	13	13	13	14	17	10	11	12	13	14	16	19	22																
	25	13	15	17	19	21	21	24	32	12	13	14	16	17	17	19	22	10	11	12	14	15	15	15	16	19	10	11	12	14	15	16	19	22																
	10	14	18	19	22	24	24	27	36	13	14	16	18	19	19	21	24	11	12	14	15	16	16	16	18	21	10	11	12	14	15	16	19	22																
25	90	8	10	11	11	12	12	14	19	8	8	9	12	12	12	14	16	7	7	8	10	11	11	11	12	14	10	11	12	13	14	16	19	22																
	75	10	12	13	14	15	15	17	23	9	10	11	13	14	14	16	18	8	8	9	12	12	12	12	14	16	10	11	12	13	14	16	19	22																
	50	12	15	16	17	18	19	21	28	10	11	13	16	17	17	18	21	9	10	11	13	14	14	14	16	18	10	11	12	13	14	16	19	22																
	25	14	17	19	20	22	22	24	33	12	13	14	18	19	19	21	24	10	11	12	15	16	16	16	18	21	10	11	12	15	16	18	21	24																
	10	16	20	21	23	25	25	28	38	13	14	16	19	21	21	23	27	11	12	14	17	18	18	18	20	23	10	11	12	15	16	18	21	24																

EK-1 (Devam)

Çizelge Ek-1.3. Snook tablosu-erkekler kabul edilebilir maksimum indirme ağırlığı [40]

Width	Distance	Percent	Floor level to knuckle height One lift every								Knuckle height to shoulder height One lift every								Shoulder height to arm reach One lift every							
			5	9	14	1	2	5	30	8	5	9	14	1	2	5	30	8	5	9	14	1	2	5	30	8
			s	s	s	min	min	min	min	h	s	s	s	min	min	min	min	h	s	s	s	min	min	min	min	h
76	50	90	7	9	10	12	14	15	16	20	10	11	14	14	15	15	16	19	6	7	9	9	10	10	11	13
		75	10	13	14	18	20	22	22	29	13	16	18	18	21	21	21	26	9	10	12	12	14	14	14	18
		50	14	17	19	23	27	29	30	38	18	20	24	24	27	27	28	34	11	13	15	16	18	18	19	23
		25	17	21	24	29	33	36	37	47	21	25	29	29	34	34	34	42	14	16	19	20	23	23	23	28
75	51	10	20	25	28	34	39	42	44	56	25	29	34	34	39	39	39	49	16	19	22	23	26	26	27	33
		90	8	10	11	13	15	16	17	21	11	12	14	15	17	17	18	22	7	8	9	10	12	12	12	15
		75	11	14	15	18	21	23	23	30	14	17	20	21	24	24	24	30	9	11	13	14	16	16	16	20
		50	14	18	20	24	28	30	31	40	19	21	25	27	31	31	31	38	12	14	16	18	21	21	21	26
25	10	25	18	22	25	30	34	37	39	49	23	26	31	33	38	38	38	47	15	17	20	22	25	25	26	32
		10	21	26	29	36	41	44	46	58	27	31	36	38	44	44	44	55	17	20	24	26	30	30	30	37
25	10	90	9	11	12	15	17	18	19	24	12	14	17	18	21	21	21	26	8	9	11	12	14	14	14	17
		75	13	16	17	21	24	25	26	34	17	20	23	24	28	28	28	35	11	13	15	16	19	19	19	24
		50	17	21	23	27	31	34	35	45	22	25	30	32	36	36	37	45	14	16	19	21	24	24	25	31
		25	21	26	29	34	39	42	44	56	29	31	37	39	44	44	45	56	17	20	24	26	30	30	30	38
76	50	10	24	31	34	40	46	49	51	66	31	36	43	45	52	52	52	65	20	23	28	30	35	35	35	44
		90	8	10	11	15	17	18	19	24	10	11	14	14	15	15	16	19	7	8	10	11	12	12	12	15
		75	12	15	16	21	24	26	26	34	13	16	18	18	21	21	21	26	10	11	14	15	17	17	17	21
		50	15	19	21	29	31	34	35	45	18	20	24	24	27	27	28	34	13	15	17	19	22	22	22	27
49	51	25	19	24	26	34	39	42	44	56	21	25	29	29	34	34	34	42	16	18	21	23	27	27	27	33
		10	25	28	31	40	46	49	51	65	25	29	34	34	39	39	39	49	18	21	25	27	31	31	31	39
		90	9	11	12	15	17	19	19	25	11	12	14	15	17	17	18	22	8	9	10	12	14	14	14	17
		75	12	15	17	22	25	26	28	35	14	17	20	21	24	24	24	30	10	12	14	16	19	19	19	24
25	10	50	16	20	22	29	33	35	37	47	19	21	25	27	31	31	31	38	14	16	18	21	24	24	25	31
		25	20	25	27	36	41	44	46	58	23	26	31	33	38	38	38	47	17	19	23	26	30	30	30	37
		10	23	29	32	42	48	51	54	68	27	31	36	38	44	44	44	55	19	22	26	30	35	35	35	44
34	51	90	10	13	14	17	20	21	22	28	12	14	17	18	21	21	21	26	9	10	12	14	16	16	16	20
		75	14	18	19	24	28	30	31	40	17	20	23	24	28	28	28	35	12	14	17	19	22	22	22	28
		50	19	24	26	32	37	40	41	54	22	25	30	32	36	36	37	45	16	18	22	25	29	29	29	36
		25	23	29	32	40	46	49	51	65	27	31	37	39	44	44	45	56	20	23	27	31	35	35	36	44
76	50	10	29	34	38	47	54	58	60	77	31	36	43	45	52	52	52	65	23	26	31	36	41	41	42	52
		90	10	12	13	17	19	21	21	27	11	12	14	15	17	17	18	22	9	10	12	12	14	14	14	18
		75	14	17	19	24	27	29	30	39	14	17	20	21	24	24	24	30	12	13	16	17	19	19	19	24
		50	18	23	25	32	36	39	40	51	19	21	25	27	31	31	31	38	15	17	21	22	25	25	25	31
25	10	25	23	29	31	39	45	48	50	64	23	26	31	33	38	38	38	47	19	21	25	27	31	31	31	38
		10	27	34	37	46	53	57	59	75	27	31	36	38	44	44	44	55	22	25	30	31	36	36	36	45
34	51	90	10	13	14	17	20	22	22	29	11	13	15	17	20	20	20	24	9	10	12	14	16	16	16	20
		75	14	18	20	25	28	30	32	40	15	18	21	23	27	27	27	33	12	14	17	19	22	22	22	27
		50	19	24	26	33	37	40	42	53	20	23	27	30	35	35	35	43	16	19	22	24	28	28	28	35
		25	24	30	33	41	47	50	52	69	24	28	33	37	42	42	43	53	20	23	29	30	34	34	35	43
25	10	10	28	35	38	48	55	59	62	78	28	33	39	43	49	49	50	62	23	27	31	35	40	40	40	50
		90	12	15	16	20	23	24	25	32	13	15	18	20	23	23	23	29	11	12	15	16	19	19	19	23
		75	17	21	23	28	32	34	36	46	18	21	25	27	31	31	32	39	15	17	20	22	26	26	26	32
		50	23	28	31	37	42	46	47	60	23	27	32	35	41	41	41	51	19	22	26	29	33	33	33	41
25	10	25	28	35	38	46	53	57	59	78	29	33	39	43	50	50	50	63	23	27	32	35	41	41	41	51
		10	33	41	45	54	62	67	70	89	33	39	46	51	58	58	59	73	27	31	37	41	47	47	48	59

EK-1 (Devam)

Çizelge Ek-1.4. Snook tablosu-kadınlar kabul edilebilir maksimum indirme ağırlığı [40]

Width	Distance	Percent	Floor level to knuckle height One lift every								Knuckle height to shoulder height One lift every								Shoulder height to arm reach One lift every							
			5	9	14	1	2	5	30	8	5	9	14	1	2	5	30	8	5	9	14	1	2	5	30	8
			s	s	s	min	min	min	min	h	s	s	s	min	min	min	min	h	s	s	s	min	min	min	min	h
76	50	90	5	6	7	7	8	8	9	12	6	6	7	8	9	10	10	13	5	5	5	6	7	7	7	9
		75	6	8	8	9	10	10	11	14	7	8	8	10	11	12	12	15	5	6	6	7	8	9	9	11
		50	7	9	10	11	12	12	13	17	8	9	10	12	13	14	14	18	7	8	8	8	10	10	10	13
		25	9	11	12	12	14	14	15	20	9	11	11	13	15	17	17	21	8	9	9	10	11	12	12	15
		10	10	13	13	14	15	16	17	23	11	12	13	15	17	19	19	24	9	10	10	11	12	14	14	17
75	51	90	6	7	7	8	9	10	10	14	7	8	8	9	10	11	11	14	5	6	6	6	7	8	8	10
		75	7	8	9	10	11	12	13	17	8	9	9	11	12	13	13	17	7	7	8	8	9	10	10	12
		50	8	10	11	12	14	14	15	20	10	11	11	13	15	16	16	20	8	9	9	9	11	12	12	15
		25	10	12	13	14	16	17	18	24	11	13	13	15	17	19	19	23	9	10	11	11	12	13	13	17
		10	11	13	14	16	18	19	20	27	13	15	15	17	19	21	21	26	10	12	12	12	14	15	15	19
25	50	90	6	8	8	9	10	10	11	14	7	8	8	10	11	12	12	15	5	6	6	7	8	9	9	11
		75	8	10	10	11	12	12	13	17	8	9	9	12	13	15	15	19	7	7	8	9	10	11	11	13
		50	9	11	12	13	14	15	16	21	10	11	11	14	16	18	18	22	8	9	9	10	12	13	13	16
		25	11	13	14	15	17	17	19	25	11	13	13	16	19	20	20	26	9	10	11	12	13	15	15	19
		10	12	15	16	17	19	20	21	28	13	15	15	19	21	23	23	29	10	12	12	13	15	17	17	21
76	50	90	5	6	7	8	8	9	10	13	6	6	7	8	9	10	10	13	5	5	5	6	7	8	8	10
		75	6	8	8	9	10	11	12	16	7	8	8	10	11	12	12	15	5	6	6	8	9	9	9	12
		50	8	9	10	11	13	13	14	19	8	9	10	12	13	14	14	18	7	8	8	9	10	11	11	14
		25	9	11	12	13	15	16	17	22	9	11	11	13	15	17	17	21	8	9	9	11	12	13	13	16
		10	10	13	13	15	17	18	19	25	11	12	13	15	17	19	19	24	9	10	10	12	13	15	15	19
49	51	90	6	7	7	9	10	10	11	15	7	8	8	9	10	11	11	14	5	6	6	7	8	9	9	11
		75	7	8	9	11	12	13	14	18	8	9	10	11	12	13	13	17	7	7	8	8	10	10	10	13
		50	8	10	11	13	15	15	16	22	10	11	11	13	15	16	16	20	8	9	9	10	11	13	13	16
		25	10	12	13	15	17	18	19	26	11	13	13	15	17	19	19	23	9	10	11	12	13	15	15	18
		10	11	13	14	17	19	20	22	29	13	15	15	17	19	21	21	26	10	12	12	13	15	16	16	21
25	50	90	6	8	8	9	10	11	12	15	7	8	8	10	11	12	12	15	5	6	6	8	9	9	9	12
		75	8	10	10	11	13	13	14	19	8	9	10	12	13	15	15	19	7	7	8	9	10	12	12	14
		50	9	11	12	14	15	16	17	23	10	11	11	14	16	18	18	22	8	9	9	11	13	14	14	17
		25	11	13	14	16	18	19	20	27	11	13	13	16	19	20	20	26	9	10	11	13	15	16	16	20
		10	12	15	16	18	20	21	23	30	13	15	15	19	21	23	23	29	10	12	12	15	16	18	18	23
76	50	90	6	8	9	9	10	11	12	15	7	8	8	9	10	11	11	14	6	6	7	8	9	9	9	12
		75	8	10	11	11	13	13	14	19	8	9	9	11	12	13	13	17	7	8	8	9	10	11	11	14
		50	10	12	13	14	15	16	17	23	10	11	11	13	15	16	16	20	8	9	10	11	13	14	14	17
		25	11	14	15	16	18	19	20	27	11	13	13	15	17	19	19	23	9	11	11	13	15	16	16	20
		10	13	16	17	18	20	21	23	30	12	14	15	17	19	21	21	26	11	12	13	14	16	18	18	23
34	51	90	7	9	9	11	12	13	14	18	8	9	9	10	11	12	12	15	7	8	8	8	10	11	11	13
		75	9	11	11	13	15	16	17	22	9	11	11	12	14	15	15	19	8	9	10	10	12	13	13	16
		50	10	13	14	16	18	19	20	27	11	13	13	14	16	18	18	22	10	11	11	12	14	15	15	19
		25	12	15	16	19	21	22	24	31	13	15	15	17	19	21	21	26	11	13	13	14	16	18	18	22
		10	14	17	18	21	24	25	27	35	16	17	17	19	21	23	23	29	13	15	15	16	18	20	20	25
25	50	90	8	10	10	11	13	13	14	19	8	9	9	11	12	13	13	17	7	8	8	9	11	12	12	15
		75	10	12	13	14	15	16	17	23	9	11	11	13	15	16	16	21	8	9	10	11	13	14	14	18
		50	12	14	15	17	19	20	21	28	11	13	13	16	18	20	20	25	10	11	11	14	15	17	17	21
		25	14	17	18	20	22	23	24	33	13	15	15	18	21	23	23	29	11	13	13	16	18	19	19	24
		10	15	19	20	22	25	26	28	37	15	17	17	21	23	26	26	32	13	15	15	18	20	22	22	28

EK-1 (Devam)

Çizelge Ek-1.5. Snook tablosu-erkekler kabul edilebilir maksimum itme kuvvetleri [40]

Height	Percent	2.1 m push One push every							7.6 m push One push every							15.2 m push One push every							30.5 m push One push every							45.7 m push One push every							61.0 m push One push every										
		6	12	1			2	5	30	8	15	22	1			2	5	30	8	25	35	1			2	5	30	8	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	2	5	30	8					
		s		min					hr	s		min					hr	s		min					hr	s		min					hr	s		min					hr	s		min			
Initial forces																																															
144	90	20	22	25	25	26	26	31	14	16	21	21	22	22	26	16	18	19	19	20	21	25	15	16	19	19	24	13	14	16	16	20	12	14	14	18											
	75	26	29	32	32	34	34	41	18	20	27	27	28	28	34	21	23	25	25	26	27	32	19	21	25	25	31	16	18	21	21	26	16	18	18	23											
	50	32	36	40	40	42	42	51	23	25	33	33	35	35	42	26	29	31	31	33	33	40	24	27	31	31	38	20	23	26	26	33	20	22	22	28											
	25	38	43	47	47	50	51	61	27	31	40	40	42	42	51	31	35	37	37	40	40	48	28	32	37	37	46	24	27	32	32	39	23	27	27	34											
	10	44	49	55	55	58	58	70	31	35	46	46	48	49	58	36	40	43	43	45	46	55	32	37	42	42	53	28	31	36	36	48	27	31	31	39											
95	90	21	24	26	26	28	28	34	16	18	23	23	25	25	30	18	21	22	22	23	24	28	17	19	22	22	27	14	16	19	19	23	14	16	16	20											
	75	28	31	34	34	36	36	44	21	23	20	20	32	32	39	24	27	28	28	30	30	36	21	24	28	28	35	18	21	24	24	30	18	21	20	26											
	50	34	38	43	43	45	45	54	26	29	38	38	40	40	48	29	33	35	35	37	38	45	27	30	35	35	44	23	26	30	30	37	22	26	26	32											
	25	41	46	51	51	54	55	65	31	35	45	45	48	48	58	35	40	42	42	45	45	54	32	36	42	42	52	27	31	36	36	45	27	31	31	38											
	10	47	53	59	59	62	63	75	35	40	52	52	55	56	66	40	46	49	49	52	52	62	37	41	48	48	60	32	36	41	41	52	31	35	35	44											
64	90	19	22	24	24	25	26	31	13	14	20	20	21	21	26	15	17	19	19	20	20	24	14	16	19	19	23	12	14	16	16	20	12	14	14	17											
	75	25	28	31	31	33	33	40	16	19	26	26	27	28	33	19	21	24	24	26	26	31	18	21	24	24	30	16	18	21	21	26	15	18	18	22											
	50	31	35	39	39	41	41	50	20	23	32	32	34	35	41	23	27	30	30	32	33	39	23	26	30	30	37	20	22	26	26	32	19	22	22	28											
	25	38	42	46	46	49	50	59	25	28	39	39	41	41	50	28	32	36	36	39	39	47	28	31	36	36	45	24	27	31	31	39	23	26	26	33											
	10	43	48	53	53	57	57	68	28	32	45	45	47	48	57	32	37	42	42	44	45	54	32	36	41	41	52	27	31	36	36	44	26	30	30	38											
Sustained forces																																															
144	90	10	13	15	16	18	18	22	8	9	13	13	15	16	18	8	9	11	12	13	14	16	8	10	12	13	16	7	8	10	11	13	7	8	9	11											
	75	13	17	21	22	24	25	30	10	13	17	18	20	21	25	11	13	15	16	18	18	22	11	13	16	18	21	10	11	13	15	18	9	11	13	15											
	50	17	22	27	28	31	32	38	13	16	22	23	26	27	32	14	17	20	20	23	24	28	15	17	20	23	28	12	14	17	19	23	12	14	16	19											
	25	21	27	33	34	38	40	47	16	20	28	29	32	33	39	17	20	24	25	28	29	34	18	21	25	29	34	15	18	21	24	28	15	17	20	24											
	10	25	31	38	40	45	46	54	19	23	32	33	38	39	46	20	24	28	29	33	34	40	21	25	29	33	39	18	21	24	28	33	17	20	23	28											
95	90	10	13	16	17	19	19	23	8	10	13	13	15	15	18	8	10	11	12	13	13	16	8	10	12	13	16	7	8	9	11	13	7	8	9	11											
	75	14	18	22	22	25	26	31	11	13	17	18	20	21	25	11	13	15	16	18	18	21	11	13	16	18	21	9	11	13	15	18	9	11	12	15											
	50	18	23	28	29	33	34	40	14	17	22	23	26	27	32	14	17	19	20	23	23	28	15	17	20	23	27	12	14	17	19	23	12	14	16	19											
	25	22	28	34	35	40	41	49	17	21	27	29	32	33	39	18	21	24	25	28	29	34	18	21	25	28	33	15	18	21	24	28	15	17	20	23											
	10	26	33	40	41	46	48	57	20	24	32	33	37	38	45	20	25	28	29	32	33	40	21	25	29	33	39	17	20	24	27	32	17	20	23	27											
64	90	10	13	16	16	18	19	23	8	10	12	13	14	15	18	8	10	11	11	12	13	15	8	9	11	13	15	7	8	9	11	13	7	8	9	10											
	75	14	18	21	22	25	26	31	11	13	17	17	19	20	24	11	13	14	15	17	17	21	11	13	15	17	20	9	11	12	14	17	9	10	12	14											
	50	18	23	28	29	32	33	39	14	17	21	22	25	26	31	14	17	19	19	22	22	27	14	16	19	22	26	12	14	16	18	22	12	14	15	18											
	25	22	28	34	35	39	41	48	17	21	26	27	31	32	37	18	21	23	24	27	28	33	17	20	24	27	32	14	17	20	23	27	14	17	19	22											
	10	26	32	39	41	46	48	56	20	25	30	32	36	37	44	21	25	27	28	31	32	38	20	24	28	32	37	17	20	23	26	31	16	19	22	25											

Çizelge Ek-1.6. Snook tablosu-kadınlar kabul edilebilir maksimum itme kuvvetleri [40]

Height	Percent	2.1 m push							7.6 m push							15.2 m push							30.5 m push							45.7 m push							61.0 m push						
		One push every							One push every							One push every							One push every							One push every							One push every						
		6	12	1	2	5	30	8	15	22	1	2	5	30	8	25	35	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	2	5	30	8							
Initial forces																																											
144	90	14	15	17	18	20	21	22	15	16	16	16	18	19	20	12	14	14	14	15	16	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15							
	75	17	18	21	22	24	25	27	18	19	19	20	22	23	24	15	17	17	17	19	20	21	15	16	17	19	21	14	15	17	19	21	14	15	17	19							
	50	20	22	25	26	29	30	32	21	23	23	24	26	27	29	18	20	20	20	22	23	25	18	19	21	22	25	18	19	21	22	25	17	18	20	22							
	25	24	25	29	30	33	35	37	25	26	27	28	31	32	34	20	23	23	24	26	27	29	20	22	24	26	29	20	22	24	26	29	20	21	23	26							
	10	26	28	33	34	38	39	41	28	30	30	31	34	36	38	23	26	26	26	29	31	32	23	25	27	29	33	23	25	27	29	33	22	24	26	29							
95	90	14	15	17	18	20	21	22	14	15	16	17	19	19	21	11	13	14	14	16	16	17	12	14	15	16	18	12	14	15	16	18	12	13	14	16							
	75	17	18	21	22	24	25	27	17	18	20	20	22	23	25	14	16	17	17	19	20	21	15	16	18	19	21	15	16	18	19	21	15	16	17	19							
	50	20	22	25	26	29	30	32	20	21	23	24	27	28	30	16	19	20	21	23	24	25	18	20	21	23	26	18	20	21	23	26	18	19	20	23							
	25	24	25	29	30	33	35	37	23	25	27	28	31	33	34	19	22	23	24	27	28	29	21	23	24	26	30	21	23	24	26	30	20	22	24	27							
	10	26	28	33	34	38	39	41	26	28	31	32	35	37	39	22	24	26	27	30	31	33	24	26	28	30	33	24	26	28	30	33	25	26	30								
64	90	11	12	14	14	16	17	18	11	12	14	14	16	16	17	9	11	12	12	13	14	15	11	12	12	13	15	11	12	12	13	15	10	11	12	13							
	75	14	15	17	17	19	20	21	14	15	17	17	19	20	21	11	13	14	15	16	17	18	13	14	15	16	18	13	14	15	16	18	12	13	14	16							
	50	16	17	20	21	23	24	25	16	18	20	21	23	24	25	14	15	17	18	19	20	21	15	17	18	19	22	15	17	18	19	22	15	16	17	19							
	25	21	23	26	27	30	31	33	22	23	26	27	30	31	33	18	20	22	23	25	26	28	20	22	23	25	28	20	22	23	25	28	19	21	23	25							
	10	21	23	26	27	30	31	33	22	23	26	27	30	31	33	18	20	22	23	25	26	28	20	22	23	25	28	20	22	23	25	28	19	21	23	25							
Sustained forces																																											
144	90	6	8	10	10	11	12	14	6	7	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	7	9	5	6	6	6	8	5	5	5	6	8	4	4	4	6							
	75	9	12	14	14	16	17	21	9	10	11	11	12	13	16	7	8	9	9	10	11	13	7	8	9	9	12	7	8	8	8	11	6	6	6	9							
	50	12	16	19	20	21	23	28	12	14	14	15	16	17	21	10	11	12	12	14	18	10	11	12	12	16	9	10	11	11	15	8	8	9	12								
	25	16	20	24	25	27	29	36	15	17	18	18	20	22	27	12	14	15	16	17	18	22	13	14	15	15	21	11	13	13	14	19	10	10	11	15							
	10	18	23	28	29	32	34	42	18	20	21	22	24	26	32	14	17	18	18	20	22	27	15	17	17	18	25	14	15	16	17	22	12	12	13	17							
95	90	6	7	9	9	10	11	13	6	7	7	8	8	9	9	5	6	6	7	7	8	10	5	6	6	7	9	5	6	6	6	8	4	4	5	6							
	75	8	11	13	13	15	16	19	9	10	11	11	13	13	17	7	8	9	9	10	11	14	8	9	9	10	13	7	8	8	9	12	6	6	7	9							
	50	11	15	18	18	20	21	26	12	13	15	15	17	18	22	9	11	13	13	14	15	19	10	12	12	13	17	10	11	11	12	16	8	9	9	12							
	25	14	18	22	23	25	27	33	15	17	19	19	21	23	28	12	14	16	16	18	19	24	13	15	15	16	22	12	14	14	15	20	11	11	12	15							
	10	17	22	26	27	30	32	39	17	20	22	23	25	27	33	14	17	19	19	21	23	28	16	18	18	19	26	14	16	17	18	24	13	13	14	18							
64	90	5	6	8	8	9	9	12	6	7	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	7	9	5	6	6	6	8	5	5	5	6	7	4	4	4	6							
	75	7	9	11	12	13	14	17	8	10	10	11	12	12	15	7	8	9	9	10	10	13	7	8	8	9	12	7	7	8	8	11	6	6	6	8							
	50	10	13	15	16	17	18	23	11	13	14	14	16	17	21	9	11	12	12	13	14	17	10	11	11	12	16	9	10	10	11	15	8	8	8	11							
	25	12	16	19	20	22	23	29	14	17	18	18	20	21	26	12	14	15	15	17	18	22	12	14	14	15	20	11	13	14	15	19	10	10	11	14							
	10	15	19	23	23	26	28	34	17	20	21	21	23	25	31	14	16	17	18	20	21	26	15	16	17	18	24	13	15	16	16	22	12	12	13	17							

EK-1 (Devam)

Çizelge Ek-1.7. Snook tablosu-erkekler kabul edilebilir maksimum çekme kuvvetleri [40]

Height	Percent	2.1 m pull One pull every							7.6 m pull One pull every							15.2 m pull One pull every							30.5 m pull One pull every							45.7 m pull One pull every							61.0 m pull One pull every						
		6	12	1	2	5	30	8	15	22	1	2	5	30	8	25	35	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	2	5	30	8							
		s				min		hr	s				min		hr	s				min		hr	s			min		hr	s			min		hr	s			min		hr			
Initial forces																																											
144	90	14	16	18	18	19	19	23	11	13	16	16	17	18	21	13	15	15	15	16	17	20	12	13	15	15	19	10	11	13	13	16	10	11	11	14							
	75	17	19	22	22	23	24	28	14	15	20	20	21	21	26	16	18	19	19	20	20	24	14	16	19	19	23	12	14	16	16	20	12	14	14	17							
	50	20	23	26	26	28	28	33	16	18	24	24	25	26	31	19	21	22	22	24	24	29	17	19	22	22	27	15	16	19	19	24	14	16	16	20							
	25	24	27	31	31	32	33	39	19	21	28	28	29	30	36	22	25	26	26	28	28	33	20	22	26	26	32	17	19	22	22	28	16	19	19	24							
	10	26	30	34	34	36	37	44	21	24	31	31	33	33	40	24	28	29	29	31	31	38	22	25	29	29	37	20	22	25	25	31	18	21	21	27							
95	90	19	22	25	25	27	27	32	15	18	23	23	24	24	29	18	20	21	21	23	23	28	16	18	21	21	26	14	16	18	18	23	13	16	16	19							
	75	23	27	31	31	32	33	39	19	21	28	28	29	30	36	22	25	26	26	28	28	33	20	22	26	26	32	17	19	22	22	28	16	19	19	24							
	50	28	32	36	36	39	39	47	23	26	33	33	35	35	42	26	29	31	31	33	33	40	24	27	31	31	38	20	23	27	27	33	20	23	23	28							
	25	33	37	42	42	45	45	54	26	3	39	39	41	41	49	30	34	36	36	38	39	46	27	31	36	36	45	24	27	31	31	38	23	26	26	33							
	10	37	42	48	48	51	51	61	30	33	43	43	46	47	56	33	38	41	41	43	44	52	31	35	40	40	50	27	30	35	35	43	26	30	30	37							
64	90	22	25	28	28	30	30	36	18	20	26	26	27	28	33	20	23	24	24	26	26	31	18	21	24	24	30	16	18	21	21	26	15	18	18	22							
	75	27	30	34	34	37	37	44	21	24	31	31	33	34	40	24	28	29	29	31	32	38	22	25	29	29	36	19	22	25	25	31	19	21	21	27							
	50	32	36	41	41	44	44	53	25	29	37	37	40	40	48	29	33	35	35	37	38	45	27	30	35	35	43	23	26	30	30	37	22	26	26	32							
	25	37	42	48	48	51	51	61	30	34	44	44	46	47	56	34	39	41	41	43	44	52	31	35	41	41	50	27	30	35	35	43	26	30	30	37							
	10	42	48	54	54	57	58	69	33	38	49	49	52	53	63	38	43	46	46	49	49	59	35	39	46	46	57	30	34	39	39	49	29	34	34	42							
Sustained forces																																											
144	90	8	10	12	13	15	15	18	6	8	10	11	12	12	15	7	8	9	9	10	11	13	7	8	9	11	13	6	7	8	9	10	6	7	7	9							
	75	10	13	16	17	19	20	23	8	10	13	14	16	16	19	9	10	12	12	14	14	17	9	10	12	14	16	7	9	10	11	14	7	8	10	11							
	50	13	16	20	21	23	24	28	10	13	16	17	19	20	23	11	13	14	15	17	17	20	11	13	15	17	20	9	11	12	14	17	9	10	12	14							
	25	15	20	24	25	28	29	34	12	15	20	20	23	24	28	13	15	17	18	20	21	24	13	15	18	20	24	11	13	15	17	20	11	12	14	17							
	10	17	22	27	28	32	33	39	14	17	22	23	26	27	32	14	17	19	20	23	24	28	15	17	20	23	27	12	14	17	19	23	12	14	16	19							
95	90	10	13	16	17	19	20	24	8	10	13	14	16	16	19	9	10	12	12	14	14	17	9	10	12	14	17	7	9	10	12	14	7	9	10	12							
	75	13	17	21	22	25	26	30	11	13	17	18	20	21	25	11	14	15	15	18	18	22	12	13	16	18	21	10	11	13	15	18	9	11	13	15							
	50	16	21	26	27	31	31	37	13	17	21	22	25	26	31	14	17	19	19	22	23	27	14	17	19	22	26	12	14	16	19	22	12	14	16	18							
	25	19	26	31	33	37	38	45	16	20	26	27	30	31	37	17	20	22	23	26	27	32	17	20	23	27	32	14	17	19	22	26	14	16	19	22							
	10	22	29	36	37	42	43	51	18	23	29	31	34	36	42	19	23	26	27	30	31	37	19	23	27	31	36	16	19	22	25	30	16	19	21	25							
64	90	11	14	17	18	20	21	25	9	11	14	15	17	17	20	9	11	12	13	15	15	18	9	11	13	15	18	8	9	11	12	15	8	9	10	12							
	75	14	19	23	23	26	27	32	11	14	19	19	22	22	26	12	14	16	17	19	19	23	12	14	17	19	23	10	12	14	16	19	10	12	13	16							
	50	17	23	28	29	32	34	40	14	18	23	24	27	28	33	15	18	20	21	23	24	28	15	18	21	24	27	13	15	17	20	23	12	14	16	20							
	25	20	27	33	35	39	40	48	17	21	27	28	32	33	39	18	21	24	25	28	29	34	18	21	25	28	33	15	18	21	24	28	15	17	20	25							
	10	23	31	38	40	45	46	54	19	24	31	32	37	38	45	20	24	27	28	32	33	39	21	24	28	32	38	17	20	24	27	32	17	20	23	27							

Çizelge Ek-1.8. Snook tablosu-erkekler kabul edilebilir maksimum çekme kuvvetleri [40]

Height	Percent	2.1 m pull One pull every							7.6 m pull One pull every							15.2 m pull One pull every							30.5 m pull One pull every							45.7 m pull One pull every							61.0 m pull One pull every						
		6	12	1	2	5	30	8	15	22	1	2	5	30	8	25	35	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	2	5	30	8							
		s				min		hr	s					min		hr	s					min		hr					min		hr					min		hr					
Initial forces																																											
144	90	13	16	17	18	20	21	22	13	14	16	16	18	19	20	10	12	13	14	15	16	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15							
	75	16	19	20	21	24	25	26	16	17	19	19	21	22	24	12	14	16	16	18	19	20	14	16	17	18	20	14	16	17	18	20	14	15	16	18							
	50	19	22	24	25	28	29	31	19	20	22	23	25	26	28	14	16	19	19	21	22	24	17	18	20	21	24	17	18	20	21	24	16	18	19	21							
	25	21	25	28	29	32	33	35	21	26	25	26	29	30	32	16	19	21	22	25	26	27	19	21	23	24	27	19	21	23	24	27	19	20	22	25							
	10	24	28	31	32	36	37	39	24	26	28	29	32	34	36	18	21	24	25	27	29	30	22	24	25	27	31	22	24	25	27	31	21	23	24	27							
95	90	14	16	18	19	21	22	23	14	15	16	17	19	20	21	10	12	14	14	16	17	18	13	14	15	16	18	13	14	15	16	18	12	13	14	16							
	75	16	19	21	22	25	26	27	17	18	19	20	22	23	25	12	15	17	17	19	20	21	15	16	18	19	21	15	16	18	19	21	15	16	17	19							
	50	19	23	25	26	29	30	32	19	21	23	24	26	27	29	14	17	19	20	22	23	25	18	19	21	22	25	18	19	21	22	25	17	18	20	22							
	25	22	26	29	30	33	35	37	22	24	26	27	30	31	33	16	20	22	23	26	27	28	20	22	24	25	29	20	22	24	25	29	20	21	23	26							
	10	25	29	32	33	37	39	41	25	27	29	30	33	35	37	18	22	25	26	29	30	32	23	25	26	28	32	23	25	26	28	32	22	24	25	29							
64	90	15	17	19	20	22	23	24	15	16	17	18	20	21	22	11	13	15	15	17	18	19	13	14	15	17	19	13	14	15	17	19	13	14	15	17							
	75	17	20	22	23	26	27	28	17	19	20	21	23	24	26	13	15	17	18	20	21	22	16	17	18	20	22	16	17	18	20	22	15	16	18	20							
	50	20	24	26	27	30	32	33	20	22	24	25	28	29	30	15	18	20	21	23	24	26	18	20	22	23	26	18	20	22	23	26	18	19	21	23							
	25	23	27	30	31	35	36	38	23	25	27	29	32	33	35	17	21	23	24	27	28	30	21	23	25	27	30	21	23	25	27	30	21	22	24	27							
	10	26	31	34	35	39	40	43	29	28	31	32	35	37	39	19	23	26	27	30	31	33	24	26	28	30	34	24	26	28	30	34	23	25	27	30							
Sustained forces																																											
144	90	6	9	10	10	11	12	15	7	8	9	9	10	11	13	6	7	7	8	8	9	11	6	7	7	8	10	6	6	7	7	9	5	5	5	7							
	75	8	12	13	14	15	16	20	9	11	12	12	13	14	18	7	9	10	10	11	12	15	8	9	10	10	14	8	9	9	9	12	7	7	7	10							
	50	10	16	17	18	19	21	25	12	13	15	16	17	18	22	9	11	13	13	14	15	19	11	12	12	13	17	10	11	11	12	16	8	9	9	12							
	25	13	19	21	21	23	25	31	14	16	18	19	21	22	27	11	14	15	16	17	19	23	13	15	15	16	21	12	12	14	14	19	10	11	11	15							
	10	15	22	24	25	27	29	36	16	19	21	22	24	26	32	13	16	18	18	20	22	27	15	17	17	18	25	14	15	16	17	23	12	12	13	17							
95	90	6	9	10	10	11	12	14	7	8	9	9	10	10	13	5	6	7	7	8	9	11	6	7	7	7	10	5	6	6	7	9	5	5	5	7							
	75	8	12	13	13	15	16	19	9	10	11	12	13	14	17	7	8	10	10	11	12	14	8	9	9	10	13	7	8	8	9	12	6	7	7	9							
	50	10	15	16	17	19	20	25	11	13	15	15	16	18	22	9	11	12	13	14	15	18	10	12	12	13	17	9	11	11	12	15	8	8	9	12							
	25	12	18	20	21	23	24	30	14	16	18	18	20	22	27	11	13	15	15	17	18	22	12	14	15	15	21	11	13	13	14	19	10	10	11	15							
	10	14	21	23	24	26	28	35	16	18	21	21	23	25	31	13	15	17	17	18	20	24	15	16	17	18	24	13	15	16	16	22	12	12	13	17							
64	90	6	9	10	10	11	13	13	6	7	8	8	9	10	12	5	6	7	7	7	8	10	6	6	6	7	9	5	6	6	6	8	4	5	5	6							
	75	7	11	12	12	13	14	18	8	9	11	11	12	13	16	7	8	9	9	10	11	13	7	8	8	9	12	7	8	8	8	11	6	6	6	9							
	50	9	14	15	16	17	18	23	10	12	13	14	15	16	20	8	10	11	12	13	14	17	9	11	11	12	16	9	10	10	11	14	8	8	8	11							
	25	11	17	18	19	21	22	27	13	15	16	17	19	20	24	10	12	14	14	16	17	21	11	13	13	14	19	11	12	12	13	17	9	10	10	13							
	10	13	20	21	22	24	26	32	15	17	19	20	22	23	28	12	14	16	16	18	19	24	13	15	16	16	22	12	14	14	15	20	11	11	12	13							

EK-1 (Devam)

Çizelge Ek-1.9. Snook tablosu- kabul edilebilir maksimum taşıma ağırlığı [40]

Height	Percent	2.1 m carry One carry every							4.3 m carry One carry every							8.5 m carry One carry every						
		6	12	1	2	5	30	8	6	12	1	2	5	30	8	6	12	1	2	5	30	8
		s						hr	s						hr	s						hr
Males																						
111	90	10	14	17	17	19	21	25	9	11	15	15	17	19	22	10	11	13	13	15	17	20
	75	14	19	23	23	26	29	34	13	16	21	21	23	26	30	13	15	18	18	20	23	27
	50	19	25	30	30	33	38	44	17	20	27	27	30	34	39	17	19	23	24	26	29	35
	25	23	30	37	37	41	46	54	20	25	33	33	37	41	48	21	24	29	29	32	36	43
	10	27	35	43	43	48	54	63	24	29	38	39	43	48	57	24	28	34	34	38	42	50
79	90	13	17	21	21	23	26	31	11	14	18	19	21	23	27	13	15	17	18	20	22	26
	75	18	23	28	29	32	36	42	16	19	25	25	28	32	37	17	20	24	24	27	30	35
	50	23	30	37	37	41	46	54	20	25	32	33	36	41	48	22	26	31	31	35	39	46
	25	28	37	45	46	51	57	67	25	30	40	40	45	50	59	27	32	38	38	42	48	56
	10	33	43	53	53	59	66	78	29	35	47	47	52	59	69	32	38	44	45	50	56	65
Females																						
105	90	11	12	13	13	13	13	18	9	10	13	13	13	13	18	10	11	12	12	12	12	16
	75	13	14	15	15	16	16	21	11	12	15	15	16	16	21	12	13	14	14	14	14	19
	50	15	16	18	18	18	18	25	12	13	18	18	18	18	24	14	15	16	16	16	16	22
	25	17	18	20	20	21	21	28	14	15	20	20	21	21	28	15	17	18	18	19	19	25
	10	19	20	22	22	23	23	31	16	17	22	22	23	23	31	17	19	20	20	21	21	28
72	90	13	14	16	16	16	16	22	10	11	14	14	14	14	20	12	12	14	14	14	14	19
	75	15	17	18	18	19	19	25	11	13	16	16	17	17	23	14	15	16	16	17	17	23
	50	17	19	21	21	22	22	29	13	15	19	19	20	20	26	16	17	19	19	20	20	26
	25	20	22	24	24	25	25	33	15	17	22	22	22	22	30	18	19	21	22	22	22	30
	10	22	24	27	27	28	28	37	17	19	24	24	25	25	33	20	21	24	24	25	25	33

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ŞAHİN, Hamza
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri : 20.05.1991, Ankara
Telefon : 05350345891
E-posta : 1hamzasahin@gmail.com



Eğitim Bilgileri

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi – Endüstriyel Tasarım Müh.	Devam Ediyor
Lisans	Eskişehir Osmangazi Üni.- Makina Müh.	2016
Lise	Gazi Anadolu Lisesi	2009

İş Denevimleri

Yıl	Yer	Görev
2019 - Halen	MAN TÜRKİYE A.Ş.	Tasarım Mühendisi
2018 - 2019	BMC OTOMOTİV A.Ş.	Tasarım Mühendisi
2017 - 2018	KATMERCİLER A.Ş.	Tasarım Mühendisi
Nisan - Eylül	FARHYM Otomotiv	ÜR-GE Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Eldem, C., Top, N. ve Şahin, H. (2019). Dijital İnsan Modelleri Kullanarak Otomobil Sürücüsü Duruş Pozisyonlarının Ergonomik Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(1), 22-31.

Hobiler

Spor yapmak, seyahat etmek, teknoloji, otomotiv.



GAZİ GELECEKTİR..