

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**EL ALETLERİ İLE ÇALIŞAN KİŞİLERDE ZORLANMAYA NEDEN
OLAN DURUŞ VE HAREKETLERİN ANALİZİ**

ANIL ORKUN İYİKAN

KOCAELİ 2019

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EL ALETLERİ İLE ÇALIŞAN KİŞİLERDE ZORLANMAYA NEDEN
OLAN DURUŞ VE HAREKETLERİN ANALİZİ

ANIL ORKUN İYİKAN

Prof.Dr. Tamer SINMAZÇELİK
Danışman, Kocaeli Üniv.

Dr. Öğr. Gör. Mehlika KOCABAŞ AKAY
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

Dr. Öğr. Gör. Ekrem ALTUNCU
Jüri Üyesi, Sakarya Üniv.



Tezin Savunulduğu Tarih: 15.01.2019

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma günlük hayatta ve daha çok endüstride(imalatta) çalışan kişilerin el aletlerini kullanma esnasında ne kadar zorlandıklarını araştırmak ve doğru duruş pozisyonlarının ne olması gerektiğini belirlemek, meydana gelebilecek kas iskelet rahatsızlarından nasıl korunabileceklerine vedoğru alet kullanımınayönelik bazı önerilerde bulunmak için yapılmıştır.

Yüksek lisans tercih dönemimde desteğini hep hissettiğim, hem lisans hem yüksek lisans; eğitimimde, büyük katkısı olan, değerli bilgilerini paylaşan, duruşu ve enerjisi ile örnek aldığım saygıdeğer danışman hocam Prof.Dr. Tamer SINMAZÇELİK'e ve diğer hocalarıma,

Çalışma süresince tüm zorlukları benim yerime göğüslemek isteyen ve hayatımın her döneminde bana bütün gücüyle destek olan, doğru kararları almamı sağlayan maddi ve manevi desteklerini asla esirgemeyen babam Ali İYİKAN'a ve annem Aynur İYİKAN'a

Çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, gerek bilişim gerek tecrübe gerek bilgi anlamında her türlü paylaşımı yapan bütün arkadaşlarıma,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak - 2019

Anıl Orkun İYİKAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
ÖZET	xv
ABSTRACT	xvi
GİRİŞ	1
1. ERGONOMİ VE ANTROPOMETRİ	2
1.1. Ergonomi	2
1.1.1. Çalışma alanı ergonomisi	3
1.1.2. Ergonomide biyomekanik	4
1.1.3. Kuvvet	4
1.1.3.1. Duruş	4
1.1.3.2. Teknik/deneyim	4
1.1.3.3. Erişim mesafesi	5
1.1.3.4. Bilek oryantasyonu (yönlendirmesi)	7
1.2. Antropometri	7
1.2.1. Antropometrik veriler	7
1.2.1.1. Beden ölçüleri	8
1.2.1.2. Antropometrik veri tabanları	13
1.2.2. Tasarımda antropometri	14
1.2.3. Antropometrik ürün tasarımı	16
1.2.4. Antropometrik verilerin kullanılması	16
1.2.4.1. Uç değerler için tasarım	16
1.2.4.2. Ayarlanabilir tasarım	17
1.2.4.3. Ortalama değer için tasarım	17
1.2.5. Ortak işyeri duruşları	18
1.2.5.1. Ayakta	18
1.2.5.2. Oturma	18
1.2.6. Ortak işyeri hareketleri	19
1.2.6.1. İyi ve kötü bölgeler	19
1.2.7. Tekrarlanan hareketler	21
1.2.7.1. Farklı kuvvet miktarları	21
1.2.7.2. Nesnelere ulaşma	21
1.2.7.3. Kümülatif travma bozuklukları	21
1.2.8. Evrensel tasarım düşünceleri	22
1.2.9. Ergonomik sistem tasarımında antropometrik modelleme	22
1.2.9.1. Antropometrik Optimizasyon	22
1.2.9.2. Destek ünitesi ve ara kesit tasarımı	23
1.2.9.3. Antropometrik verilerin tasarım sürecinde kullanımı	23
1.2.10. Antropometri ve ölçüm yöntemleri	23
1.2.11. Antropometri ve biyomekanik	24
2. DURUŞ	29
2.1. Statik Duruş	29
2.1.1. Ayakta	29

2.2. Dinamik Duruş.....	27
2.2.1. Taşıma	28
2.2.2. İtme/çekme	29
3. EL VE EL ALETLERİ	31
3.1. Elin Anatomisi	31
3.2. El Aletleri	35
3.2.1. El aleti tasarımının kapsamı ve önemi	35
3.2.1.1. Sorunun önemi	36
3.2.2. El aletleri nedeniyle yaralanmaların doğası	36
3.2.3. Kavrama sapları	39
3.2.3.1. Sap tasarımının temelleri	39
3.2.3.2. Dairesel enine kesitin kolları ve uygun çap	39
3.2.4. Takım tasarımında biyomekanik	39
3.2.4.1. Kavrama ve sıkma	39
3.2.4.2. Kavrama ve döndürme	40
3.2.4.3. Bileğin nötr pozisyonu	40
3.2.4.4. Kavrama kuvveti	41
3.2.4.5. Araç türü	41
3.2.4.6. Tetik	41
3.2.4.7. Kullanım süresi ve tekrarı	42
4. KAS-İSKELET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI	44
4.1. İşle İlgili Üst Ekstremité Bozuklukları	44
4.2. İşçiler İçin Aşırı Kullanım Rahatsızlıkları	44
4.3. Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları	46
4.3.1.1. Karpal tünel sendromu	47
4.3.1.2. Tenisçi dirseği	47
4.3.1.3. De Quervain tenosinoviti	47
4.3.1.4. Tetik parmak	47
4.3.1.5. El-kol titreşimi sendromu	48
4.3.1.6. Boyun, omuz ağrıları	48
4.3.1.7. Bel hastalıkları	48
4.3.2. Verimlilik-kalite-maliyet üçgeni	48
4.4. Çalışmayla oluşan Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları ve Maliyeti	48
4.4.1. İkiser'in maliyeti	49
4.4.1.1. İşçi Maliyetleri	50
4.4.1.2. İş değişikliğiyle ilgili maliyet	50
4.4.1.3. Yönetimsel giderler	50
4.4.1.4. İmalatla ilgili giderler	50
4.4.1.5. Sigorta giderleri	50
4.4.1.6. Başka giderler	50
5. DURUŞ ANALİZLERİ	52
5.1. Owass Yöntemi	52
5.1.1. Owass yönteminin aşamaları	53
5.1.2. Owass iş duruşlarında sistemlilik	54
5.1.3. Kodlama sırası	55
5.1.4. Owass yöntemi ile analiz	55
5.1.5. Owass analizinde çalışma duruşu sınıflandırılması	55
5.1.6. Owass analizi eylem sınıfları	58
5.2. Rula Yöntemi	60
5.2.1. Rula yönteminin incelenmesi	61
6. EL ALETLERİ İLE ÇALIŞAN KİŞİLERDE ZORLANMAYA NEDEN OLAN DURUŞ VE HAREKETLERİN ANALİZİ	63
6.1. Çalışmada Yapılan Hareketler	63
6.2. Çalışmada Kullanılan Program ve Grafiklerin Hazırlanışı	64

6.2.1. Programın sonuçlarının açıklamaları	65
6.2.1.1. Yüzde yapabilme yeteneği.....	65
6.2.1.2. Rula skoru	66
6.2.1.3. Owas skoru	66
6.2.1.4. Kuvvet çözücü sağ el sonucu	66
6.2.1.5. Bel analizi L4/L5 baskı kuvveti.....	67
6.2.1.6. İhtiyaç duyulan dinlenme süresi.....	68
6.3. Torna vida Dikey Yönde Tutulunca.....	68
6.3.1. Hareketlerin görüntüleri	68
6.3.1.1. Saat yönünde çevirilince.....	68
6.3.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince	69
6.3.2. Grafikler ve yorumları	69
6.4. Torna vida Yatay Yönde Ve Yakında Tutulunca	76
6.4.1. Hareketlerin ekran görüntüleri.....	76
6.4.1.1. Saat yönünde çevirilince.....	76
6.4.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince	77
6.4.2. Grafikler ve yorumları	78
6.5. Torna vida Yatay Yönde Ve Uzakta Tutulunca	84
6.5.1. Hareketlerin ekran görüntüleri.....	84
6.5.1.1. Saat yönünde çevirilince.....	84
6.5.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince	85
6.5.2. Grafikler ve yorumları	86
6.6. Anahtar Dikey Yönde Ve Yakında Tutulunca.....	92
6.6.1. Hareketlerin ekran görüntüleri.....	92
6.6.1.1. Saat yönünde çevirilince.....	92
6.6.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince	93
6.6.2. Grafikler ve yorumları	94
6.7. Anahtar Yatay Yönde Ve Yakında Tutulunca.....	100
6.7.1. Hareketlerin ekran görüntüleri.....	100
6.7.1.1. Saat yönünde çevirilince.....	100
6.7.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince	101
6.7.2. Grafikler ve yorumları	102
6.8. Anahtar Yatay Yönde Ve Uzakta Tutulunca.....	109
6.8.1. Hareketlerin ekran görüntüleri.....	109
6.8.1.1. Saat yönünde çevirilince.....	109
6.8.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince	110
6.8.2. Grafikler ve yorumları	111
6.9. Anahtar Dikey Yönde Ve Uzakta Tutulunca.....	118
6.9.1. Hareketlerin ekran görüntüleri.....	118
6.9.1.1. Saat yönünde çevirilince.....	118
6.9.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince	118
6.9.2. Grafikler ve yorumları	119
6.10. Testere Düz Tutulunca	125
6.10.1. Hareketlerin ekran görüntüleri.....	125
6.10.1.1. İleri yönde ittirilince	125
6.10.1.2. Geri yönde ittirilince	125
6.10.1.3. Geri yönde ittirilince	126
6.10.2. Grafikler ve yorumları	126
6.11. Testere Sağ Yönde Tutulunca	133
6.11.1. Hareketlerin ekran görüntüleri.....	133
6.11.1.1. İleri yönde ittirilince	133
6.11.1.2. Geri yönde ittirilince	133
6.11.2. Grafikler ve yorumları	134
6.12. Testere Sol Yönde Tutulunca	140

6.12.1. Hareketlerin ekran görüntüleri.....	140
6.12.1.1. İleri yönde ittirilince	140
6.12.1.2. Geri yönde ittirilince	140
6.12.2. Grafikler ve yorumları	141
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	148
7.1. Bilek Yüzde Yapabilme Yeteneği.....	148
7.2. Dirsek Yüzde Yapabilme Yeteneği	149
7.3. Omuz Yüzde Yapabilme Yeteneği	149
7.4. Gövde Yüzde Yapabilme Yeteneği.....	150
7.5. Kalça Yüzde Yapabilme Yeteneği	150
7.6. Diz Yüzde Yapabilme Yeteneği	151
7.7. Ayak Bileği Yüzde Yapabilme Yeteneği.....	152
7.8. Rula Skoru	152
7.9. Owas Skoru.....	154
7.10. Kuvvet Çözücü Sağ El Sonucu.....	155
7.11. Bel Analizi L4/L5 Baskı Kuvveti	155
7.12. İhtiyaç Duyulan Dinlenme Süresi	156
7.13. Yöntemlerin Genel Değerlendirilmesi	157
KAYNAKLAR	158
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	160
ÖZGEÇMİŞ	161

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Uygun erişim bölgeleri (ZCR)	5
Şekil 1.2	Omuzların önünde 500 mm'lik dikey bir yüzey üzerinde elverişli erişim bölgeleri (ZCR) ve optimal görsel bölgeler (OVZ)	6
Şekil 1.3.	Kavramanın yatay yayı ve masa yüksekliğinde çalışma alanı.....	6
Şekil 1.4.	Boy dağılım eğrisi	9
Şekil 1.5.	%5, %50, %95 değerleri	9
Şekil 1.6.	Tablo 1.1. için vücut ölçüleri	10
Şekil 1.7.	Bir insanın alt, üst ve ortalama vücut ölçüsü değerleri	11
Şekil 1.8.	Kadın ve erkek boy ve kg karşılaştırması	13
Şekil 1.9.	Oturan ve ayakta bireylerin antropometrik ölçüm boyutları	13
Şekil 1.10.	Bir koltuğun yüksekliğinde çeşitli ayarlama aralıkları tarafından barındırılan hedef nüfusun yüzdesini gösteren antropometrik maliyet/fayda fonksiyonu	17
Şekil 1.11.	Ayakta çalışanlardaki iş çeşitleri	18
Şekil 1.12.	Oturan bir insanın ölçüleri.....	19
Şekil 1.13.	Ortak eklem hareketleri için ilgili bölgeler. Bölge 0 yeşil renktedir, Bölge 1 sarı renktedir ve Bölge 2 kırmızıdır. Bölge 3 kırmızının ötesindeki yerlerdir	20
Şekil 2.1.	Statik antropometri çalışmalarında kullanılan ayaktaki boyutların gösterimi	26
Şekil 2.2.	Statik antropometride yararlanılan oturarak ölçülen boyutların gösterimi	27
Şekil 2.3.	Endüstriyel montaj görevinde optimal ve tatmin edici çalışma yükseklikleri için kriterler.....	28
Şekil 3.1	Elin antropometrisi	32
Şekil 3.2.	El ve bilek duruşları	33
Şekil 3.3.	Dokunma, tutma ve kavrama fonksiyonları	34
Şekil 3.4.	Dokunma, tutma ve kavrama fonksiyonları	34
Şekil 3.5.	Dinlenme, güçlü tutma ve hassas kavrama pozisyonları	40
Şekil 3.6.	Sapın eksen, önkolun eksen ile 100–110 ° açı yaptığında bileğin nötr pozisyonu korunur	41
Şekil 3.7.	İki farklı duruşta aynı çekme kuvvetini (F) uygulamak için gereken tork (Te) ile ilgili dirsek pozisyonu	43
Şekil 4.1.	Kısr'ın etkilediği bölgeler	46
Şekil 4.2.	İkiser risk etmenleri	49
Şekil 6.1.	L4/L5 Lomberleri	67
Şekil 6.2.	L4/L5 Lomberleri	68
Şekil 6.3.	Tornavidanın dikey yönde tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri	68
Şekil 6.4.	Tornavidanın dikey yönde tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri	69
Şekil 6.5.	Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken bilek grafiği	69
Şekil 6.6.	Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken dirsek grafiği	70
Şekil 6.7.	Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken omuz grafiği.....	70
Şekil 6.8.	Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken gövde grafiği.....	71
Şekil 6.9.	Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken kalça grafiği	71

Şekil 6.10.	Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken diz grafiği.....	72
Şekil 6.11.	Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği.....	72
Şekil 6.12.	Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken rula skoru grafiği.....	73
Şekil 6.13.	Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken owas skoru grafiği.....	73
Şekil 6.14.	Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken sağ el grafiği.....	74
Şekil 6.15.	Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken bel grafiği.....	74
Şekil 6.16.	Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği	75
Şekil 6.17.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri	76
Şekil 6.18.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri.....	77
Şekil 6.19.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken bilek grafiği	78
Şekil 6.20.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken dirsek grafiği	78
Şekil 6.21.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken omuz grafiği	79
Şekil 6.22.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken gövde grafiği	79
Şekil 6.23.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken kalça grafiği	80
Şekil 6.24.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken diz grafiği	80
Şekil 6.25.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği.....	81
Şekil 6.26.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken rula skoru grafiği.....	81
Şekil 6.27.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken owas skoru grafiği.....	82
Şekil 6.28.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken sağ el grafiği	82
Şekil 6.29.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken bel grafiği	83
Şekil 6.30.	Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği	83
Şekil 6.31.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri	84
Şekil 6.32.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri.....	85
Şekil 6.33.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken bilek grafiği	86
Şekil 6.34.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken dirsek grafiği	86
Şekil 6.35.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken omuz grafiği	87
Şekil 6.36.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken gövde grafiği	87
Şekil 6.37.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken kalça grafiği	88
Şekil 6.38.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken diz grafiği	88
Şekil 6.39.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği.....	89

Şekil 6.40.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken rula skoru grafiği.....	89
Şekil 6.41.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken owas skoru grafiği.....	90
Şekil 6.42.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken sağ el grafiği	90
Şekil 6.43.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken bel grafiği	91
Şekil 6.44.	Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği	91
Şekil 6.45.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri	92
Şekil 6.46.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri.....	93
Şekil 6.47.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken bilek grafiği	94
Şekil 6.48.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken dirsek grafiği	94
Şekil 6.49.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken omuz grafiği	95
Şekil 6.50.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken gövde grafiği	95
Şekil 6.51.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken kalça grafiği	96
Şekil 6.52.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken diz grafiği	96
Şekil 6.53.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği	97
Şekil 6.54.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken rula skoru grafiği	97
Şekil 6.55.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken owas skoru grafiği.....	98
Şekil 6.56.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken sağ el grafiği	98
Şekil 6.57.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken bel grafiği.....	99
Şekil 6.58.	Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği	99
Şekil 6.59.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri	100
Şekil 6.60.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri.....	101
Şekil 6.61.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken bilek grafiği	102
Şekil 6.62.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken dirsek grafiği	102
Şekil 6.63.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken omuz grafiği	103
Şekil 6.64.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken gövde grafiği	103
Şekil 6.65.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken kalça grafiği	104
Şekil 6.66.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken diz grafiği	104
Şekil 6.67.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği	105

Şekil 6.68.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken rula skoru grafiği.....	105
Şekil 6.69.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken owas skoru grafiği.....	106
Şekil 6.70.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken sağ el grafiği	106
Şekil 6.71.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken bel grafiği	107
Şekil 6.72.	Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği	108
Şekil 6.73.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri	109
Şekil 6.74.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri.....	110
Şekil 6.75.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken bilek grafiği	111
Şekil 6.76.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken dirsek grafiği	111
Şekil 6.77.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken omuz grafiği	112
Şekil 6.78.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken gövde grafiği	112
Şekil 6.79.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken kalça grafiği	113
Şekil 6.80.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken diz grafiği.....	113
Şekil 6.81.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği	114
Şekil 6.82.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken rula skoru grafiği	114
Şekil 6.83.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken owas skoru grafiği.....	115
Şekil 6.84.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken sağ el grafiği	116
Şekil 6.85.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken bel grafiği.....	116
Şekil 6.86.	Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği	117
Şekil 6.87.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri	118
Şekil 6.88.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri.....	118
Şekil 6.89.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken bilek grafiği	119
Şekil 6.90.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken dirsek grafiği	119
Şekil 6.91.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken omuz grafiği	120
Şekil 6.92.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken gövde grafiği	120
Şekil 6.93.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken kalça grafiği	121
Şekil 6.94.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken diz grafiği	121
Şekil 6.95.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği	122

Şekil 6.96.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken rula skoru grafiği	122
Şekil 6.97.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken owas skoru grafiği	123
Şekil 6.98.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken sağ el grafiği	123
Şekil 6.99.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken bel grafiği	124
Şekil 6.100.	Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği	124
Şekil 6.101.	Testerinin düz tutulup ileri yönde itilirken görüntüleri	125
Şekil 6.102.	Testerinin düz tutulup geri yönde çekilirken görüntüleri	125
Şekil 6.103.	Testerinin düz tutulup geri yönde çekilirken görüntüleri	126
Şekil 6.104.	Testerinin düz tutulup itilirken bilek grafiği	126
Şekil 6.105.	Testerinin düz tutulup itilirken dirsek grafiği	127
Şekil 6.106.	Testerinin düz tutulup itilirken omuz grafiği	127
Şekil 6.107.	Testerinin düz tutulup itilirken gövde grafiği	128
Şekil 6.108.	Testerinin düz tutulup itilirken kalça grafiği	128
Şekil 6.109.	Testerinin düz tutulup itilirken diz grafiği	129
Şekil 6.110.	Testerinin düz tutulup itilirken ayak bileği grafiği	129
Şekil 6.111.	Testerinin düz tutulup itilirken rula skoru grafiği	130
Şekil 6.112.	Testerinin düz tutulup itilirken owas skoru grafiği	130
Şekil 6.113.	Testerinin düz tutulup itilirken sağ el grafiği	131
Şekil 6.114.	Testerinin düz tutulup itilirken bel grafiği	132
Şekil 6.115.	Testerinin düz tutulup itilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği	132
Şekil 6.116.	Testerinin sağ yönde tutulup ileri yönde itilirken görüntüleri	133
Şekil 6.117.	Testerinin sağ yönde tutulup geri yönde çekilirken görüntüleri	133
Şekil 6.118.	Testerinin sağ yönde tutulup itilirken bilek grafiği	134
Şekil 6.119.	Testerinin sağ yönde tutulup itilirken dirsek grafiği	134
Şekil 6.120.	Testerinin sağ yönde tutulup itilirken omuz grafiği	135
Şekil 6.121.	Testerinin sağ yönde tutulup itilirken gövde grafiği	135
Şekil 6.122.	Testerinin sağ yönde tutulup itilirken kalça grafiği	136
Şekil 6.123.	Testerinin sağ yönde tutulup itilirken diz grafiği	136
Şekil 6.124.	Testerinin sağ yönde tutulup itilirken ayak bileği grafiği	137
Şekil 6.125.	Testerinin sağ yönde tutulup itilirken rula skoru grafiği	137
Şekil 6.126.	Testerinin sağ yönde tutulup itilirken owas skoru grafiği	138
Şekil 6.127.	Testerinin sağ yönde tutulup itilirken sağ el grafiği	138
Şekil 6.128.	Testerinin sağ yönde tutulup itilirken bel grafiği	139
Şekil 6.129.	Testerinin sağ yönde tutulup itilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği	139
Şekil 6.130.	Testerinin sol yönde tutulup ileri yönde itilirken görüntüleri	140
Şekil 6.131.	Testerinin sol yönde tutulup geri yönde çekilirken görüntüleri	140
Şekil 6.132.	Testerinin sol yönde tutulup itilirken bilek grafiği	141
Şekil 6.133.	Testerinin sol yönde tutulup itilirken dirsek grafiği	141
Şekil 6.134.	Testerinin sol yönde tutulup itilirken omuz grafiği	142
Şekil 6.135.	Testerinin sol yönde tutulup itilirken gövde grafiği	142
Şekil 6.136.	Testerinin sol yönde tutulup itilirken kalça grafiği	143
Şekil 6.137.	Testerinin sol yönde tutulup itilirken diz grafiği	143
Şekil 6.138.	Testerinin sol yönde tutulup itilirken ayak bileği grafiği	144
Şekil 6.139.	Testerinin sol yönde tutulup itilirken rula skoru grafiği	144
Şekil 6.140.	Testerinin sol yönde tutulup itilirken owas skoru grafiği	145
Şekil 6.141.	Testerinin sol yönde tutulup itilirken sağ el grafiği	145
Şekil 6.142.	Testerinin sol yönde tutulup itilirken bel grafiği	146

Şekil 6.143. Testerenin sol yönde tutulup itilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği	146
--	-----



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1.	Orta Avrupalıların vücut boyutları	11
Tablo 1.2.	Bir insana ait alt, üst ve ortalama vücut ölçüsü değerleri	12
Tablo 2.1.	Statik antropometri çalışmalarında kullanılan ayaktaki boyutlar	26
Tablo 2.2.	Statik antropometride yararlanılan oturarak ölçülen boyutlar	27
Tablo 2.3.	Uygulanabilecek yatay itme ve çekme kuvvetleri	29
Tablo 3.1.	El için antropometrik tahminler (tüm boyutlar mm olarak)	33
Tablo 3.2.	El aletlerinden etkilenen bedenin kısımlarında el aletleri nedeniyle oluşan ölümcül olmayan mesleki yaralanmaların sayısı.....	36
Tablo 3.3.	El aletlerinden etkilenen bedenin kısımlarında el aletleri nedeniyle oluşan ölümcül olmayan mesleki yaralanmalar için insidans oranları	37
Tablo 3.4.	ABD'de farklı tipte güçlendirilmiş el aletleri kullanımı nedeniyle etkilenen beden kısımlarında ölümcül olmayan mesleki yaralanmalarının insidansı	38
Tablo 3.5.	ABD'de ölümcül yaralanmaya neden olan olay/maruziyete göre sınıflandırılan farklı tipte güçlendirilmemiş el aletleri nedeniyle olmayan mesleki yaralanmaların insidansı	38
Tablo 5.1.	Owas yönteminde değerlendirilecek pozisyonlar ve kodları	53
Tablo 5.2.	İş süresince yüklenilen ağırlıkların kodları	54
Tablo 5.3.	Owas sisteminde sırt duruşu için 4 kodun açıklaması	56
Tablo 5.4.	Owas sisteminde kol duruşu için 4 kodun açıklaması	56
Tablo 5.5.	Owas sisteminde bacak duruşu için 7 kodun açıklaması	57
Tablo 5.6.	Owas sisteminde yüklenme/kuvvet kullanımı için 3 kodun açıklaması	58
Tablo 5.7.	Owas kodu, eylem sınıfları ve tavsiye açıklamaları.....	58
Tablo 5.8.	Owas sisteminde tanımlanmış her bir duruş birleşimi için eylem sınıfları	59
Tablo 5.9.	Owas sisteminde farklı vücut bölgelerinin duruşlarının görelî oranları için eylem sınıfları	60
Tablo 5.10.	Rula skoru, etki seviyesi ve risk açıklaması.....	61
Tablo 6.1.	Hareketlerin yüzde cinsinden zorlanmalarının açıklaması.....	65

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°	: Derece
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
EH	: Takvim Yılı Boyunca Tüm Gün Çalışanların Çalıştığı Toplam Saat
F	: Çekme Kuvveti
H	: Boy uzunluğu
Kcal	: Kilokalori
Kg	: Kilogram
L	: Boy
L4	: Lomber 4
L5	: Lomber 5
M	: Erkekler(Men)
m	: Metre
m/s	: Metre/Saniye
mm	: Milimetre
N	: Newton (Kuvvet)
n	: Yaralanmaların ve hastalıkların sayısı
sn	: Saniye
ss	: Standart Sapma
Te	: Çekme Kuvveti İçin Gereken Disk Torku
W	: Kadınlar (Women)
yy	: Yüzyıl
μ	: Sürtünme Katsayısı

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ANSUR	: The US Army Anthropometric Survey (ABD Ordusu Antropometrik Araştırma)
BİFMA	: The Business And Institutional Furniture Manufacturers Association (İş ve Kurumsal Mobilya Üreticisi Derneği)
BML	: Body Mass Loss (Vücut Orta Çizgisi)
CAESAR	: Civilian American and European Surface Anthropometry Resource (Sivil Amerika ve Avrupa Yüzey Antropometrisi Kaynak Derneği)
EMG	: Elektromiyografi
ERD	: Ergonomik Risk Değerlendirme
ERDY	: Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri
HFES	: Human Factors and Ergonomics Society (İnsan Faktörleri ve Ergonomi Kurumu)
HSEF	: Hit Size Effectiveness Function(Stratejik Plan Yönetme Komitesi)
HSIT	: Human System Intermediate Technology (İnsan-Sistem Ara Kesit Teknolojisi)
IEA	: International Energy Agency (Ulularası Enerji Ajansı)
İKİSR	: İşe Bağlı Kas ve İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği

KİSR	: Kas ve İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
NASA	: The National Aeronautics and Space AdministrationThe National Aeronautics and Space Administration (Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
NATICK	: The U.S. Army Natick Soldier Research (Amerika Birleşik Devletleri Ordusu Natick Asker Araştırması)
NATO	: North Atlantic Treaty Organization(Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü)
NIOSH	: National Institute for Occupational Safety and Health (Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)
ODTÜ	: Orta Doğu Teknik Üniversitesi
OECD	: The Organisation for Economic Co-operation and Development (Avrupa Ekonomi İşbirliği Organizasyonu)
OEEC	: The Organisation for European Economic Co-operation (Avrupa Verimlilik Ajansı)
OVZ	: Optimum Vision Zone (Optimum Görsel Bölgeler)
OWAS	: Ovako Working Posture Assessment System (Ovako Çalışma Duruş Analiz Sistemi)
RULA	: Rapid Upper Limb Assessment (Hızlı Üst Sınır Değerlendirmesi)
SAE	: Society of Automotive Engineers (Otomotiv Mühendisleri Topluluğu)
SP	: Sagital Plane (Dikey Düzlem)
TP	: Transverse Plane(Enine Düzlem)
ZCR	: Zone of Convenient Reach (Uygun Erişim Bölgeleri)

EL ALETLERİ İLE ÇALIŞAN KİŞİLERDE ZORLANMAYA NEDEN OLAN DURUŞ VE HAREKETLERİN ANALİZİ

ÖZET

Mühendislik başta olmak üzere mimarlık ve benzeri pek çok alanda insanlar el aletleri ile çalışarak bakım, imalat, sanatsal faaliyetler vb pek çok uygulamayı gerçekleştirmektedirler. İnsan faktörü devreye girdiğinde, yapılacak olan işin doğru ve kapsamlı bir şekilde planlanması son derece önemlidir. Üretim esnasında, özellikle seri imalat söz konusu ise devreye girecek insan faktörünün de dikkate alınması önemlidir. Ürünün imal edilmesi aşamalarında insanların hangi aletleri kullanacağı, bu esnada vücutlarının hangi pozisyonları alacağı, o pozisyonda en fazla ne kadarlık bir kuvvet/moment vb üretebileceğinin bilinmesi önemlidir.

Bu çalışmada SIEMENS JACK masaüstü tabanlı 3D insan modelleme ve simülasyon yazılımında tanımlanmış sanal bir insana farklı konumlarda, 3 farklı el aleti sağ eliyle çeşitli pozisyonlarda tutturularak saat yönünde ve saat yönünün tersine veya ileri ve geri yöndeki hareketler, aletlere 30 N luk bir kuvvet uygulanıp yerden yüksekliği değişen, 2şer farklı yönde 10 farklı pozisyonda el aletlerinin ekseninin yere dik ve paralel olması durumlarında ve işçinin el aleti eksenine belirli bir mesafede iki ayağı yerde bulunması durumundaki duruş ve hareketler analiz edilmiştir.

Hareketlerin vücuttaki yapılabilirliği, vücutta oluşan zorlanmalar, bilek, dirsek, omuz, gövde, kalça, diz, ayak bileği için incelenmiştir. Harekete ilişkin rula (Rapid Upper Limb Assessment) skoru ve owas (Ovako Working Posture Analysing System) skorları oluşturulmuştur. Bel bölgesine gelen baskı kuvvetleri, hareketin devamlı yapılması halinde gereken dinlenme süreleri ve her bir vücut bileşeni cinsinden hareketi yapabilme yeteneği sayısal olarak analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antropometri, El Aletleri, Ergonomi, Hareket Analizi.

ANALYSIS OF CAUSES AND MOVEMENTS WHY THE ENGAGEMENT OF PERSONS WORKING WITH HAND TOOLS

ABSTRACT

In engineering, architecturing and many other fields, people work with hand tools to realize maintenance, manufacturing, artistic activities and so on. When the human factor is activated, it is extremely important that the work to be carried out is planned correctly and comprehensively. During production, it is important to take into account the human factor to be involved, especially in the case of mass production. It is important to know which equipments will be used by the people during the production stages of the product, which positions the bodies will take, and how much force / moment can be produced in that position.

In this study, a different position of a virtual person defined in the SIEMENS JACK desktop-based 3D human modeling and simulation software, in three positions, with the right hand in 3 positions. The positions and movements in the case where the axis of the hand tools are perpendicular and parallel to the ground and the worker has two feet at a certain distance to the axis of the hand tool has been analyzed.

The feasibility of the movements in the body, the strain on the body, wrist, elbow, shoulder, body, hip, knee, ankle were examined. The rula (Rapid Upper Limb Assessment) score and owas (Ovako Working Posture Analysing System) scores were determined. The pressure forces that come to the waist area, the required rest periods in the case of continuous movement and the ability to act in terms of each body component are analyzed numerically.

Keywords:Anthropometry, Hand Tools, Ergonomics,Motion Analysis.

GİRİŞ

Günümüzde tıp ve mühendislik bilimleri beraber hareket etmek zorundadır. Şuana kadarki yapılan postür konusundaki çalışmalar daha çok kabuller üzerine kurulu iken bu çalışmada bilgisayar ortamında simüle edilen antropometrik verilerle oluşturulmuş sanal insanın yaptığı hareketlerin analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bölüm 1’de ergonomi tarihçesinden, sınırlarından, teknoloji ile ilişkisi ve uygulamalarından, amacından, işyerlerinde neden gerekli olması gerektiğinden bahsedilmiştir. Bölüm 2’de antropometri kavramı açıklanmış, vücut ölçüleri, ortalama ve uç değerler hakkında bilgiler verilmiş ve bunlara bağlı tasarımların nasıl olması gerektiği anlatılmıştır. Bölüm 3’de postür kavramı ve postür çeşitleri anlatılmış kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları açıklanmıştır. Postüre etkiyen faktörlerden bahsedilmiş, değerlendirme yöntemleri açıklanmaya çalışılmış ve tıbbi açıdan postür ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bölüm 4’de değerlendirme metodlarından birisi olan owas tanıtılmış ve sonuçlarının nasıl değerlendirilmesi gerektiği açıklanmıştır. Bölüm 5’de değerlendirme metodlarından birisi olan rula tanıtılmış ve sonuçlarının nasıl değerlendirilmesi gerektiği açıklanmıştır. Bölüm 6’da yapılan çalışmadan ve kullanılan program ile sonuçlarının ne anlama geldiği ve nasıl değerlendirilmesi gerektiği ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bölüm 6.3, bölüm 6.4 ve bölüm 6.5’de sırasıyla tornavida, anahtar ve testere için programdaki sanal insanın hareketinin ekran görüntüleri ve alınan sonuçların verilerinin olduğu grafikler ile grafiklerin yorumlanması yer almaktadır. Bölüm 7’de ise grafikler bütün sonuçlara ayrı ayrı kategorilere ayrılarak daha genel bir şekilde değerlendirilmiştir.

1. ERGONOMİ VE ANTROPOMETRİ

1.1. Ergonomi

Ergonomi sözcüğü Yunanca ergo; çalışma, nomos; yasa sözcüklerinden türetilmiştir. Buna benzer bir sözcük 1857 yılında Polonya'da Wojciech Jastrebowski tarafından bir yazıda ortaya atılmıştır. Ergonomi, bir oluşumdaki unsurlarla insan arasındaki karşılıklı etki tepkiyi tespit etmeye çalışan bir bilimsel disiplindir. Amacı o oluşumdaki verimliliği artırmak, aynı zamanda da insan rahatlığını artırmaktır. Sonuç olarak ergonomi değişik bilimlerden, teori, ilke, veri ve tasarım metotlarından faydalanan disiplinler arası bir tekniktir. Ergonomi daha çok mühendislik, mimarlık bilimleri ile tıp bilimleri olan fizyoloji, anatomi, antropometri, iş sağlığı ile ve psikoloji, örgütlenme tekniği, sosyolojiden yararlanan tatbiki bir disiplin olarak tanımlanmaktadır [1,2].

Ergonomi amaç olarak, iş kazaları ve mesleki hastalıkların elimine edilmesiyle olduğu kadar çalışma ortamının iyileştirilmesi, işçinin ferah ve refahının artırılması ve böylelikle memnuniyet ve verimliliğinin yükseltilmesiyle de yakından ilgilidir. 1950'lerden önce insan – makine ilişkisi kabaca ele alınmaktaydı. 1953'te işverenler ve çeşitli sektörlerden uzmanlar insan faktörünün verimliliği üzerinde ayrıntılı bir şekilde durmaya başlamışlardır. 1961'de OECD örgütü (Avrupa Ekonomi İşbirliği Organizasyonu) ismini alan OEEC'nin alt kuruluşu olarak oluşturulan Avrupa Verimlilik Ajansı " İş ve çalışma uyumu " adı altında başlattığı sözü edilen verimlilik araştırmasını, daha da geliştirerek teknik, fizyolojik, psikolojik, örgütsel alanlarda ergonomiyi oldukça ileri aşamalara taşımıştır.

Rohmert'e göre bir çalışma organizasyonunun ergonomik sayılabilmesi şu şartlara bağlıdır;

- 1-) Yapabilme: Çalışma koşul ve faaliyetlerinin çalışanın vücut kabiliyetlerinin üstünde olmaması gerekir.
- 2-) Dayanabilme: Yapılabilirliğin süresiyle ilgilidir. Ortalama bir çalışanın maksimum randımanını ne kadar zaman sürdüreceği burada önem kazanmaktadır.

3-) Kabul edilme: Çalışma koşullarının, toplum ve çalışan tarafından kabullenilmesi önemli bir faktördür.

4-) Hoşnut kalma: Çalışan, çalışmadan hoşnut kalmalıdır. Bu da işçiye yeteneklerinin üstünde iş yüklememeyle ilgilidir [1].

1.1.1. Çalışma alanı ergonomisi

Çalışma alanı, iş yapılırken içinde insan çalışan alandır. Çevresel şartlar; iş sistemine nüfuz eden ve bazı şartlarda da iş sisteminde üretilen örgütsel (çalışma süreleri vb.), fiziksel (gürültü, ısı, aydınlatma vb.) ve sosyal (ücretlendirme vb.) etkenlerdir. İş organizasyonu, iş sisteminin gayeye uygun organizasyonu yoluyla çalışan, üretim aracı ve üzerinde çalışılan nesne arasında göreve uygun bir ortak etkileşimin sağlanmasıdır. İş düzenleme, özellikle çalışma teknik ve koşullarının (makineler, çalışma yerleri, aletler, yardımcı araç ve gereçlerin) tasarımları veya iyileştirilmeleri ile iş parçalarının akışa uygun tasarımını kapsar. Kapsamlı bir sistem düzenleme çerçevesinde iş düzenlemenin amacı, iş sürecinin akılcı hale getirilmesidir. Ergonomik kuralların önemsenmediği işyerlerinde; iş güvenliği önemli ölçüde tehlikeye girmekle kalmaz, çalışanın verimi ve sağlığı düşer. Sağlık sorunlarından dolayı işe devamsızlık sıralamasında ikisr'in (işe bağlı kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları) ön sıralarda olması, ergonomik çalışma alanı düzenlemesinin önemini göstermektedir. Araştırmalar, çalışanların %20'lik kısmının çalışma hayatlarında bu rahatsızlıklardan sorun yaşamadığını, kalan kısmın çoğunluğunun çok veya azikisr'den (işe bağlı kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları) rahatsız olduğunu göstermektedir. İnsanın uyum yeteneği vardır, uygunsuz şartlarda da kapasitesi yüksek bir iş yapabilir, fakat bu durum insancıl çalışma şartları için uygun değildir. Çalışma sisteminin ergonomik olması, birbirini izleyen, yapılabilirlik (yapılan işin biyolojik kapasite sınırları içinde olması), dayanabilirlik (yapılan işin sürdürülebilir iş başarımının performans sınırları içinde olması), kabul edilebilirlik (yapılan işin sosyal sınırlar içinde bulunması), hoşlanılabilirlik (yapılan işin psikolojik beklentilere uygun olması) ve kendini gerçekleştirilebilirlik (bireysel olarak tüm yeteneklerin tatmin edilmesi) olmak üzere beş ölçüte uygunluğuyla ölçülür. Bu ölçütler hiyerarşik olarak iş tasarımında ulaşılmaya hedeflenen amaçlardır. Ergonomik çalışma alanı düzenleme; çalışma alanı ve işin, insana uyumunun artırılması için düzenlenmesidir. Çalışma ortamı, işi yapanın; psikolojik, anatomik, fizyolojik özelliklerine ve kapasitesine uygun olduğunda iş ve insan ara kesitinde uyum sağlanır. Bu durum neticesinde minimum yorgunluk ve maksimum verime ulaşılır. İşin insana uyum gerçekleştirilirken çalışma alanının ergonomik olarak düzenlenmesi beş kısımda meydana gelir:

- Antropometrik olarak çalışma alanı tasarlanması,
- Psikolojik olarak çalışma alanı tasarlanması,
- Güvenlik tekniği ile çalışma alanı tasarlanması,
- Enformasyon tekniği ile çalışma alanı tasarlanması,
- Fizyolojik olarak çalışma alanı tasarlanması [3].

1.1.2. Ergonomide biyomekanik

1.1.3. Kuvvet

Ergonomide çeşitli kuvvet tipleri hesaba katılmalıdır (kaldırma, taşıma, itme, çekme gibi). Bunlardan zor olanların kolaylarla değiştirilmesi (örneğin, taşıma yerine itme ya da çekmenin getirilmesi) çalışan için önemlidir. Böylece çalışan daha fazla kolaylık, daha az kuvvet sarfıyatı ve daha az bedensel rahatsızlıkla karşı karşıya kalacaktır.

İzometrik güçler arasında anlamlı bir ilişki vardır. El aletleri kullanırken bireylerin antropometri ve tork-efor yeteneği arasında da anlamlı bir ilişki vardır. Omuz gücü, tork-efor kapasitesinde sınırlayıcı bir faktördür.

Vidalama ve anahtar çevirme eylemlerinde oturmak ve ayakta durmanın önemsiz olduğu, kullanılan kavrama tipine bağlı olarak kuvvet üretmek için elin yeteneğinin önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır [4].

1.1.3.1. Duruş

Vücut duruşu, çalışma ve hareketlerde en önemli faktörlerdendir. Duruşa bağlı olarak kas – iskelet rahatsızlıkları riski azalır ya da artar. Vücut duruşunun el aletlerinin kullanımına etkisi bilim adamları tarafından ayrıntılı olarak incelenmektedir. Yapılan çalışmalarda daha çok ayaktaki duruşlar ve yana uzanan duruşlar incelenmiştir. Kısa süreli postür varyasyonlarının önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır. Uzun süreli ayakta durup uzanmak veya yana doğru yaslanmak arasındaki varyasyonların tork-efor yeteneklerinde büyük farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir [4].

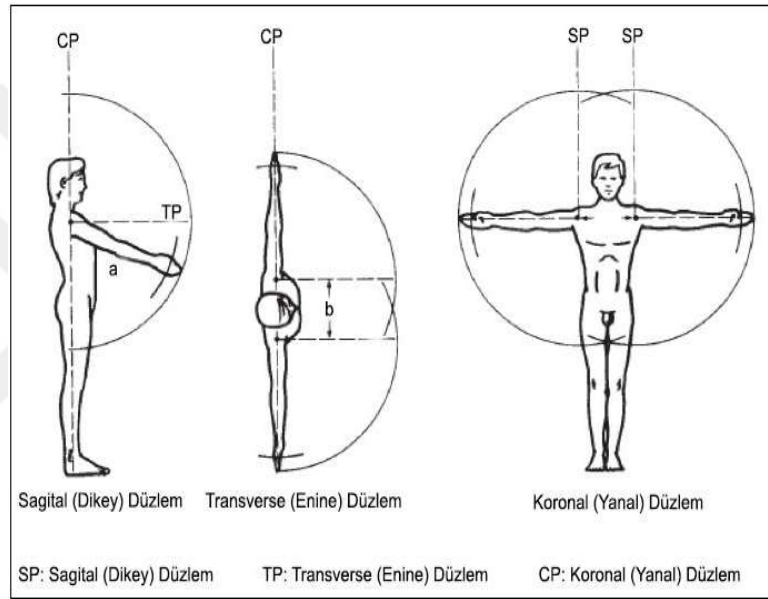
1.1.3.2. Teknik/deneyim

İşçinin teknik ve deneyiminin el aletleri ile çalışırken tork efor kapasitesine etkisi büyüktür. Acemi işçiler ortalama 446 N kullanarak 136-846 N aralığında deneyimli işçilere göre neredeyse iki kat daha fazla güç harcarlar. Bu büyük fark

işçilerin kullandığı tekniklerden kaynaklanmaktadır. Sürekli yanlış kuvvet uygulamasının tersine doğru kuvveti uygulamak daha önemlidir [4].

1.1.3.3. Erişim mesafesi

Erişim mesafesi, tork zorlama kapasitesi üzerinde etkili olacak şekilde belirlenmelidir. Anahtarlar ve tornavidalarla yapılan çalışmalar tork-efor kapasitesinin erişim mesafesi ile doğrusal olarak azaldığı sonucunu verir. Tavsiye edilen verilerde ayak bileği ve iş parçası arasındaki mesafe; ayakta duruşta 33-58 cm arasında, oturma postüründe 46-71 cm arasında olmalıdır [4].



Şekil 1.1. Uygun erişim bölgeleri (ZCR) [1]

Uygun erişim bölgelerinde soldan sağa: omuz ekleminde geçen sagital düzlemde (SP) dikey kesit; omuz eklemlerinde geçen enine düzlemde (TP) yatay kesit; omuz eklemlerinde geçen koronal düzlemde (CP) dikey kesit. Her bölüm düzlemi diğer iki diyagramda işaretlenmiştir.

1.1.3.4. Bilek oryantasyonu(yönlendirmesi)

El bileğinin oryantasyonu, maksimum tork-efor kapasitesinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Aletin uzun eksenini tutulup (Tornavida, anahtar), yatay ekseninde maksimum tork uygulandığında bilek, yüzüstü pozisyondan saat yönünün tersine 90 derece döndürülüp tork eforunun maksimum değerine ulaşılır [4].

1.2. Antropometri

Antropometri; Yunancadaki antropos (insan) ve metikos (ölçü) kelimelerinden meydana gelir. Antropometri, insanın vücut ölçülerinin belirlenmesi ve uygulanması konusunda çalışan bir bilim dalıdır. Bütün araç ve gereç kullanıcılarının (cinsiyet ve yaş faktörlerine göre farklılık gösteren) boyut farklılıklarını göz önüne alarak tasarımlar yapmak için antropometriden faydalanılır. Antropometrinin alt dalı olan mühendislik antropometrisi, insan boyutlarını mühendislik bakış açısıyla inceler [3].

Antropometri, vücut özelliklerini sayısal ya da metrik olarak tanımlayabilen ve insanı morfolojik olarak değerlendirebilen bir tekniktir. Her insanın ve ona bağlı olduğu toplumun antropometrik özellikleri kendi özgü şekillenmektedir. Çünkü bir canlının sahip olduğu genetik ve çevresel etmelerin birbiriyle etkileşimi ile karakter ve özellikler ortaya çıkmaktadır. Örneğin; aynı boy ve cinsiyetteki iki bireyin; alt ve üst üyelerinin uzunlukları, büst yüksekliği, el ve ayak uzunlukları gibi antropometrik boyutları aynı değildir. Bu nedenle her bir vücut bölümünün farklı antropometrik boyutları vardır ve bu boyutlar bir toplumdan diğer bir topluma değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle bir topluma ait antropometrik verilerin başka bir toplum için kullanımından kaçınılmalıdır. Bu nedenle geniş bir coğrafyaya sahip Türkiye’de; antropometrik verilerin belirlenmesinde ve değerlendirilmesinde bölgesel farklılıkların veya benzerliklerin ortaya konması önemlidir. Belirlenecek olan bölgesel farklılıklar ile yapılacak olan tasarımların hem kapsayıcı hem de uygulanabilir olması mümkün olmaktadır. Bu bağlamda; çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz verilere bakıldığında; 65 yaş ve üstü bireylerin bölgesel olarak antropometrik boyutlarının belirgin değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir [5].

1.2.1. Antropometrik veriler

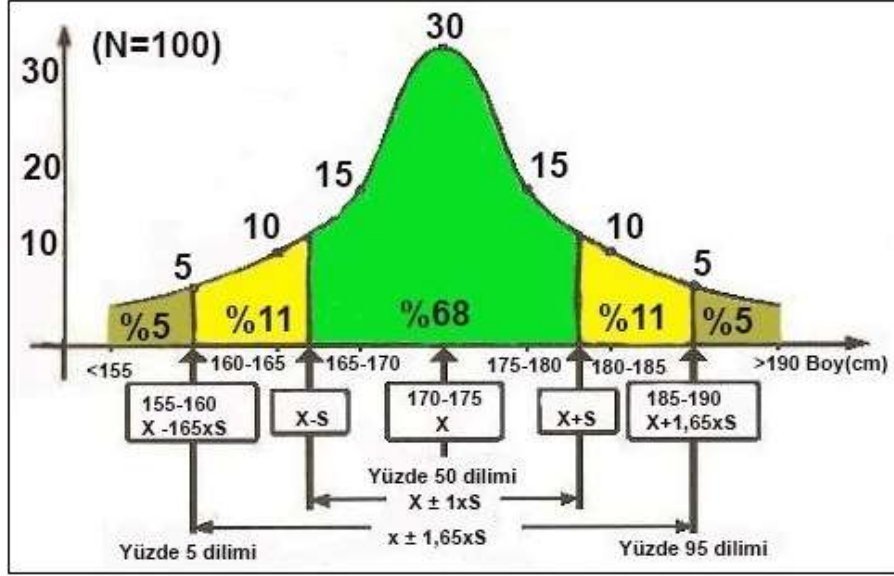
18. yüzyılın sonlarında insan vücudu sistematik olarak incelenmeye ve ölçülmeye başlanmıştır. O dönemde yapılan araştırmalar daha çok tıbbi kayıtlar elde etme, ticari ürünler gibi belli alanlarda tasarımlar yapma üzerine yoğunlaşmış ve askeri

amaçlarla yapılan çalışmalarda vücut ölçülerinin ve yapısının araç-gereç tasarımına etkilerini incelemeye yönelik olmuştur. Bu araştırmalar, tıp, fizyoloji, psikoloji ve antropoloji alanlarının mühendislikle birleşmesinin önündeki yolu açmıştır. 1912 yılında antropometri mühendisliği alanındaki uygulamalı bilimsel çalışmaların ilki Gilbert'ler tarafından iş verimini arttırmak için yapılan hareket etüdüdür. Yapılan etüt çalışmaları ile gerçekleştirilecek işte kullanılacak araç ve gerecin, çalışanın rahatlıkla ulaşabileceği bir konumda olmasının önemi farkedilmiş ve bunun sonucunda atölye ve iş yerlerinin tasarımı bilimsel şekilde yapılmaya başlanmıştır. Antropometrik büyüme çalışmaları ile ilgili çalışmaların ilki Türkiye'de Nafi Atuf Kansu tarafından 1917 senesinde 125 kız ve 156 erkek öğrenci üzerine yapılmış ve Muallim Dergisi'nde yayınlanmıştır. Türkiye'de 1925 yılından günümüze kadar birçok yöresel ve bölgesel nitelikli antropometrik araştırma yapılmış olmasına rağmen, Türkiye genelini içeren ilk araştırma, 1937 yılında Mustafa Kemal Atatürk'ün talimatıyla, Afet İnan ve Şevket Aziz Kansu önderliğinde İstatistik Umum Müdürlüğü ve diğer kurumların katılımıyla 64 bin yetişkin kadın ve erkek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmayı Çiner tarafından 1960 yılında yapılan 20-40 yaşları arasında 1838 kadın üzerindeki antropometrik çalışma ve yine 1960 ve 1961 yıllarında Hertzberg vd. tarafından bir NATO çalışması kapsamında 915 Türk askeri üzerinde gerçekleştirilen çalışma izlemiştir. Özellikle 1917'den 1970'li yıllara kadar Türk çocukları üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Fakat bu çalışmalar kapsam olarak sınırlı kalmıştır. 1970'li yıllardan sonra da Türkiye'nin pek çok yöresinde gerek yerel büyüme standartlarını belirlemeyi, gerekse sosyo kültürel farklılıkların büyüme üzerine etkisini ortaya koymayı amaçlayan çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bunların başını ölçü çalışmaları çekmektedir [4].

1.2.1.1. Beden Ölçüleri

Teknik bir sistemin tamamının ya da belirli elemanlarının tasarlanmasında (boyutlarının belirlenmesinde), bu makineyi, aleti, sistemi kullanacak kişilerin temel beden ölçülerine ihtiyaç duyulur. Kullanıcıların cinsiyet ve yaş farkı antropometrik boyutları tesirler. Eğer bir iş alanında kapı yüksekliği aritmetik ortalamaya göre belirlenseydi, çalışanların yarısı kapıyı kullanırken başlarını kafalarını eğmek zorunda kalacaklarından zorlanırlardır [6].

5 cm aralıklarla 100 erkek çalışan için boy ölçüsü Şekil 2.3'de verilmiştir.



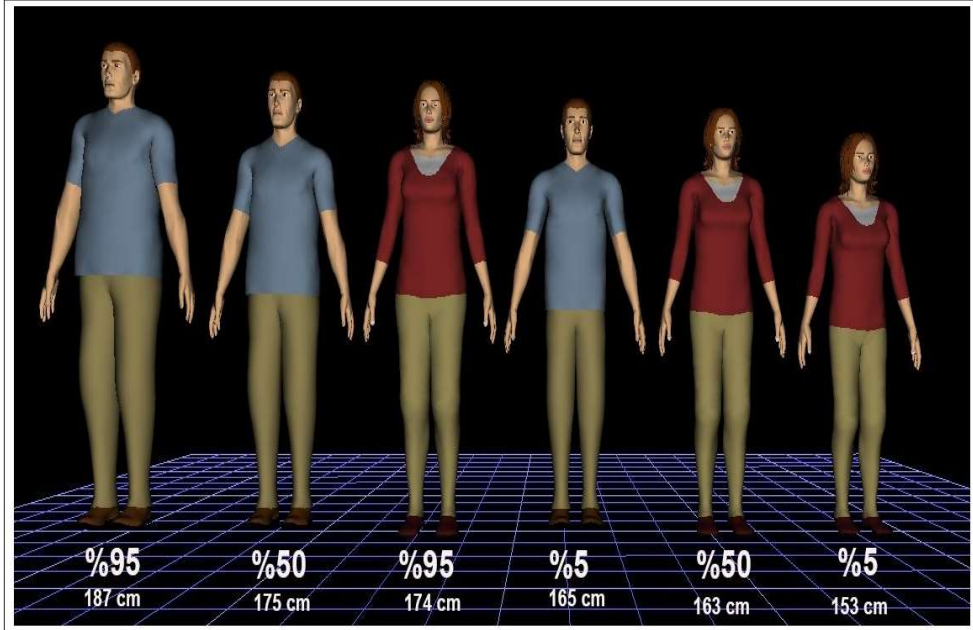
Şekil 1.4. Boy dağılım eğrisi [6]

Boyları ölçülmüş kişilerin,

%68'i, $X \pm S$ aralığında

%90'ı, $X \pm 1.65S$ (1.60 – 1.90 m) aralığında yer almaktadır. Boyları ölçülmüş kişilerin %5'nin boyu; 1.60 m'den küçük, %5'inin boyu 1.90 m.den büyüktür [6].

Almanya'da yapılmış bir boy ölçümünün sonuçları Şekil 2.4'de verilmiştir [6].



Şekil 1.5. %5, %50, %95 değerleri [6]

Kadınların:

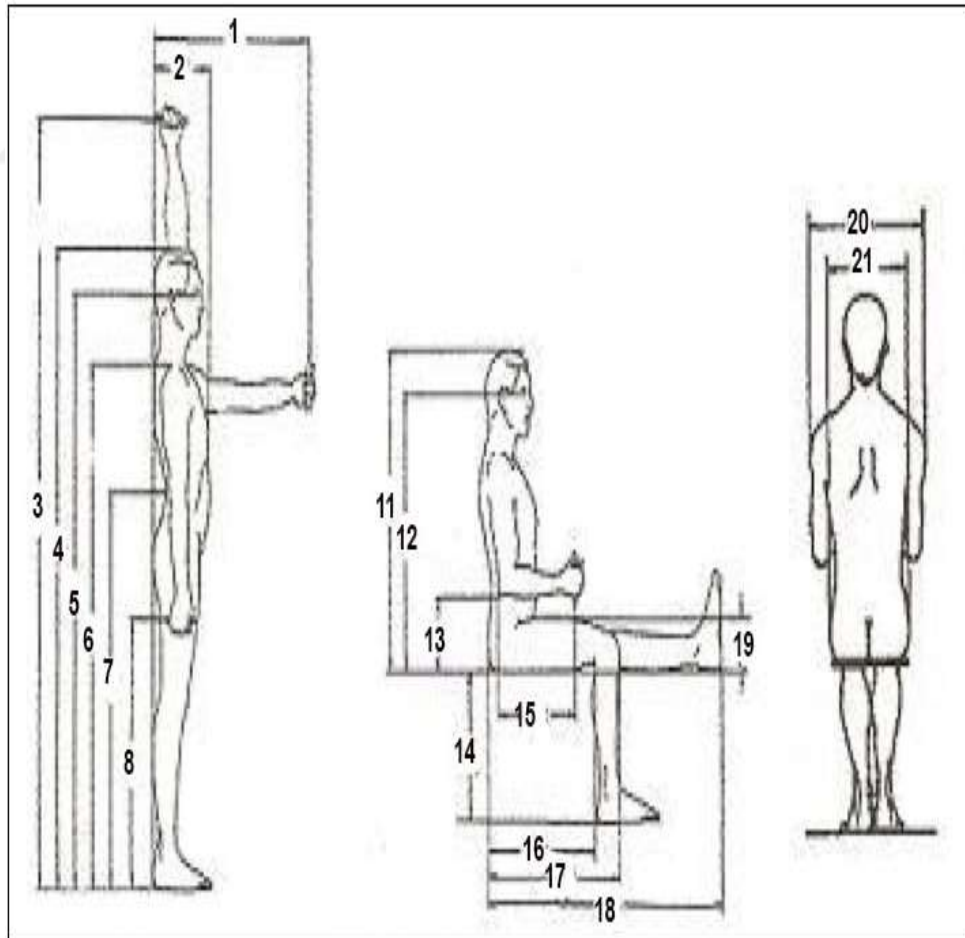
- %5'inin boyu 151 cm'den küçük
- %95'inin boyu 173 cm'den küçük,

Erkeklerin :

- %5'inin boyu 163 cm'den küçüktür
- %95'inin boyu 184 cm'den küçüktür.

Çalışma alanı tasarlanırken, işçilerin %5-%95 aralığındaki kişiler için düzenleme yapılırsa, işçilerin %90'ı için rahat bir çalışma ortamı sağlanmış olur [6].

Orta Avrupalılar için ölçüler Şekil 2.5 ve Tablo 2.1'de verilmiştir. Türk ve diğer Akdeniz insanlarındaki değerler tablodakiler daha düşüktür [6].

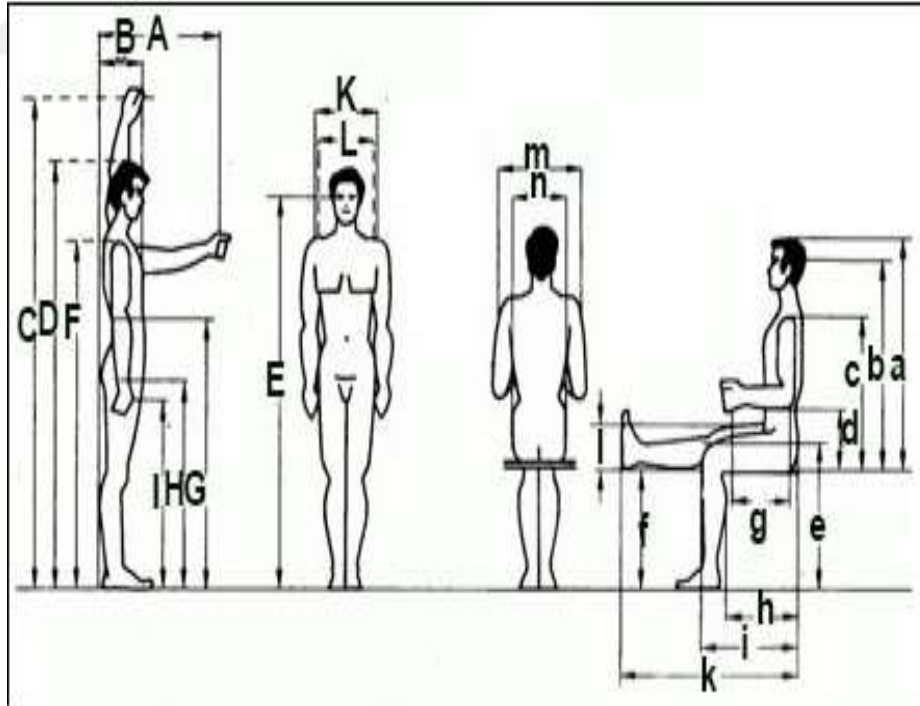


Şekil 1.6. Tablo 1.1. için vücut ölçüleri [6]

Tablo 1.1. Orta Avrupalıların vücut boyutları[6]

BOYUT		Yüzdelere Göre Boyutlar (mm)					
		Erkek			Kadın		
		%5	%50	%95	%5	%50	%95
1	Önde tutuş	662	722	787	616	690	762
2	Gövde derinliği	233	246	318	238	285	357
3	Yukarıda tutuş	1910	2051	2210	1748	1870	2000
4	Boy	1629	1733	1841	1510	1619	1725
5	Göz yüksekliği	1509	1613	1721	1402	1502	1596
6	Omuz yüksekliği	1349	1445	1542	1234	1339	1436
7	Dirsek yüksekliği	1021	1096	1179	957	1030	1100
8	El tutuş yüksekliği	728	767	828	664	738	803
9	Kalça genişliği	310	344	368	314	358	405
10	Sandalye üstü boy	849	907	962	805	857	914
11	Otururken göz yüksekliği	739	790	844	680	735	785
12	Otururken omuz yüksekliği	561	610	655	538	585	631
13	Otururken dirsek yüksekliği	193	230	280	191	233	278
14	Diz yüksekliği	493	535	574	462	500	542
15	Diz altı yüksekliği	399	442	480	351	395	434
16	Dirsek-avuç arası	327	362	389	292	322	364
17	Oturmada gövde derinliği	452	500	552	426	484	532
18	Kalça gerisi-diz arası	554	599	645	530	587	631
19	Kalça gerisi-bacak arası	964	1035	1125	955	1044	1126
20	Baldır yüksekliği	117	136	157	118	144	173
21	Dirsekler arası mesafe	399	451	512	370	456	544
22	Oturmada kalça genişliği	325	362	391	340	387	451

Aşağıdaki şekil 2.2'de bir insanın alt, üst ve ortalama vücut ölçüsü değerleri gösterilmektedir [7].



Şekil 1.7. Bir insanın alt, üst ve ortalama vücut ölçüsü değerleri

Tablo 1.2. Bir insana ait alt, üst ve ortalama vücut ölçüsü değerleri [6]

Tanımı	Erkek			Kadın		
	Alt Sınır	Ortalama Değer	Üst Sınır	Alt Sınır	Ortalama Değer	Üst Sınır
Ayakta						
A Öne doğru uzanma mesafesi	622	722	787	616	690	762
B Göğüs derinliği, ayakta	233	276	318	238	285	357
C İki kol ile yukarı doğru uzanma mesafesi	1910	2051	2210	1748	1870	2000
D Boy	1629	1733	1841	1510	1619	1725
E Göz yüksekliği	1509	1613	1721	1402	1502	1596
F Omuz yüksekliği	1349	1445	1542	1234	1139	1436
G Dirsek yüksekliği (ayakta, yerden)	1021	1096	1179	957	1030	1100
H Yerden ağış arasına kadar olan mesafe	752	816	886	-	-	-
I El yüksekliği (Yerden)	728	767	828	664	738	803
K Omuz (Çıkıntıları arası) genişliği	367	398	428	323	355	388
L Kalça genişliği (ayakta)	310	344	368	314	358	405
Oturarak						
a Üst vücut yüksekliği	849	907	962	805	857	914
b Göz yüksekliği (Oturarak)	739	790	844	680	735	785
c Omuz yüksekliği (Oturarak)	561	610	655	538	585	631
d Dirsek yüksekliği (Oturarak)	193	230	280	191	233	278
e Diz yüksekliği	493	535	574	462	500	542
f Baldır yüksekliği (Ayak dahil)	399	442	480	351	395	434
g Dirsek, avuç (kavrama eksen) mesafesi	327	362	389	292	322	364
h Vücut derinliği (Otururken)	452	500	552	426	484	532
ı Kalça-diz ucu mesafesi	554	599	645	530	587	631
k Kalça-ayak tabanı mesafesi	964	1035	1125	955	1044	1126
l Uyluk kalınlığı	117	136	157	118	144	173
m Dirsek arası mesafe	399	451	512	370	456	544
n Kalça genişliği (otururken)	325	362	391	340	387	451

Her popülasyon için antropometrik boyutlar sıralanmaktadır. Bunlar; boyut ve yüzde olarak açıklanmaktadır. %95'lik kısım için tasarım yapmak yaygın bir uygulamadır. Kadın ve erkek için %5'lik değer (Örneğin oturma yüksekliği) genellikle tasarım için en küçük ölçümü temsil eder. Bir popülasyonda, %95'lik bir değer en büyük boyutu temsil eder. Hangi cinsiyete göre tasarım yapılıyorsa; %5 ila %95 arasında, yaklaşık %90'lık bir nüfus popülasyonunun daha büyük bir bölümüne göretasarım yapmak tercih edilmelidir. %1'lik kadından (en küçük ölçü) %99'luk erkeğe kadar (en büyük ölçü) tasarımlar yapılabilir ancak bu çok verimli olmamaktadır [3].

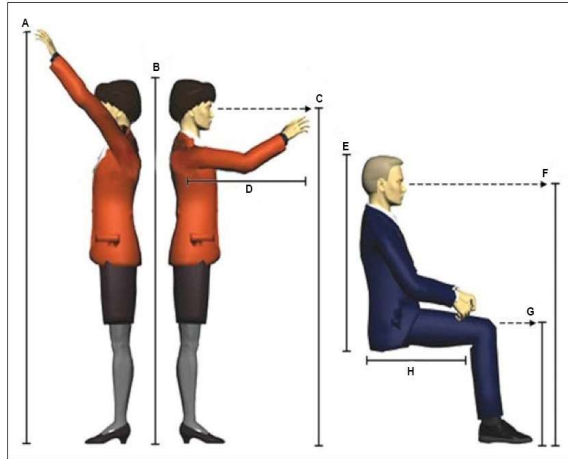


Şekil 1.8. Kadın ve erkek boy ve kg karşılaştırması [3]

1.2.1.2. Antropometrik veri tabanları

Antropometrik veri kümeleri farklı yaşlardaki ve mesleklerdeki insanları karşılaştırır. Antropometrik veri tabanlarındaki veriler fonksiyonel statik boyutlarla ilgilenir (alt bacak uzunluğu, erişim gibi) [3].

Son zamanlarda Caesar (Sivil Amerika ve Avrupa Yüzey Antropometrisi Kaynak Derneği) verileri artan sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. İlk olarak 25 yaş üstü kişilerin boy ve kilo gibi ölçüm verileri toplanmış olsa dasonrasında mevcut nüfusta değişiklikler olabileceğinden, bu durum göz önüne alınmalıdır. Referans verilen antropometrik veri tabanlarından biri kullanıldığında, diğeri mesela Ansur verileri geçerliliğini yitirebilmektedir.



Şekil 1.9. Oturan ve ayakta bireylerin antropometrik ölçüm boyutları [3]

Tasarımda veri tabanı olarak en çok; 1970'lerin sonlarında ve 1980'lerde Natick çalışmaları veya Ansur kullanılmaktadır. Veri tabanı kullanılarak toplanan diğeri veri tabanları vardır. Sivil veriler; 2000 yılında Sivil Amerika ve Avrupa Yüzey

Antropometrisi Kaynak Derneği (CAESAR) tarafından derlenmiştir. Sivil nüfusu ölçmek için Otomotiv Mühendisleri (SAE), CAESAR antropometrik verileri ve 3D vücut taramaları kullanmaktadır. Kuzey Amerika ve Avrupa'da 4000'den fazla birey, İş ve Kurumsal Mobilya Üreticisi Derneği (BIFMA) ve birçok ders kitabı referansı askeri tasarım amaçları için çalışmaktadırlar. Ama bazıları gruplarla beraber artan frekansla CAESAR verilerini kullanmaktadırlar.

Tasarımda antropometrik ölçümler kullanırken dikkate alınması gereken 2 konu vardır. Bunlar:

- Veriler ne zaman toplandığı.
- Ölçülen nüfusun türüdür.

İlk olarak, 25 yaş üstü bazı veriler toplanmış, boy veya kilo gibi ölçümler olabilmektedir. Ayrıca mevcut nüfus içinde değişiklikler olabilmektedir. İkinci olarak, bir amaç için nüfus tasarlanmadığı durumlar olabilmektedir. Referans verilen antropometrik veri tabanı tarafından temsil edilmektedir. Örneğin, ANSUR verileri geçerli olmayabilir. Genç bireyler için yapılan tasarımlarda yaşlı bireyler tarafından kullanılan bir tablo tasarlanmamalıdır. Antropometrik ölçümler, tasarım için birincil rehber olmalıdır ve antropometrik kaynaklar kullanılmalıdır [3].

1.2.2. Tasarımda antropometri

Bir çevre veya ürüne ergonomiktir denilebilmesi için, yaşanılan çevrenin oluşturulması, bir ürünün tasarımında ergonomiden yararlanılması veya onu kullanacak olanların özellik ve kapasitelerine uygun olması gerekmektedir. Bir çevre veya ürün ancak estetik, işlevsel, orijinal, teknolojik ve ekonomik olduğunda ergonomik kriterleri taşıyor denilebilir. Örneğin bir mobilya ya da bir giysi kendisinden beklenen amaçları yerine getirebildiği oranda işlevseldir. Aynı şekilde mobilyanın bulunduğu yerin ve mobilyadan yararlanacak ve giysiyi kullanacak olanların antropometrik boyutlarına uygun olabildiği düzeyde de teknolojidir. Ergonomik kriterlere uygun tasarlanmayan bir çevre veya ürün beklenen yaşam kolaylığını sağlayamamaktadır. Bu nedenle ergonomik bir çevre ya da ürün oluşturabilmenin temel koşulu, onu kullanacak ya da ondan yararlanacak olan kişilerin antropometrik boyutlarına uygun olmasıdır. Ergonomik tasarım için antropometri tekniğinden yararlanılması gerekli olmasına rağmen, bu tekniğe göre oluşturulmayan çevre ya da ürün çeşitli yönlerden sıkıntı yaratabilir ve istenilen miktarda talep olmaması durumunda üreticinin zarar etmesine de neden olabilir. Aynı zamanda, tasarım ve

Üretimde antropometri tekniğinden yararlanıldığında ürün imalatı için gerekli hammadde rasyonel kullanıldığında, hammadde tüketimi de en az olmaktadır. Antropometri insan vücudunun fiziksel özelliklerini lme esasları ile boyutlandıran sistematik tekniklere dayalı bir bilim dalıdır. Antropometrik lmler, dinamik ve statik olarak iki başlıkta yapılır. Statik veriler;uzunluk,boy, evre ve deri kalınlığı vb.ölçümlerin sonuçlarıdır. Bu lmler, kişi anatomik pozisyonda ya da sabit pozisyondayken yapılır. Anatomik pozisyon; ayakta dik duran, topukları ve ayak başparmakları birleşmiş, el ayakları ne, yüzü karşıya bakacak şekilde durmakta olan kişinin duruşudur. Dinamik veriler; dönme, uzanma ve eğilme hareketlerinin sınırları ölçülerek elde edilir. Dinamik ve statik ölçümler; mezure, antropometre, kayan kaliper, deri kıvrımı ölçüm aleti, gonyometre, inklinometre gibi araçlar ve üç boyutlu dijital yöntemler ile yapılır. Antropometri farklı eşyaların (birbirine benzemeyen) llerini optimize etmektedir. Antropometrik veriler farklı iş alanlarındaki araç-gereçler, mobilya, giysi gibi de pek çok alandaki fiziksel ölçüleri belirlemek için kullanılmaktadır. Bu şekilde alet, araç gereçlerin ve rnlerinlleri ile onları kullanan insanların ölçüleri birbirine uyumlu hale getirilerek "görevi insana uyumlu" hale dönüştürülebilir. Yapılacak ergonomik tasarımlarda bireylerin ortalama antropometrik ölçümleri olmadan bir iş için gerekli olan alan ve hacim ile boyutların belirlenmesi mümkün olmayabilir. Bilindiği gibi antropometrik tasarım insan-makine tasarımında en önemli tasarım ölçütlerinden biridir. Dinamik ve statik antropometrik değerlerin herhangi bir insan-makine sisteminden beklenen performansın yerine getirilmesindeki önemi diğer faktörler olan metod etüdü ve psiko-sosyal faktörler ve benzeri gibi diğer faktörlerinde bilimsel olarak ele alınması halinde sistemden beklenen performansın gerçekleştirilmesini sağlayabilir. Antropometrik değerler sağlıklı bir şekilde elde edilip öngörülen yüzdelik değerlerine göre belirlendiğinde o sistemde çalışan insanın yüklenme ve dolayısıyla zorlanma faktörlerini de olumlu şekilde etkilemek mümkündür. İnsanın konfor sınırları içindeki tüm diğer ergonomik faktörler yanında verimlilik ve üretkenlik değerleri de göz önüne alınarak, standart sapmalarına göre genellikle %90 ve %95 güvenlik sınırları içinde üst ve alt antropometrik değerler veya ayarlama aralıkları belirlenebilir. Tasarlanmış sistemler içinde bazı hallerde kritik antropometrik değerler için birkaç cm'nin dahi önemi olabilir. Ayrıca unutmamak gerekir ki ergonominin göz önüne alınması, gereken üretim veya kullanım etkinliklerinde üretimi yapan veya tasarlanan ürünü kullanan insan kitlelerinin üretim, servis, tekstil, mimarlık, spor, vb. alanlarda maksimum faydanın elde edilmesini sağlayabilir. Türkiye'de yapılan antropometrik çalışmaların derlenmesi ve kullanıcıya dönük sağlam istatistiksel verilerin ortaya konulması amacı güden bu çalışmada

karşılaştırmalar yoluyla sağlıklı veriler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu verilerin ileriye dönük değişimlerinde istatistiksel tahmin yöntemleriyle ortaya konulması bundan sonraki çalışmalara ışık tutacaktır [4].

1.2.3. Antropometrik ürün tasarımı

Antropometri, vücut aralığını ölçen bilimdir. Bir popülasyonun boyutları, ürünler tasarlanırken önemlidir. İnsanlar birçok boyut ve şekil çeşitliliğindedir. Antropometrik veriler, bölgesel popülasyonlar arasında önemli ölçüde değişmektedir. Örneğin, İskandinav nüfusu daha uzun olma eğilimindedir, Asya ve İtalyan nüfusları daha kısa olma eğilimindedir [3].

1.2.4. Antropometrik verilerin kullanılması

Çalışma alanları antropometrik veriler kullanılarak yapılır. Bu şekilde tasarlanmış çalışma alanları işçi daha rahat çalışır ve iş yerinde verimli bir hale gelir. Antropometrik veriler kullanılırken, tasarımda kullanılan verilerin ürünü kullanacak kişilere uyum sağlaması en önemli konulardan birisidir. Antropometrik verilerden tasarıma uygun şekilde yararlanılması için uyulması gereken temel ilkeler bulunmaktadır [6].

1.2.4.1. Uç değerler için tasarım

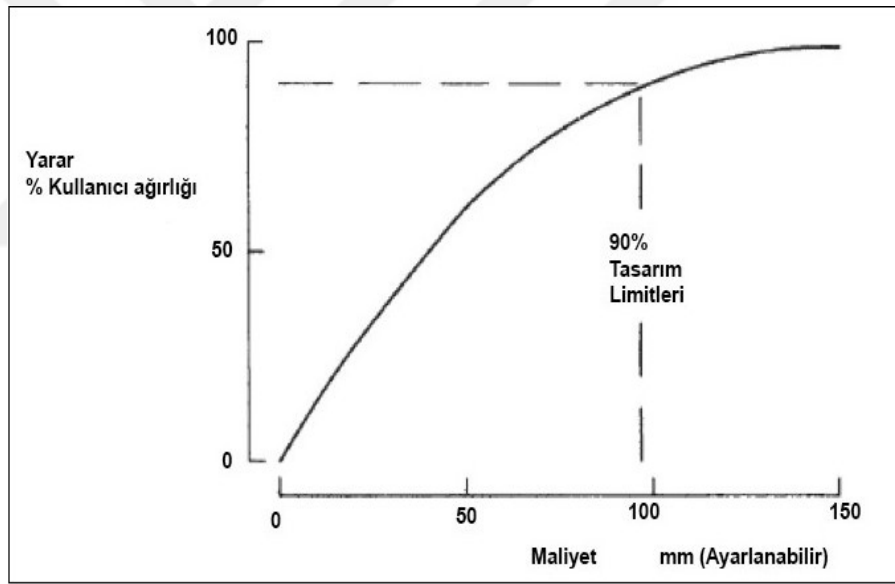
Tasarım çalışmaları kullanıcıların neredeyse tamamına yakını kapsayacak şekilde çalışanlarla uyum sağlayabilecek tasarım standartlarının geliştirilmesini amaç edinir. Yapılan çalışmalarda hedef alınan kullanıcı kitlesi oranı %90'dır. Standart sınıf dışında tutulan kısım; alttaki %5 ile üstteki %5 kısmıdır. %5-%95 arasındaki sınıfta tasarım çalışmaları sırasında hedef alınan kitledir. %95'lik dağılım değeri; hacimle ilgili tasarımlarda, %5'lik dağılım değeri, erişimle ilgili tasarımlarda göz önünde bulundurulur. Örneğin çalışanlar için asansör tasarlanırken asansör kabininin boyutlandırılmasında %95'lik değerler, asansör içindeki kontrol panelinin döşemeden itibaren yüksekliği belirlenirken %5'lik değerler göz önünde bulundurulmalıdır [6].

Bu durumun düşünme mantığı, boyu uzun kişilerin sığıldığı bir kabine boyu kısa kişilerin zaten sığabilecek olmasıdır. Uzun boylu kişilerin de kısa boylu kişilerle aynı alana erişebilmesi ana fikirdir [6].

1.2.4.2. Ayarlanabilir tasarım

Herhangi bir eşya sınırları belirli ölçüleri, farklı boyutlardaki kullanıcılar için ayarlanabilir şekilde tasarlanabilir. Bu tasarıma; araba koltuğunun ileri-geri hareketi, çalışma masasının sandalyesinin aşağı-yukarı hareketi örnek olarak verilebilir. Ayarlanabilir şekilde tasarlanmış araç gereçler; %5 ve %95'lik dağılım içerisindeki herhangi bir ölçüye ayarlanabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Bunlar:

- Ofis sandalyesinin maksimum ayarlanabilir yüksekliği, oturma düzleminin ve sırt kısmının yüksekliği
- Arabalardaki sürücü koltuğunun yüksekliği, direksiyon mesafesi
- Sürücünün ağırlığına göre ayarlanabilen koltuğun hidrolik yaylandırma sistemi
- Arabalardaki kafa değen kısımların pozisyonları
- Yüksekliği değişebilen bilgisayar ve yazıcı masaları [6].



Şekil 1.10. Bir koltuğun yüksekliğinde çeşitli ayarlama aralıkları tarafından barındırılan hedef nüfusun yüzdesini gösteren antropometrik maliyet/fayda fonksiyonu [1]

1.2.4.3. Ortalama değer için tasarım

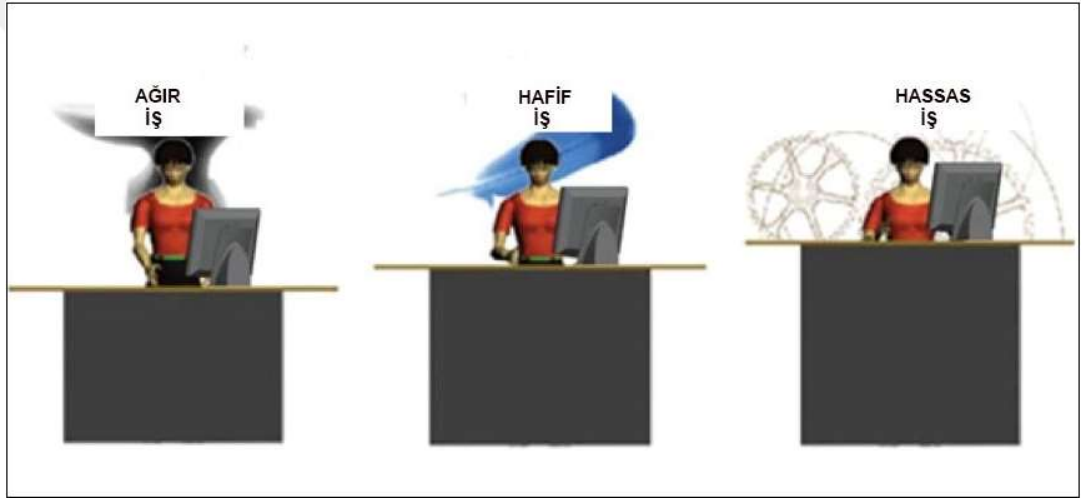
Ortalama değerler için olan tasarımlar, kullanıcıların büyük bir kısmına karşılık verememektedir. Fakat yine de çoğu alet ve eşya ortalama değerlere göre tasarlanır [6].

1.2.5. Ortak işyeri duruşları

Çalışma ortamında ortak duruşlar vardır. İşyeri ürünleri tasarlanırken göz önünde bulundurulması gereken alanlar ve bu duruşlara ilişkin belirlemeler; ayakta durma, oturma ve ulaşma şeklindedir [3].

1.2.5.1. Ayakta

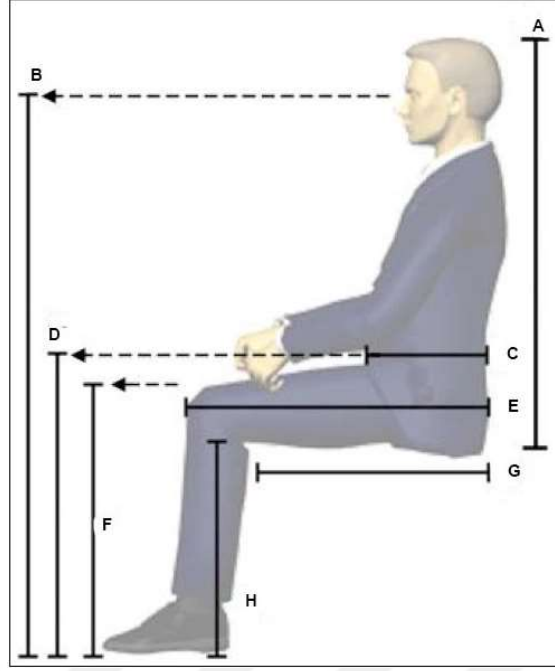
Bazı kullanıcılar iş istasyonlarına ayakta iken ihtiyaç duyabilmektedir. Bu durumda, uygun bir masa tasarlanabilir ve gerçekleştirilen işin türü için seçilebilir. Ayakta duran operatör için masa yüksekliği 70-110 cm arasında değişebilmektedir. Masa yüksekliğini seçerken, işin hafif veya ağır olması göz önünde bulundurulmalıdır [3].



Şekil 1.11. Ayakta çalışanlardaki iş çeşitleri [3]

1.2.5.2. Oturma

Kullanıcı otururken hangi parametrelerden yararlanılarak tasarım yapacağını bilirse kullanıcının oturma rahatlığını artıracak ve tasarımı en uygun yapacak şekilde oturma düzeni ayarlanabilir. Ortak oturma antropometrik ölçümlerden yararlanılabilmektedir [3].



Şekil 1.12. Oturan bir insanın ölçüleri

1.2.6. Ortak işyeri hareketleri

İşyeri, kullanıcılar için rahat olmalı ve mümkün olduğu kadar çalışanların ihtiyaçlarına cevap verebilmelidir. İşyeri bu düşünceyle tasarlanırsa yüksek işçi verimliliği elde edilebilir verahatsızlık riski düşürülebilir. Standartlara uygun işyeri tasarlanırsa daha fazla verim ve konfora ulaşacak esneklik sağlanmış olur. Çalışanlar tekrarlayan hareketler ve uzun süreler boyunca çalışmaktan, ihtiyaç olsa bile kaçınmalıdırlar. Yorgunluk ve kas iskelet Rahatsızlıklarının oluşumunun azaltılması için çalışma zamanı ve ortamı optimum aralıklar içinde olacak şekilde tasarlanmalıdır. Ürünün üretimi bu şekilde gerçekleştirilmelidir [3].

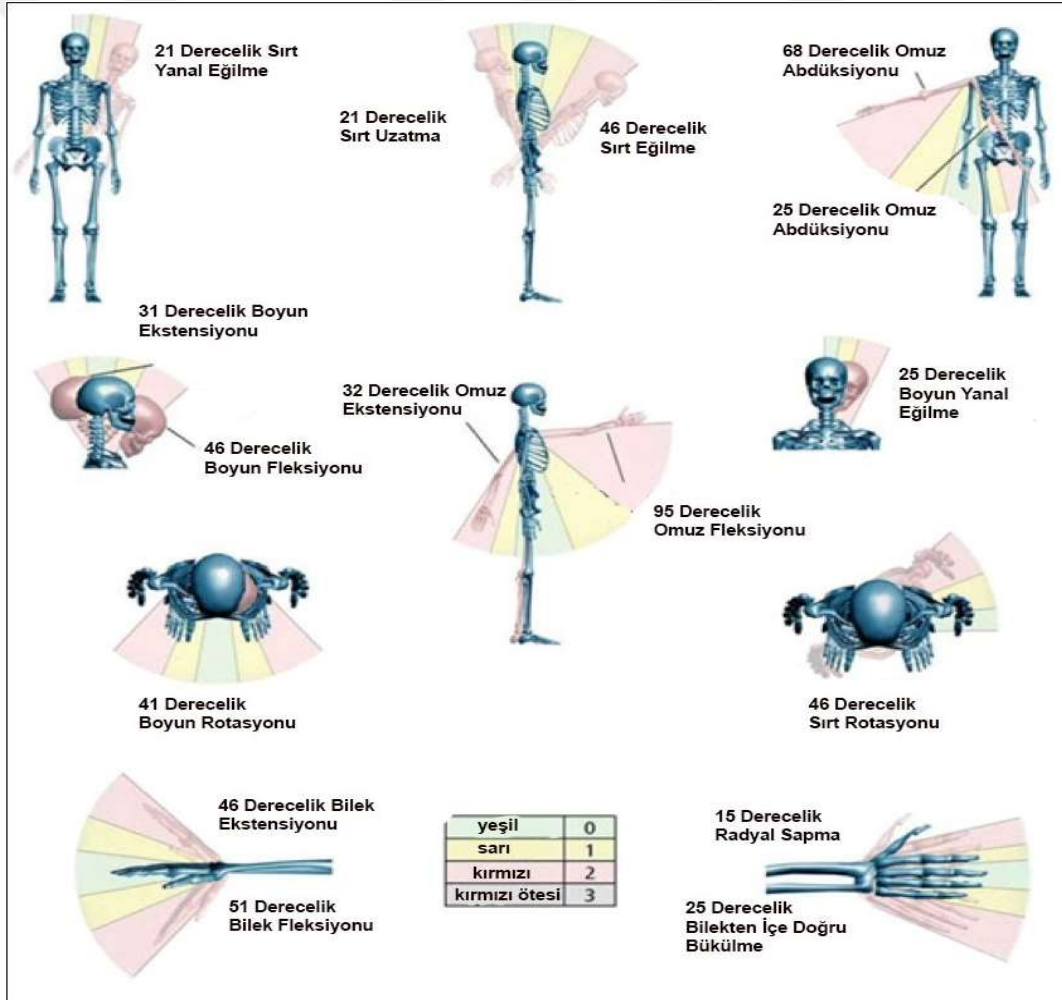
1.2.6.1. İyi ve kötü bölgeler

Bir kullanıcının oturmak veya ayakta durmak için ulaşabileceği 4 farklı bölge vardır. Bunlar;

- Bölge 0 (Yeşil Bölge): Tüm hareketler için tercih edilen bölgedir. Kaslara ve eklemlere minimum baskı yapar.
- Bölge 1 (Sarı Bölge): Çoğu hareket için tercih edilen bölgedir. Kaslara ve eklemlere az baskı yapar.

- Bölge 2 (Kırmızı Bölge): Uzunlar için daha fazla aşırı pozisyonudur. Kaslar ve eklemler üzerinde daha büyük zorlanmaya neden olur
- Bölge 3 (Kırmızı Bölgenin Ötesinde): Çok aşırı yüklenen uzunlardaki konumdur. Özellikle ağır kaldırma veya tekrarlayan görevlerde görülmektedir.

Bu bölgeler vücut uzunlarının serbestçe hareket edebilecekleri aralıklardır. 0 ve 1 bölgeleri, küçük eklem hareketlerini temsil etmektedir. 2 ve 3 bölgeleri daha aşırı konumları temsil eder. Çoğu hareketin meydana gelmesi için 0 ve 1 bölgeleri tercih edilmelidir. Mümkün olduğunca, 2 ve 3 bölgelerinden kaçınılmalıdır. Bu aralıklardaki hareketler tekrarlayan ve ağır görevler içerdiğinden daha fazla yorarak kas ve tendonlarda gerginlik ve dolayısıyla kas-iskelet sistemi bozukluklarına yol açabilir [3].



Şekil 1.13. Ortak eklem hareketleri için ilgili bölgeler. Bölge 0 yeşil renktedir, Bölge 1 sarı renktedir ve Bölge 2 kırmızıdır. Bölge 3 kırmızının ötesindeki yerlerdir [3]

1.2.7. Tekrarlanan hareketler

Tekrar eden görevler gerekli ise, hareketlerin tekrarlılık sayısını en aza indirmek yaralanma riskini azaltmaya yardımcı olabilir. Azami günlük tekrarlar için çeşitli faktörler göz önünde bulundurularak özel bir sayı belirlenmelidir. Tekrarlayan görevler kullanıcının kas gücü kullanım miktarını artırır ve yorgunluğa neden olur.

1.2.7.1. Farklı kuvvet miktarları

Antropometri insan boyutlarını incelediğinden kullanılan kuvvet de boyut çeşitliliğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bütün çalışma, hareket ve aletlerde olduğu gibi el aletleri üzerinde uygulanan kuvvetler de işin doğasına göre çeşitlik gösterir. Örneğin kavramada da(sap üzerinde) çeşitli kuvvetler uygulanabilir. Asgari kuvvet için el aletinin sapının çapı ve uzunluğu gibi boyutları çeşitli test ve kontrollerle bir kurala bağlanabilir, ürünün cinsi ve direnç de bu konuda önemli faktörlerdendir [3].

1.2.7.2. Nesnelere ulaşma

İşyeri görevlerinin tekrarlanan doğası nedeniyle bu konu çok önem kazanmaktadır. Bir nesneye ulaşmaya çalışan bir kişi için; nesneye ulaşmanın ne kadar mesafede, ne sıklıkta ve ne duruşta olduğu önem kazanmaktadır. Çalışmaların büyük çoğunluğu 0 ve 1 bölgelerinde gerçekleştirilmelidir [3].

1.2.7.3. Kümülatif travma bozuklukları

Her iki bölgede (Bölge 0 ve 1) de kümülatif travma bozuklukları (CTD'ler) oluşabilir. CTD'ler; hareketler, stresler ve eylemlerin tekrarlayan nedenleriyle oluşan yaralanmalardır [3].

CTD'lerin meydana gelme olasılığını azaltmaya yardımcı olmak için bazı hususlar vardır. Bunlar:

- Hızlı ve çok tekrarlı, kol gücü gerektiren hareketler veya sürekli statik duruşlar empoze edilmemelidir.
- El bileğinin ön kolunda basınç noktalarına dikkat edilmelidir veya vücudun diğer kısımları bir kenar veya sert bir yüzeye temas etmemelidir.
- Omuz fleksiyonu(bükülmesi) ve abdüksiyonu(uzaklaştırma) en aza indirilmelidir.
- Ağırıklı nesnelerin elde tutulması azaltılmalıdır.

- Ağır kuvvetli uygulamalar azaltılmalı veya ortadan kaldırılmalıdır.
- İşçilerin sık sık ara vermeleri istenmelidir [3].

1.2.8. Evrensel tasarım düşünceleri

Çoğu insan bazen yeteneklerinde bir sınırlama veya bir rahatsızlık yaşayabilir. Bu durum artarak tekrarlayabilir de. Kırık kemikler, burkulan bilekler, hamilelik, ya da yaşlanma bunlara örneklerdir. Bireyler için ofis ile ilgili sorunlar yaygındır. İşverenler işçiler için şantiyeler ve diğer alanlarda gerekli şartları sağlamalıdır. İşçiler için gerekli ofis ve ofis mobilyalarına yönelik dikkatlilik engelli bireyler için de ayrıca düşünülmelidir. Bu bakış açısı bazı evrensel tasarım yönergelerini sağlamaktadır [3].

1.2.9. Ergonomik sistem tasarımında antropometrik modelleme

Ergonomik sistem tasarımı dört aşamada gerçekleşmektedir. Bunlar:

- a) Gereksinimlerin Belirlenmesi: Veri toplama sürecidir. Ergonomik sistem tasarımında, hangi antropometrik ölçünün ve yöntemin kullanılacağı gereksinimlere göre değişmektedir.
- b) Kavramsallaştırma: Birbirleriyle bağlantılı veriler gruplandırılarak bir düzenleme içerisinde modellenir (kavramsal modelin oluşturulması). Antropometrik ölçüler cinsiyete, yaşa, ırka ve çalışma alanına göre değiştiği için, elde edilen veriler gruplandırılmaktadır. Verilerin normal dağılımı (Gauss Dağılımı) analiz edilir. Normal dağılım eğrisinde, %5'lik dilim ölçüm yapılan bireylerin %5'inden daha küçük olan değerlerini, %95'lik dilim ise ölçüm yapılan bireylerin %95'inden daha büyük değerlerini ifade etmektedir. Gauss dağılımı yalnızca ortalama değer ile ifade edilemez, standart sapma (SS) değerinin de bilinmesi gerekir.
- c) Mantıksal Model Kurulması: Veri tabanı tasarımlarının ilişkisel veri tabanı modelinde tablolar ile ifade edilebilmesi için yapılması gereken dönüşüm, yani ilişkisel modele dönüşüm gerçekleştirilir.
- d) Fiziksel Model Kurulması: Üç boyutlu prototip geometrisi uygun yazılımlarla tasarlanmaktadır [4].

1.2.9.1. Antropometrik Optimizasyon

Antropometrik doneler çeşitli topluluk ve ırklarda önemli miktarda farklılaşır. ABD'de üretilen bir mal, Güney Amerika ya da Güneydoğu Asya'ya pazarlanmak isteniyorsa,

ürünün boyutları da ona göre küçültülmelidir. ABD'de erkek nüfusun %90'ına uygun bir mal %90 Alman, %80 Fransız, %65 Yunan, %45 Çinliye uygundur. Bir ürünün aynı toplumun tamamına uygun düşecek şekilde imalatı da imkansız olmasa da zordur. Ancak önemli ölçüde bir nüfusa uygun olarak üretilmelidir. Örnek; diş fırçalarının kıl ve sap uzunlukları, elbise ve giysilerin beden ölçüleri gibi [3].

1.2.9.2. Destek ünitesi ve ara kesit tasarımı

İnsan sistem ara kesit teknolojisinin bileşenlerinden olarak insan makine ara kesit teknolojisigeliştirilmiştir ve çeşitli amaçlara sahiptir. Bu teknolojinin amaçları; çalışanların iş yükünü azaltmak, hata yapma oranını azaltmak, konfor ve verimliliğini geliştirmektir. Bu amaca ulaşmak için izlenen yöntemler; oturma ve çalışma alanı

düzenlemesi, gösterge ve kontrol panellerinin konumlanması, iş istasyonlarının tasarlanması, biyomekanik ve antropometri pratiklerinin uygulanmasıdır [2,6].

1.2.9.3. Antropometrik verilerin tasarım sürecinde kullanımı

Tasarımda antropometrik verilerden yararlanılırken, tasarımdaki sorun analiz edilmelidir. Tasarım sürecinde genelde 3 yol tercih edilmektedir. Bunlar;

- Herkesi kapsayan, uç değerleri de içeren; kullanıcıların %100'ü için tasarım
- Kullanıcılara uydurulabilen, kullanıcı boyutlarına göre ayarlanabilen tasarım
- Ortalama kullanıcı ölçüleri; %50'lik kısım için yapılan tasarımdır [2,6].

Tasarlanan ürünlerin uygunluğunu kontrol etmek için bilgisayarlı desteği ile benzer şartlar oluşturulmalı ya da tasarım; maket yardımı ile denenmelidir. Standart bir antropometri araştırmasında ilişkili ölçümler bağımsız yapılmalıdır, iş esnasında vücudun çeşitli kısımları birbiri ile karmaşık etkileşimlerde bulunur. Çalışma alanında tasarım yapılırken antropometrik ve biyomekanik veriler beraber gereklidir. Günlük işlerdeki güç kullanımını kısıtlayan biyomekanik faktörler üç ana gruba ayrılır. Bunlar, insan vücudundaki kaslara bağlı kısıtlamalar, yerçekiminden kaynaklı kısıtlamalar ve kullanılan donanımın arayüz (rahatsızlık ve sürtünme) kısıtlamalarıdır [2,6].

1.2.10. Antropometri ve ölçüm yöntemleri

Antropometrik ölçümler çocuklarda infantometre, yetişkinlerde stadiometre ya da antropometre ile yapılır. Günümüzde üç boyutlu tarayıcılar yardımı ile fotogrametrik

yöntem ile farklı açılardaki kameralar kullanılarak insanların antropometrik ölçüleri bilgisayar ortamında modellenabilmektedir [9].

Antropometrik veriler bilgisayar ortamında elde edilmese bile simülasyon programları tarafından işlenip sanal insanlar ile modellenabilmektedir. Uygulanan bu yöntemler ile pek çok ülkedeki insan tipinin antropometrik ölçü ve sınırları ile uyumlu tasarımlar yapılabilmektedir ve tasarlanacak nesnelerin ölçüleri hesaplanabilmektedir [9].

1.2.11. Antropometri ve biyomekanik

Tasarımcılar ve insan faktörleri uzmanları, insan fiziksel yetenekleri üzerine bilimsel verileri sistem ve ekipman tasarımına dahil etmektedir. İnsanların fiziksel özellikleri, makinelerin aksine, tasarlanamaz. Bununla birlikte, sistem veya ekipman tasarlarken insanın fiziksel özelliklerini hesaba katmamak, gereksiz personel sayısı ve personel taleplerine yol açabilecektir [8].

Antropometri, sistemlerin, ekipmanların, üretilen ürünlerin, insan yapımı ortamların ve tesislerin tasarımı ve değerlendirilmesinde bu verilerin insan fiziksel özellikleri ve uygulanması (mühendislik antropometrisi) hakkındaki verilerin bilimsel ölçümü ve toplanmasıdır. Biyomekanik, biyolojik sistemlerin mekanik özelliklerini, bu durumda insan vücudunu fiziksel özellikler ve mekanik modeller açısından tanımlar. Bu alan disiplinler arasıdır. Temel olarak antropometri, mekanik, fizyoloji ve mühendislik bilimlerini içermektedir. Uygulamalarda, mühendislik amaçları için insanın mekanik yapısı, gücü ve hareketliliği ele alınmaktadır. Bu da insanların hayatını kolaylaştırır.

2. DURUŞ

Duruş, başın, gövdenin, kol ve bacakların boş ortamda yer alması, tutması olarak nitelendirilebilmektedir. Çalışma duruşu ise, vücut üyelerinin yapılan çalışmaya ve onun gerektirdiklerine göre pozisyon alması şeklinde tariflenmektedir.

Vücut bilgilerinin ve eklemlerin minimum zorlandığı ve güç sarf ettiği duruş, nötral duruştur. Nötral pozisyon, bel, sırt, boyun eklemleri ve omurganın zarar görmemesi için en uygun duruştur. Bu pozisyondan sapma riskleri beraberinde getirir. Bu sapmalar kötü duruşu oluştururlar.

Duruştaki kötü konumlar, çalışma sürecinde önemli rahatsızlıklara sebep olabilmektedir. Kötü duruş ve stressin ortadan kaldırılması, verimliliğin artırılmasıyla eş değer öneme sahiptir. Aksi halde stresli, yorgun ve ağrı içinde bir çalışma sürecinde bulunulur. Ayrıca bu durum; kas iskelet sistemi Rahatsızlıkları, kalitede düşüş ve maliyette artışı da beraberinde getirir [7].

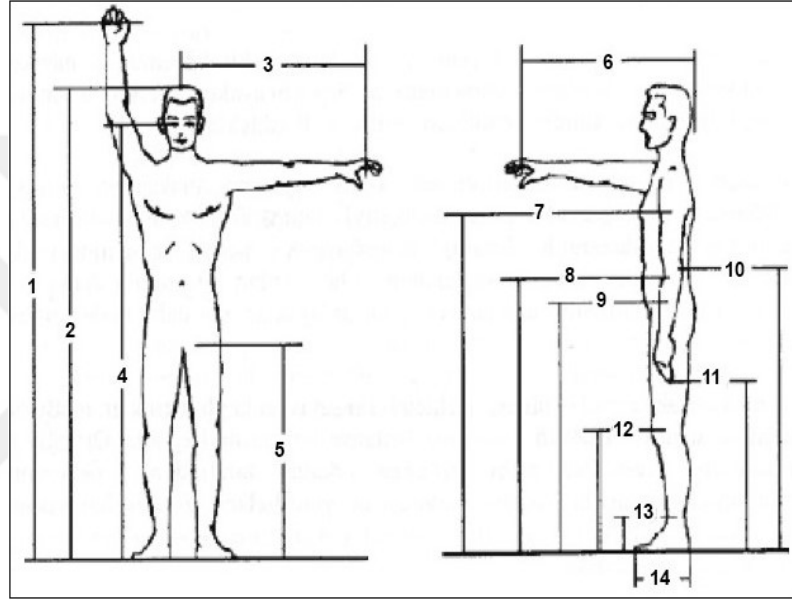
2.1. Statik Duruş

Bir eklem hareket ettirilmezse statik bir yüke sahiptir. Dinamik yüklerde eklemler, ek yüklere maruz kalacaklardır. Ürün tasarım ve üretiminde dinamik aktivite hesaba katılmak zorundadır. Statik oturma zaman zaman bel ağrısına neden olma eğilimindedir, bu nedenle işte çalışırken ara sıra ayakta durma ve yürüme teşvik edilmektedir. Ofiste çalışan bir kişi masadan kalkmayan bir hayat tarzı yerine aktif bir hayat tarzı benimsemelidir; postalarına bakmalı, malzemeleri almalı, molalarda sandalyelerini bırakmalıdır. Hareketsiz bir sürücü araç koltuk pozisyonunu ayarlamalı ve molalarda arada sırada yürümelidir [4].

2.1.1. Ayakta

Ayaktaki insan duruşları için varyasyonun büyük bir kısmı bacak uzunluğundadır ve gövde yüksekliği nispeten sabittir. Değişken ağırlıkların yetişkin erkekler için vücut bölümleri toplam ağırlığın bir yüzdesi olarak şu şekildedir: Kafa = %7,3- gövde = %50,7-1 adet kol ve el = %54,9-1 adet bacak ve ayak = %16,1'dir [4].

Ayakta duran bir kişinin iki ayak arasındaki ortalama mesafe yaklaşık 100 mm'dir. Bu mesafe ayak merkezleri arasında yaklaşık 200 mm ve dış kenarlar arasında yaklaşık 300 mm'dir. Ancak erkekler için ortalama yükseklik 1750 mm'dir. 1750 mm'lik bir yükseklik için sadece 200-300 mm'lik bir taban vardır. Bu yapının bele kadar desteği omurgadır. Ayaktayken ağırlık merkezi omurgadan ileriye doğru açılan kulaktan (L4-L5 lomberlerinde yani omurlarından) geçer, böylece vücut normalde ligament (bağlar) ve sırt kas kuvvetleri ve soleus (alt bacak arkası kası) ile karşı karşıya kalınan bir efora sahip olur [4].



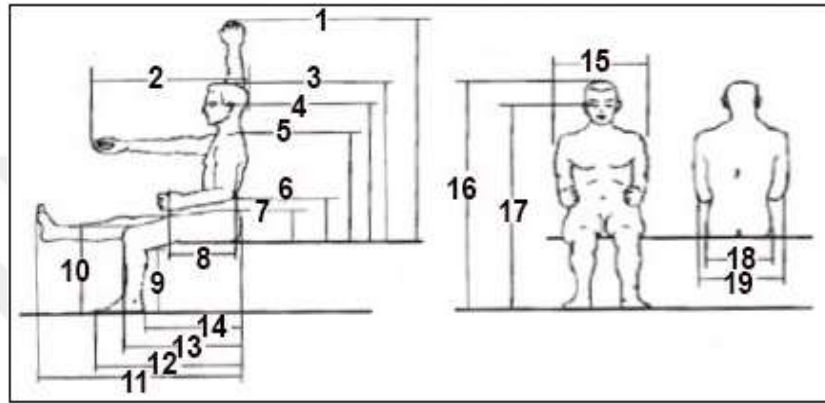
Şekil 2.1. Statik antropometri çalışmalarında kullanılan ayakta boyutların gösterimi [1]

Tablo 2.1. Statik antropometri çalışmalarında kullanılan ayakta boyutlar [1]

Ayakta Ölçülen Boyutlar			
1	El kavrama yüksekliği	8	Dirsek yüksekliği
2	Baş yüksekliği	9	Bacak yüksekliği
3	Yanda kavrama	10	Bel yüksekliği
4	Göz yüksekliği	11	El kavrama yüksekliği
5	Kalça yüksekliği	12	Diz yüksekliği
6	Önde kavrama	13	Ayak bileği yüksekliği
7	Göğüs yüksekliği	14	Ayak uzunluğu

2.1.2. Oturma

İnsanların sırt üstü düz ve baş aşağı oturması kavramı kurgusaldır. Oturmuş insanların duruşları 'ileriye' (uyluk), 'orta' (baş üzeri kalça) ve 'geriye doğru' (başın arkasında kalça) bölüştürülür. İlk nokta, pozisyonların ortada sabit olmadığı, ancak değiştiği (Saat başı yaklaşık on kat değiştirildiği), ikinci nokta, duruşların görevle (meclis, ofis) büyük ölçüde değiştiği, dinleme ve aynı zamanda görevler arasında değişiklik pozisyonudur [4].



Şekil 2.2. Statik antropometride yararlanılan oturarak ölçülen boyutların gösterimi [1]

Tablo 2.2. Statik antropometride yararlanılan oturarak ölçülen boyutlar [1]

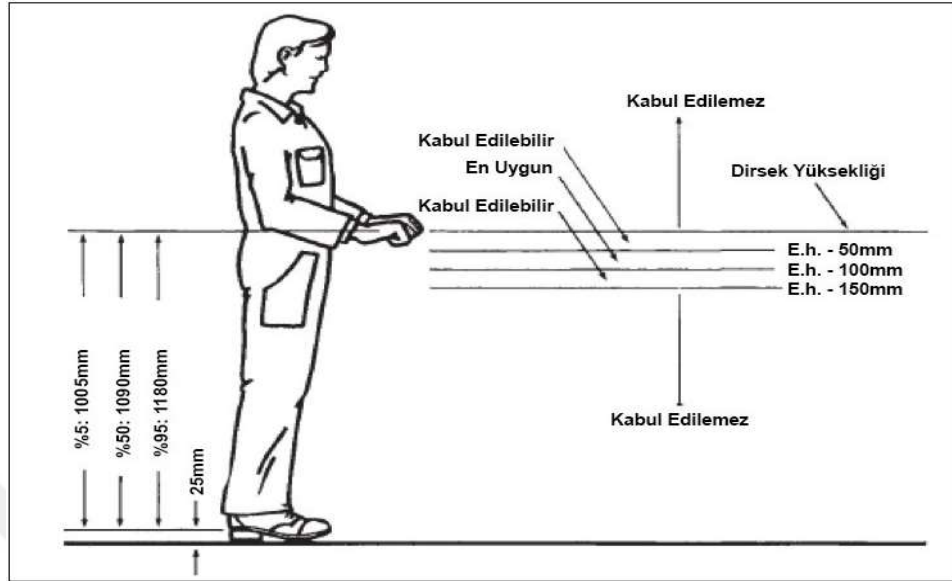
Oturarak Ölçülen Boyutlar			
1	Oturarak yukarıda kavrama	11	Taban kalça mesafesi
2	Oturarak önde kavrama	12	Ayakucu kalça mesafesi
3	Oturma yerinden üst boy	13	Diz kalça mesafesi
4	Oturma yerinden göz yüksekliği	14	Oturma derinliği
5	Oturma yerinden omuz yüksekliği	15	Omuz genişliği
6	Oturarak bel yüksekliği	16	Oturarak boy yüksekliği
7	Oturarak kalça yüksekliği	17	Oturarak göz yüksekliği
8	Dirsek tutak mesafesi	18	Oturma yeri genişliği
9	Oturarak diz altı yüksekliği	19	Dirsek arası genişlik
10	Oturarak diz üstü yüksekliği		

2.2. Dinamik Duruş

Bir postürün minimum stresi, eklemin nötr pozisyonundadır. Stres, nötrlükten ayrılmaylagenellikle kalkış ile doğrusal olmayan şekilde artar.

90 derecelik bir kalkış, normal bir kalkışa göre iki kat daha fazla streslidir. 45 derecelik kalkış daha fazla streslidir. Yürürken vücuda destek aşaması topukla başlayıp parmak

ucunda biter. Yürüme normal boyutlardaki yetişkinler için yaklaşık 2,5 m/s'dir. Yürümede aynı hızda bile olsa koşmaktan daha az enerji harcanır [4]



Şekil 2.3. Endüstriyel montaj görevinde optimal ve tatmin edici çalışma yükseklikleri için kriterler [1]

Yürürken, bir bacağın aktivitesi daha kısa bir salınım aşamasına sahiptir (Ayak ileri geçtiğinde) ve daha uzun bir destek (adım, temas) fazı (ayak yerde olduğunda) gerekmektedir. Destek aşaması topuk ile başlar ve parmak ucunda biter. Salınım aşaması destek aşamasından daha kısa olduğundan bir kayma sırasında faz, desteğin itme bölümü sırasında zıt uzvun topuk görevi ile durmak yerine topuk hareket etmeye ve önde gelen ayağa doğru vücudun önünde hareket eder. Boy (L) uzunluğuna bölünen boy uzunluğu (h), hız ile lineer olarak değişir. Yürüme, normal büyüklükteki yetişkinler için yaklaşık 2,5 m/s'dir. Yürüme, aynı hızda, koşmaktan daha az enerji kullanır.

Doktorlara yapılan kayropratik ziyaretlerinin hepsi bel ağrısı semptomlarından kaynaklanmaktadır. Bir sırt problemi hiyerarşisi şu şekildedir:

- Düşük geri zayıflama (azaltılmış yetenek)
- Düşük bel engelli (kayıp zaman)
- Düşük geri ödeme tazminatı (geri ödeme)
- Kişisel risk faktörleri [4].

2.2.1. Taşıma

Taşıma itme ve çekmeye göre daha zahmetli olduğundan bu görev mümkünse itme ya da çekmeyle değiştirilmelidir (örneğin arabalar, konveyörler kullanılmalıdır).

Makaralı konveyör veya bant konveyörünün kısa bir bölümünde taşınabilir sistemler kullanılması da bir çözüm yöntemidir. Nesneleri yukarı yönde ve özellikle merdivenlerden taşımak yerine yük asansörleri kullanılmalı, nesneler ise platform üzerinde taşınmalıdır ve eller serbest kalmalıdır (örneğin alet kemeri veya sırt çantası kullanılmalıdır) [4].

2.2.2. İtme/çekme

İtme/çekme kaldırma kuvvetinden daha az kuvvet gerektirdiğinden tercih edilmelidir. Üç kişi bir arabayı itebilir ama kesinlikle kaldıramaz. Genel olarak itmek, çekmekten daha kolaydır [4].

Tablo 2.3. Uygulanabilecek yatay itme ve çekme kuvvetleri [8]

Uygulanabilir Yatay Kuvvet	Uygulanma Şekli	Şartlar (μ : Sürtünme Şartları)
110 N (İtme veya Çekme)	Her iki el ya da omuz ya da sırt	Düşük çekiş gücü ile $0.2 < \mu < 0.3$
200 N (İtme veya Çekme)	Her iki el ya da omuz ya da sırt	Orta çekiş gücü ile $\mu = 0.6$
240 N (İtme)	Bir el	Panele paralel ve dikey bir duvara 510-1520 mm dayanırsa
310 N (İtme veya Çekme)	Her iki el ya da omuz ya da sırt	Yüksek çekiş gücü ile $\mu > 0.9$
490 N (İtme veya Çekme)	Her iki el ya da omuz ya da sırt	510-1780 mm dikey bir duvara karşı ve panelden paralel olarak destekleniyorsa veya ayakları mükemmel kaymayan bir zemine (Ayaklık gibi) sabitleniyorsa
730 N (İtme)	Sırt	510-1780 mm dikey bir duvara karşı ve panelden paralel olarak destekleniyorsa veya ayakları mükemmel kaymayan bir zemine (Ayaklık gibi) sabitleniyorsa

Dişiler özellikle iterek kuvvet uygulamada, erkeklerden daha zayıftır. Omuz veya diz seviyesinden ziyade bel seviyesinde itme tavsiye edilmektedir (Bir arabadaki tek bir yatay tutamak yerine iki dikey tutamak her boyuttaki insanın optimum duruş pozisyonuna izin verir). Çekme işlemi ise bel veya omuz seviyesinden ziyade diz

seviyesinde tavsiye edilmektedir. Kollar ve omuzlar (alt sırt değil) aŗaęıdaki durumlarda kısıtlayıcı olma eğilimindedir:

- Aktivite tekrarlanması (Lokal kas yorgunluğu)
- Kötü Duruş
- Tamamen uzatılmış kollarla itmek
- Bir kolla itmek veya çekmek
- Omzunun üstünden veya altından itmek veya çekmek [4]

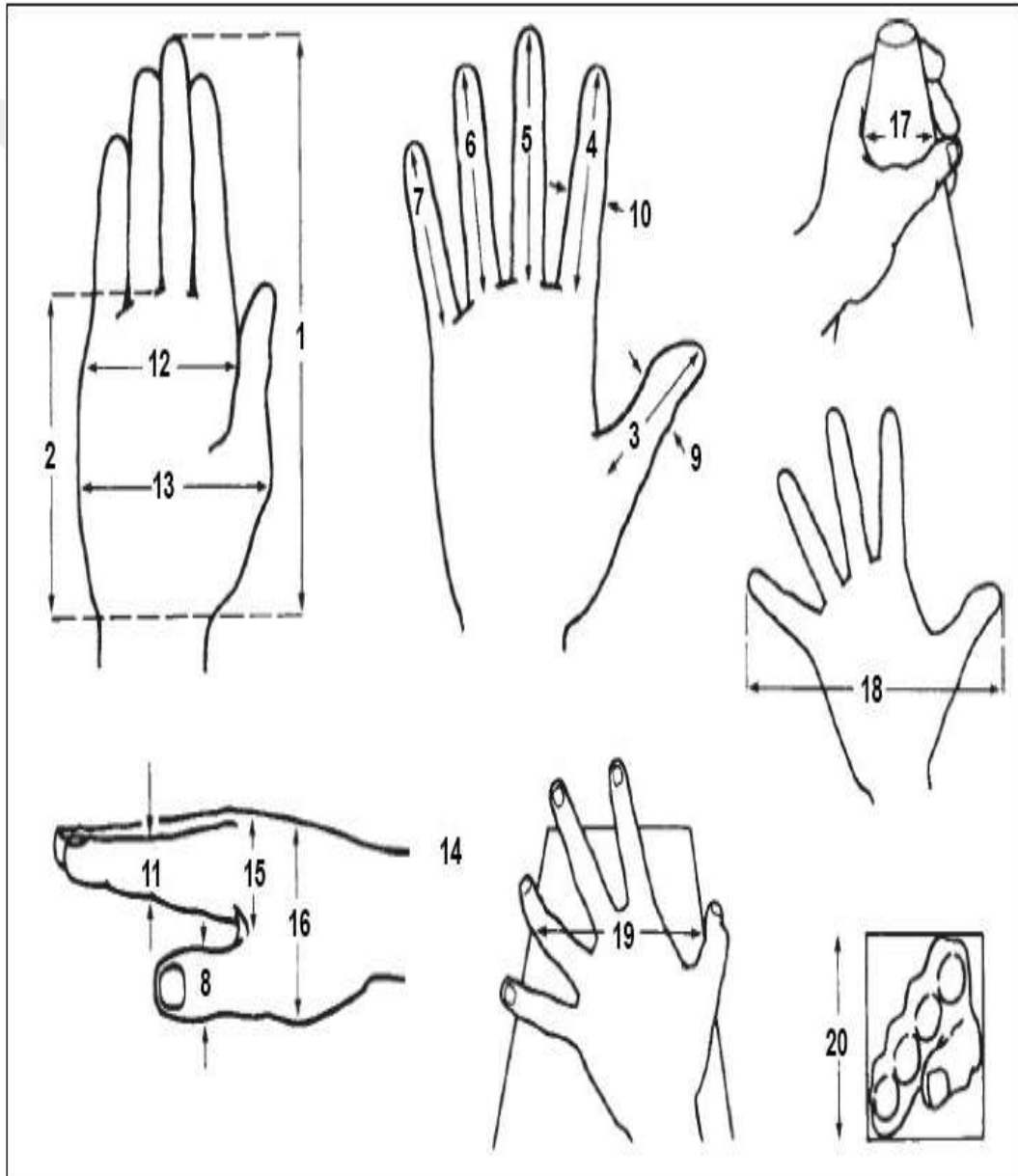


3. EL VE EL ALETLERİ

3.1. Elin Anatomisi

İnsan elinin iddia edilen üretim ve efor yetenekleri, elin yapısı, önkol, kol ve eli oluşturan kemiklere bağlıdır. Önkol iki kemikten oluşur; yarıçap ve ulna. Yarıçap, önkolun lateral kemiği, proksimal bölgesinde küçük, düz ve yuvarlak bir başı vardır. Distal ekstremitesi genişler ve bilek ekleminin önemli bir bölümünü oluşturur. Ulna, üzerinde diğer yandan, proksimal olarak büyüktür ve uzak ucunda küçük, yuvarlak bir kafaya daralır. Bu iki kemik, hem proksimal hem de distal olarak sinoviyal eklemlerle birleştirilir. Proksimal eklem, dirsek eklemi ile eklem kapsülünü paylaşır; distal eklem de bir tane bilek ile paylaşır. Kemikler sırtüstü pozisyonda birbirine paraleldir. Ulna küçük parmak tarafına bağlanırken yarıçap bileğin baş tarafına bağlanır. Bilek; el pronada edildiğinde, yarıçap ulna etrafına sarılır. El ayrıca sekiz karpal kemik, beş metakarp ve 14 falanj içerir. Carpus kemikleri iki sıra halinde düzenlenmiştir. Basamakların her biri dışında üç falanks oluşur. Bu falanksler, pozisyonlarına göre adlandırılır; proksimal, orta veya medial ve distal. Önkolda ve elde dört büyük sinir vardır. Bunlar; medyan sinir, muskulokütan sinir, ulnar sinir ve radial sinir olarak adlandırılır. Bu sinirler innervate cilt ve el ve ön koldaki kas kasılmasını kontrol eder. El bileğinde fleksiyon oluşturan kaslara fleksör karpi radialis ve fleksör karpi ulnaris denir. El hareketini mümkün kılan kaslar şunlardır; lumbricals, dorsal ve ventral interossei, fleksör digitorum profundus ve fleksör digitorum superficialis; ekstansör digitorum, dorsal interossei (dijital abduksiyon), ventral interossei (dijital addüksiyon), lumbricals, dorsal ve ventral interossei, lumbrical, dorsal ve ventral interossei, fleksör digitorum superficialis ve fleksör digitorum profundus, fleksör digitorum profundus, fleksör pollicis longus ve brevis (başparmak fleksiyonu), ekstansör pollicis longus ve brevis (başparmak uzatma), abductor pollicis longus ve brevis (başparmak kaçırma); adductor pollicis (başparmak ekleme), abductor pollicis brevis ve fleksör pollicis brevis (muhalafet baş parmak). Bukaslar kemiğe kanaldan geçer. Bilek eklemi sadece iki düzlemde hareket edebilir. Ulnar ve radyal sapmalar tek bir düzlemde hareket sağlar.

İlk düzlemde dik olan ikinci düzlemde hareket eden düzlem, fleksiyon ve dorsifleksiyon sağlar. Erkekler ortalama olarak 500 N güç uygulayabilmektedirler. Dişiler, ortalama olarak 250 N kuvvet uygulayabilmektedirler. Zorlamadaki bu fark yeteneği öncelikle küçük kavrama boyutu ve kasları olan dişilere bağlıdır. Erkek gücü ve antropometrisi temel alınarak tasarlanan el aletleri tork-efor kapasitesinin farklı olduğundan dolayı dişiler tarafından çalıştırılmayarak sorun oluşturmaktadır. Tornavida ve anahtar kullanan erkeklerin tork-efor oranı kadınlardan yüzde 10-56 daha fazladır. Kavrama ve güç yaştan önemli ölçüde etkilenir. 65 yaşına kadar güç düşüşü yaklaşık yüzde 20-40'dır [4].

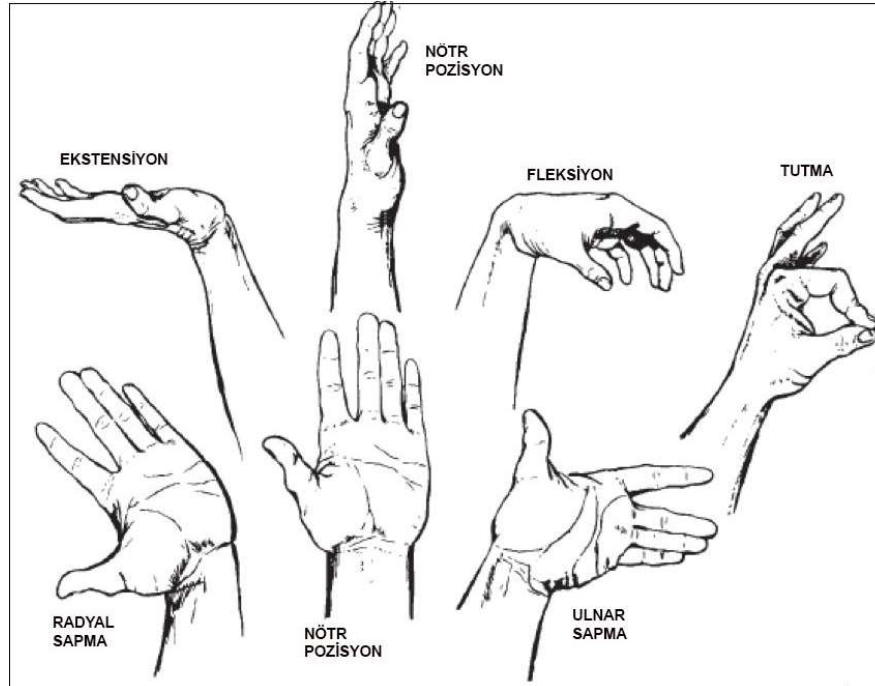


Şekil 3.1. Elin antropometrisi [1]

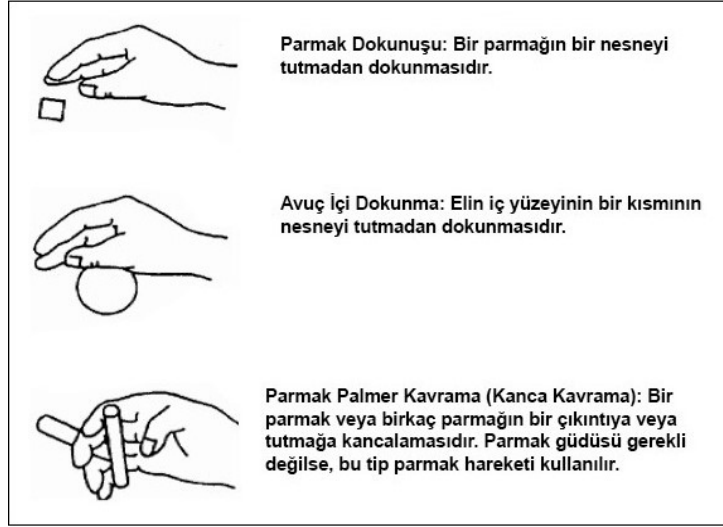
Tablo 3.1. El için antropometrik tahminler (tüm boyutlar mm olarak) [1]

Boyut (mm)	Erkek				Kadın			
	%5	%50	%95	SD	%5	%50	%95	SD
1 El uzunluğu	173	189	205	10	159	174	189	9
2 Avuç uzunluğu	98	107	116	6	89	97	105	5
3 Başparmak uzunluğu	44	51	58	4	40	47	53	4
4 İşaret parmak uzunluğu	64	72	79	5	60	67	74	4
5 Orta parmak uzunluğu	76	83	90	5	69	77	84	5
6 Yüzük parmak uzunluğu	65	72	80	4	59	66	73	4
7 Küçük parmak uzunluğu	48	55	63	4	43	50	57	4
8 Başparmak genişliği	20	23	26	2	17	19	21	2
9 Başparmak kalınlığı	19	22	24	2	15	18	20	2
10 İşaret parmağı genişliği	19	21	23	1	16	18	20	1
11 İşaret parmağı kalınlığı	17	19	21	1	14	16	18	1
12 El genişliği (el tarağına ait)	78	87	95	5	69	76	83	4
13 El genişliği (başparmak boyunca)	97	105	114	5	84	92	99	5
14 El genişliği (minimum)	71	87	91	6	63	71	79	5
15 El kalınlığı (el tarağına ait)	27	33	38	3	24	28	33	3
16 El kalınlığı (başparmak dahil)	44	51	58	4	40	45	50	3
17 Maksimum tutma ölçüsü	45	52	59	4	43	48	53	3
18 Maksimum yayılma	178	206	234	17	165	190	215	15
19 Maksimum fonksiyonel yayılım	122	142	162	12	109	127	145	11
20 Minimum karesel erişim	56	66	76	6	50	58	67	5

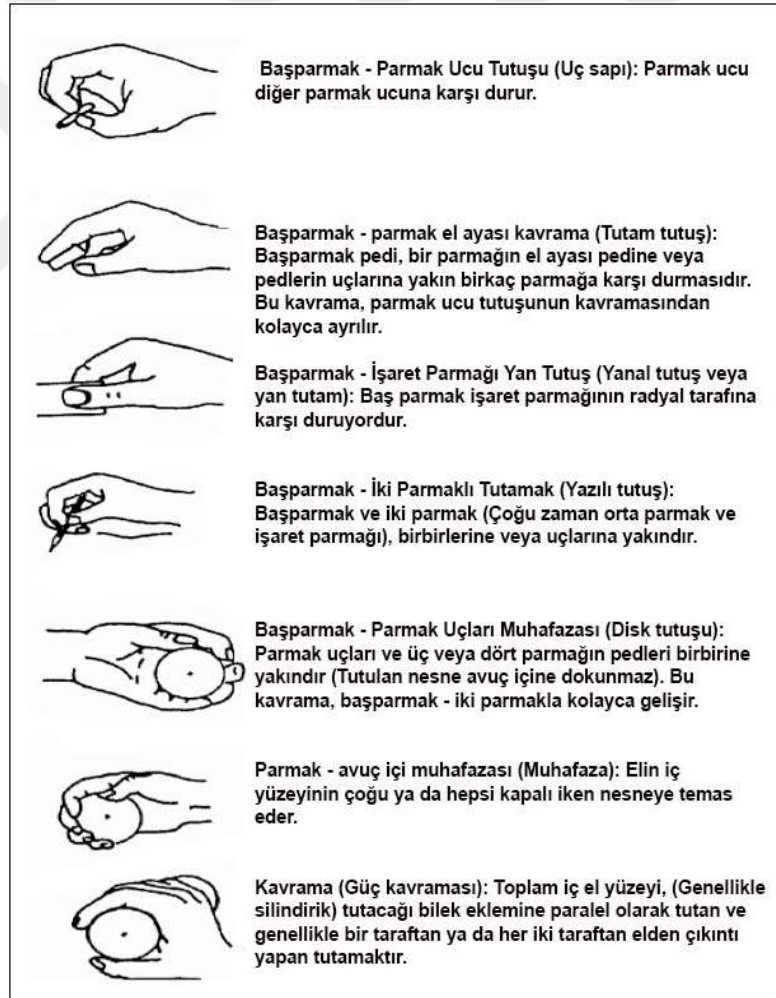
El ve bilek duruşları çeşitli pozisyonlara sahiptir.



Şekil 3.2. El ve bilek duruşları [1]



Şekil 3.3. Dokunma, tutma ve kavrama fonksiyonları [8]



Şekil 3.4. Dokunma, tutma ve kavrama fonksiyonları [8]

3.2. El Aletleri

El aletleri, insanlığın başlangıcından beri varolagelmışlerdir. Erken insan primatları tarafından, bir milyon yıl önce, taş aletler kullanılarak kazılmış, dövülmüş, kesilmiş ve kazınmış nesneler bulunmuştur. El aletleri, insan ırkının evrimi ile gelişmiştir; insanın kolları, elleri her şeyi yapmakta ve üretmekte yetersiz kaldığından daha iyi ve kesin sonuçlar almak üzere el aletlerini geliştirmişlerdir. Gelişim, vida sistemi ve tornavida ile başlamıştır ve bunlar önemli kilometre taşları olmuştur. Özel el aletlerinin geliştirilmesi; el aletlerinde çeşitlilik, tarım gibi özelleşmiş mesleklerin büyümesiyle zorunlu hale gelmiştir. İmalat, inşaat vb. alanlarda el aletleri ilk geliştirildiği ve rafine edildiğinden beri, sadece birkaç tane el aleti kullanılıyordu. Ortak el aletlerinin temel tiplerinde ve tasarımlarında önemli değişiklikler olmaktadır. (örneğin, balta ve çekiç temel tasarımlarında hala büyük değişikliklere uğramaktadır.). Ticari olarak el aletleri çeşitliliğinde artış olmaktadır. Bu araçların ticari formlarındaki çeşitlilik diğer faktörlerin yanı sıra, bu araçların henüz optimal bir forma ulaşmadığını göstermektedir. Daha da önemlisi, böyle bir çeşitliliğin kullanılmasıyla ortaya çıkan sağlık ve üretkenlik sorunları, araçların yeterli mükemmelliğe ulaşamadığını göstermektedir [4].

3.2.1. El aleti tasarımının kapsamı ve önemi

Operatör–el-alet sistemi ve yapılan iş üç ana bileşendir:

Bu üç bileşen birbiriyle etkileşime girer. Sistemin verimliliğini etkileyen faktörler; İnsan operatörü ile ilgili olan; yaş, cinsiyet, güç, beden büyüklüğü, teknik, deneyim gibi faktörlerdir. Araç ve aletin tasarımında; kavrama, şekil ve boyut, eldiven, bilek yönelimi, ulaşma mesafesi, zorlayıcı gereksinimler ve kuvvetin uygulanma süresi gibi faktörler rol oynamaktadır. Operatörün el aleti sistemi için verimli bir performans sergilemesi, bu farklı faktörlerin sisteme olumlu etkisiyle mümkün olmaktadır. Performans bilinmeli ve tasarımda hesaba katılmalıdır. El aletlerinin tasarlanmasında genel amaç, faktörlerin arasındaki ilişkiyi optimize etmektir. İşçi ve el aleti; işlerin ve el araçlarının tasarlanmasının temelidir. Bu temelin iyi hesaba katılması yaygın fizyolojik ve kas-iskelet problemlerini hafifletir. El aletlerinin seçimi ve kullanımı; tasarımın bir ön gerekliliğidir. İş için kuvvet ve yetenekleri farklı olan insanlarhesaba katılmalı ve el aleti kullanımı gerektiren işler için çalışanların araçları, bu sınırların içinde olacak şekilde tasarlanmalıdır [4].

3.2.1.1. Sorunun önemi

Hem yaygın günlük faaliyetler hem de sanayi için el aletlerinin kullanımı, el aleti tasarım problemini önemli hale getirir. Ayrıca kasları kötü etkileyecek şekilde tasarlanmış el aletlerine bağlı iskelet yaralanmaları ve hastalıklar ile işçi tazminat maliyetlerini düşürmek için iyi bir el aleti tasarımını bir zorunluluk haline getirmişlerdir [4].

3.2.2. El aletleri nedeniyle yaralanmaların doğası

1993 ve 1994'te ABD'deki, tüm mesleki travmatik yaralanmaların ve hastalıkların yaklaşık yüzde 5'inin el aletlerinin kullanılmasından kaynaklandığı görülmüştür. Tüm travmatik yaralanmaların yüzde 2'si kaslara, tendonlara, bağlara, eklemlere etkileyip, el aletlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı şekilde ABD'de yıllık olarak ortaya çıkan burkulmaların, suşların ve sakatlanmaların yaklaşık yüzde 2'sinin el aletlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

El aletleri, iş ile ilgili açık yaraların neredeyse yüzde 24'üne neden olmaktadır, yaklaşık yüzde 27'si kesik ve yırtılmalar, yaklaşık yüzde 3'ü çürük ve ezilmelere neden olmaktadır. Karpal tünel sendromlu olguların % 0,2'si, iltihap olgularının % 1-2'si, tendit (tendon iltihabı) olgularının yaklaşık yüzde 3'ü ve ganglion kistlerin(İçi jel dolu kist) yüzde 2'sinden daha azı tüm endüstrilerde el aletlerinden kaynaklanan farklı yaralanma türlerinin sonucudur.

Tablo 3.2. El aletlerinden etkilenen bedenin kısımlarında el aletleri nedeniyle oluşan ölümcül olmayan mesleki yaralanmaların sayısı [4]

Vücudun Parçaları	1993		1994	
	Toplam Sayı	El aletlerinden dolayı gerçekleşen sayı	Toplam Sayı	El aletlerinden dolayı gerçekleşen sayı
Tüm özel sanayi	2252591	105478	2236639	99322
Kafa	155504	8722	151186	8880
Boyun	40704	893	40178	695
Omuz, sırt, karın ve pelvik bölge <i>dahil</i> olmak üzere gövde	869447	18820	866731	18415
Üst ekstremiteler	518703	65537	506792	60428
Kol	92209	4625	94949	4637
Bilek	114540	4486	110232	3946
Parmak haricinde eller	92405	13197	88123	12116
Parmaklar	192634	41376	187390	38212
Eller ve parmaklar	6907	697	6777	800
Eller ve bilekler	5325	329	5553	238
Eller ve kollar	3821	417	4042	56
Alt ekstremiteler	440016	9313	443751	9149

Yaralar, kesikler ve laserasyonlar (yırtılmalar) en yüksek insidans (insidans, insidans hızı veya insidans oranı, belirli bir nüfustaki belirli bir zaman dilimi içerisindeki belirli bir hastalık veya hastalıkların, yeni olgularının sayısını ifade eder.) oranlarına sahiptir. Farklı yaralanma tipleri arasında, güçsüz el aletleri pek çok insidansa neden olmaktadır. Kesikler, delinmeler ve laserasyonlar ile burkulmalar en yüksek insidansa sahiptir. Güçlendirilmemiş el aletlerini kullananlar arasında çürükler ve kırıklar önemli bir orana sahiptir [4].

Tablo 3.3. El aletlerinden etkilenen bedenin kısımlarında el aletleri nedeniyle oluşan ölümcül olmayan mesleki yaralanmalar için insidans oranları [4]

Vücudun Parçaları	1993		1994	
	Toplam Sayı	El aletlerinden dolayı gerçekleşen sayı	Toplam Sayı	El aletlerinden dolayı gerçekleşen sayı
Tüm özel sanayi	285.6	13.4	277.0	12.3
Kafa	19.7	1.1	18.7	1.1
Boyun	5.2	0.1	5.0	0.1
Omuz, sırt, karın ve pelvik bölge dahil olmak üzere gövde	110.2	2.4	107.3	2.3
Üst ekstremiteler	65.8	8.3	62.8	7.5
Kol	11.7	0.6	11.8	0.6
Bilek	14.5	0.6	13.6	0.5
Parmak haricinde eller	11.7	1.7	10.9	1.5
Parmaklar	24.4	5.2	23.2	4.7
Eller ve parmaklar	0.9	0.1	0.8	0.1
Eller ve bilekler	0.7	-	0.7	-
Eller ve kollar	0.5	-	0.5	-
Alt ekstremiteler	55.8	1.2	55.0	1.1
İnsidans oranları, 10000 tam zamanlı çalışan başına düşen yaralanma ve hastalık sayısını temsil eder ve aşağıdaki gibi hesaplanır: İnsidans hızı : $(n/EH \times 20000)$, burada; n, yaralanmaların ve hastalıkların sayısıdır EH, takvim yılı boyunca tüm gün çalışanların çalıştığı toplam saattir. 20000000, 10000 eşdeğer tam zamanlı çalışanın temelidir (haftada 40 saat, yılda 50 hafta).				

Tablo 3.4. ABD'de farklı tipte güçlendirilmiş el aletleri kullanımı nedeniyle etkilenen beden kısımlarında ölümcül olmayan mesleki yaralanmalarının insidansı [4]

Alet Tipi	toplam oran		sırt		omuz		parmak		el		bilek	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
Tüm sektörler	285.6	277.0	78.0	75.1	13.4	13.6	24.4	23.2	11.7	10.9	14.5	13.6
Tüm el aletleri	18.0	16.5	2.9	2.7	0.6	0.6	5.9	5.1	1.7	1.7	0.7	0.6
Tüm güçlendirilmiş el aletleri	3.4	3.2	0.4	0.3	0.1	0.1	0.9	0.8	0.3	0.3	0.2	0.2
Güçlendirilmiş sıkıcı el aletleri	0.4	0.5	-	-	-	-	0.2	0.2	0.1	0.1	-	-
Güçlendirilmiş kesici el aletleri	0.4	0.8	0.1	-	-	-	-	0.3	-	0.1	-	-
Güçlendirilmiş çarpma ve çivi el aletleri	0.4	0.3	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Güçlendirilmiş yüzey el aletleri	0.5	0.5	0.1	-	-	-	0.2	0.1	-	-	-	-
Güçlendirilmiş dönen el aletleri	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Güçlendirilmiş kaynak ve ısı el aletleri	0.7	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Güçlendirilmiş çivi tabancası, yıkama, püskürtücü vb.	0.3	0.2	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-
İnsidans oranları, 10000 tam zamanlı işçi başına düşen yaralanma ve hastalık sayısını temsil eder ve hesaplanır.												

Tablo 3.5. ABD'de ölümcül yaralanmaya neden olan olay/maruziyete göre sınıflandırılan farklı tipte güçlendirilmemiş el aletleri nedeniyle olmayan mesleki yaralanmaların insidansı [4]

Alet Tipi	Toplam oran		Nesne tarafından vurulan		Nesneye karşı vurulan		Nesne içinde tutulan		Aşırı çaba gerektiren		Tekrarlayan hareket	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
Tüm endüstriler	2856	270	37.3	36.2	20.5	20.1	12.5	12.0	80.6	76.0	12.0	11.5
Tüm el aletleri	18.0	16.5	8.2	7.5	1.9	1.6	0.9	0.9	4.8	4.4	-	-
Tüm güçlendirilmemiş el aletleri	9.0	8.1	5.4	5.0	0.8	0.7	0.2	0.2	2.0	1.9	-	-
Sıkıcı el aletleri	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kesici el aletleri	4.9	4.2	3.8	3.4	0.6	0.5	-	-	0.1	0.1	-	-
Kazıcı el aletleri	0.8	0.8	0.1	0.1	-	-	-	-	0.6	0.7	-	-
Tutucu el aletleri	0.2	0.2	0.1	-	-	-	-	-	0.1	0.1	-	-
Ölçmeye yarayan el aletleri	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Çarpma ve çivileme el aletleri	0.9	1.0	0.6	0.7	-	-	-	-	0.2	0.2	-	-
Yüzey el aletleri	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dönen el aletleri	0.8	0.7	0.3	0.4	-	-	-	-	0.4	0.3	-	-
Diğer tüm güçlendirilmemiş el aletleri; kazıklar, dirgenler, zımbalama aletleri vb	1.0	0.8	0.4	0.3	0.1	-	-	-	0.5	0.4	-	-

3.2.3. Kavrama sapları

Kavrama sapları, el aletlerinde insanın fiziksel özelliklerine göre değişkenliğe sahip olan, çalışma verimliliğini etkileyen önemli bir faktördür.

3.2.3.1. Sap tasarımının temelleri

Bir sapın amacı, kuvvetin aktarımını kolaylaştırmaktır. Kullanıcının bedensel özellikleri; kullandığı araç ve nesne; yapmakta olduğu işin performansını belirler. Tasarımda birincil amaç, kuvvet aktarımını optimize etmek için sapı optimize etmek olmalıdır [1].

3.2.3.2. Dairesel enine kesitin kolları ve uygun çap

Uygun çap genelde 30-50 mm olarak tavsiye edilir. Dikdörtgen veya çok kenarlı bölümler daha az konforlu olmaktadır ve sıcak noktalara sebep olmaktadır. Genel olarak, iki düzlemin buluştuğu yerde kenarlar yuvarlatılmalıdır; asgari 25 mm'lik bir eğrilikte yarıçap tavsiye edilmektedir.

Yüzey kalitesi kaygan olacak kadar pürüzsüz ya da çok sert olmamalıdır. Aşındırıcı olmamalıdır. "El-alet arayüzünün sürtünme özellikleri cilt açısından hem visko-elastik olarak deforme olmamalıdır hem de kayganlaştırılmaya yer verilmeyecek şekilde olmalıdır.

Ağır vernikli ahşap kulplar, metal veya plastiğe göre ekonomik ve yumuşaklık açısından daha çok tercih edilmektedir. Kauçuk da benzer özellikleri sağlamasına rağmen yapışkan özellik gösterdiğinden çok tercih edilmemelidir.

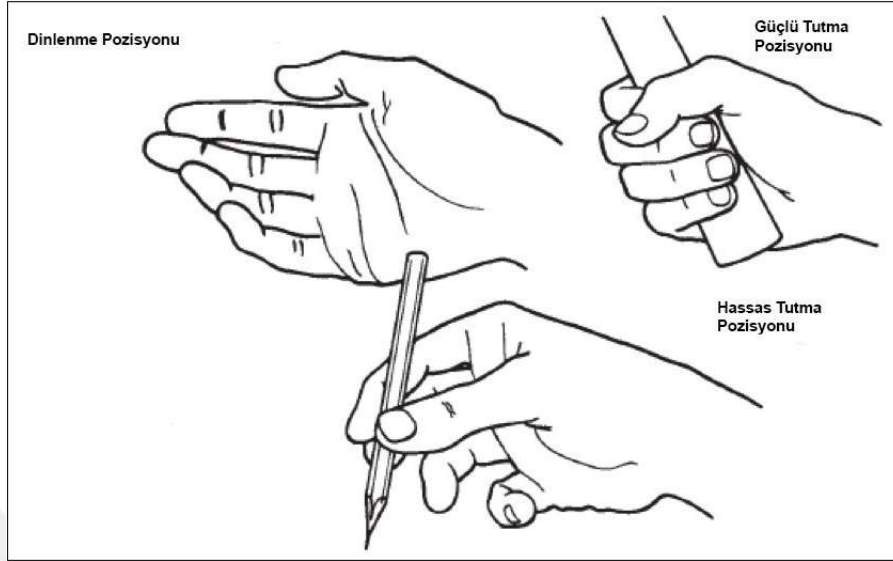
Elin bir kısmı bir kulptan geçiyorsa (bavul veya çay fincanı gibi) yeterli açıklık verilmelidir. (Örneğin tüm kullanıcılar için bir fincanda; bir parmak ya da başparmak için çapı 35 mm olan bir daireye kadar izin verilmelidir).

3.2.4. Takım tasarımında biyomekanik

3.2.4.1. Kavrama ve sıkma

Pense ve tel kesicilerden fındıkkıranlara kadar önemli bir kesme ve kırma araçları grubu, kuvvetli bir sıkıştırma eylemiyle çalıştırılır. Dönebilen kollar, parmaklar bir kol etrafında kıvrılıyor ve avuç içi zorlanıyorsa; etkili kesme/kırma kuvveti oluşur. Aracın avantajı ve kullanıcının kavrama gücü diğer faktörler arasında belirlenmelidir. İki kol

arasındaki mesafeye göre; optimal sap, erkek ve kadınlar için farklıdır ve sırasıyla 45-55 mm'dir [1].



Şekil 3.5. Dinlenme, güçlü tutma ve hassas kavrama pozisyonları [1]

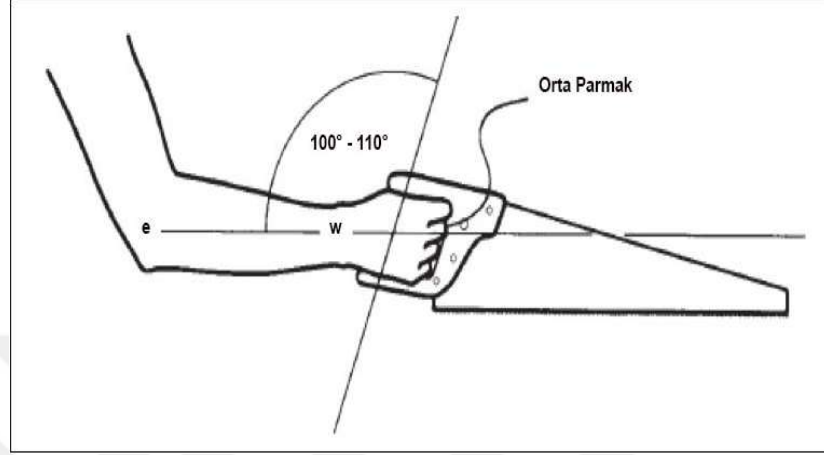
3.2.4.2. Kavrama ve döndürme

Kavranabilir ve çevrilebilir silindirik bir sap; kendi ekseni (A-A ekseni) veya B-B ekseni etrafında çevrilebilir. Tutamak olarak tornavida kullanıldığında (A-A eksenine göre döndürerek) işlemin gücü, kullanıcının kuvvetine göre belirlenmez. Tork sadece el ara yüzü boyunca iletme kabiliyeti ile kullanılmalıdır. Bu nedenle tork, güçlü bir şekilde sap tasarımına bağlıdır.

3.2.4.3. Bileğin nötr pozisyonu

El bileği nötr pozisyondayken kavrama gücü en yüksek değerdedir. El bileği nötr pozisyondan herhangi bir yönde hareket ettikçe (Örneğin fleksiyon, ekstansiyon, radyal sapma gibi) kavrama gücü bileğin esnemesi ile değişir. Bunun nedeni, el bileği esnediğinde, parmak fleksörleri (kavrama eyleminde ana taşıyıcılar) kısalır ve kapasiteleri gerilim oluşturmak için bu sayede azalır. Bu sebepten ötürü, alet kulpları kullanılmalıdır. Kavrama kuvveti için başka etkenler de vardır. Bilek nötr olmayan bir pozisyonda olduğunda, mekanik yükleme bu temas noktalarındaki tendonları artıracaktır. Yükteki bu artış, çalışma görevinin gerektirdiği tendonlarda "aşınma ve yıpranma" artışına yol açabilir. Bilek nötral pozisyonunda olduğunda, silindirik sapın uzun ekseni sıkıca tutulur, önkol eksenine 100-110 ° açı yaptırılır. Bunun nedeni karpal kemiklerinin farklı uzunluklarda olmasıdır. Bileğin "doğal açısı" olarak

adlandırılan bu açı, geleneksel marangoz aletleri tasarımlarında görülür (Örneğin testereler). Böyle bir aleti kullanırken bıçağın kesici kenarı, el bileği nötral pozisyondayken önkolun itme eksenine paraleldir. Böylece bileğin nötral pozisyonu çalışma esnasında korunur [1].



Şekil 3.6. Sapın eksen, önkolun eksenine 100–110 ° açı yaptığında bileğin nötr pozisyonu korunur [1]

3.2.4.4. Kavrama kuvveti

El aletlerinin saplarına uygulanan kavrama kuvveti için literatürde, %95 değerine göre 90 N maksimum tutuş gücü önerilmektedir. Tekrarlanan kuvvet eforu gerektiren durumlar için, erkeklerin azami tutma gücünün yüzde 40-50'sini kullanması önerilir. Örneğin bir dakika boyunca plaka makasları ile kesim yapılması durumunda orta derecede zor olan bir plakayı kesmek için maksimal olarak erkeklerde yüzde 40, kadınlarda yüzde 60 el kavrama kuvvetine ihtiyaç duyulduğu gözlenmiştir [4].

3.2.4.5. Araç türü

Anahtarlar; farklı kasları kullandıklarından, tornavidalardan daha fazla tork eforu sağlar (yaklaşık 10 ila 20 kat daha fazla). Tork efor yeteneği tornavidalar için, genel olarak sap çapındaki artışla artar. Anahtarlar için tork efor kapasitesi genellikle kolun uzunluğu ile doğrusal olarak değişir (Örneğin; bir lokma anahtarı ile daha fazla tork uygulanması gibi).

3.2.4.6. Tetik

Tetiklemede de tekrarlanan aktivitelerde kas – iskelet sistemi sorunları ortaya çıkmaktadır. Tek parmakla tetikleme için 2 kg'dan az, çift parmakla tetikleme için 4 kg'dan az kuvvet harcanmalıdır. Ayrıca sürekli egzersiz etkisini azaltmak için kas gücü

açısından kilitli bir mandal tavsiye edilmektedir (Alet kullanımda iken tetiği yerinde tutabilen mekanizma). Yeni gelişmeler ile dokunsal algılama teknolojilerinde tasarımcıların sıfır-kuvvet tetikleycileri geliştirmeleri mümkün olabilmektedir. Ancak lehim tabancaları gibi ortak el aletlerinin kullanımında aracın çalıştırılması için 20 N kuvvetin kullanılması gerekmektedir.

3.2.4.7. Kullanım süresi ve tekrarı

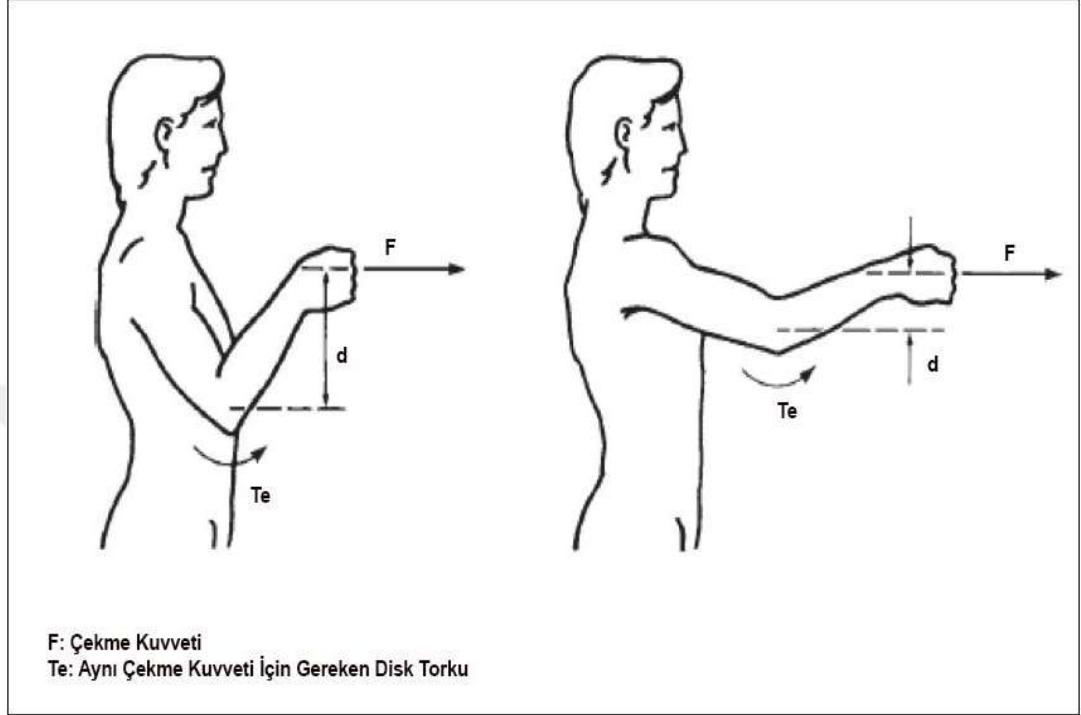
Bir el aletinin kullanım süresi ve tekrar tekrar kullanılması, mesleki yaralanma riski, yüksek manuel kuvvet egzersizlerinin meydana getirdiği karpal tünel sendromu riskine yol açabilir. Düşük tekrarlılık ve düşük güç harcama nerileri ve imkanları, bunları belirleyen kriterlerle birlikte dikkate alınmalıdır. Araştırmalar bir elde 2.5 kg'lık bir yük tutulduğunda rahat bir çalışma postüründe bile 20 dakika içinde belirgin kas yorgunluğu oluştuğunu, bir yükü tekrar tekrar tutmak gerektiğinde dinlenme sürelerinin verilmesi gerektiğini belirlemiştir. 5,6 kg'lık bir yük, bir dakika tutma, bir dakika dinlenmede dört saat içinde yorgunluğa neden olur. 1,9 kg'da 1 dakika tutma, 10 saniyelik bir dinlenme, dört saat sonra yorgunluğa yol açar.

Tekrarlanan eforlarda, belirli bir hızda anahtarlar ve tornavidalarla elde edilebilecek maksimum tork 240 saniyeden sonra yüzde 38'e kadar azalır. Bu düşüş dayanıklılık süresini de sınırlar. Bitkinliğe kadar egzersiz yapmak, 24 saat dinlenme ile bile iyileşmeyi sağlamayabilir. Yorgunluk olmadan tolere edilebilen, günlük egzersiz sayısını belirlemek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Tekrarlayan el-bilek egzersizlerinde artan gün sayısı kas-iskelet sistemi bozuklukları riskini artırır. Eldivenler, keskin kenarlara ve kıymıklara karşı işçinin elini ve n kolunu korur. Eldivenler ayrıca aşırı sıcaklık, kıvılcım, talaşlar ve elektriğe karşı da korur, titreşim enerjisini emer. Eldivenlerin dezavantajı, kişinin nesneleri kavrama becerisini güçleştirmesidir. Bunun için eldivenin malzemesi ve kalınlığı önemlidir. Eldivenin kalınlığı 8-40 mm arasında olmalıdır.

Eldivenlerin manuel performans üzerindeki etkisi incelediğinde performans sürelerinin yüzde 12,5 azaldığı gözlemlenmiştir. Havlu kumaş, deri ve PVC eldiven ile, performans sırasıyla yüzde 36, % 45 ve % 64 oranında azaldığı, hiç eldiven giymeden küçük düğmelerle (işlerle) alışılırken üstün performans görüldüğü bildirilmiştir.

Eldiven giyildiğinde, kavramada (tutunmada) azalma olabilir. Kavrama gücünde yüzde 20-30'luk bir düşüş gözlemlenmiştir. Lastik ve deri eldivenlerde eldivensiz kavrama gücüne kıyasla azalış % 10-15 civarındadır.

Maksimum çekme ve itme kuvveti, bilek fleksiyonu, torku ve bilek uzatma torkunda el aletlerini kullanırken eldiven giyildiğinde % 10-30'luk bir artış olduğu bildirilmiştir (Özellikle tornavida ve anahtarlarda).



Şekil 3.7. İki farklı duruşta aynı çekme kuvvetini (F) uygulamak için gereken tork (Te) ile ilgili dirsek pozisyonu [1]

Yapılan çeşitli araştırmalarda tork efor yeteneğinin eldiven giyilmesiyle arttığı, farklı eldivenlerle tork büyüklüğü ve farklı çıktılar elde edildiği görüşmüştür. Genel olarak eldivenlerin karışık bir yapısı olduğu söylenebilir. Sağladıkları güvenlik ve rahatlığın yanında zaman zaman manuel performansı azaltırlar[4].

4. KAS-İSKELET SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

4.1. İşle İlgili Üst Ekstremitte Bozuklukları

“İşe bağlı üst ekstremitte bozukluğu” ve ‘tekrarlayan gerginlik hasarı’ terimleri, çok çeşitli işlerde çalışan insanlarda meydana gelen kol, omuz ve boyun Rahatsızlıkları ile ellerin yoğun olarak kullanılmasını içeren işlerden kaynaklı bozuklukları kapsar. En çok etkilenen meslek grupları şunlardır:

- Endüstriyel montaj hattı çalışanları, örneğin otomotiv, elektronik, çanak çömlek ve gıda işleme (özellikle et ve kümes hayvanları) endüstrileri;
- Süpermarket kasalarında çalışanlar;
- Müzisyenler (özellikle yaylı çalgılar ve piyano çalanlar);
- Klavye kullanıcıları (özellikle veri girişi çalışanları, fotokopi yazarları, yasal sekreterler ve gazeteciler) [1].

4.2. İşçiler İçin Aşırı Kullanım Rahatsızlıkları

Manuel olarak endemik olan el, el bileği ve önkolda aşırı kullanım yaralanmaları, endüstriyel montaj hatları vb. işçiler için bir dizi risk faktörünün ürünüdür. En çok göze çarpan şey, çoğu zaman görev çeşitliliğinin olmamasıdır. Aynı bilek ve el hareketi veya kısa süreli manipülatif çalışmalar, başka bir anatomik soruna sebep olacaktır ya da başka bir el-kol yıpranmasına neden olmaktadır. Buna anormal aşınma ve yıpranma denilmektedir. Üretim hedefleri açısından aşırı ve tekrarlı hareketler ve makine hızının artırılması, sadece kısa zamanlı görevler ile sınırlı değil, uzun zamanlı ve rotasyonlu işlerde de aşırı kullanım yaralanmalarına yol açabilmektedir. Kişinin yaptığı işler arasında benzer biyomekanik özellikler varsa kaslara ve yumuşak dokulara benzer kuvvetler yüklenebilir. İşleri yüksek ve düşük seviyelerde kuvvet ve tekrarlama gerektiren kişilerde hem güç hem de tekrar, istatistiksel olarak anlamlı risk faktörleridir. Yapılan çeşitli araştırmaların verileri, kuvvet ve tekrarlar arasındaki ilişkinin etkilerinin en az çarpımsal olduğunu göstermektedir. Genel olarak bu bulgular, anormal aşınma ve yıpranmanın ve yoğun el çalışmasının bir sonucudur ve yüksek risk taşıyan işlerden olduğu kabul edilir. Pratikte, döndürme eylemleri genellikle bilekleri içerir. Güçlü kavrama eylemleri,

döndürme eylemleriyle birleştirilir ve sapmış bir bilek ile yapılır. Sapma ancak dönüş hareketlerindemeydana gelebilir (örneğin kötü tasarlanmış el aletleri kullanırken). Anatomik ve biyomekanik veriler sorunu tahmin etmemize imkan tanımaktadır. Belirli hareket kalıplarının eylem türleri tendonları etkileyen tenosinovit(tendon rahatsızlığı) veya peritendinit(tendon kılıfının iltihabı) ile sonuçlanabilmektedir. Ekstansörler (özellikle başparmak üzerinde hareket eden) ve aynı şekilde tekrarlayanbileğin fleksiyon ve ekstansiyonu karpal tünel sendromuna yol açabilir. Hareket kalıplarının bu özellikleri şaşırtıcı değildir. Fonksiyonel elin anatomisi karmaşıktır. Tendonları çapraz olan tüm önkol kasları ve bilek birden fazla fonksiyona sahiptir. Ayrıca, "kas tendon biriminin" çeşitli anatomik yapıları (yani kasın her iki ucunda da kendisi ve yumuşak doku ekleri) aşırı kullanım yaralanmasına maruz kalabilmektedir. Burada potansiyel olarak zararlı permütasyon ve kombinasyonların sayısı önem kazanmaktadır.

İşin gerektirdiği özel kavrama eylemi türü de bir faktördür. Tutulan saplar ve tırnak benzeri saplar (hassas saplar) daha yüksek bir iç biyomekanik yapı gerektirir. Uygulananın haricinde bir kuvvet için yüklenme el için önemli bir risk faktörüdür.

Karpal tünel sendromuna neden olabilecek epidemiyolojik (toplumdaki kaza ve hastalıkların dağılımı) riskler vardır. Titreşimli aletlerin kullanımı, tekrarlı bir şekilde kullanılan bir çekiçte oluşan darbe buna bir örnektir. Parmak fleksörlerinin(bükücülerinin) tenosinovit (tendon ile ilgili rahatsızlık) rahatsızlığına yol açması da benzer şekilde olabilmektedir. Tekrarlanan ağır travmanın neden olduğu sıcak noktalar vardır. Örneğin kötü tasarlanmış el aletleri kullanırken kollardaki basınç sıcak noktalar oluşturur. Genel olarak insanların hareketleri tekrarlamaya alışkın oldukları kabul edilmektedir ve el yoğun bir süre boyunca çalışır. Bu adaptasyon süreci bazen çalışma sertleşmesi olarak adlandırılır. Görev taleplerinde yaralanma oranının artmasına yol açacak bir artış olmamalıdır. Tatil sonraları, hastalık izni sonrasında çalışanlar işe döndüklerinde risk altında olmaktadır. Ancak bu koşullar çoğu zaman hiçbir şekilde dikkate alınmamaktadır. Alışılmadık bir iş olmasına rağmen, sadece "eğitim yaralanmaları" gibi önemli risk faktörleri yaralanma sürecine yol açabilmektedir. Çünkü kişinin yoğun el çalışmasını tolere edebilme kapasitesi azalmaktadır.

Montaj hatlarındaki işçiler aşırı kullanım sonucu kas yaralanmasına eğilimlidirler. Özellikle boyun ve omuz bölgesinin yumuşak dokuları en yaygın olarak ve uzun süreler baskı altındadırlar. Kollarla yükseltilmiş pozisyonda çalışmak veya sık tekrar

yapmak havada çalışan kişilerde vücudun sırt kısmını etkilemektedir. Karpal tünel sendromu başta ABD olmak üzere pek çok ülkede ergonomik ve epidemiyolojik çalışma koşullarının sonucu olma eğilimindedir [1].

4.3. Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları

Uluslararası isg komisyonu, bu Rahatsızlıkları, kas ve iskelet sisteminde iş sebebiyle ortaya çıkan rahatsızlıklar, hastalıklar olarak tanımlamıştır. Çalışma yaşamında, bu hastalıklar, işçi hayat kalitesine, iş verimine ve maliyetine kötü yönde tesir etmektedir. İkiye ayrılırlar; bel ve üst organ Rahatsızlıkları şeklinde. Tekrarlı hareketler tendonlarda, kas ve sinirlerde rahatsızlıklara sebep olur.



Şekil 4.1.Kisr'in etkilediği bölgeler [3]

Yeni yapılan çalışmalar kisr (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) sebebi olarak, çalışma ortamındaki fiziksel, psikolojik ve sosyal etmenler tespit edilmiştir. Bunlar;

- Tekrarlama ve yoğunluk
- Sert hareketler
- Titreşim
- Sıcak ortam [7].

Psiko-sosyal etmenler ile kısır (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) arasında dört çeşit bağlantı vardır. Bunlar:

- Psiko-sosyal etmenler her türlü gerginliği artırır.
- Kısır (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları)'ın daha fazla hissedilmesini sağlayabilir.
- Basit ağrılar, psiko-sosyal sebeplerin santral sinir sistemini bozmasıyla kronikleşebilir.
- Psiko-sosyal beklentilerle, kısır (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) arasında sebep-sonuç etkileşimi vardır.

Kısır (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları)'ın ABD'de 1997 sanayide yol açtığı dolaylı dolaysız maliyet yekünü 14 milyar doları bulmuştur. Kısır (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları)'ın tüm mesleki hastalıklara oranı 0,42 olarak ortaya çıkmıştır. Bu hastalıklar meslek hastalıklarında önemli bir yer işgal eder. 7 çeşit hastalık olarak aşağıda değinilmiştir [7].

4.3.1.1. Karpal tünel sendromu

Bilekte olan bir hastalıktır. Bu hastalığa bilekteki kemik ve ligamentlerin meydana getirdiği kanalda sıkışan sinirler yol açar. Beş parmak ve diğer bazı parmaklarda yanmalı ve iğne batmalı hisler uyandırır. Ellerde zayıflık, kollarda ağrı meydana gelebilir. Tekrarlayan bilek hareketi, kuvvetli tutma, sıkma ve vibrasyonlu aletle çalışmadan kaçınılmalıdır [7].

4.3.1.2. Tenisçi dirseği

Dirsek civarında ağrı ortaya çıkması sorunudur. Bileğin zorlanması, avuç içi aşağıda bir vaziyette ağır yük taşıma buna yol açabilir. Vidalama, çekiçleme tenis ve bowling oyuncularında ortaya çıkabilmektedir [7].

4.3.1.3. De Quervain tenosinoviti

Sıkı yumruk yapmanın tekrarı, cilalama, elle ezme, zımparalama, vida sıkma hareketi yapanlarda rastlanır. Fizik tedavi ile düzelir [7].

4.3.1.4. Tetik parmak

Yumruk halindeki elin açılması esnasında zorluk ve çıtırtı hissedilmesi olayıdır. Keskin, ince aletlerle tetikleyici hareketlerden kaçınılmalıdır [7].

4.3.1.5. El-kol titreşimi sendromu

Elektrikli iş aletlerinin kullanımında, el ve kol titrer. Bu halde çok çalışılırsa, el kol titreşimi sendromu, hatta karpal tünel sendromu ortaya çıkabilir. Damarları, sinirleri, kasları rahatsız eder. Tedavi edilmezse kalıcılaşır. Elektrikli balyoz taşıma aleti, çim biçme makinası gibi elektrikli aletleri sürekli kullanmaktan kaçınılmalıdır [7].

4.3.1.6. Boyun, omuz ağrıları

Çalışanların 0,51–0,80'inin boyun, omuz, kol ağrısı geçirdiği, yaşlandıkça oranının ve tekrarın yükseldiği gözlenmiştir. Sebepleri şunlardır;

- Kötü duruş
- İş esnasında sarf edilen güç, kuvvet
- Tekrarlayan eylemler
- Titreşim ve soğuktan etkilenme [7].

4.3.1.7. Bel hastalıkları

Kısr (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) içinde en çok rastlanan hastalıklardandır. Kaldırma, indirme, itme, çekme işlemi yapanlarda, diğerlerine göre daha çok rastlanır [7].

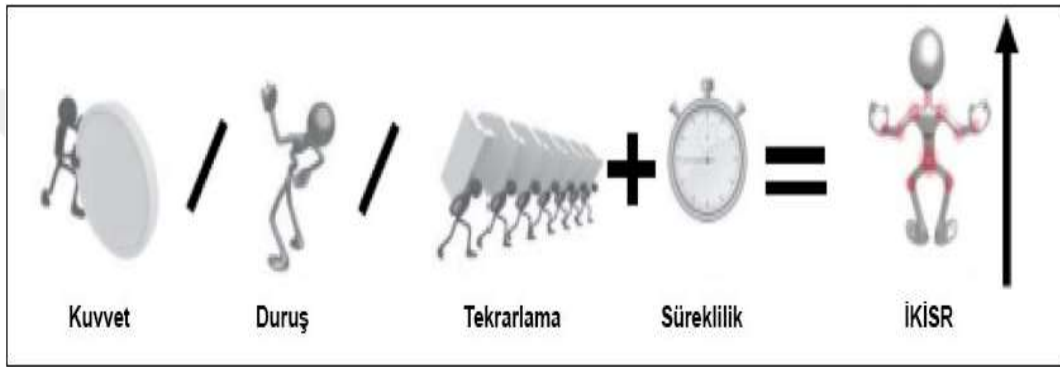
4.3.2. Verimlilik-kalite-maliyet üçgeni

Rekabet ortamında şirketler üretim süresini azaltmak, maliyetleri aşağı çekmek, hatasız mamul ve verimli zaman kullanımını artırmak için çeşitli önlemler almaya yönelmişlerdir. Bunları sağlayabilmek için çalışanın, çalışma ortamına uyumu, stresinin minimumda kalması; işinden memnuniyet gibi önemli faktörleri hesaba katmak gerektiğini anlamışlardır. Böylece verimlilik ve maliyet düşüklüğü elde edilebilecektir. Çeşitli çalışmalarla kötü duruşla elde edilebilen iş ile doğru duruşla elde edilen işin birbirine oranının 1/10 olduğu tespit edilmiştir [7].

4.4. Çalışmayla oluşan Kas–İskelet Sistemi Rahatsızlıkları ve Maliyeti

Kısaltılmış kısr (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) olup, lif, kas, bağ, sinir, disk, kan damarlarında meydana gelen çeşitli yaralanma ve Rahatsızlıkları kapsar. İkiser (işe bağlı kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) ise yukarıdaki Rahatsızlıkların iş yerinde oluşmasının kısaltılmışıdır.

kısr (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) ve ikısr (iŖe bağlı kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları)ısg'nin önemli bir konusudur. İŖverenler isg mevzuatına uymak, iŖçilerini bu kaza yaralanmaları ve diğer mesleki hastalıklarından kollamak, bunun için çeŖitli tedbirleri geliŖtirmek zorundadırlar. İkısr (iŖe bağlı kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları)'i oluŖturan koŖullar Ŗöyle sıralanabilir; uzun süre tekrarlayan çalıŖmalar, dayanımı aŖan hareketler, kötü ve uygunsuz duruŖlar, tasarımı kötü aletler, gereçler. Bütün bunların az önemsendiği yerlerde kısr (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) ile sıkça karŖılaŖılır. Çok rastlanan bir sorun olarak ortaya çıkar, vücutta bir veya daha çok bölgede ağrı ve Ŗikâyetlere yol açar.



Ŗekil 4.2. İkısr risk etmenleri [1]

Amerika BirleŖik Devletleri Bilim Akademisi, ağır yük kaldırma, uzun süre zorlamalı hareketlerde bulunma, stres altında iŖ görmenin bel ve daha üst kesimlerde İkısr (iŖe bağlı kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları)'i ortaya çıkaran önemli faktörler olduğunu, araŖtırmalarıyla ispat etmiŖtir. Çözümünü de ergonomide düzenlemeler olarak ortaya koymuŖtur [1].

4.4.1. İkısr'ın maliyeti

İkısır (iŖe bağlı kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) sadece çalıŖanları ilgilendirmez, ayrıca iŖletme ve memleket ekonomisini de ilgilendirir. İkısr (iŖe bağlı kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları), yol açtığı Ŗeylerin mali kısmı olarak çalıŖma zamanı kaybı ve oldukça fazla sigorta tazminatları olduğu söylenebilir. ÇeŖitli sektörlerde yapılan analizlerde, ergonomik iyileŖtirme çalıŖmalarına sarf edilen 1 dolar için 80–2220 dolar aralığında kazanç elde edilebileceği ortaya konmuŖtur [1].

İŖ zamanı kaybına neden olan yaralanma ve Rahatsızlıkların yol açtığı maliyet misalleri Ŗöyle sıralanabilir.

4.4.1.1. İşçi Maliyetleri

- a-) İşçinin yaralanma gününde yapılan ödemeler
- b-) Sosyal yardım harcamaları
- c-) İşçinin yerini alan diğer işçiye yapılan ödeme
- d-) Çalışma dışı kalan işçiyi telafi için ek çalışma
- e-) İş göremezlik neticesinde oluşan zaman kayıpları

4.4.1.2. İş değişikliğiyle ilgili maliyet

- a-) İş değişimi mesaisinde ödenenler
- b-) İş değiştirmeye ilişkin giderler
- c-) Değiştirme çalışmalarını gözetenin yol açtığı kayıp süre

4.4.1.3. Yönetimsel giderler

- a-) Çalışanların tekrar organizasyonu
- b-) İşçilere intibak eğitimi
- c-) Meydana gelen kazanın araştırılması süresi
- d-) Çalışmayı gözetenin bunun için harcadığı süre

4.4.1.4. İmalatla ilgili giderler

- a-) Üretim ve devamında gecikme
- b-) Kalitede de azalış
- c-) Çalışmayı sekteye uğratma
- d-) Kısır'lı (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) işçilerin sisteme intibakını sağlayıcı çalışmalar

4.4.1.5. Sigorta giderleri

- a-) Hastalıkla geçen zaman
- b-) Az zamanlı engelli hali
- c-) Çok zamanlı engelli hali
- d-) Kanunu tazminatlar
- e-) Uzman dan bilgilenme

4.4.1.6. Başka giderler

- a-) İtibar düşüşü

- b-) Ürün ve hizmette kalite azalması
- c-) Esas işe bakılacağına yönetimce kısır (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) problemleriyle uğraşmanın getireceği kayıp süre.
- d-) İşçi moralinde ve idareye güvende azalma.

İkisir'nın (işe bağlı kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) doğurduğu doğrudan maliyetlerin dolaylı maliyetlerin dörtte biri olduğunun ileri süren çalışmalar bulunmaktadır. Böylece ergonomik iyileştirmelerin ne derece önemli bir faktör olduğu ortaya çıkmaktadır [1].



5. DURUŞ ANALİZLERİ

Yanlış beden duruşları ve hareketleri sonucunda kısır (kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları) meydana gelmektedir. Bu durum; devlet, işveren, çalışana açısından, maddi, manevi zararlara yol açmaktadır. Aynı durum uzun süreli çalışmalar ve kullanımlarda dâğıgeçerlidir. Konforlu ve ergonomik tasarımlar oluşturulurken rula ve owas metodlarından yararlanılmaktadır böylece daha efektif ve yararlı tasarımlar meydana gelmektedir [9].

5.1. Owas Yöntemi

Owas(Ovako postures analyzing system) daha önce bahsedilen bu yöntemin kullanımı değişik yazılımlar vasıtasıyla gerçekleştirilebilir. Bu yöntem çalışma analizi yapmakla uğraşanlara faydalı olan bir çözümlemedir. Öncelikle çok miktarda değişik iş pozisyonlarının fotoğrafları çekilmiştir. Bunlar sonradan şematize edilerek standart iş duruşları olarak tespit edilip owas kategorisinde sanayide uygulamaya sokulmuştur. Böylece en optimal çalışma duruş şekilleri ortaya konmuştur. Bu yöntem sayesinde insan–makine ilişkisinin çok yönlü değerlendirilmesi yapılmış olur [7,9].

Owas, 1970’lerde Finlandiya’da metal işyerleri çalışanlarının gözlemine dayanarak ortaya konan doğru çalışma pozisyonu ile ilgili bir analizdir. Owas analiz yöntemi bir tasarım vasıtası gibi düşünülmüştür. Çeşitli duruşların (pozisyonların) zamanının tüm çalışma süresinin yüzdesine dayanan bir çalışma örnekleme vasıtasıdır. Finlandiya’da artan işyeri sorunları ve erken emeklilik gibi durumlar bu analiz yönteminin ortaya çıkarılmasına sebep olmuştur. İş yerlerinde değişik çalışma duruşlarının 680 adet resimleri çekilmiştir. Bu resimler analizler sonucunda gruplandırılmış, sırt, kol ve bacak pozisyonundan meydana gelen 84 tane duruş seçilip ayrılmıştır. Bu duruşların metal iş yerlerindeki tipik pozisyonlar oldukları saptanmıştır. Bunlar 4 adet sırt, 3 adet kol ve 7 adet bacak pozisyonunun ortalamasının sonucudur. 32 tecrübeli metal işçisi en olumlu duruştan, en olumsuzaya kadar çeşitli duruşları dörtlü ölçekte denemiş ve yorumlamış, bunlar uluslararası uzmanlarca kontrol edilerek, nihai gruplandırmalar ortaya konmuştur [1,7,9].

5.1.1. Owas yönteminin aşamaları

Owas metodunun aşamaları şöyledir:

- Veriler belirli bir ölçekte verilir.
- Bunlar yük ve zorlanmaya göre tehlike sınıflarına ayrılır.
- Kötüleşen pozisyonlar belirlenir, bunlara sebep olan faktörler yok edilmeye çalışılır [7].

Tablo 5.1. Owas yönteminde değerlendirilecek pozisyonlar ve kodları içermektedir [7].

Tablo 5.2. İş süresince yüklenen ağırlıkların kodlarını içermektedir [7].

Tablo 5.1. Owas yönteminde değerlendirilecek pozisyonlar ve kodları [7]

Sırt Duruşu	Kod	Kol Duruşu	Kod
Düz	1	Her iki kol omuz hizasının altında	1
Eğik	2	Bir kol omuz hizasının üstünde	2
Çevrilmiş	3	Her iki kol omuz hizasının üstünde	3
Bükülmüş ve eğilmiş	4		
Baş Duruşu	Kod	Bacak Duruşu	Kod
Serbest	1	Oturma	1
Öne eğilmiş	2	Dik olarak iki bacak üzerinde ayakta durma	2
Yana eğilmiş	3	Dik olarak tek bacak üzerinde ayakta durma	3
45° ile yana eğilmiş	4	Dik durumda her iki bacak bükülmüş olur	4
Arkaya eğilmiş	5	Dik durumda bir bacak bükülmüş olur	5
		Diz çökerek durma	6
		Yürüme	7

Tablo 5.2. İş süresince yüklenen ağırlıkların kodları [1]

Kod	Yüklenme/Kuvvet Kullanımı	Açıklama
1	≤ 10 kg	Kaldırılan ağırlık ya da ihtiyaç duyulan kuvvet 10 kg ya da daha azdır.
2	> 10 kg, ≤ 20 kg	Kaldırılan ağırlık ya da ihtiyaç duyulan kuvvet 10 kg'dan fazladır ancak 20 kg'dan azdır.
3	>20 kg	Kaldırılan yük ya da ihtiyaç duyulan kuvvet 20 kg'dan fazladır.

5.1.2. Owas iş duruşlarında sistemlilik

Bu yöntemde insan vücudunun ele alınan bölümleri şunlardır:

- a-) Sırt
- b-) Üst kısımlar (Kol, el, dirsek, bilek)
- c-) Alt kısımlar (Ayak, bacak, diz vb)
- d-) Baş
- e-) Yük ve kuvvet harcaması [7].

Bunların anlamı ve kodları şöyledir;

a-) Sırt Pozisyonu;

- Düz duruş
- Eğilmiş
- Dönmüş ya da bir tarafa eğilmiş
- Dönmüş, bükülme yapmış veya eğilme yapmış [7].

b-) Kolun duruşu;

- Kollar omuz seviyesinin gerisinde
- Kolun teki düz vaziyette, ikincisi omuz seviyesinde
- Kolların ikisi de düz vaziyette ya da omuz seviyesinin yukarısında [7].

c-) Bacakların duruşu;

- Oturuş vaziyetinde
- Bacakla ayakta dikilme
- Bacağın teki üzerinde dikilme
- Bacaklar bükük olarak dikilme
- Diz çökmüş olarak

- Yürüyüş [7].

d-) Yük ve kuvvet harcama;

- 10 kiloya kadar
- 10 – 20 kilo aralığında
- 20 kilo ve yukarısı [7].

Ölçme esnasında zorlanma ve çeşitli ağırlıklar altında kalma vaziyetlerinin ayrı ayrı 4 kodu vardır. Bunlar, çalışanlar, usta işçiler, çalışan, psikologları, sanayiden çeşitli uzmanlarca tespit edilmiş değişik yükleri temsil eder [7].

5.1.3. Kodlama sırası

Owas'ta vücut bölümleri Şekil 3.6'nın örneği gibi belirlenir. Başın duruşları da kodlamaya eklenirse, ayrıntılı bir çözümleme olur. Kodlama yapısı şöyledir. Sırtın duruşu, kolların duruşu, yük, güç (kuvvet) zaiyatı, bacak pozisyonu [7].

5.1.4. Owas yöntemi ile analiz

Finlandiya Tampere Teknik Üniversitesi ürünü olan winowas programı, owas yöntemi ile çözümlemede kullanılan önemli bir programdır. Kodlama sırasına uyularak programa done sevk edilir ve program belirlenen pozisyonun (duruşun) analizini gerçekleştirir. Bu çözümleme neticesinde hareketin tehlike (risk) durumu ortaya konulmaktadır [7].

5.1.5. Owas analizinde çalışma duruşu sınıflandırılması

Owas analiz yönteminde kontrolörler sırt, kol ve bacaklardaki yükün kayıtlarını 4 adet kod aracıyla kaydetmektedir. Ayrı pozisyonlar için kullanılan süre ve o pozisyonun frekansı da gözden geçirilmektedir [1].

Sırt duruşu owas analizi kodlama yöntemindeki birinci rakamca kodlanmaktadır. Değişik sırt pozisyonları için 1. tabloda 4 olasılık (şık) vardır [1].

Tablo 5.3. Owas sisteminde sırt duruşu için 4 kodun açıklaması [1]

Kod	Duruş	Açıklama	
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 bacaklar 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) durumu ifade etmektedir.	

Kolların duruşu sonraki rakamca belirtilmekte ve değişik kol duruşları için 2. Tabloda 3 şık vardır [1].

Tablo 5.4. Owas sisteminde kol duruşu için 4 kodun açıklaması [1]

Kod	Duruş	Açıklama	
1	İki kol da omuz seviyesinden aşağıda	Her iki kolun da 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 kol da omuz seviyesinde ya da daha yukarıda	Her iki kolun da tamamen ya da bir bölümlerinin omuz seviyesinden yukarıda olduğu durumu ifade etmektedir.	

Bacak duruşu: Bu duruşu üçüncü rakam göstermekte olup, 3. Tabloda 7 şık vardır [1].

Tablo 5.5. Owas sisteminde bacak duruşu için 7 kodun açıklaması [3]

Kod	Duruş	Açıklama	
1	Oturma	Vücut ağırlığının kalça üzerinde desteklendiği durumu ifade etmektedir. Bu duruşta ayrıca bacaklar kalça hizasının altındadır.	
2	İki bacak da düz şekilde ayakta durma	Vücut ağırlığı iki düz bacakla desteklenmektedir. Diz açısı 150°'den fazladır.	
3	Tek bacak 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 diz de 150° ya da daha küçük bir açıda eğilmiştir.	
5	Bir eğilmiş bacak üzerinde çömelme ya da ayakta durma	Bu duruşta vücudun ağırlığı bir bacakta ve dizden eğilmiştir. Diz açısı 150°'den fazladır.	
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.	

Owas kodlanmasında yükün ağırlığı ve harcanması için lazım gelen kuvvet, dördüncü rakamca belirtilmektedir. Yük ve kuvvete ait 4. tabloda 3 şık vardır [1].

Tablo 5.6. Owas sisteminde yüklenme/kuvvet kullanımı için 3 kodun açıklaması [1]

Kod	Yüklenme/Kuvvet Kullanımı	Açıklama
1	$\leq 10 \text{ kg}$	Kaldırılan ağırlık ya da ihtiyaç duyulan kuvvet 10 kg ya da daha azdır.
2	$> 10 \text{ kg}, \leq 20 \text{ kg}$	Kaldırılan ağırlık ya da ihtiyaç duyulan kuvvet 10 kg'dan fazladır ancak 20 kg'dan azdır.
3	$>20 \text{ kg}$	Kaldırılan yük ya da ihtiyaç duyulan kuvvet 20 kg'dan fazladır.

3. Şekilde owas kodlama sistemi yer almaktadır. İşçinin yaptığı işin hangi aşamadaki iş olduğunu belirten bir beşinci rakam da ilave edilebilir. Örneğin; 1121 sayısal kodu şu anlama gelir.

- 1: Çalışanın sırtı düz
- 1: Kolları omuzdan aşağıda
- 2: Düz bacakların kaldırdığı ağırlık
- 1: 10 kg'dan daha hafif yük [1].

5.1.6. Owas analizi eylem sınıfları

İyileştirici ve düzeltici tedbirlerin sırasını ve acilliği eylem sınıfları tarafından belirlenmektedir. Eylem seviyesi 1 ve 4 aralığındadır. 1 rakamı eylem gerekliliği yok, 4 rakamı acil düzenleyici tedbir alınmalı anlamına gelmektedir. Çeşitli uzmanlarca ortaya konan bu sınıflandırma sonraları enternasyonal uzmanlarca tasdik edilmiştir [1].

Tablo 5.7. Owas kodu, eylem sınıfları ve tavsiye açıklamaları

OWAS KODU (SKORU)	EYLEM SINIFI	TAVSİYE AÇIKLAMASI
1	Kas ve iskelet sistemine zararlı etkisi olmayan normal ve naturel duruş	Eylem gerekmemekte
2	Kas ve iskelet sistemine temel zararlı tesirleri olan duruş	Yakın bir sürede düzeltici eylem gerekmemekte
3	Kas ve iskelet sistemine zararlı tesirlere sahip duruş	Mümkün olduğu kadar kısa bir sürede düzeltici eylem gerekmemekte
4	Kas ve iskelet sistemine ciddi tesirlere sahip duruş	İyileştirme için düzeltici eylemler acilen gerekmemekte

Owas sisteminde kaydedilen çalışma duruşlarının analiz edilmesi:

4 eylem sınıfı vardır. Bunlar risk seviyelerini belirtmektedir. Çeşitli pozisyonların birleşiminden ileri gelen risk seviyesi, düzenleme gerekliliği ve acilliğini belirten eylem sınıfları 6. Tabloda gösterilmiştir [1].

Tablo 5.8. Owas sisteminde tanımlanmış her bir duruş birleşimi için eylem sınıfları [1]

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

Çeşitli duruşlardaki değişik vücut bölgeleri için sarf edilen süre ikinci sınıflandırmada yer almaktadır. Gözlenen süredeki; sırt, kol ve bacakların pozisyonlarının göreceli orantıları 7. tabloda ele alınmaktadır [1].

Eylem sınıfları bu tabloda da yer almaktadır. Owas sistemi yüklenme ve kuvvetin izafi nispetini ortaya çıkarmak amacıyla bir sınıflandırma oluşturmamıştır. Yüklerin ağırlığı söz konusu olduğunda, bu taşınma işi ayrıca ele alınmaktadır. Biyomekanik analiz bu hallerde işe yaramaktadır [1].

Tablo 5.9. Owas sisteminde farklı vücut bölgelerinin duruşlarının göreceli oranları için eylem sınıfları [1]

Sırt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Kollar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
Bacaklar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	3	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	5	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	7	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Çalışma Zamanının %'si	0	20	40	60	80	100					

Owas yönteminin neticelerinin değerlendirilmesi amacıyla ayrı bir uzman grubu görevlendirilmesi tavsiye edilmektedir. Bu ekip için şöyle bir katılım önerilebilir. Analist, işçi temsilcisi, idareci, isg uzmanı, firma doktoru, iş yeri ve üretim sorumluları. Video çekimleri izlenip, uygunsuz iş duruşları ve sorunlu işler tayin edilir. Son olarak bu verilerle, yeni bir çalışma şekli, yeni bir tasarım ve iyileştirici tedbirler ortaya konur [1].

5.2. Rula Yöntemi

Rula (rapid upper limb assessment, hızlı üst sınır değerlendirmesi), üst vücut ögesi Rahatsızlıkları konusunda şirketlerin ergonomi çalışmaları yapabilmeleri için oluşturulmuş bir anket, gözlem metodudur. Lynn Mc Atamney ve Nigel Corlett 'in çalışmalarıyla İngiltere'de Nottingham Üniversitesi'nde oluşturulmuştur. Çalışma aşamasından harcanan güç ve tekrarlayan hareketler gözlenip değerlendirilerek üst vücut öğelerinde oluşan Rahatsızlıkları ortaya koyan bir metottur. Üst öğeler olan el, bilek, kol, omuz, dirsek, boyun gibi organlarda bozukluğa sebep oluşturan kas – iskelet zorlanmalarıyla karşı karşıya kalan işçileri araştırmak maksadıyla hazırlanmıştır. Sistem olarak puanlandırma sistemi seçilmiştir. Bilgisayar yazılımlarından Siemens jack, rula yöntemini kullanmaktadır [9].

Rula ile bir vasıtaya ihtiyaç yalnızca gözlem yaparak çalışanın kas fonksiyonları, gövde, boyun ve yukarı vücut ögeleriyle ilgili tehlikeler (riskler) tespit edilebilir. Çeşitli gözlemlerden sonra bu tespitlere dayanarak tedbirler geliştirilebilir. Rula yöntemi ile paketleme sektörü, bilgisayar başında çalışma, dikimevleri, kasiyerlik gibi alanlarda faaliyet gösterilmiştir. Rula yukarıda sayılan vücut ögelerinin dışında, vücudun bütününde de biyomekanik (duruşla ilgili) zorlanmaları gözleyip tespitler yapar. Bu yöntem, sıradan ya da tekrarlayan çalışmalarda şu şekilde tatbik edilebilmektedir. Rula metodu 7 ayrı skor ve bunlara bağlı 4 ayrı etki seviyesi verir. Bunlar Tablo-5.1’de görülmektedir.

Tablo 5.10. Rula skoru, etki seviyesi ve risk açıklaması

RULA SKORU	ETKİ SEVİYESİ	RİSK AÇIKLAMASI
1 ya da 2	1	Önemsiz bir risk, herhangi bir eylem gerekli değil.
3 ya da 4	2	Düşük risk, değişim gerekli olabilir.
5 ya da 6	3	Orta risk, daha çok araştırma ve kısa bir sürede değiştirmek gerekebilir.
7	4	Yüksek risk, değişimi hemen uygulamak gerekir.

Rula metodunun faydaları

- Çalışanların, çalışmadan doğan rahatsızlıklarla karşılaşma riskini görüntüler.
- İş esnasında çalışanın duruşundan ileri gelen kas faaliyetlerini, tekrarlı ve sabit çalışma halinde yorgunluk ve Rahatsızlıkların ortaya çıkışını inceler, tespit etmeye çalışır.

5.2.1. Rula yönteminin incelenmesi

Rula yöntemi 3 aşamaya ayrılır.

1. Aşama: Duruş biçimleri (pozisyonlar) için gözlem yapılır, sonrasında bir duruş biçimine uyan skor tespit edilir.
2. Aşama: Skorlar, çeşitli vücut bölümleri için gruplara ayrılır.
3. Aşama: Ortalama bir skor oluşturulur, buna göre bir liste halinde hazırlanır.

Rula metodunda vücudun pozisyonu için gözlem yapılırken rahatlık açısından vücudu ikiye bölmek lazımdır.

Bu gruplara A ve B denilir.

Grup A:

- Üst kol
- Alt kol
- El bilekleri

Grup B:

- Boyun
- Gövde
- Bacaklar

6. EL ALETLERİ İLE ÇALIŞAN KİŞİLERDE ZORLANMAYA NEDEN OLAN DURUŞ VE HAREKETLERİN ANALİZİ

Son yüzyılda insan, makine ve çevre ilişkisinin araştırılması çalışmalarına başlanmış, bu alanda ergonometri ve antropometri bilimleri geliştirilmiştir. Bu gelişmeler üretimle birlikte en az onun kadar önemli olarak üretim sürecindeki yerini almıştır. Gelişmiş ülkelerde bu bilimsel metodlardan faydalanarak birçok uygulama yapılmış, verimde ve insan hoşnutluğunda olumlu yönde ilerlemeler sağlanmıştır. Günümüzde sanal ortamlarda insan modellemesi kullanılarak, hem ürünlerin hem de işyeri çalışma düzeninin rahatlığı, verimliliği ve güvenliği ileri seviyelere ulaştırılabilmektedir. İnsan merkezli tasarımlar ve uygulamalar, farklı insan tiplerine uyacak şekilde ölçeklendirilebilen gerçekçi modeller ile analiz edilebilir hale gelmiştir. Çeşitli işyeri çalışma Rahatsızlıkları, yaralanmalar ve çalışan konforu gibi önemli parametreler bu yöntemlerle teste tabi tutulabilir duruma ulaşmıştır.

6.1. Çalışmada Yapılan Hareketler

Bu çalışmada sanal insana (antropometrik verilere göre dünyadaki ortalama insan olarak kabul edilen 175 cm, 79 kg bir erkek) 2'şer farklı yönde 10 ayrı hareket yaptırılmıştır. Her işlemde sağ el ile 30N kuvvet uygulanmıştır. Çalışma hareketleri şunlardır:

- Torna vida dikey yönde tutulup saat yönünde ve saat yönünün tersinde,
- Torna vida yatay yönde ve yakında tutulup saat yönünde ve saat yönünün tersinde,
- Torna vida yatay yönde ve uzakta tutulup saat yönünde ve saat yönünün tersinde,
- Anahtar dikey yönde ve yakında tutulup saat yönünde ve saat yönünün tersinde,
- Anahtar dikey yönde ve uzakta tutulup saat yönünde ve saat yönünün tersinde,
- Anahtar yatay yönde ve yakında tutulup saat yönünde ve saat yönünün tersinde,

- Anahtar yatay yönde ve uzakta tutulup saat yönünde ve saat yönünün tersinde,
- Testere sağ yönde tutulup ileri ve geri yönde,
- Testere sol yönde tutulup ileri ve geri yönde,
- Testere düz olarak tutulup ileri ve geri yönde.

6.2. Çalışmada Kullanılan Program ve Grafiklerin Hazırlanışı

Kullanılan program Siemens jack 8.4'tür. Siemens jack; masaüstü tabanlı, 3d insan modelleme ve simülasyon yazılımıdır. Tasarımları sanal insanlarla doldurabilmeye, insan etmenleri ve ergonomik analizler yapabilmeye imkan tanımaktadır.

Yaratılan sanal insana istenilen hareketler (yürüme, eşya kaldırma, alet kullanma, parmakların ve tüm uzuvların istenildiği gibi oynatılabilmesi) yaptırılabilmekte ve yapılan hareketler bir video şeklinde izlenilip, her bir hareketin anlık olarak vücutta yarattığı etkiler analiz edilebilmektedir. Bu sonuçlar; yüzde yapabilme yeteneği, rula skoru, owas skoru, sağ el kuvvet çözücü sonucu, bel analizi L4/L5 baskı kuvveti, ihtiyaç duyulan dinlenme süresi şeklindedir. Programda istenilen antropometrik aralıkta insan seçimi yapılabilmekte olup evrensel antropometrik değerler ve programın içinde varolan tıbbi veriler sayesinde bize analiz sonuçlarını vermektedir. Programa herhangi bir tıbbi veri girilmeyip sadece insanın simüle edilmesi yeterlidir. Bu sayede herhangi bir analiz yanlışlığını ortadan kaldırmaktadır.

Yapılan çalışmada programda her hareket sağ el ile 30 N olarak uygulanmıştır ve her hareketin sonuçları anlık olarak alınmıştır. Çalışmanın yapılma amacı; farklı yüksekliklerde el aleti kullanan kişilerde nasıl zorlanmalar olduğunu görmek ve buna göre rahat çalışabilmeleri için tavsiyeler vermektir.

Siemens jack programı bize 7 ayrı bölgenin zorlanmasını tek çıktıda 0-100 aralığında sütun grafik olarak vermektedir. Kişinin hareketi hangi seviyede yaptığı ise el aletinin zemine olan y mesafesi (yüksekliği) ölçülerek belirlenmiştir. Her bölge için sonuçlar ayrı ayrı excell'de tablolara dökülüp sonrasında grafikler oluşturulmuştur. Hareketler yapılırken saat yönü ve saat yönünün tersi aynı yükseklikte olmaya özen gösterilmiştir. Bunun için el aletinin yüksekliği değiştirilmeden aynı yükseklikteyken sadece döndürerek hareket verilmiştir. Diğer 5 grafik ise her hareket için ayrı ayrı sonuçlar verdiğinden aynı şekilde verilen her yükseklik için her sonuç excell'de tablolara dökülüp grafikler oluşturulmuştur.

6.2.1. Programın sonuçlarının açıklamaları

Bu programda aşağıdaki yöntemler ve sonuçları kullanılmış olup; her bir hareketin anlık değerleri için 6 farklı kategoride 12 ayrı sonuç alınmaktadır. Bunlar:

- Yüzde yapabilme yeteneği
- Rula skoru
- Owas skoru
- Kuvvet çözücü sağ el sonucu
- Bel analizi L4/L5 baskı kuvveti
- İhtiyaç duyulan dinlenme süresi

6.2.1.1. Yüzde yapabilme yeteneği

Jack programının verdiği bir analiz sonucudur. Hareketin ne kadar kolay yapılabildiğini ifade eder. Vücudun hangi kısmının ne kadar zorlandığını belirlemek için kullanılır. Tablo6.1’de değerlerin nasıl okunacağı görülmektedir.

Vücuttaki yapılabirliği, vücuttaki zorlanması 7 ayrı bölge için incelenmiştir. Hareketin ne kadar rahatlıkla yapılabildiğini yüzde cinsinden ifade eder; %75-%98 hareketin biraz zorlanarak da olsa yapılabildiğini, %99 ve %100 hareketin zorlanmadan yapılabildiğini göstermektedir. %75 ve altı sonuç vermez yani hareketin yapılamadığını gösterir.

Bu gösterim bölge ve hareket kombinasyonları ile toplam 23 ayrı değer 4 ayrı kriter; yapabilite, aç, tork, gerilme ile değerlendirilerek oluşturulur.

Tablo 6.1. Hareketlerin yüzde cinsinden zorlanmalarının açıklaması

HAREKETİN YÜZDE CİNSİNDEN DEĞERİ	99-100	RAHATLIKLA YAPILABİLİR
	75-98	ZORLANARAK YAPILABİLİR
	0-74	YAPILAMAZ

Yüzde yapabilme yeteneği ile her bir hareketin anlık olarak sonuçlarını yüzde cinsinden verir. Bunlar:

- Bilek
- Dirsek
- Omuz
- Gövde
- Kalça
- Diz
- Ayak bileği

6.2.1.2. Rula skoru

Program, her bir hareketin anlık olarak rula skorunu verir. Rula skoru; 1–7 arasında 4 ayrı kategoride skor verir. Rula üst öge hasarları ile ilgili yüklenmeleri belirlemek amacıyla ortaya konmuş bir gözlem (anket) metodudur. Rula 1–7 arasındadeğerlendirme yapan bir ergonomik değerlendirme metodudur. 1-4 tercih edilirken 5-7 tercih edilmeyen değerlerdir. Owas ile benzer özellikler sağlamanın yanında üst ekstremitte bozukluklarını değerlendirir.

Vücudu:

- A; üst kol, alt kol, bilek, bilek bükümü
- B; boyun, gövde

bölgeleri olarak 2 ayrı grupta toplam 6 değerden 2 sonuç çıkarıp buna göre tek skor verir.

6.2.1.3. Owas skoru

Program, her bir hareketin anlık olarak Owas skorunu verir. Owas hakkında önceki bölümlerde bilgi verilmişti. Owas, 1-4 arasında değerlendirme yapan bir ergonomik değerlendirme metodudur. 1,2 tercih edilirken 3 ve 4 tercih edilmeyen değerlerdir. Rula ile benzer özellikler sağlamanın yanında bütün vücudu ilgilendiren kas iskelet sistemini değerlendirir

6.2.1.4. Kuvvet çözücü sağ el sonucu

Jack programının verdiği bir analiz sonucudur. Her bir hareketin anlık olarak sağ el için Newton cinsinden sonucunu 0- 300 N aralığında verir. Sağ el kuvvet çözücü;

- 0 ile 300N arasında değerlendirme yapar.

- 26 ayrı bölge ve 5 ayrı kriter ile yapabilite, moment, kas etkisi, sanal modeldeki açı, gerilme ortalaması, standart gerilme sapması ile değerlendirilerek sonuç verir.

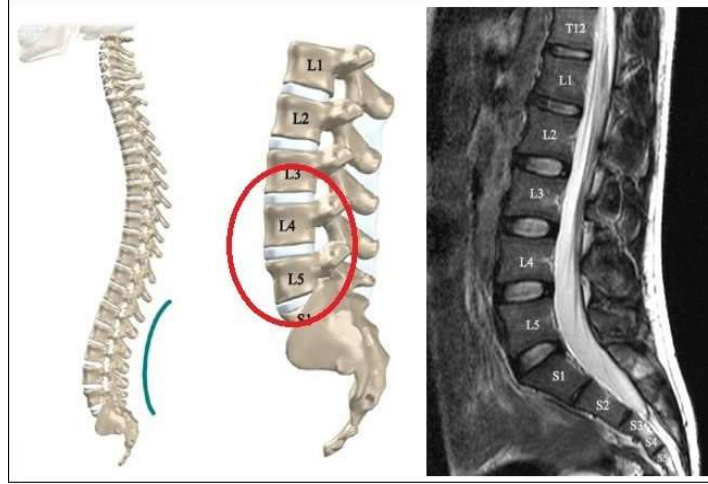
6.2.1.5. Bel analizi L4/L5 baskı kuvveti

Jack programının verdiği bir analiz sonucudur. Her bir hareketin anlık olarak L4/L5 lomberlerine (Bel omurlarına) gelen baskı kuvvetini analiz eder. L4/L5 lomberleri, şekil 6.1'de ve şekil 6.2'de görülmektedir. Bel analizi L4/L5 baskı kuvveti için baskı gerilmesi; hareket limitinin zorlanmaya başladığı değer 3400N'dur. Maksimum limit ise 6400N civarlarındadır. 4 ayrı kriterde incelenip onların bir özeti olarak sonuç verir. Bu kriterler:

- Gövdedeki 5 ayrı kas grubu, kas gerilmesi için sağ ve sol olarak 10 ayrı kriterde gerilme olarak
- L4/L5'e gelen yükler; moment olarak x,y,z yönlerinde ayrı ayrı
- Kuvvet olarak 3 ayrı kriterde
- Moment dağılımı olarak 360 derecelik aralıkta incelenmektedir [10].



Şekil 6.1. L4/L5 Lomberleri [10]



Şekil 6.2. L4/L5 Lomberleri [10]

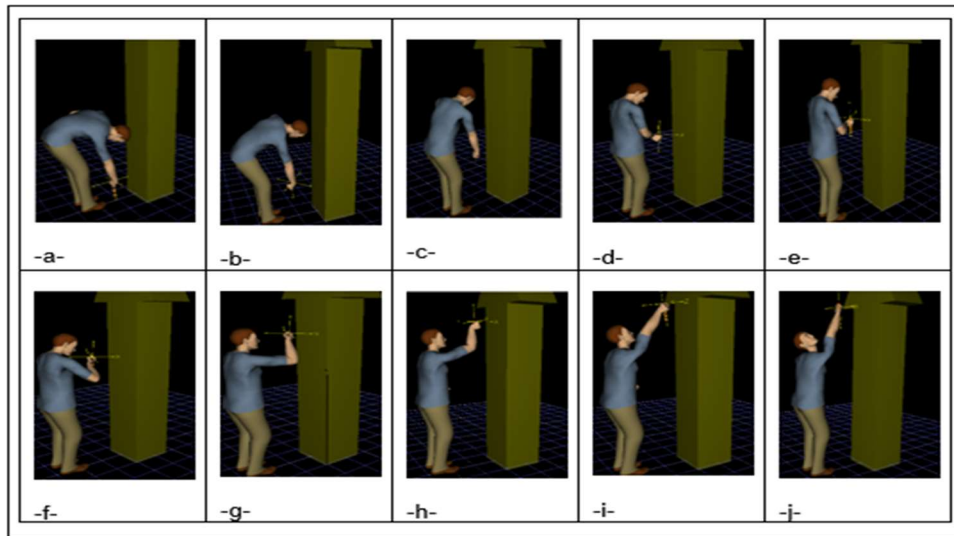
6.2.1.6. İhtiyaç duyulan dinlenme süresi

Jack programının verdiği bir analiz sonucudur. Her bir hareketin anlık olarak yapıldıktan sonra sorun teşkil etmemesi için ihtiyaç duyulan dinlenme süresi (Bir kişinin aynı işi 30 sn boyunca yapması halinde kaç sn dinlenmesi gerektiğinin sonucunu verir.)

6.3. Tornavida Dikey Yönde Tutulunca

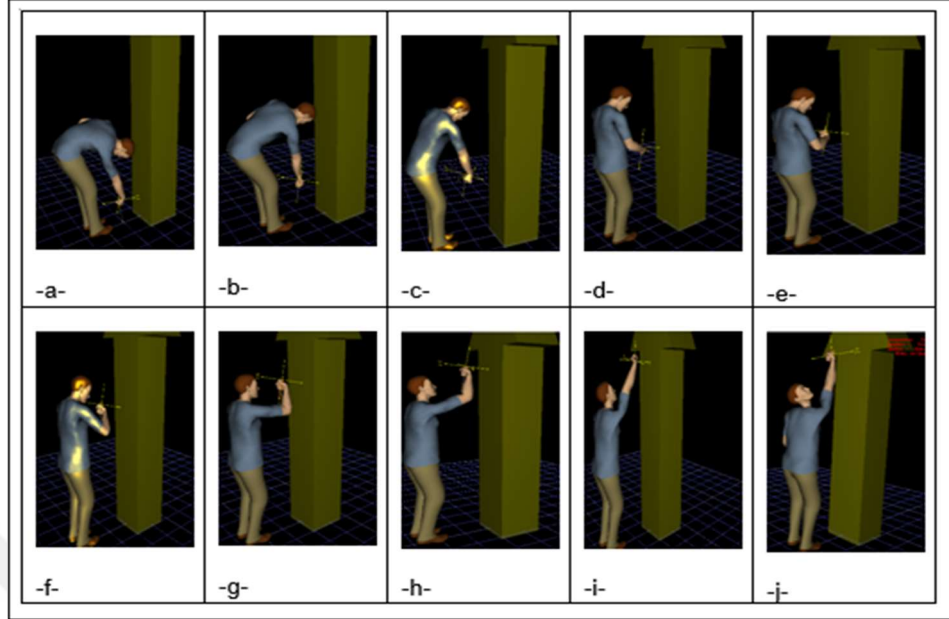
6.3.1. Hareketlerin görüntüleri

6.3.1.1. Saat yönünde çevirilince



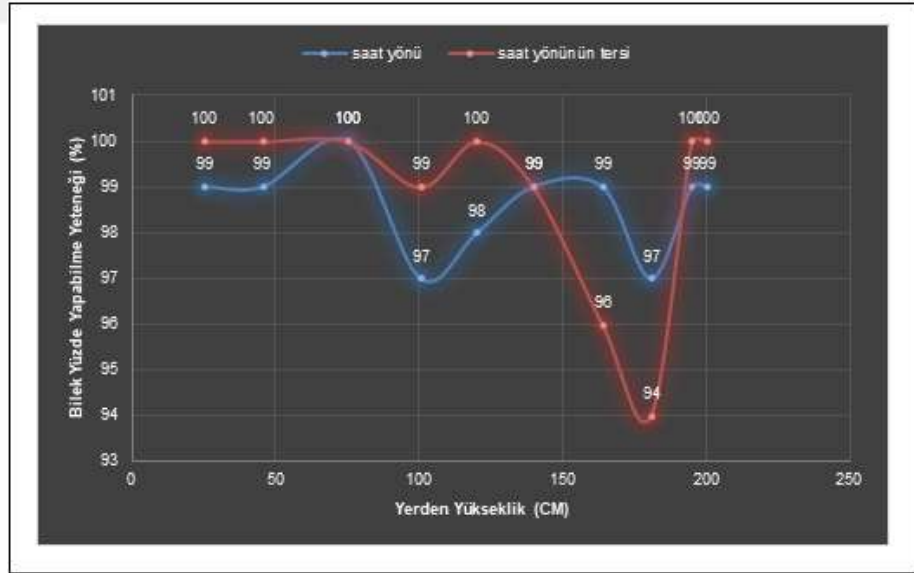
Şekil 6.3. Tornavidanın dikey yönde tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri

6.3.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince



Şekil 6.4. Tornavidanın dikey yönde tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri

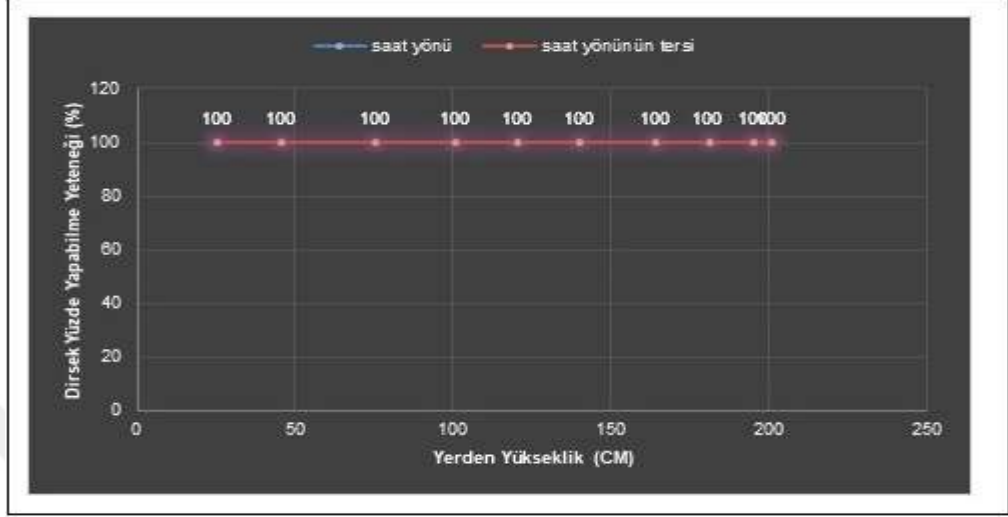
6.3.2. Grafikler ve yorumları



Şekil 6.5. Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken bilek grafiği

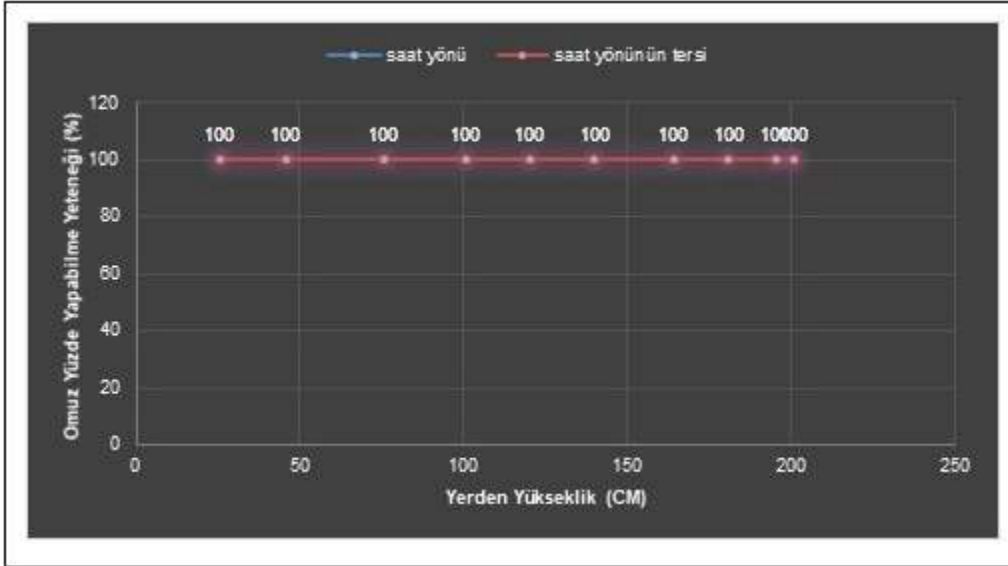
Şekil 6.5'e bakıldığında bileğin saat yönünde daha çok zorlandığı görülmektedir. Vücudun Bel seviyesinden uzak bölgelerinde bileğin daha az zorlandığı aynı şekilde görülmektedir. En çok zorlanmanın baş seviyesinde görüldüğü söylenebilir. Bel ve baş seviyesinde bileğin saat yönünde hafif zorlandığı yine baş seviyelerinde saat

yönünün tersinde ise biraz daha fazla zorlanma olduğu görülmektedir. Baş seviyelerinde bu durumda uzun süre tekrarlı çalışmalarda De Quervain tenosinoviti, karpal tünel sendromu gelişebilir.



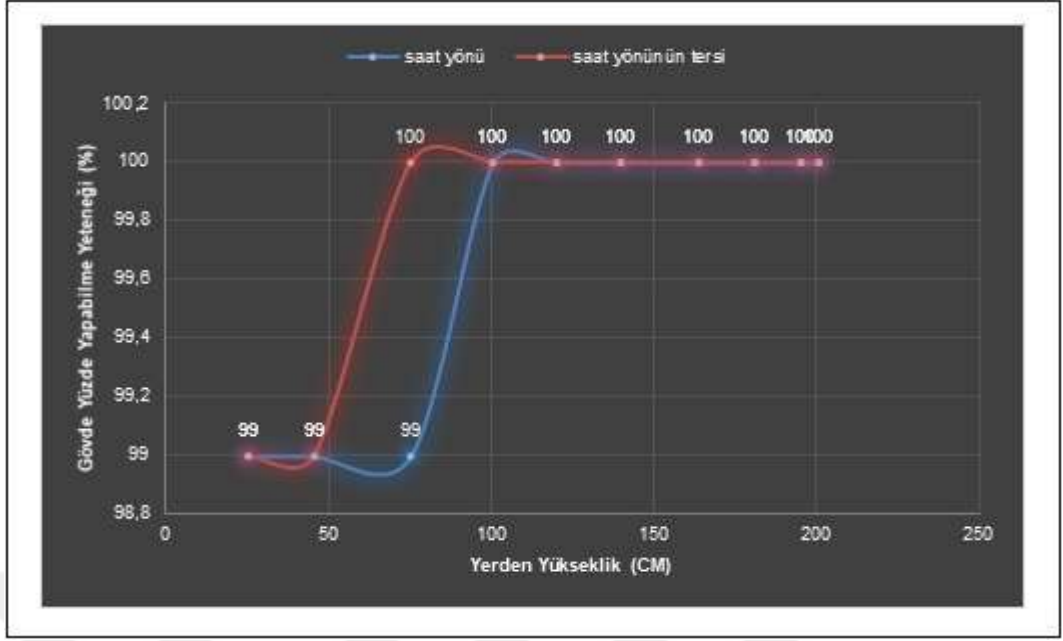
Şekil 6.6. Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken dirsek grafiği

Şekil 6.6'a bakıldığında dirseklerin hiçbir şekilde zorlanmaya maruz kalmadıkları görülmektedir.



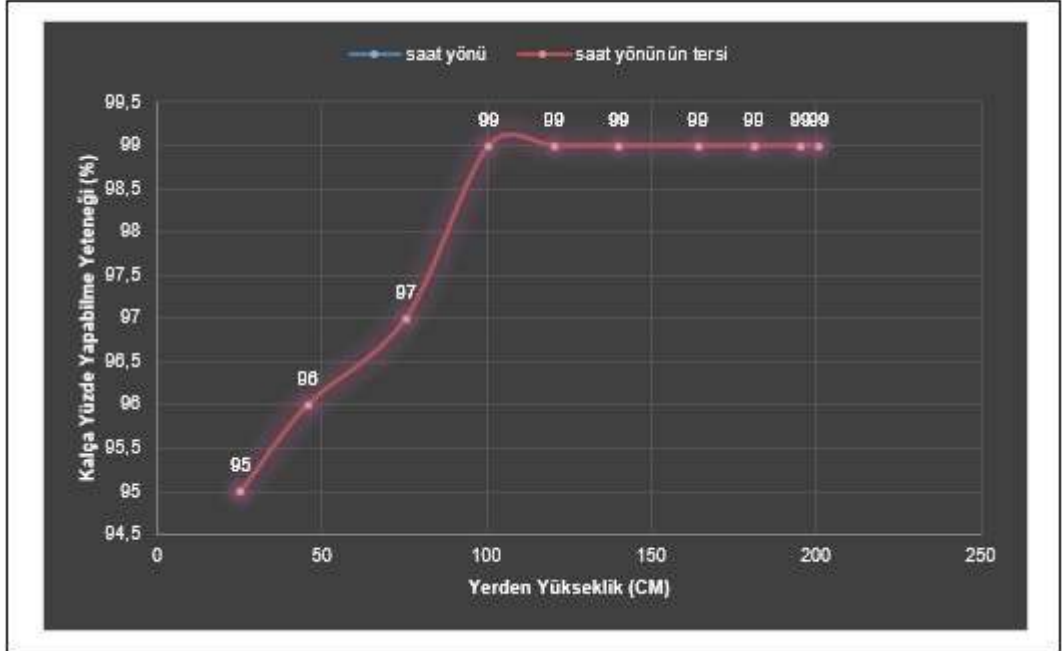
Şekil 6.7. Tornavidanın dikey yönde tutulup çevrilirken omuz grafiği

Şekil 6.7'e bakıldığında omuzların hiçbir şekilde zorlanmadıkları görülmektedir.



Şekil 6.8. Torna vidanın dikey yönde tutulup çevrilirken gövde grafiği

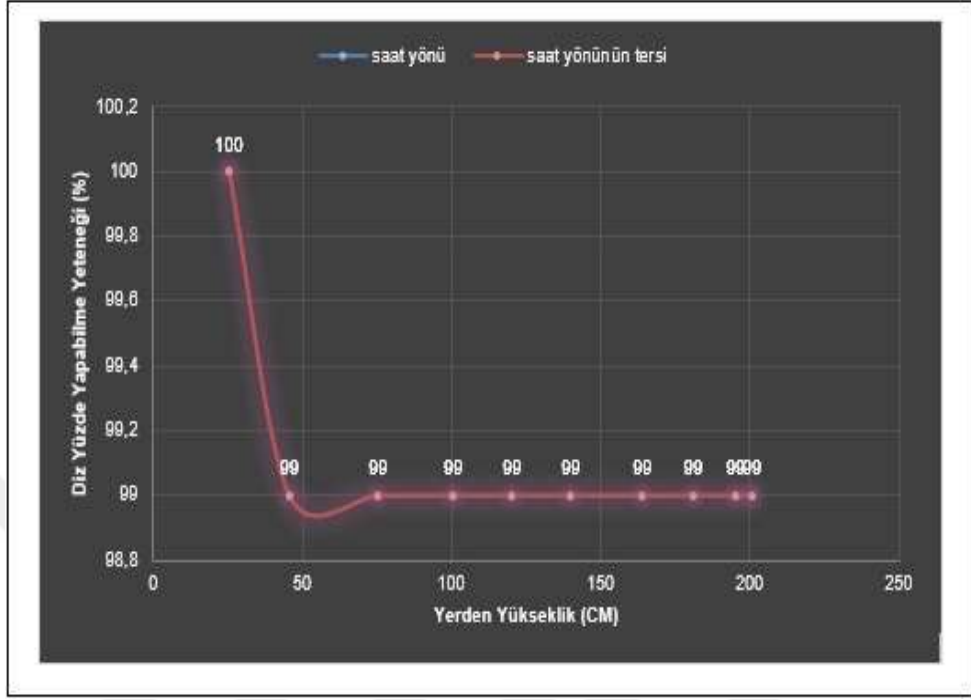
Şekil 6.8'e göre saat yönü ve saat yönü tersinin paralel olarak sonuç verdiği görülmektedir. Bel seviyesinden alt yüksekliklerde kabul edilebilir bir zorlanma olup bel seviyesinden sonra hiçbir zorlanma olmamaktadır.



Şekil 6.9. Torna vidanın dikey yönde tutulup çevrilirken kalça grafiği

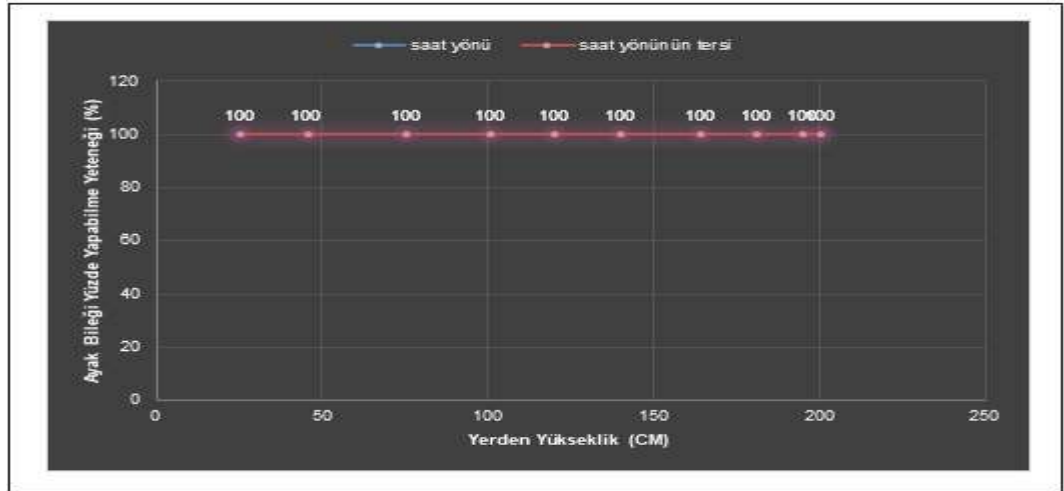
Şekil 6.9'da kalça, ayak seviyesinden bel seviyesine kadar giderek azalan bir zorlanma gösterip bel seviyesinden itibaren kabul edilebilir bir zorlanma

göstermektedir. İlave olarak saat yönü ve tersinin aynı değerleri verdiği, değişkenlik olmadığı görülmektedir. Aşağı seviyelerde kalça ağrısı görülebilir.



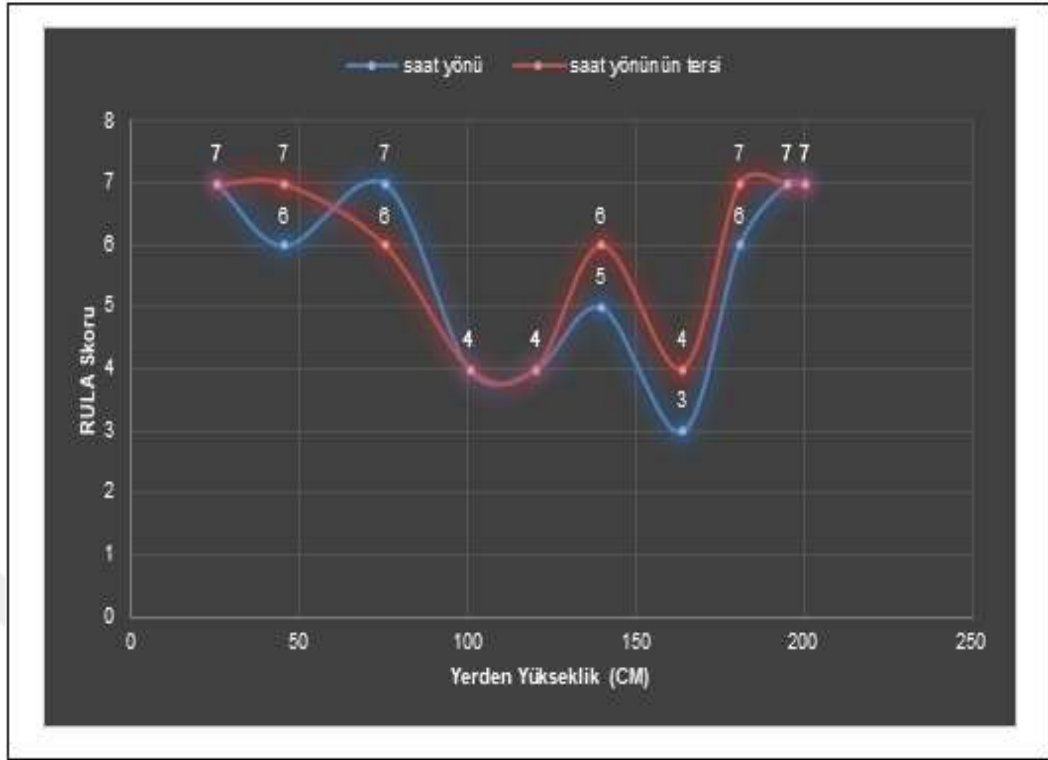
Şekil 6.10. Torna vidanın dikey yönde tutulup çevrilirken diz grafiği

Şekil 6.10'da diz, ayak seviyesinde hiç zorlanmazken sonrasında kabul edilebilir bir zorlanma göstermektedir. İlave olarak saat yönü ve tersinin aynı değerleri verdiği, değişkenlik olmadığı görülmektedir.



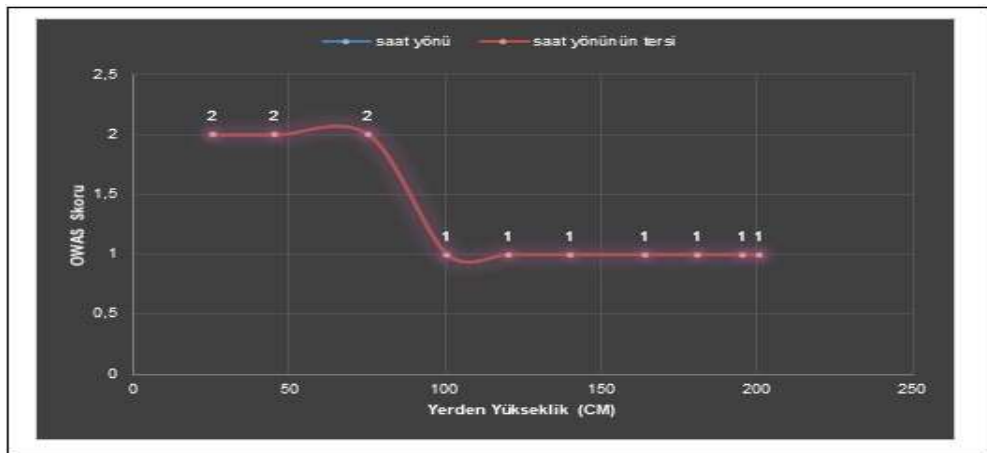
Şekil 6.11. Torna vidanın dikey yönde tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği

Şekil 6.11'e bakıldığında her iki yönde de ayak bileğinde zorlanma olmadığı görülmektedir.



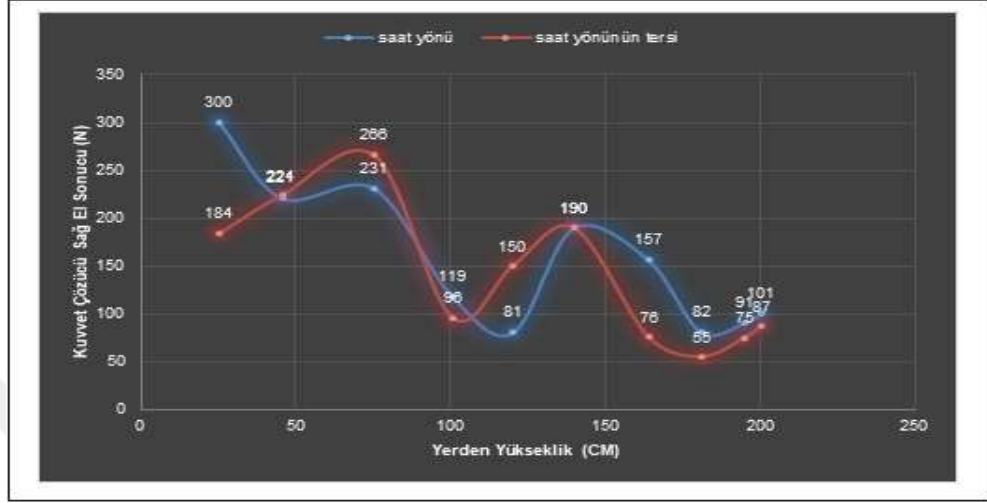
Şekil 6.12. Torna vidanın dikey yönde tutulup çevrilirken rula skoru grafiği

Şekil 6.12'e göre saat yönü ve saat yönünün tersi paralel artış ve azalış gösterirken bel seviyesinden yukarı seviyelerde saat yönünün tersi hareketin 1'er puan yukarıda olduğu görülmektedir. Bel ve boyun civarları düşük risk gösterirken ara bölgeler orta risk göstermiştir. Vücuttan uzaklaşan bölgeler yüksek risk göstermiştir. Belden ayağa doğru ve göğüsten başa doğru risk arttığından sırtta ve baş boyun bölgelerinde ağrı, bilekte tenosinovit, uzun süreli çalışmalarda bilek ve boyunda hafif zedelenmeler, en yukarıdaki çalışmada elde uyuşma ve hissizlik görülebilir.



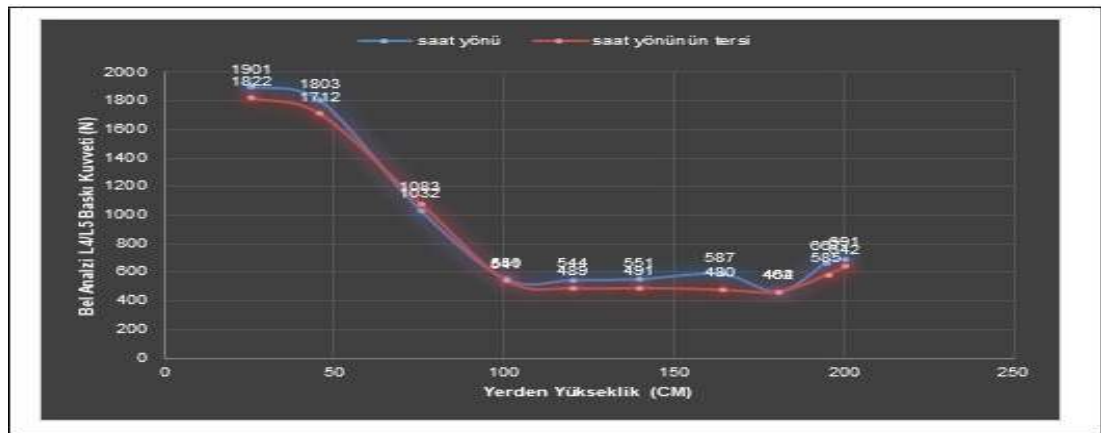
Şekil 6.13. Torna vidanın dikey yönde tutulup çevrilirken owas skoru grafiği

Şekil 6.13'e bakıldığında Owas skoru her iki yönde de paralel artmıştır, bel hizasından alttaki bölgeler az riskli iken bel hizasından yukarısı risksiz bölge olarak değerlendirilmiştir. Bel altı bölgelerde tekrarlı ve uzun çalışmalarda ve az ihtimalle diz eklem, tendon ağrıları, el uyuşması, tenisçi dirseği sendromları görülebilir.



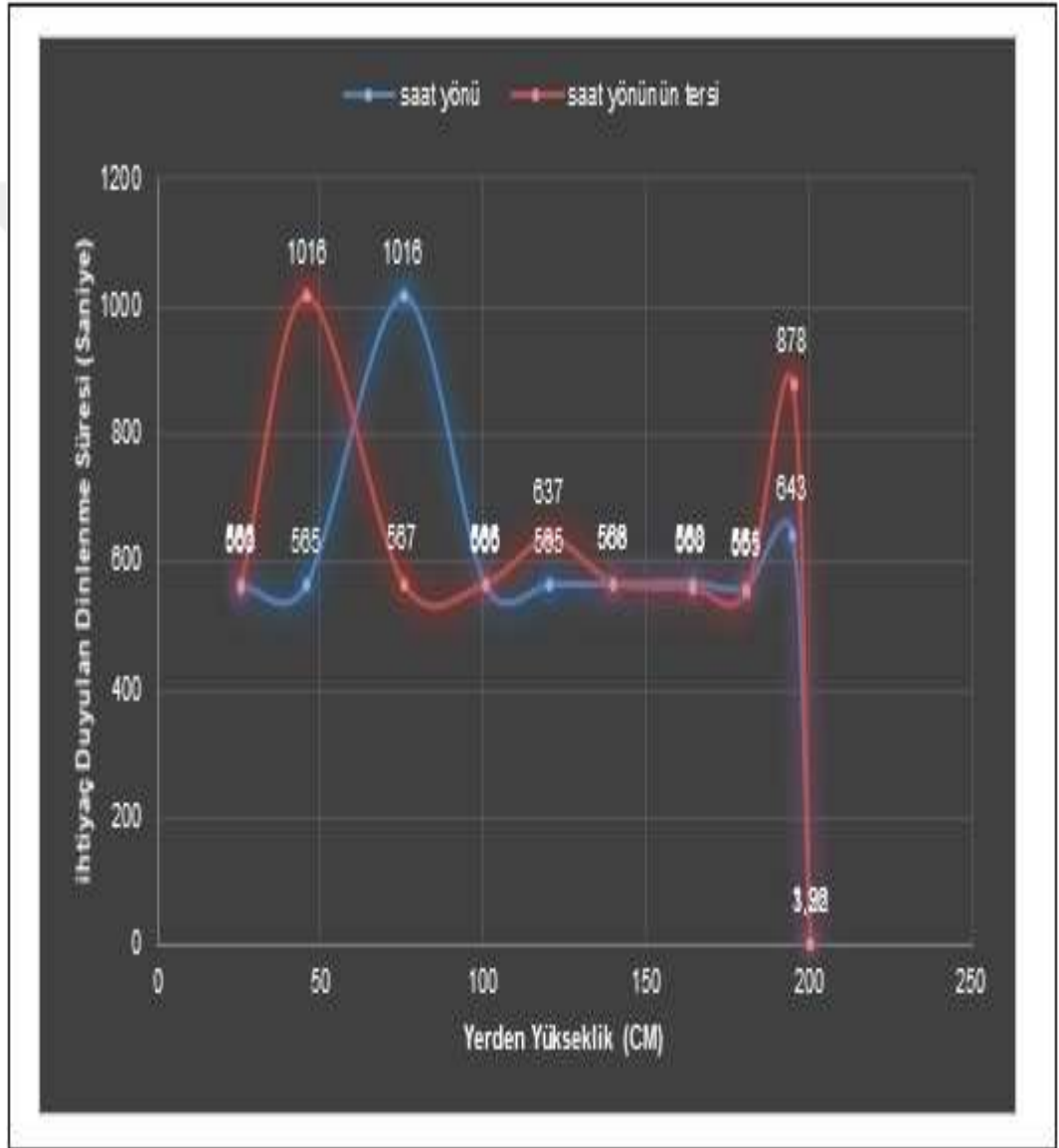
Şekil 6.14. Torna vidanın dikey yönde tutulup çevrilirken sağ el grafiği

Şekil 6.14'e bakıldığında her iki yönde de kuvvet; paralel olarak değişmiştir. Ancak ayaklardan bele kadar olan mesafede kuvvet, saat yönünün tersinde önce artıp sonra azalırken saat yönünde giderek azalmıştır. Her iki yönde kuvvet baş seviyesine kadar olan mesafede pik noktası daha az olacak şekilde artıp azalmış ve baş seviyesinden yukarıdaki seviyelerde artmaya devam etmiştir. Saat yönünde dizden aşağıda sağ elin harcadığı kuvvet yüksek değerlere çıkmış olup, buradaki risk karpal tünel sendromu (bilekte sinir sıkışması), tenisçi dirseği oluşturabilir. Saat yönünün tersinde belden aşağı bölgede daha az olmakla birlikte benzer sendromlar oluşabilir.



Şekil 6.15. Torna vidanın dikey yönde tutulup çevrilirken bel grafiği

Şekil 6.15'e göre Ayak seviyesinden bel seviyesine kadar olan mesafede her iki kuvvet paralel olarak giderek azalmış $\frac{1}{4}$ seviyelerine düşmüş ve baş seviyesine kadar paralel olarak sabit devam edip baş seviyesinden sonra artan bir eğilim göstermiştir. Her iki yönde ayaktan bele kadar olan aşağı bölgede nispi yüksek kuvvetler bel omurlarına baskı yapıp, duruş bozukluğuna, bundan kaynaklanan ağrılara, fıtığa, sinir sıkışmasına lordoza (omurga eğriliği) ve kaslarda tutulmaya yol açabilir.



Şekil 6.16. Torna vidanın dikey yönde tutulup çevrilirken İhtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği

Şekil 6.16'da her iki yön paralel eğilim göstermiştir. İhtiyaç duyulan süre; bel seviyesine kadar önce artıp sonra azalmış, bel seviyesinden baş seviyesine kadar paralel bir şekilde sabit devam etmiştir. Baş hizasından sonra yükselerek pik yapmış

ve insanın uzanabildiği en son mesafede grafik değerlerinin çok altında bir değere ani düşüş yapmıştır. Saat yönünün tersinde diz altından dize ani bir yükseliş, aynı şekilde dizden bel altına saat yönünde ani bir yükseliş olmuştur. Diz ve bel altı bölgelerinde 15–16 dakikalık dinlenmeler önerilmekte, hareketin genelinde 9 dakikalık dinlenmeler yeterli görülmektedir. Bu süreler fazla gibi görünse de tam güvenli çalışma için bu süreler önerilmektedir.

6.4. Tornavida Yatay Yönde Ve Yakında Tutulunca

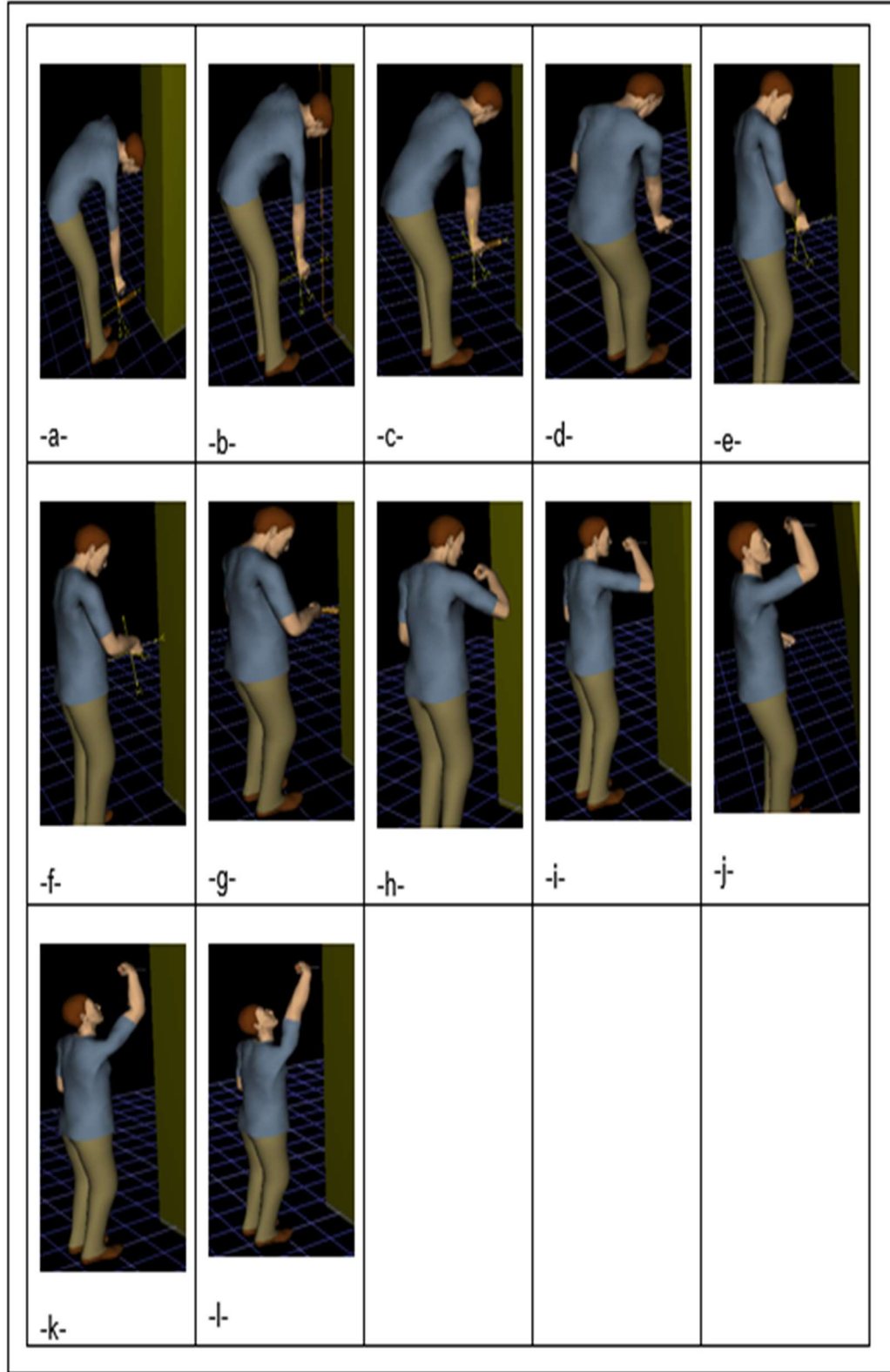
6.4.1. Hareketlerin ekran görüntüleri

6.4.1.1. Saat yönünde çevirilince



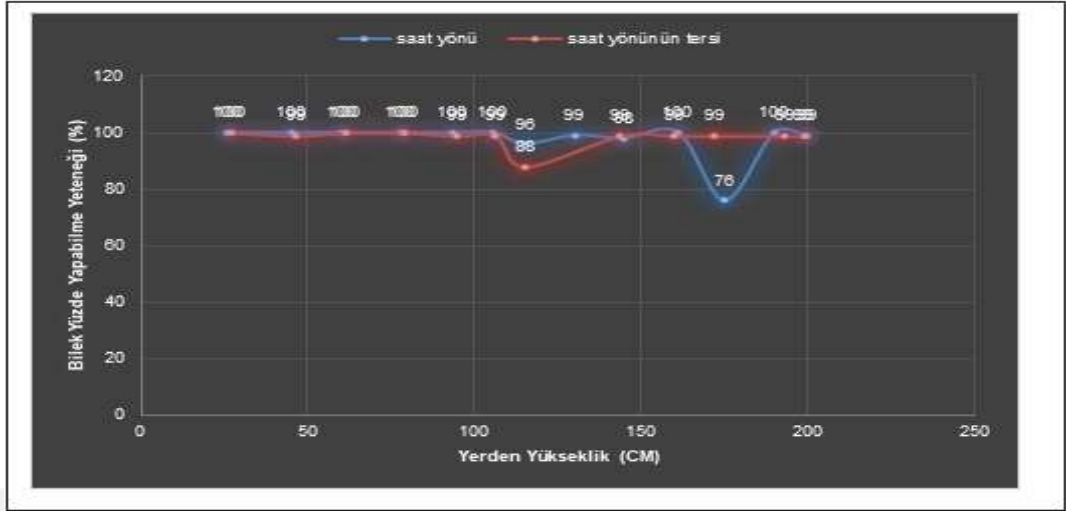
Şekil 6.17. Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri

6.4.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince



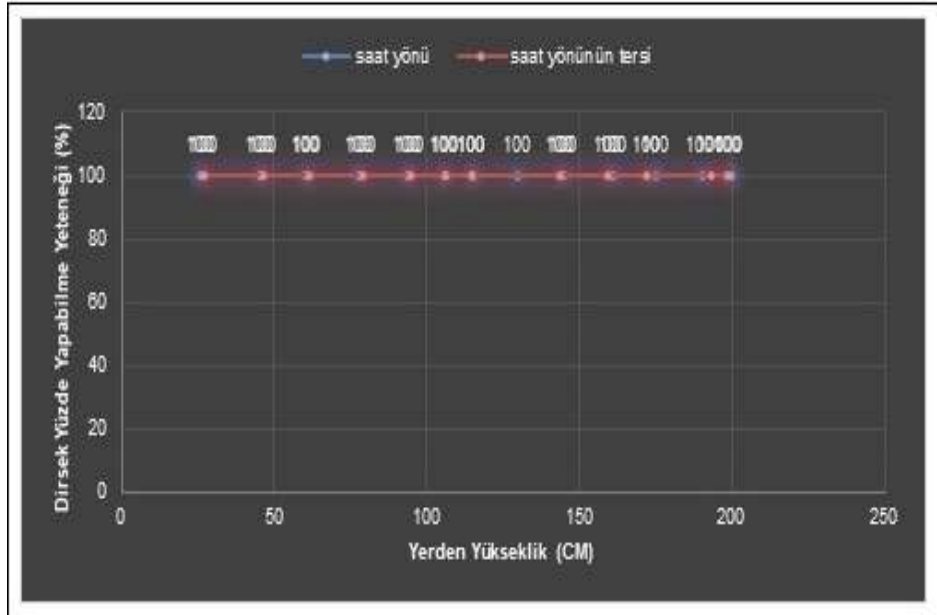
Şekil 6.18. Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri

6.4.2. Grafikler ve yorumları



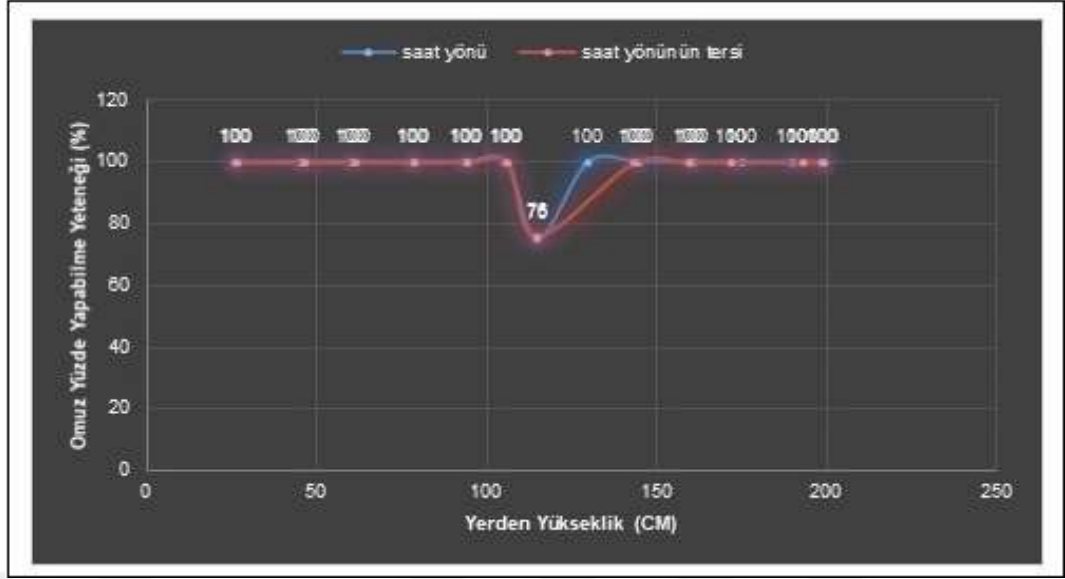
Şekil 6.19. Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken bilek grafiği

Şekil 6.19'a bakıldığında gövde seviyelerinde belirgin bir zorlanma olduğu diğer mesafelerde hiçbir şekilde zorlanma olmadığı görülmektedir. Saat yönünde baş hizasında hareket neredeyse yapılamayacak kadar zorlanmaya neden olmaktadır. Baş hizasında iken saat yönünde belden biraz yukarıda bilhassa saatin tersi yönde birincisinde daha yüksek ihtimalle olmak üzere bilek tendonlarında zedelenme, bağ yaralanması ve karpal tünel sendromu ortaya çıkabilir.



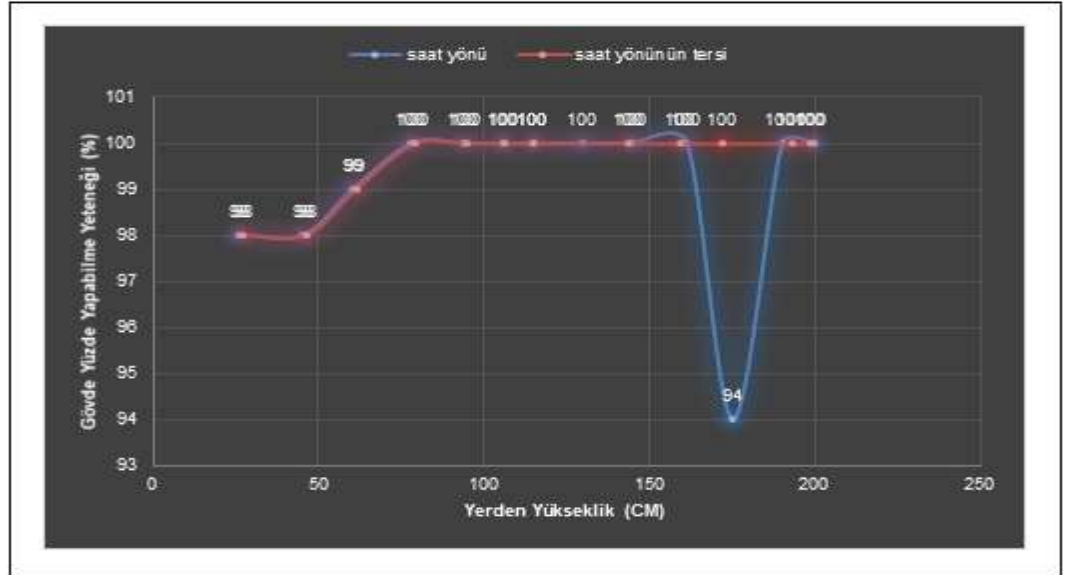
Şekil 6.20. Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken dirsek grafiği

Şekil 6.20'de dirsekte hiçbir şekilde zorlanma olmadığı görülmektedir.



Şekil 6.21. Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken omuz grafiği

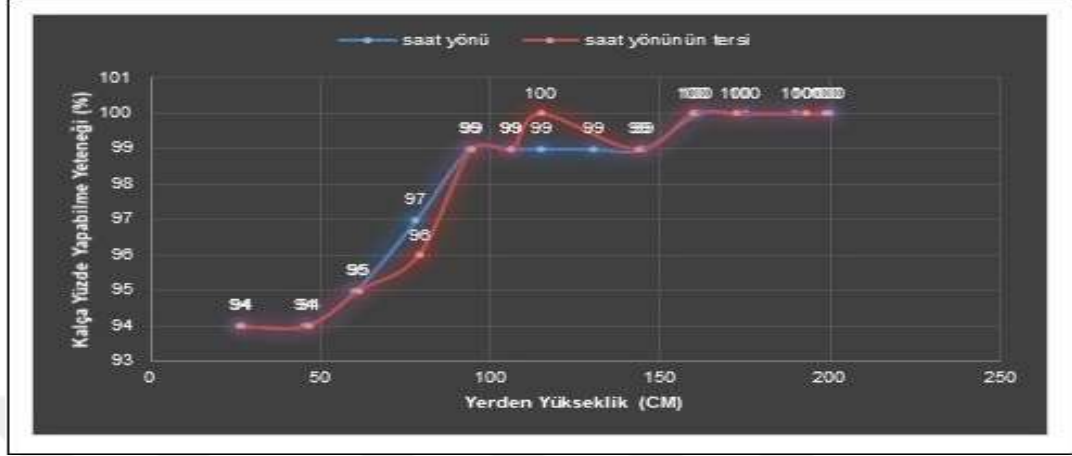
Şekil 6.21'e bakıldığında bel seviyelerinde omuzların fazla şekilde zorlandığı, hareketin neredeyse yapılamayacak seviyeye geldiği ancak diğer bölgelerde hiçbir zorlanma olmadığı görülmektedir. Grafiğe genel olarak bakıldığında ise saat yönünün ve saat yönünün tersinin paralel olarak değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Bel seviyesindeki çalışmalarda rötatör kas (omuz eklemindeki kaslarda) ağrılar, uzun süreli çalışmalarda, hafif yırtıklar görülebilir.



Şekil 6.22. Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken gövde grafiği

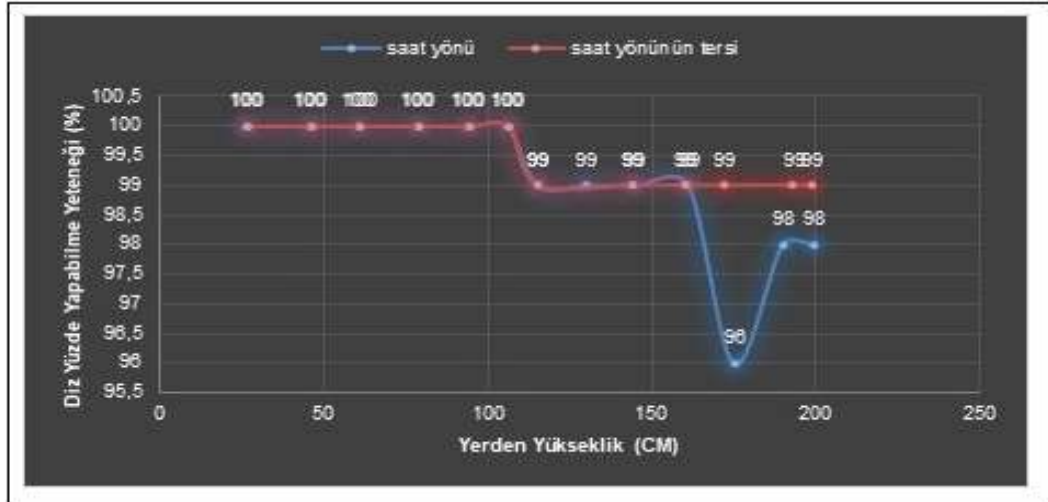
Şekil 6.22'e bakıldığında bel seviyesine doğru giderek zorlanmanın azaldığı ve bel ile baş seviyeleri arasında paralel şekilde zorlanmadan devam ettiği, baş seviyesinde saat yönün zorlanmazken saat yönünün tersine doğru olan hareketin zorlanmaya

neden olduğu görülmektedir. Bel altı seviyelerde hafif de olsa eğilme nedeniyle fıtık gelişimi, sinir sıkışması ihtimali vardır. Baş hizasındaysa çalışmanın süresine bağlı olarak bel ağrıları ortaya çıkabilir.



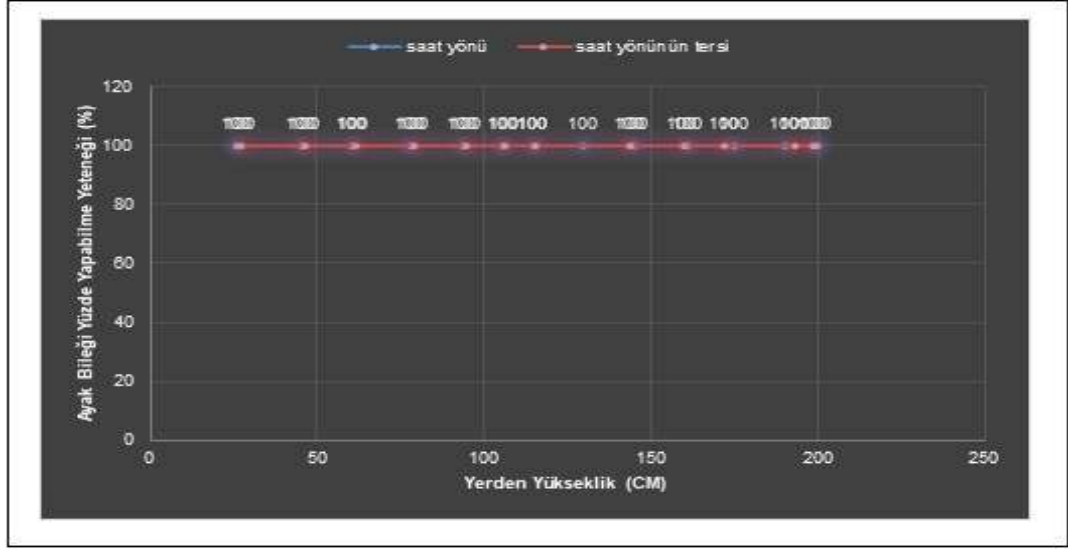
Şekil 6.23. Torna vidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken kalça grafiği

Şekil 6.23'de kalçadaki zorlanmanın bel hizasına kadar giderek azaldığı, bel seviyesinden boyuna kadar olan kısmın kabul edilebilir miktarda zorlandığı boyundan itibaren paralel olarak zorlanmayan bir grafik çizdiği görülmektedir. Aşağı seviyelerde, kalça ekleminde ağrı (sinir sıkışması) ve uzun süreli çalışmalarda kalça bağında zedelenme meydana çıkabilir.



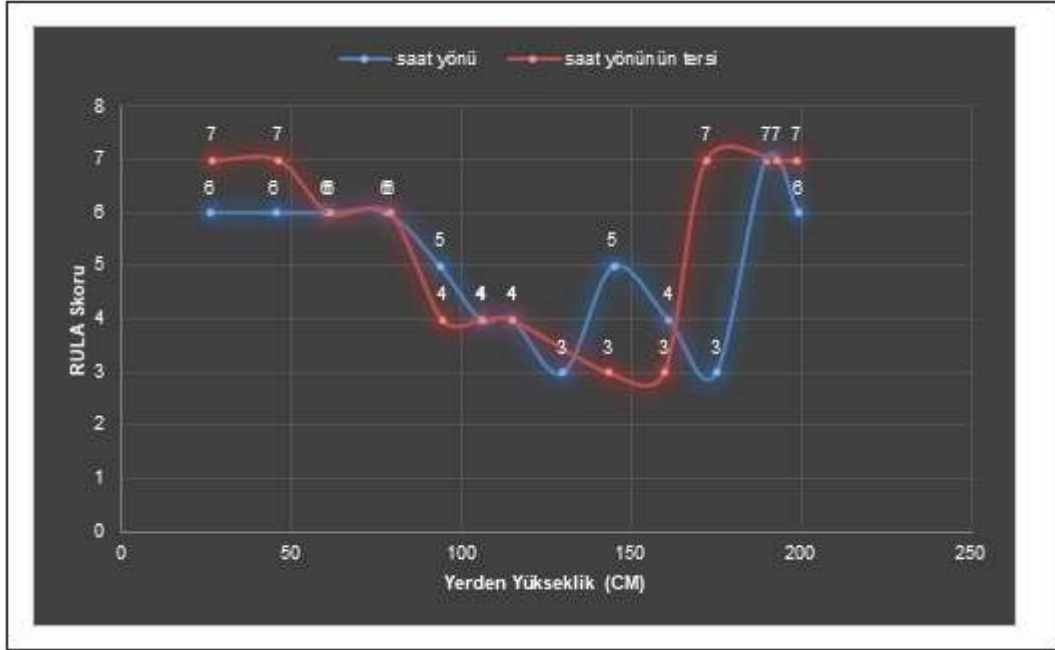
Şekil 6.24. Torna vidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken diz grafiği

Şekil 6.24'e bakıldığında bel ve baş seviyeleri arasında her iki yönde zorlanmamanın devam ettiği ama baş seviyesinden itibaren hafif bir zorlanma olduğu görülmektedir. Saat yönünde ise zorlanmadan dolayı dizlerde, eklemlerde ağrı, bağlarda gerilme (menisküs başlangıcı) görülebilir.



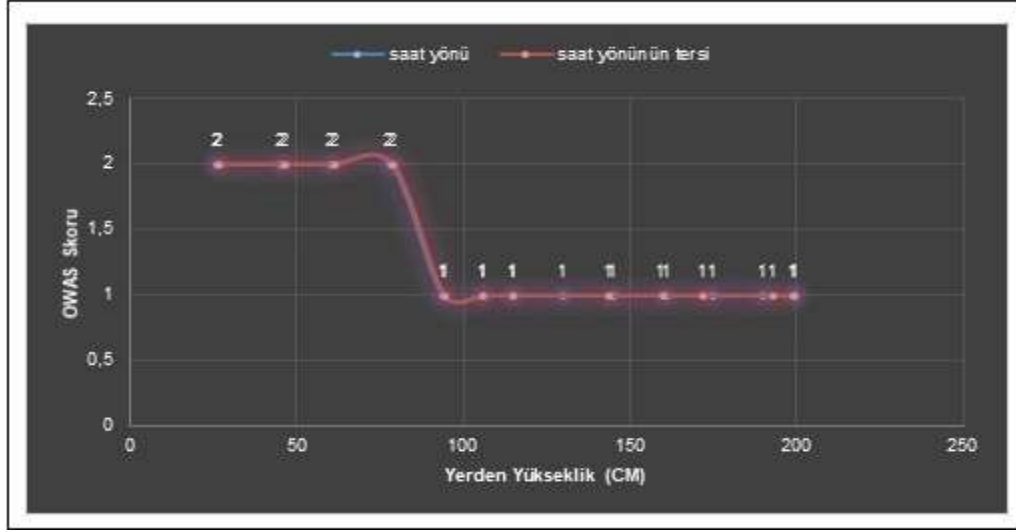
Şekil 6.25. Torna vidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği

Şekil 6.26'da ayak bileğinde hiçbir şekilde zorlanma olmadığı görülmektedir.



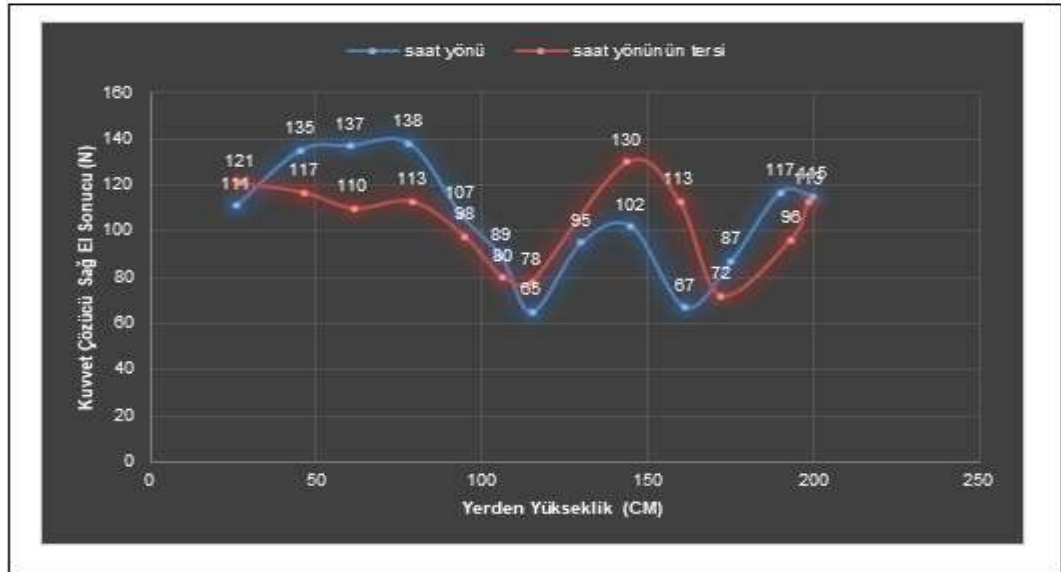
Şekil 6.26. Torna vidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken rula skoru grafiği

Şekil 6.26'a genel hatları ile bakıldığında rula değerlendirmesine göre gövde bölgesinin az risk içerdiği, bel altı ve baş üstü bölgelerindeki hareketlerin yüksek risk içerdiği görülmektedir. Dikey yönde olduğu gibi burada da benzer rahatsızlıklar ayrıca dirsek bölgesinde tenisçi dirseği sendromu görülebilir.



Şekil 6.27. Torna vidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken owas skoru grafiği

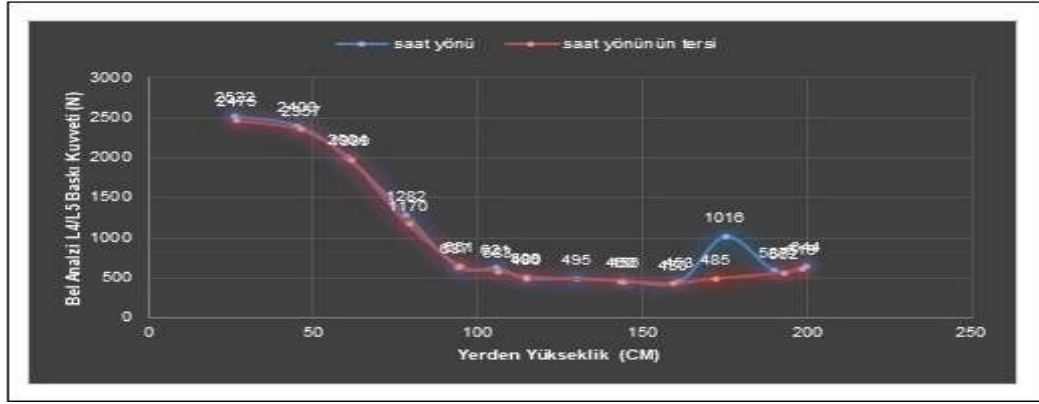
Şekil 6.27'e bakıldığında owas skoruna göre bel hizasına kadar hareketin az risk içerdiği, bel hizasından sonra hiç risk içermediği görülmektedir. Uzun süreli çalışmalarda dikey yöndekine benzer rahatsızlıklar ortaya çıkabilir.



Şekil 6.28. Torna vidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken sağ el grafiği

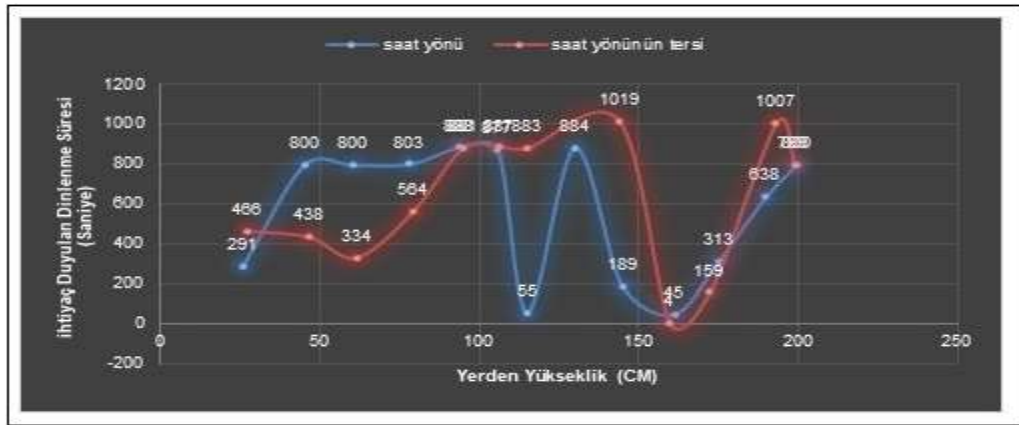
Şekil 6.28'de genel olarak bakıldığında sağ elin bel ve baş seviyelerinde 60N civarlarında değerler okunurken, diğer bölgelerde 120N civarında değerler görülmektedir. Değerler bel hizasına kadar ortalama stabil devam edip belin üstünde azalmış başa doğru artmış tekrar azalıp baş seviyesinden sonra artış göstermiştir. Hareketin her iki yönde paralel devam ettiği görülmektedir. Dikeyde olduğu gibi büyük

kuvvetler ve dolayısıyla bilek, el ve dirsekte tendonlar, eklemler, sinirler için önemli rahatsızlıklar söz konusu değildir.



Şekil 6.29. Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken bel grafiği

Şekil 6.29'da kuvvetin paralel olarak bel seviyelerine kadar giderek azalır $\frac{1}{4}$ seviyelerine ulaştığı ve baş seviyesine kadar sabit devam edip baş seviyesinden itibaren minör yükselişe geçtiği görülmektedir. Bu harekette de dikeyde olduğu gibi aşağı seviyelerde riskli yüke maruz kalındığı, fakat bu sefer kuvvetin daha fazla olduğu görülmekte bu da dikey çalışmada görülebilecek sendromların daha kuvvetli olarak ortaya çıkmasına sebep olabilir.



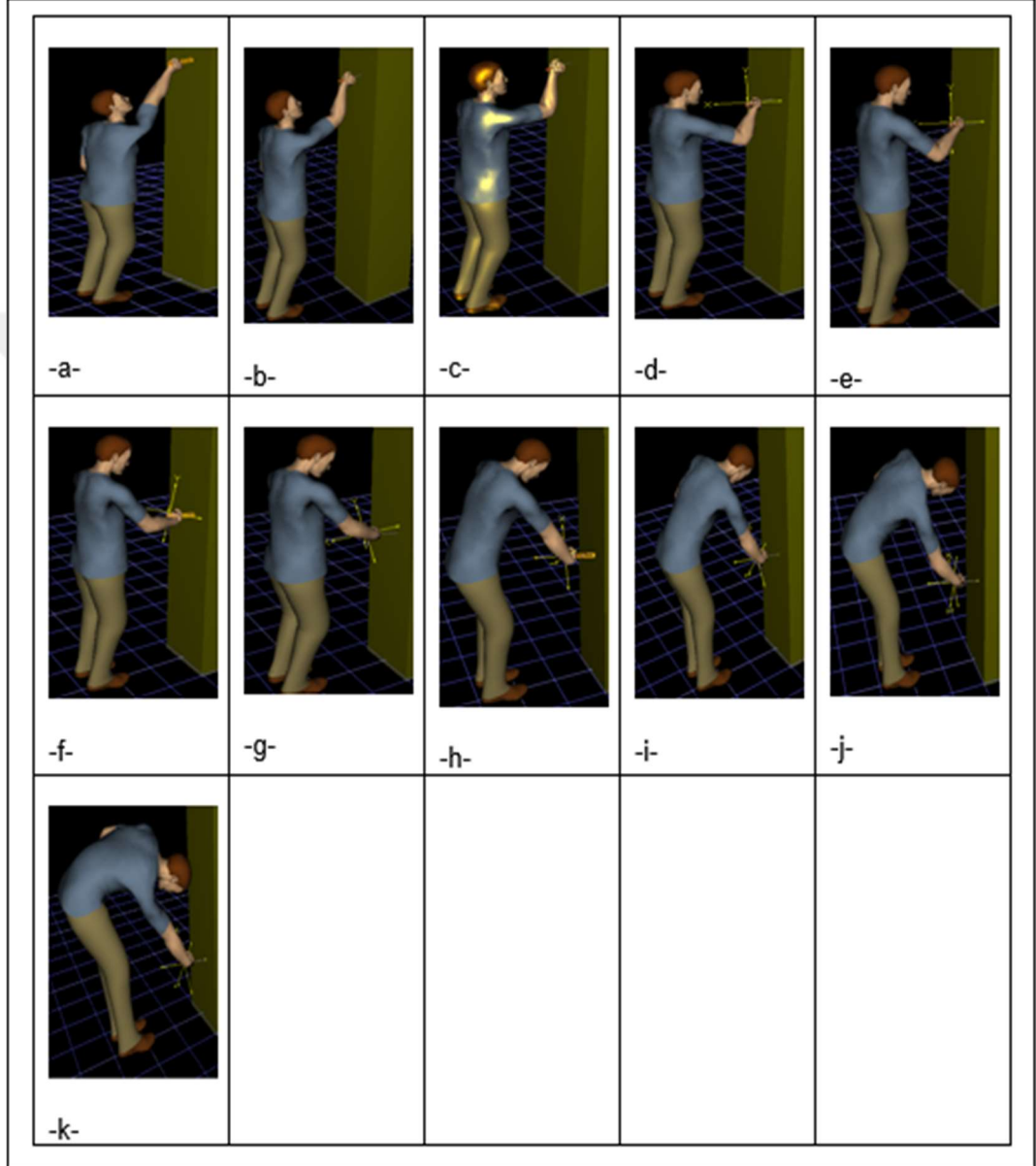
Şekil 6.30. Tornavidanın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği

Şekil 6.30'da programın endi kabul ettiği hataları olabileceğinden dolayı sonuçları yorumlamak çok doğru olmayacaktır ancak ortalama olarak değerlerin yakın olduğu görülmektedir. 8–10 dakika ortalama süre kabul edilebilir. Alt ve üst ekstremitelerde genelde daha uzun dinlenme süresine ihtiyaç duyulmaktadır.

6.5. Torna vida Yatay Yönde Ve Uzakta Tutulunca

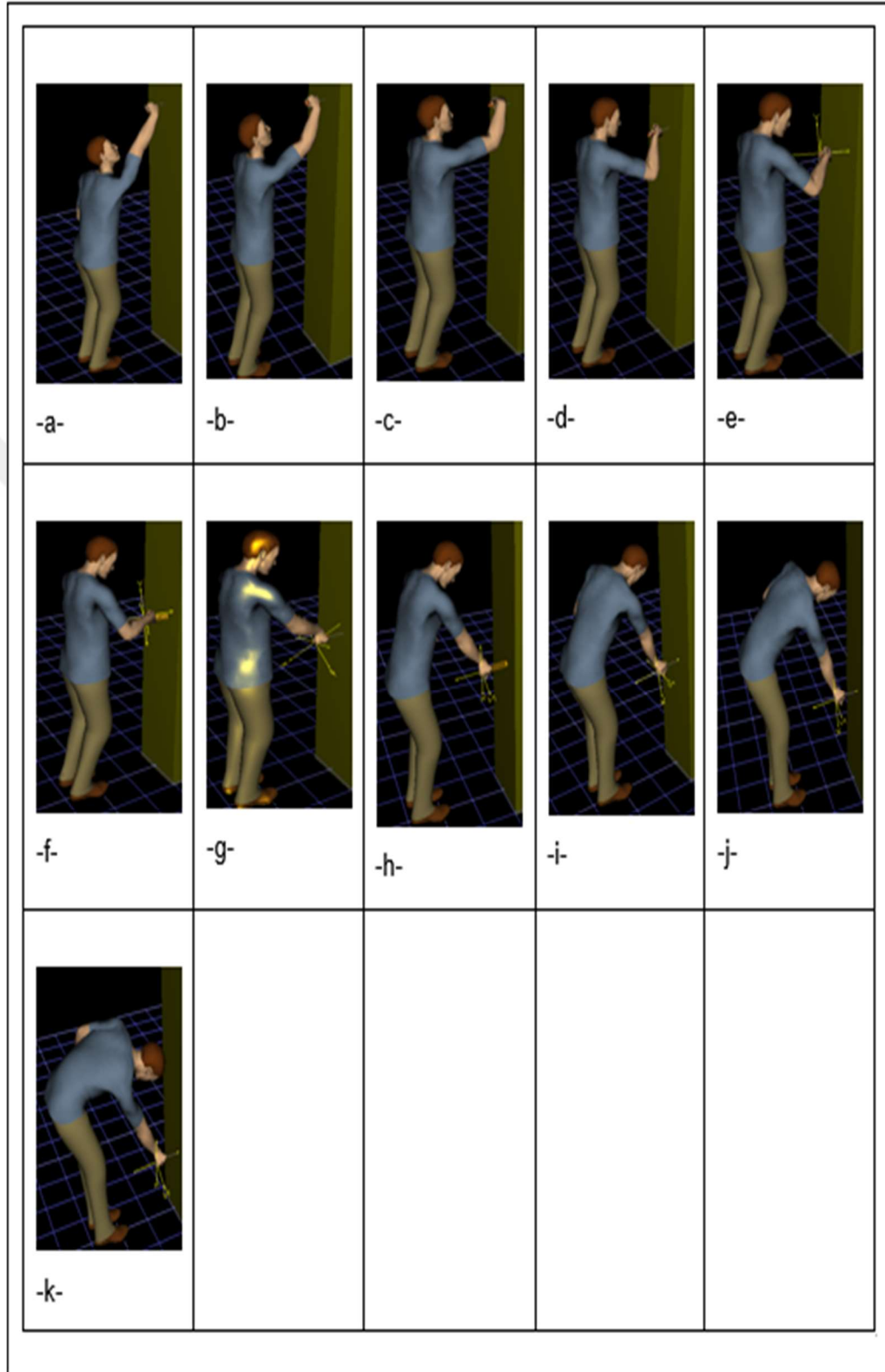
6.5.1. Hareketlerin ekran görüntüleri

6.5.1.1. Saat yönünde çevirilince



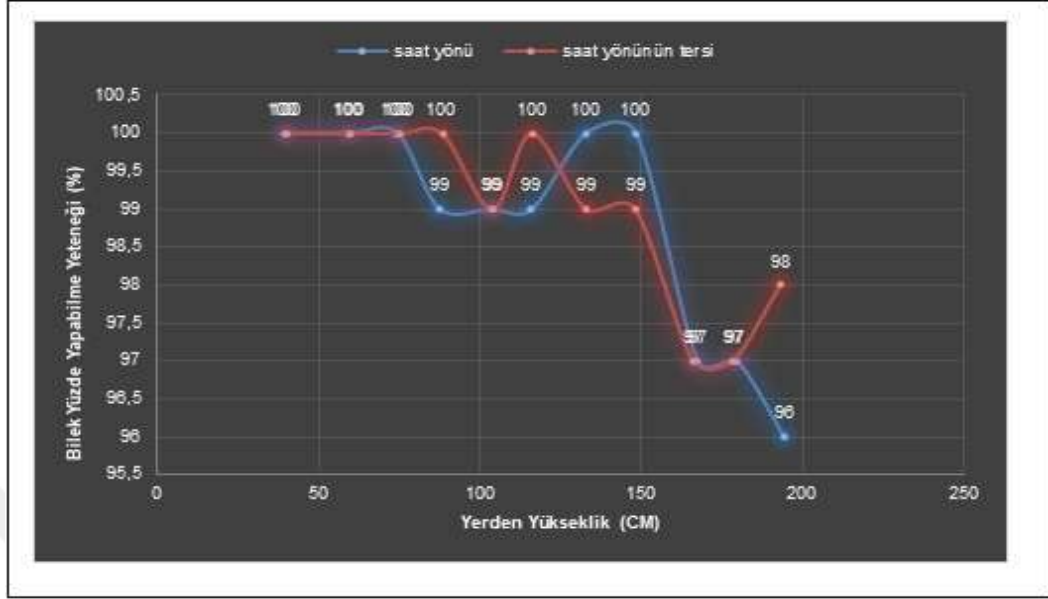
Şekil 6.31. Torna vidanın yatay yönde ve uzakta tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri

6.5.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince



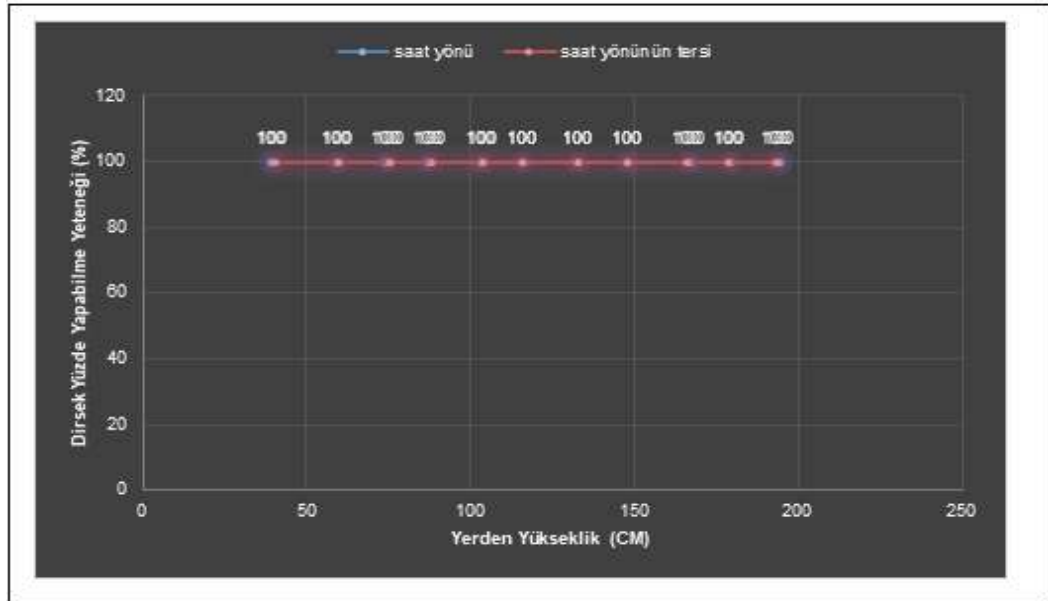
Şekil 6.32. Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri

6.5.2. Grafikler ve yorumları



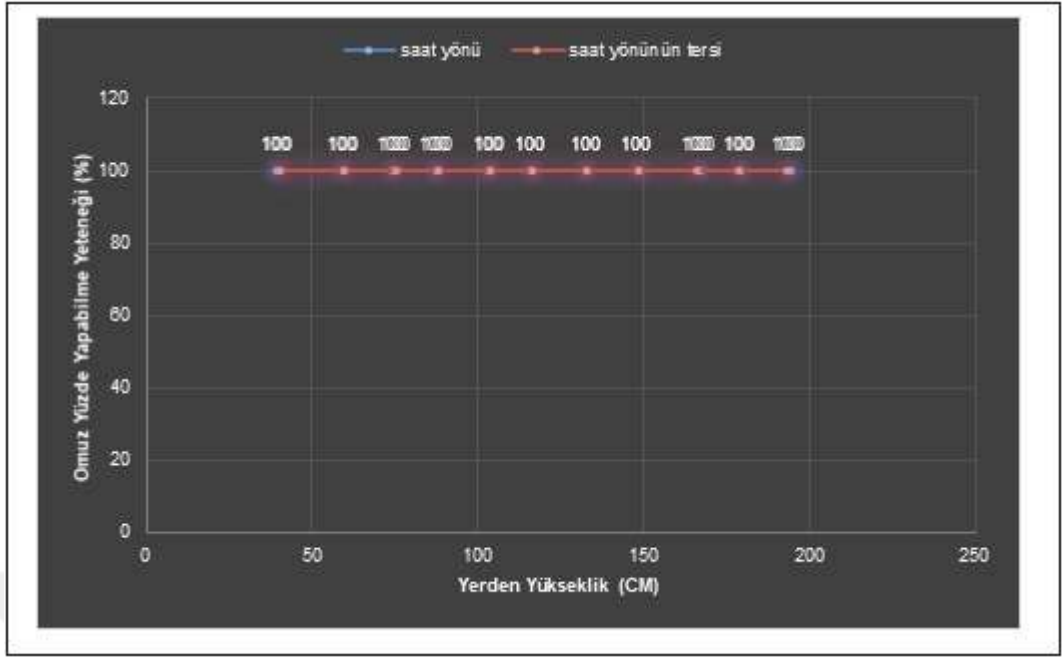
Şekil 6.33. Torna vidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken bilek grafiği

Şekil 6.33'e bakıldığında bileğin bel hizasına kadar hiç zorlanmadığı, bel hizasından baş hizasına kadar kabul edilebilir zorlanma seviyelerinde olduğu, baş seviyesinde itibaren ise minör zorlandığı görülmektedir. Bilekte ağrı, sinirlerde sıkışma olsa bile, karpal tünel sendromu olma olasılığı yok denecek kadar azdır. De Quervain tenosinoviti görülebilir.



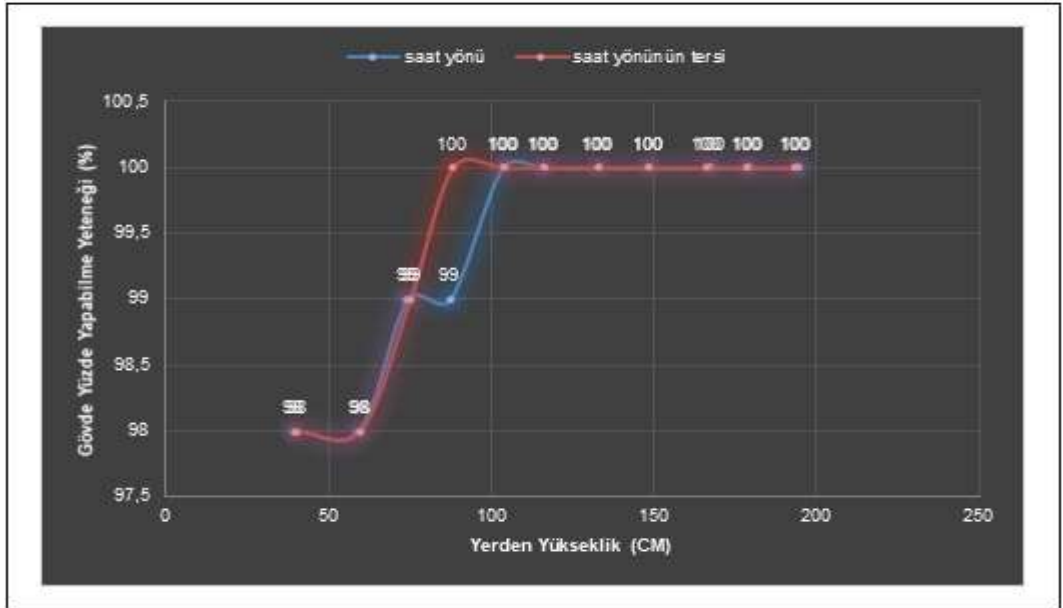
Şekil 6.34. Torna vidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken dirsek grafiği

Şekil 6.34'de dirsekte hiçbir şekilde zorlanma olmadığı görülmektedir.



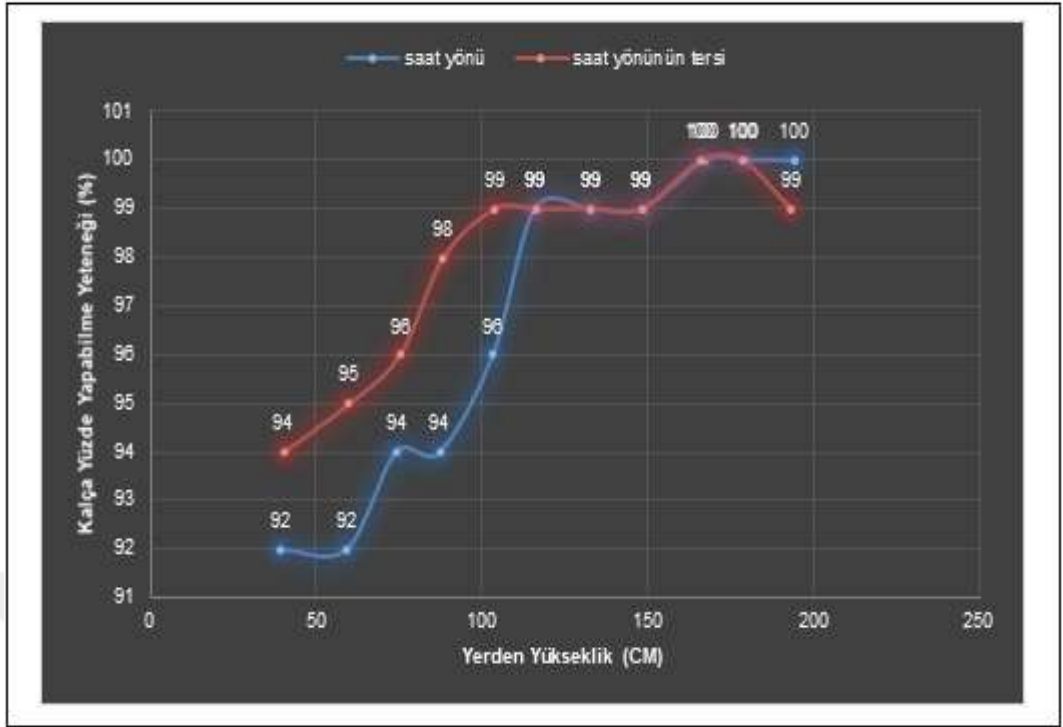
Şekil 6.35. Torna vidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken omuz grafiği

Şekil 6.35’de omuzda hiçbir şekilde zorlanma olmadığı görülmektedir.



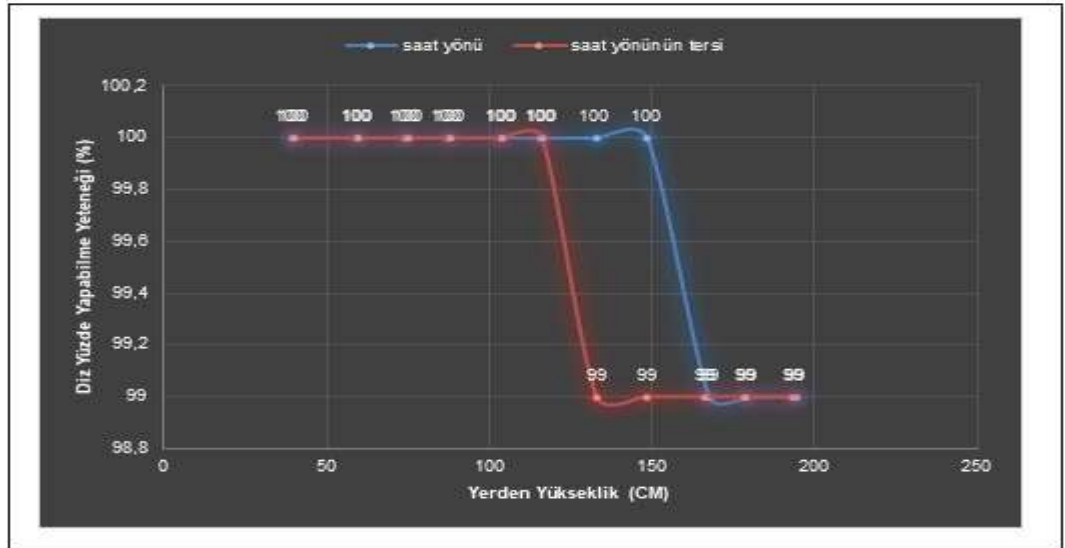
Şekil 6.36. Torna vidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken gövde grafiği

Şekil 6.36’da gövdenin bel seviyesinin altında minör zorlanıp bel seviyesinden itibaren hiç zorlanmadığı görülmektedir. Her iki yönde de paralel bir değişim izlenmektedir. Eğilmeden dolayı bel ağrısı görülebilir.



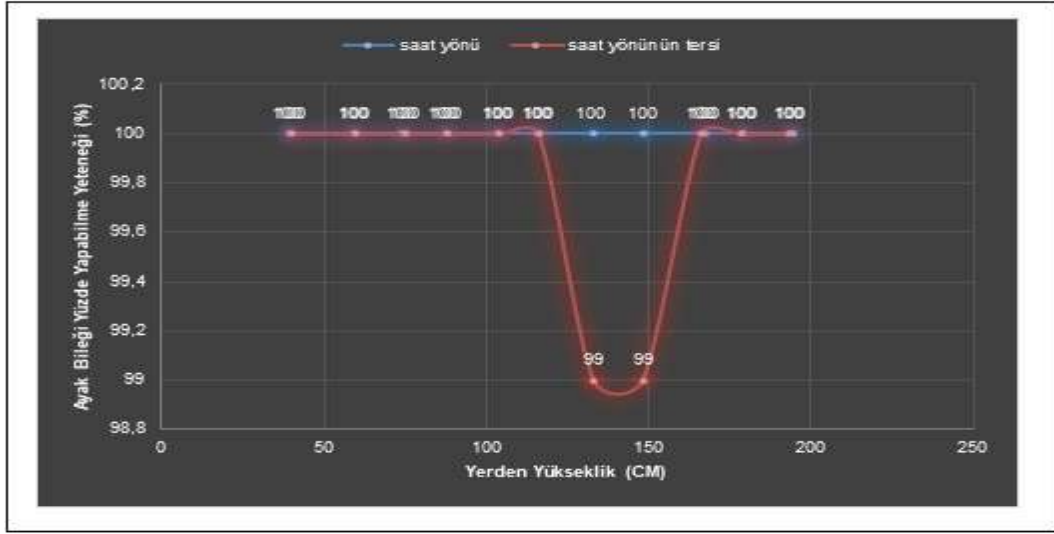
Şekil 6.37. Torna vidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken kalça grafiği

Şekil 6.37’de kalçanın her iki yönde paralel olarak zorlanma gösterdiği ve bel hizasına kadar zorlanmanın azaldığı sonrasında zorlanmadığı görülmektedir. Aşağı seviyelerde çalışırken kalça eklemi ağrıları görülebilir.



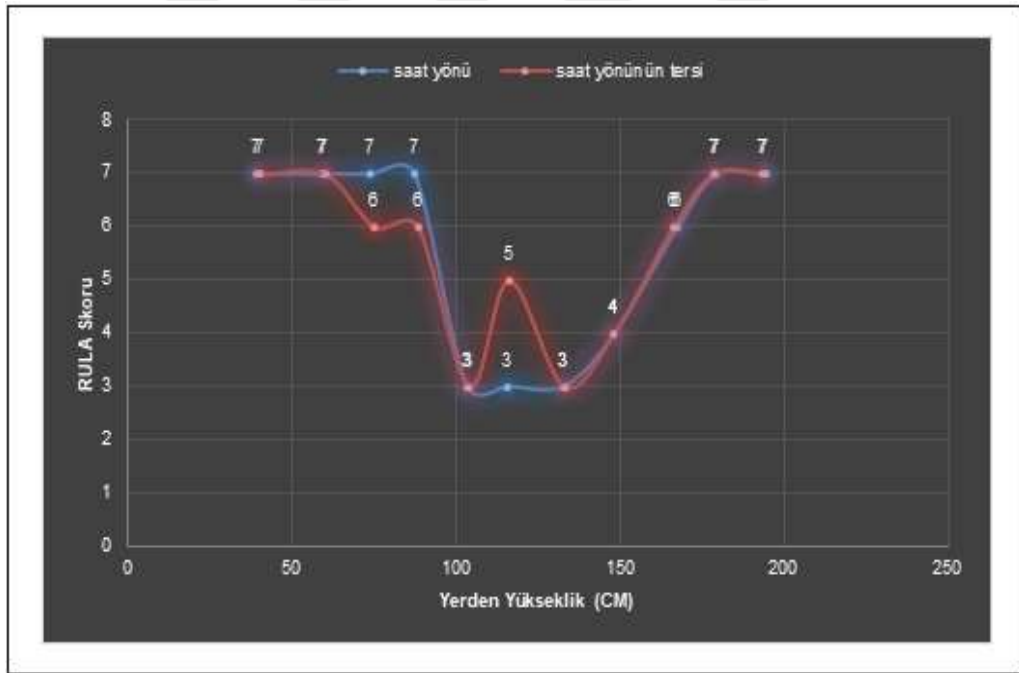
Şekil 6.38. Torna vidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken diz grafiği

Şekil 6.38’de dizin bel hizasına kadar hiç zorlanmadığı, bel hizasından sonra kabul edilebilir seviyede zorlandığı görülmektedir.



Şekil 6.39. Torna vidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği

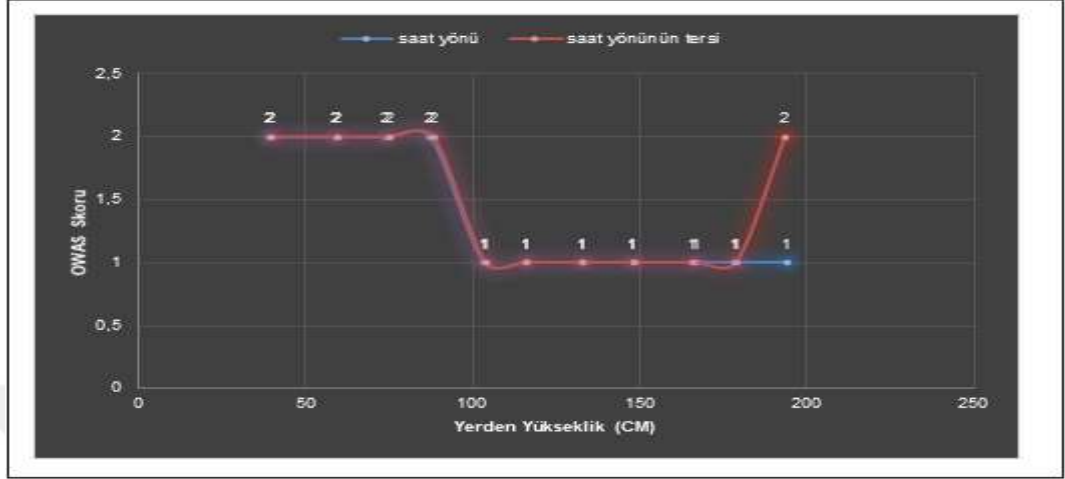
Şekil 6.39'da ayak bileğinin saat yönünde hiç zorlanmadığı, saat yönünün tersinde ise gövde seviyelerinde kabul edilebilir seviyede zorlandığı görülmektedir.



Şekil 6.40. Torna vidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken rula skoru grafiği

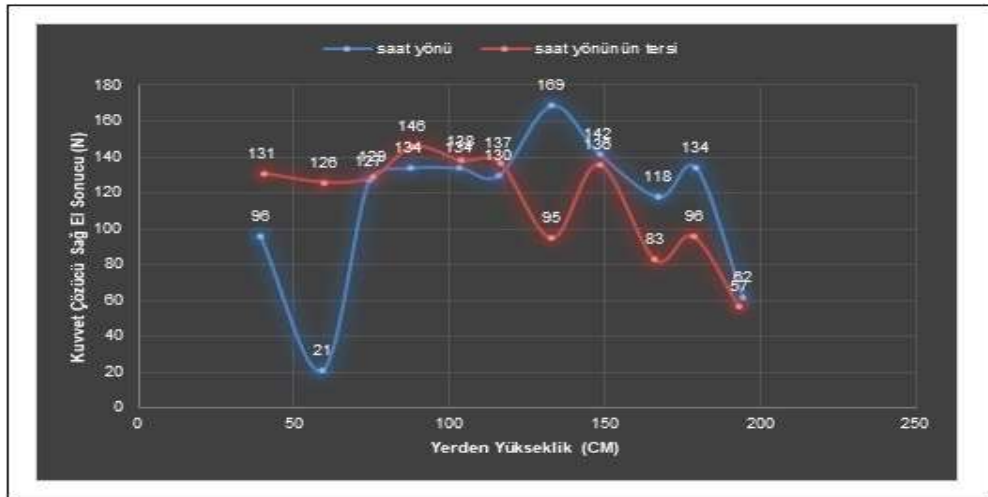
Şekil 6.40'da vücudun rula değerlendirmesine göre bel altı ve kafa üstü bölgelerinin yüksek riskte olduğu, gövde civarının ise düşük riskte olduğu görülmektedir. Saat yönü ve saat yönü tersi paralel sonuç gösterirken, bel altında daha az riskli bölgeye geçiş yaptığı, gövde civarında ise daha riskli bir bölge olan orta riskli bölgeye geçiş

yaptığı görülmektedir. Her iki yönde bel altı ve baş bölgesindeki çalışmalarda karpal tünel sendromu, tenisçi dirseği, bilek tenosinoviti görülebilirken, bel ve karın arasındaki seviyede saat yönünün tersinde hafif omuz–sırt ağrısı ortaya çıkabilir.



Şekil 6.41. Torna vidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken owas skoru grafiği

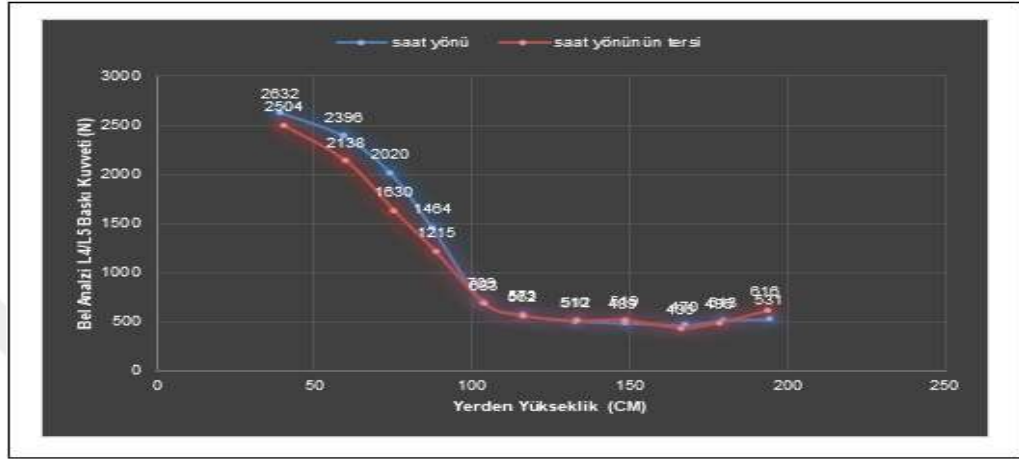
Şekil 6.41’de vücudun owas skoruna göre bel altı bölgelerindeki çalışmalarında iyileştirmeye ihtiyaç duyduğu ancak sonrasında hareketin iyileştirmeye ihtiyaç duymadığı görülmektedir. Saat yönünün tersinde ise baş hizasını geçtikten sonra iyileştirmeye ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bel altındaki çalışmalarda nadiren rahatsızlık görülebilir. Tekrarlı ve uzun süreli çalışmalardan kaçınmak gerekir.



Şekil 6.42. Torna vidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken sağ el grafiği

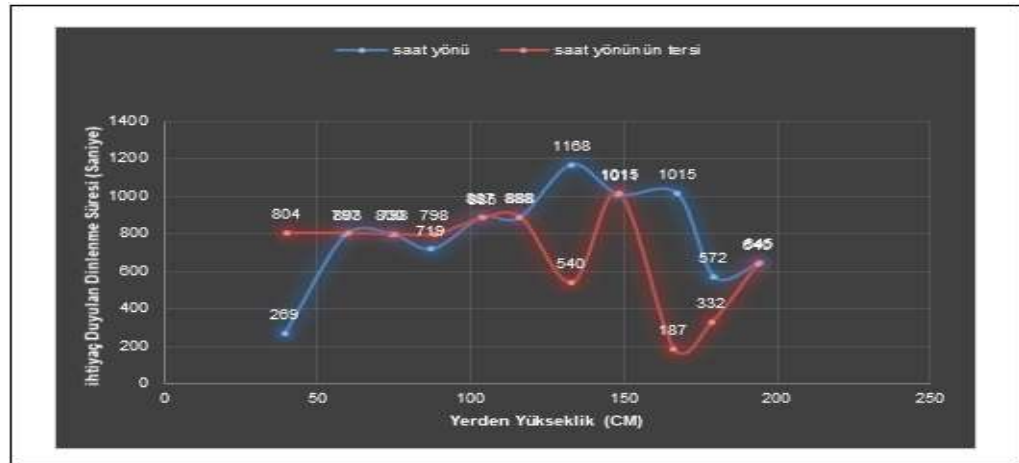
Şekil 6.42’de saat yönünde bel altında daha alt değerler gösterdiği, bel üstünün sonrasında ise daha üstte değerler gösterdiği görülmektedir. Saat yönünün tersinde

isebel altında daha yüksek değerler görülürken bel üstünden sonra baş seviyesine doğru değerler giderek azalmıştır. Yine burada da dikeydeki gibi büyük kuvvetler olmayıp, saat yönünün tersinde hafif sendromlar, De Quervain tenosinoviti (baş parmak tendon sıkışması), karpal tünel sendromu (bilekte sinir sıkışması) gibi rahatsızlıklar ortaya çıkabilir.



Şekil 6.43. Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken bel grafiği

Şekil 6.43'de kuvvetin paralel olarak bel seviyelerine kadar giderek azalıp 1/5 seviyelerine ulaştığı ve baş seviyesine kadar sabit devam edip baş seviyesinden itibaren minör yükselişe geçtiği görülmektedir. Tornavida yatay yakın ile aynı kuvvetlerden dolayı benzer bel, duruş Rahatsızlıklarına yol açabileceği söylenebilir.



Şekil 6.44. Tornavidanın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği

Şekil 6.44'e göre ihtiyaç duyulan süre; saat yönü için diz seviyesinden bel seviyesine kadar önce artmış, 3 kat civarlarına çıkmış, sonrasında gövde hizasında artış gösterip sabit devam etmiş ve baş seviyesine kadar paralel bir şekilde sabit devam etmiş,

sonrasında düşüş yaşanmıştır. Saat yönünün tersi için ise gövde hizasına kadar sabit değerler elde edilmiş sonrasında grafik gövde seviyesinde düşüş yaşayıp boyun hizasında pik yapmış ve baş seviyesinde ciddi bir düşüşe geçmiş ve sonrasında normal değerlere doğru artan bir eğilim göstermiştir. Saat yönünde bel üstü bölgesindeki çalışmada 19 dakikaya varan dinlenmeler tavsiye edilmekte, saatin tersi yönde daha düşük dinlenmeler ortalama (13–14 dakika) yeterli görülmektedir. Yukarı seviyelerdeki çalışmada süre hızla azalıp 3–4 dakikalara düşmektedir.

6.6. Anahtar Dikey Yönde Ve Yakında Tutulunca

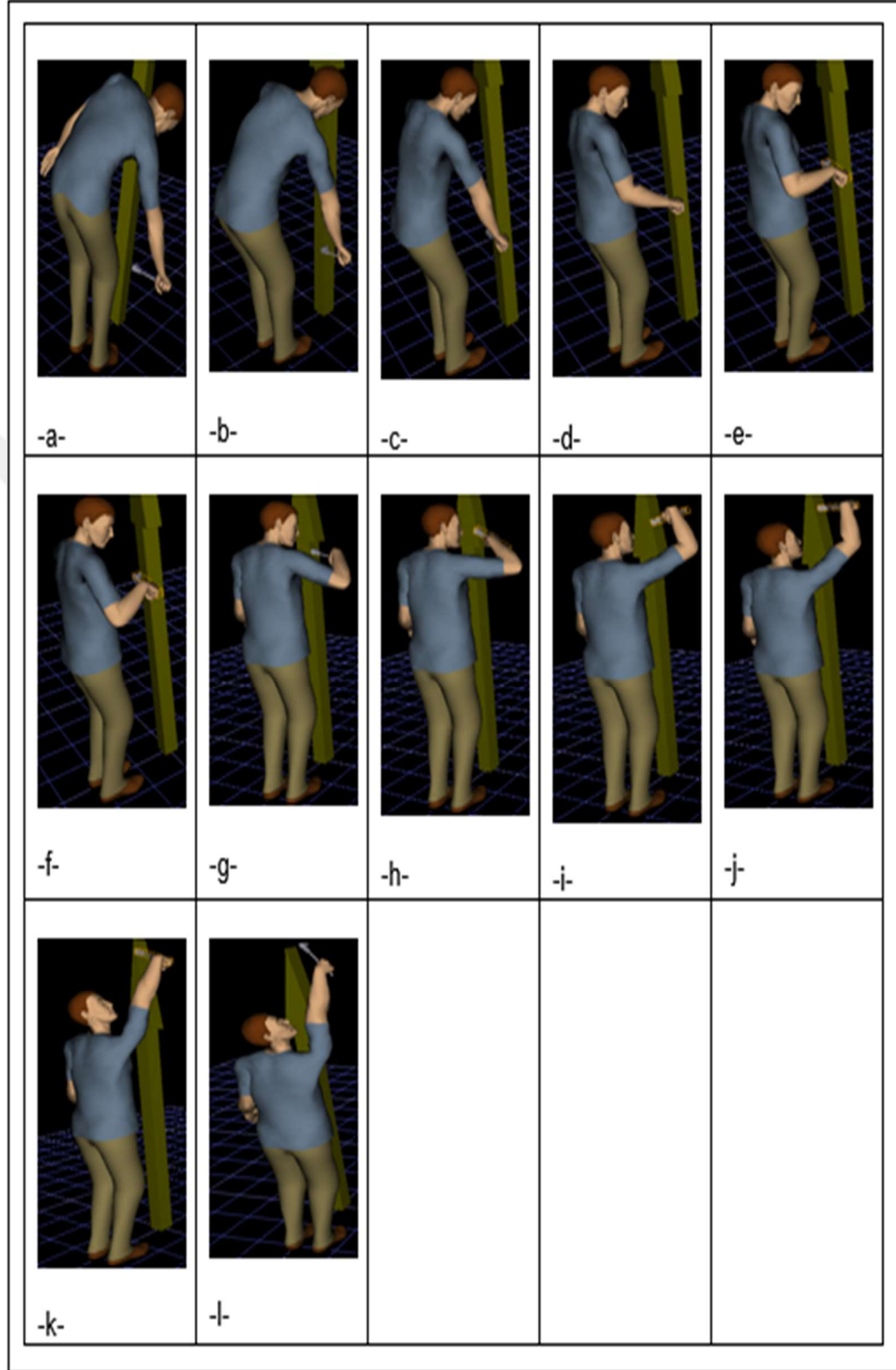
6.6.1. Hareketlerin ekran görüntüleri

6.6.1.1. Saat yönünde çevirilince



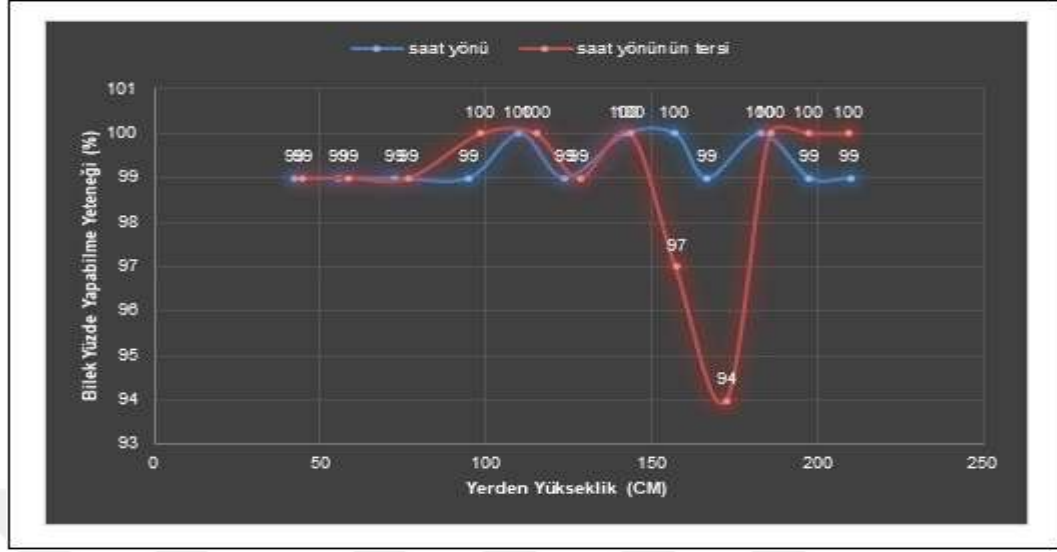
Şekil 6.45. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri

6.6.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince



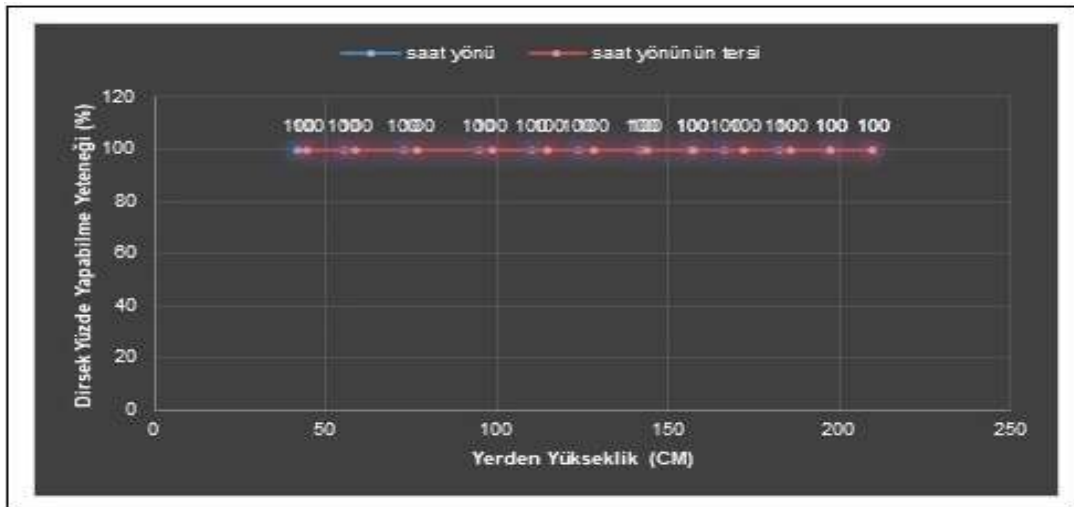
Şekil 6.46. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri

6.6.2. Grafikler ve yorumları



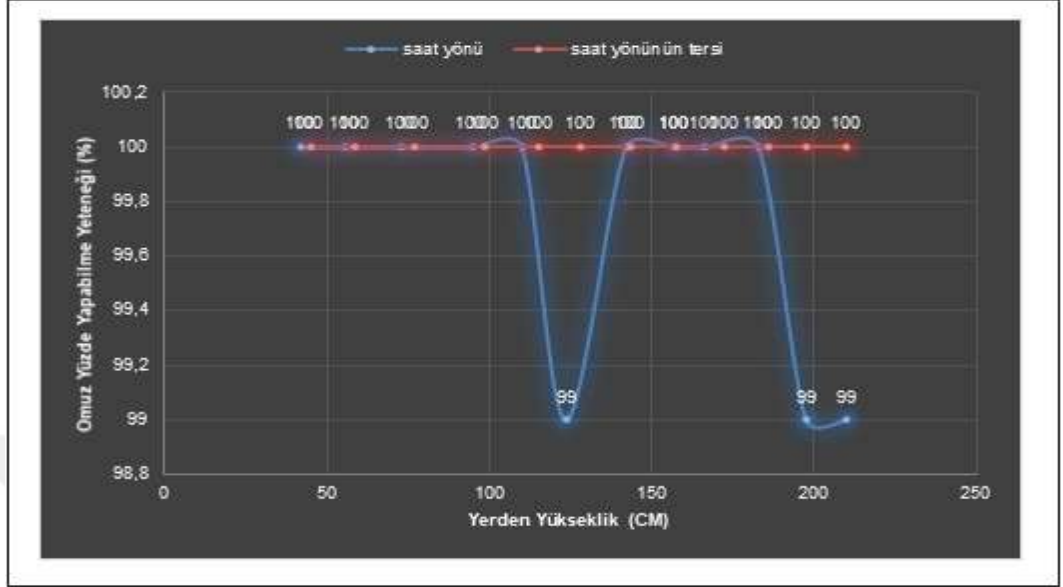
Şekil 6.47. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken bilek grafiği

Şekil 6.47'e bakıldığında bileğin bel altındaki hizalarda kabul edilebilir zorlanma gösterdiği, sonrasında ise saat yönü için dalgalanmalı olarak hiç zorlanmadığı ya da kabul edilebilir zorlanma gösterdiği görülmektedir. Saat yönü için ise bel üstünde saat yönünden farklı olarak baş seviyesinde zorlanmalar görülmektedir. Bileğin bel altı seviyelerinde her iki yönde zorlanmaksızın çalışmakta olduğu, saat yönünün tersinden itibaren ise göğüs hizasından itibaren hızla zorlanmaya geçtiği baş hizasından ise tersine zorlanmanın düzeldiği görülmektedir. Uzun tekrarlarda De Quervain tenosinoviti görülebilir.



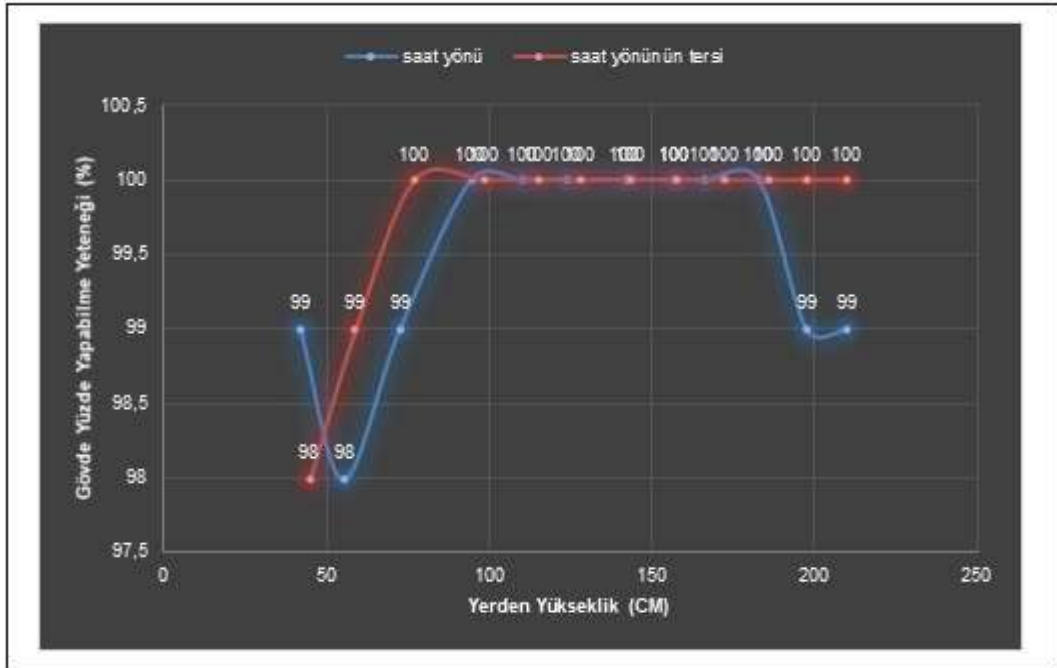
Şekil 6.48. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken dirsek grafiği

Şekil 6.48'e bakıldığında dirseklerin hiçbir şekilde zorlanmaya maruz kalmadıkları görülmektedir.



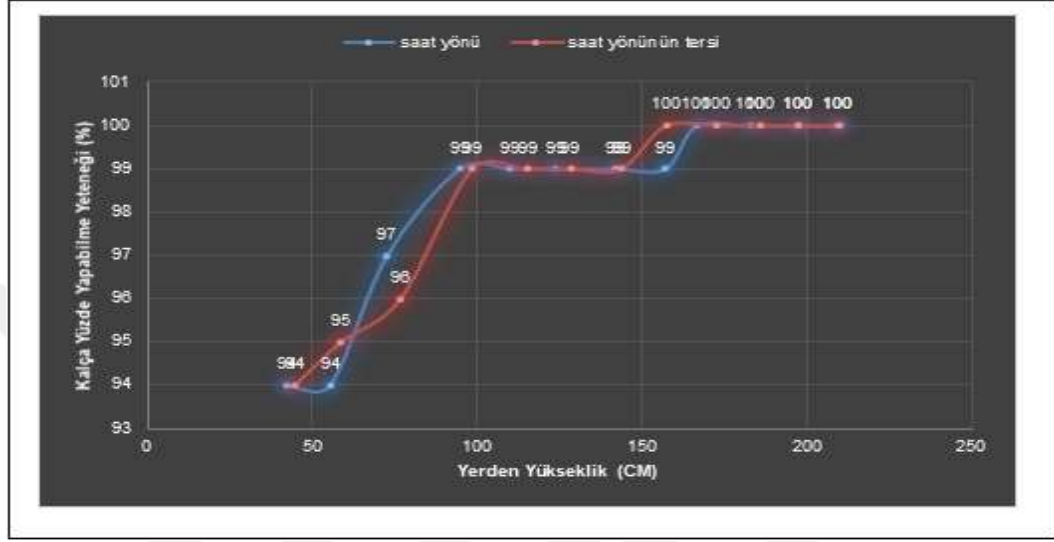
Şekil 6.49. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken omuz grafiği

Şekil 6.49'a bakıldığında omuzların saat yönünün tersi için hiçbir şekilde zorlanmadıkları, saat yönü için ise gövde ve baş üstü seviyelerinde kabul edilebilir zorlanmalar gösterdikleri görülmektedir. Zorlanma hiç yok, denge daha iyidir.



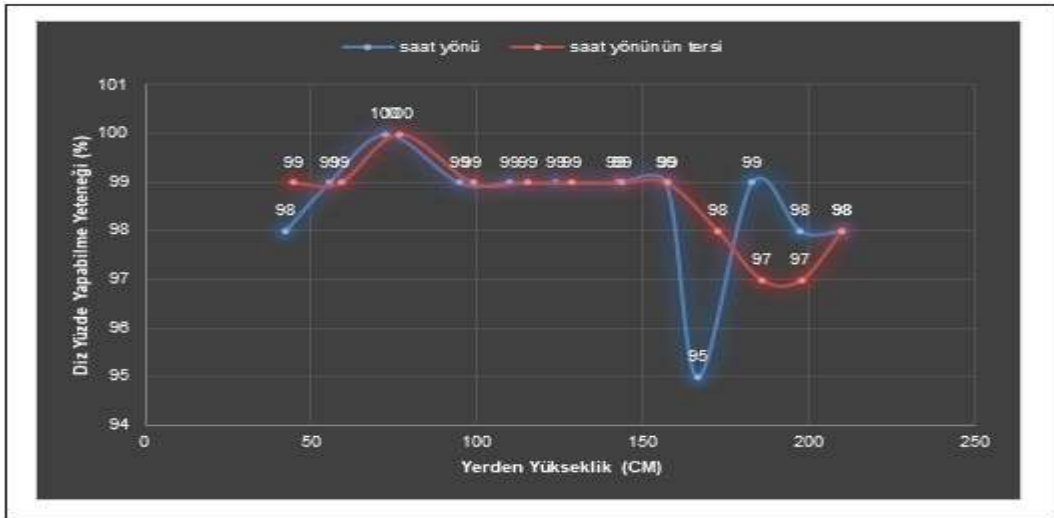
Şekil 6.50. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken gövde grafiği

Şekil 6.50'e bakıldığında gövdenin bel hizasına kadar minör ve kabul edilebilir zorlanmalar gösterdiği, sonrasında baş hizasına kadar hiçbir zorlanma görülmezken, saat yönünün tersindeki hareket bu değeri korumuş, saat yönü ise baş üstünde kabul edilebilir zorlanmalar göstermiştir. Aşağı seviyelerdeki çalışmada hafif bel ve diz ağrıları görülebilir.



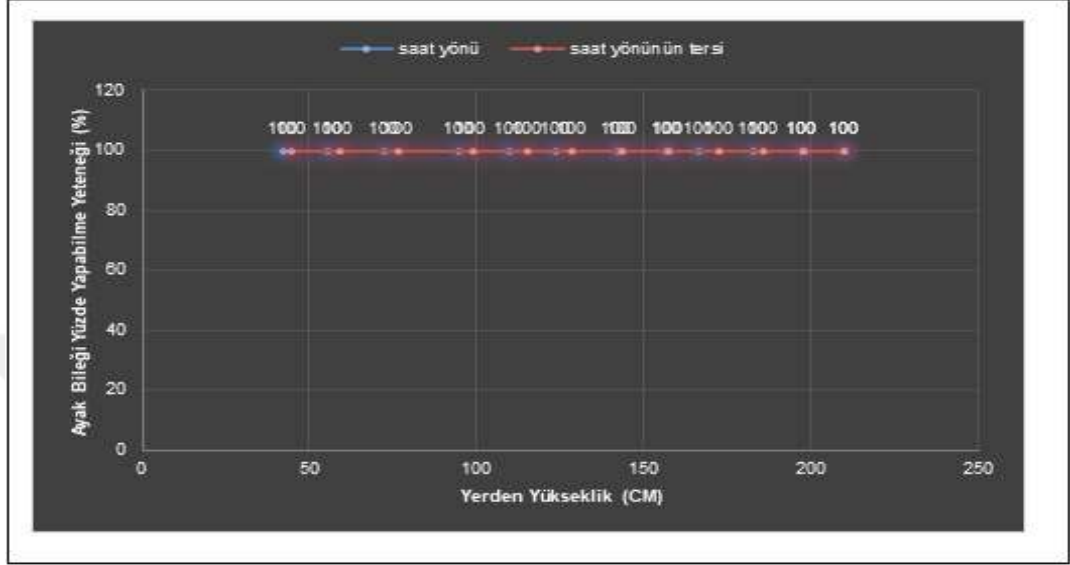
Şekil 6.51. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken kalça grafiği

Şekil 6.51'de kalçadaki zorlanmanın bel hizasına kadar giderek azaldığı, bel seviyesinden boyuna kadar olan kısmın kabul edilebilir miktarda zorlandığı boyundan itibaren paralel olarak zorlanmayan bir grafik çizdiği görülmektedir. Dize yakın yerlerdeki çalışmalarda kalça eklemi ve kaslarında ağrı ortaya çıkabilir.



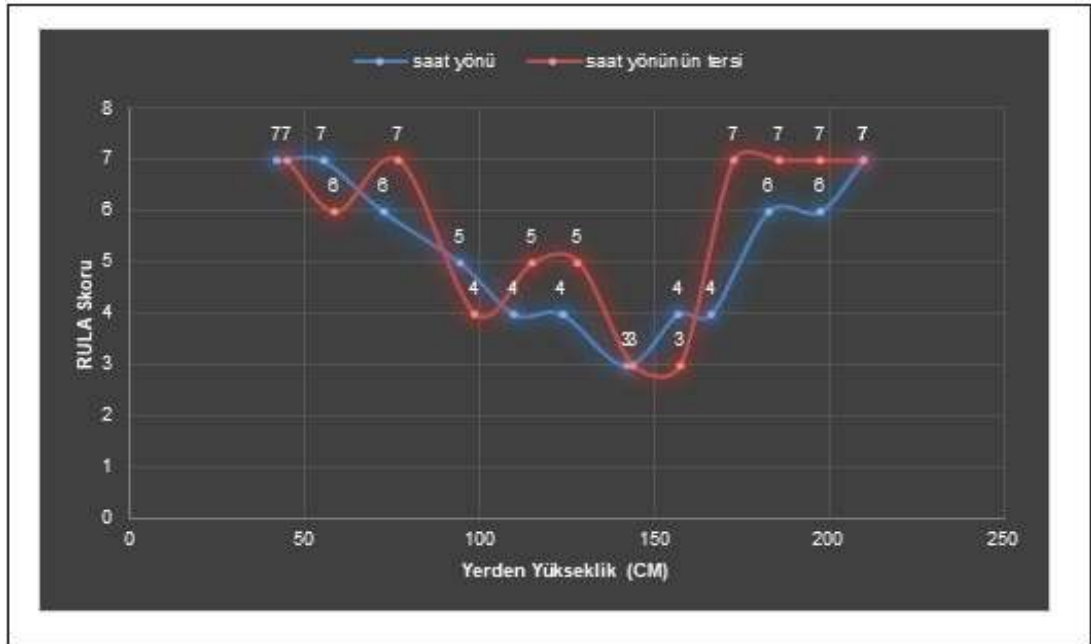
Şekil 6.52. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken diz grafiği

Şekil 6.52'e bakıldığında dizin bel hizasına kadar minör ve kabul edilebilir zorlanmalar, gövde seviyelerinde kabul edilebilir zorlanmalar gösterdiği görülmektedir. Gövde hizasından sonra ise minör zorlanmalar görülmektedir. Saat yönünde çene hizasında diz bağlarında hafif ağrılar görülebilir.



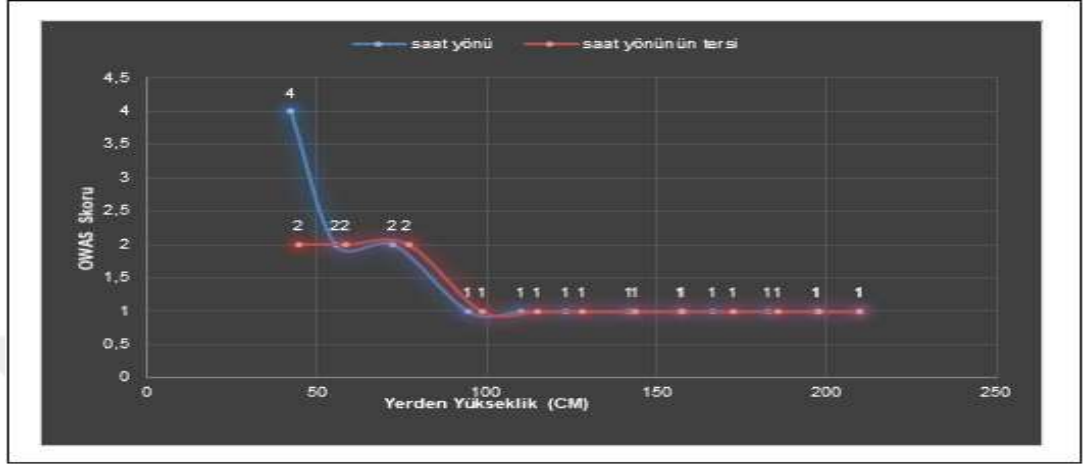
Şekil 6.53. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği

Şekil 6.53'e bakıldığında ayak bileğinde hiçbir şekilde zorlanma olmadığı görülmektedir.



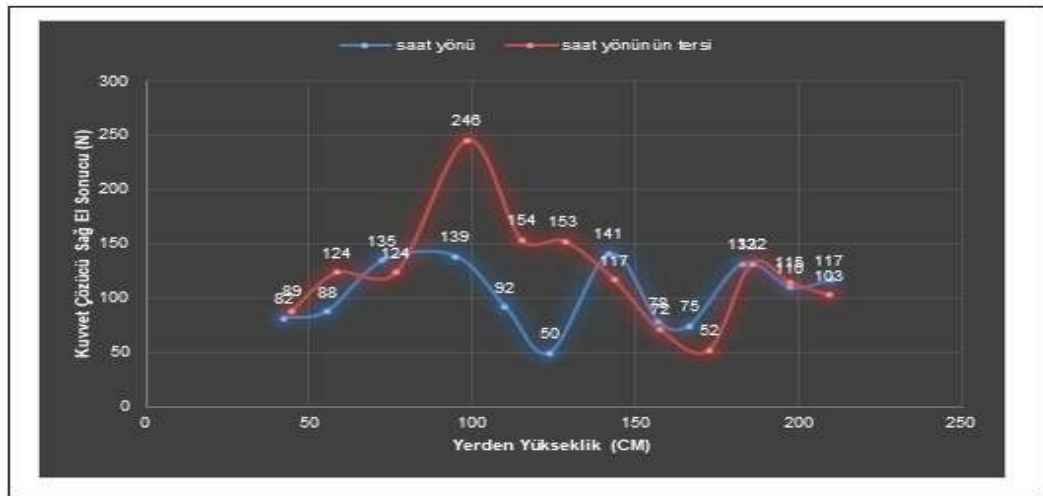
Şekil 6.54. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken rula skoru grafiği

Şekil 6.54'e genel olarak bakıldığında bel üstü ve gövde civarlarında düşük ve orta riskler görülürken vücudun alt ve üst kısımlarına doğru giderek artan ve yüksek risk içeren değerler görülmektedir. Dikey ve uzak ile benzer rahatsızlıklar ortaya çıkabilir. Boyunda ağrı ve tutukluk görülebilir.



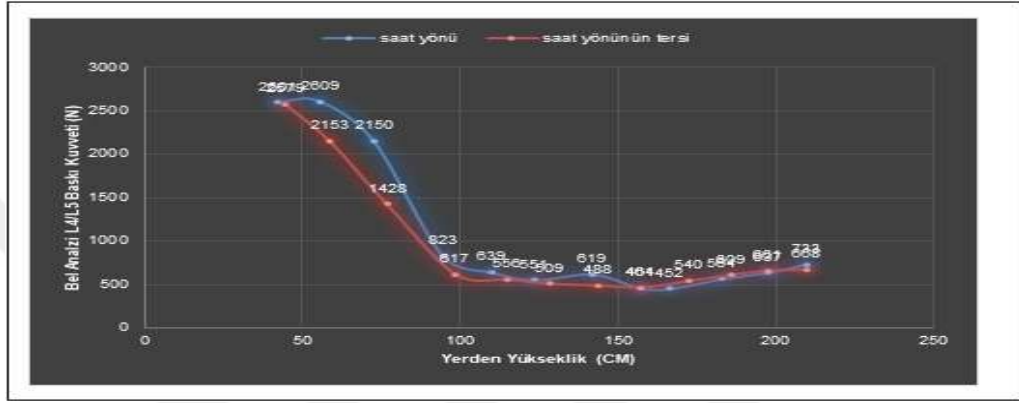
Şekil 6.55. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken owas skoru grafiği

Şekil 6.55'e bakıldığında değerlerin her iki yön için yaklaşık olarak paralel olduğu, diz mesafesinde saat yönü için derhal değişiklik gerekirken saat yönü tersi için yakın bir sürede değişiklik gerektiği görülmektedir. Sonrasında ise her iki yön için belin hemen altına kadar yakın bir sürede değişiklik gerektiği, bel ve sonrasında ise değişikliğe ihtiyaç duyulmadığı görülmektedir. Saat yönünde diz seviyesinde diz eklem ve bağlarında ağrı ve uzun sürede zedelenme, ellerde ve dirseklerde karpal tünel sendromu ve ağırlar ile uzun süreli çalışmalarda donuk omuz görülebilir.



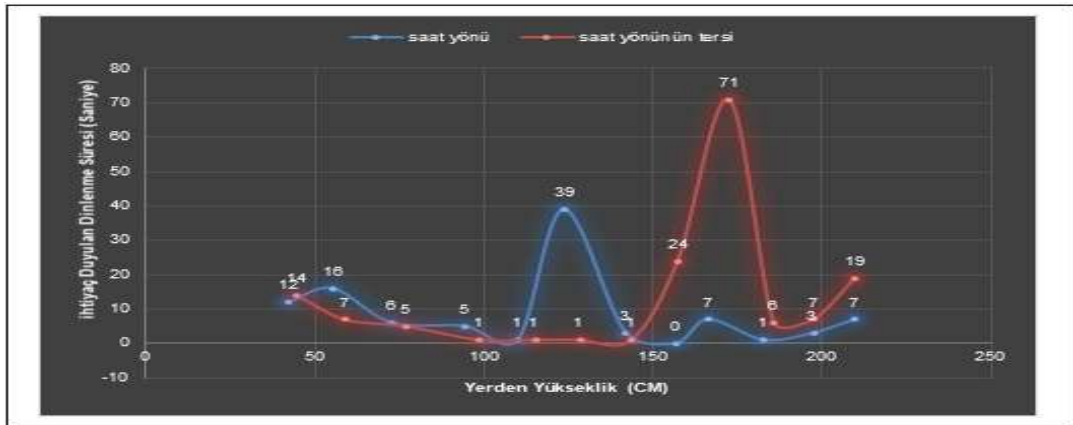
Şekil 6.56. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken sağ el grafiği

Şekil 6.56'da her iki yönün de yaklaşık olarak aynı grafikleri çizdiği ve 50-150 aralığında değerler sergileyerek dalgalanmalı bir grafik çizdiği görülmektedir. Saat yönünün tersi, grafiğe aykırı gelerek pik yaparak bel hizasında 250 civarında bir değer göstermiştir. Anahtar da tornavidanın aksine saat yönünün tersinde bel seviyesinde büyük kuvvetlere ulaşılmış olup bu yön risk ortaya çıkarmaya adaydır. Baş parmak tendon sıkışması tenisçi dirseği (dirsek civarında ağrı) ortaya çıkabilir. Tekrarlı hareketlerden kaçınılmalıdır.



Şekil 6.57. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken bel grafiği

Şekil 6.57'de kuvvetin paralel olarak bel seviyelerine kadar giderek azalıp 1/5 seviyelerine ulaştığı ve baş seviyesine kadar sabit devam edip baş seviyesinden itibaren minör yükselişe geçtiği görülmektedir. Tornavida yatay hareketi ile benzer kuvvetlerden dolayı benzer sendromlar ortaya çıkarabilir. Bunlar lordoz (omurga eğriliği) başlangıcı, belde sinir sıkışması (fıtık) duruş bozukluğu gibi rahatsızlıklardır. Tekrarsız ve dinlenmeli çalışmalar tercih edilmelidir.



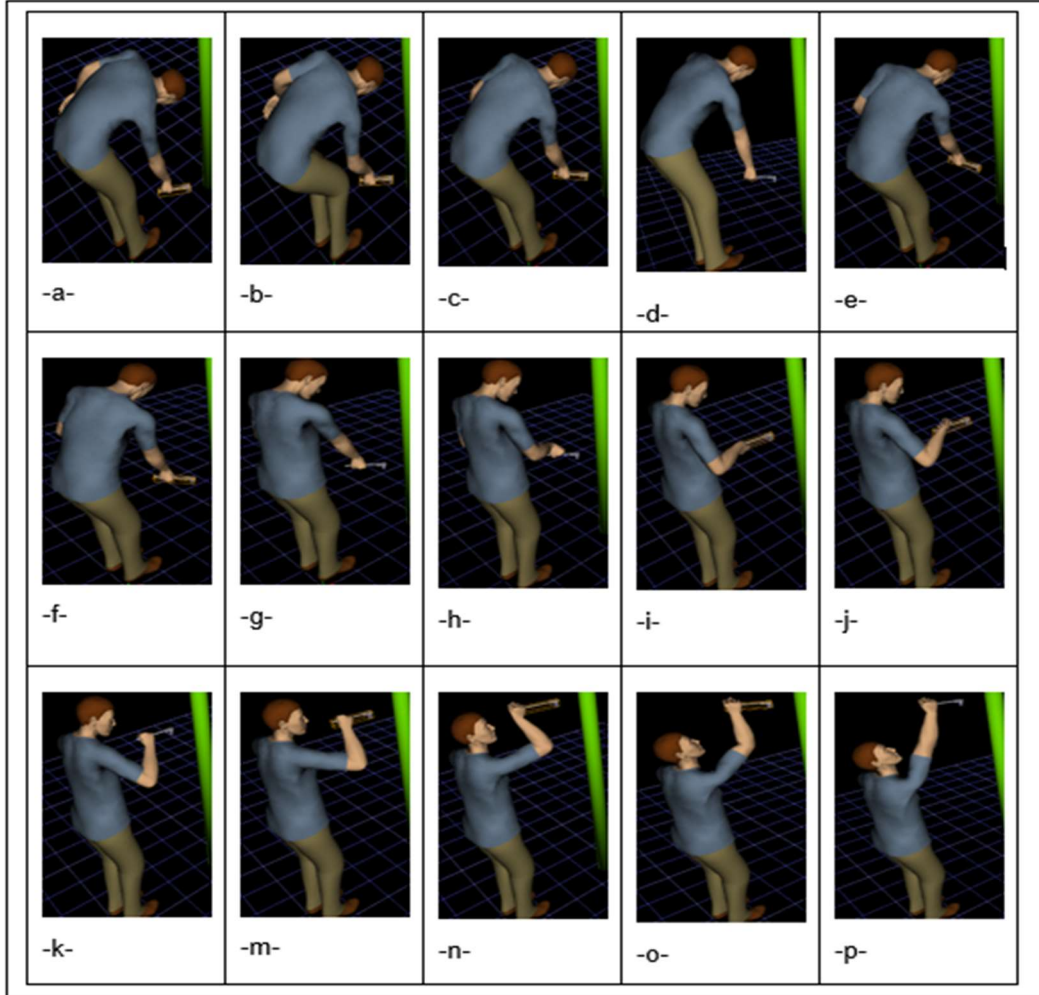
Şekil 6.58. Anahtarın dikey yönde ve yakında tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği

Şekil 6.58'de her iki yön paralel eğilim göstermiştir. İhtiyaç duyulan süre; bel seviyesine kadar önce azalmış sonrasında saat yönü için gövde seviyesinde aniden yükselerek bir pik yapmıştır ve normal seviyelere indikten sonra ufak bir artışla devam etmiştir. Saat yönünün tersi için ise baş hizasında ani bir pik yaparak artış göstermiş ve düşüşten sonra küçük bir artışla harekete devam etmiştir. Bu çalışmada dinlenme süreleri oldukça düşük olarak önerilmiştir. Genel seyri 5-6 sn süresindedir. Tepe noktalarında bile 30 ve 71 sn'lik dinlenmeler yeterli görülmüştür.

6.7. Anahtar Yatay Yönde Ve Yakında Tutulunca

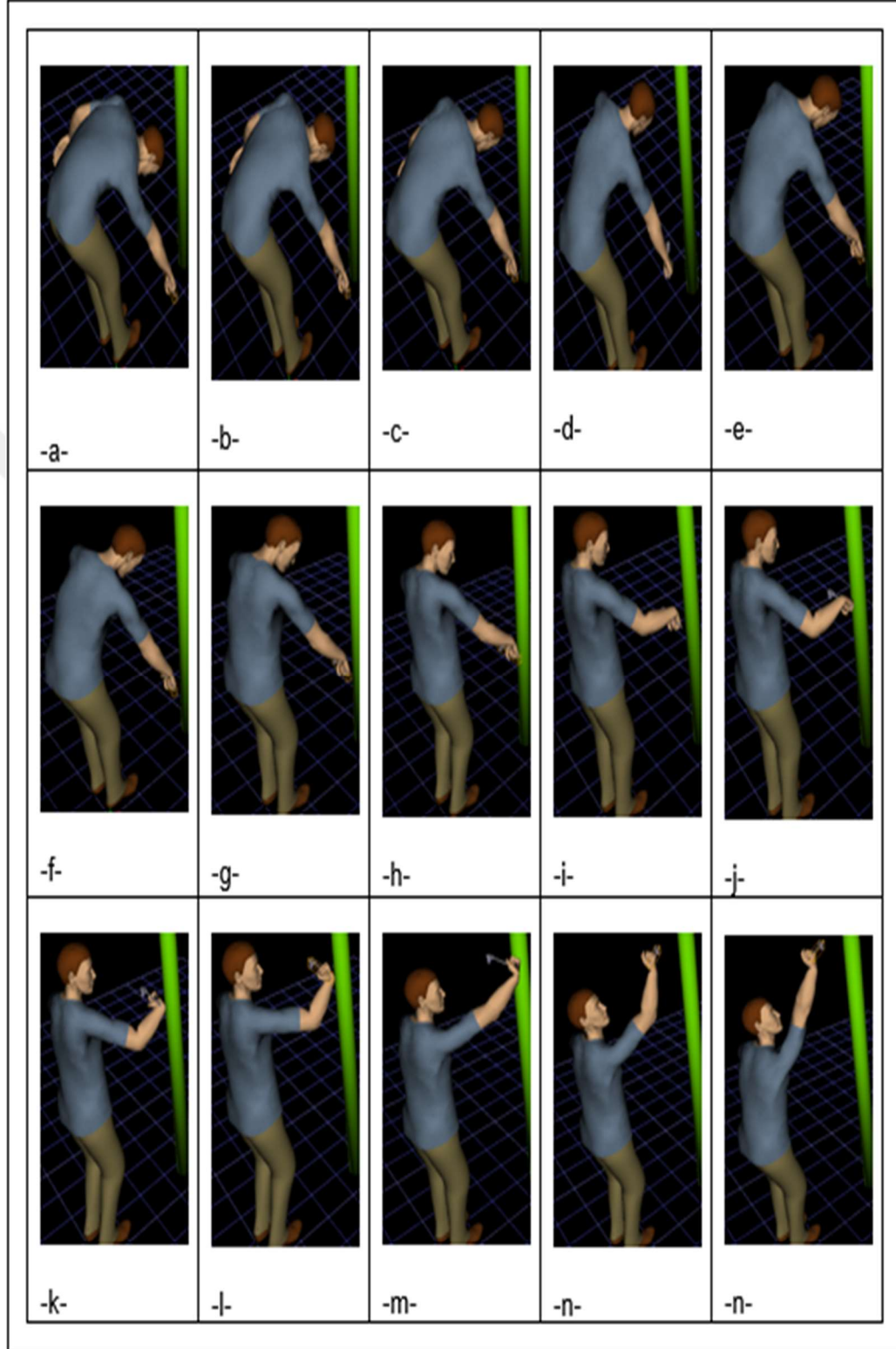
6.7.1. Hareketlerin ekran görüntüleri

6.7.1.1. Saat yönünde çevirilince



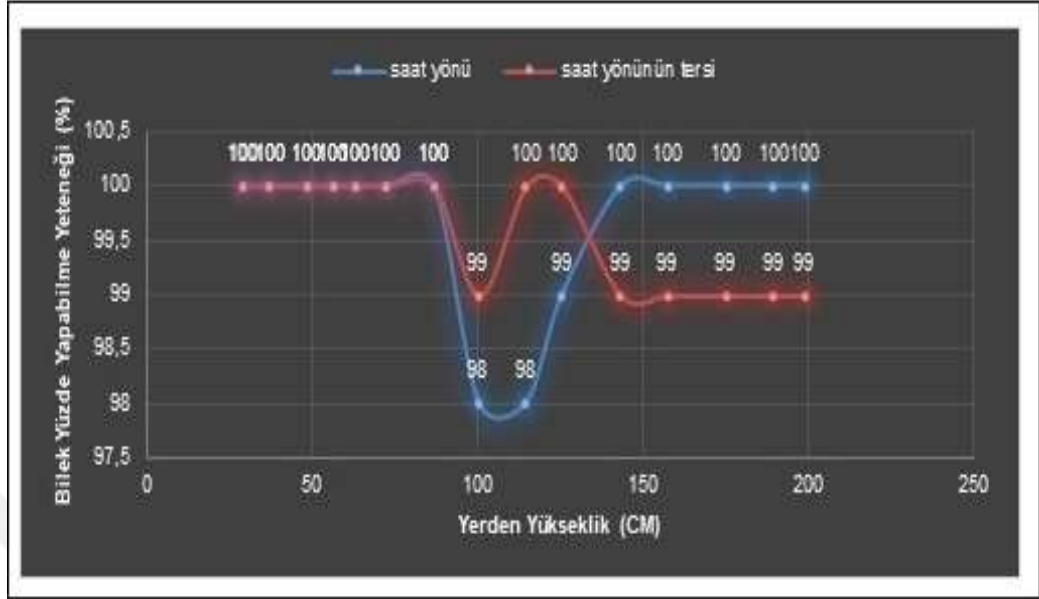
Şekil 6.59. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri

6.7.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince



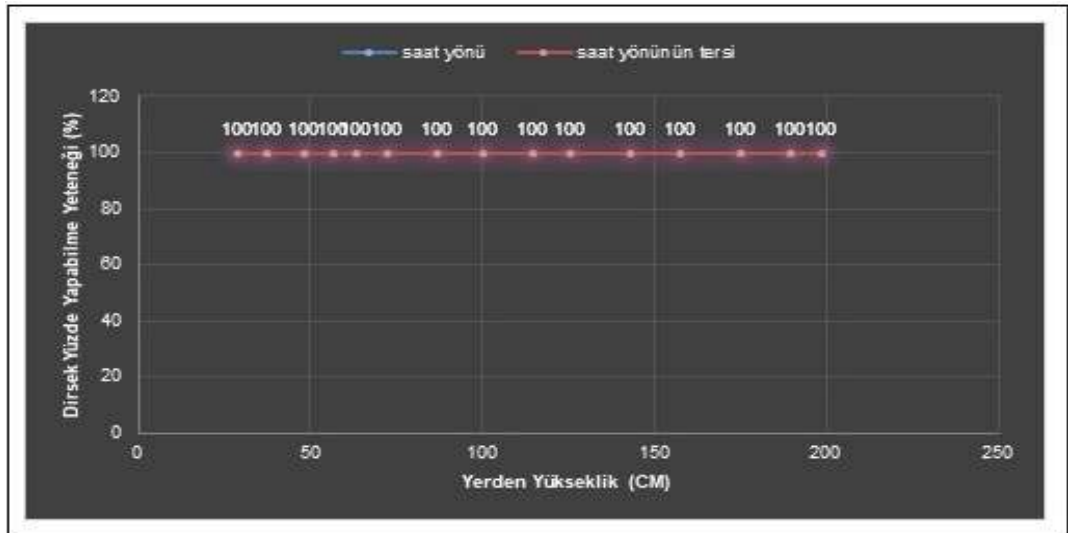
Şekil 6.60. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri

6.7.2. Grafikler ve yorumları



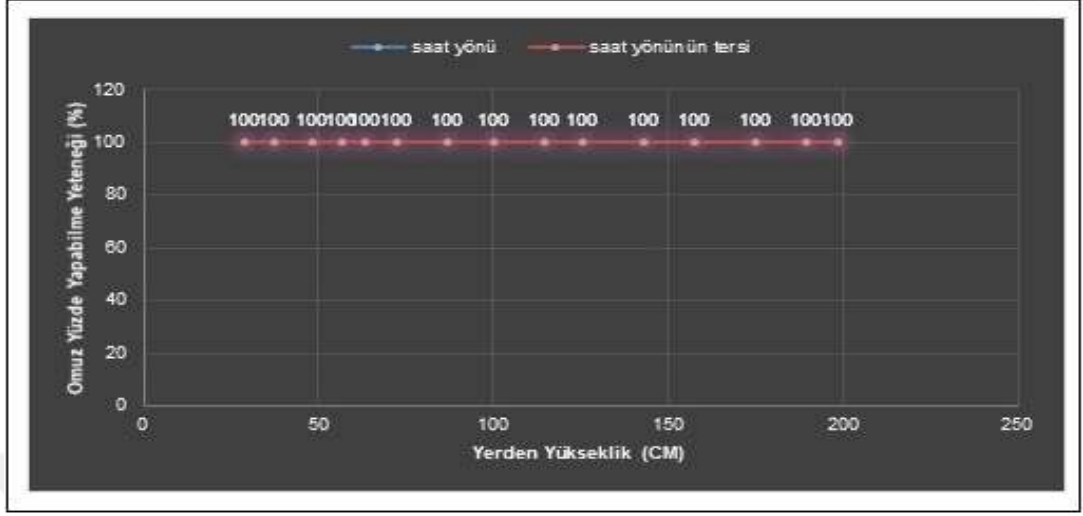
Şekil 6.61. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken bilek grafiği

Şekil 6.61'e bakıldığında bileğin bel hizasına kadar hiçbir şekilde zorlanmaya maruz kalmadığı görülmektedir. Saat yönündeki hareket bel ve bel üstü hizalarında minör zorlanmalar gösterirken gövde ve sonrası yüksekliklerde hiç zorlanma göstermemektedir. Saat yönünün tersi ise gövde seviyelerinde hiç zorlanma göstermezken diğer seviyelerde kabul edilebilir zorlanma göstermektedir. Bel bölgesinde çalışırken tetik parmak sendromu görülme ihtimali az da olsa vardır.



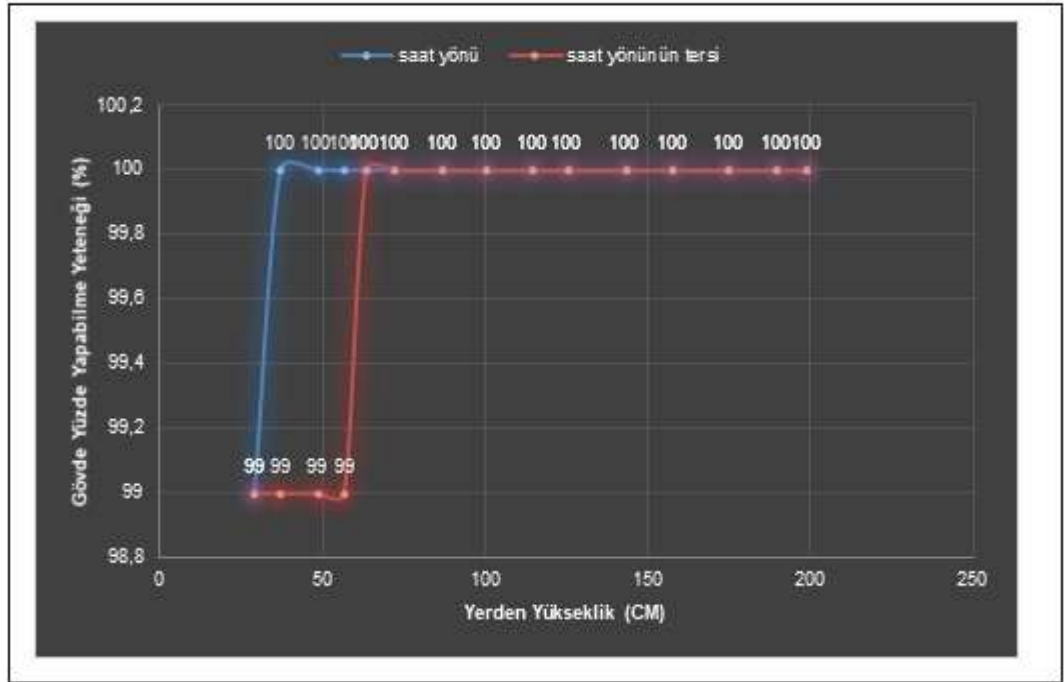
Şekil 6.62. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken dirsek grafiği

Şekil 6.62'e bakıldığında dirseklerin hiçbir şekilde zorlanmaya maruz kalmadıkları görülmektedir.



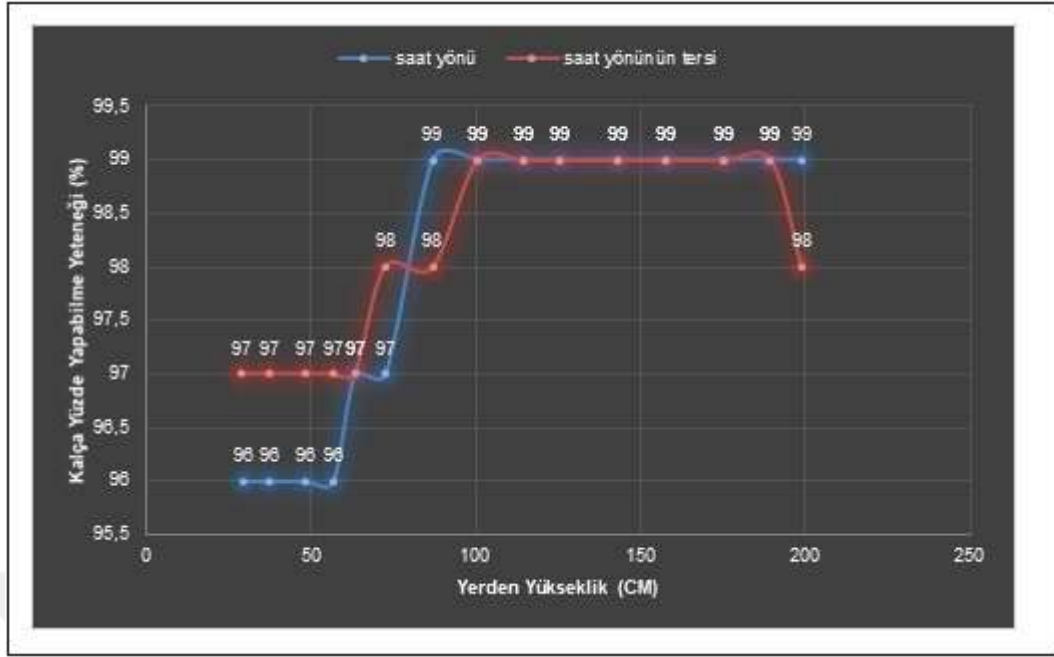
Şekil 6.63. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken omuz grafiği

Şekil 6.63'e bakıldığında omuzların hiçbir şekilde zorlanmadıkları görülmektedir.



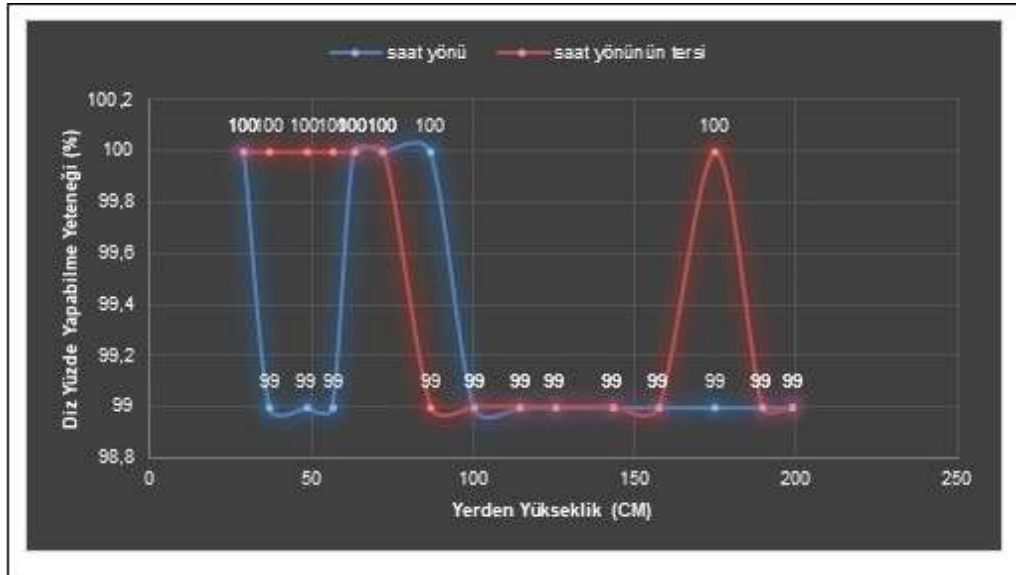
Şekil 6.64. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken gövde grafiği

Şekil 6.64'e bakıldığında gövdenin saat yönü için diz, saat yönünün tersi için diz ve üst bacak seviyelerinde kabul edilebilir zorlanma gösterdiği, diğer bölgelerde hiç zorlanmadığı görülmektedir.



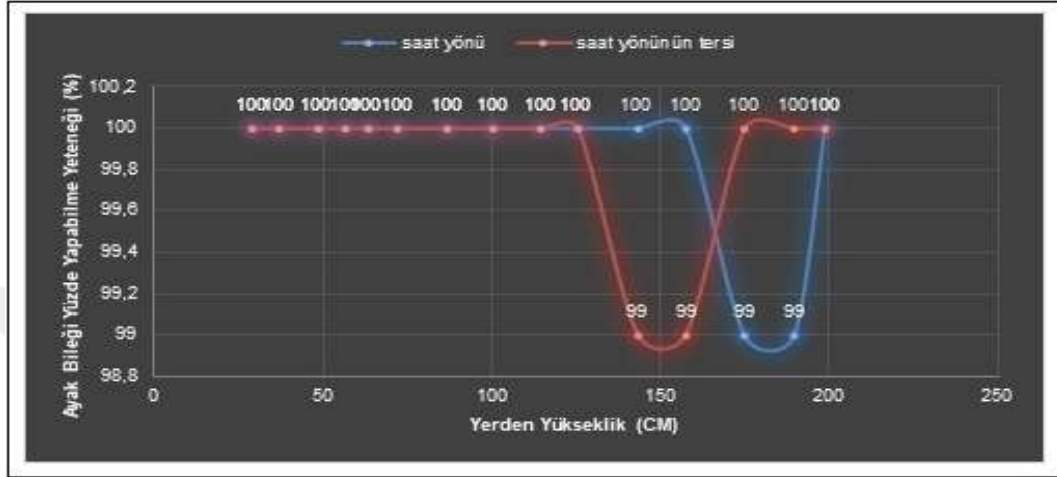
Şekil 6.65. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken kalça grafiği

Şekil 6.65'de kalçada bel altı seviyelerde sabit minimal zorlanmalar görüldüğü ve zorlanmanın bel hizasına kadar giderek azaldığı, bel seviyesinden baş üstü hizasına kadar olan kısmın kabul edilebilir miktarda zorlandığı görülmektedir. Saat yönünün tersi için ise baş üstü seviyelerde minimal bir zorlanma görülmektedir. Aşağı seviyelerdeki çalışmalarda fleksiyon açısına bağlı olarak kalça eklemindeki kaslarda tendon gerilme ve zedelenmeleri görülebilir.



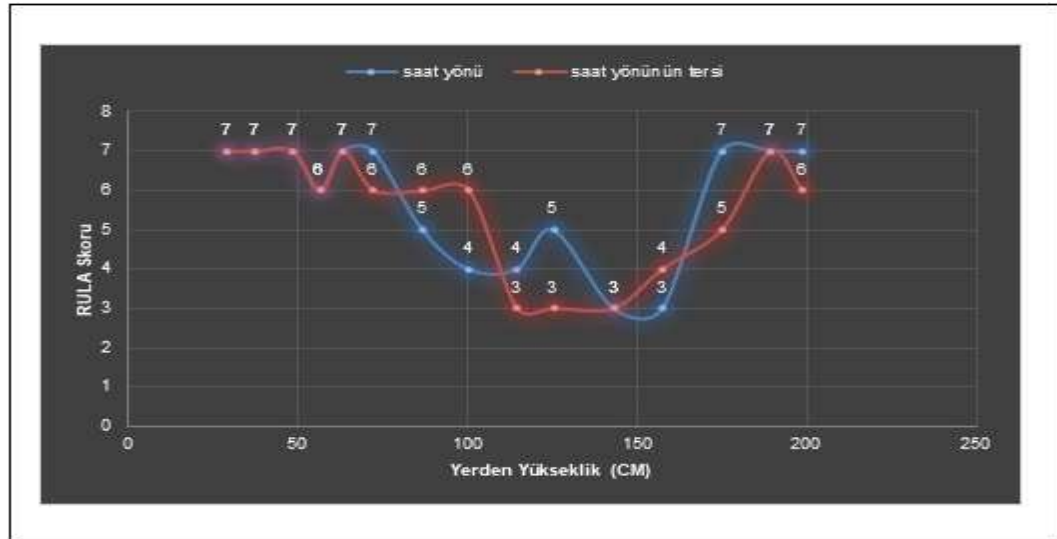
Şekil 6.66. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken diz grafiği

Şekil 6.66'a bakıldığında dizin saat yönü için bel hizasına kadar hiç zorlanmadığı ya da kabul edilebilir zorlanmalar gösterdiği, gövde seviyesi ve sonrasında kabul edilebilir zorlanmalar gösterdiği görülmektedir. Saat yönünün tersi için ise belin alt hizalarında hiç zorlanmadığı sonrasında baş seviyesi hariç kabul edilebilir zorlanma gösterdiği, baş seviyesinde ise hiç zorlanmadığı görülmektedir.



Şekil 6.67. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği

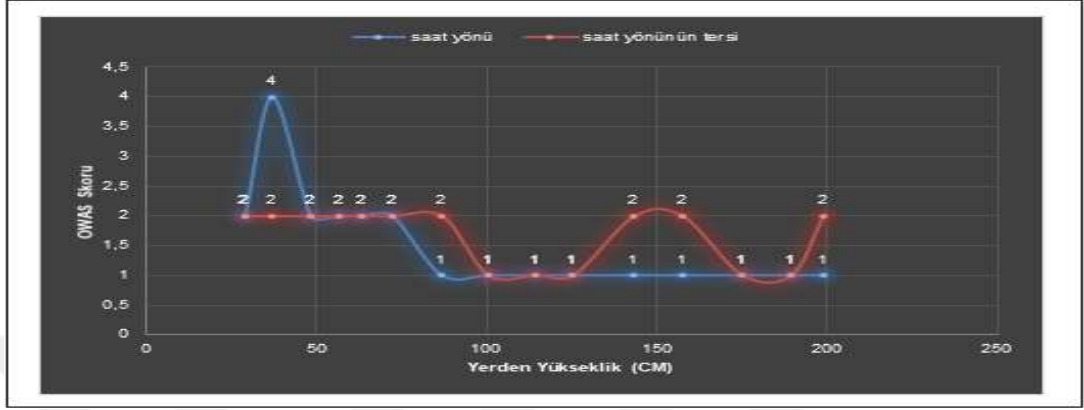
Şekil 6.67'e bakıldığında gövde seviyesine kadar hiç zorlanma olmazken, saat yönü için baş hizasında kabul edilebilir zorlanmalar olmaktadır, saat yönünün tersi için gövde seviyesinde kabul edilebilir zorlanmalar olmaktadır. Diğer bölgelerde her iki yön için de zorlanma olmamaktadır.



Şekil 6.68. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken rula skoru grafiği

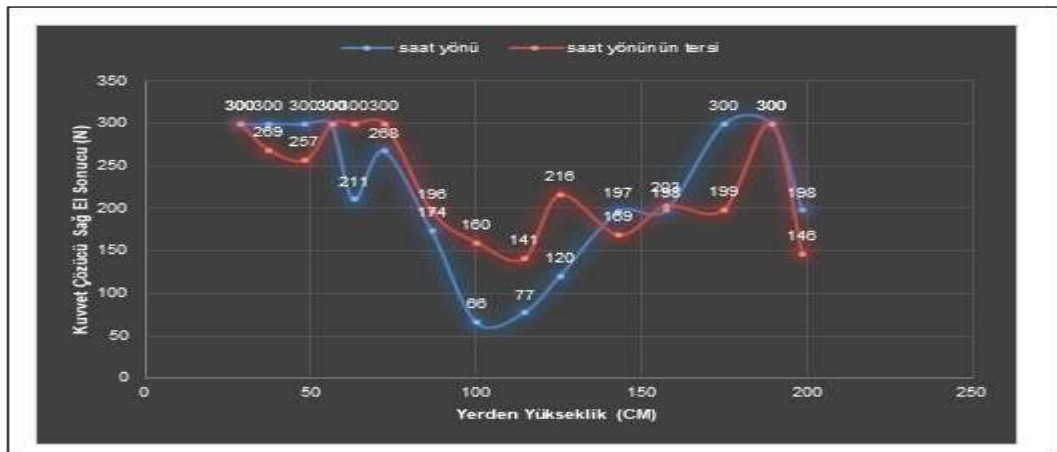
Şekil 6.68'de genel olarak bakıldığında bel üstü ve gövde civarlarında düşük ve orta riskler görülürken vücudun alt ve üst kısımlarına doğru giderek artan ve yüksek risk

içeren değerler görülmektedir. Her iki yönde tornavida hareketlerindeki benzer rahatsızlıklar ortaya çıkabilir. Ayrıca saat yönündeki çalışmada lordoz (omurga eğriliği) ve sırt ağrı ve tutulmaları görülebilir, bel seviyesinin üstünde saat yönünün tersi yönde çalışmada risk ihtimali yok gibidir.



Şekil 6.69. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken owas skoru grafiği

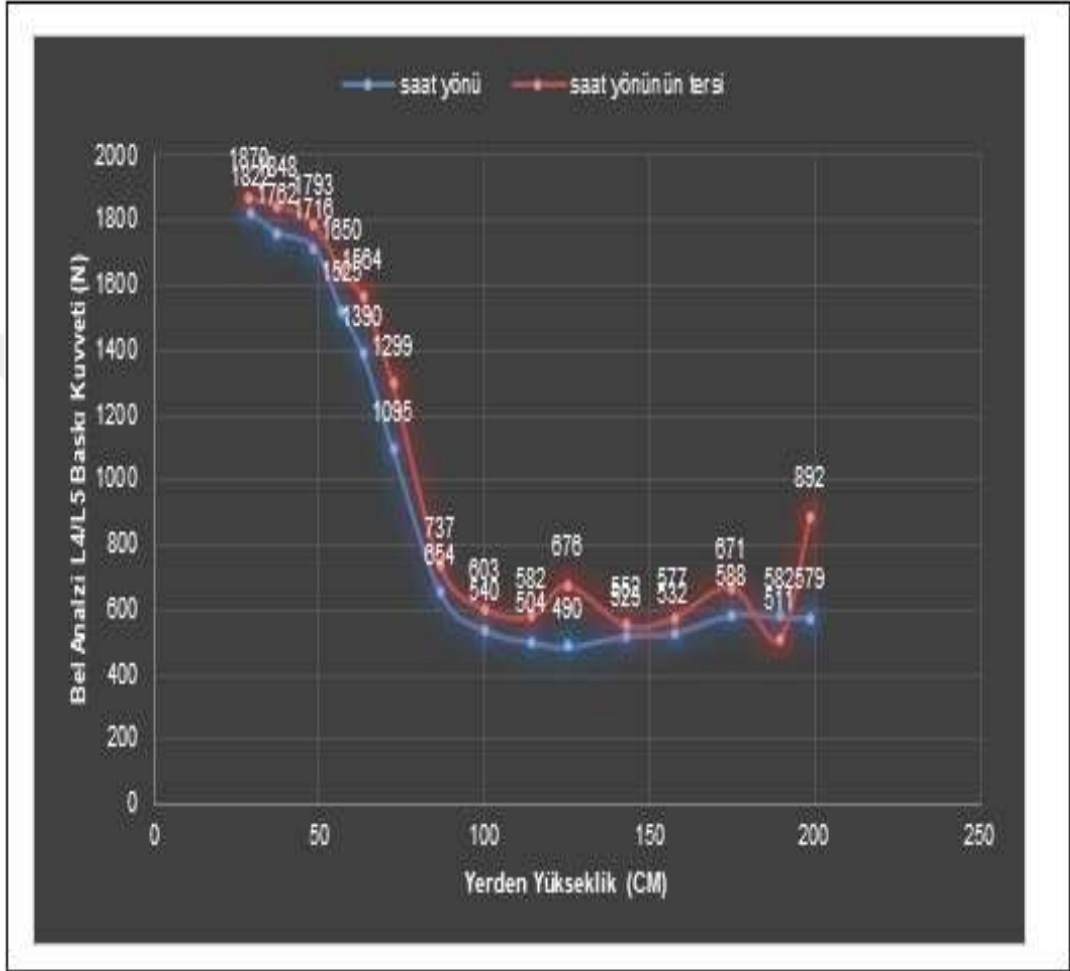
Şekil 6.69'da saat yönü için diz seviyesinde derhal değişiklik gerektiği görülürken, bacak seviyesine kadar yakın bir sürede değişiklik gerektiği, sonrasında ise değişiklik gerekmediği görülmektedir. Saat yönünün tersi için ise bel hizasına kadar, gövde ve baş üstü hizasında yakın sürede değişiklik gerektiği, diğer kısımlarda değişiklik gerekmediği görülmektedir. Dikey ve yakındaki harekette olduğu gibi saat yönünde diz seviyesindeki çalışmada benzer rahatsızlıklar görülebilir. Saat yönünün tersinde ise kayda değer bir rahatsızlık söz konusu olamaz.



Şekil 6.70. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken sağ el grafiği

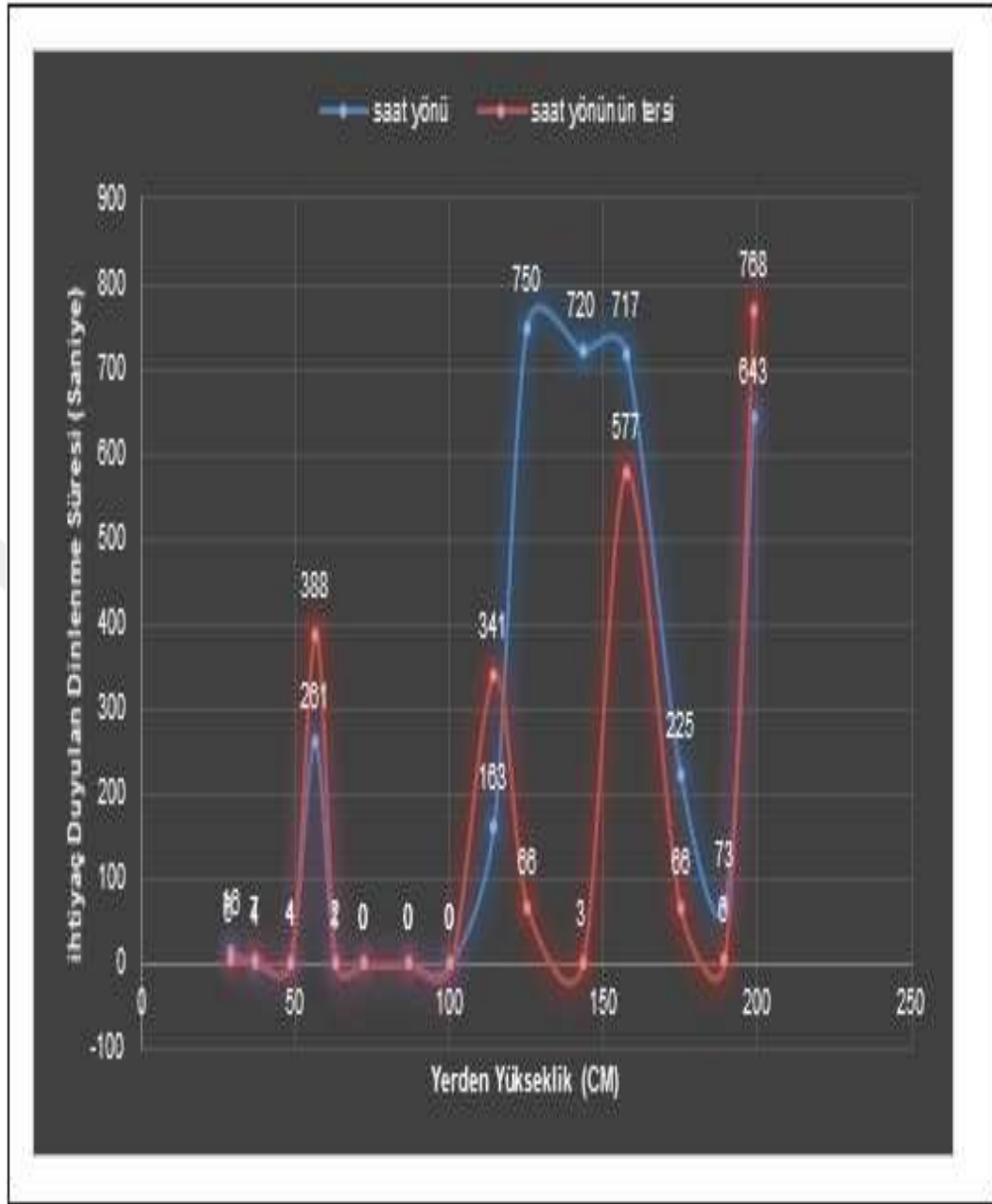
Şekil 6.70'de her iki yönün paralel değerler gösterdiği görülmektedir. Eğrilere genel olarak bakıldığında bel seviyesinde minimum değerlere ulaşmış ortalama sonuçlar gösterdiği, vücudun alt ve üst noktalarında maksimum değerlere ulaştığı, sanal

modelin ulaşabildiği maksimum seviyede ise düşüşe geçtiği görülmektedir. Her iki yönde de belden aşağı ve baş seviyelerinde maksimuma yakın kuvvet değerleri ortaya çıkmakta, bu da bu seviyelerde sağ elde çeşitli rahatsızlıkları rahatça ortaya çıkarabilmektedir. Elde uyuşma, karpal tünel sendromu, kaslarda tutulma görülebilir.



Şekil 6.71. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken bel grafiği

Şekil 6.71'de kuvvetin paralel olarak bel seviyelerine kadar giderek azalıp 1/5 seviyelerine ulaştığı ve baş seviyesine kadar minör oynamalar dışında sabit devam edip baş seviyesinden itibaren saat yönü için minör, saat yönünün tersi için majör yükselişe geçtiği görülmektedir. Hepsinde olduğu gibi burada da aşağı seviyelerde ortaya çıkan riskli kuvvetler; belle hatta kalça ile ilgili eklem rahatsızlığı, kas tutulması, sinir sıkışıklığı gibi sendromlara yol açabilir.



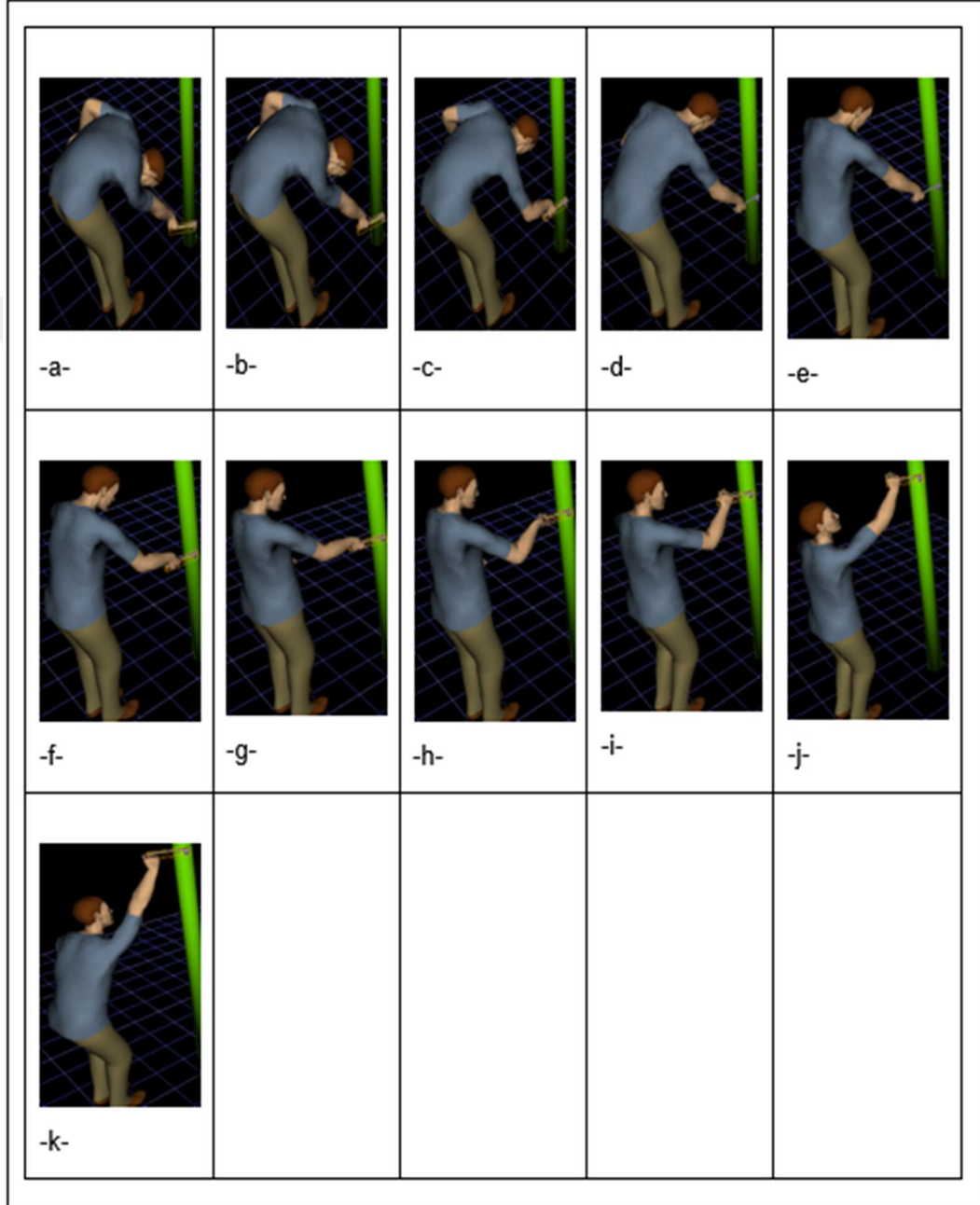
Şekil 6.72. Anahtarın yatay yönde ve yakında tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği

Şekil 6.72’de saat yönü içini diz, bel, gövde ve modelin uzanabildiği maksimum bölgelerde ortalama dinlenme süreleri gerekirken diğer aralıklarda dinlenmeye ihtiyaç duyulmadığı görülmüştür. Saat yönünün tersinde ilave olarak gövde bölgesinde tamamen dinlenmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bel üstü bölgelerde saat yönünde 12 dakikalık dinlenmeler tavsiye edilmekte, her iki yönde göğüs bölgesinden başa kadar ani bir azalmayla süre 2 dakikaya kadar düştükten sonra baş üstünden itibaren hızla artmaktadır.

6.8. Anahtar Yatay Yönde Ve Uzakta Tutulunca

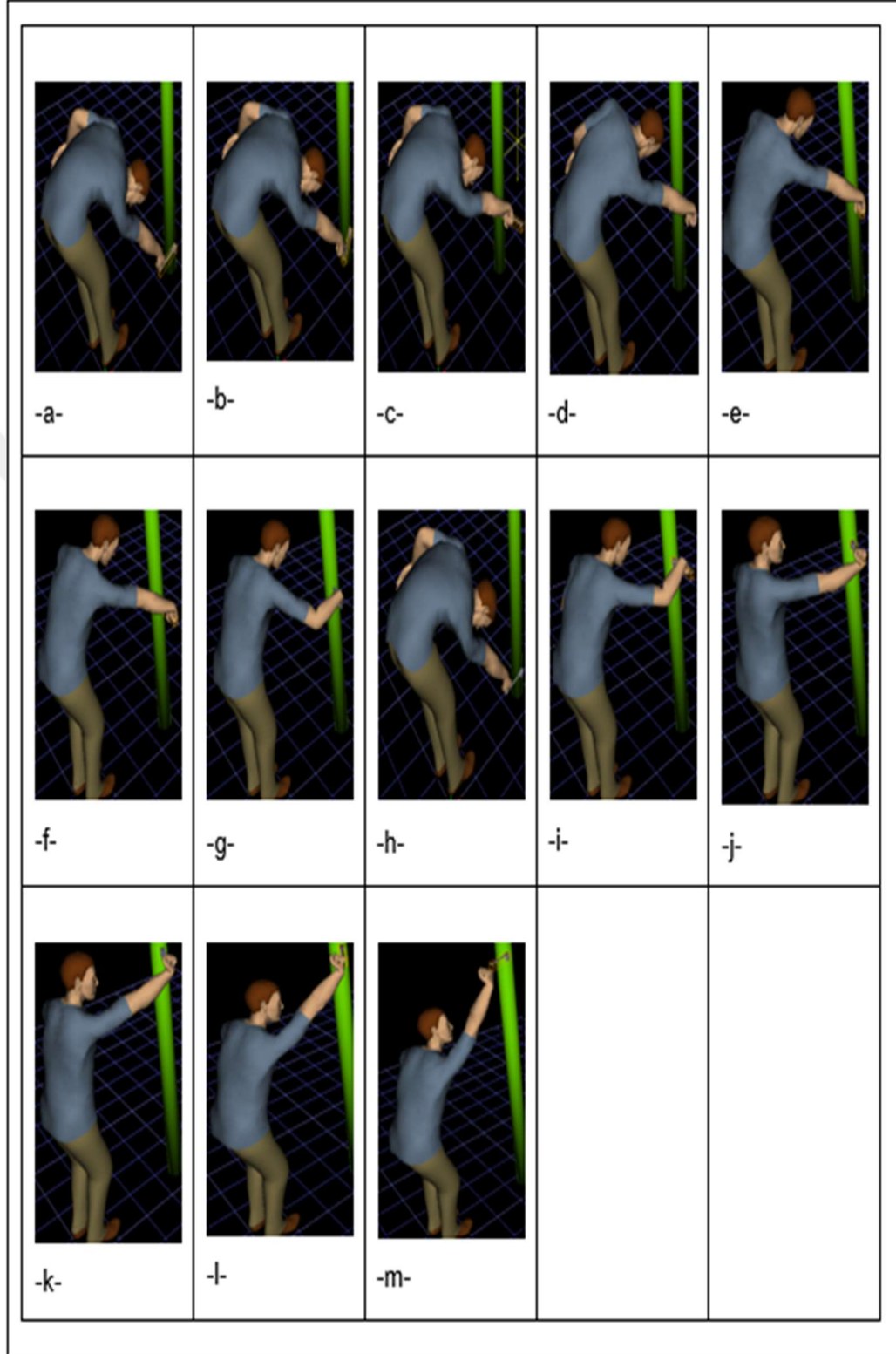
6.8.1. Hareketlerin ekran görüntüleri

6.8.1.1. Saat yönünde çevirilince



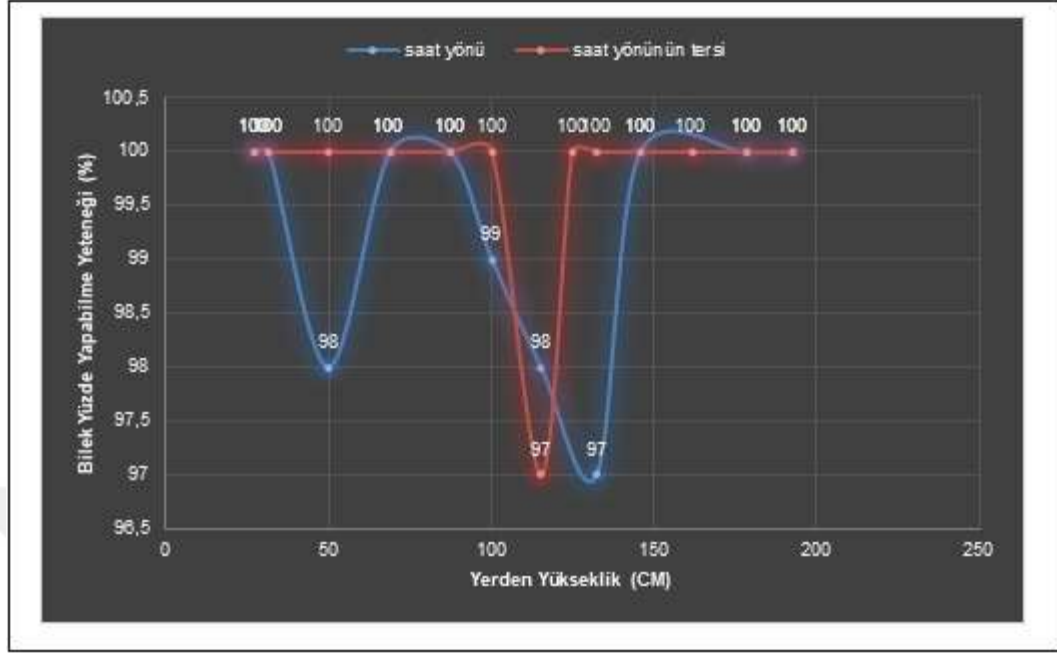
Şekil 6.73. Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri

6.8.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince



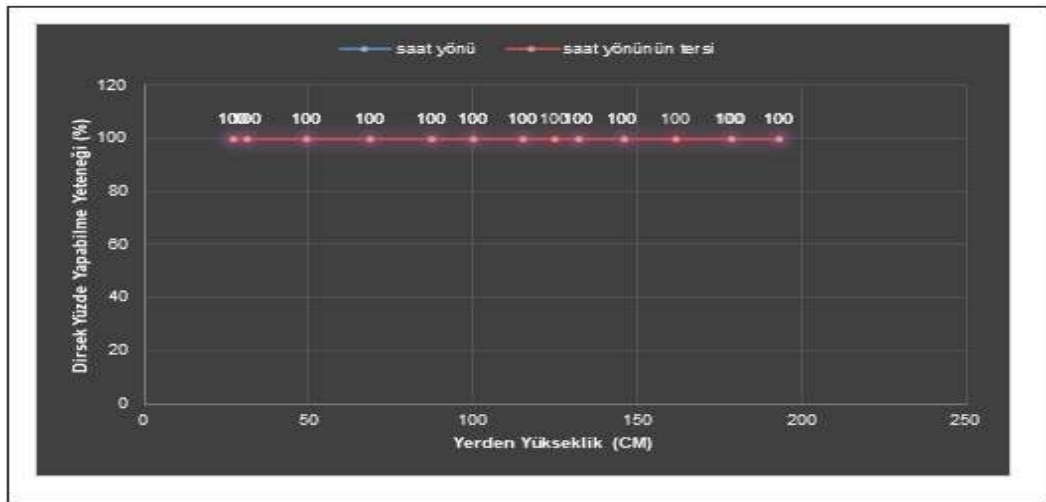
Şekil 6.74. Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri

6.8.2. Grafikler ve yorumları



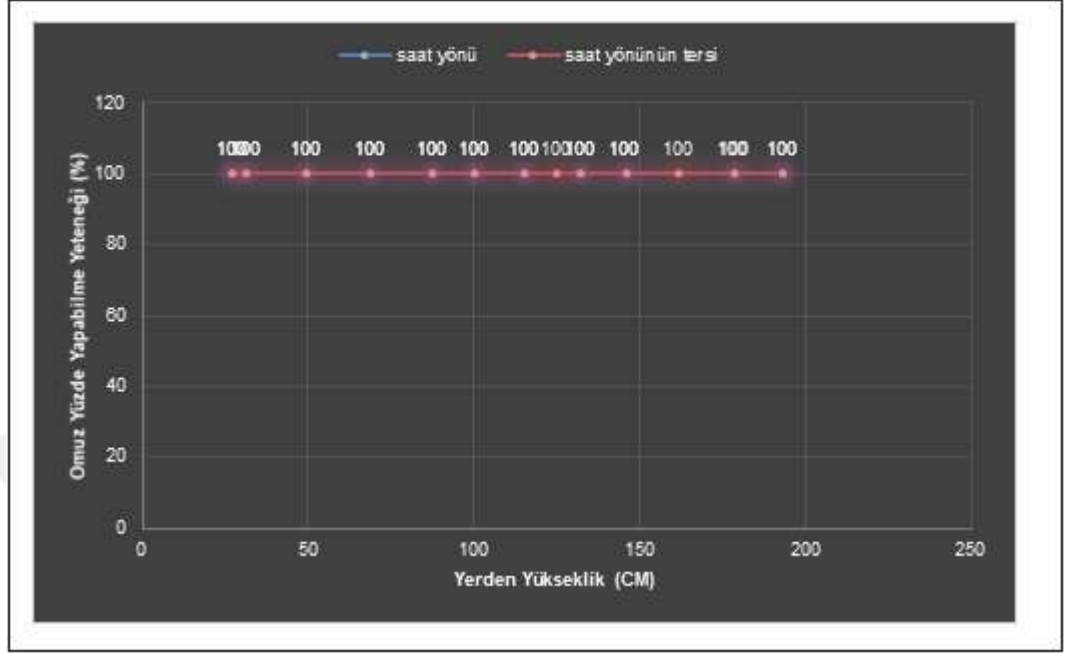
Şekil 6.75. Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken bilek grafiği

Şekil 6.75'e bakıldığında bileğin saat yönünün tersi için bel üstü seviyelerde minör zorlandığı diğer seviyelerde hiç zorlanmadıkları görülmektedir. Saat yönündeki harekette ise diz, bel, bel üstü seviyelerinde minör zorlanmalar görülmekte, diğer seviyelerde ise hiç zorlanma görülmemektedir. Bel bölgelerine yakın yerlerdeki hareketlerde az da olsa tetik parmak ve tekrarlarında De Quervain tenosinoviti görülebilme ihtimali vardır.



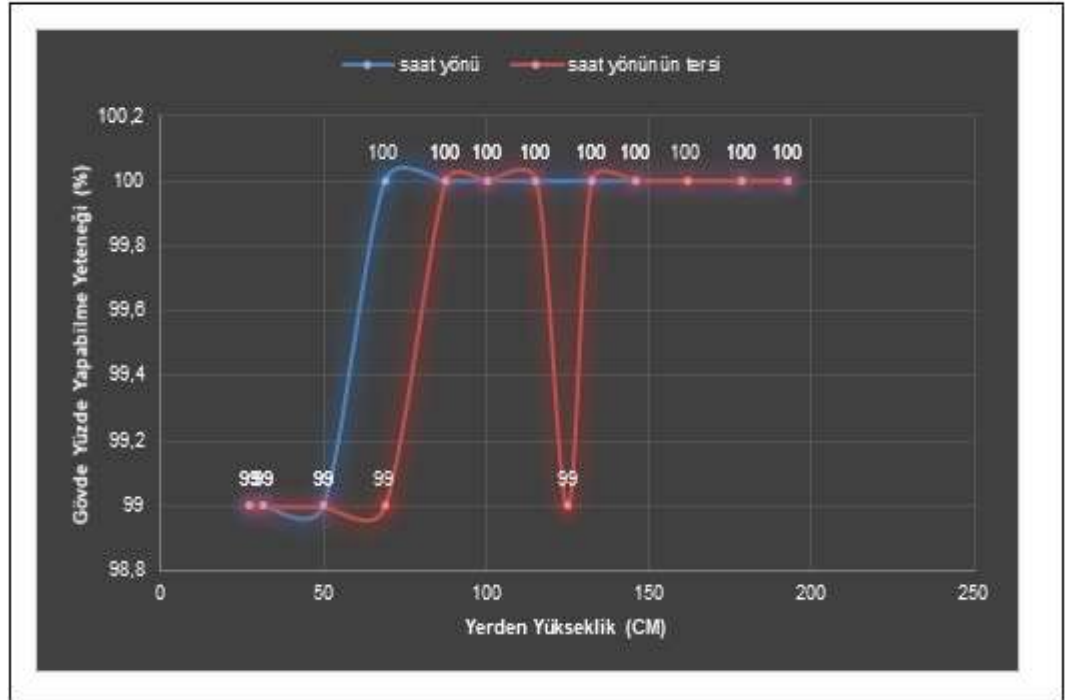
Şekil 6.76. Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken dirsek grafiği

Şekil 6.76'a bakıldığında dirseklerin hiçbir şekilde zorlanmaya maruz kalmadıkları görülmektedir.



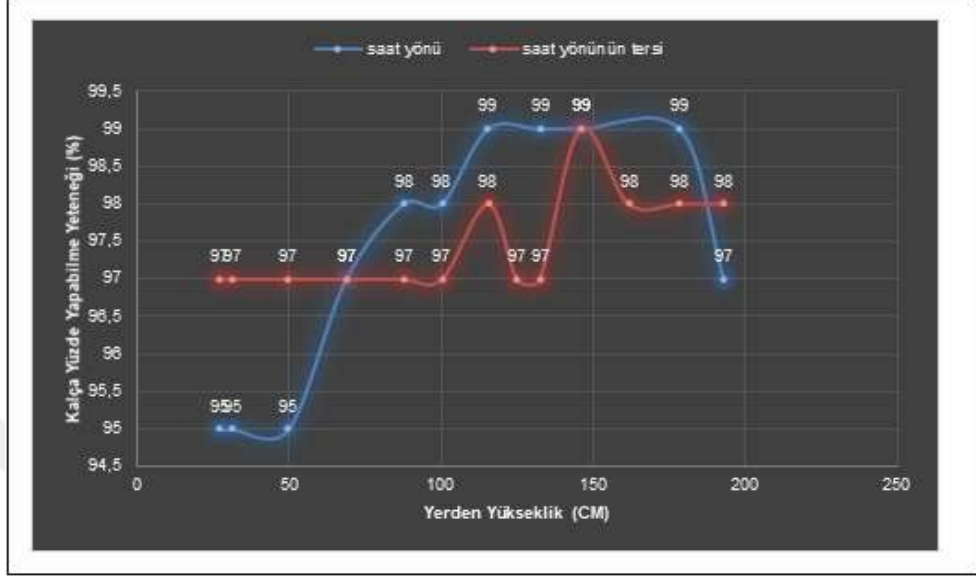
Şekil 6.77. Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken omuz grafiği

Şekil 6.77'e bakıldığında omuzların hiçbir şekilde zorlanmadıkları görülmektedir.



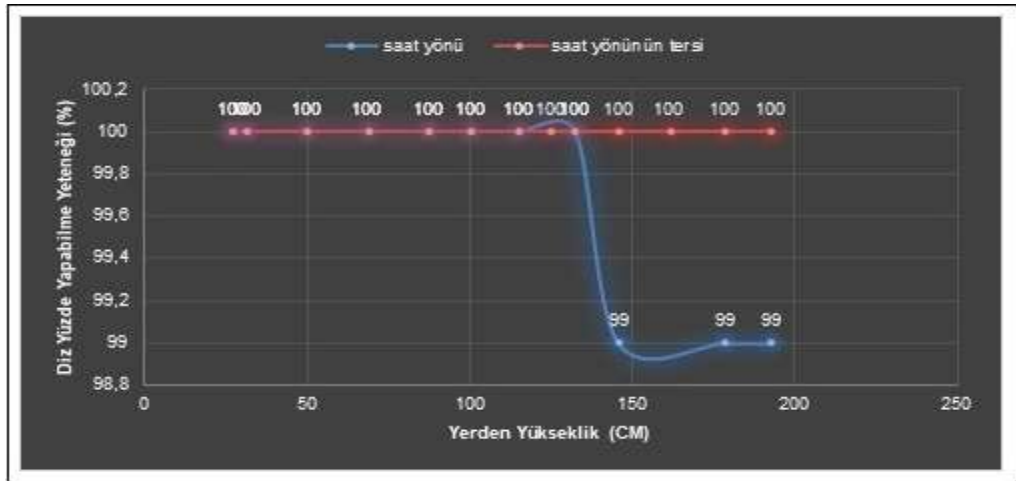
Şekil 6.78. Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken gövde grafiği

Şekil 6.78'e bakıldığında gövdenin saat yönü için diz, saat yönünün tersi için diz, üst bacak ve gövde seviyelerinde kabul edilebilir zorlanma gösterdiği, diğer bölgelerde hiç zorlanmadığı görülmektedir.



Şekil 6.79. Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken kalça grafiği

Şekil 6.79'a bakıldığında kalçanın saat yönü için bel hizasına kadar minimal zorlanmalar gösterip bel hizasından baş hizasına kadar kabul edilebilir zorlanmalar gösterdi ve baş hizası üstünde tekrar minimal zorlanmalar gösterdiği görülmektedir. Saat yönünün tersi için ise değerler genel olarak minimal zorlanma şeklindedir, bel altı hizası ve gövde seviyeleri baş hizasına göre daha çok zorlanmaktadır. Ayak ve diz seviyelerinde eğilmekten kaynaklı, kalça eklem ağırları bacak ağırları görülebilir.

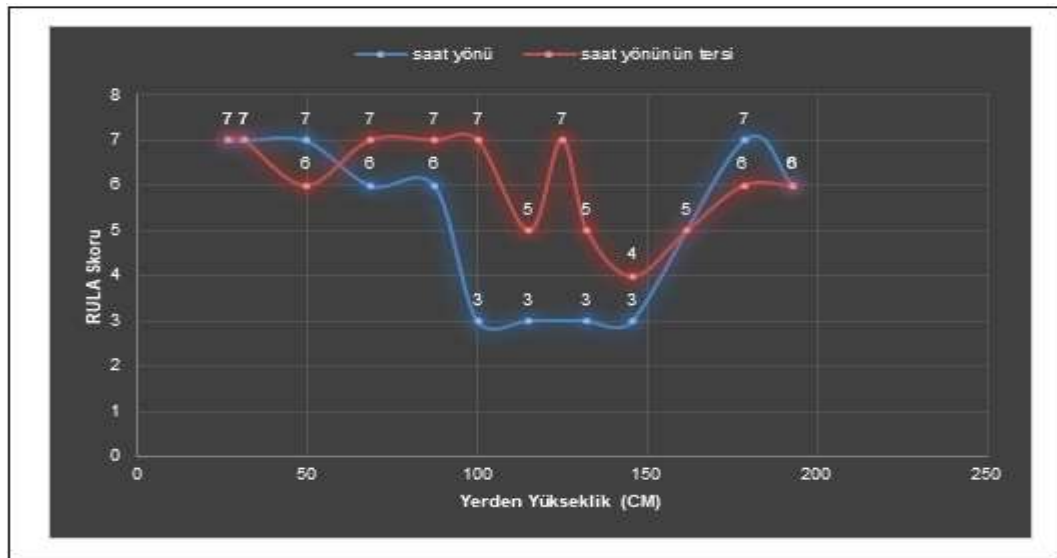


Şekil 6.80. Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken diz grafiği

The graph displays the performance of two groups in a foot placement task across different heights. The Y-axis represents the percentage of correct foot placement (Ayak Bileği Yüzde Yapabilme Yeteneği (%)) ranging from 98.8 to 100.2. The X-axis represents the height from the ground (Yerden Yükseklik (CM)) ranging from 0 to 250. The 'saat yönü' group (blue line) shows a sharp drop in performance at 150 cm, while the 'saat yönünün tersi' group (red line) shows a sharp drop at 125 cm.

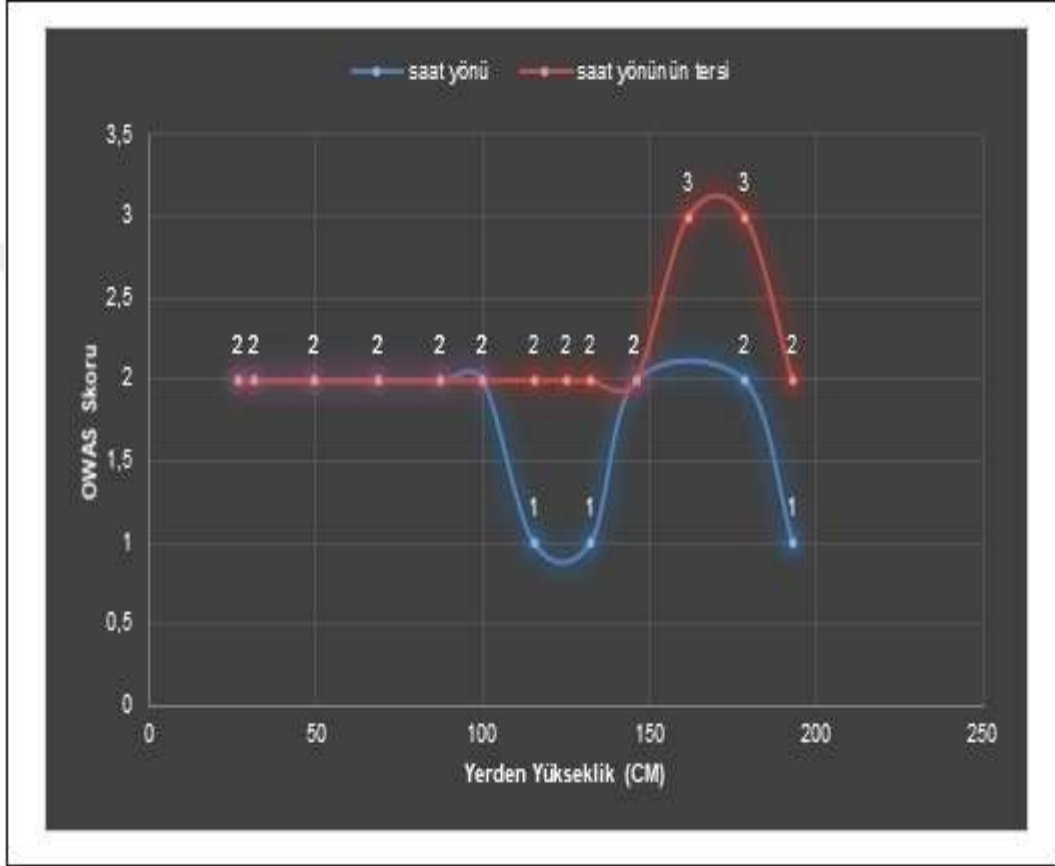
Yerden Yükseklik (CM)	saat yönü (%)	saat yönünün tersi (%)
25	100.0	100.0
50	100.0	100.0
75	100.0	100.0
100	100.0	100.0
125	100.0	99.0
150	99.0	100.0
175	99.0	100.0
200	100.0	100.0

Şekil 6.81'e bakıldığında bel hizasına kadar ayak bileğinin hiç zorlanmadığı görülmektedir. Saat yönü için gövdeye kadar ve baş hizası sonrasında hiç zorlanma görülmezken gövde ve baş seviyesinde kabul edilebilir zorlanma görülmektedir. Saat yönünün tersi için ise gövde hizasında kabul edilebilir zorlanmalar görülürken sonrasında hiç zorlanma görülmemektedir.



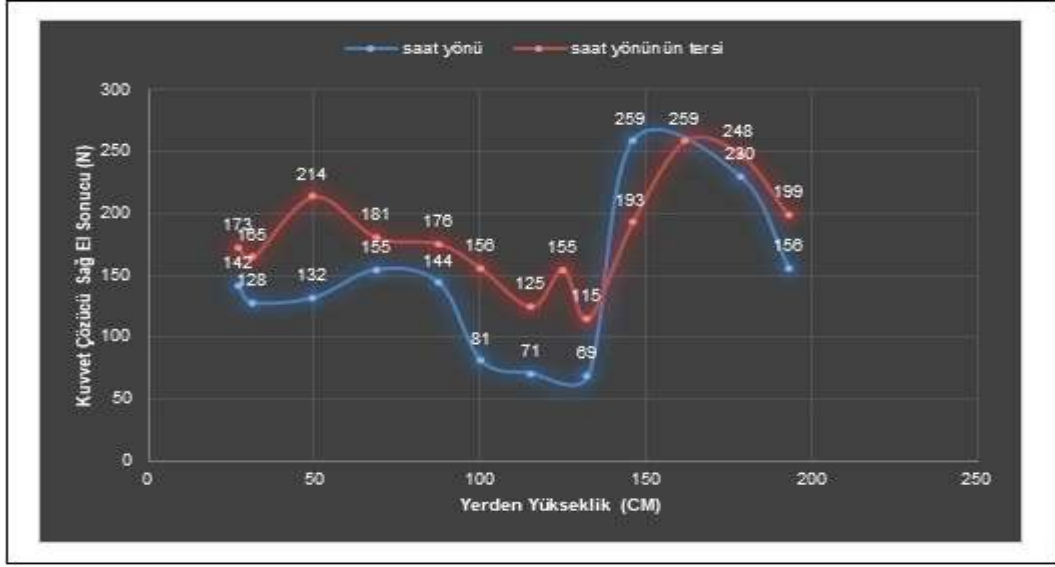
114

Şekil 6.82’de genel olarak bakıldığında bel üstü ve gövde civarlarında düşük ve orta riskler görülürken vücudun alt ve üst kısımlarına doğru giderek artan ve yüksek risk içeren değerler görülmektedir. İlave olarak saat yönünün, bel üstü ve gövde civarlarında saat yönünün tersine göre daha az riskli bölgede yer aldığı görülmektedir. Alt ve üst bölgelerdeki çalışmalarda dikey yönde kilerle benzer rahatsızlıklar, ayrıca donuk omuz ve yukarı bakıldığından boyun tutulması görülebilir.



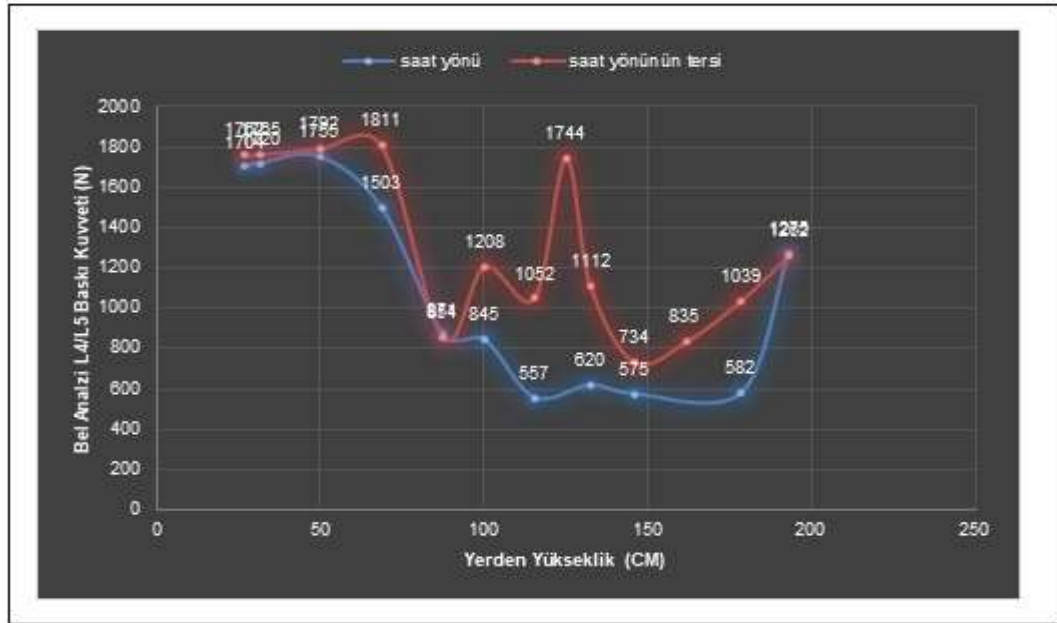
Şekil 6.83. Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken owas skoru grafiği

Şekil 6.83’de her iki yön için bel hizasına kadar yakın bir sürede değişiklik gerektiği görülmektedir. Saat yönü için gövde ve baş üstü hizasında aynı değer görülürken boyun ve baş hizalarındayakın sürede değişiklik gerektiği görülmektedir. Saat yönünün tersi için ise gövde ve baş üstü seviyelerinde değişikliğe ihtiyaç duyulmazken baş ve baş üstü hizalarında mümkün olan en kısa bir sürede değişikliğe ihtiyaç duyulmaktadır. Burada önem arz eden bölge saat yönünün tersi için baş boyun bölgesi olup, boyunda tutulma ellerde ve dirseklerde uyuşma, tenisçi dirseği görülebilir. Bilekte De Quervain tenosinoviti ortaya çıkabilir.



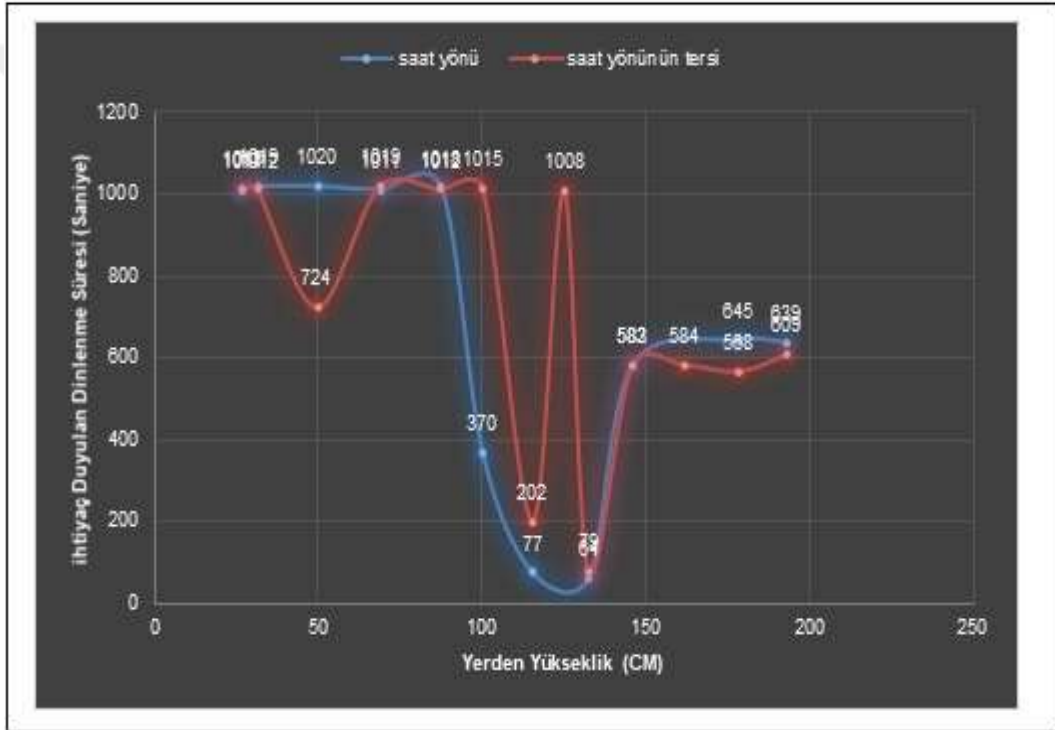
Şekil 6.84. Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken sağ el grafiği

Şekil 6.84'de her iki yönün paralel değerler gösterdiği görülmektedir. Eğrilere genel olarak bakıldığında bel seviyesine kadar ortalama değerler olduğu, boyun ve baş hizalarında maksimuma yakın değerlere ulaşarak artış olduğu görülmektedir. Baş hizasından sonra ise düşüş gözlenmiş ve ortalama değerlere inilmiştir. Göğüsten yukarıda başın üstüne kadar olan bölgedeki çalışmada her iki yönde büyük kuvvetler ortaya çıkmakta, yatay yakındakinde görülebilecek rahatsızlıklar burada da belirmeye aday olmaktadır.



Şekil 6.85. Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken bel grafiği

Şekil 6.85'de kuvvetin saat yönü için bel seviyelerine kadar giderek azalıp 1/3 seviyelerine ulaştığı ve baş seviyesine kadar sabit devam edip baş seviyesinden itibaren yükselişe geçtiği görülmektedir. Saat yönünün tersi için ise bel seviyesine kadar yaklaşık yarısına kadar bir değere düştüğü sonrasında değer yüksek değerler arasında dalgalanma gösterdiği ve baş hizasından sonra artışa geçtiği görülmektedir. Bel omurlarına baskı, burada diğerlerindeki gibi sadece belden aşağı seviyelerde yüksek olup, sonra düzenli olarak aşağı inmemiş, çeşitli yerlerde her iki yönde inişli çıkışlı seyir izlemiştir. Diz altı seviyelerde her iki yön için büyük olasılıkla bel rahatsızlıkları dikkatsiz çalışma sonucu ortaya çıkabilir. Aynı şey geri yöndeki hareket için bel üstü seviye için de söylenebilir.



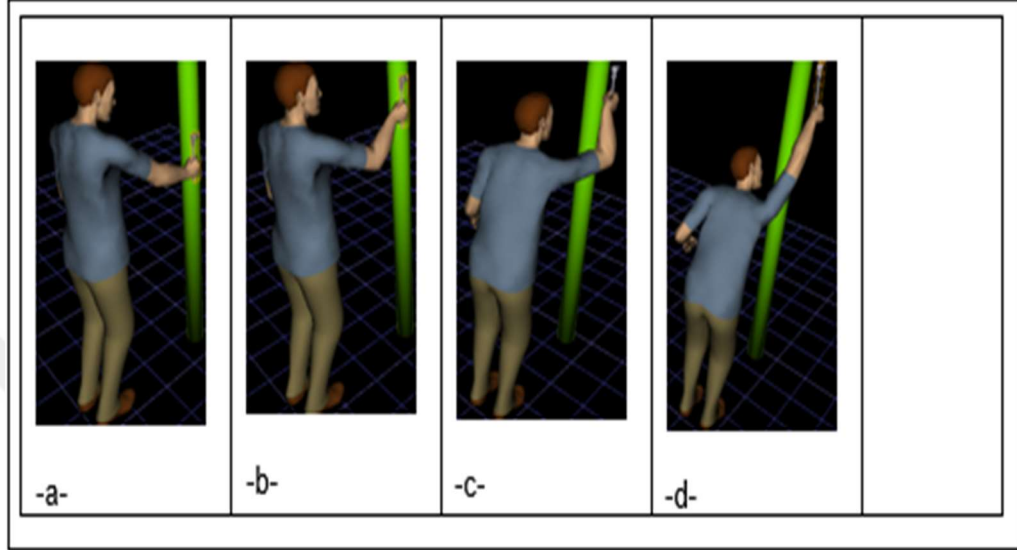
Şekil 6.86. Anahtarın yatay yönde ve uzakta tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği

Şekil 6.86'da her iki yön paralel değerler göstermektedir. Bel hizasına kadar yüksek dinlenme süreleri gerekirken boyun hizasına kadar düşük dinlenme süreleri, sonrasında ise ortalama dinlenme süreleri gerekmektedir. Saat yönünün tersinde ise gidişata aykırı olarak gövdenin orta hizalarında yüksek dinlenme değeri gösteren bir pik görülmektedir. Aşağı seviyelerden bele kadarki çalışmalarda her iki yönde de 16–17 dakikalık uzun dinlenme süreleri önerilmekte, bel üstü bölgelerde ise inişli çıkışlı da ortalama 9-10 dakikalık ortalama dinlenme süreleri ortaya konmaktadır.

6.9. Anahtar Dikey Yönde Ve Uzakta Tutulunca

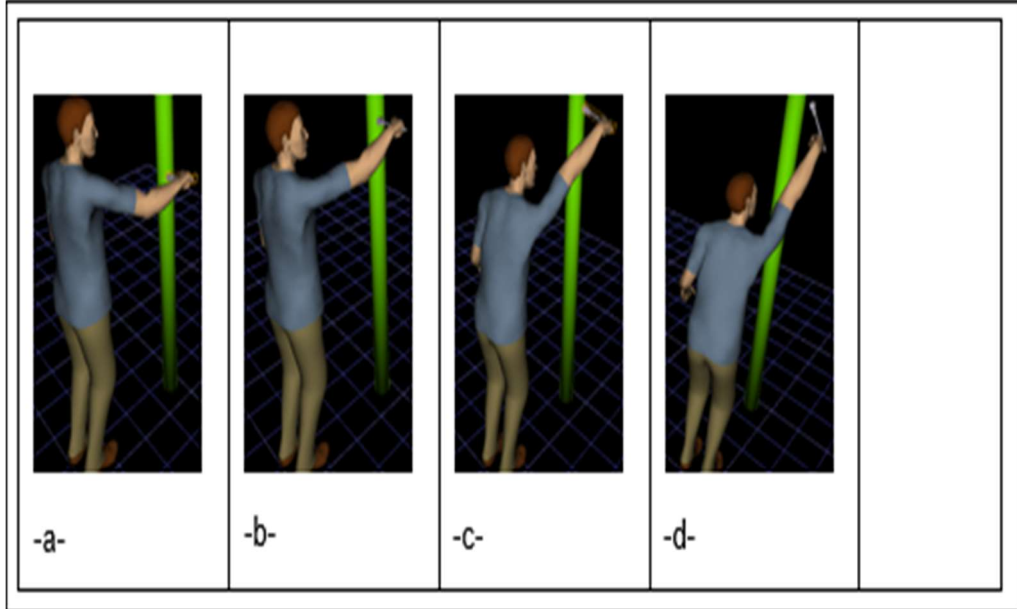
6.9.1. Hareketlerin ekran görüntüleri

6.9.1.1. Saat yönünde çevirilince



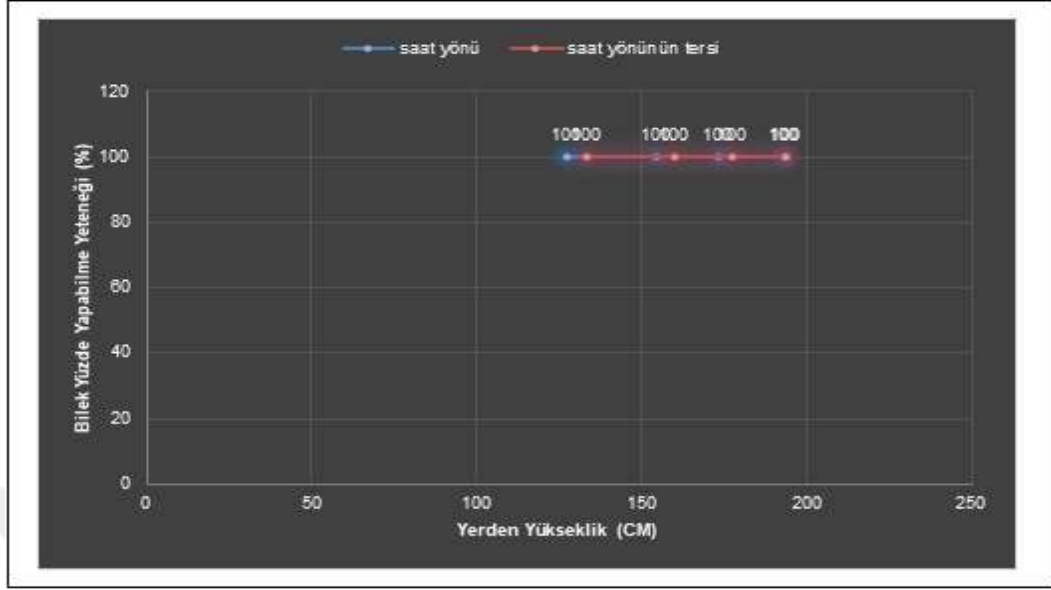
Şekil 6.87. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup saat yönünde çevrilirken görüntüleri

6.9.1.2. Saat yönünün tersinde çevirilince



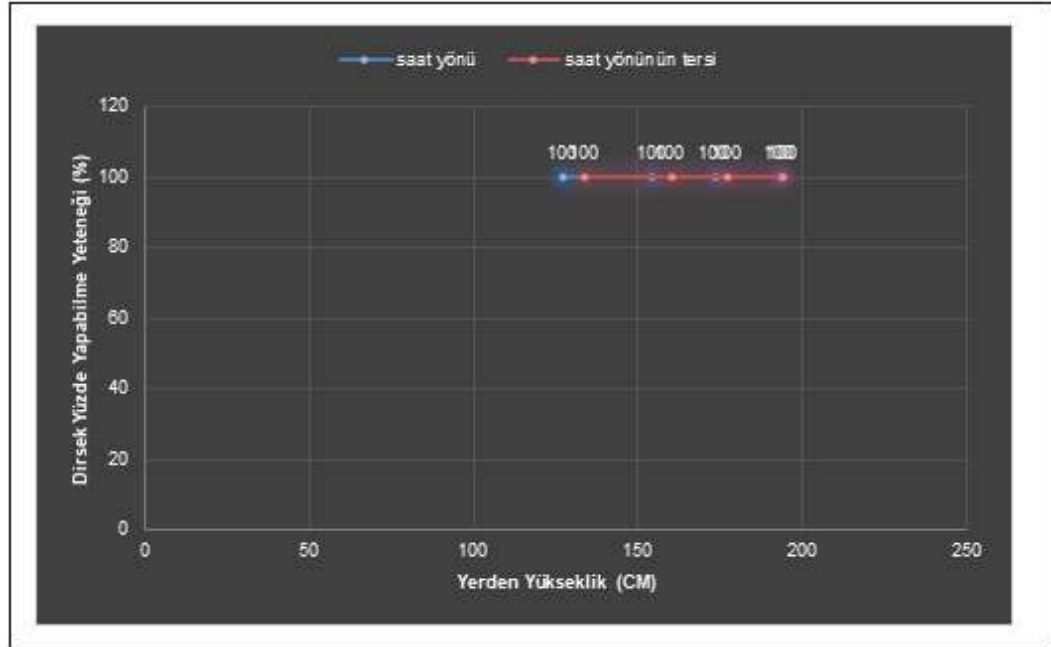
Şekil 6.88. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup saat yönünün tersinde çevrilirken görüntüleri

6.9.2. Grafikler ve yorumları



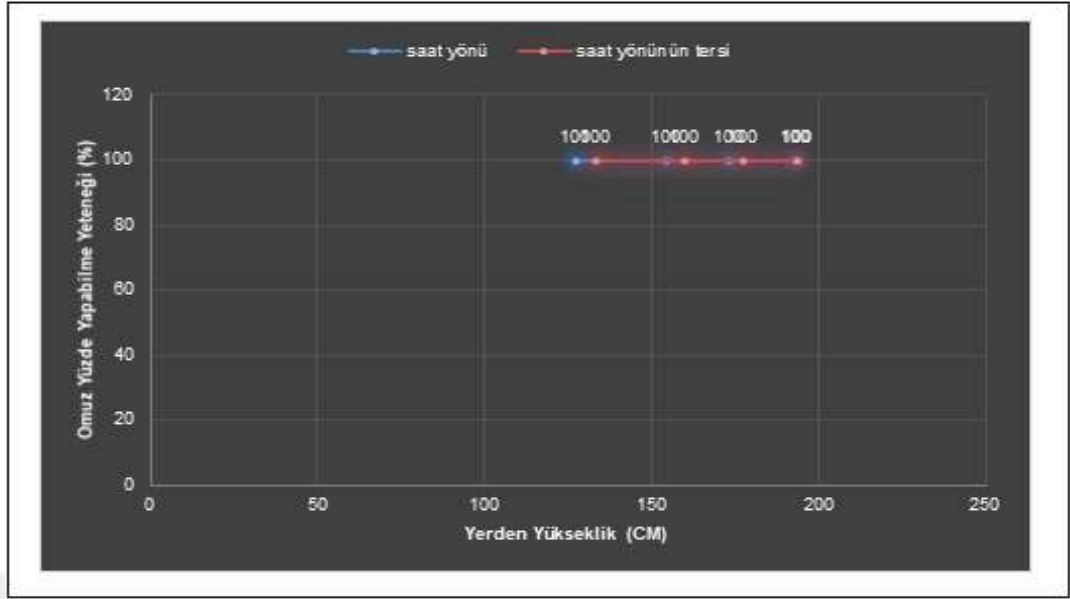
Şekil 6.89. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken bilek grafiği

Şekil 6.89'a bakıldığında bileğin hiçbir şekilde zorlanmaya maruz kalmadıkları görülmektedir.



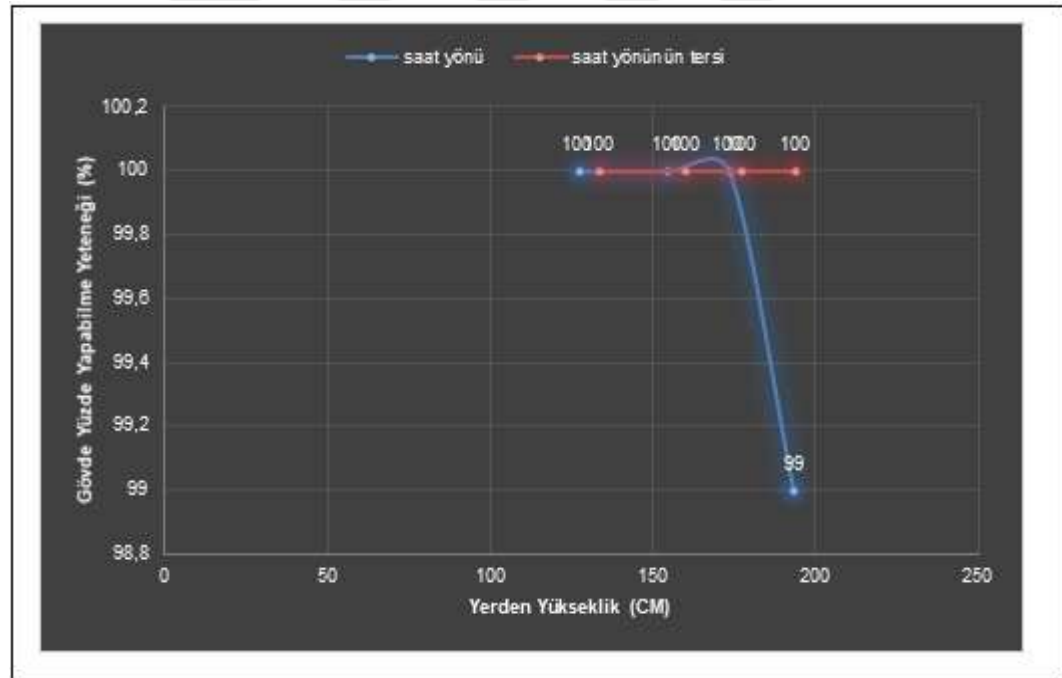
Şekil 6.90. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken dirsek grafiği

Şekil 6.90'a bakıldığında dirseklerin hiçbir şekilde zorlanmaya maruz kalmadıkları görülmektedir.



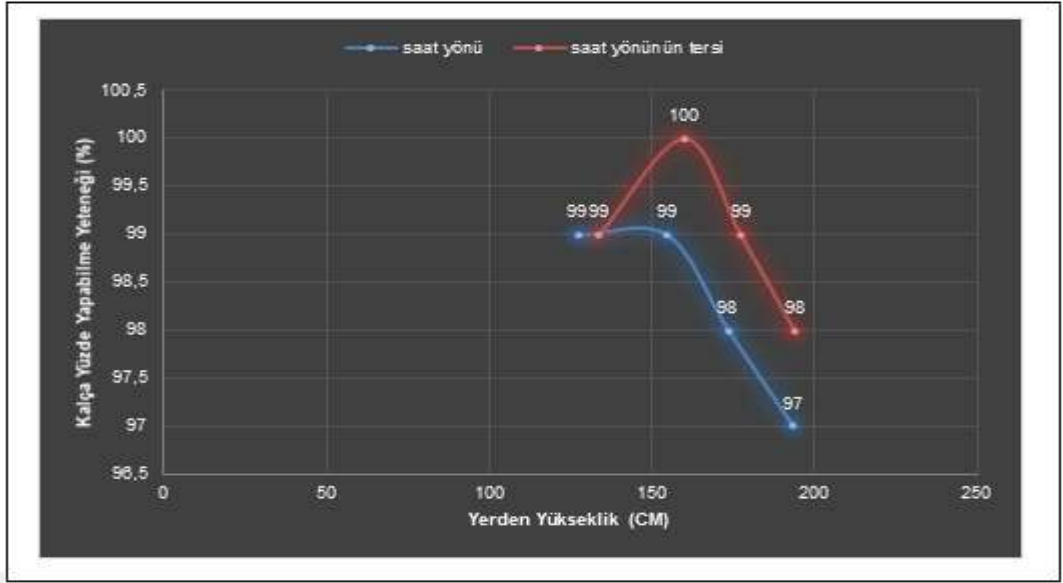
Şekil 6.91. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken omuz grafiği

Şekil 6.91'e bakıldığında omuzların hiçbir şekilde zorlanmadıkları görülmektedir.



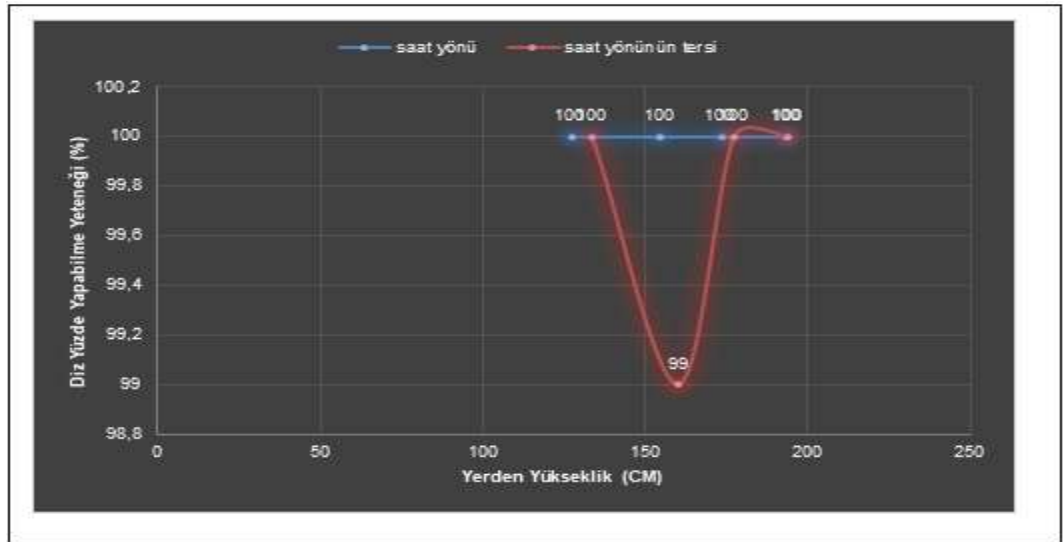
Şekil 6.92. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken gövde grafiği

Şekil 6.92'e bakıldığında gövdenin saat yönü için gövde ve baş hizalarında zorlanma göstermezken sanal insanın ulaşabildiği maksimum değerde kabul edilebilir zorlanma göstermiştir. Saat yönünün tersi ise gövde ve sonrasında hiç zorlanma göstermemektedir.



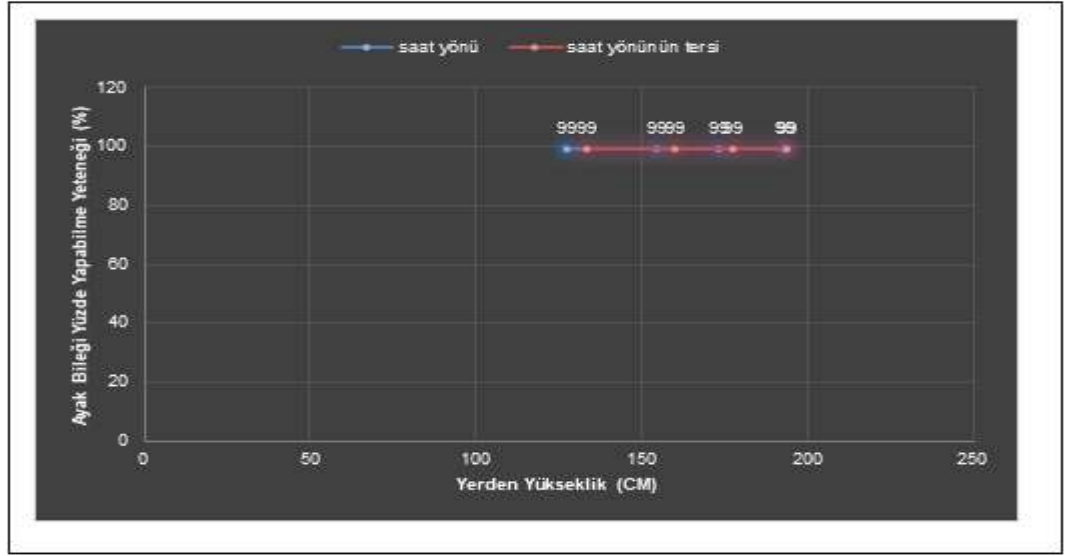
Şekil 6.93. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken kalça grafiği

Şekil 6.93'e bakıldığında gövde seviyesinde kalçanın kabul edilebilir zorlanmalar gösterdiği ya da zorlanmadığı görülürken baş hizasından itibaren giderek artan minör zorlanmalar gösterdiği görülmektedir. İlave olarak saat yönündeki hareket, saat yönünün tersine göre daha çok zorlanma göstermektedir. Başın yukarısında eklem ve bağ kaslarında ağrılar görülebilir.



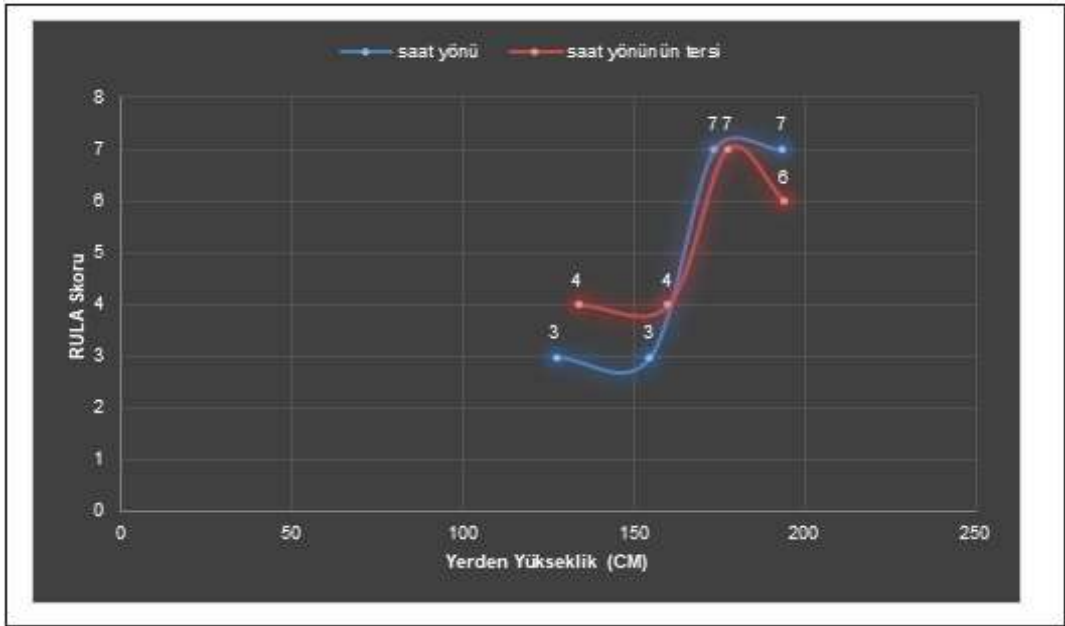
Şekil 6.94. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken diz grafiği

Şekil 6.94'e bakıldığında dizin gövde hizası ve üstünde saat yönü için hiç zorlanmadığı, saat yönünün tersi için boyun hizasında kabul edilebilir zorlanma göstermesi haricinde hiç zorlanmadığı görülmektedir.



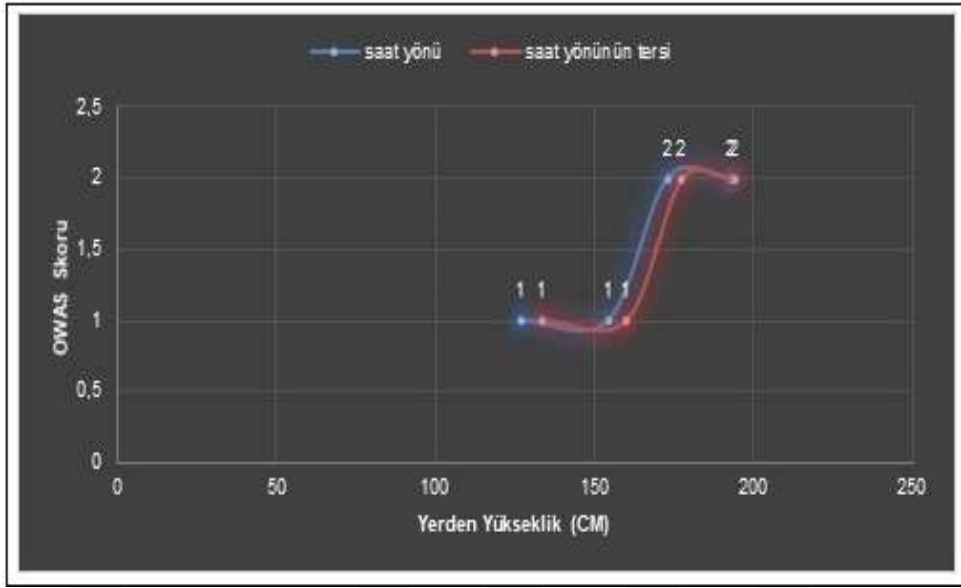
Şekil 6.95. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken ayak bileği grafiği

Şekil 6.95'e bakıldığında ayak bileğinin bel üstü ve baş seviyeleri arasında kabul edilebilir miktarda zorlandığı görülmektedir.



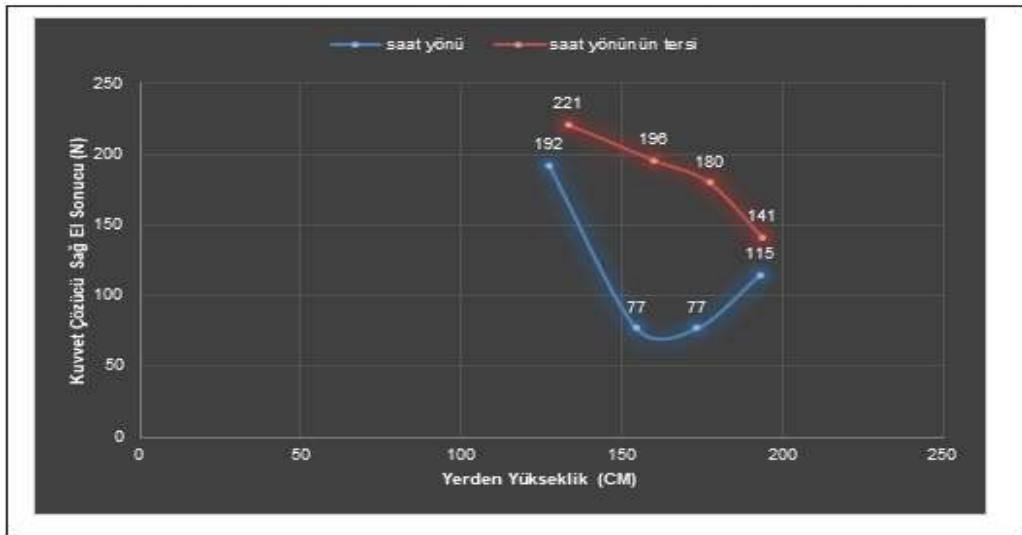
Şekil 6.96. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken rula skoru grafiği

Şekil 6.96'da genel olarak bakıldığında gövde civarlarında düşük riskler görülürken vücudun üst kısımlarına doğru giderek artan ve yüksek risk içeren değerler görülmektedir. Üst ekstremiteler hesaba katılmıştır. Yukarı bölgelerde yatay uzak hareketlerdeki benzer sendromlar ortaya çıkabilir. Bilekte karpal tünel sendromu, ellerde tetik parmak görülebilir.



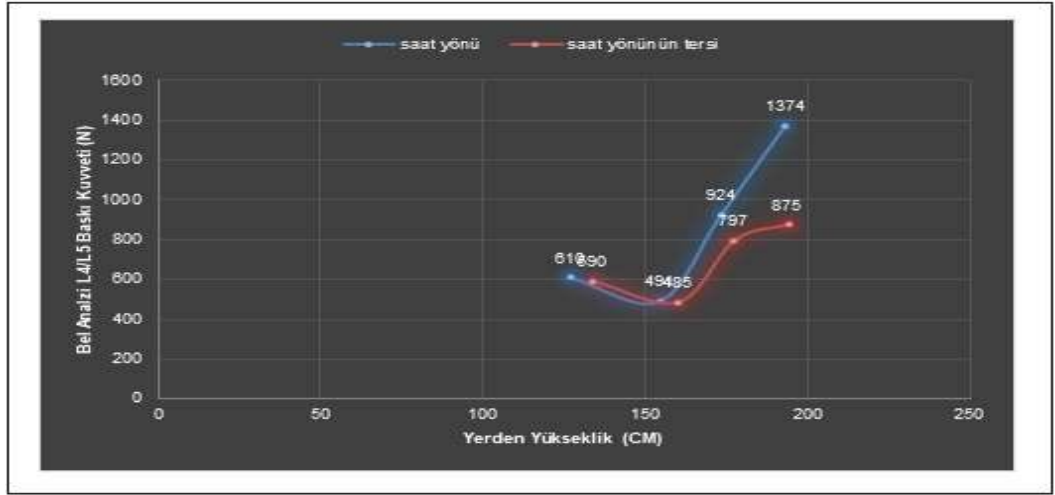
Şekil 6.97. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken owas skoru grafiği

Şekil 6.97’de her iki yönün paralel sonuçlar verdiği, gövde ve baş hizalarında hiçbir değişikliğe ihtiyaç duyulmadığı, sonrasında yakın bir sürede değişikliğe ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Uzun bir sürede her iki yön için baş, el (baş parmak tendonu sıkışması), dirsek, boyun da olmak üzere rahatsızlıklar başlayabilir.



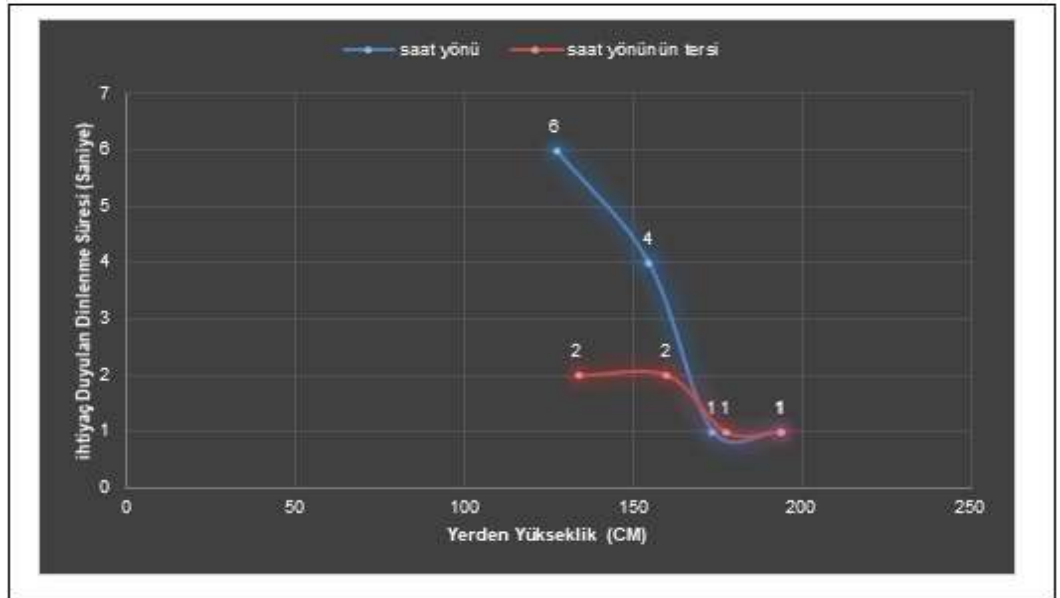
Şekil 6.98. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken sağ el grafiği

Şekil 6.98’e bakıldığında gövde hizalarında ortalama üstü değerler gözlemlendiği ve bu değerlerin baş üstü hizalarına doğru azalan bir grafik çizerek ortalama değerlere indiği görülmektedir. Göğüs bölgesinde yüksek olan değerler yukarı seviyelerde azalmaktadır. Göğüs hizasında yatay çalışmalardan daha az ihtimale sahip benzer rahatsızlıklar görülebilir.



Şekil 6.99. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken bel grafiği

Şekil 6.99'da kuvvetin paralel olarak bel hizasından gövde seviyesine kadar azalarak geldiği, baş seviyesine ve sonrasına kadar sabit aratarak devam ettiği görülmektedir. Saat yönü için bu değer bariz bir şekilde daha çok olduğu görülmektedir. Burada ilk kez bel omurlarına baskı aşağı seviyelerde az olup, sonra bilhassa saat yönünde olmak üzere iki yönde de baş bölgesine kadar orta kuvvetlere kadar artış göstermektedir. Bu sebeple diğer hareketlerden daha az ihtimalli bel, omuz, kalça duruş rahatsızlıkları ortaya çıkabilir.



Şekil 6.100. Anahtarın dikey yönde ve uzakta tutulup çevrilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği

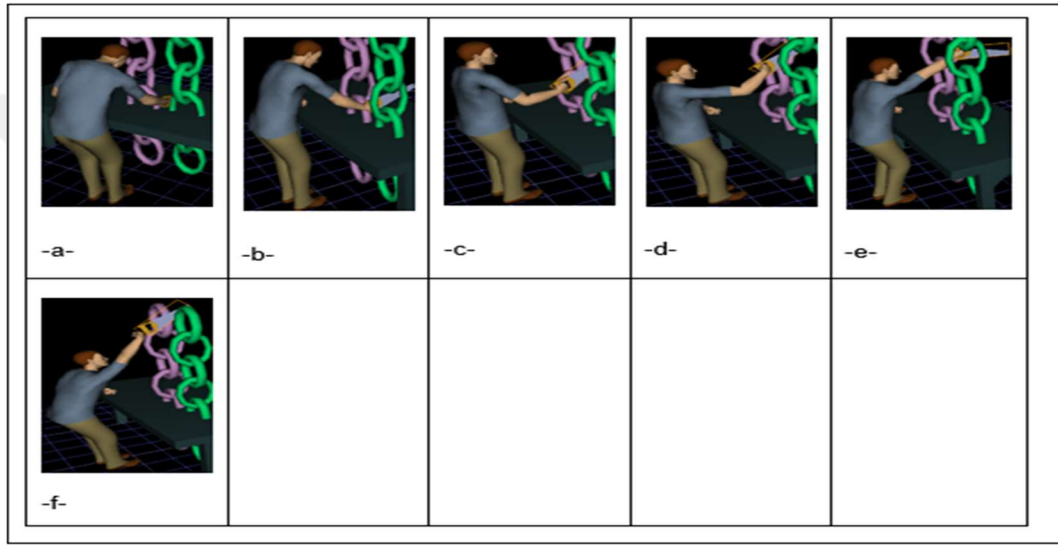
Şekil 6.110'a göre gövde seviyelerinden baş hizasına kadar azalan sonrasında artan değerler görülmektedir ancak her iki yön için de dinlenme süreleri oldukça azdır. Bel

bölgesinin altında bir süre önerilmemekte, bel üstündeki seviyelerde saat yönündeki çalışmada 6 saniyeye varan dinlenmeler, daha yakınlarda her iki yön için 1–2 sn'lik dinlenmeler yeterli görülmekte, bu da yatay uzak çalışmayla oldukça farklı değerler ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.

6.10. Testere Düz Tutulunca

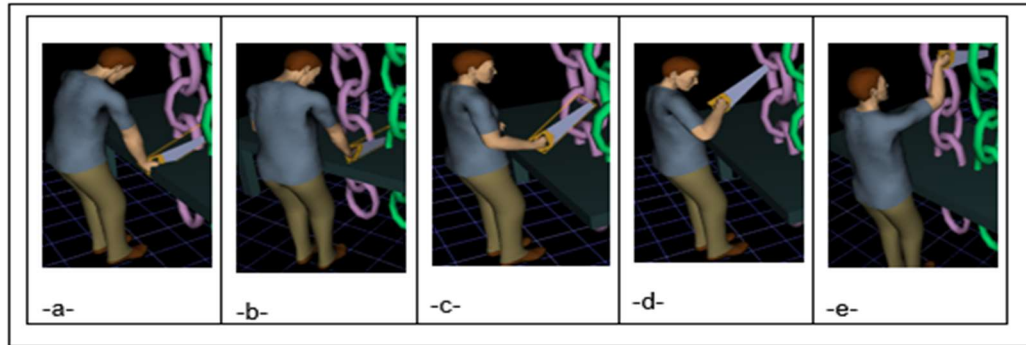
6.10.1. Hareketlerin ekran görüntüleri

6.10.1.1. İleri yönde ittirilince



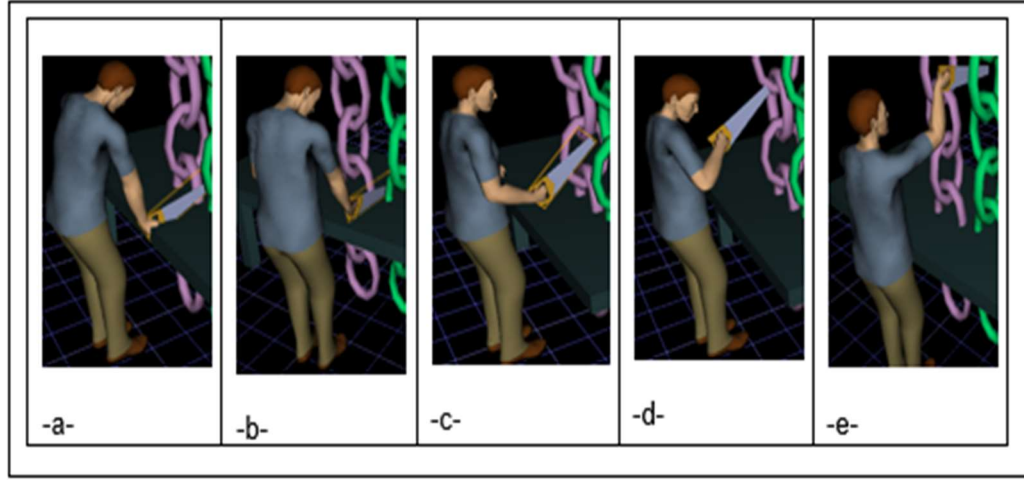
Şekil 6.101. Testerenin düz tutulup ileri yönde itilirken görüntüleri

6.10.1.2. Geri yönde ittirilince



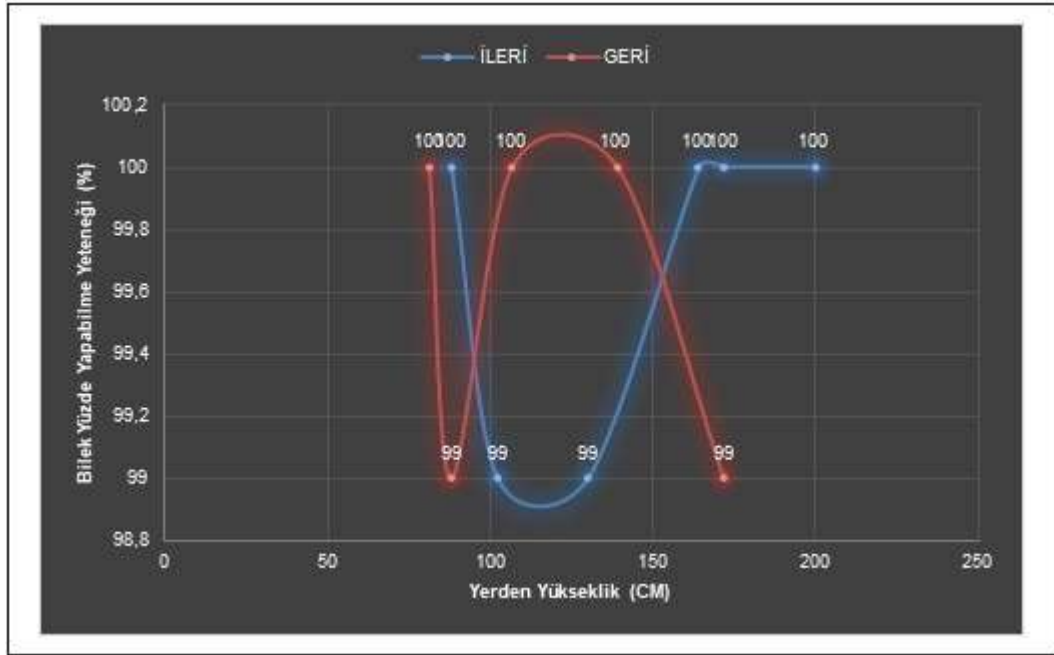
Şekil 6.102. Testerenin düz tutulup geri yönde çekilirken görüntüleri

6.10.1.3. Geri yönde ittirilince



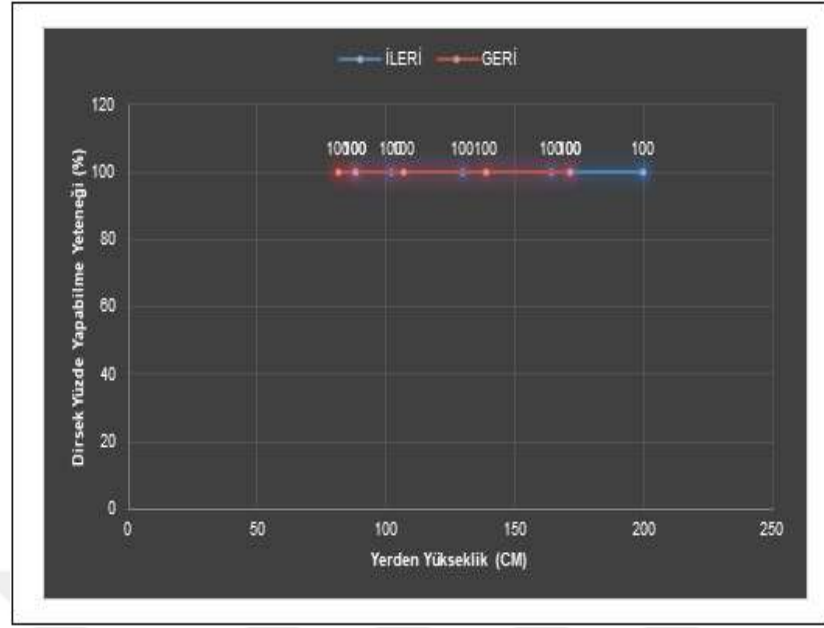
Şekil 6.103. Testerenin düz tutulup geri yönde çekilirken görüntüleri

6.10.2. Grafikler ve yorumları



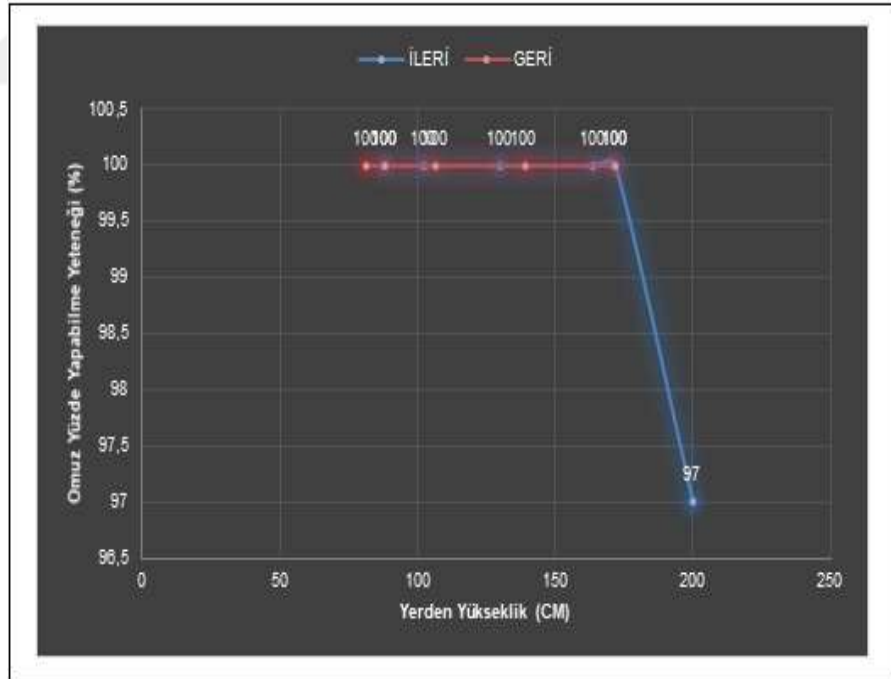
Şekil 6.104. Testerenin düz tutulup itilirken bilek grafiği

Şekil 6.103'de bileğin ileri yöndeki hareketi için bel ve bel üstü hizalarında kabul edilebilir zorlanma görülmektedir, belin hemen altı, baş ve üstündeki seviyelerde ise hiç zorlanma görülmemektedir. Geri yöndeki harekette ise belin hemen altı ve baş hizalarında kabul edilebilir zorlanma görülürken, bel altı, bel üstü ve gövde seviyelerinde hiç zorlanma görülmemektedir.



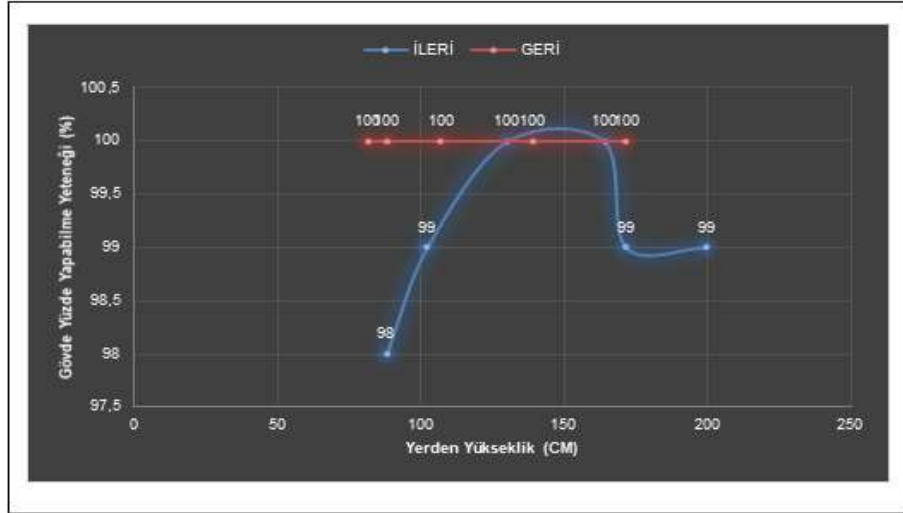
Şekil 6.105. Testerenin düz tutulup itilirken dirsek grafiği

Şekil 6.104'e bakıldığında dirseklerin hiçbir şekilde zorlanmaya maruz kalmadıkları görülmektedir.



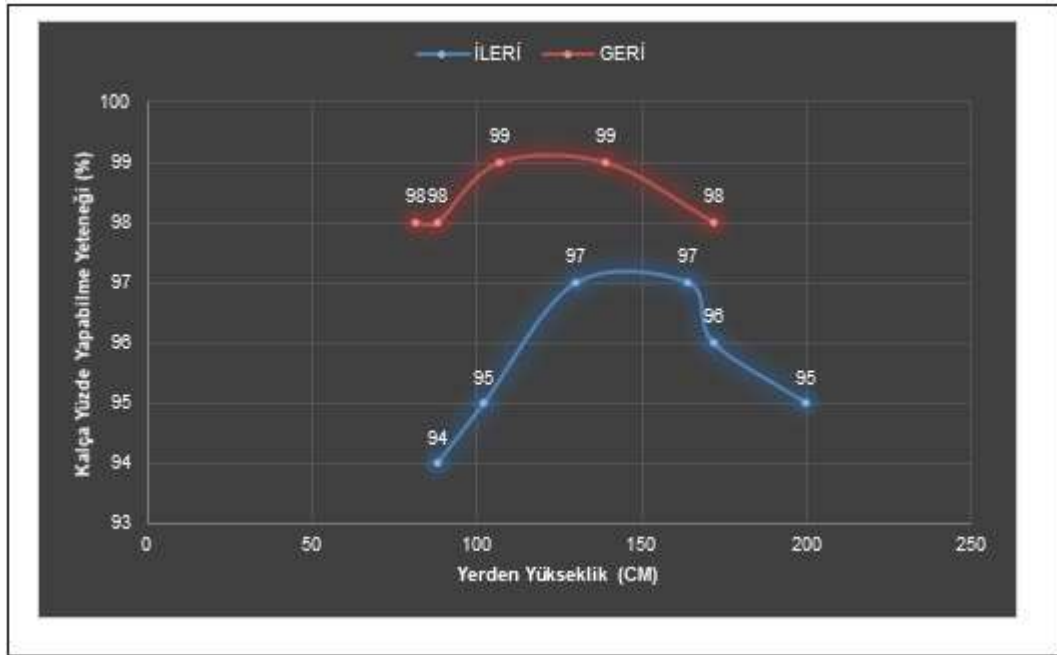
Şekil 6.106. Testerenin düz tutulup itilirken omuz grafiği

Şekil 6.105'e bakıldığında omuzların genel olarak hiçbir şekilde zorlanmadıkları sadece ileri yöndeki hareketin minimal bir zorlanma gösterdiği görülmektedir. Başın üstünde omuzda kas ve eklem ağırları görülebilir.



Şekil 6.107. Testerenin düz tutulup itilirken gövde grafiği

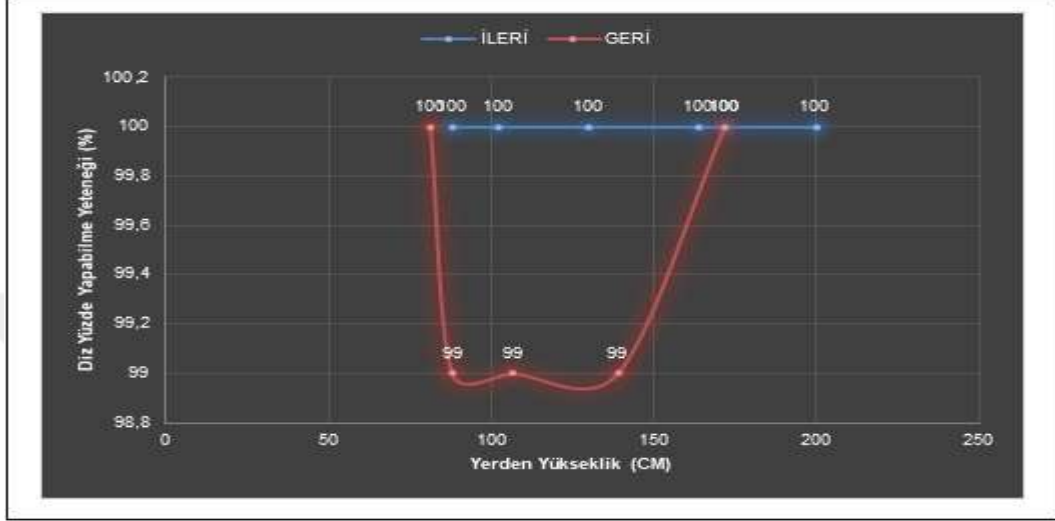
Şekil 6.106'a bakıldığında gövdenin geri göndeki harekette hiç zorlanmadığı, ileri yöndeki harekette ise bel ile baş ve baş üstü bölgelerde kabul edilebilir zorlanıp, gövde seviyesinde hiç zorlanmadığı görülmektedir. Belin hemen altında ise minör bir zorlanma görülmektedir. Belin altındaki çalışmalarda eğilmeden dolayı bel ağrısı, bacak ağrısı görülebilir.



Şekil 6.108. Testerenin düz tutulup itilirken kalça grafiği

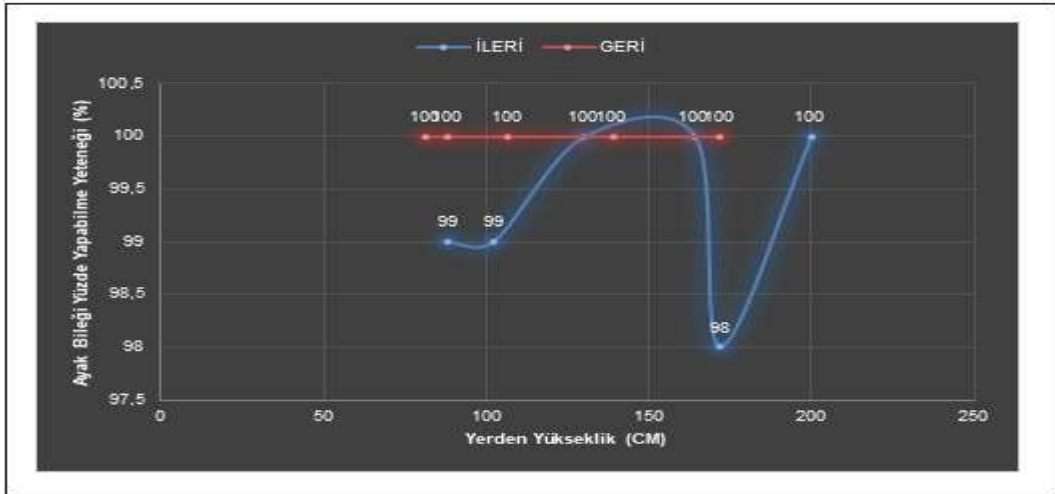
Şekil 6.107'e bakıldığında genel olarak belden gövdeye doğru artan, gövdeden baş hizasına doğru azalan çan eğrileri görülmektedir. İleri yöndeki hareket daha çok zorlanmaya neden olmaktadır. Geri yöndeki harekette gövde seviyesinde kabul

edilebilir zorlanmalar görülmektedir ancak ileri yöndeki harekette sadece minör zorlanmalar görülmektedir. Geri yöndeki harekette hafif zorlanmalar görülmektedir. Ancak ileri yöndeki harekette daha fazla zorlanma gözlenmektedir. İleri yöndeki harekette bilhassa bel ve baş üstü seviyelerde çalışmalarda kalça eklemi yorgunluğundan kaynaklanan kas ağrıları görülebilir.



Şekil 6.109. Testerenin düz tutulup itilirken diz grafiği

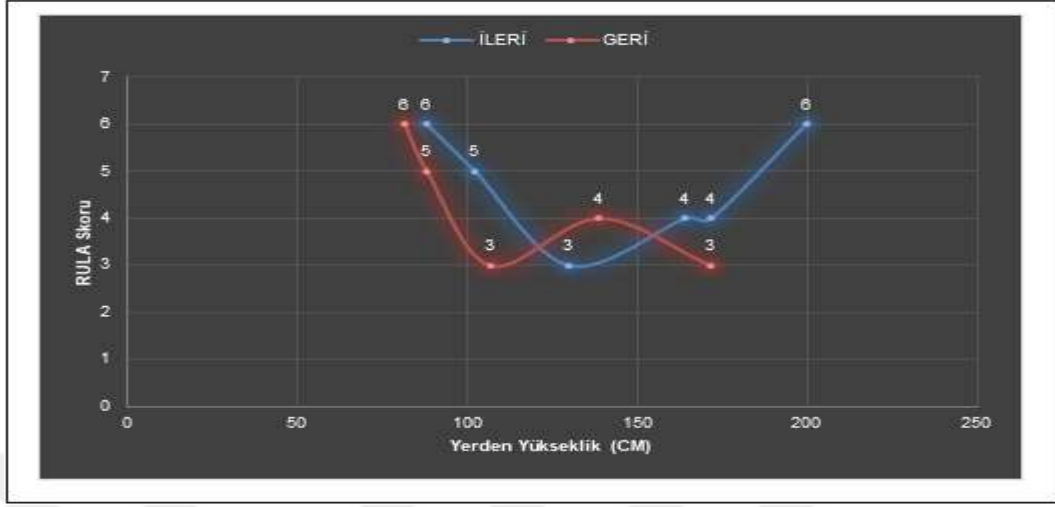
Şekil 6.108'e bakıldığında dizin bel hizasından sonra ileri yönde hiç zorlanmadığı, geri yönde ise bel ve baş hizasında hiç zorlanmadığı ancak 2 değer arasında kabul edilebilir zorlanma gösterdiği görülmektedir.



Şekil 6.110. Testerenin düz tutulup itilirken ayak bileği grafiği

Şekil 6.109'a göre ayak bileğinin geri yönde hiç zorlanmadığı, ileri yönde ise gövde seviyesinde bel seviyesinde kabul edilebilir zorlandığı, baş seviyesinde minör zorlandığı, diğer bölgelerde geri yön ile aynı değerleri gösterip zorlanmadığı

görülmektedir. Baş hizasındaki çalışmalar esnasında süreye bağlı olarak ayak bileğinde zorlanmadan kaynaklı ağrılar olabilir.



Şekil 6.111. Testerenin düz tutulup itilirken rula skoru grafiği

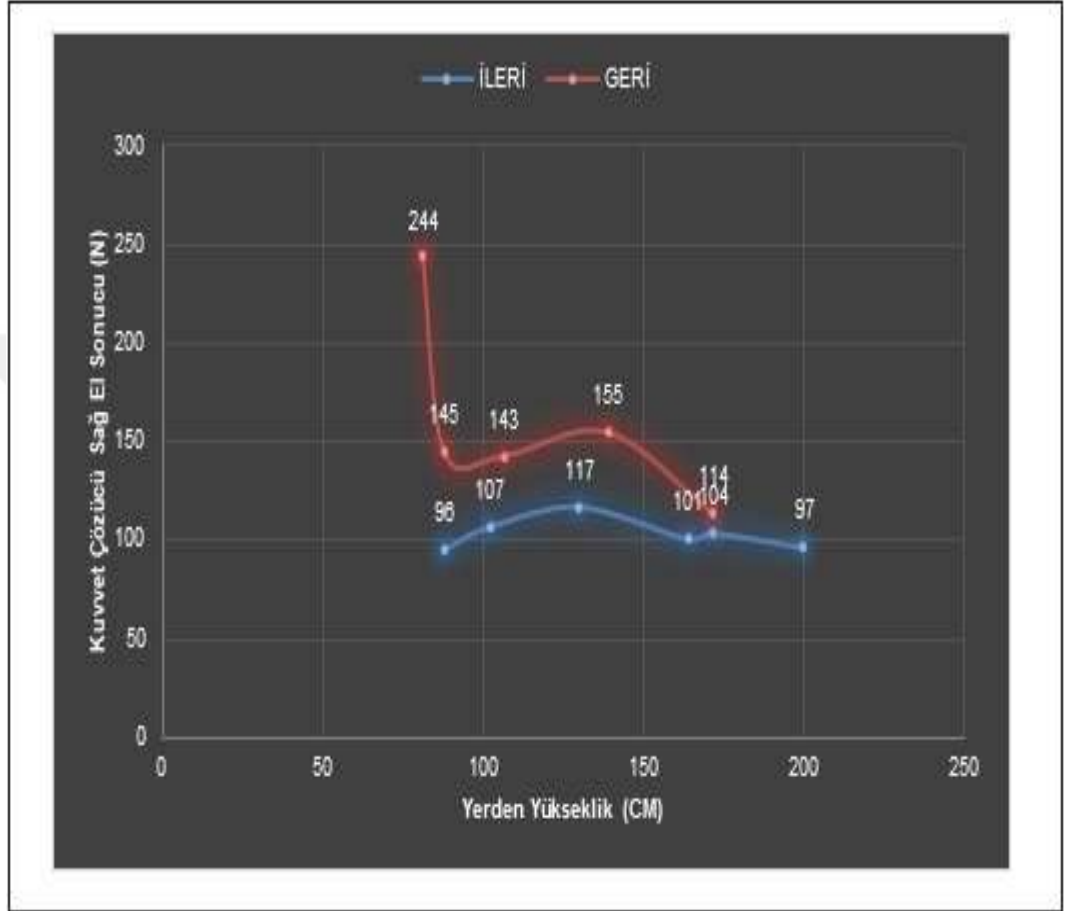
Şekil 6.110'da genel olarak bakıldığında bel üstü ve gövde civarlarında düşük riskler görülürken vücudun üst kısımlarına doğru ve belin hemen altındaki seviyelerde giderek artan ve yüksek risk içeren değerler görülmektedir. Bel altında ve bel seviyesinde her iki yönde, hafif eğilmeden dolayı ağrı ve tutulmalar görülebilirken, göğüsten yukarıda sadece ileri yönde (daha çok kuvvet harcandığından) boyun, omuz (donuk omuz) ve bilek ağrıları, ortaya çıkabilir.



Şekil 6.112. Testerenin düz tutulup itilirken owas skoru grafiği

Şekil 6.111'e göre geri yöndeki hareket belin altındaki hizalarda yakın bir sürede değişikliğe ihtiyaç duyarken sonrasındaki seviyelerde değişikliğe ihtiyaç duymamaktadır. İleri yöndeki hareket ise baş hizasında mümkün olan en kısa sürede değişikliğe ihtiyaç duymakta, bel ve baş üstü hizaları yakın sürede değişikliğe ihtiyaç

duymakta diğer seviyelerde geri yöndeki hareket gibi değişikliğe ihtiyaç duymamaktadır. İleri yönde boyun, baş hizasında boyunda ağrı, tutukluk, ellerde uyuşma, bileklerde sinir sıkışması (karpal tünel sendromu) gibi rahatsızlıklar görülebilir.



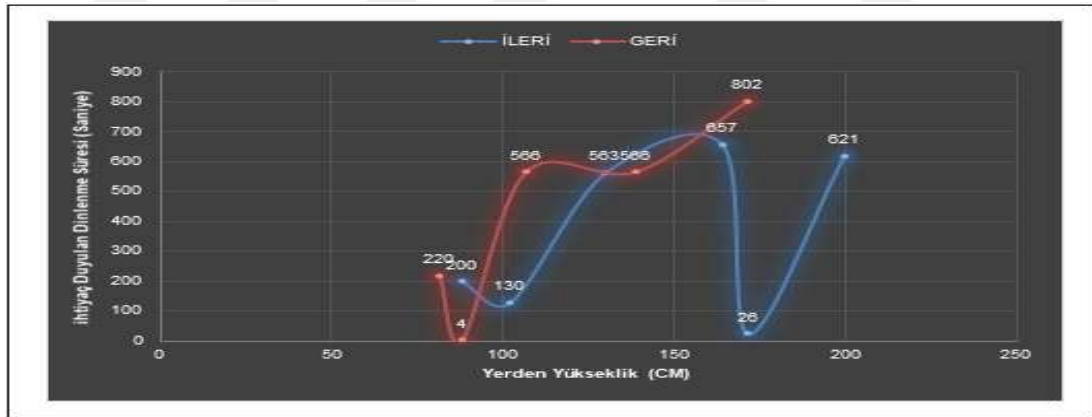
Şekil 6.113. Testerenin düz tutulup itilirken sağ el grafiği

Şekil 6.122'e bakıldığında geri yöndeki hareketin belin altındaki noktada yüksek bir değer gösterdiği ve sonrasında ortalama değerlere inip baş hizasına kadar sabit bir şekilde devam ettiği görülmektedir. İleri yöndeki hareket için ise ortalamanın biraz altındaki değerlerle sabit bir grafik gözlenmektedir. Geri yönde belin altında yüksek sayılabilecek ani bir kuvvet ortaya çıkmakta darbe şeklindeki bu kuvvet, el uyuşukluğu, bilek sinir sıkışıklığı gibi rahatsızlıklara yol açabilmektedir.



Şekil 6.114. Testerenin düz tutulup itilirken bel grafiği

Şekil 6.113'de kuvvetin paralel olarak belin çok az altındaki seviyelerden bel seviyelerine kadar giderek azalıp 1/2 seviyelerine ulaştığı ve baş seviyesine kadar sabit bir şekilde arttığı görülmektedir. İleri yöndeki harekette bele gelen kuvvet hareketin doğası gereği daha fazladır. Bu harekette esas tehlike ileri yöndeki çalışmada bel altı ve baş bölgelerinde ortaya çıkmaktadır. Bilhassa bel altındaki çalışmada orta ihtimalle, çalışma uzunluğuna ve tekrara bağlı olarak bel fıtığı, sinir sıkışması ve lordoz başlangıcı ortaya çıkabilir.



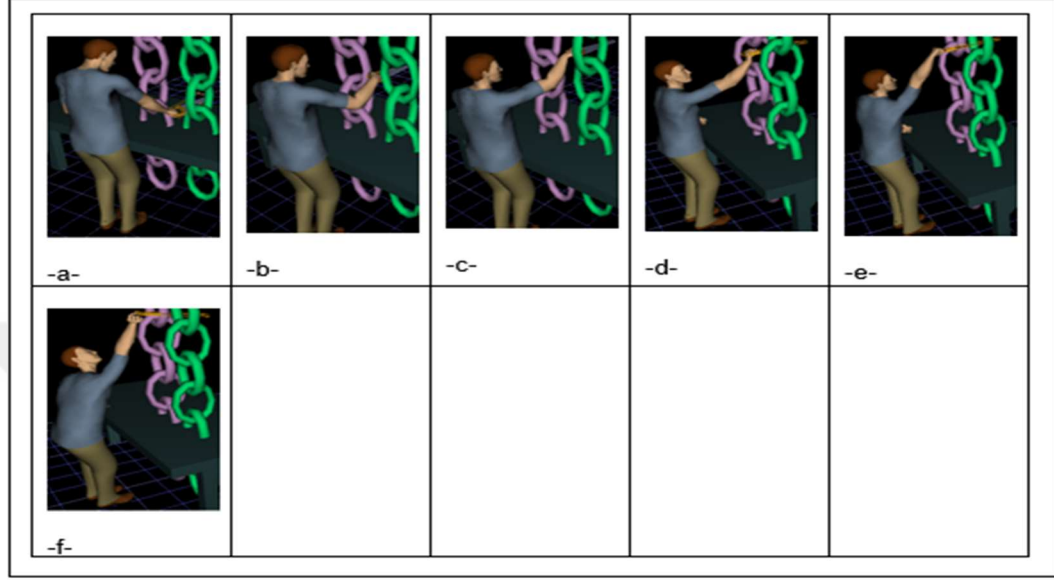
Şekil 6.115. Testerenin düz tutulup itilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği

Şekil 6.114'e göre değerlerin yaklaşık olarak aynı olduğu, ileri yön için bel ve baş hizalarında çok az, gövde ve baş üstü seviyelerde ortalama değerler olduğu görülmektedir. Geri yöndeki hareket için ise bel ve baş hizalarında az, gövde ve baş üstü hizalarında ortalama miktarlarda dinlenmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada her iki yönde de ortalama 6–7 dakikalık dinlenme süreleri tavsiye edilmektedir.

6.11. Testere Sağ Yönde Tutulunca

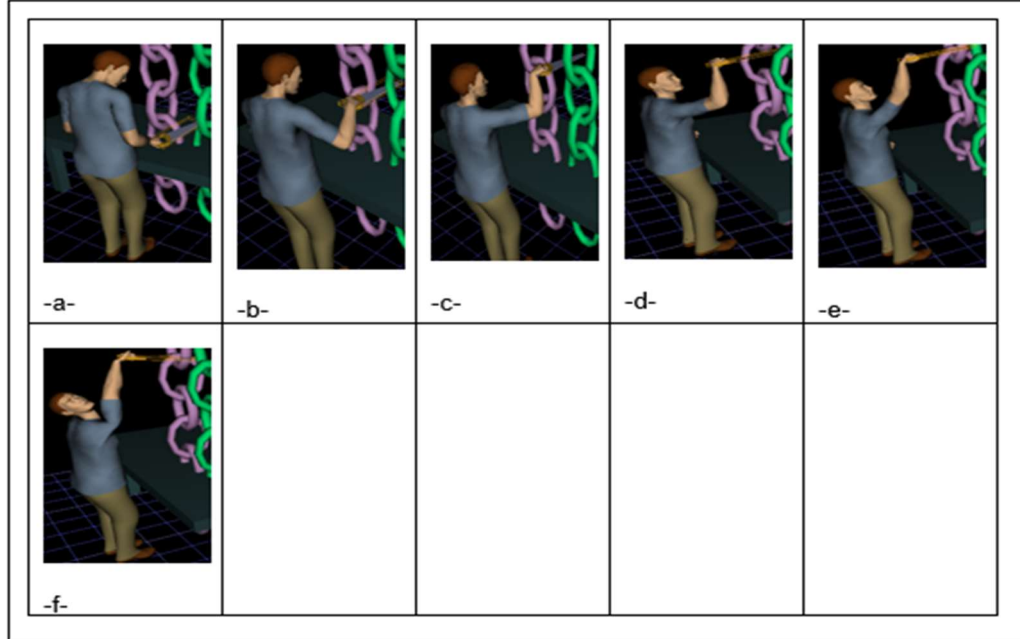
6.11.1. Hareketlerin ekran görüntüleri

6.11.1.1. İleri yönde ittirilince



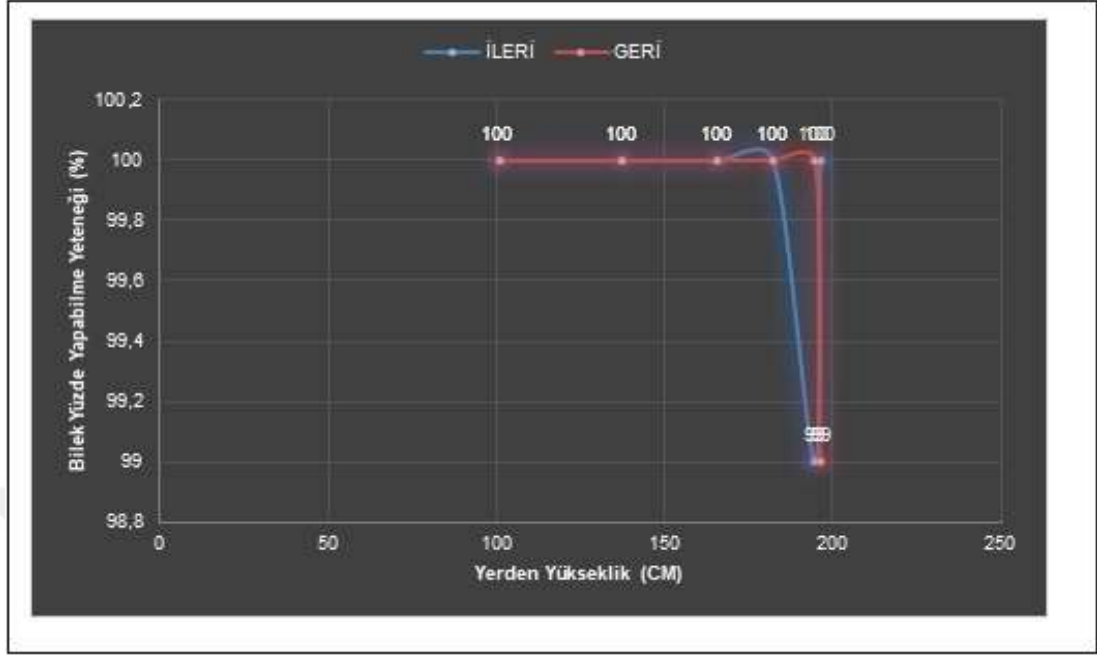
Şekil 6.116. Testerenin sağ yönde tutulup ileri yönde ittirirken görüntüleri

6.11.1.2. Geri yönde ittirilince



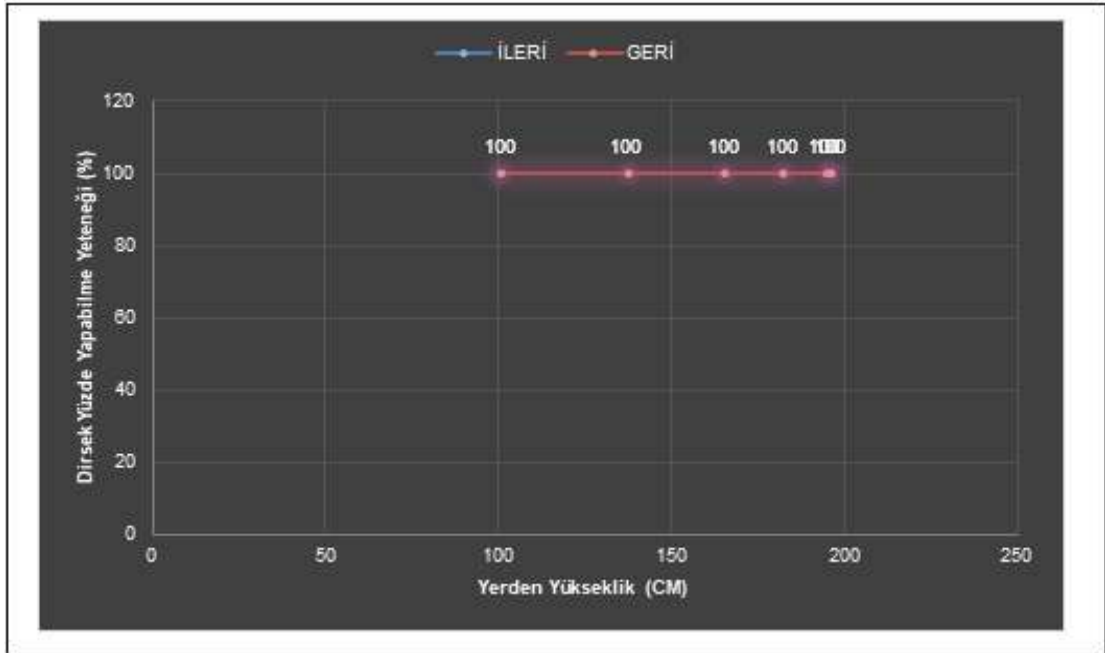
Şekil 6.117. Testerenin sağ yönde tutulup geri yönde çekilirken görüntüleri

6.11.2. Grafikler ve yorumları



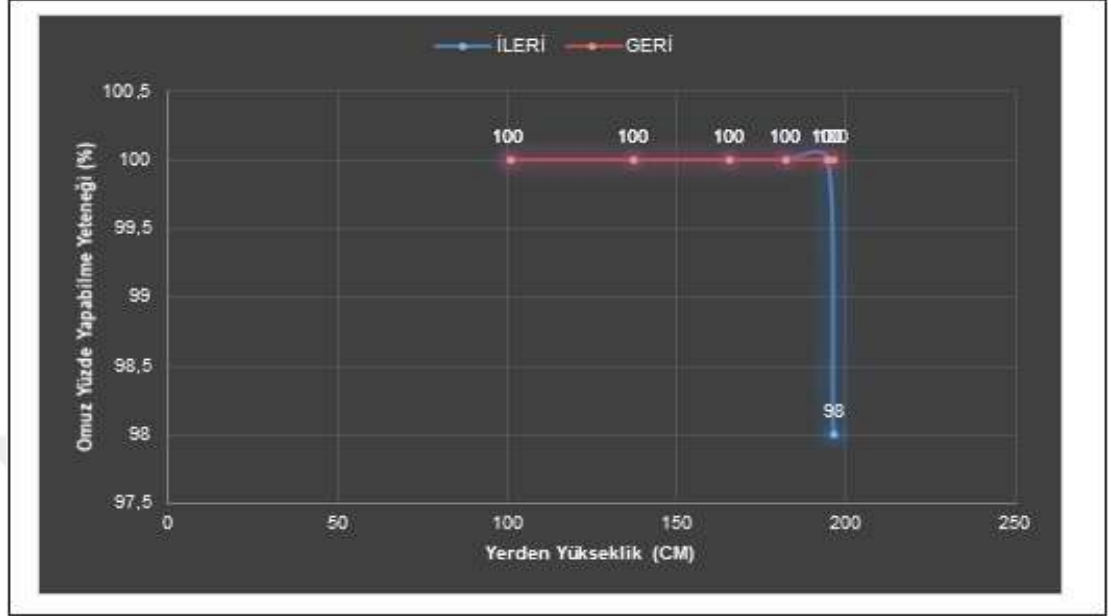
Şekil 6.118. Testerenin sağ yönde tutulup itilirken bilek grafiği

Şekil 6.117’de hareketin ileri ve geri yönde paralel olduğu, bel hizası ve yukarısında hiç zorlanmadığı, sanal insanın ulaşabildiği maksimum seviyede ise kabul edilebilir zorlanma olduğu görülmektedir.



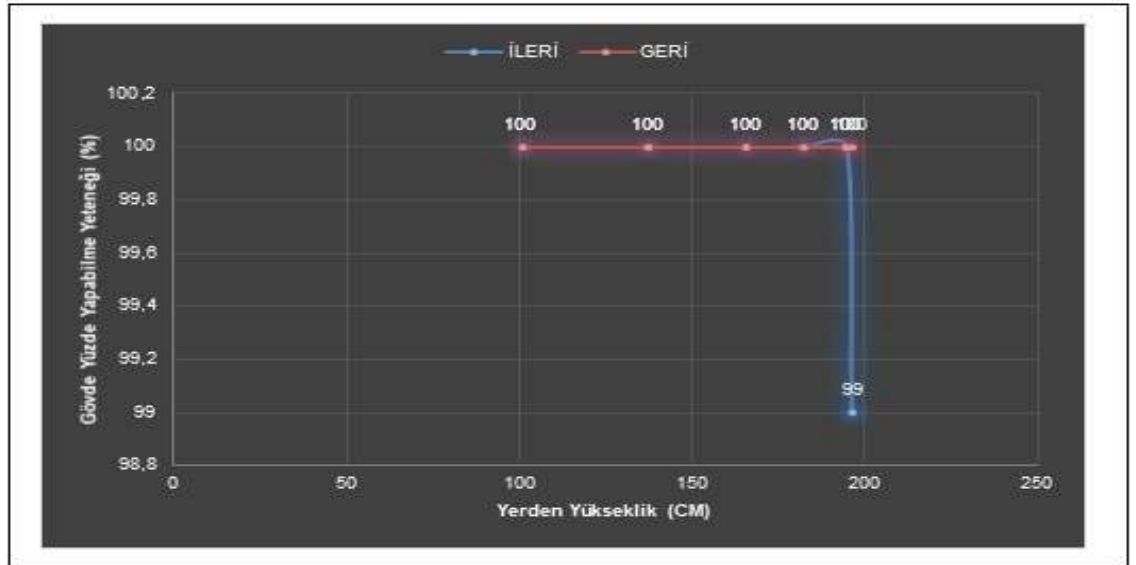
Şekil 6.119. Testerenin sağ yönde tutulup itilirken dirsek grafiği

Şekil 6.118'e bakıldığında dirseklerin hiçbir şekilde zorlanmaya maruz kalmadıkları görülmektedir.



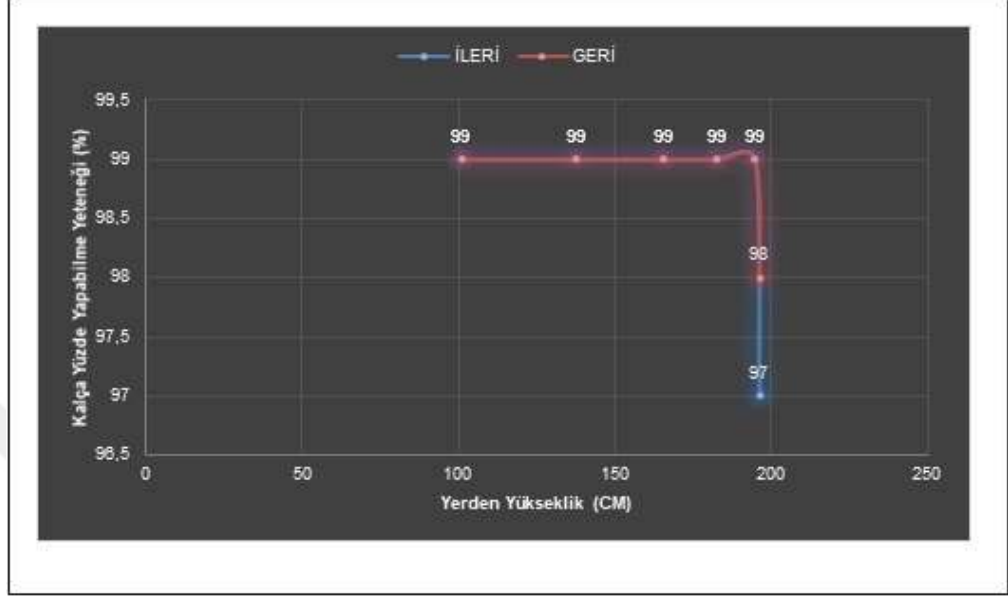
Şekil 6.120. Testerenin sağ yönde tutulup itilirken omuz grafiği

Şekil 6.119'a bakıldığında omuzların genel olarak hiçbir şekilde zorlanmadıkları sadece ileri yöndeki hareketin minimal bir zorlanma gösterdiği görülmektedir. Baş üstü seviyesinde zorluktan kaynaklı omuz açısının değişimiyle omuz ağırları ortaya çıkabilir. Kısa süreli çalışmak gerekir.



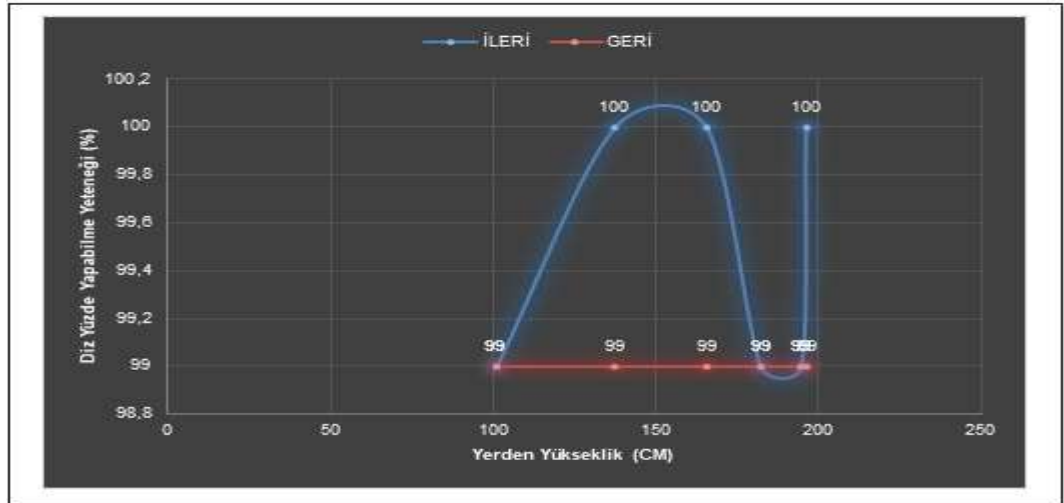
Şekil 6.121. Testerenin sağ yönde tutulup itilirken gövde grafiği

Şekil 6.120'e bakıldığında gövde ileri yönde bel, gövde ve baş hizalarında zorlanma göstermezken sanal insanın ulaşabildiği maksimum değerde kabul edilebilir zorlanma göstermiştir. Geri yönde ise bel ve sonrasında hiç zorlanma göstermemektedir.



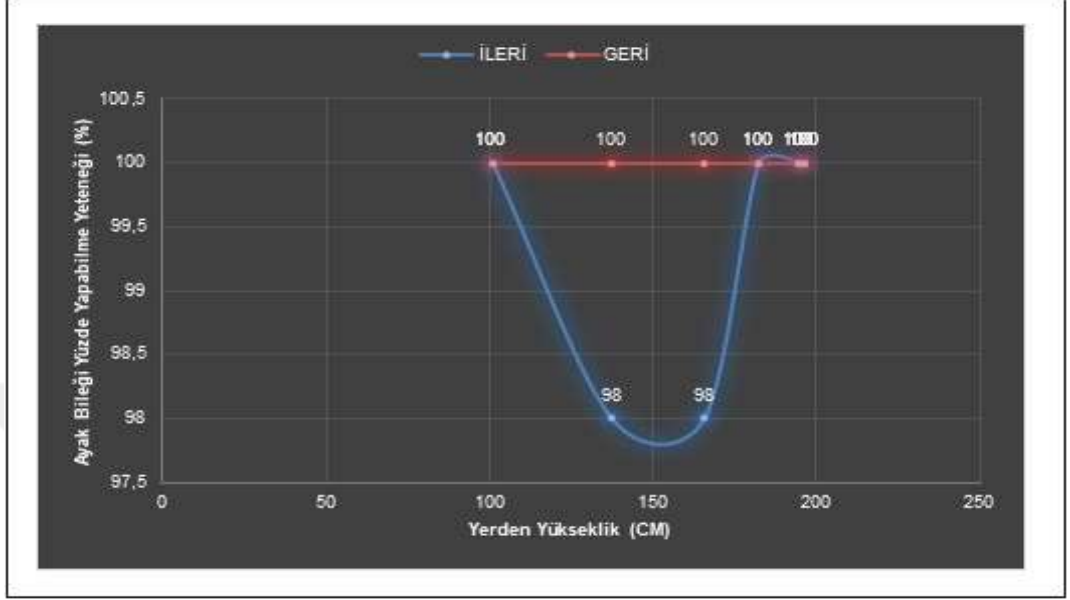
Şekil 6.122. Testerenin sağ yönde tutulup itilirken kalça grafiği

Şekil 6.121'e bakıldığında kalçanın genel olarak kabul edilebilir seviyede zorlandığı, baş üstü seviyesinde ileri ve geri yöndeki hareketin minimal bir zorlanma gösterdiği görülmektedir. Baş üstünde kalça eklemlerindeki zorlanmadan kaynaklı ağrı görülebilir.



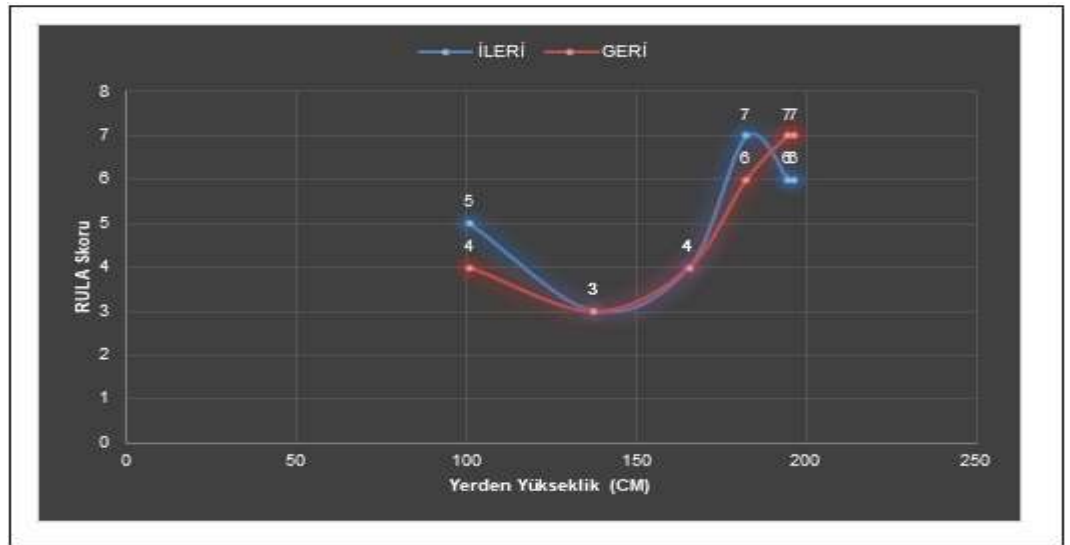
Şekil 6.123. Testerenin sağ yönde tutulup itilirken diz grafiği

Şekil 6.122'e bakıldığında dizin bel hizası ve sonrasında geri yönde hiç zorlanmadığı, ileri yönde ise kabul edilebilir zorlanmalar gösterdiği ya da hiç zorlanmadığı görülmektedir.



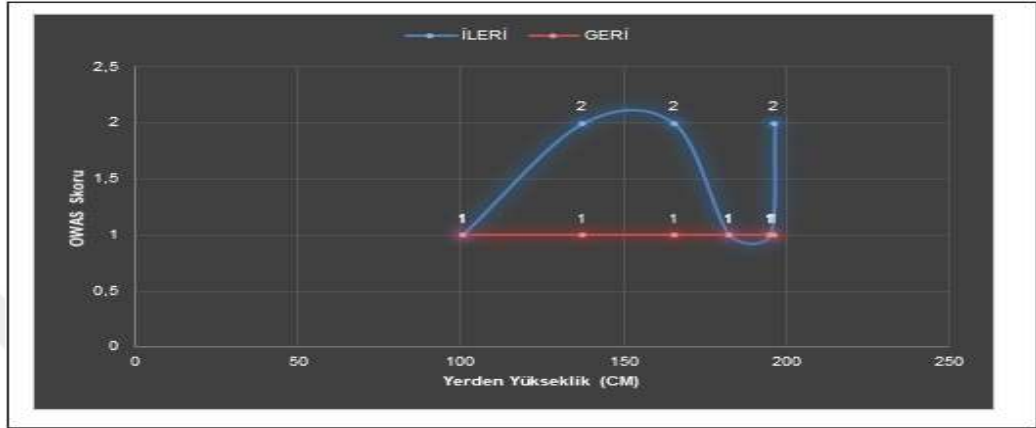
Şekil 6.124. Testerenin sağ yönde tutulup itilirken ayak bileği grafiği

Şekil 6.123'e göre ayak bileğinin geri yönde hiç zorlanmadığı, ileri yönde ise gövde seviyesinde minör zorlandığı, diğer bölgelerde geri yön ile aynı değerleri gösterip zorlanmadığı görülmektedir. Göğüs hizasındaki ileri yöndeki çalışmalarda ayak bileğinde zorlanma ve ağrılar ortaya çıkabilir.



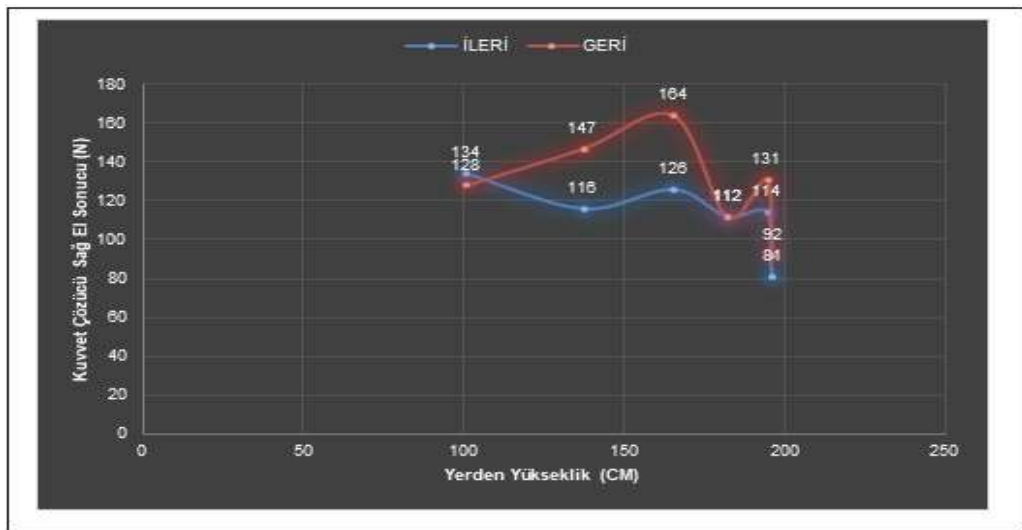
Şekil 6.125. Testerenin sağ yönde tutulup itilirken rula skoru grafiği

Şekil 6.124'de genel olarak bakıldığında bel üstü ve gövde civarlarında düşük riskler görülürken vücudun üst kısımlarına ve bele doğru olan seviyelerde giderek artan ve baş üstü için yüksek, bel için orta risk içeren değerler görülmektedir. Bel seviyesinde hafif lordoz başlangıcı, baş, boyun ağrıları omuz bölgelerinde donuk omuz sendromu görülebilir.



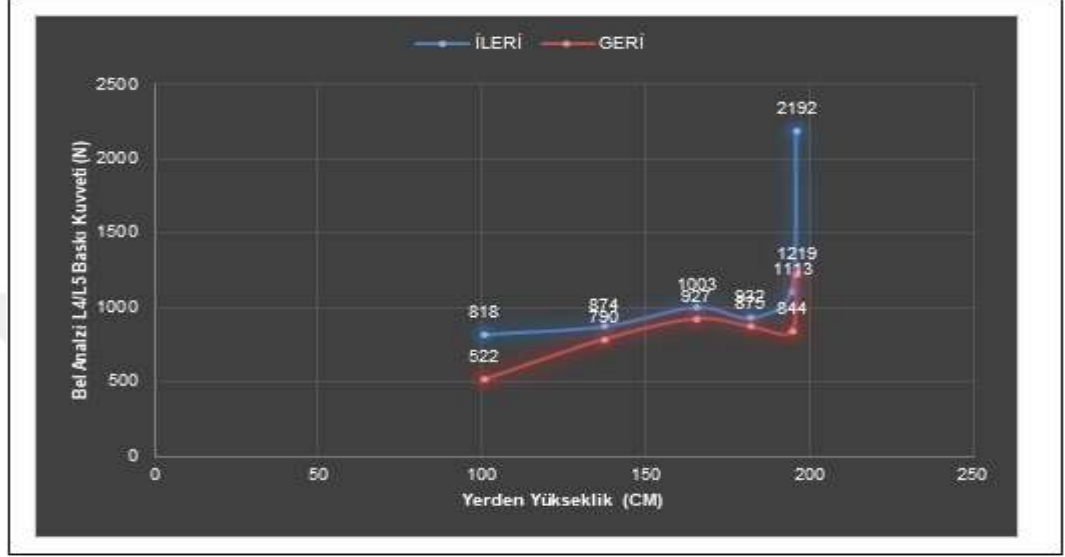
Şekil 6.126. Testerenin sağ yönde tutulup itilirken owas skoru grafiği

Şekil 6.125'e göre geri yöndeki hareket bel ve sonrası seviyelerde bir değişikliğe ihtiyaç duymazken, geri yöndeki hareket gövde ve baş üstü hizalarda yakın bir sürede değişikliğe ihtiyaç duyuyor diğer bölgelerde ileri yönde hareket gibi değişikliğe ihtiyaç duymamaktadır. İleri yönde boyun hizasındaki çalışma için elde baş parmak tendonu sıkışması başlangıcı, dirsekte tenisçi dirseği sendromu gelişebilir, ancak ihtimal düşüktür.



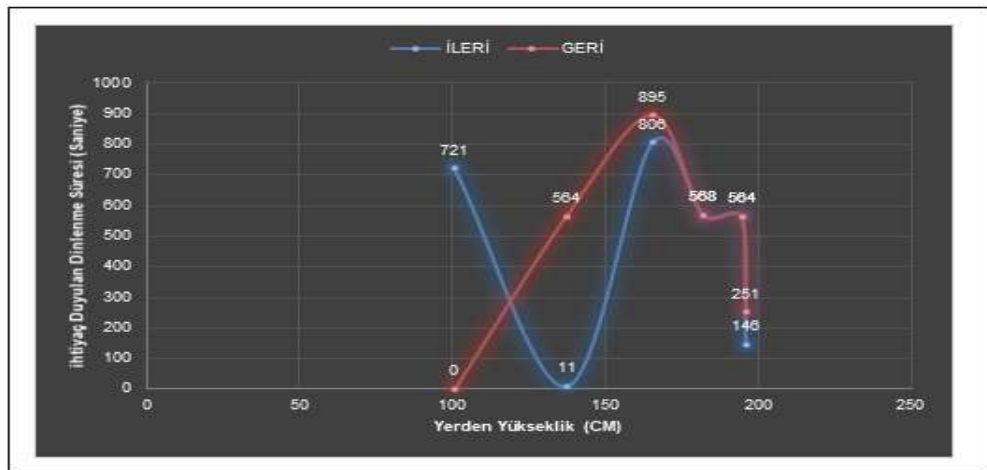
Şekil 6.127. Testerenin sağ yönde tutulup itilirken sağ el grafiği

Şekil 6.126'da her iki yönün ortalama değerlerle yaklaşık aynı grafiği çizdiği görülmektedir. Bel ve baş hizaları arasında bu durum korunurken baş üstü seviyelerde grafikler azalan bir durum gösterip ortalamanın altına inmiştir. Buradaki kuvvetler düşük olup herhangi bir rahatsızlık çıkarma ihtimali, sürekli ve tekrarlı çalışma olmadığı takdirde zayıftır.



Şekil 6.128. Testerenin sağ yönde tutulup itilirken bel grafiği

Şekil 6.127'e göre zorlanma, bel seviyesinden baş seviyesine kadar paralel olarak sabit devam edip baş seviyesinden sonra ani şekilde artmıştır. Burada risk, ileri yöndeki harekette başın üstündeki seviyede birden belirmektedir. Testere düzdekine benzer ve aynı ihtimalli bel sendromları ortaya çıkabilir.



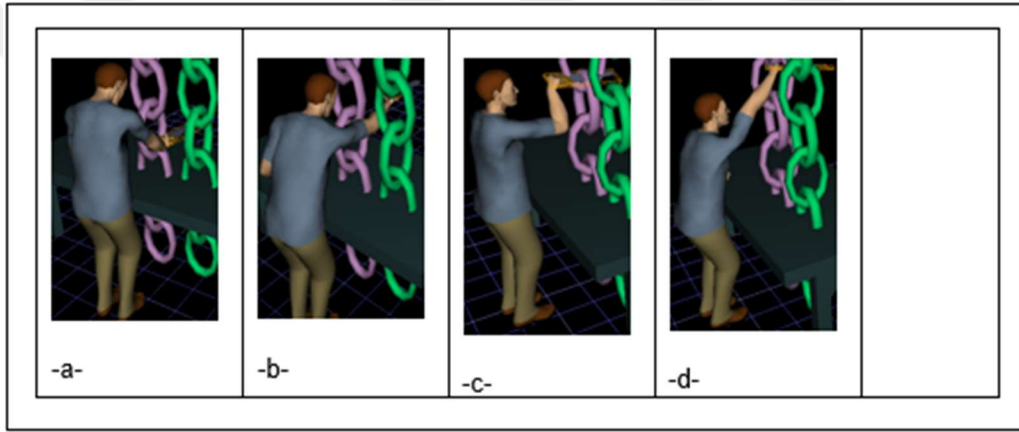
Şekil 6.129. Testerenin sağ yönde tutulup itilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği

Şekil 6.128'e göre ileri yöndeki hareket bel seviyelerinde ortalama, gövde seviyelerinde az, baş seviyelerinde ise ortalama üstü değerler göstermektedir. Geri yöndeki hareket ise bel seviyelerinde dinlenmeye ihtiyaç duymazken gövde seviyesinde orta ve baş seviyelerinde ortalama üstü değerler göstermiştir. Baş seviyesinden sonra her iki yön de paralel olarak normal seviyelere inip sonrasında maksimum erişim noktalarında iyice alt değerlere ulaşmıştır.

6.12. Testere Sol Yönde Tutulunca

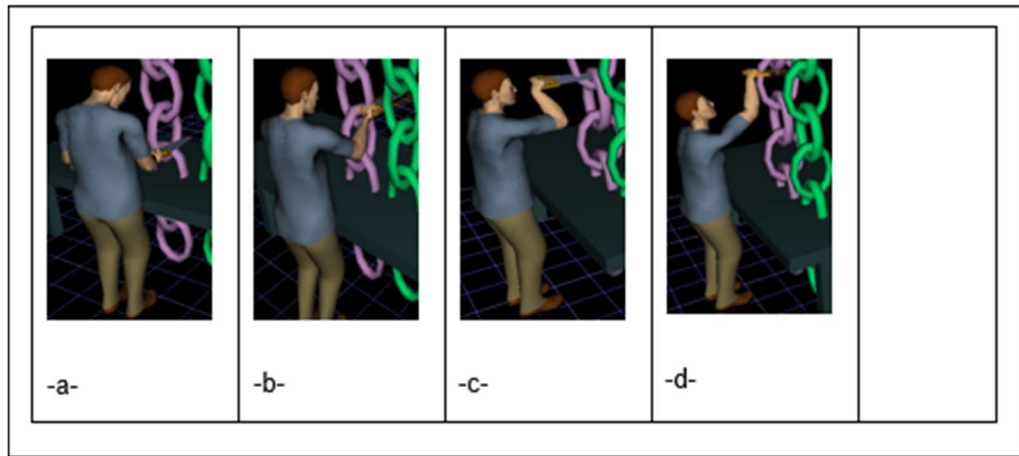
6.12.1. Hareketlerin ekran görüntüleri

6.12.1.1. İleri yönde ittirilince



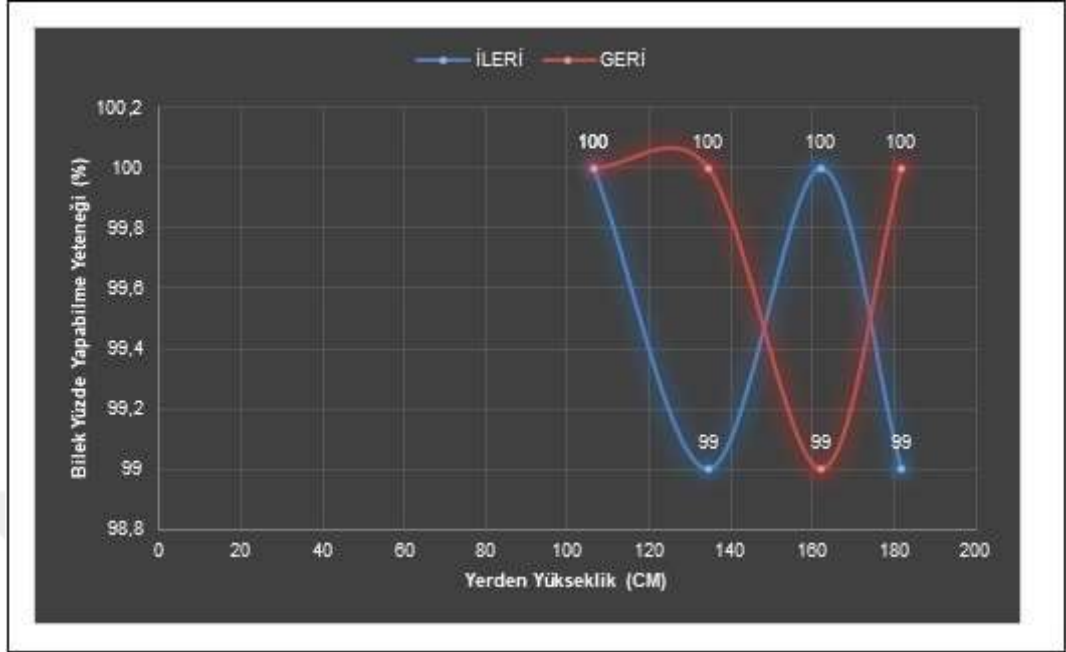
Şekil 6.130. Testerenin sol yönde tutulup ileri yönde itilirken görüntüleri

6.12.1.2. Geri yönde ittirilince



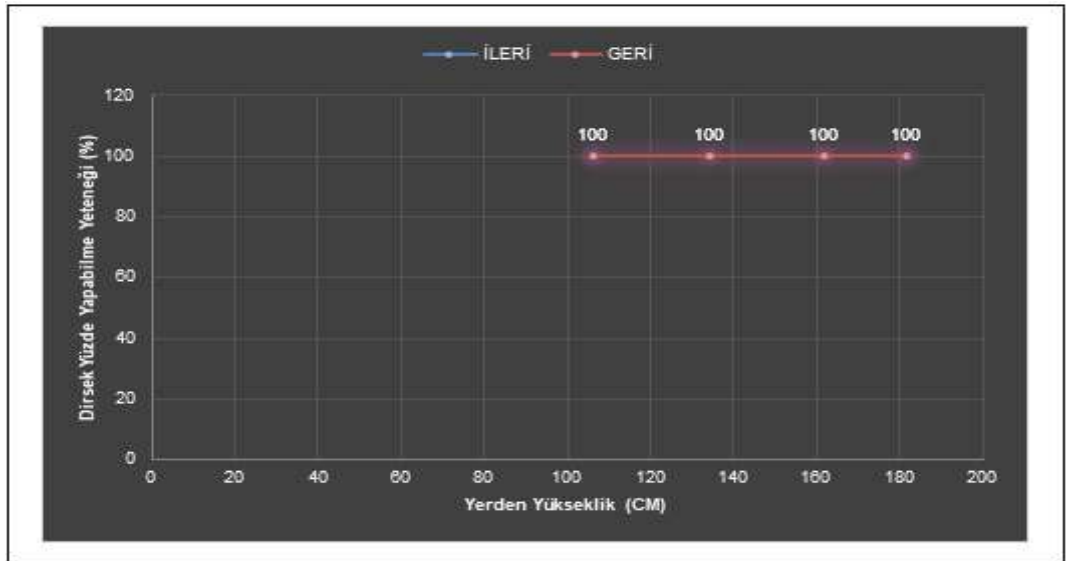
Şekil 6.131. Testerenin sol yönde tutulup geri yönde çekilirken görüntüleri

6.12.2. Grafikler ve yorumları



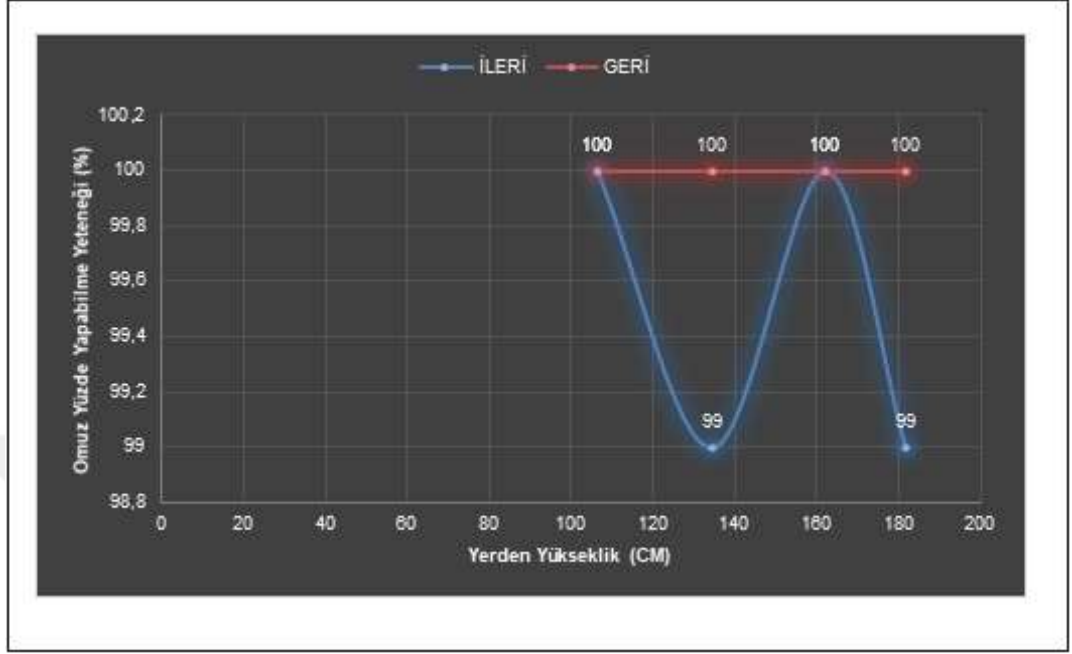
Şekil 6.132. Testerenin sol yönde tutulup itilirken bilek grafiği

Şekil 6.131'e bakıldığında geri yöndeki hareket için, bel üstü, gövde ve baş üstü hizalarında hiç zorlanmadığı, boyun seviyelerinde kabul edilebilir zorlanma olduğu görülmektedir. İleri yöndeki hareket için ise bel üstü ve boyun seviyelerinde hiç zorlanma görülmezken gövde ve baş üstü hizalarında kabul edilebilir zorlanma görülmektedir.



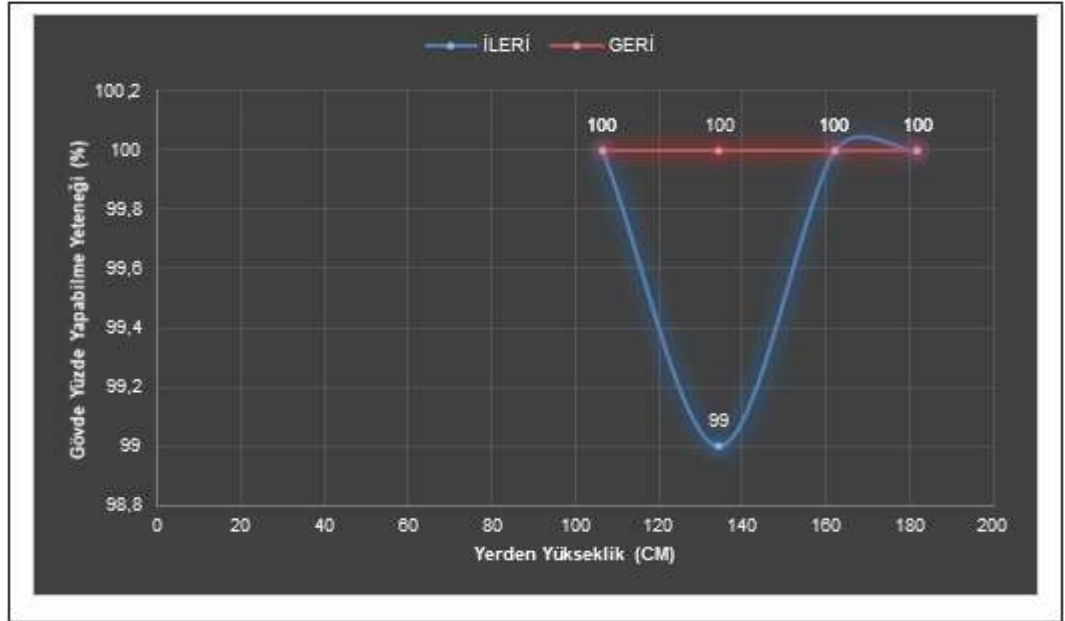
Şekil 6.133. Testerenin sol yönde tutulup itilirken dirsek grafiği

Şekil 6.132'e bakıldığında dirseklerin hiçbir şekilde zorlanmaya maruz kalmadıkları görülmektedir.



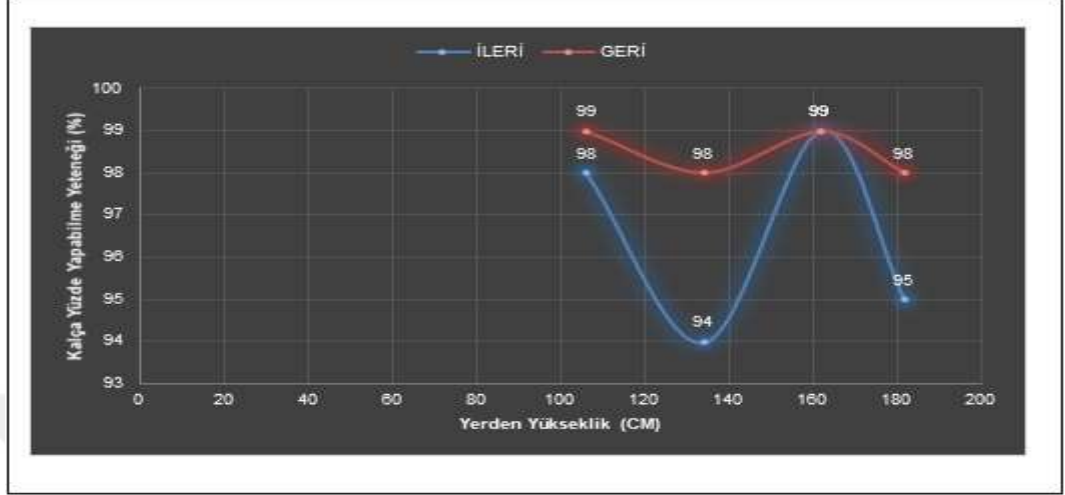
Şekil 6.134. Testerenin sol yönde tutulup itilirken omuz grafiği

Şekil 6.133'e bakıldığında omuzların genel olarak hiçbir şekilde zorlanmadıkları sadece ileri yöndeki hareketin dalgalanmalar şeklinde kabul edilebilir zorlanmalar gösterdiği görülmektedir.



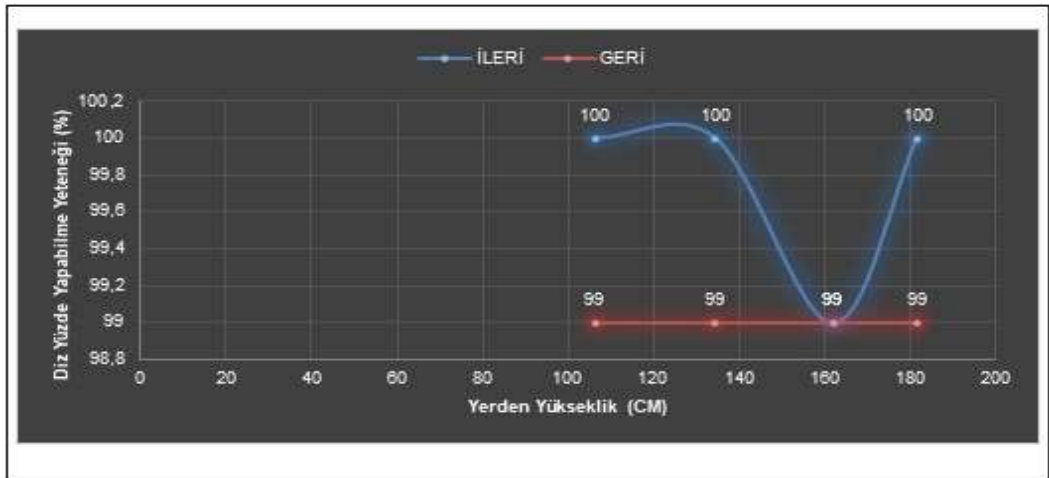
Şekil 6.135. Testerenin sol yönde tutulup itilirken gövde grafiği

Şekil 6.134'e göre gövde geri yönde hiç zorlanmamıştır. İleri yönde ise gövde seviyesinde kabul edilebilir zorlanma göstermiş diğer bölgelerde ise hiç zorlanmamıştır.



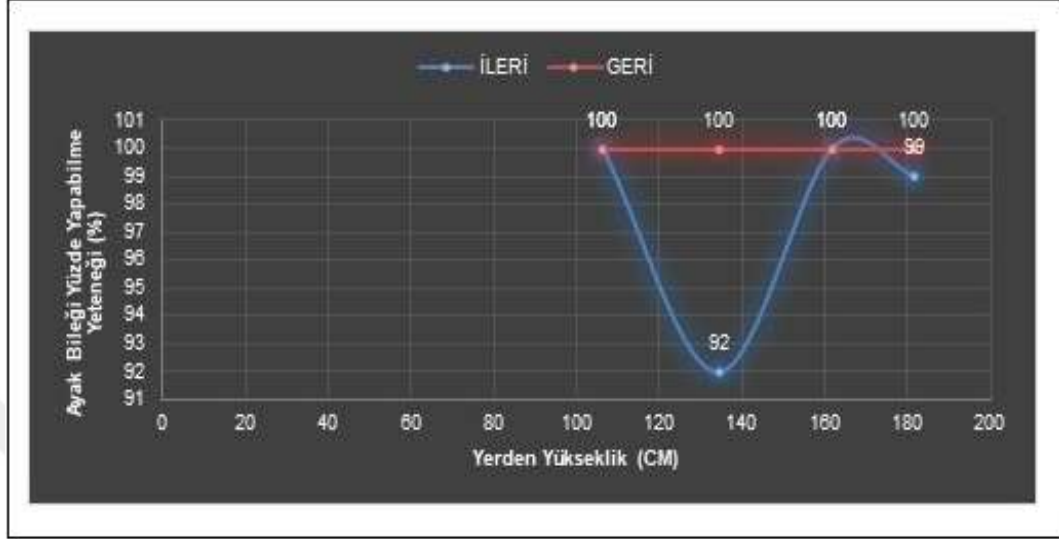
Şekil 6.136. Testerinin sol yönde tutulup itilirken kalça grafiği

Şekil 6.135'e bakıldığında eğrilerin genel olarak benzer olduğu ve ileri yöndeki hareketin daha çok zorlanmaya neden olduğu görülmektedir. Bel ve baş hizalarında geri yöndeki hareket için kabul edilebilir zorlanma görülürken gövde ve baş üstü bölgelerde minör zorlanmalar görülmektedir. İleri yöndeki harekette ise sadece baş hizasında kabul edilebilir zorlanma görülürken diğer bölgelerde minör zorlanmalar görülmektedir. İleri yönde daha çok kuvvet harcandığından vücudun duruşu, bel ve kalçanın doğrultusu daha fazla değişmekte ve kalça ve bel ağrılarına sebep olabilmektedir.



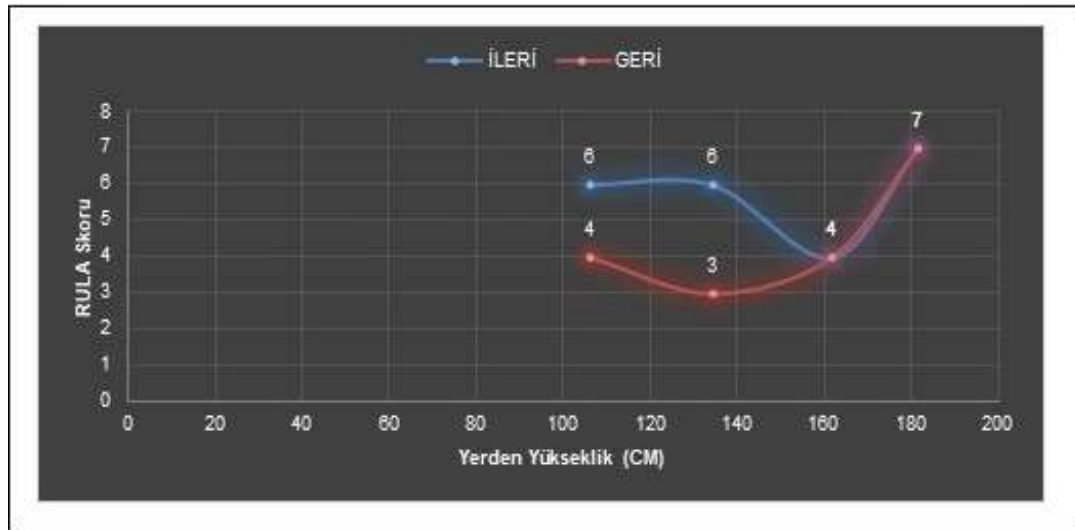
Şekil 6.137. Testerinin sol yönde tutulup itilirken diz grafiği

Şekil 6.136'a bakıldığında dizin bel hizasının yukarısında geri yönde hiç zorlanmadığı, ileri yönde ise kabul edilebilir zorlanmalar gösterdiği ya da hiç zorlanmadığı görülmektedir.



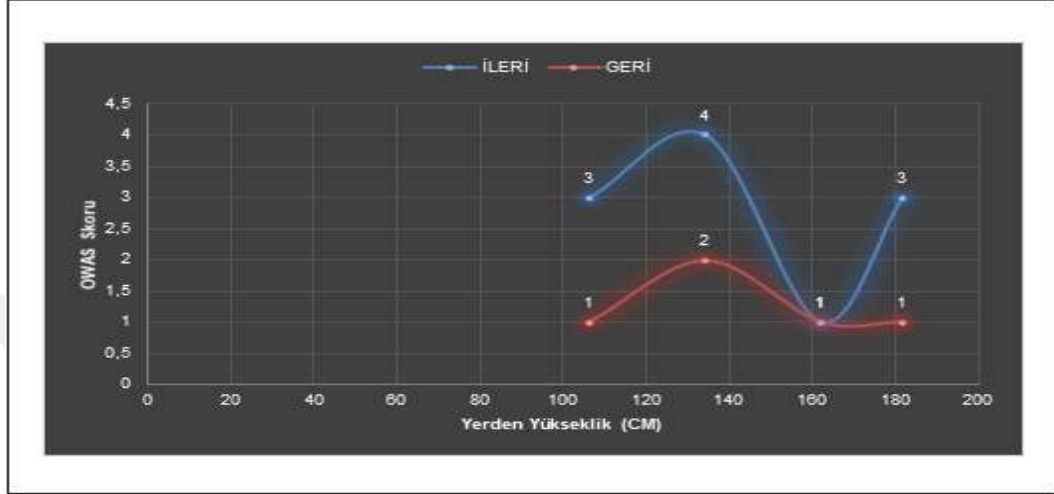
Şekil 6.138. Testerenin sol yönde tutulup itilirken ayak bileği grafiği

Şekil 6.137'e göre ayak bileğinin geri yönde hiç zorlanmadığı, ileri yönde ise gövde seviyesinde zorlandığı, baş üstü seviyesinden sonra ise kabul edilebilir miktarda zorlandığı diğer bölgelerde geri yön ile aynı değerleri gösterip zorlanmadığı görülmektedir. Göğüs hizasındaki çalışmalarda ileri yöndeki harekette ayak bileğindeki fleksiyon açısı artar ve bu durum zorlanmaya sebep olur. Bu da kas ve bağlarda ağrı ve uzun süreli çalışmalarda hafif zedelenmelere yol açabilir.



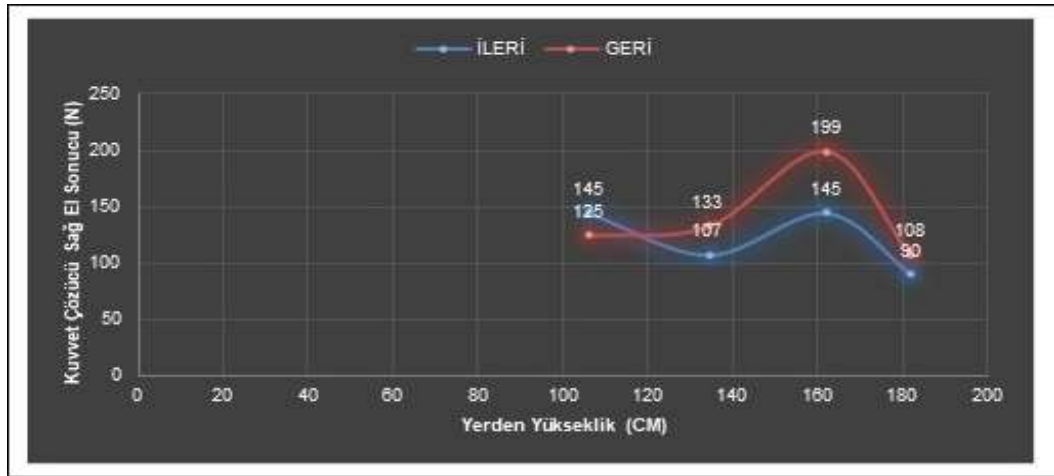
Şekil 6.139. Testerenin sol yönde tutulup itilirken rula skoru grafiği

Şekil 6.138'e göre bel üstü ve gövde seviyelerinde geri yönde hareket için düşük, ileri yöndeki hareket için orta riskler görülmektedir. Baş üstü seviyelerde her ikisi için de yüksek risk görülmektedir. Daha çok ileri yönde hareketlerde rahatsızlık ortaya çıkabilir. Bel ve bel üstünde ileri yönde, yukarı kısımlarda ise her iki yönde sağ yönekinine benzer rahatsızlıklar, De Quervain tenosinoviti görülebilir.



Şekil 6.140. Testerenin sol yönde tutulup itilirken owas skoru grafiği

Şekil 6.139'a göre hareketin ileri yönünde boyun kısmı hizası hariç bel, bel üstü ve baş kısmı tehlike arz etmektedir. Belde ağrı, ellerde uyuşma, bilekte De Quervain tenosinoviti gelişebilir. Boyunda yukarı bakmaktan dolayı tutulma görülebilir. Geri yöndeki hareket için göğüs hizasındaki çalışmada risk önemsiz de olsa vardır. Diğer seviyelerdeki çalışmalar geri yön için risksizdir. İleri yönde kuvvet fazla harcadığından dolayı risk daha fazladır.



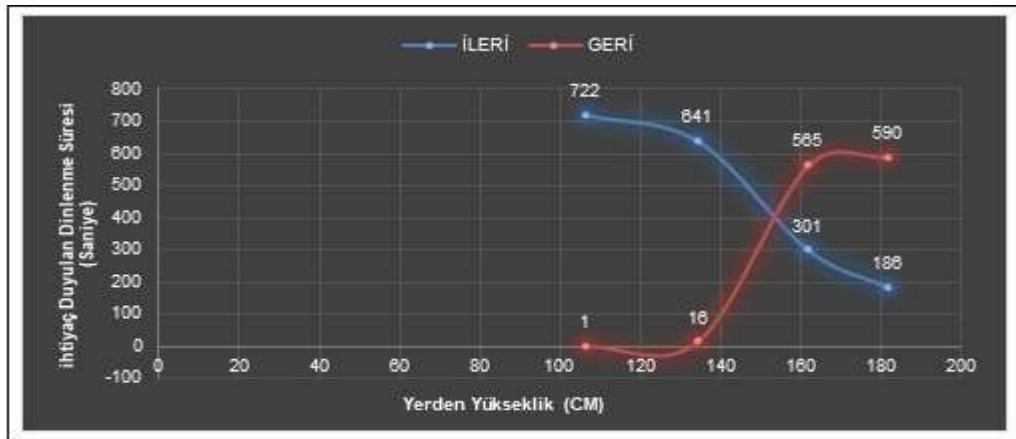
Şekil 6.141. Testerenin sol yönde tutulup itilirken sağ el grafiği

Şekil 6.140'da her iki yön de yaklaşık aynı eğrileri çizerek ortalama altı ve ortalama üstü arasında seyreden, baş hizasında doğru artan sonrasında azalan bir grafik görülmektedir. Testere sağ yöndekine benzeyen kuvvetlerden dolayı burada da el, bilek, dirsekle ilgili sendromların görülme olasılığı azdır.



Şekil 6.142. Testerenin sol yönde tutulup itilirken bel grafiği

Şekil 6.141'e göre baskı kuvveti, geri yöndeki hareket için bel seviyesinden baş seviyesine kadar sabit bir artış göstermiştir, ileri yönde ise aynı değer aralığında dalgalanarak ilerlemiş ve baş seviyesinde geri yön ile yaklaşık aynı değeri yakalayıp sonrasında artış gösterecek şekilde ilerlemiştir. Burada da testere sağ yönde olduğu gibi ileri yönde de risk ortaya çıkmaktadır. Bunlar bel üstü ve baş üstü bölgelerinde belirmektedirler. Orta ihtimalli bu riskler, daha önce sayılan duruş bozukluğu, lordoz (omurga eğriliği), fıtık, kas tutulması gibi rahatsızlıkları ortaya çıkarabilir. Tekrarlı ve dinlenmeksizin çalışmalardan kaçınmak gerekir.



Şekil 6.143. Testerenin sol yönde tutulup itilirken ihtiyaç duyulan dinlenme süresi grafiği

Şekil 6.142'e göre ileri yöndeki hareket bel seviyesinde ortalama değerler gösterip baş seviyesine doğru giderek azalarak ilerlemiştir. Geri yöndeki hareket ise bel ve gövde seviyelerinde neredeyse hiç dinlenmeye ihtiyaç duymazken baş üstü seviyelerde ortalama değerlere ulaşarak artmıştır. Maksimum önerilen süre, ileri hareket bel seviyesinde 12 dakika olup, başa kadar 3 dakikaya inmektedir. Geri yönde ise bel üstü bölgede hemen hemen hiç dinlenme önerilmemektedir.



7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

7.1. Bilek Yüzde Yapabilme Yeteneği

Bilek, tornavida için incelendiğinde; bel altı hizalarda zorlanmadığı, gövde seviyelerinde kabul edilebilir olarak zorlandığı, baş hizalarında zorlandığı görülmektedir. Yatayda kullanırken yakında tutulduğu esnalarda daha çok zorlandığı görülmektedir. Dolayısı ile tornavida kullanılırken baş hizalarında zorlanmaktadır. İlave olarak yakında tutulması yerine uzakta tutulması daha az zorlanmaya neden olmaktadır. De Quervain tenosinoviti, karpal tünel sendromu gelişebilir. Baş hizasında iken saat yönünde belden biraz yukarıda bilhassa saatin tersi yönde birincisinde daha yüksek ihtimalle olmak üzere bilek tendonlarında zedelenme, bağ yaralanması ve karpal tünel sendromu ortaya çıkabilir.

Bilek, Anahtar için incelendiğinde; bel altı ve bel üstü seviyelerde zorlanmadığı, gövde hizalarında zorlandığı görülmektedir. Anahtar gövde seviyelerinde zorlanmaktadır. İlave olarak Anahtar; dikey yönde küçük hareketler yaptığı için yakında çalışmak zorlanmalara neden olurken uzakta çalışmak zorlanmaya neden olmamaktadır. Yatay yönde çalışırken ise büyük hareketler yaptığı için yakında tutulan pozisyonda daha az zorlanma olmaktadır. Uzun tekrarlarda De Quervain tenosinoviti, bel bölgelerine yakın yerlerdeki hareketlerde az da olsa tetik parmak görülebilir.

Bilek, testere için incelendiğinde; genel olarak koldan yapılan bir hareket olduğu için zorlanmaya neden olan bir değer görülmemiştir. Herhangi bir rahatsızlık görülmesi beklenmemektedir.

Bilekte testere kullanılırken düz hareket olduğundan zorlanmaya neden olan bir değer görülmezken tornavida ve anahtarla çalışırken bazı farklılıklar olsa da bel üstü ve baş seviyelerinde zorlanma gözlenmektedir. Bu seviyelerdeki çalışmalarda dikkatli olunup uzun süreli çalışma yapmamak doğru olacaktır. Yatay ve dikeyde uzakta ve alt seviyelerde çalışmakla zorlanmaların önüne geçilebilecektir.

7.2. Dirsek Yüzde Yapabilme Yeteneği

Dirsek, tornavida için incelendiğinde; hiçbir şekilde zorlanma görülmemiştir.

Dirsek, Anahtar için incelendiğinde; hiçbir şekilde zorlanma görülmemiştir.

Dirsek, testere için incelendiğinde; hiçbir şekilde zorlanma görülmemiştir.

Dirsekte her pozisyonda her 3 aletle güvenle çalışılabilmekte, dirseğe rahatsızlık veren bir yük binmemektedir.

7.3. Omuz Yüzde Yapabilme Yeteneği

Omuz, tornavida için incelendiğinde; sadece yatay yönde ve yakında tutulurken bel bölgesinde çok zorlanma görülmüştür onun dışında hiçbir şekilde zorlanma görülmemiştir. Tornavida küçük çaplı dairesel bir hareket olduğu için vücuda yakın tutulması zorlanmaya neden olmaktadır. Genelde bir sorun oluşturmayacaktır ancak bel seviyesindeki çalışmalarda rötatör kas (omuz eklemindeki kaslarda) ağrılar, uzun süreli çalışmalarda, hafif yırtıklar görülebilir.

Omuz, Anahtar için incelendiğinde; genel olarak zorlanma görülmemektedir sadece yakın ve dikeyde bel ve baş üstü hizalarda tutulduğunda kabul edilebilir zorlanma görülmüştür.

Omuz, testere için incelendiğinde; sadece baş üstü seviyelerde minimal zorlanmalar görülmüştür, diğer bölgelerde zorlanma görülmemektedir. Dolayısı ile testere kullanımı baş üstü hizalarda zorlanmaya neden olmaktadır. Testere düz konumda iken başın üstünde omuzda kas ve eklem ağrıları görülebilir. Baş üstü seviyesinde zorluktan kaynaklı omuz açısının değışimiyle omuz ağrıları ortaya çıkabilir. Kısa süreli çalışmak gerekir.

Omuz; tornavida ile çalışırken yatay ve yakında bel üstünde anahtarla çalışmadaysa, dikey ve yakında bel üstü ve baş üstü seviyelerde zorlanmalar görüldüğünden, uzak ve söz konusu seviyelerin dışında çalışıldığında omuzda kayda değer bir rahatsızlık ortaya çıkmayacaktır. Testerede ise herhangi bir seviye seçimi baş üstü seviyesi de dahil olmak üzere söz konusu olmayacaktır.

7.4. Gövde Yüzde Yapabilme Yeteneği

Gövde, tornavida için incelendiğinde; sadece yatay yönde tutulurken bel altı seviyelerde minimal zorlanmalar görölmüştür, yatay ve yakında tutulurken ise baş hizasında zorlanma görölmüşdür diğer bölgelerde zorlanma görölmemiştir. Dolayısı ile tornavida kullanımı gövde açısında bel altı hizalarda, yakın hizalarda, baş hizasında zorlanmaya neden olmaktadır. Bel altı seviyelerde hafif de olsa eğilme nedeniyle fitik gelişimi, sinir sıkışması ihtimali vardır. Baş hizasındaysa çalışmanın süresine bağlı olarak bel ağrıları ortaya çıkabilir.

Gövde, Anahtar için incelendiğinde; bel altı hizalarda kabul edilebilir zorlanma görölmüş diğer bölgelerde dikey yön hariç zorlanma görölmemiştir. Dolayısı ile gövde açısından, tornavida bel altı hizalarda ya da yakında tutulunca daha çok zorlanmaya neden olmaktadır. Aşağı seviyelerdeki çalışmada hafif bel ve diz ağrıları görülebilir.

Gövde, testere için incelendiğinde; genel olarak zorlanma göstermemektedir sadece bel hizasının biraz altında geri yönde zorlanma görölmektedir. Testere hareketi gövde için bel altı hizalarda yapılmadıkça zorlanmaya neden olmamaktadır. Belin altındaki çalışmalarda eğilmeden dolayı bel ağrısı, bacak ağrısı görülebilir.

Gövde; Tornavida ile çalışmada yakın mesafede bel altı ve baş hizalarında, anahtarda ise yakın mesafede bel altında küçük zorlanmalar göröldüğünden diğer seviyelerde çalışmada herhangi bir mahzur yoktur. Yine testerede de bel altı hizalarında (geri yönde) çalışmadıkça gövdede bir sakında ortaya çıkmayacaktır.

7.5. Kalça Yüzde Yapabilme Yeteneği

Kalça, tornavida için incelendiğinde; bel hizasına kadar zorlanmanın giderek azaldığı görölmektedir ve sonrasında zorlanma olmadığı görölmektedir. Dolayısı ile tornavida için Bel altı seviyelerde ne kadar aşağıda çalışılırsa o kadar zorlanmaya neden olmaktadır. Aşağı seviyelerde kalça ağrısı, kalça ekleminde ağrı (sinir sıkışması) ve uzun süreli çalışmalarda kalça bağında zedelenme görülebilir. Dize yakın yerlerdeki çalışmalarda kalça eklemi ve kaslarında ağrı ortaya çıkabilir.

Kalça, anahtar için incelendiğinde; bel hizasına kadar zorlanmanın giderek azaldığı görölmektedir ve sonrasında zorlanma olmadığı görölmektedir. Ancak istisnai olarak anahtar dikey ve uzakta tutulduğunda baş hizasından sonra zorlanma görölmektedir. İlave olarak yatay ve uzakta tutulduğunda aynı şekilde zorlanma görölmektedir.

Anahtarın yatayda yakında, dikeyde yakında tutulması daha az zorlanmaya neden olmaktadır ve baş üstü hizalarda kullanımı zorlanmayı artırmaktadır. Aşağı seviyelerdeki çalışmalarda fleksiyon açısına bağlı olarak kalça eklemindeki kaslarda tendon gerilme ve zedelenmeleri görülebilir. Ayak ve diz seviyelerinde eğilmekten kaynaklı, kalça eklem ağrıları bacak ağrıları görülebilir. Başın yukarısında eklem ve bağ kaslarında ağrılar görülebilir.

Kalça, testere için incelendiğinde; ileri yöndeki hareketin daha çok zorlanmaya neden olduğu, baş hizasının yukarısında çalışmanın da aynı şekilde daha çok zorlanmaya neden olduğu görülmektedir. İleri yönde daha çok kuvvet harcandığından vücudun duruşu, bel ve kalçanın doğrultusu daha fazla değişmekte ve kalça ve bel ağrıları görülebilir. Bel ve baş üstü seviyelerde ise kalça eklemi yorgunluğundan kaynaklanan kas ağrıları görülebilir.

Kalça; tornavida, anahtar ile çalışmalarda yakın mesafede bel altı ve baş, testere ile çalışmada ise geri yönde bel altı seviyesi çalışmaları tehlike arz ettiğinden kalça için diğer seviyelerdeki çalışmalar önerilebilir.

7.6. Diz Yüzde Yapabilme Yeteneği

Diz, tornavida için incelendiğinde; genel olarak bel altı seviyelerde hiç zorlanma olmadığı bel üstü seviyelerde kabul edilebilir zorlanma olduğu görülmektedir. Sadece tornavida yakında ve yatayda tutulduğunda baş hizasında zorlanma görülmektedir. Diz için; tornavidayı bel altında kullanmak daha az zorlanmaya neden olmaktadır. Kalça eklemine ağrı (sinir sıkışması) ve uzun süreli çalışmalarda kalça bağında zedelenme, dizlerde, eklemlerde ağrı, bağlarda gerilme (menisküs başlangıcı) görülebilir.

Diz, anahtar için incelendiğinde; genel olarak zorlanma olmadığı sadece dikey ve yakında kullanıldığında zorlanmalar olduğu görülmektedir. Anahtar geniş hareketlere sebep olduğu için uzakta daha az zorlanmaya neden olmaktadır. Çene hizasında diz bağlarında hafif ağrılar görülebilir

Diz, testere için incelendiğinde; genel olarak zorlanma meydana gelmediği, geri yönde, ileri yöne göre daha çok kabul edilebilir zorlanma görüldüğü dolayısı ile geri yönün daha zorlayıcı olduğu görülmektedir.

Diz; tornavida ve anahtarda yakın çalışmalarda bel altı baş, testerede ise geri yönde, bel üstü hizada zorlanmalar olabileceğinden bu seviyelerde çalışmalardan kaçınmak gerekir.

7.7. Ayak Bileği Yüzde Yapabilme Yeteneği

Ayak bileği, tornavida için incelendiğinde; genel olarak hiç zorlanmaya neden olmadığı, sadece yatay ve uzak pozisyonda kabul edilebilir zorlanma olduğu görülmektedir.

Ayak bileği, anahtar için incelendiğinde; bel altı bölgelerde hiç zorlanma olmadığı, bel üstü bölgelerde kabul edilebilir zorlanmaların olduğu görülmektedir. Yatay pozisyonda kullanımda; saat yönü için baş hizasında, saat yönü tersi için bel hizasında kabul edilebilir zorlanmanın olduğu göze çarpmaktadır. Dikey pozisyonda hiçbir şekilde zorlanma görülmediğinden değişiklik yoktur.

Ayak bileği, testere için incelendiğinde; geri yöndeki hareketin hiçbir şekilde zorlanmadığı, ileri yöndeki hareketin gövde seviyesinde zorlandığı diğer bölgelerde sorun teşkil edecek bir zorlanma olmadığı görülmektedir. Ayak bileği açısından gövde seviyesinde herhangi bir açıdan testere kullanımı zorlanmaya neden olmaktadır.

Baş hizasındaki çalışmalar esnasında süreye bağlı olarak ayak bileğinde zorlanmadan kaynaklı ağrılar olabilir. göğüs hizasındaki ileri yöndeki çalışmalarda ayak bileğinde zorlanma ve ağrılar ortaya çıkabilir. Yine aynı şekilde göğüs hizasındaki çalışmalarda ileri yöndeki harekette ayak bileğindeki fleksiyon açısı artar ve bu durum zorlanmaya sebep olur. Bu da kas ve bağlarda ağrı ve uzun süreli çalışmalarda hafif zedelenmelere yol açabilir.

Ayak bileği; genel olarak çok hafif zorlanmalar önemsenmediği takdirde her üç aletle çalışmada ayak bileği için herhangi bir büyük zorlanma ve rahatsızlık ortaya çıkmayacaktır.

7.8. Rula Skoru

Üst ekstremiteler, tornavida için incelendiğinde; hareketlerin vücudun gövdesine yakın seviyelerinde yapılmasının daha iyi olduğu ayak ve baş seviyelerinde yüksek risk içerdiği, orta bölgelerde ise düşük ve orta riskler içerdiği görülmektedir. Kısacası ters çan eğrisi gibidir. Hiç önemsiz risk görülmemektedir. Anahtar hareketi için yatay

pozisyonda uzakta tutulunca bel, yakında tutulunca gövde için daha düşük risk içerdiği görülmektedir.

Belden ayağa doğru ve göğüsten başa doğru risk arttığından sırtta ve baş boyunbölgelelerinde ağrı, bilekte tenosinovit, uzun süreli çalışmalarda bilek ve boyunda hafif zedelenmeler, en yukarıdaki çalışmada elde uyuşma ve hissizlik görülebilir. Ayrıca dirsek bölgesinde tenisçi dirseği sendromu görülebilir. Bel altı ve baş bölgesindeki çalışmalarda karpal tünel sendromu, tenisçi dirseği, bilek tenosinoviti görülebilenken, bel ve karın arasındaki seviyede saat yönünün tersinde hafif omuz veya sırt ağrısı ortaya çıkabilir.

Üst ekstremiteler, anahtar için incelendiğinde; hareketlerin vücudun gövdesine yakın seviyelerinde yapılmasının daha iyi olduğu ayak ve baş seviyelerinde yüksek risk içerdiği, orta bölgelerde ise düşük ve orta riskler içerdiği görülmektedir. Kısacası ters çan eğrisi gibidir. Hiç önemsiz risk görülmemektedir.

Boyunda ağrı ve tutukluk, lordoz (omurga eğriliği), sırt ağrı ve tutulmaları görülebilir, bel seviyesinin üstünde çalışmada risk ihtimali yok gibidir. Ayrıca donuk omuz ve yukarı bakıldığından boyun tutulması görülebilir. Bilekte karpal tünel sendromu, ellerde tetik parmak görülebilir.

Üst ekstremiteler, testere için incelendiğinde; hareketlerin vücudun gövdesine yakın seviyelerinde yapılmasının daha iyi olduğu ayak ve baş seviyelerinde yüksek risk içerdiği, orta bölgelerde ise düşük ve orta riskler içerdiği görülmektedir. Kısacası ters çan eğrisi gibidir. Hiç önemsiz risk görülmemektedir. Bel altında ve bel seviyesinde hafif eğilmeden dolayı ağrı ve tutulmalar görülebilenken, göğüsten yukarıda boyun, omuz (donuk omuz) ve bilek ağrıları, ortaya çıkabilir. Bel seviyesinde hafif lordoz başlangıcı, baş, boyun ağrıları omuz bölgelerinde donuk omuz sendromu görülebilir. Bel ve bel üstünde ileri yönde, yukarı kısımlarda ise her iki yönde sağ yöndekine benzer rahatsızlıklar, De Quervain tenosinoviti görülebilir.

Rula; üst ekstremitelerin zorlanması, her üç aletle çalışmada da genel olarak, ayak ve baş seviyelerinde riskler ortaya çıkardığı görülmekte ve bu nedenle bu uç bölgelerde çalışmaktan kaçınılması gerektiği tespit edilmektedir.

7.9. Owas Skoru

Tüm vücut, tornavida için incelendiğinde; bel hizasına kadar düşük risk bel hizasından sonra önemsiz risk görülmektedir. Ancak tornavida yatay yönde ve uzakta tutulurken baş seviyesinden yukarıda bir noktada düşük bir risk görülmüştür. Bel altı bölgelerde tekrarlı ve uzun çalışmalarda ve az ihtimalle diz eklem, tendon ağrıları, el uyuşması, tenisçi dirseği sendromları görülebilir. Aynı şekilde bel altındaki çalışmalarda nadiren rahatsızlık görülebilir. Tekrarlı ve uzun süreli çalışmalardan kaçınmak gerekir.

Tüm vücut, anahtar için incelendiğinde; bel altı ve diz seviyelerinde düşük risk görülmektedir. Bel hizasından sonra düşük ve önemsiz riskler görülürken anahtar yatayda ve uzakta tutulurken saat yönü tersi için orta risk görülmüştür. Anahtar yakında tutulduğunda genel olarak gövde seviyesinde saat yönünün tersine göre daha yüksek risk puanı görülmektedir. Diz seviyesinde diz eklem ve bağlarında ağrı ve uzun sürede zedelenme, ellerde ve dirseklerde karpal tünel sendromu ve ağrılar ile uzun süreli çalışmalarda donuk omuz görülebilir. Boyunda tutulma ellerde ve dirseklerde uyuşma, tenisçi dirseği görülebilir. Bilekte De Quervain tenosinoviti ortaya çıkabilir. Uzun bir sürede baş, el (baş parmak tendonu sıkışması), dirsek, boyun da olmak üzere rahatsızlıklar başlayabilir.

Tüm vücut, testere için incelendiğinde; genel olarak ileri yönün geri yöne göre daha yüksek skorda olduğu görülmektedir. Genel değerler önemsiz ve düşük riskler içerirken sol yönde gövdede yüksek, bel ve baş hizasında orta riskler görülmektedir. Düz yönde tutulduğunda ise ileri yönde baş hizasında orta risk görülmektedir. Boyun, baş hizasında boyunda ağrı, tutukluk, ellerde uyuşma, bileklerde sinir sıkışması (karpal tünel sendromu) gibi rahatsızlıklar görülebilir. Boyun hizasındaki çalışma için elde baş parmak tendonu sıkışması başlangıcı, dirsekte tenisçi dirseği sendromu gelişebilir, ancak ihtimal düşüktür.

Owas; vücudun tümü ele alındığından, hangi vücut kısımlarında daha fazla zorlanma olduğundan ziyade, genel bir zorlanmadan söz edilmektedir. Tornavida da bel ve baş üstü, anahtarla çalışmadaysa bel üstü ve göğüs seviyesinde orta dereceli riskler görülmektedir. Testerede ise ileri yönde göğüs ve baş hizasında, kayda değer riskler görülmektedir. Owas skorunda bu seviyeler dışında her 3 alette risksiz bir çalışma ortaya çıkacaktır.

7.10. Kuvvet Çözücü Sağ El Sonucu

Sağ el, tornavida için incelendiğinde; genel olarak ortalama değerler görüldüğü ancak bel civarında düşüş olduğu görülmektedir. Dikey yöndeki hareket için ayaklardan başa doğru dalgalı olarak giderek düştüğü görülmektedir. Dizden aşağıda sağ elin harcadığı kuvvet yüksek değerlere çıkmış olup, buradaki risk karpal tünel sendromu (bilekte sinir sıkışması), tenisçi dirseği oluşturabilir. Belden aşağı bölgede daha az olmakla birlikte benzer sendromlar oluşabilir. Büyük kuvvetler ve dolayısıyla bilek, el ve dirsekte tendonlar, eklemler, sinirler için önemli rahatsızlıklar söz konusu değildir. Hafif sendromlar, De Quervain tenosinoviti (baş parmak tendon sıkışması), karpal tünel sendromu (bilekte sinir sıkışması) gibi rahatsızlıklar ortaya çıkabilir.

Sağ el, anahtar için incelendiğinde; anahtar yatay ve yakında tutulduğunda ters çan eğrisi görülmektedir. Yatay yönde yakın ve uzakta gövde baş civarlarında yaklaşık aynı yüksek değerler görülürken, uzak mesafede bel altı ve gövdenin benzer değerler gösterdiği görülmektedir. Baş parmak tendon sıkışması tenisçi dirseği (dirsek civarında ağrı) ortaya çıkabilir. Tekrarlı hareketlerden kaçınılmalıdır. Belden aşağı ve baş seviyelerinde sağ elde çeşitli rahatsızlıkları rahatça ortaya çıkarabilmektedir. Elde uyuşma, karpal tünel sendromu, kaslarda tutulma görülebilir.

Sağ el, testere için incelendiğinde; sadece bel üstü değerleri genelde aynı ortalama değerlerin olduğu görülmektedir. El uyuşukluğu, bilek sinir sıkışıklığı gibi rahatsızlıklara yol açabilmektedir.

Kuvvet çözücü sağ el sonucu; her 3 alette de sağ ele gelen kuvvette, baş seviyesi hariç önemsenecek bir zorlanma olmadığından dikkatli bir çalışmayla, her seviyede güvenli bir çalışma ortaya çıkarılabilir.

7.11. Bel Analizi L4/L5 Baskı Kuvveti

L4/L5 omurları, tornavida için incelendiğinde; genel olarak ayak seviyesinde çok yüksek seviyede olduğu ve bele doğru giderek azalıp baş hizasına kadar sabit devam edip baş hizasından sonra artışa geçtiği görülmektedir. Bel hizası altında yapılan çalışmalar L4/L5 omurları için normal seviyenin yaklaşık 5 katı zorlanma yaratmaktadır ancak bu zorlanmalar sınırın altındadır. Ayaktan bele kadar olan aşağı bölgede nispi yüksek kuvvetler bel omurlarına baskı yapıp, duruş bozukluğuna, bundan kaynaklanan ağrılara, fıtığa, sinir sıkışmasına lordoza (omurga eğriliği) ve

kaslarda tutulmaya yol açabilir. Ayrıca bel, duruş rahatsızlıklarına yol açabileceği söylenebilir.

L4/L5 omurları, anahtar için incelendiğinde; genel olarak ayak seviyesinde çok yüksek seviyede olduğu ve bele doğru giderek azalıp baş hizasına kadar sabit devam edip baş hizasından sonra artışa geçtiği görülmektedir. Uzak mesafedeki hareketlerin yakın mesafeye göre daha çok zorlanma yarattığı görülmektedir. Tüm zorlanmalar sınırın altındadır. Lordoz (omurga eğriliği) başlangıcı, belde sinir sıkışması (fıtık) duruş bozukluğu gibi rahatsızlıklardır. Tekrarsız ve dinlenmeli çalışmalar tercih edilmelidir. Belle hatta kalça ile ilgili eklem rahatsızlığı, kas tutulması, sinir sıkışıklığı gibi sendromlara yol açabilir. Diz altı seviyelerde her iki yön için büyük olasılıkla bel rahatsızlıkları dikkatsiz çalışma sonucu ortaya çıkabilir. Aynı şey geri yöndeki hareket için bel üstü seviye için de söylenebilir.

L4/L5 omurları, testere için incelendiğinde; pek çok süre gövde civarlarında ortalama değerler görülmektedir ve baş hizasından sonra kuvvet artmaktadır. Tüm zorlanmalar sınırın altındadır. Bilhassa bel altındaki çalışmada orta ihtimalle, çalışma uzunluğuna ve tekrara bağlı olarak bel fıtığı, sinir sıkışması ve lordoz başlangıcı ortaya çıkabilir. Duruş bozukluğu, lordoz (omurga eğriliği), fıtık, kas tutulması gibi rahatsızlıkları ortaya çıkarabilir. Tekrarlı ve dinlenmeksizin çalışmalardan kaçınmak gerekir.

Bel analizi L4/L5 baskı kuvveti; tornavida ve anahtarla çalışmada bel altı ve baş üstü seviyeler hariç, testeredeyse baş üstü hizası hariç güvenle çalışabileceği, ancak uzun süreli çalışmaktan kaçınılması gerektiği önerilebilir.

7.12. İhtiyaç Duyulan Dinlenme Süresi

Gövde, tornavida için incelendiğinde; genel olarak 30 sn yapılan bir hareket için 500–1000 sn aralığında dinlenilmesi gerektiği görülmektedir.

Gövde, anahtar için incelendiğinde; yatayda kullanıldığında uzak mesafe için bel altı ve baş hizalarında 500–1000 sn değerleri görülürken gövde seviyelerinde 70 sn gibi düşük seviyelere kadar düşüş görülmektedir, yakın hızada ise bel hizasına kadar ve baş hizasında neredeyse hiç dinlenmeye ihtiyaç duyulmazken gövde ve baş üstü hizalarında 700 sn ortalama değeri görülmektedir.

Gövde, testere için incelendiğinde; genelde bel seviyesinde geri yönde dinlenmeye ihtiyaç duyulmazken gövde seviyelerinde 600 sn civarı değerler görülmektedir. İleri

yönde ise ortalama 600 sn civarlarında olmak üzere 11-722 sn aralarında değerler görülmektedir.

İhtiyaç duyulan dinlenme süresi, yaklaşık dinlenme sürelerini, tam dinlenme ve tamamen risksiz bir çalışma için ortaya koymaktadır. Bu yüzden süreler yüksek gibi gözükabilir.

7.13. Yöntemlerin Genel Değerlendirilmesi

Ele alınan 6 ayrı yöntem birbirinden farklı ama birbirini tamamlayan yöntemlerdir. Yüzde yapabilme yeteneği, tek tek vücut parçalarını incelediği için daha ayrıntılı ve daha beklentileri karşılayan sonuçlar vermektedir.

Rula, üst ekstremiteler için sonuçlar verdiği için ve tek tek vücut uzuvlarını ele almadığından dolayı sonuçları kısıtlıdır.

Owas yöntemi, tüm vücudu ele aldığı için rula yönteminden daha geniş gözüke de tüm vücudu tek bir grafikte ele aldığından daha genel sonuçlar vermektedir.

Kuvvet çözücü sağ el sonucu, sadece sağ elin kuvvetini ele aldığından daha özeldir. Sağ el için kuvveti analiz edip sonuçlar verilmektedir.

Bel analizi L4/L5 baskı kuvveti, omurlara gelen baskıyı analiz ettiğinden daha spesifik bir yöntemdir.

İhtiyaç duyulan dinlenme süresini ölçen yöntem, kendisinin de belirttiği gibi hatalı sonuçlar verebilse de, birkaç uygulamayla hatalar en aza indirgenebilir. Dinlenme sürelerini tespit edip öneren bir yöntemdir. Bu süreler; tam dinlenme, sıfır risk, güvenli çalışma için olduğundan uzun gibi gözükmesi anlaşılabilir.

İşyeri sahipleri ya da yöneticiler, bu yöntemleri tek tek uygulayıp istedikleri, ihtiyaç duydukları verileri elde edebilirler.

Hepsini birden de uygulamaya sokabilirler. Böylelikle karşılaştırarak, çok net sonuçlara ulaşmak isteyebilirler. Program hatalarının sonuçlarından da kurtulurlar, işçilerin verimli ve istekli çalışmalarının sağlanabilmesi, rahatsızlıkların önlenmesi için bu ve buna benzer yöntemler tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yeteri kadar uygulama alanı bulmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] <http://docplayer.biz.tr/18008399-Ergonomik-risk-degerlendirme-yontemlerinin-karsilastirilmesi-ve-bir-canta-imalat-atolyesinde-uygulanmasi.html>(Ziyaret tarihi: 19 Eylül 2005).
- [2] Pheasant S., *Bodyspace Anthropometry Ergonomics and the Design of Work*, 2nd ed., Taylor & Francis, London, 2003
- [3] Kocabaş M., Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İş Görenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2009, 238000.
- [4] Kumar S., *Biomechanics in Ergonomics*, 1st ed., Taylor & Francis, London, 1999
- [5] Hasdemir A. G., Bilgisayar Destekli Ergonomi Ve Bir Uygulama Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 2013, 352067.
- [6] Okuno E., Fratin L., *Biomechanics of the Human Body*, 1st ed., Springer, London, 2014
- [7] TİGREL H. S. S., Ameliyatlarda Cerrahlar İçin Ergonomik Destek Ünitesi Geliştirilmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013, 332853.
- [8] Kurban H., Kaygın B., Tankut A. N., Mobilya Tasarımında Antropometrik Ölçü ve Ergonomik Analizlerin Kullanımı, *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 2016, **6**(13), 313-320.
- [9] Openshaw S., Taylor E., *Ergonomics and Design A Reference Guide*, 1st ed., Prentice Hall, USA, 2006
- [10] Kaya Ö., Özok A. F., Tasarımda Antropometrinin Önemi, *Journal of Engineering Sciences and Design*, DOI: 10.21923/jesd.45182.
- [11] Başbüyük G. Ö., Çınar Z., Ay F., Sönmez G., Yaşlılara Yönelik Medikal Aparat Tasarımında Kullanılan Bazı Antropometrik Ölçülerin Referans Değerleri: İç Anadolu, Akdeniz ve Karadeniz Bölgeleri, *Yaşlı Sorunları Araştırma Dergisi*, 2016, **9**(12),48-63.
- [12] HF-STD-001, Human Factors Design Standard, *FAA Technical Center*, Atlantic City, 2003.
- [13] Niwa S., Perren S. M., Hattori T., *Biomechanics in Orthopedics*, 1st ed., Springer – Verlag, Tokyo, 1992

- [14] <http://www.csgb.gov.tr/media/1968/muhammedfurkankahraman.pdf> (Ziyaret tarihi: 18 Eylül 2005).
- [15] <http://www.endustri.anadolu.edu.tr/mumtaze/.../2.uygulamali%20antropometri-asetat.doc>(Ziyaret tarihi: 10 Eylül 2005).



KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] **İyikan A. O.**, Sınmazçelik T., El Aletleri İle Çalışan Kişilerde Zorlanmaya Neden Olan Duruş Ve Hareketlerin Analizi, *3rd International Congress On Engineering, Architecture And Design*, Kocaeli, Türkiye, 4-5 Mayıs 2018.



ÖZGEÇMİŞ

ANIL ORKUN İYİKAN, 02.03.1994 tarihinde İstanbul'un Maltepe ilçesinde doğdu. İlköğretimini sırasıyla; 50.Yıl Güzelyalı İlköğretim Okulu, Süreyyapaşa İlköğretim Okulu ve Pendik Atatürk İlköğretim Okulu'nda sürdürerek 2008 yılında tamamladı. Maltepe Anadolu Lisesini kazanarak 2008- 2011 yılları arasında eğitim gördü ve Burak Bora Anadolu Lisesi'ne geçiş yaparak 2012 yılında ortaöğrenimini tamamladı. Aynı sene Kocaeli Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünü kazandı. 5 dönem %10 öğrencisi olarak öğrenim hayatına devam edip 2016 senesinde tamamladı. Aynı sene Kocaeli Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümü konstrüksiyon ana bilim dalında yüksek lisansa başladı. Yüksek lisans eğitiminde el aletleri ile çalışan kişilerde zorlanmaya neden olan duruş ve hareketlerin analizi konusunda çalışmalar yapmaktadır.