

## **A10: Üretim Ergonomisi**

---

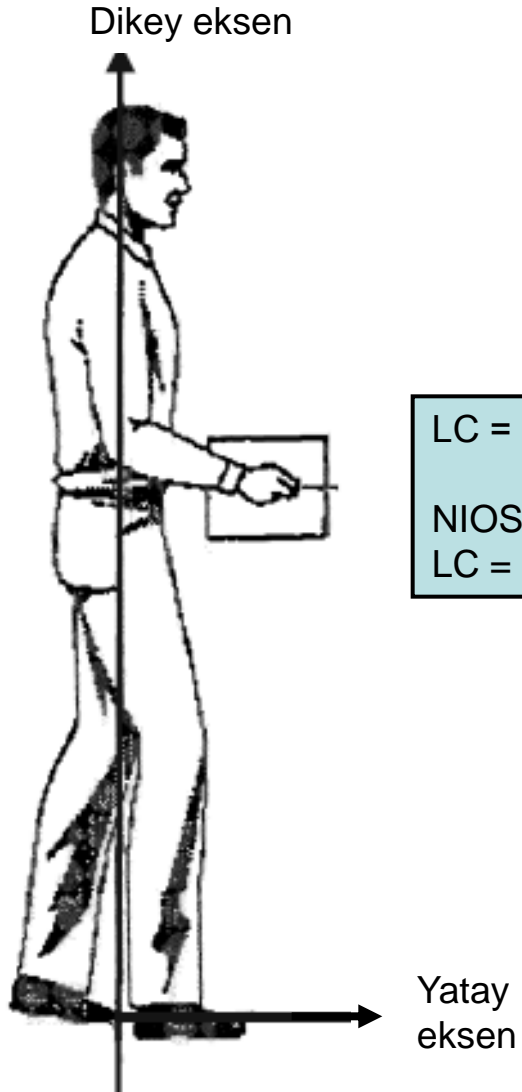
**Yrd. Doç. Dr. –Ing. Halil İbrahim KORUCA**  
**Arş. Gör. Erdal AYDEMİR**

S.D.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi  
Endüstri Mühendisliği Bölümü  
32260 Isparta

**Tel:** 0 246 211 1233 – 1291

**Faks:** 0 246 237 0759

**E-Posta:** [koruca@mmf.sdu.edu.tr](mailto:koruca@mmf.sdu.edu.tr)  
[eaydemir@mmf.sdu.edu.tr](mailto:eaydemir@mmf.sdu.edu.tr)



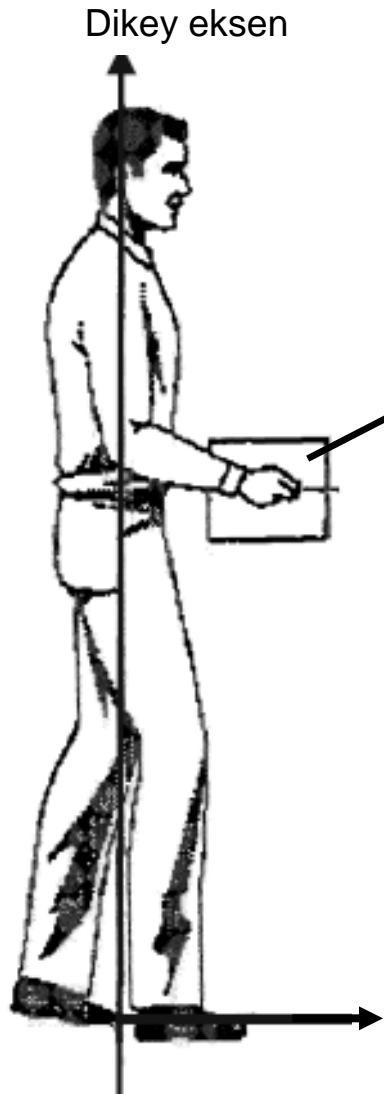
$$RWL = LC \cdot CM \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM$$

LC = Sabit x Omurganın azami sıkıştırma kuvveti

NIOSH:

LC = 6.76 kg/kN

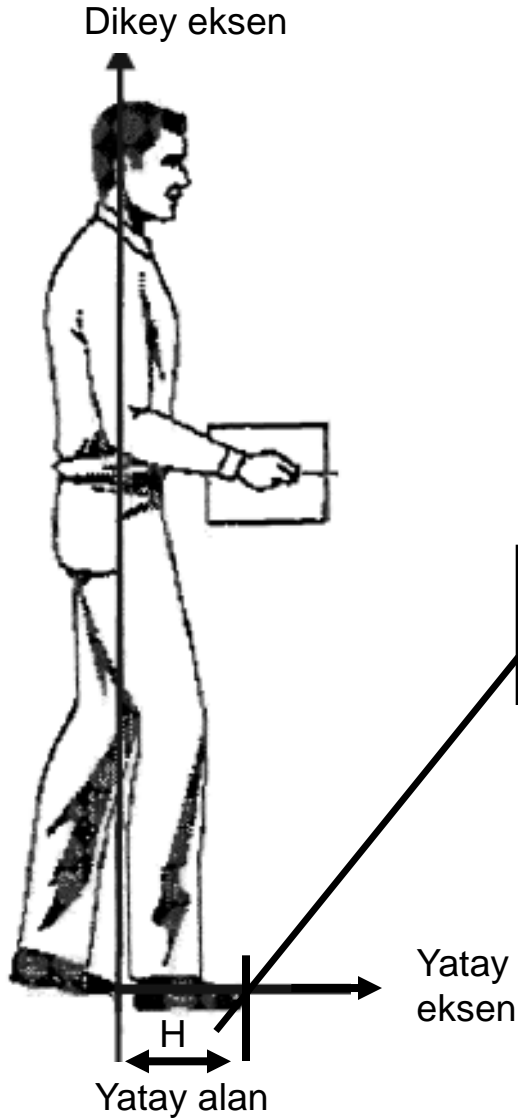
3.4 kN = 23 kg



$$RWL = LC \cdot CM \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM$$

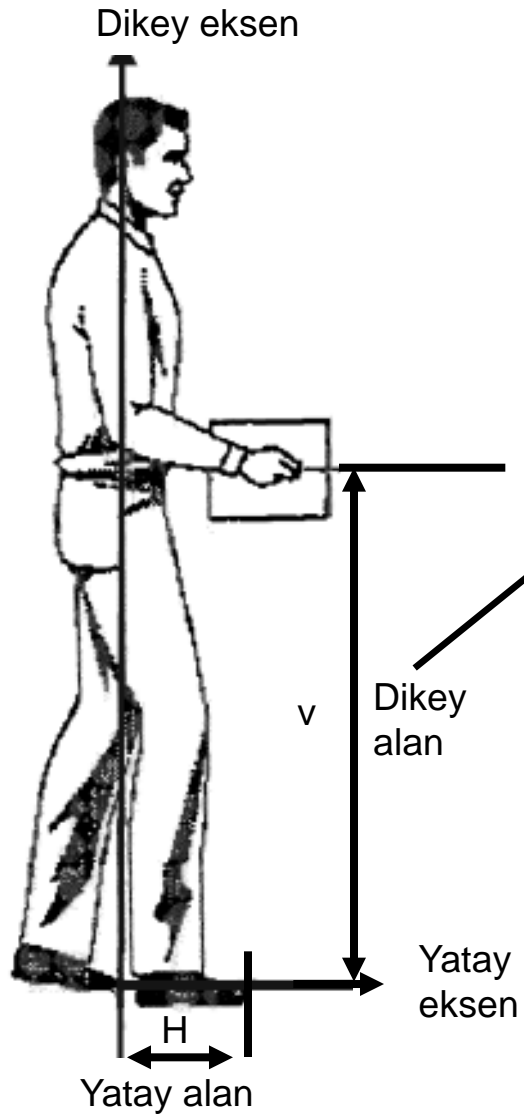
El-nesne-bağ  
(keskin kenar, kavrama vb.)

Bağ	V<75cm	V>75cm
iyi	1	1
orta	0.95	1
kötü	0.90	0.90



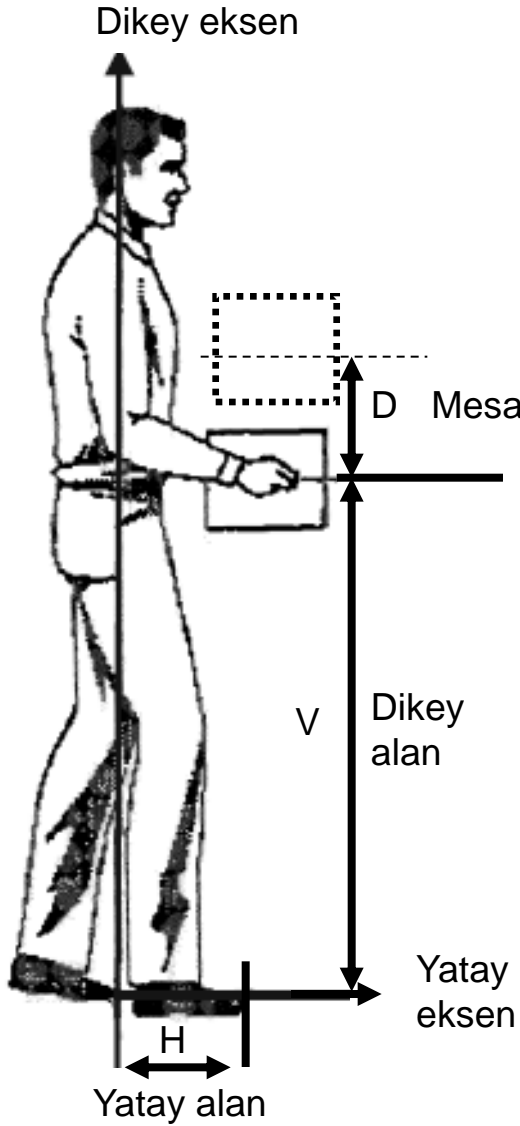
$$RWL = LC \cdot CM \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM$$

HM = 1	için	H ≤ 25 cm
HM = 25/H	için	25 cm < H ≤ 63 cm
HM = 0	için	H > 63 cm



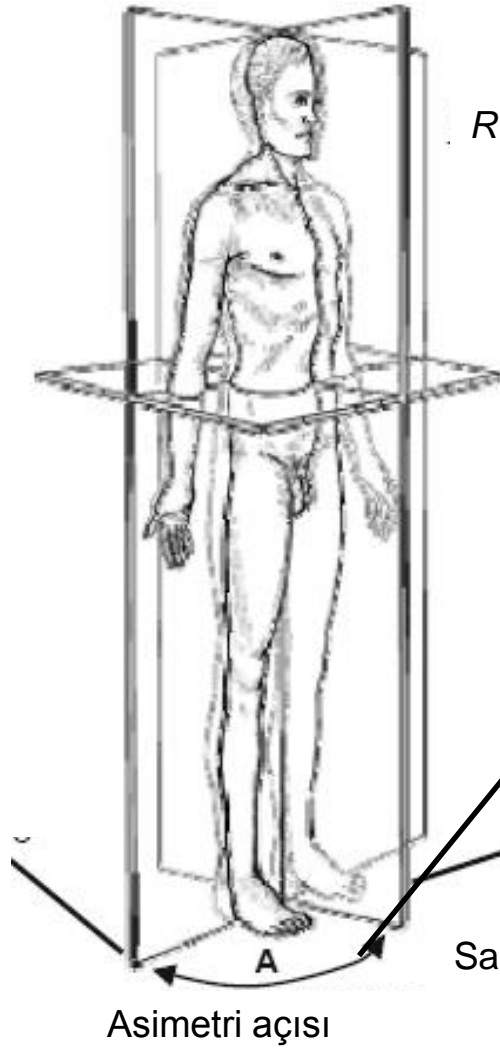
$$RWL = LC \cdot CM \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM$$

$$VM = 1 - (0.003 * (|V - 75|)) \quad \text{için } V \leq 175\text{cm}$$
$$VM = 0 \quad \text{için } V > 175\text{cm}$$



$$RWL = LC \cdot CM \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM$$

$DM = 1$	için	$D \leq 25 \text{ cm}$
$DM = 0.82 + (4,5 / D)$	için	$25\text{cm} < D \leq 175\text{cm}$
$DM = 0$	için	$D > 175\text{cm}$



$$RWL = LC \cdot CM \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM$$

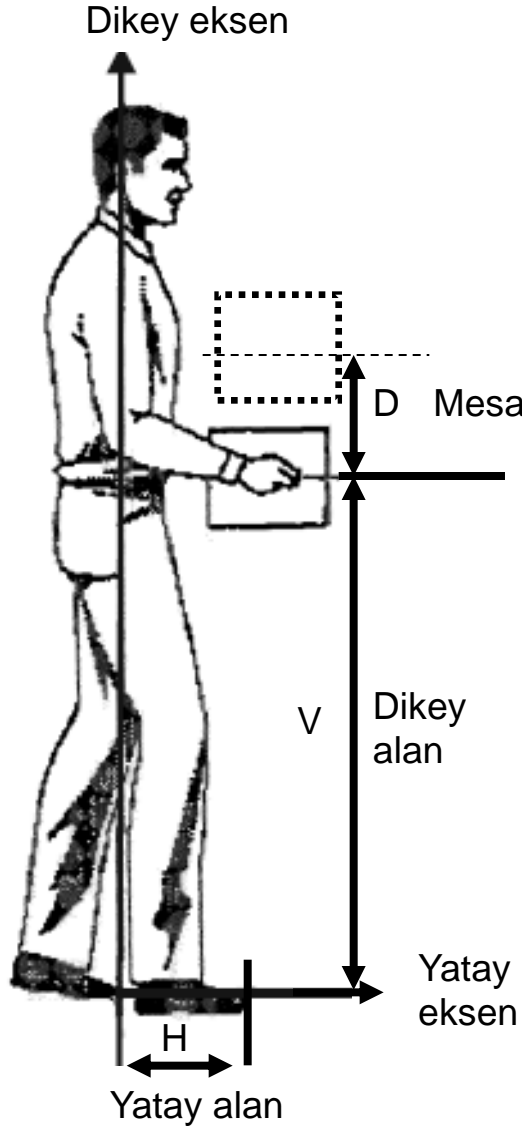
$$AM = (1 - 0.0032 * A) \quad \text{için } A \leq 135^\circ$$
$$AM = 0 \quad \text{için } A > 135^\circ$$

Asimetri çizgisi

Orta-sagittal çizgisi

Sagittal panel = Orta panele paralel olan her panel

(Vücudu sağ ve sol diye ikiye ayıran düzlem)



$$RWL = LC \cdot CM \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM$$

Bir 15 dakikalık süre içinde dakika başına kaldırmaların ortalama sayısı

FM, dakika başına kaldırmaların sayısına, dikey mesafe ve çalışılan zamana dayanır.





## Sabit yükle (LC)

$$LC = k * CF$$

Omurganın sıkışmasına sebep olan yüklerin sınırları aşağıdaki tablolar ile tespit edilebilir:

- NIOSH : 3.4 kN (Yaş < 50 yıl) veya
- Jäger (Tablo 2)

$$k = 6.76 \text{ [kg/kN]}$$

CF = Omurganın sıkışmasına sebep olan yüklerin sınırı [kN]

## Frekans Çarpanı (FM)

	V > 75 cm	V < 75 cm
Dakika başına kaldırma oranı		
<= 0.2	0.95	0.95
0.5	0.92	0.92
1	0.88	0.88
2	0.84	0.84
3	0.79	0.79
...	...	...

Tablo 1 : FM değerleri

Yaş	Bayan	Bay
20	4.4 kN	6.0 kN
30	3.8 kN	5.0 kN
40	3.2 kN	4.0 kN
50	2.6 kN	3.0 kN
>60	2.0 kN	2.0 kN

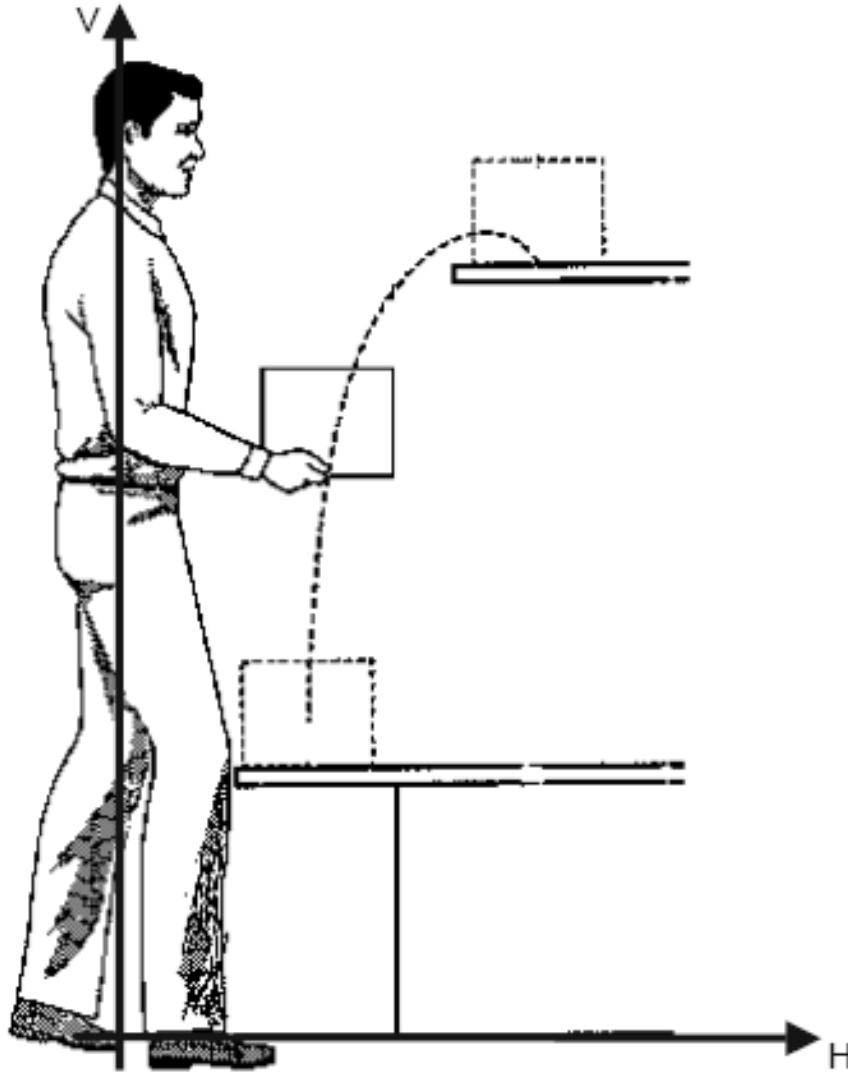
Tablo 2 : Omurganın sıkışmasına sebep olan yüklerin sınırı (Jäger 1996)



Resim 1'de gösterilen iş istasyonunda 8.7 kg ortalama ağırlığa sahip her paket resimdeki gibi taşınmaktadır. Bu taşıma hareketi önemli bir kontrol seviyesi ve hassasiyetini gerektirmektedir. Ayrıca paket taşıma süreci, kalifiye olan ve yetkili bir iş müfettişi tarafından da denetlenmiştir. Paketi kaldırma sıklığı, iki dakika da bir defa kaldırma işlemi gerektirmektedir. Kaldırma işleminde (araç olarak) insan eli kullanılmaktadır.

Zemin ve paketin arasında dikey mesafe, 55 cm'lik pozisyonda yer alan aşağı raftadır, ve paket zeminden 123 cm yukarıda olan üst rafa taşınacaktır. İş müfettişinin vücut eksenini ile paket arasında yatay mesafe aşağıdaki rafa (hareket başlangıç merkezi) göre 25 cm ve üst rafa (varış merkezi) göre 50 cm uzaklıktadır.

- (a) NIOSH metodunu kullanarak, iş tasarımı açısından bir risk olup olmadığını tartışınız. İşçinin cinsiyeti ve yaşı eğer işin yapılması bakımından herhangi bir kısıtlama getiriyorsa bunu dikkate alarak çözümleyiniz. Bu soruyu cevaplamak için Jäger metodunu kullanınız.
- (b) Yukarıda verilmiş iş tasarımı kullanılıyor ise kaldırma indeksi(LI) hesaplayınız ve sonucunu tartışınız.



Kaynakları ve varış yerlerini resim üzerinde doldurunuz.

Resim 1



Katsayıları belirleyiniz ve RWL (kaldırma indeksi) hesaplayınız

$$RWL = LC \cdot CM \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM$$

Kaynak  ·  ·  ·  ·  ·  =   kg

Varış yeri  ·  ·  ·  ·  ·  =   kg

$$LI = L / RWL$$

Kaynak LI =

Varış yeri LI =



JÄGER yaklaşımına göre :

LCkorr ' a belirleyiniz:

Kaynak LCkorr =  kg

Variş yeri LCkorr =  kg

Olumsuz olayda omurganın sıkıştirmasına sebep olan yük seviyesi:

N

Tablo 2 ve sonuçla karşılaştırma:

