



Dr. Bülent ASLANHAN
Fiat-GM Powertrain İşyeri Hekimi

MESLEKİ BEL AĞRILARINDA

NIOSH KALDIRMA EŞİTİ VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

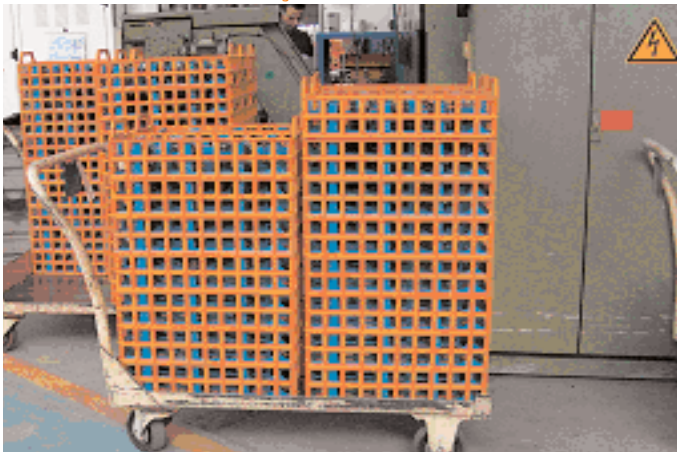
Özet

Bu çalışmanın amacı, otomotiv yan sanayi alanında üretim yapılan bir işyerinde, çalışanlarda gözlenen bel ağrısı sorununu ortadan kaldırmak amacıyla, bir operasyonun kaldırma indeksinin hesaplanması ve indeksin azaltılmasına yönelik girişimlerin açıklanmasıdır.

Bu çalışmada, 5 kg ağırlığındaki parçanın tezgaha dizilmesi operasyonunda Kaldırma İndeksi 2.23 bulunmuştur. Kaldırma İndeksi'nin 0.75' in altına düşürülmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, işin yapılması aşamasında iki yere müdahale edilmiştir. İlk olarak ağırlığın 40 cm yerine 75 cm'den alınması, ikinci olarak da operasyonun dakikada 12 kez yerine 6 kez tekrarlanması sağlanmıştır. İyileştirme sonrasında Kaldırma İndeksi 0.77'ye düşürülmüştür.

Endüstride bel ağrılarının önlenmesi için ilk adım, bel ağrılarına yol açan etmenlerin saptanması olmalıdır. Bu amaçla NIOSH Kaldırma Eşiti işyeri hekimlerinin kolaylıkla kullanabileceği bir araç olabilir.

Resim-1: Yük taşıma aracının ilk hali



Anahtar Sözcükler : Bel ağrısı, NIOSH Kaldırma Eşiti, Kaldırma İndeksi.

Giriş

Bel ağrısı lumbosakral bölge yakınında enflamatuvar, dejeneratif, neoplastik, jinekolojik, travmatik, metabolik ve diğer hastalık tiplerine bağlı olarak meydana gelen akut ve kronik ağrı ve rahatsızlık yakınması olarak tanımlanabilecek nonspesifik bir durumdur. Siyatik, lumbago, spondiloz, osteoartroz ve dejeneratif disk hastalığı gibi bir çok durum bel ağrılarıyla ilişkilidir. Buna karşın çalışma yaşamında bir çok bel ağrısının belirgin bir nedene bağlanması mümkün olmayabilir. Bu nedenle mesleki bel ağrısıyla ilgili bir çok epidemiyolojik çalışmada spesifik bir neden bulunamamıştır.

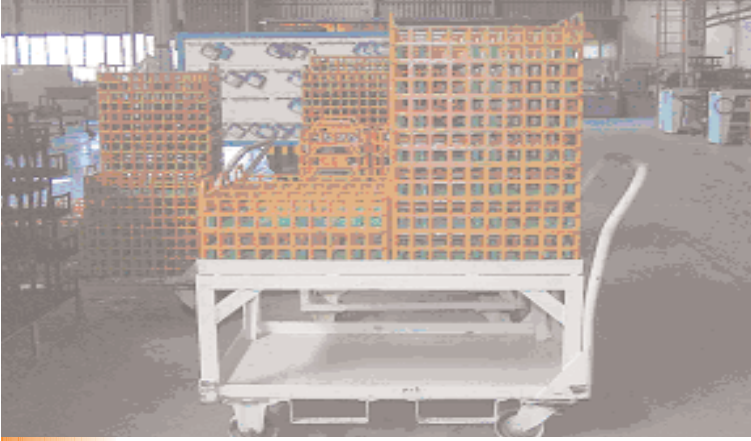
Bel ağrısının nedenleri tam anlaşılamadığından, belirgin bir tedavi planlanmasında güçlükler yaşanmaktadır. İşyerimizde çalışan bir çok işçi herhangi bir yakınma dile getirmeden uzun süre işini sürdürebildiği gibi, işten kalmaya neden olan bir çok olguda da konservatif tedavi (yatak istirahati ve ağrı kesici) ile tam iyileşme sağlanabilmektedir. Bel ağrıları çalışma hayatında en yaygın ve maliyeti en yüksek sağlık sorunlarından birisini oluşturmaktadır.

Bel ağrılarıyla ilgili en önemli mesleki risk etmenlerini iki başlık altında toplamak mümkündür.

- Elle zorlu çalışma : Ağır yük kaldırılması, çekilmesi ve itilmesi,
- Kötü gövde duruşu : fleksiyon, lateral bükülme ve aksiyal kıvrılma.

Kaldırma işi NIOSH Kaldırma Eşiti ile değerlendirilebilen bir uygulamadır (Pala ve diğ., 2004:278). Elle kaldırmanın tehlikeleri nedeniyle ABD Ulusal Mesleki Sağlık ve Güvenlik Enstitüsü (NIOSH, The National Institute for Occupational Safety and Health) 1981'de kaldırma işini değer-

Resim-2: Yük taşıma aracının iyileştirmeden sonraki hali



lendirmiş ve bir rehber yayınlamıştır. Bu rehber 1994' te gözden geçirilerek "Application manuel for the revised NIOSH lifting equation" ismiyle yayınlanmıştır (Waters ve diğ.,1994).

NIOSH Kaldırma Eşiti

NIOSH Kaldırma Eşiti kişinin kaldırma yeteneğinin mekanik veya metabolik etmenlerle sınırlı olduğunu kabul eden bir anlayışla düzenlenmiştir. Bu durumda kısıtlayıcı etmen vücudun bileşke kuvvetleri (biyomekanik) ya da yinelenen kaldırma işlemlerinin gerektirdiği enerji harcaması olabilir. NIOSH Kaldırma Eşiti sınırları içerisindeki ağırlıklar bile bazı işçilerin (özellikle yaşlı ve kadın işçilerin) kapasitelerini aşabilir (Pala ve diğ., 2004:278).

NIOSH Kaldırma Eşiti, çalışanlar için Tavsiye edilen Ağırlık Sınırlarını (TAS) (RWL:Recommended Weight Limits) geliştirmek ve bu yolla çalışan kadınların en az %75'ini, çalışan erkeklerin ise en az %99'unu ağır kaldırmanın etkilerinden korumak amacıyla oluşturulmuştur.

Ağırlık kaldırarak çalışan bir işçinin kaldırma ağırlığı açısından iş süreci riski, Kaldırma İndeksi ile belirlenir. Kaldırma İndeksi (Kİ) kaldırılan ağırlığın Tavsiye edilen Ağırlık Sınırı'na bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Bu durumda söz konusu yükün NIOSH Kaldırma Eşiti sınırında olup olmadığı belirlenmektedir.

NIOSH Kaldırma Eşiti hesaplanırken sekiz görev değişkeninin ölçülmesi ve kendileri için standart tablolarda verilen çarpanların saptanması gerekmektedir. Bu değişkenler NIOSH eşiti içindeki Tavsiye Edilen Ağırlık Sınırı'nın (TAS) hesaplanmasında kullanılır (Pala ve diğ., 2004:279).

- Yükün ağırlığı (L) : Ağırlığın kg olarak değeridir.

- Horizontal yerleşim (H): Ayak bilekleri arasındaki çizginin ortasını doğrudan yükün merkezinin altındaki döşemeye birleştiren çizginin uzunluğudur.

- Vertikal yerleşim (V): Yükün orijindeki ellerin yerinin, zemin veya çalışma yüzeyinden santimetre olarak uzunluğudur.

- Vertikal taşınma uzaklığı (D): Kaldırma işlemiyle yükün bulunduğu yerden kaldırıldığı yere olan mesafenin santimetre olarak değeridir.

- Asimetri açısı (A):Yükün orijinden kaldırıldığı yer kadar vücudun önünden (mid-sagittal düzlemde) açısal olarak yaptığı sapmadır.

- Kaldırma frekansı (F): Dakikadaki kaldırma sayısıdır; Kaldırma sayısı/dakika olarak hesaplanır ve yorgunluk faktörü olarak uygulamaya sokulur.

- Kaldırma etkinliklerinin süresi, saat olarak ölçülmektedir.

- Kavrama sınıflaması (C): Elin cismi kavrama kalitesi "iyi, ancak yeterli, kötü" olarak sınıflandırılır. Kavramayı iyi, orta ve kötü olarak göz önüne alır. Kötü kavrama değişkeninin (0.9) olmasına, yani kaldırılacak ağırlığın %10 oranında azalmasına yol açacaktır.

Tavsiye Edilen Ağırlık Sınırı'nın (TAS) Hesaplanması: TAS, yük katsayısı ile ölçülen sekiz görev değişkeni için standart tablolardan bulunan değerlerin çarpılmasıyla hesaplanır.

$$TAS = (LC) \times (HM) \times (VM) \times (DM) \times (AM) \times (FM) \times (CM)$$

Formüldeki her etmen (0) ile (1) arasında bir değere sahiptir. Bunlar formüle girdiğinde kabul edilebilir sınırlardaki ağırlık miktarının düşmesini sağlamaktadır.

- LC : Burada yük katsayısı (yük değişmezi) 23 kg olarak kullanılır. Yük değişmezi optimal koşullarda kaldırılacak, kabul edilebilir ağırlığı esas alır.

- HM: Horizontal değişkendir ve 25/H olarak hesaplanır. Burada (H) yukarıda tanımlanan horizontal yerleşimdir. Eğer (H) 25 cm den azsa çarpan 1.0 değerini alır. Eğer 63 cm yi aşarsa çarpan sıfırdır ; çünkü 63 santimetrenin üzeri bazı işçilerin erişim kapasitesinin dışında kalmaktadır.

- VM:Vertikal çarpanıdır ve $\{1 - [0.003 \times (V - 75)]\}$ olarak hesaplanır ki (V) daha önce tanımlanan vertikal yerleşimdir. Eğer vertikal yerleşim 175 cm



nin üzerinde ise (VM) sıfır olur. Çünkü bazı işçilerin vertikal olarak erişim kapasitesini aşar.

- DM: Uzaklık çarpanıdır ve $[0.82 + (4.5/D)]$ formülüyle hesaplanmaktadır. Vertikal taşınma mesafesi olan D 25 cm den bile küçük olsa 1.0'ı aşamaz.

- AM: Asimetri çarpanıdır ve $(1 - 0.0032 \times A)$ olarak hesaplanır. A asimetri açısıdır.

- FM : Frekans çarpanıdır. Frekans çarpanının amacı sık ve/veya uzun süreli kaldırmaya bağlı yorgunluğa göre ayarlanmanın yapılmasıdır.

- CM: Kavrama çarpanıdır.

Kaldırma İndeksi

Bütün çarpanlar belirlendikten sonra eşitlik kullanılarak görevle ilgili Tavsiye Edilen Ağırlık Sınırları (TAS) belirlenir. Kaldırma görevi ile ilgili göreceli stresin hesaplanabilmesi için NIOSH Kaldırma İndeksi (Kİ) kullanılmaktadır. Bu indeks, kaldırılan ağırlığın, Tavsiye Edilen Ağırlık Sınırı'na oranıdır.

Kaldırma İndeksi (Kİ) = Kaldırılan ağırlık (L)/Tavsiye Edilen Ağırlık Sınırı (TAS)

Kaldırma İndeksi iki veya daha fazla cismin göreceli tehlikelerinin belirlenmesi ya da ergonomik müdahaleler açısından kaldırma işlemlerinin sıralanması amacıyla kullanılmaktadır. NIOSH iş süreçlerinde Kaldırma İndeksi'nin 1.0'ın üzerinde olmasının bel ağrılarının görülme sıklığını artırdığını belirtmektedir. Bu nedenle kaldırma işleminin gerçekleştirildiği iş süreçlerinin Kaldırma İndeksi 1.0'ın altında olacak biçimde planlanması gerekmektedir (Pala ve diğ., 2004:284). Kaldırma İndeksi'nin 1.0 ile 3.0 arasında bulunması, işin tehlikeli olduğunu ve ergonomik düzenleme gerektirdiğini, 3.0'ın üzerinde bulunması ise işin çok tehlikeli olduğunu ve acil ergonomik düzenlemenin zorunlu olduğunu anlatmaktadır (Waters ve diğ., 1994:35).

Bu çalışmanın amacı, otomotiv yan sanayi alanında üretim yapılan bir işyerinde, çalışanlarda gözlenen bel ağrısı sorununu ortadan kaldırmak amacıyla, bir operasyonun Kaldırma İndeksi'nin hesaplanması ve indeksin azaltılmasına yönelik girişimlerin açıklanmasıdır.

Gereç ve Yöntem

İşyeri sağlık birimimizin (Fiat-GM Powertrain) 2003 yılı kayıtlarında kas ve iskelet sistemi hastalıklarının görülme sıklığının % 10.4 çıkması üzeri-

ne, bel ağrısı görülen işçilerin çalıştığı operasyonları NIOSH Kaldırma Eşiti ile değerlendirme kararı alınmıştır. Koruyucu işçi sağlığı hizmetleri kapsamında yürütülen ergonomi çalışmalarında kullanılan NIOSH Kaldırma Eşiti'nin İtalyanca'dan çevirisi yapılarak bir uygulama formu oluşturulmuştur. Bu uygulama formu ile riskli operasyonların analizi yapılmış ve ergonomik risk bölgelerinde iyileştirme faaliyetleri planlanmıştır. İşyerimizde, NIOSH Eşiti'nin bazı bölümleri değiştirilerek uygulanmaktadır. NIOSH Kaldırma Eşiti'nde 23 olarak kullanılan ağırlık sabiti, bizim işyerimizde yaşa ve cinsiyete göre 15 ile 30 arasında bir değer alabilmektedir. Ağırlık sabitinin 23 yerine 30 olarak kullanılmasına olanak sağlayan bu uygulama sıkıntılı olmakla birlikte, işyerimizde kaldırma indeksinin 1.0 yerine 0.75'in altına düşürülmesinin amaçlanması, bu sıkıntıyı bir ölçüde ortadan kaldırmaktadır.

Bu çalışmada, kaldırma indeksinin 0.75'in üzerinde çıktığı , 5 kg ağırlığındaki parçanın tezgaha dizilmesi operasyonunun kaldırma indeksinin hesaplanması tanıtılacaktır.

Bulgular

Kaldırma İndeksi'nin hesaplanması için öncelikle TAS hesaplanmıştır. Bu hesaplama için yapılan analizde çalışanın;

- Ağırlığı (ortalama) 40 cm mesafeden almak zorunda kaldığı,
- Ağırlığı (ortalama) 1 m dikey olarak kaldırdığı,
- Her parça yüklemeye ~90 derece dönme hareketi yapmak zorunda kaldığı ve
- Operasyonu dakikada 12 kez tekrarladığı tesbit edilmiştir.

Resim-3: Yük taşıma aracının son hali



Şekil-1: Kaldırma İndeksi'nin hesaplanması

ERGONOMİ RİSK ANALİZİ																						
(Ağırlık Kaldırma)																						
Analiz yapılan TÜR / Kısm:			TÜR 111				Tarih - No :			25.05.04 - 08												
Operasyon Adı :			Grup mili 10 operasyon																			
AĞIRLIK SABİTİ (Kg)																						
YAŞ	BAY İÇİN				BAYAN İÇİN				LC													
> 18	30				20																	
15 ~ 18	20				15				30													
KALDIRMA BAŞLANGIÇINDA ELLERİN YERDEN YÜKSEKLİĞİ																						
	YERLEŞİM (A) (cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	75	80	90	100	110	120	130	140	150	160	175	>175	VM
	FAKTÖR	0,78	0,81	0,84	0,87	0,89	0,93	0,96	0,99	1,00	0,99	0,96	0,93	0,90	0,87	0,84	0,81	0,78	0,75	0,70	0,00	0,9
KALDIRMA BAŞLANGIÇI VE BİTİŞİ ARASINDA, AĞIRLIĞIN HAREKET ETTİĞİ DİKEY MESAFE																						
	YÜKSEKLİK (B) (cm)	0~25	40	55	70	85~100	115	130~145	160	175	>175	D.M										
	FAKTÖR	1,00	0,93	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,85	0,00	0,85										
KALDIRMA SIRASINDA AĞIRLIK VE VÜCUT MERKEZİ ARASINDA Kİ YATAY MESAFE																						
	UZAKLIK (C) (cm)	<25	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	63	>63	H.M
	FAKTÖR	1,00	0,89	0,83	0,78	0,74	0,69	0,66	0,63	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,48	0,46	0,45	0,43	0,42	0,40	0,00	0,63
AĞIRLIK DÖNDÜRME AÇISI																						
	AÇI (D) (derece)	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	>135	A.M									
	FAKTÖR	1,00	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71	0,66	0,62	0,57	0,00	0,71									
AĞIRLIK KAVRAMA DURUMU																						
E	KAVRAMA DURUMU	İYİ				Ancak Yeterli			Kötü Kavrama			C.M										
	FAKTÖR	1,00				0,95			0,90			0,95										
AĞIRLIK KALDIRMA SIKLIĞI (FREKANS)																						
F	Frekans (Kaldırma/Min)		≤ 0,2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
	İŞ SÜRESİ	≤ 1 saat	A <30	0,85	0,81	0,75	0,65	0,55	0,45	0,35	0,27	0,22	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		A ≥30	0,85	0,81	0,75	0,65	0,55	0,45	0,35	0,27	0,22	0,18	0,15	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	2 saat	≤ A <30	0,95	0,92	0,88	0,84	0,79	0,72	0,60	0,50	0,42	0,35	0,30	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		A ≥30	1,00	0,92	0,88	0,84	0,79	0,72	0,60	0,50	0,42	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	1 saat	≤ A <30	1,00	0,95	0,94	0,91	0,88	0,84	0,80	0,75	0,70	0,60	0,52	0,45	0,41	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
A ≥30	0,97	0,94	0,91	0,88	0,84	0,80	0,75	0,70	0,60	0,52	0,45	0,41	0,37	0,34	0,31	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	
TAS = (30)X(0.9)X(0.85)X(0.63)X(0.71)X(0.95)X(0.23) = 2.24																						
KALDIRILAN AĞIRLIK (KG)		5		HESAPLANAN AĞIRLIK				2,24														
KALDIRILAN AĞIRLIK		=		5		=		KALDIRMA ENDEKSİ		2,23												
HESAPLANAN AĞIRLIK				2,24																		
<input type="checkbox"/> < 0.75 Hiç bir risk yok <input type="checkbox"/> 0.75 ~ 1.25 Risk incelenmeli <input checked="" type="checkbox"/> > 1.25 Düzeltmesi gerekli																						
Not: Kaldırma indeksinin 3 ten büyük olduğu durumlarda, acilen iyileştirme yapılmalıdır																						



Çalışmada 5 kg ağırlığındaki parçanın tezgaha dizilmesi operasyonunda Kaldırma İndeksi 2.23 bulunmuştur (Şekil-1). Belirtilen operasyonun bu şartlarda yapılmasında ergonomik risk bulunmaktadır.

Kaldırma İndeksi'nin 0.75' in altına düşürülmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, işin yapılması aşamasında iki yere müdahale edilmiştir:

- Ağırlık ortalama 40 cm yerine 75 cm'den alınmaya başlanacaktır. Bunun için 5 kg ağırlığındaki parçaların tezgahın yanına getirildiği taşıma arabası yükseltilmiştir (Fotoğraf-1, 2). Daha sonra bununla da yetinilmeyip, taşıma arabası ayakla yükseltilebilen bir araçla değiştirilmiştir (Fotoğraf-3). Bu durumda çarpan (VM) 0.9 yerine 1.0'a yükselmiştir.

- İşçinin operasyonu dakikada 12 kez yerine 6 kez tekrarlaması sağlanmıştır. Bu durumda çarpan (FM) 0.23'ten 0.6'ya yükselmiştir.

İyileştirme sonrası TAS hesaplanmıştır;

$$TAS = (30) \times (1.0) \times (0.85) \times (0.63) \times (0.71) \times (0.95) \times (0.6) = 6.5 \text{ kg olarak bulunmuştur.}$$

Buna göre kaldırma indeksi hesaplandığında;

$$KI = (5) : (6.5) = 0.77 \text{ olarak bulunmuştur. İyileştirme sonrasında, daha önce 2.23 olan kaldırma indeksi 0.77'ye düşürülmüştür.}$$

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada ele alınan operasyonda Kaldırma İndeksi yüksek (2.23) bulunmuştur. İndeksin yüksekliği, söz konusu operasyonda çalışanlarda gözlenen bel ağrısının nedeni olabilir.

İndeksi 0.75'in altına düşürmek için gündeme getirilen girişimler üretim sürecini olumsuz etkilemeyen ve maliyeti düşük uygulamalardır. Ağırlıkların operasyon bölgesine getirildiği arabanın alt kadranının yükseltilmesi önemli bir girişim olmakla birlikte, Kaldırma İndeksi'ni azaltan asıl girişim dişlilerin dakikada 12 yerine 6 kez alınmasının sağlanması olmuştur.

Endüstride bel ağrılarının önlenmesi için ilk adım, bel ağrularına yol açan etmenlerin saptanması olmalıdır. Bu amaçla NIOSH Kaldırma Eşiti işyeri hekimlerinin kolaylıkla kullanabileceği bir araç olabilir.

Kaldırma İndeksi, elle çalışma ve yük kaldırma işlemlerinde ergonomik müdahaleler açısından kaldırma işlemlerinin risk sınırlarının belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. NIOSH 1.0'dan büyük

indekslerin kaldırma işinin yol açtığı bel ağrılarının görülme sıklığındaki artımla ilişkili olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle işlerin Kaldırma İndeksi 1.0 veya altında olacak şekilde planlanması gerektiğini vurgulamaktadır.

Elle kaldırma işlerinin olumsuz etkilerinin azaltılmasında en etkili yöntem mühendislik tekniklerinin uygulanmasıdır. Bazı uygulamalar şöyle sıralanabilir.

- Kaldırılan cisimlerin ağırlığının azaltılması. Mümkünse kaldırma kutusuna daha az parça konulacak biçimde boyutu küçültülebilir.

- Eğer yükün ağırlığı azaltılmıyorsa işçinin uyguladığı kuvveti azaltacak biçimde mekanik yardım sağlanmalıdır.

- Kaldırılacak cisimleri kaldıracak kişinin dizi hizasına veya daha yükseğe taşıyarak yerden kaldırma mesafesi azaltılmalıdır.

- İşçinin yüke mümkün olduğu kadar yaklaşmasını sağlayacak biçimde engeller kaldırılmalıdır. Önden ulaşma gövdenin bükülmesini gerektirmez.

- Çalışma istasyonunun düzenini değiştirerek veya mekanik donanım ekleyerek taşıma mesafesi azaltılmalıdır.

- Ağırlık kaldırma sıklığı azaltılmalıdır.

Eğer mühendislik uygulamaları, Kaldırma İndeksi'ni 1.0'ın altına indiremiyorsa yönetsel kontrole başvurulmalıdır. Rotasyon sistemi işçilerin uygulamalar arasında dönmesini sağlayarak yardımcı olabilir.

Bir diğer yönetsel kontrol "sırt kemerleridir" Ancak bunların yararı ile ilgili bilimsel destek azdır. NIOSH son değerlendirmesinde bunların koruyucu araçlar olarak kabul edilmesini sağlayacak yeterli bilimsel veri olmadığı kanaatine varmıştır.

Teşekkür: Bu çalışmaya katkısı nedeniyle Doç. Dr. Kahyan Pala'ya teşekkür ederim.

Kaynaklar

1. Pala K., Vaizoğlu S., Güler Ç., (2004), "Duruş ve Ağırlık Kaldırma", Sağlık Boyutuyla Ergonomi Hekim ve Mühendisler İçin, Editör Prof.Dr.Çağatay Güler, Palme Yayıncılık, Ankara.

2. Waters T. R., Putz-Anderson V., Garg A., (1994), "Application Manuel for the Revised NIOSH Lifting Equation" U.S. Department of Public Health, Public Health Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute of Occupational Safety and Health, Division of Biomedical and Behavioral Science, Publication No 94-110 Cincinnati, Ohio. Web adresi : <http://www.cdc.gov/niosh/94-110.html>.●