

İŞ ZORLANMA İNDEKSİ İLE ERGONOMİK RİSK DEĞERLENDİRME VE BİR UYGULAMA

Özlem ÇOMAKLI SÖKMEN^{1*}, Mustafa YILMAZ²

¹Erzurum Teknik Üniversitesi, Sürekli Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi, Erzurum,

ORCID No : <http://orcid.org/0000-0001-8765-0038>

²Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Erzurum,

ORCID No : <http://orcid.org/0000-0002-2135-5762>

Anahtar Kelimeler	Öz
DUE KİSR Risk Değerlendirme Zorlanma İndeksi	<i>İş yerlerinde uygun olmayan ergonomik koşullarda çalışmalar sonucu ortaya çıkan distal üst ekstremite (DUE) kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları (KİSR); meslek hastalıkları içerisinde oldukça yaygındır. Çalışmaya bağlı ortaya çıkan bu rahatsızlıklar boyun-omuz ağrıları, karpal tünel sendromu, tendinitler ve tetik parmak gibi hastalıkları içermektedir. Bu rahatsızlıkların önlenmesi amacıyla öncelikle işyerlerinde ergonomik risk değerlendirmesi yapılmalı ve bu değerlendirme sonucunda düzeltici eylemler planlanmalıdır. KİSR'e neden olan uygunsuz çalışma duruşlarını ve bunların risk düzeylerini belirleyebilmek için birçok yöntem bulunmaktadır. Bu çalışmada bir iş yerinin çalışanları üzerinde meydana gelen zorlanmaları belirlemek amacıyla üst uzuv değerlendirme metodlarından biri olan İş Zorlanma İndeksi (JSI) kullanılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda iki ayrı işlem için risk puanları 9 ve 13,5 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar her iki işlemde tehlikeli iş sınıfında olduğunu göstermiştir. Bu nedenle çalışanların maruz kaldığı risklerin azaltılması amacıyla ergonomik iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur.</i>

ERGONOMIC RISK EVALUATION WITH JOB STRAIN INDEX AND AN APPLICATION

Keywords	Abstract
DUE MSDs Risk Assessment Strain Index	<i>Distal upper extremity (DUE) musculoskeletal disorders (MSDs) resulting from work in unsuitable ergonomic conditions at workplaces; is very common in occupational diseases. These disorders related to the study include diseases such as neck-shoulder pains, carpal tunnel syndrome, tendinitis and trigger finger. In order to prevent these diseases, ergonomic risk assessment should be done primarily in the workplaces and corrective actions should be planned as a result of this evaluation. There are many methods to determine the inappropriate working postures and their risk levels that cause MSDs. In this study, the Job Strain Index (JSI), which is one of the upper limb assessment methods, was used to determine the stresses on the employees of a workplace and the results were evaluated. As a result of the evaluation, risk scores for two separate process were 9 and 13.5. These results showed that both processes were in hazardous business class. Therefore, in order to reduce the risks that employees are exposed to, ergonomic improvements are made.</i>
Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 10.11.2018	Submission Date : 10.11.2018
Kabul Tarihi : 15.12.2018	Accepted Date : 15.12.2018

1. Giriş

Teknolojinin hızla ilerlemesi ve bilişim çağının başlamasına paralel olarak günümüz iş dünyasında makinelerin üretimdeki yeri artmış, işler daha kolaylaşmış ve hızlanmıştır. Öte yandan birçok

işletmede hala emek yoğun üretim yapılmakta ve çalışanlar yüksek derecede yüklenmelere maruz kalmaktadır. Hem emek yoğun işletmelerde hem de makinelerle çalışan operatörlerde KİSR yoğun bir şekilde görülmektedir.

* Sorumlu yazar; e-posta : ozlem.sokmen@erzurum.edu.tr

İş görenin çalışma koşulları ve yaşam kalitesini iyileştirmek, işveren için verimlilik ve karlılığı artırmak, işin insana insanın işe uyumunu sağlamak gibi birçok amacı olan ergonominin üzerinde durduğu konulardan biri de çalışma duruşlarının incelenmesidir.

Çalışma duruşu; vücudun, başın, gövdenin, kol ve bacakların yapılan işe ve işin özelliklerine göre hizalanması şeklinde tanımlanmaktadır (Haslegrave, 1994). Zaman zaman çalışanlar; antropometrik karakteristikler dikkate alınmadan tasarlanmış iş istasyonlarında ve/veya ergonomik prensipler doğrultusunda tasarlanmamış görevleri yerine getirmek üzere uygun olmayan vücut duruşları ile çalışmak zorunda kalmaktadırlar (Vedder vd., 1998).

Uygun olmayan çalışma duruşları KİSR'e neden olmaktadır. Uluslararası İş Güvenliği ve Sağlığı Komisyonu'nun tanımına göre KİSR; kas ve iskelet sisteminde oluşan ve işten kaynaklanan rahatsızlıklar veya hastalıklardır.

KİSR'i genel olarak bel hastalıkları ve üst ekstremitte hastalıkları olarak ikiye ayırabiliriz. İşe bağlı üst ekstremitte hastalıkları; boyun-omuz ağrıları, karpal tünel sendromu, tendinitler, tenisçi dirseği gibi hastalıklardır (Kocabaş, 2009). Literatürde KİSR'e neden olan uygunsuz çalışma duruşlarını ve bunların risk düzeylerini belirleyebilmek, bu konularda iyileştirme yapmak için birçok yöntem yer almaktadır.

Ergonomik açıdan bir çalışma ortamının incelenmesi, risklerin belirlenmesi ve söz konusu risk faktörlerine nasıl ve ne derecede maruz kalındığının belirlenmesi için risk değerlendirme teknikleri bulunmaktadır. Bu belirlemeler sonrasında tehlike yaratan durumlar üzerinde durularak bu etmenlerin ortadan kaldırılması yoluna gidilmelidir. Risk değerlendirme yöntemleri çok çeşitli olmakla beraber şu üç başlığın altında kategorize edilmişlerdir (David, 2005):

- ❖ "Çalışanlar tarafından yapılan öznel değerlendirme teknikleri,
- ❖ Gözleme dayalı teknikler,
- ❖ Direkt ölçümler."

Bu üç yöntem sınıfı geçerlilik ve güvenilirlikleri açısından değerlendirildiklerinde direkt ölçümler gözlemlerden, gözlemler kişisel anket yöntemlerinden daha iyidir (Özel ve Çetik, 2010).

Gözlem yöntemleri ise, genellikle işyerlerinde ve araştırmalarda kişisel anket yöntemleriyle direkt ölçüm yöntemleri arasında dengeleyici olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle risklerin değerlendirilmesi için gözleme dayalı yöntemler sıklıkla kullanılmaktadır (Özel ve Çetik, 2010).

Literatüre sıklıkla kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinden bazılarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- ❖ İş Zorlanma İndeksi (JSI)

- ❖ Ulusal İş Güvenliği ve Sağlık Örgütü (NIOSH) Kaldırma Denklemi
- ❖ Hızlı Üst Vücut Değerlendirme Yöntemi (RULA)
- ❖ Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme Yöntemi (REBA)
- ❖ OCRA İndeksi (Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi)
- ❖ OWAS (Ovako Çalışma Duruşu Analiz Sistemi)

Bu çalışmada bir iş yerinin çalışanları üzerinde meydana gelen zorlanmaları belirlemek amacıyla gözleme bağlı tekniklerden ve üst uzuv değerlendirme metodlarından biri olan JSI kullanılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ana konusu olan Zorlanma İndeksi (SI) ile ilgili bilimsel yazın taraması Tablo 1'de görülmektedir.

2.Yöntem

2.1. İş Zorlanma İndeksi

SI; işyerinde çalışanların DUE bozuklukları geliştirme riski altında olup olmadıklarını tahmin etmek amacıyla kas-iskelet maruziyetini değerlendirmede kullanılan metotlardan biridir (Stevens vd., 2004). El, bilek ve dirsek duruşlarını göz önüne alan bu yöntem yapılan işleri; duruş şekilleri, hareket sıklıkları ve uygulanan kuvvete göre değerlendirmekte fakat titreşimi ya da yük faktörlerini dikkate almamaktadır. Yöntemde göreceli risk durumları indekslerle belirlenmektedir. Et paketlemede, küçük parçaların montajında, klavye kullanımında ve diğer fazla tekrarlı el hareketlerinin söz konusu olduğu işlerde kullanılmaktadır (Moore ve Garg, 1995).

JSI; fizyoloji, epidemiyoloji ve biyomekanik ile ilgili ilkelerden kaynaklanan distal üst ekstremitte kas iskelet bozukluklarının risk tespitine odaklanır ve SI altı değişkenin ölçümünü veya tahmin edilmesini gerektirir (Stephens vd., 2006):

- Eforun (zorlanmanın) şiddeti
- Eforun (zorlanmanın) süresi
- Dakika başına çaba
- El/bilek duruşu
- İşin hızı
- Görevin günlük süresi

Tablo 1. Bilimsel Yazın Taraması

Yazar/Lar Ve Yayın Yılı	Uygulama Yeri	Kullanılan Teknik
Meyers vd., 2014	Bir İmalat Sektörü	SI
Marras vd., 2005	Süt Endüstrisi	NIOSH, OSHA check-lists, SI
Stevens vd., 2004	Et/Tavuk İşleme Tesisi	SI
Knox ve Moore, 2001	Hindi İşleme Tesisi	SI
Moore ve Garg, 1995	Domuz İşleme Tesisi	SI
Masci vd. 2018	Süt Endüstrisi	SI-Revised SI
Paulsen vd., 2015	Peynir İşleme Tesisi	OCRA-SI
Paulsen, 2013	Peynir İşleme Tesisi	OCRA-SI
Cash, 2012	Bir Üretim Tesisi	TLV for HAL- SI
Garg vd., 2012	Bir Üretim Tesisi	ACGIH HAL-SI
Bao vd., 2006	Bir Üretim Tesisi	ACGIH- SI
Bovenzi vd., 2005	Mobilya Endüstrisi	RULA-SI
Bao, 2004	Kereste Fabrikası, Kümes Hayvanı İşleme Tesisi,Eczane	SI-ACGIH TLV for HAL-WISHA Checklist
Drinkaus vd., 2003	Otomotiv Montaj	RULA-SI

Tüm bu değişkenlerin hesaplanmasıyla elde edilen çarpanlar çarpılarak SI Skorunu oluşturur. Bu altı değişkenden eforun süresi ile dakika başına çaba formülle hesaplanırken; diğer dört değişken için değerlendirme kriterleri bir rehber göre yapılmaktadır.

Eforun şiddeti; görevi bir kez gerçekleştirmek için gereken maksimum istemli kasılma yüzdesinin niteliksel ölçümüdür (Drinkaus vd., 2005).

Eforun süresi; zorlanmanın ne kadar süre ile devam ettiği ile ilgili fizyolojik ve biyomekanik stresin bir ölçüsüdür (Drinkaus vd., 2005). Bu değişken Denklem (1)'deki gibi hesaplanır (Moore ve Garg, 1995):

$$\text{Eforun Süresi} = \frac{100 \times \text{Eforun süresi (sn)}}{\text{Toplam Gözlem Süresi (sn)}} \quad (1)$$

Dakika başına çaba; eforun dakika başına sıklığını ifade eder ve Denklem (2)'deki gibi hesaplanır.

$$\text{Dakika Başına Çaba} = \frac{\text{Zorlanmanın Sayısı}}{\text{Toplam Gözlem Süresi (dk)}} \quad (2)$$

El/bilek duruşu; elin anatomik pozisyonu ile ilgilidir. Yani el veya bileğin nötral pozisyona göreli bir tahmindir (Drinkaus vd., 2005).

İşin hızı; görevin algılanan hızını tahmin eder ve dinamik çalışmalar ile ilgili ek gerilmeleri hesaplamaktadır (Drinkaus vd., 2005). Bu değişken çalışanın ne kadar hızlı çalıştığını tahmin etmektedir.

Görevin günlük süresi ise; iş gününün ne kadarında görevle ilgili işlerin gerçekleştirildiğinin ölçümüdür. Bu değişken ya ölçülür ya da şirket çalışanı tarafından bilgi alınır.

Moore ve Garg (1995) tarafından geliştirilen JSI'nın hesaplanmasında gerekli olan her görev değişkeni için maruziyetin olası beş mümkün seviyesi ve karşılık gelen değerleri Tablo 2 ve Tablo 3'de görülmektedir. (Drinkaus vd., 2005).

Tablo 2. SI Dereceleri

Derecelendirme Değerleri	Eforun Şiddeti	Eforun Süresi	Dakika Başına Çaba	El/Bilek Duruşu	İşin Hızı	Görevin Günlük Süresi
1	Hafif	<10	<4	Çok İyi	Çok Yavaş	<1
2	Biraz Zor	10-29	4-8	İyi	Yavaş	1-2
3	Zor	30-49	9-14	Uygun	Uygun	2-4
4	Çok Zor	50-79	15-19	Kötü	Hızlı	4-8
5	Maksimuma Yakın	≥80	≥20	Çok Kötü	Çok Hızlı	>8

Tablo 3. SI Çarpanları

Derecelendirme Değerleri	Eforun Şiddeti Çarpanı	Eforun Süresi Çarpanı	Dakika Başına Çaba Çarpanı	El/Bilek Duruşu Çarpanı	İşin Hızı Çarpanı	Görevin Günlük Süresi Çarpanı
1	1	0,5	0,5	1,0	1,0	0,25
2	3	1,0	1,0	1,0	1,0	0,50
3	6	1,5	1,5	1,5	1,0	0,75
4	9	2,0	2,0	2,0	1,5	1,00
5	13	3,0	3,0	3,0	2,0	1,50

2.2. SI Skorunun Yorumlanması

SI skoru ilk olarak şu şekilde yorumlanmıştır (Moore ve Garg, 1995):

- SI skoru 5 ve 5'ten büyük olan işler tehlikeli,
- SI skoru 5'ten küçük olanlar ise güvenlidir.

Alternatif olarak birçok SI kullanıcısı üç seviyeli tehlike kriteri kullanmışlardır. Üç seviyeli kriter SI skorlarını şu şekilde sınıflandırır (Drinkaus vd., 2003; Bao, 2004; Bao vd., 2006; Spielholz vd., 2008):

- SI skoru 3'ten küçük olanlar güvenli
- SI skoru 3'ten 7'ye kadar ise muhtemelen güvensizdir daha fazla incelenmeye değer
- SI değeri 7 ve daha büyük olanlar ise tehlikelidir

Ayrıca Moore ve Rucker (2002) çalışmalarında üretim tesisleri için SI maruziyet sınırının daha yüksek (>>9) olabileceğini öne sürmüşlerdir.

3. Uygulama

Bu çalışmada bir ilimizde fırın ürünleri imalat sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın çalışanları

üzerinde meydana gelen zorlanmaları belirlemek amacıyla SI kullanılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Uygulamanın yapıldığı firmadan ve firma çalışanlarından izin alınarak çalışanların üst ekstremite duruşlarını analiz etmek için farklı açılardan fotoğraflar çekilmiş ve video kayıtları alınmıştır. Ayrıca çalışanlarla firm ürünleri imalat sürecinin hangi aşamalarında zorlanmaların olduğuna ilişkin görüşmeler yapılmıştır.

Fırın ürünleri imalat tesislerinde yer yer otomasyon kullanılmakta olup işin gereği ve günümüz teknolojisi nedeniyle otomasyon yapılamayan faaliyetler mevcuttur.

Görüntü kayıtları incelenerek fırın ürünleri imalat süreci gözden geçirilmiş ve hamura bıçak atılması ile ekmeklerin kasalanması işlemlerinin tekrarlı hareketlerle yapıldığı dolayısıyla KİSR açısından riskli işler olduğu belirlenmiştir. Böylece bıçak atma aşamasında bir ve kasalama aşamasında da bir olmak üzere toplamda iki çalışan gözlenmiş ve veriler kayıt altına alınmıştır. İlgili aşamalar Şekil 1 ve Şekil 2'de görülmektedir. Hamura bıçak atma ve ekmek kasalama görevlerine ait SI görev değişkenleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4 ve Tablo 5'te özetlenmiştir.



Şekil 1. Tekrarlı Hareketler İle Hamura Bıçak Atma İşlemi



Şekil 2. Ekmeklerin Kasalanması İşlemi

Tablo 4. Bıçak Atma SI Görev Değişkenleri İçin Fiziksel Maruziyet Düzeyleri ve Karşı Gelen Skorlar

Bıçak Atma	Eforun Şiddeti	Eforun Süresi	Dakika Başına Çaba	El/Bilek Duruşu	İşin Hızı	Görevin Günlük Süresi	SI Skoru
Maruziyet Verileri	Biraz Zor	25%	15	Kötü	Uygun	4	
Derece	2	2	4	4	3	3	9
Çarpan	3,0	1,0	2,0	2,0	1,0	0,75	

Tablo 5. Kasalama SI Görev Değişkenleri İçin Fiziksel Maruziyet Düzeyleri ve Karşı Gelen Skorlar

Kasalama	Eforun Şiddeti	Eforun Süresi	Dakika Başına Çaba	El/Bilek Duruşu	İşin Hızı	Görevin Günlük Süresi	SI Skoru
Maruziyet Verileri	Biraz Zor	50%	30	Uygun	Uygun	2	
Derece	2	4	5	3	3	2	13,5
Çarpan	3,0	2,0	3,0	1,5	1,0	0,5	

Çalışanlar; ortalama üretim miktarı 3000 adet/gün olan fırında 3 saati yemek, dinlenme, çay vb. mola olmak üzere günlük 12 saat çalışmaktadır.

SI skorlarının elde edilmesinde kullanılan efor süresi ve dakika başına çaba değişkenlerinde toplam gözlem süresi olarak çevrim süresi hesaba katılmıştır.

Ekmek üretim aşamasındaki hamura bıçak atma ve kasalama sırasında el, bilek ve dirsek duruşları JSI yöntemine göre değerlendirilmiş, değerlendirme sonunda bıçak atma risk puanı 9 ($3,0 \times 1,0 \times 2,0 \times 2,0 \times 1,0 \times 0,75 = 9$) ve kasalama risk puanı ise 13,5 ($3,0 \times 2,0 \times 3,0 \times 1,5 \times 1,0 \times 0,5 = 13,5$) olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar her iki işlemin de tehlikeli iş sınıfında

olduğunu göstermektedir. Bu nedenle çalışanların maruz kaldığı risklerin azaltılması amacıyla bazı ergonomik iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur.

4.Sonuçlar

Bu çalışmada gözleme bağlı tekniklerden ve üst uzuv değerlendirme metodlarından biri olan JSI incelenmiş ve bir ilimizde fırın ürünleri imalat sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın çalışanları üzerinde meydana gelen zorlanmalar bu metod kullanılarak ölçülmüştür.

İlgili alan yazını incelendiğinde JSI ile birçok farklı alanda ergonomik risk değerlendirmesinin yapıldığı

görülmektedir. Örneğin süt endüstrisi (Masci vd., 2018; Marras vd., 2005), peynir işleme tesisi (Paulsen vd., 2015, otomotiv montaj (Drinkaus vd., 2003), mobilya endüstrisi (Bovenzi vd., 2005) vb. gibi. Bununla birlikte ilgili alan yazını incelendiğinde daha önce fırın ürünleri imalat sektöründe JSI ile ergonomik risk değerlendirmesinin yapıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Değerlendirme sonucunda ergonomik açıdan riskli görülen bıçak atma işleminin risk puanı 9 ve kasalama işleminin risk puanı ise 13,5 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla her iki işlemin de tehlikeli iş sınıfında olduğu saptanmıştır. Sonuçlara göre bazı ergonomik iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur.

- ❖ Tekrarlı hareket ile yapılan hamura bıçak atılması, ekmeklerin kasalara dizilmesi işleri çalışan vücudunun zorlanmasına sebep olduğundan uygun otomasyon sistemi ile tekrarlı işlemin çalışana yaptırılması önenebilir.
- ❖ Söz konusu işlerin otomatik sistemle yapılması sağlanması mümkün olmuyorsa çalışanlar arasında iş rotasyonu yapılmalıdır.
- ❖ Kasalama bölümünde tekrarlı işler ekipmanların uygun yerleşimi ile azaltılabilir. Örneğin ekmeklerin kasalara doğrudan girişi sağlanabilir ve böylelikle çalışanların ürünleri tek tek kasalara koyması önlenmiş olur.
- ❖ Tekrarlı yapılan ve belirli bir bölgede zorlanmaya yol açan söz konusu işlemleri yapan çalışanlar için ara dinlenme sayıları artırılmalıdır.

Gelecek çalışmalarda;

- Yöntem çok görevli işler için kullanılabilir
- Diğer risk değerlendirme yöntemleriyle birlikte kullanılıp sonuçlar karşılaştırılabilir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Bao, S. (2004). Hand-Intensive Jobs. *Professional Safety*, 49(1), 28.
- Bao, S., Howard, N., Spielholz, P. & Silverstein, B. (2006). Quantifying Repetitive Hand Activity for Epidemiological Research on Musculoskeletal Disorders Part I: *Individual Exposure Assessment*. *Ergonomics*, 49 (4), 361-380.

Bovenzi, M., Della Vedova, A., Nataletti, P., Alessandrini, B. & Poian, T. (2005). Work-Related Disorders of The Upper Limb in Female Workers Using Orbital Sanders. *International Archives Of Occupational And Environmental Health*, 78(4), 303-310.

Cash, T. A. (2012). Using the Strain Index and TLV for HAL to Predict Incidence of Aggregate Distal Upper Extremity Disorders in a Prospective Cohort. MS Thesis, *The University of Wisconsin*, Milwaukee.

David, G. C. (2005). Ergonomic Methods for Assessing Exposure to Risk Factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders. *Occupational Medicine*, 55(3), 190-199.

Drinkaus, P., Sesek, R., Bloswick, D., Bernard, T., Walton, B., Joseph, B. ... Counts, J. H. (2003). Comparison of Ergonomic Risk Assessment Outputs From Rapid Upper Limb Assessment and The Strain Index for Tasks in Automotive Assembly Plants. *Work*, 21(2), 165-172.

Drinkaus, P., Bloswick, D. S., Sesek, R., Mann, C. & Bernard, T. (2005). Job Level Risk Assessment Using Task Level Strain Index Scores: A Pilot Study. *International Journal of Occupational Safety And Ergonomics*, 11(2), 141-152.

Garg, A., Kapellusch, J., Hegmann, K., Wertsch, J., Merryweather, A., Deckow-Schaefer, G. ... WISTAH Hand Study Research Team. (2012). The Strain Index (SI) and Threshold Limit Value (TLV) for Hand Activity Level (HAL): Risk of Carpal Tunnel Syndrome (CTS) in A Prospective Cohort. *Ergonomics*, 55(4), 396-414.

Haslegrave, C. M. (1994). What Do We Mean by a 'Working Posture'?. *Ergonomics*, 37(4), 781-799.

Knox, K. & Moore, J. S. (2001). Predictive Validity of The Strain Index in Turkey Processing. *Journal Of Occupational and Environmental Medicine*, 43(5), 451-462.

Kocabaş, M., (2009). Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışan İş Görenlerde Zorlanmaya Neden Olan Çalışma Duruşlarının Analizi. Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Marras, T., Murgia, L. & Pazzona, A. (2005). Biomechanical Risk in Two Dairy Industries With Different Levels of Mechanization. *Giornale Italiano Di Medicina Del Lavoro Ed Ergonomia*, 27(1), 112-118.

Masci, F., Mandic-Rajcevic, S., Ruggeri, G., Rosecrance, J. & Colosio, C. (2018). Comparing The Strain Index and The Revised Strain Index Application in The Dairy Sector. In *Congress of The International Ergonomics Association*. Springer, Cham, 261-268.

Meyers, A.R., Gerr, F. & Fethke, N. B. (2014). Evaluation of Alternate Category Structures for The Strain

Index: An Empirical Analysis. *Human Factors*, 56(1), 131-142.

- Moore, J.S. & Garg, A., (1995). The Strain Index - A Proposed Method to Analyze Jobs for Risk of Distal Upper Extremity Disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56 (5), 443-458.
- Özel, E. ve Çetık, O., (2010). Mesleki Görevlerin Ergonomik Analizinde Kullanılan Araçlar ve Bir Uygulama Örneđi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (022), 41-56.
- Paulsen, R., Gallu, T., Gilkey, D., Reiser II, R., Murgia, L. & Rosecrance, J. (2015). The Inter-Rater Reliability of Strain Index and OCRA Checklist Task Assessments in Cheese Processing. *Applied Ergonomics*, 51, 199-204.
- Paulsen, J.P., (2013). Reliability of Ergonomic Exposure Assessment: Comparing The Strain Index and The OCRA Checklist. MS Thesis, *Colorado State University*, Fort Collins, Colorado.
- Rucker, N. & Moore, J. S. (2002). Predictive Validity of The Strain Index in Manufacturing Facilities. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 17(1), 63-73.
- Spielholz, P., Bao, S., Howard, N., Silverstein, B., Fan, J., Smith, C. & Salazar, C., (2008). Reliability and Validity Assessment of The Hand Activity Level Threshold Limit Value and Strain Index Using Expert Ratings of Mono-Task Jobs. *Journal of Occupational & Environmental Hygiene*, 5 (4), 250-257.
- Stephens, J.P., Vos, G.A., Stevens, E.M. & Moore, J.S., (2006). Test-Retest Repeatability of The Strain Index. *Applied Ergonomics*, 37 (3), 275-281.
- Stevens, E.M., Vos, G.A., Stephens, J.P. & Moore, J.S., (2004). Inter-Rater Reliability of The Strain Index. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1 (11), 745-751.
- Vedder, J. (1998). Identifying Postural Hazards with A Video-Based Occurrence Sampling Method. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 22(4-5), 373-380.