

## DONATI DEMİRİ TEL BAĞLAMA EL ALETLERİNE ERGONOMİK BİR TASARIM YAKLAŞIMI

Ömer KARABIYIK<sup>1\*</sup>, Hassan NAJAFYAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İmalat Mühendisliği A. Dalı, Isparta, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

*Ergonomik tasarım,  
El aletlerinde ergonomi,  
Donatı demiri tel bağlama,  
İş Sağlığı ve Güvenliği*

### Özet

Donatı demiri tel bağlamada kullanılan el aletleri değişkenlik göstermekle beraber en yaygın olanı kerpeten adı verilen el aletidir. Donatılar çok değişik boyut ve doğrultularda konumlandırıldıkları için, işçilerin el, bilek, boyun ve bel gibi eklemlerin çoğu zaman zorlayıcı pozisyonlarda çalıştıkları görülmektedir. Bu durum bazı sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bu çalışmada, kerpeten gibi çalışanları zorlayıcı bir el aletinin yaptığı tel bağlama işlemi, daha kolay bir şekilde yerine getirebilecek mekanik bir el aletinin tasarımı, ergonomik bir yaklaşımla gerçekleştirilmiştir.

## AN ERGONOMIC DESIGN APPROACH TO REINFORCING STEEL WIRES BINDING HAND TOOLS

### Keywords

*Ergonomic design,  
Ergonomic hand tools,  
Reinforcing steel wire  
binding,  
Occupational Health and  
Safety*

### Abstract

Reinforcing steel is used to connect by a hand tool that called pincher. There are different types of hand tools, wire binding. They are located in many different size reinforcing bars and the direction. Hence, Workers are forced wrist, neck and waist joints. This situation leads to certain health problems. This study was conducted in for the ergonomic design of the mechanical hand tool for the wire bonding process to perform an easier way.

### 1. Giriş

Betonarme yapılarda donatı demirlerinin birbirlerine sabitlenmesi yapının mukavemetli ve uzun ömürlü olmasında büyük rol oynar. Olası bir deprem gibi doğal afetin donatıya vereceği hasar veya demir bağlantılarının ayrılması durumu bütün yapıyı etkileyebilir. Yapının donatı bağlantısı güvenilir olduğunda yapıya gelebilecek yıkıcı bir kuvvete karşısında tüm donatı, gelen kuvveti birlikte taşımaya çalışacağından yapı daha mukavemetli olacaktır. Özellikle beton harcının dökülmesi sırasında demir donatının hasır yapısının zarar görmemesi açısından donatı bağlantıları büyük önem arz etmektedir.

Günümüzde donatı bağlamada kullanılan yöntem, basit tel bağlama yöntemidir. Bu yöntemin kalitesi, işçilerin beceri ve sorumluluğuna bırakılıyor olmasından dolayı bağlantının tam güvenilir olduğu söylenemez. Bedenen çalışmayı gerektiren bir yöntem olası nedeniyle el, bilek, boyun ve bel gibi eklemlerin sürekli ve zorlanarak çalışması bazı sağlık sorunlarına neden olmaktadır.

### 1.1. Sık Görülen Meslek Hastalıkları ve Önlenmesi

İnşaat sektöründe çalışan işçilerde, yapılan işin özelliğine bağlı olarak görülen meslek hastalıkları değişiklik göstermektedir. Demir donatı teli bağlayan işçilerin karşılaşabileceği yaygın meslek hastalıkları ve alınabilecek önlemler ilerleyen bölümlerde açıklanmıştır.

#### 1.1.1. Yumuşak Doku Hastalıkları (Tendinit ve Bursit)

Tendinit ve Bursit, kaslar ve kemikler çevresindeki yumuşak doku iltihabı (mikropsuz) veya dejenerasyonudur. Uzun süreli yazma, saatler süren tavan boyama, doğrama ve kesme gibi uğraşların sonunda, sıkı kenetleme (makas, pense gibi) el aletleri kullanırken tendinit veya bursite neden olabilmektedir (Alaca, 2014; Türkçapar, 2012).

#### 1.1.2. Karpal Tünel Sendromu

\* İlgili yazar: [omerkarabiyik@sdu.edu.tr](mailto:omerkarabiyik@sdu.edu.tr)

Karpal tünel sendromu (KTS), el bileğinin bir hastalığıdır. Bilekteki karpal tünelden geçen median sinirin sıkışması sonucu ortaya çıkar. En sık görülen tuzak nöropatisidir. Özellikle uzun süreler tek tip el işi yapanlarda görülen bir rahatsızlıktır. Bileğin tekrarlanan bükülme, gerilme, dönme, sağa veya sola eğilme, hareketleri, avuç içiyle bastırma, sıkma hareketleri hastalığa neden olur. Bu hareketler taşlama, zımparalama, cilalama, montaj, paketleme, temizlik işleri, çekiç, kerpeten gibi el aletlerini kullanma sırasında sıkça yapılır. Eldeki tendon'ların kalınlaşmasına ve buna bağlı sinir üzerinde bası oluşmasına sebep olmaktadır (Serarslan vd., 2008; Özçakar, 2007).

### 1.1.3. Bel Ağrıları

Çalışanlarda, özellikle fiziksel güce dayalı çalışanlarda, sık görülür. İşyerinden ve çalışma koşullarından kaynaklanan pek çok nedeni vardır (URL-1, 2015).

Bu risk faktörlerinin en önemlileri şunlardır;

- Elle taşıma; günlük çalışma süresinin %10'undan daha uzun süre ve 15 kg'dan ağır taşıma
- Gövdeyi eğme bükme
- Tüm vücut vibrasyon etkilenimi
- Aşırı fiziksel yük
- Sabit çalışma pozisyonu
- Tekrarlanan hareketler

### 1.1.3. Alınabilecek Önlemler

Çalışma ortamının doğru kurgulanması, uygun pozisyonda çalışma, uygun el aletleri kullanma bunların başında gelir. Ergonomik önlem tablolarından yararlanılabilir. Eğitim ve fizyolojik düzeltme egzersizleri önemlidir. Kullanılan alet ve makinelerin bakım ve onarımları düzenli yapılmalı, vibrasyon üretimleri ölçülmelidir. İşte tekrarlanan hareketler, sıklığı, duruş, ağır kaldırma koşulları izlenmelidir. Dakikada 10 kez malzeme tutma veya dakikada 20 kez tekrarlanan el hareketi yoğun tekrarlanan hareket; 1 kg'dan ağır malzemenin elle tutulması ağır güç kullanımı olarak nitelenebilir (URL-1, 2015).

Diğer önlemler şöyle özetlenebilir;

- Tekrarlayan baskılardan kaçınmak, uygulanan kuvveti azaltmak ve kavrayışı gevşetmek,
- Ergonomik açıdan doğru ekipman kullanmak (iş tezgahları, araç ve gereçlerin sapları ile işler çalışanın çalışırken bileğini doğal bir pozisyonda tutmasını sağlayacak bir biçimde yeniden tasarlanabilir),
- El bilek ateli, bileğin "nötr" pozisyonda tutulmasına yardımcı olabilir,
- Uygun şekilde molalar vermek,
- İşleri çalışanlar arasında dönüşümlü olarak yaptırmak,
- Elleri sıcak tutmak - rutin olarak yapılan basit egzersizlerle bilek eklemlerini ısıtmak veya parmaksız

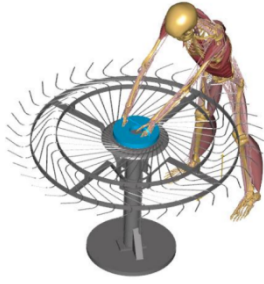
eldivenler yardımıyla elleri sıcak ve esnek tutmak (URL-1, 2015).

## 2. Bilimsel Yazın Taraması

Erbuğ vd. (1994). Endüstri ürünleri tasarımı eğitiminde ergonominin önemini vurgulamaya yönelik yapılan çalışmada, tasarım sürecinde kullanıcı-deneme teknikleri bir öğrenci projesiyle örneklenmiştir. Örnek projede bir elektrikli süpürge'nin tasarım süreci ele alınmıştır. Bu süreçte tüketici beklentilerini karşılayabilecek, kullanıcıyla dost bir ürünün tasarlanmasının öncelikle ergonomometrik verilerin yeterli olmasına bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenlerden dolayı, endüstri ürünleri tasarımı öğrencilerinin daha sağlıklı bir işbirliği ortamı yaratabilmeleri ve yanlış kararlar alma riskinin azaltılabilmelerinin, daha lisans eğitiminde alacakları ergonomi ve kullanıcı deneyleri derslerine bağlı olacağı vurgulanmıştır.

Çalışkan ve Fındık (2012) çalışmalarında; malzeme, ergonomi ve biyomekanik konularını ele alarak, öncelikle malzeme kavramı, malzeme seçim şartları irdelemesi ve seçimdeki püf noktalarını incelemişlerdir. İkinci olarak, ergonomi konusunu ele almışlardır. Tanımı ve ergonominin sosyal değeri tartışılmıştır. İşyeri ve günlük yaşamdaki çoğu durumun insan sağlığına zararlı olduğu, birçok kas-iskelet sistemi hastalıklarının (bel, boyun, bilek ağrıları gibi) nedeni olduğu, bu durumların; kısmen ekipman, teknik sistemler ve işyerinin kötü tasarımlarından kaynaklandığı belirtilmiştir. Ergonominin, çalışma şartlarını iyileştirerek bu sorunların azaltılmasına yardımcı olabileceği vurgulanmıştır. Bu nedenle, çeşitli ülkelerde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili kanunlar düzenlendiği ve temelinde ergonomik verilerin yattığından bahsedilmiştir. Ardından antropometri ve ölçüm metodlarını irdelemişler. Son olarak da, biyomekanikğin tanımını yaparak, insanlarda mekanik işi etkileyen çeşitli faktörler üzerinde durmuşlardır.

Gönen vd. (2015) çalışmalarında bir tarım aleti olan ot toplama tırnığının montaj süreci incelenmiş ve ergonomik açıdan uygun olmayan çalışma pozisyonları belirlenmiştir. Uygun olmayan çalışma pozisyonlarında çalışmak zorunda kalan işgören üzerindeki zorlanmaları niceliksel olarak tespit etmek için kas-iskelet sistemi analizleri AnyBody Yazılımı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. AnyBody yazılımı ile kas-iskelet sistemi analizi (Gönen vd. 2015)

Yapılan analiz sonuçlarına göre kaslardaki ve bedendeki zorlanmaların ve gerilmelerin fazla olduğu görülmüştür. Ergonomik olmayan bu durumları giderebilmek için öneriler sunulmuş ve işgören üzerinde oluşan zorlanmaların ve gerilmelerin azaldığını görebilmek amacıyla mevcut durum ile önerilen durum karşılaştırılmıştır.

Kaljın ve Dolşak (2012) çalışmalarında, akıllı karar destek sistemi kullanarak ergonomik değeri yüksek ürünlerin geliştirilmesine amaçlamışlardır. Bu akıllı sistemin özellikle tecrübesi az olan tasarımcıların özellikli el aletlerinin tasarımında karşılaşılabilecekleri ergonomik tasarım sorunlarında yüksek seviyede destek olması hedeflemişlerdir. Çünkü mevcut destek yazılımlarını bu tür yüksek seviyeli çözümlerde yardımcı olamamaktadır. Buna örnek bir çalışma olarak bir pnömatik çekiç kolunun tasarımı ele alınmıştır. Bu akıllı sisteme göre tasarlanan kolun hızlı prototipi üretilmiş ve tasarımın ergonomi açısından gelişmiş özellikler gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 2).



Önce



Sonra

Şekil 2. Kolun tasarım öncesi ve sonrası (Kaljın ve Dolşak, 2012)

### 3. El Aletlerinde Ergonomi

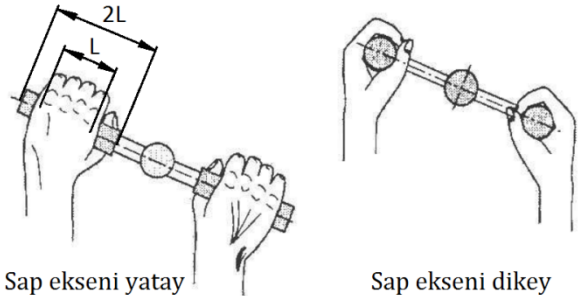
El aletleri; elektrikli, hidrolik, pnömatik ve mekanik el aletleri olmak üzere dört sınıfa ayrılabilir. Bu dört farklı güç ile çalışan aletlerin hepsinde görülebilecek ortak risk gerekli ergonomik koşullarda çalışılmadığında ortaya çıkacak olan kas ve eklem ağrılarıdır (URL-2, 2015). Bu tip olumsuzlukların önüne geçilebilmesi için zaman içerisinde el aletlerinin tasarımında dikkat edilmesi gereken ergonomi kuralları belirlenmiştir. Bu çalışmada mekanik el aletlerinin ergonomisi üzerinde durulacaktır.

#### 3.1 Ergonomik El Aleti Tasarımlarında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

El aletini kullanacak kişilerin fiziksel özellikleri; el aletinin geometrik boyutlarını, ağırlığını, tutacak yerlerinin konumları gibi birçok etkeni bir arada düşünmeyi gerektirir. Bu tür zihinsel faaliyetler neticesi olarak ortaya çıkarılacak üründe ergonomik bir tasarımdan söz edilebilir.

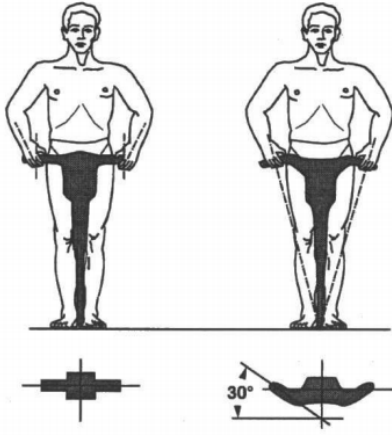
##### 3.1.1 Tutma Yerinin Ergonomik Tasarımı İçin Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Sapın el tarafından temas edilmeyen kısmı ile temas edilen kısmı yaklaşık aynı büyüklükte olmalıdır.



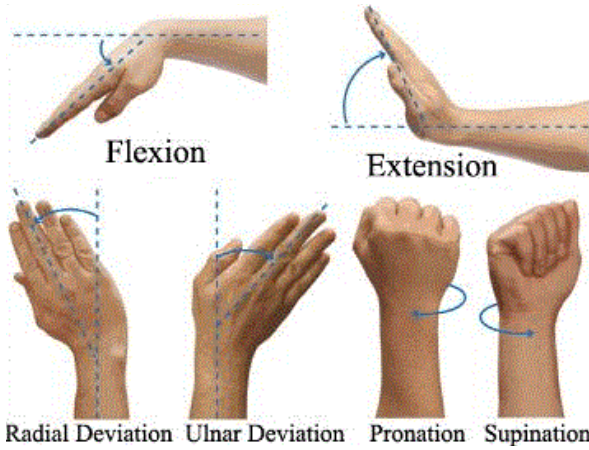
Şekil 3. Tutucu saplarının eksen doğrultusu (URL-3, 2015)

- Uygulanacak kuvvet ne kadar çoksa, elin sapı kavrama alanı da o kadar büyük olmalıdır.
- Sapın ele uyumu, hareket serbestliğini etkilememelidir.
- Eğer mümkünse el aleti çift tutacaklı olarak tasarlanmalıdır. Bunlar aleti tutmayı ve yönlendirmeyi kolaylaştırır.



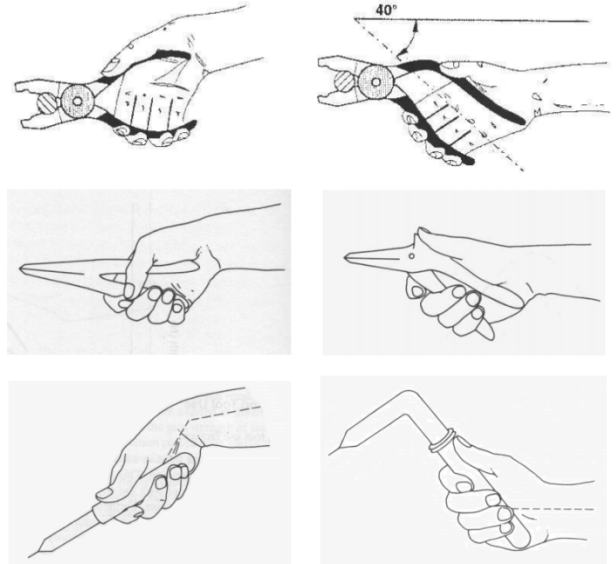
Şekil 4. Tutucuların el pozisyonuna göre ayarlanması (URL-3, 2015)

- Hareket serbestliği ile kuvvet iletim olasılığı arasında optimum nokta bulunmalıdır.
- Sap malzemesi hafif olmalıdır, aksi takdirde çabuk yorulur.
- Titreşimli aletler için; mantar, kauçuk, plastik kaplı tutacak tercih edilmelidir. Bu malzemeler ele iletilen titreşim miktarını sönümler.
- Daha kolay kavranmaları açısından, tutma yerleri köşeli olmayan ve pürüzsüz tasarlanmalıdır (URL-3, 2015).



Şekil 5. El-bilek hareketleri (URL-4, 2015)

- El aletleri kullanılırken bilekler bükülmemelidir. Operatör aleti kavrarırken, tutarken ve kullanırken bilek doğal duruşunda bükülmeden dosdoğru olmalıdır.



Şekil 6. El aletinin doğru tutuşa göre tasarlanması (URL-3, 2015)

- Sap malzemesi korozyona dayanıklı olmalıdır.
- Sap malzemesinin ısı iletim katsayısının düşük olması çoğu zaman yararlıdır.
- El aletlerinden, ele binen kuvveti azaltmak için, ağırlık merkezi tutma yerinde veya ona yakın olmalıdır.
- Aleti vücuda yakın tutacak şekilde sap tasarlanmalıdır. Alet vücuttan ne kadar uzak olursa kaldırılan ağırlık o kadar ağırlaşır (URL-3, 2015).

### 3.1.2 El Aletinin Ergonomik Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Diğer Hususlar

- Alet, işin yapılması için gereken minimum sınırlarda çalıştırılabilir. Bu, maruz kalınacak aşırı zorlanma ve titreşimi azaltacaktır.
- Aletin yarattığı titreşimin vücuda iletimini azaltmak için sönümleyiciler monte edilebilir.
- El aleti boyutlandırılırken yapılacak işin yanı sıra işin hangi ortamda ve ne kadar güç gerektireceği de göz önünde bulundurulmalıdır.
- Kullanıcı ihtiyaç ve talepleri göz ardı edilmemelidir (URL-2, 2015).

### 4. Donatı Demiri Tel Bağlama El Aletli

Donatı: Beton ile birlikte çalışmak üzere, yapı elemanları sıyrılmayacak şekilde, betonun içine yerleştirilmiş çelik çubuklardır. Bu çubuklar donatı teli adı verilen genellikle 1 mm kalınlığında tellerle bağlanır. Bu tellerin bağlanması çoğunlukla kerpeten adı verilen el aletleriyle yapılır (Şekil 7).



**Şekil 8.** Donatı demirlerinin kerpeten ve tel yardımıyla bağlanması (URL-5, 2015)

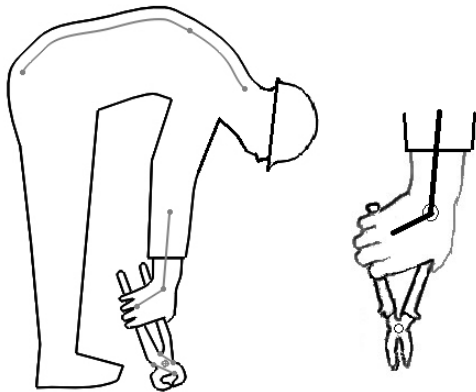
Son zamanlarda donatı demiri tel bağlama işlemi için daha gelişmiş el aletleri/makineleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, işçilerin kerpeten kullanmadan daha ergonomik çalışma imkânı sunan mekanik bir tel bağlama aletinin tasarımı gerçekleştirilmiştir.

#### 4.1. Donatı Demiri Tel Bağlama El Aletinin ergonomik tasarımı

Ergonomi; iş ve çalışma alanı, alet/donanım ve ekipman dizayn eder. Ergonomideki felsefe insanın işe uydurulmasından daha çok, işi insana uydurmaktır (URL-3, 2015).

Donatı bağlama işlemlerinde klasik el aletleri kullanan işçiler oldukça zorlanmakta ve ilerleyen aşamalarda meslek hastalığı adı verilen; el, bilek, bel ve omurga rahatsızlıklarına maruz kalmaktadırlar. Uzunların sürekli tekrarlı işlemleri uzunların hareket sınırlarını zorlayıcı şekilde yapmaları bunun en büyük nedenidir.

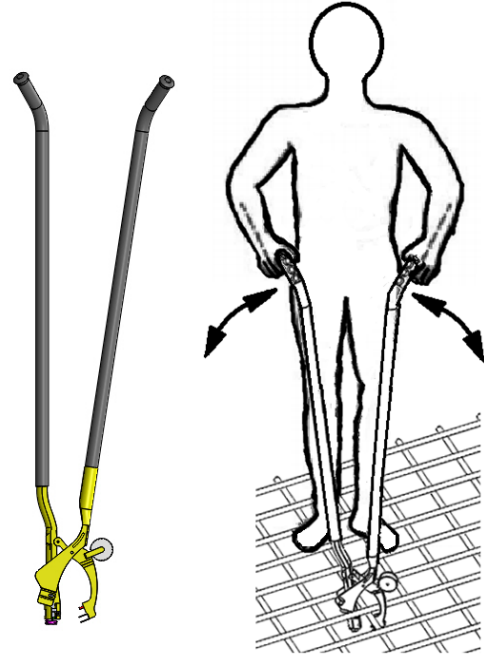
Bu tür olumsuzlukları azaltacak bir bağlama el aletinin tasarımı için, öncelikle kullanıcının klasik yöntemlerle bağlamada maruz kaldığı olumsuz hareket pozisyonları incelenmiştir (Şekil 8).



#### Şekil 9. Donatı bağlamada vücut duruş şekli

İncelemelerden elde edilen bulgulara göre, Bilek; proution ve supination hareketlerini çok sık ve tekrarlı olarak yapmaktadır. Ayrıca yerde duran donatılar için sürekli belin eğilmesi söz konusudur.

El aletini kullanırken işçinin eğilmeden çalışması için yeni tasarlanacak alete uzun kollar konulmuştur. Bilekleri zorlamaması için kolların ucuna da uygun açıda duran tutma sapları yerleştirilmiştir (Şekil 9).



**Şekil 10.** Tasarlanan donatı demiri tel bağlama el aleti

#### 5. Sonuç ve Tartışma

Yapılan çalışmada ergonomik tasarım gereklerine uygun olarak farklı çalışma prensibine dayalı bir donatı demiri tel bağlama el aleti tasarlanmıştır. El aleti tamamen mekanik olarak çalışmakta ve kullanıcının kol gücünden faydalanmaktadır. Bu sayede daha güçsüz el ve bilek kas ve sistemi aşırı zorlanmamaktadır. El aletinin kol uzunluğu kullanıcının eğilmeden çalışmasına müsaade etmektedir. Kolların ucuna yerleştirilen tutamaklar, bileğin olabildiğince düz durmasını sağlayacak pozisyonda tutmaktadır. Bu sayede inşaat sektöründe demir işçilerinin maruz kaldığı önemli bir sağlık sorunun önüne geçilebilecektir.

Ergonomik olarak tasarlanan yeni el aletinin işçi sağlığını korumada yapabileceği olumlu katkıları tam olarak tespit etmek, ancak üretilecek bir prototip el aletinin işçilerin deneyimlerine sunulmasıyla ortaya konması mümkün olacaktır.

#### 6. Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

## 7. Kaynaklar

Alaca, R., 2014. Yumuşak Doku Non-İnflamatuvar Bozuklukları Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD, GATA, Ankara Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics, 7(1):7-14

Türkçapar, N., 2012. <http://romatizmahastaliklari.com/tr/tendinit-ve-bursitler>. 28 Ağustos 2015.

Yıldız, B., T., 2014. Karpal Tünel Sendromu Carpal Tunnel Syndrome, Ankara üniversitesi tip fakültesi mecmuasi, 67(1), doi: 10.1501/tipfak\_000000857 dahili tip bilimleri/ medical sciences davetli derleme/ invited review

Serarslan, Y., Melek, İ., M., Duman, T., 2008. Karpal tünel sendromu carpal tunnel syndrome, pamukkale tip dergisi pamukkale medical journal Mustafa kemal üniversitesi tayfur ata sökmek tip fakültesi, beyin ve sinir cerrahisi ad. antakya / hatay

Özçakar, L., 2007. Karpal Tünel Sendromu, Hacettepe Tıp Dergisi, Derleme, 38:141-146, Ankara.

URL-1, TC. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İSGİP (Türkiye'de İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Koşullarının İyileştirilmesi Projesi - TR0702.20-01/001), [http://www.csgb.gov.tr/csgbportal/showproperty/wlp%20repository/isgm/dosyalar/isgip\\_insaat\\_2](http://www.csgb.gov.tr/csgbportal/showproperty/wlp%20repository/isgm/dosyalar/isgip_insaat_2). 28 Ağustos 2015.

Erbuğ, Ç., Yolal G., Yurtseven, A., 1994. Tasarım eğitiminde ergonomi: elektrik süpürgesi örneği, odtü mfd, (13; 1-2) 67-75. Ankara.

Çalışkan, M., Fındık, F., 2012. Malzeme, Ergonomi ve Biyomekanik İlişkisi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16, 3, 273-282.

Gönen, D., Oral, A., Özcan, C., 2015. Bir Tarım Aleti -Ot Toplama Tırmağı- Montaj Ünitesinin Bilgisayar Destekli Ergonomik Analizi. Conference Paper- September, DOI: 10.13140/2.1.3411.7128, Balıkesir.

Kaljun, J., Dolšak, B., 2006. Improving Products' Ergonomic Value Using Intelligent Decision Support System, ICAI'06 Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on Automation & Information, 38-43., Wisconsin.

URL-2, <http://www.isguvenligi.net/iskollari-ve-is-guvenligi/el-aletlerinin-kullaniminda-is-sagligi-guvenligi/>. 28 Ağustos 2015

URL-3, <http://cavdar.home.uludag.edu.tr/MAK4091Ergonomi/11-ErgonisAraclari.pdf>. 28 Ağustos 2015

URL-4, <http://getmgs.com/the-mgs-swing-wrist-movement/>. 28 Ağustos 2015.

URL-5, <http://www.tradeupsask.ca/ironworkers>. 29 Ağustos 2015.

URL-6, <http://sozluk.insaatbolumu.com/terimler/donati-nedir/>. 29 Ağustos 2015.