

Fındık Harmanlama İşleminde Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Yönelik Ergonomik Risk Değerlendirmesi

Ergonomic Risk Assessment for Musculoskeletal Disorders in Hazelnut Threshing Process

Tanju Kara ^{1,*}  Selçuk Arslan ² 

¹Kocaeli İlçe Tarım Müdürlüğü, Sakarya, Türkiye.

²Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye.

* Corresponding author (Sorumlu Yazar): T. Kara, e-mail (e-posta): tanjukara99@gmail.com

Makale Bilgisi

Alınış tarihi : 04.04.2025
Düzeltilme tarihi : 24.04.2025
Kabul tarihi : 25.04.2025

Anahtar Kelimeler:

Fındık Harmanlama
REBA
Ergonomik Risk Analizi
Kas ve İskelet Sistemi Rahatsızlıkları

Atf için:

Kara, T., Arslan, S. (2025). "Fındık Harmanlama İşleminde Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Yönelik Ergonomik Risk Değerlendirmesi", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 21(1): 65-84.

ÖZET

Tarım sektöründe teknolojinin gelişmiş olması ve makineli tarımın yaygın olarak kullanılmasına rağmen, insana dayalı kas gücü hala yoğun olarak kullanılmaktadır. İnsana dayalı kas gücünün hala yoğun olarak kullanılması, tarımsal üretimde iş verimi kaybına, üretim miktarında azalmaya ve üretim sürecinde aksamalara sebep olmaktadır. Yapılan işin türü, yükü ve süresi, belli kas gruplarının bu yüke maruziyeti sonucunda özellikle kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına (KİSR) neden olmaktadır. Fındık hasat ve harmanlama sırasında da çalışanların ergonomik olmayan duruş pozisyonları, kaldırdıkları yüklerin miktarı ve tekrarı, çalışanlarda kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarının görülmesine sebep olabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, fındık harmanlama işleminde çalışanların kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yönelik ergonomik risklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesidir. Çalışmada, ergonomik risklerin değerlendirilmesi kapsamında risk analiz yöntemlerinden biri olan Çabuk Tüm Vücut Değerlendirme Yöntemi (Rapid Entire Body Assessment, REBA) kullanılmıştır. Yapılan analizlere göre; fındık emiş hortumuna fındık verme işçiliği için REBA skoru 5, elek hattı kontrolörlük için 4, harmanlanacak fındığın havalandırma/emiş hattına kaldırma için 5, harmanlanan fındığın çuvallanması için 9, harmanlanacak fındığın üfleme makinesiyle toplanması için 4 bulunmuştur. Fındık paketleme ve hasattan ayrı yapılan emiş hortumu kontrol işçiliği yüksek risk seviyesinde bulunmuş ve acil önlemler alınması gerektiği belirlenmiştir.

Article Info

Received date : 04.04.2025
Revised date : 24.04.2025
Accepted date : 25.04.2025

Keywords:

Hazelnut Threshing
REBA
Ergonomic Risk Analysis
Musculoskeletal Disorders

How to Cite:

Kara, T., Arslan, S. (2025). "Fındık Harmanlama İşleminde Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Yönelik Ergonomik Risk Değerlendirmesi", *Journal of Agricultural Machinery Science*, 21(1): 65-84.

ABSTRACT

Despite technological advancements and the widespread use of mechanized agriculture in the agricultural sector, human muscle power is still heavily utilized. The intensive use of human-based muscle power causes loss of efficiency in agricultural production, decrease in production quantities and disruptions in the production process. The type, load, and duration of work lead to musculoskeletal disorders (MSDs) due to the prolonged exposure of specific muscle groups to these loads. Such disorders are among the most common health problems encountered by agricultural workers. During hazelnut harvesting and threshing, workers' non-ergonomic postures, the amount of loads they lift and their repetition may cause musculoskeletal disorders. The aim of this study is to determine and evaluate the ergonomic risk for musculoskeletal disorders of workers in the hazelnut threshing process. In the study, Rapid Entire Body Assessment (REBA), one of the risk analysis methods, was used within the scope of evaluating ergonomic risks. According to the analysis, the REBA scores for various tasks were as follows: 5 for feeding hazelnuts into the suction hose, 4 for screening line monitoring, 5 for lifting and aerating hazelnuts into the suction line, 9 for bagging threshed hazelnuts, and 4 for collecting hazelnuts using a blower machine. Hazelnut packaging and suction hose control work performed separately from harvesting were found to be at a high-risk level, requiring urgent preventive measures.

1. GİRİŞ

Fındık, sert kabuklu meyveler arasında dünya genelinde hem üretim hem de tüketim açısından önemli bir konuma sahiptir. Dünya sıralamasında ikinci sırada yer alan fındık, özellikle gıda sanayinde, şekerleme ve çikolata üretiminde temel hammadde olarak kullanılmaktadır. Fındık, 36-41 kuzey enlemleri arasındaki uygun iklim koşullarında yetişmektedir ve Türkiye, İspanya, İtalya ve Amerika Birleşik Devletleri en büyük üreticiler arasındadır. Türkiye, dünya fındık üretiminin %65-70'ini, fındık ihracatının ise %70-75'ini karşılayarak küresel pazarda lider konumdadır. Başlıca ihracat destinasyonları arasında Avrupa ülkeleri yer almaktadır; bu ülkelerde, çikolata ve şekerleme sanayi yoğun bir şekilde fındık talep etmektedir (Aktaş vd., 2009).

Türkiye'de fındık üretimi başlangıçta sadece Doğu Karadeniz Bölgesi ile sınırlıyken, zamanla Batı Karadeniz Bölgesi'ne de yayılmıştır. Devletin sağladığı destekler ve alım garantileri, üretimin yaygınlaşmasında önemli bir rol oynamıştır (Alkan ve Kılıç, 2007). Fındık tarımı, birçok üretici için temel geçim kaynağı olmanın yanı sıra, üretimden pazarlamaya kadar olan süreçte geniş bir istihdam alanı yaratmaktadır (Eryılmaz ve Kılıç 2019). Tarım sektörünün mevsimlik iş gücüne dayanması nedeniyle özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden Karadeniz'e yönelik iş gücü göçü yaşanmaktadır. Türkiye'de yaklaşık 300 bin mevsimlik tarım işçisi bulunmaktadır ve bu işçiler, göç ettikleri illerde genellikle çadırlarda olumsuz yaşam koşulları altında çalışmaktadır (Bulut, 2013).

Üretim faaliyetleri iş gücünü zorunlu kılarak çalışanların iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli risklerle karşı karşıya kaldıkları görülmektedir. Tarım sektörü; kimyasal, fiziksel, biyolojik ve ergonomik riskleri barındıran ve bu yönüyle en tehlikeli iş kollarından biri olarak değerlendirilmektedir (Kanvermez ve Sümer 2021). Tarımsal faaliyetlerde kullanılan makineler, uygun olmayan çalışma pozisyonları ve ağır yük taşıma gibi etkenler kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olmaktadır. Uzun süreli çalışma saatleri, insan anatomisine uygun olmayan pozisyonlarda çalışma, ağır yüklerin yanlış kaldırılması ve sürekli titreşime maruz kalma gibi faktörler, çalışan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları (KİSR), tarım sektöründe çalışan işçileri yaygın olarak etkileyen sağlık sorunları arasında yer almakta olup, çalışanların iş verimini, yaşam kalitesini ve fiziksel fonksiyonlarını olumsuz etkilemektedir (Esen ve Fiğlalı, 2013). Bu nedenle, tarım sektöründe çalışanların ergonomik koşullarının iyileştirilmesi, meslek hastalıklarının ve iş kazalarının önlenmesi açısından kritik bir öneme sahiptir (Çamurcu ve Seyhan, 2015).

Çalışma duruşunun ölçülmesinde, gözleme dayalı yöntemlerden biri olan REBA, bütün vücudunun değerlendirilmesinde tarımsal faaliyetler için de kullanılmaktadır. Akalp ve ark (2021), zeytin tarımında çalışan işçilerin çalışma duruşlarının REBA analizi kullanarak risk değerlendirmesi yapmış, ağaç dalları üzerinde yapılan kesme ve toplama işini, çalışanı en çok zorlayan işler olarak belirlemiştir. Zeytin hasadı ve sonrasında yapılan taşıma işinin de çalışanların bedensel yükünü arttırdığını bildirmiştir. Geniş ve Sümer (2021), tohumluk mısır üretiminde çalışan işçilerin çalışma tekniklerini incelemiş ve ergonomik risk analizinde REBA yöntemini kullanarak yapmıştır. Mısır püskülü çekim işçiliğinin yüksek risk seviyesinde olduğunu ve önlem alınması gerektiğini, mısır kırım işçiliği ve ayıklama işçiliklerinin ise orta düzey risk grubunda olduğundan önlem alınmasına gerek olmadığı belirlemiştir.

Makine yardımıyla elma hasadında yapılan bir çalışmada, hasat işçilerinin duruşları REBA yöntemi ile analiz edilmiş ve skoru 3 bulunmuş, çalışma esnasında önlem alınması gerekebileceği tespit edilmiştir (Dilay ve Özkan, 2023a). Fındığın mekanik hasadında çalışanların duruşlarını inceleyerek ergonomik risk analizini REBA ve OWAS yöntemini kullanan Sauk ve ark. (2022), Samsun'un Terme ilçesinde

pnömatiketikili fındık toplama makinası ile çalışmada tüm çalışma istasyonlarının en yüksek risk seviyesinde olduğunu göstermiştir. Alıç meyvesinin hasadında ise çalışanların ergonomik risk analizi OWAS yöntemi kullanarak analiz edilmiş, zorlanmanın fazla olmadığı tespit edilmiş olup ergonomik düzenleme yapılması gerektiği, ancak acil eylem gerekmediği tespit edilmiştir (Dilay ve Özkan, 2023b).

Sırtta taşınarak kullanılan bazı makinaların ergonomik değerlendirmesi REBA ve RULA yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Sırtta taşınan pülverizatörlerin kullanımı esnasında, çalışan üzerinde oluşan ergonomik riski gösteren REBA ve RULA skorları, sırasıyla en üst değer olan 7 ve 11 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre işçi ergonomik açıdan çok riskli pozisyonlarda çalıştığından, çalışma duruşunu acilen değiştirmesi gerektiği tespit edilmiştir (Aygün ve ark. 2021).

Tarım makinaları üreten bir işletmede iş akışı, ergonomi ve iş güvenliği açısından değerlendirilmiştir. Üst beden zorlanmalarının değerlendirilebilmesi için RULA, ayak duruşlarının etkisinin değerlendirilebilmesi için REBA, zorlanmaların çalışma süresi içerisindeki dağılımını belirlemek için OWAS yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmada kesme ve kumlama işçiliklerinde REBA ve RULA puanlama sistemine göre en yüksek risk seviyesinde oldukları belirlenmiş, yapılan işçiliğin ergonomik kurallara tamamen aykırı olduğu tespit edilmiştir (Öz ve Çakmak, 2016).

Ülkemizde tarımsal faaliyetler kapsamında kas iskelet sistemi odaklı yürütülen çalışmalar incelendiğinde, çalışanların kas-iskelet rahatsızlıkları bağlamında ergonomik riskler altında olduklarını ve çalışanların sağlığının korunması için önlemler alınması gerektiği görülmektedir. Fındık üretimi geniş bir coğrafyada ve farklı topoğrafyalarda, tam mekanize olarak yürütülememekte ve insan gücüne bağlı olarak yapılmaktadır. Ancak toplanan fındıkların zurufundan ayrılma sürecini içeren makinalı harmanlama işleminde çalışanların kas ve iskelet rahatsızlıkları açısından hangi riskler ve düzeylerine maruz kaldıklarına ilişkin herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Bu araştırmada, fındık üretiminin harmanlama sürecinde işçi sağlığı ve güvenliğinin artırılması amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında, fındık harmanlama sürecinde yer alan işçilerin çalışma duruşları REBA yöntemi kullanılarak analiz edilmiş, risk seviyeleri belirlenmiş ve bu risklerin minimize edilmesine yönelik öneriler geliştirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

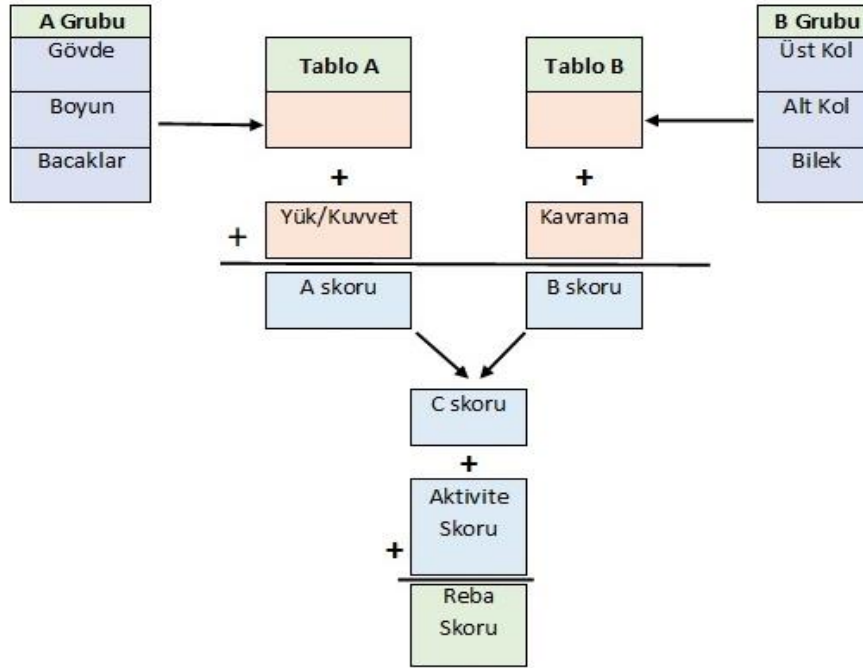
2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini, fındık harmanlama işleminde çalışan tarım işçileri oluşturmaktadır. Yapılan ön incelemelerde, üreticiler tarafından farklı yapı ve boyutlarda fındık harmanlama makinelerinin kullanılmakta olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, Sakarya bölgesinde yerel bir firma tarafından üretilen bir fındık harmanlama makinesi tercih edilmiştir. Harman makinesi; aspiratör, değirmen, vantilatör, boşaltıcı olmak üzere dört ana bölümden oluşmaktadır. Traktör kuyruk milinden 500-540 devir/dakika ile hareket alan makine, harmanlanacak olan fındık materyalini ilk olarak vakum hortumunun bağlı olduğu aspiratörle makine içerisine almaktadır. Aspiratörün devri 3000-3500 devir/dakikadır. Makineye gelen fındık, 135-140 devir/dakika ile dönen lastik değirmende zurufundan ayrılmaktadır. Zurufundan ayrılan fındığın, artıklardan temizlenmesi ve içi boş fındıklardan ayrılması için 1100-1200 devir/dakika ile dönen vantilatörün önünden akar. Bu kısımda zuruflar ve yaprak artıkları makineden üfletilerek uzaklaştırılır. Aynı zamanda içi boş olan fındıklar, ayrı bir kanala iletilir ve ayrı olarak çuvallanmaktadır. Temiz fındıklar ise 3500-4000 devir/dakika ile dönen tane iletim fanı yardımıyla boşaltma kanalından çuvallanmak üzere akmaktadır. Aynı zamanda tane iletim fanına bir hortum bağlanarak temizlenmiş olan fındıklar çuvallanmadan direkt olarak harmana ya da römorka

yüklenebilmektedir. Fındık harmanlama işinde incelenen makinelerden bir tanesi hasat ve harmanın birlikte yapıldığı iş türünde kullanılmıştır. Diğer ise harman işleminin hasattan ayrı olarak yapıldığı iş türünde kullanılmıştır. Fındık harmanlama işi esnasında beş farklı işçilik türü temel alınarak çalışanların duruş pozisyonları video ve görsel kayıtlar ile incelenmiştir.

2.2. Yöntem

Fındık harmanlama işleminde belirlenen 5 çalışma duruşu için, kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yönelik risklerin analizinde REBA yöntemi kullanılmıştır. REBA yöntemi yaklaşımıyla vücut kısımları A ve B olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. A grubunda gövde, boyun ve bacak; B grubunda, üst kol, alt kol ve el bileği pozisyonları analiz edilerek puanlama yapılmıştır. Elde edilen A tablosu skoruna yük/kuvvet skoru, B tablosu skoruna yük kavrama skoru eklenerek A skoru ve B skoru tespit edilmiştir. A ve B skorları eşleştirilerek C tablosu skoru hesaplanmıştır. C tablosu skoruna faaliyet ve aktivite skoru eklenerek REBA skoru elde edilmiştir (Şekil 1). REBA skoru, risk eylem düzeyleri incelenerek alınması gereken önlemin ciddiyeti belirlenmiştir.



Şekil 1. REBA yöntemi grup planlaması

Hasat olgunluğuna erişmiş olan fındık, harmanlama makinesine, emiş hortumu ağzından verilmektedir. Yapılan çalışmada iki farklı harmanlama tipi incelenmiştir. Birinci çalışmada hasat ve harmanın birlikte yapıldığı ve harmanlanacak fındığın direkt olarak fındık ocakları arasından, harman makinesine gönderilmesiyle yapılmaktadır. Bu işlemin yapılabilmesi için, hasat olgunluğuna erişen fındıklar kendiliğinden bahçe zeminine düşmekte, düşmeyenler ise silkeleme yöntemiyle düşürülmektedir. Bahçe zeminine düşen fındıklar ise, makineye daha kolay ve kısa sürede gönderilebilmesi için, ocaklar arasına sırt tipi üfleme makinesi marifetiyle namlu şeklinde toplanmaktadır (Şekil 2). Üfleme makinesi 4,5 HP gücünde, 61,3 cm³ silindir hacmine sahip, 20 m³/dakika hava üfleme kapasitesinde, 9,4 kg kuru ağırlık, 11,7 kg ıslak ağırlığa sahip sırtta taşınır tiptedir.

Emiş hattındaki işçi, emiş hortumunu bu namlu üzerinde gezdirerek harmanlanacak olan fındığı direkt olarak makineye göndermektedir. Emiş hortumunu kullanan işçi, boş ağırlığı 2,0 kg ve dolu ağırlığı 2,4-2,8 kg arasında değişkenlik gösteren hortumu, yere eğilir pozisyonda, bir ton temiz fındık için ortalama bir saat kadar, manevra değişimleri ve molalar haricinde aralıksız olarak tutmaktadır. Hortum ağırlığı işçinin tuttuğu kısma bir tartım cihazı bağlanarak ölçülmüştür (Şekil 3).



Şekil 2. Bahçe zeminine düşen fındıkların üfleme makinesiyle sıra arasına toplanması



Şekil 3. Emiş hortumu boş ve dolu ağırlık ölçümü

İkinci çalışmada ise harmanlanacak fındık, hasat edildikten sonra harman yerine temiz branda üzerine yığın şeklinde serilmektedir. Emiş hortumunu kontrol eden kişi, fındığın temizliğine, içerisindeki gazel durumu, odun parçalarının olup olmasına göre emilip makineye gönderilecek fındık miktarını kontrol ederek yere oturur pozisyonda çalışmakta ve ellerini kullanarak materyali hortum ağzına vermektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Harman yerinde serili olan fındığın vakum hortumuna verilmesi

Hasat harman işleminin birlikte yapıldığı çalışmaya ait vakum hortumu kontrolörlüğü işçiliğinde öncelikle hasat olgunluğuna erişen fındık, doğal olarak kendiliğinden bahçe zeminine düzensiz bir şekilde düşmekte, düşmeyenler ise işçiler vasıtasıyla fındık dalları silkelenerek bahçe zeminine tamamen indirilmektedir. Karışık olarak bahçe zeminine dökülen ve zurufundan ayrılmamış fındıklar, üfleme makinesiyle bahçenin sıra aralarına namlu şeklinde toplanmakta, makine emiş hattına vakum hortumuyla verilmektedir. Hortumun uzunluğu toplam 50 metre olup 25'şer metreden iki parça halindedir. Harmanlanacak fındığın harman makinesine uzaklığına göre eklemeli olarak kullanılmaktadır.

Fındık üfleme işleminde sırt tipi üfleme makinesiyle çalışmakta olan işçi bahçe zeminindeki fındığı, sıra aralarına namlu şeklinde toplamaktadır. Yaptığı işin süresi hasat öncesi bahçenin temizlik durumuna, dökülen fındığın zurufundan ne kadar ayrılmış olduğuna göre değişmekte ve hasat işlemi boyunca aynı işi yapmaktadır. Üfleme makinasının ağırlığı 11,7 kg ağırlığındadır. İş boyunca işçi makinayı sırtında taşımaktadır.

İşçi sıra araları geçişinde ve kendi pozisyonunu değiştirme esnasında gazı kesmekte, diğer zamanlarda tam gazda üfleyerek harmanlanacak materyali toplamaktadır. İş süresinin tamamında ayakta durmakta, gezinerek çalışmaktadır. İşçinin A grubu skor puanlaması vücut açılarından gövde, boyun, bacak açıları birlikte değerlendirilerek hesaplanmıştır.

Fındık üreticileri, hasat ve harmanın aynı anda yapılmasının mümkün olmaması durumunda, harman işlemini hasattan sonraya bırakmaktadır. Bunun sebebi, eğimli arazilerde harmanlanacak fındığın sıra aralarına toplanmasının zor olması, makine ve buna hareketi veren traktörün dengede çalışma zorunluluğu, vakum hortumunu eğimli arazide kullanmanın zorluğu gibi sebepler gösterilebilir. Bu çalışma şeklinde, elle toplanarak hasat edilen fındık, harman yerine getirilip temiz bir branda üzerine yığın şeklinde serilmektedir. Harman yerine kurulan harman makinesinin konumu, fındık cürufklarının üreticinin talep ettiği tarafa doğru üfletilecek şekilde konumlandırılmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Harmanlanacak fındık yığını ve harman makinesinin genel görünümü

Harman işleminin hasattan ayrı olarak yapıldığı bu çalışma şeklinde, eleme ünitesi işçiliği ve fındık paketleme ünitesi işçiliğine değinilmemiştir. Söz konusu iki işçilik türü, harman işleminin hasatla birlikte yapıldığı çalışma şeklinde değerlendirilmiştir. Bu çalışma şeklinde harman işlemi başladığında, vakum hortumu yığın içine daldırılarak harmanlanacak fındık bir işçi tarafından vakum hortumu ağzına verilmektedir. Çalışma kolaylığı açısından diğer bir işçi harmanlanacak materyali elindeki tırmıkla hortum ağzına yaklaştırmaktadır.

Analiz sonuçlarının değerlendirmesinde kullanılan REBA yöntemi risk eylem düzeyleri, Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. REBA yöntemi risk eylem düzeyleri

Derece	REBA Skoru	Risk Seviyesi	Önlem
0	1	İhmal edilebilir	Gerekli değil
1	2-3	Düşük	Gerekli olabilir
2	4-7	Orta	Gerekli
3	8-10	Yüksek	Kısa zaman içinde gerekli
4	11-15	Çok yüksek	Hemen gerekli

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Fındık Vakum Hortumu Kontrolörlüğü İşçiliği

Emiş hattında çalışan işçinin yaptığı faaliyet, emiş hortumuyla yerden toplama olduğu için gövde aşağı eğik, boyun hafif yukarı şeklinde çalışmaktadır. Bahçede sıra araları geçişleri haricinde işin tamamında söz konusu pozisyonda durmaktadır. Bunun için işçi; vakum hortumunu A grubu skor kategorisinde 80°’lik gövde açısı, 15°’lik boyun açısı ve 10°’lik bacak açısıyla tutmaktadır. B grubu skor kategorisinde ise 27°’lik üst kol açısı, 87°’lik alt kol açısı ve 30°’lik bilek açısı, 1 ton temiz fındık için 1 saat kadar, manevra değişimleri ve molalar haricinde aralıksız olarak tutmaktadır. Emiş hortumunun boş ve dolu ağırlığı, işçinin tuttuğu kısımdan tartım marifetiyle ölçülmüştür. Boş ağırlık 2,0 kg, dolu ağırlık ise 2,4 ile 2,8 kg aralığındadır. Hortum ağırlığı boş ve dolu halde 5 kg’dan az olduğu için Yük/Kuvvet skoru tablosuna göre, A skoruna herhangi bir puan eklemesi yapılmamıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Yük/Kuvvet değerine bağlı olarak kullanılan skor değerleri

Yük/Kuvvet	Skor
<5 kg	0
5-10 kg	1
>10 kg	2
Ani veya hızlı kuvvet artışı	+1

Emiş hattında çalışan işçinin A grubu skor hesaplamasında vücut açılarından boyun, bel, dirsek ve bilek açıları, vakum hortumunun ağırlığı gibi parametreler birlikte değerlendirilmiştir (Şekil 7). Gövde duruş pozisyonu 80°'lik bir açıyla çalışmaktadır. Bu durumda gövde duruş pozisyonu 60°'den fazla olduğundan gövde duruş skoru 4 olmaktadır (Çizelge 2). Hortumu materyal üzerinde gezdirirken duruş pozisyonunda yana dönmeler olduğundan skora +1 puan eklenerek skoru 5 olarak belirlenmiştir.



Şekil 7. Vakum hortumu işçisinin gövde, boyun ve bacak açıları

Çizelge 2. Gövde duruş skorunun hesaplanması

Hareket	Skor	Skor Değişimi
Dik	1	Yana Esneme veya Dönme Varsa +1
0°-20° Esneme	2	
0°-20° Uzanma	2	
20°-60° Esneme	3	
>20° Uzanma	3	
>60° Esneme	4	

Çalışma esnasında boyun 15°'lik bir duruşla çalışılmakta olup herhangi bir yana dönme, uzanma veya esneme söz konusu değildir. Duruş pozisyonu 0°-20° arasında olduğundan boyun duruş skoru 1 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Boyun duruş skorunun hesaplanması

Hareket	Skor	Skor Değişimi
0°-20° Esneme	1	Yana Esneme veya Dönme Varsa +1
>20° Esneme veya Uzanma	2	

İşçinin bacak pozisyonu çalışma süresince dik konumdadır. Elinde taşımış olduğu hortumun ağırlığı her iki bacağa da eşit şekilde dağılmış olup iş boyunca yürümektedir. Bu durumda bacak pozisyonu skoru 1 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Bacak duruş skorunun hesaplanması

Hareket	Skor	Skor Değişimi
İki taraflı ağırlık taşıma, yürüme ya da oturma	1	Dizlerde 30°-60° arası esneme +1
Tek taraflı ağırlık taşıma ya da sabit olmayan duruş	2	Dizlerde >60° arası esneme +2

Vakum hortumu işçisinin, A grubu skoru hesaplanmasında gövde, boyun ve bacak skorları Tablo A'da eşleştirildikten sonra, çıkan sonuca yük/kuvvet skorunun eklenmesiyle hesaplanmış ve sonuç 4 bulunmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 5. A skorunun hesaplanması

		Boyun										
		1				2				3		
		Bacaklar				Bacaklar				Bacaklar		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Gövde	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9

Emiş hattında çalışan işçinin B grubu skor hesaplamasında vücut açılarından üst kol, alt kol ve bilek açısı birlikte değerlendirilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Vakum hortumu işçisinin üst kol, alt kol ve bilek açıları

Çalışan işçinin üst kol çalışma açısı 27° 'lik bir açıya sahip olup, 20° - 45° arasında olduğundan REBA skoru 2 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Duruş pozisyonlarından alt kolu incelediğimizde, çalışma esnasında değişkenlik gösterse de genel olarak 87° 'lik bir açıyla çalışmakta olup 60° - 100° arasında olduğundan alt kol için duruş skoru 1 olarak belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Alt kol skorunun hesaplanması

Hareket	Skor
60° - 100° Esneme	1
$<60^\circ$ Esneme ya da $>100^\circ$ Uzanma	2

Çalışan işçinin bilek açısı ise, hortumu kavrayabilmek için 15° 'den daha büyük bir açıyla çalışmakta olup REBA skoru 2 olarak belirlenmiş, ayrıca bileklerde yana esneme ve dönme olduğundan bu skora +1 eklenmiştir (Çizelge 8). Hortumu el ile tutma tam olarak sağlandığından kavrama skoru 0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 8. Bilek skorunun hesaplanması

Hareket	Skor	Skor Değişimi
0° - 15° Esneme ya da Uzanma	1	Bileklerde yana esneme ya da dönme varsa +1
$> 15^\circ$ Esneme ya da Uzanma	2	

Aynı işçinin çalışma duruşuna ait skoru hesaplaması için, B grubu skoru hesaplanmasında, üst kol, alt kol ve bilek skorlarının Tablo B de eşleştirildikten sonra, çıkan sonuca kavrama skorunun eklenmesiyle hesaplanmış ve sonuç 3 bulunmuştur (Çizelge 10).

Çizelge 10. B skorunun hesaplanması

		Alt Kol					
		1			2		
		Bilek			Bilek		
		1	2	3	1	2	3
Üst Kol	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

B Skoru = 3

A skoru ve B skoru değerleri Tablo C de yerlerine yerine konularak C skoru hesaplanmış ve C skoru 4 bulunmuştur (Çizelge 11).

Çizelge 11. C skorunun hesaplanması

	B Skoru												
A Skoru		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	6	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	7	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	9	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Aktivite tablosu yardımıyla aktivite skoru hesaplanmış, kısa süreli tekrarlanan işler olduğundan aktivite skoru 1 olarak bulunmuştur (Çizelge 12).

Çizelge 12. Aktivite skorunun hesaplanması

Aktivite	Skor
Bir veya daha fazla vücut bölgesi sabit tutma (Örneğin 1 dakikadan uzun tutma)	+1
Kısa aralıklarla tekrar edilen işler (Örneğin 1 dakikada dörtten fazla tekrar eden iş)	+1
Yapılan iş duruşta hızlı ve büyük değişikliğe neden oluyorsa veya sabit olmayan zeminde çalışıyorsa	+1

A, B, C ve aktivite skor puanları kullanılarak REBA skoru 5 olarak bulunmuştur (Şekil 6). Sonuç olarak vakum hortumu işçiliği REBA Risk Değerlendirmesine göre, risk seviyesi orta, önlem ise gerekli seviyededir (Çizelge 13).

Çizelge 13. Risk Seviyesinin değerlendirilmesi

Derece	REBA Skoru	Risk Seviyesi	Önlem
0	1	İhmal Edilebilir	Gerekli Değil
1	2-3	Düşük	Gerekli Olabilir
2	4-7	Orta	Gerekli
3	8-10	Yüksek	Kısa Zaman İçinde Gerekli
4	11-15	Çok Yüksek	Hemen Gerekli

3.2. Harman işinin hasattan ayrı olarak yapıldığı çalışma şeklinde, vakum hortumu kontrolörlüğü işçiliği çalışma şekli

Vakum hortumuna materyali veren işçinin her bir hamlede hortum ağzına verdiği materyalin ağırlığının tartımı anında mümkün olmamıştır. Video kaydı marifetiyle dakikadaki hamle sayısı, makine kapasitesi, saatte temizlenen fındık ve ayrı bir yerde branda üzerine tekrarlı denemeler yapılmıştır. Sonuç olarak hortum ağzındaki işçinin her hamlede verdiği materyalin ağırlığı 0,19 kg ile 0,23 kg aralığında bulunmuştur (Şekil 9). Bu ağırlık 5kg'dan az olduğundan yük/kuvvet skoru sıfır bulunmuştur.



Şekil 9. Vakum hortumuna verilen materyalin ağırlık ölçümü denemesi

Hortum ağzına harmanlanacak materyali veren işçi, iş süresinin tamamında yere oturur pozisyonda çalışmaktadır. İşçinin A grubu skor puanlaması vücut açılarından gövde, boyun, bacak açıları, birlikte değerlendirilerek hesaplanmıştır. Bu pozisyondayken gövde açısı 55° olup iş esnasında pozisyonunu korumak ve materyali sürekli olarak hortum ağzına vermek için yana dönmeler ve yana esnemeler olmaktadır (Şekil 10). Bu durumda gövde skoruna +1 eklenmiş ve skor 4 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 10. Vakum hortumu işçisinin vücut açıları

Çalışma esnasındaki boyun açısını 0°-20° arasında olduğundan skor 1 olarak hesaplanmıştır. İşçi çalışma süresi boyunca yere oturur pozisyondaydır. Oturma esnasında dizlerdeki açı 60°'den fazladır. Bu sebeple mevcut skora +2 puan eklenmiş, toplam skor 3 olarak hesaplanmıştır. Ancak REBA skor puanlama sistemi, platform üzerindeki ya da sandalye üzerindeki oturma pozisyonunu referans aldığı ve söz konusu işçi iş boyunca yere oturduğundan REBA skorunun 3 puandan daha fazla olabileceği tespit edilmiştir. Vakum hortumu işçisinin A grubu skoru hesaplanmasında, gövde boyun ve bacak skorları eşleştirilmiş, çıkan sonuca yük/kuvvet skoru eklenmiş ve sonuç 6 bulunmuştur.

B grubu skor hesaplamasında vücut açılarından üst kol, alt kol ve bilek açısı birlikte değerlendirilmiştir. Üst kol açısı değişkenlik göstermekle birlikte 20° - 45° arasında olduğundan skor 2 olarak belirlenmiştir. İşçinin alt kol açısının ise 100° ve daha fazla olduğu tespit edilmiş olup skor 2 olarak hesaplanmıştır.

İşçinin bilek açısı 15° den fazla olduğundan bilek skoru 2 puan olarak hesaplanmıştır. B grubu skoru hesaplanmasında, üst kol, alt kol ve bilek skorları ve kavrama skoru birlikte ele alınarak skor 3 bulunmuştur.

A skoru ve B skoru değerlerine bağlı olarak C skoru 6 olarak bulunmuştur. Aktivite tablosu yardımıyla aktivite skoru hesaplanmış, kısa süreli tekrarlanan işler olduğundan ve vücudun bir kısmı sabit durduğunda aktivite skoru 2 puan olarak hesaplanmıştır. Kavrama skor tablosu yardımıyla kavrama skoru hesaplanmış, iş esnasında el ile materyalin tutumu tam olarak sağlandığı için kavrama skoru 0 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan A, B, C skorları ve aktivite skorlarından tespit edilen sonuçlar REBA akış diyagramına yerleştirildiğinde, ergonomik risk değerlendirilmesinde kullanılan REBA skoru 8 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, vakum hortumu işçiliği için, referans aralıkları verilen risk eylem düzeyi tablosunda yerine konduğunda; risk seviyesi yüksek, önlem ise kısa zaman içinde gerekli seviyededir.

3.3. Harman işinin hasattan ayrı yapıldığı çalışmada vakum hortumu yardımcı işçiliği

Bu çalışmada, harmanlanacak materyalin oluşturduğu yığına verimli bir şekilde vakum hortumuna verebilmek için, işçiye yardımcı olan ikinci bir işçi gerekmektedir. Bu işçi yığının üzerinde kalan materyalin hortum ağzına yakınlaştırmakta, bu sayede hortum ağzında çalışan işçi ise ürünü vakum hortumuna zaman kaybetmeden iletebilmektedir. Ürün yığınının tırmıkla materyali hortum ağzına çeken kadın işçi, iş süresinin tamamında ayakta çalışmaktadır. İşçinin A grubu skor puanlaması vücut açılarından gövde, boyun, bacak açıları, birlikte değerlendirilerek hesaplanmıştır (Şekil 11). Bu pozisyondayken gövde açısı 50° 'dir. İş esnasında pozisyonunu korumak ve materyali sürekli olarak hortum ağzında çalışan işçiye aktarmak için, yana dönmeler ve yana esnemeler olmaktadır. Bu durumda gövde skoruna +1 eklenmiş ve gövde duruş skoru 4 olarak bulunmuştur.



Şekil 11. Yığın havalandırma işçisinin vücut açıları

Çalışma esnasındaki boyun açısının 0° - 20° arasında bulunmuştur ve skor 1 olarak belirlenmiştir. İşçi çalışma süresi boyunca ayakta çalışmaktadır. Bacak açısı ise değişkenlik göstermekle birlikte 0° - 25° arasında değişmektedir. Bu durumda skor 3 olarak hesaplanmıştır. Kadın işçinin elindeki tırmığın çekme yükünü hesaplamak için tırmık sapına dinamometre bağlanmıştır (Şekil 12). Bu sayede Çizelge

1’de referans aralıkları verilen yük/kuvvet tablosuna göre A skoruna eklenecek değer +1 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 12. Yığın havalandırmakta kullanılan tırmığın ağırlık ölçümü

Ölçüm sonucunda yığına saplı halden kurtarmak için gereken kuvvet 7-8 kg arası bir ağırlığa sahipken yığından kurtulduktan sonra tırmık ağırlığı 2,88-3,5 kg aralığına gerilemektedir. İşçinin kaldırdığı ağırlık 5-10 kg aralığında olduğundan A skor kategorisine eklenmesi gereken yük/kuvvet değeri 1 puandır.

Vakum hortumu yardımcı işçisinin A grubu skor hesaplamasında, gövde boyun ve bacak skorlarının ve yük/kuvvet skorunun kullanılarak toplam skor 4 bulunmuştur. B grubu skor hesaplamasında vücut açılarından üst kol, alt kol ve bilek açısı birlikte değerlendirilmiştir. Üst kol açısı değişkenlik göstermekle birlikte 20°-45° arasında olduğundan skor 2 olarak belirlenmiştir. Alt kol açısı ise 60°-100° arasında olduğundan referans aralıklarına göre skor 2 olarak bulunmuştur. Bilek açısı 15° den fazla olduğundan 2 puan olarak hesaplanmıştır. B grubu skor puanı; üst kol, alt kol ve bilek skorlarının ve kavrama skoru ile birlikte 3 bulunmuştur.

A skoru ve B skoru değerleri kullanılarak C skoru 4 olarak bulunmuştur. Aktivite skoru ise 1 olarak bulunmuştur. İş esnasında el ile materyalin tutumu tam olarak sağlandığı için kavrama skoru 0 olarak alınmıştır. Hesaplanan aktivite skorları ve akış diyagramı kullanılarak REBA skoru 3 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, yardımcı işçi için söz konusu değerler risk eylem düzeyi tablosuna göre risk seviyesi orta, önlem ise gerekli seviyededir.

3.4. Fındık Üfleme Makinesi Operatörü

Üfleme makinesi operatörünün duruş pozisyonları Şekil 13’deki gibi bulunmuştur. Çalışma esnasında gövde açısı 0°-20° arasında değişmektedir ve gövde skoru 2’dir.



Şekil 13. Üfleme makinesi operatörünün duruş pozisyonları

Boyun açısı incelendiğinde 20°'den fazla olduğundan boyun skoru 2 olarak belirlenmiştir. İşçi çalışma süresi boyunca ayakta çalışmaktadır. Bacaklarda 20°'den fazla kırılma olmamaktadır. Çalışma şeklinde iki taraflı dengeli ağırlık taşıma olduğundan C skoru 1 olarak hesaplanmıştır. İşçinin elinde taşımış olduğu üfleme makinesinin hortumu, 5 kg'dan daha az olduğu için, yük kuvvet skoru 0 olarak hesaplanmıştır. Üfleme makinesi işçisinin A grubu skoru ve yük/kuvvet skoru ele alınarak sonuç 3 bulunmuştur.

Üst kol açısı değişkenlik göstermekle birlikte 10°-15° olduğundan REBA skoru 1 olarak hesaplanmıştır. İşçinin alt kol açısı 100°'den daha fazla olduğu tespit edilmiş olup alt kol skor tablosuna göre skor 2 olarak hesaplanmıştır. Bilek açısı ise 20° olduğundan skor puanı 2'dir. Bu değerlendirmelere göre B grubu skoru 2, C skoru ise 3, kısa süreli tekrarlanan işler olduğundan aktivite skoru 1 puan olarak bulunmuştur. İş esnasında el ile materyalin tutumu tam olarak sağlandığı için kavrama skoru 0 olarak hesaplanmıştır. Akış diyagramına göre, REBA skoru 4 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, üfleme makinesi operatörü için söz konusu değerler risk eylem düzeyi tablosunda yerine konduğunda; risk seviyesi orta, önlem ise gerekli seviyededir.

3.5. Makine Elek Sistemini Kontrol Eden İşçi

Emiş hattından harmanlanmak üzere emiş hortumundan makineye gelen fındık, ilk olarak büyük elek kısmına gelmektedir. Bu kısımdan elevatör yardımıyla içerisinde lastik değirmen bulunan tambur kısmına iletilmektedir (Şekil 14).



Şekil 14. Lastik değirmen

Makine elek sistemini kontrol eden işçi, vakum hortumundan harmanlanmak üzere gelen fındığın içerisinde, taş, odun parçası gibi yabancı maddeleri, makinenin tambur kısmında sıkışıklığa yol açmaması için hızlıca almaktadır (Şekil 15). Bu hareket ortalama dakikada 20 defa tekrar edilmektedir. Çalışma esnasında topladığı yabancı materyalin ağırlık ortalaması 20-100 gram arasındadır.



Şekil 15. Makine elek sistemini kontrol eden işçinin vücut açıları

Makine elek sisteminde çalışan işçinin gövde açısı değişkenlik göstermektedir. Gövde açısı 0° - 20° arasında değişmektedir ve REBA skoru 2'dir. Çalışma esnasındaki boyun açısının 20° 'den fazla olduğu bulunmuştur. İşçi çalışma süresi boyunca ayakta çalışmaktadır. Bacaklarda 20° 'den fazla kırılma olmamaktadır. İşçinin elinde taşımış olduğu yabancı materyaller ufak taş ve odun parçaları olup ortalama ağırlığı 20-100 gram arasında olduğundan yük/kuvvet tablosu REBA skoru 0 olarak hesaplanmıştır. A grubu skor hesaplamasının sonucu 3 olarak belirlenmiştir.

B grubu skor hesaplamasında üst kol açısı 15° ve alt kol açısı değişkenlik göstermekle birlikte 60° - 115° arasında olmaktadır. Bilek açısı değişkenlik göstermekle birlikte 0° - 20° arasında olmaktadır. B grubunda kavrama skoru ile birlikte sonuç skoru 2, C skoru hesaplanmış ise 3 puan olarak hesaplanmıştır. Aktivite skoru, tekrarlanan işler olduğundan, 1 puan, iş esnasında el ile materyalin tutumu tam olarak sağlandığı için kavrama skoru 0 puan alınarak REBA skoru 4 olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak, makine elek sisteminde çalışan işçi için söz konusu değerler risk eylem düzeyi tablosunda yerine konduğunda; risk seviyesi orta, önlem ise gerekli seviyededir.

3.6. Harmanlanmış Fındık Paketleme İşçiliği REBA Analizi

Harmanlama işleminden geçen temiz fındık, harman makinesinin yan kısmından iki adet temiz fındık kanalı, bir adet boş fındık kanalı olmak üzere üç farklı kanaldan akmaktadır. Temiz fındık kanalının iki adet olmasının sebebi, fındık çuvalı dolduğunda, makinede tıkanıklığa sebep olmaması ve fındık akışının devamlılığını sağlamak içindir. Fındık çuvalı dolduğunda mandal yardımıyla diğer çuvala geçilmektedir. Her kanalın ağız kısmına temiz çuval takılmakta, temizlenmiş fındık ağırlığı ortalama 20-25 kg ağırlığa ulaştığında kenara alınmaktadır. Fındık emiş hattından gelen fındığın devamlılığına göre dakikada 15 ile 18 kilogram kadar dolu fındık akmaktadır. Bu hesaplama göre, fındık paketleme kısmında çalışan kişi, saatte ortalama 40-45 adet çuvalı 4 ila 5 metre uzaklıktaki alana sürükleyerek taşımaktadır (Şekil16).



Şekil 16. Fındık paketleme ünitesi operatörünün vücut açıları

Paketleme işinde çalışan işçinin A grubu skor puanlaması vücut açılarından gövde, boyun, bacak açıları birlikte değerlendirilerek hesaplanmıştır. Söz konusu pozisyondayken gövde açısı 0° - 30° arasında değişmektedir ve skoru 2'dir. Çalışma esnasındaki boyun açısı 20° 'den fazla bulunmuştur. İşçi çalışma süresi boyunca ayakta çalışmaktadır. Bacaklarda 20° 'den fazla kırılma olmamaktadır. Bu durumda REBA skoru 1 olarak hesaplanmıştır. İşçinin elinde taşımış olduğu çuvalın ağırlığı 20-25 kg arasındadır ve 10 kg' dan fazla olduğundan yük/kuvvet skoru 2 olarak alınmıştır. Paketleme ünitesi

işçisinin A grubu skorunun hesaplamasında gövde boyun ve bacak skoruna yük/kuvvet skorunun eklenmesiyle A skor puanı 6 olarak bulunmuştur.

İşçinin B grubu skor hesaplamasında üst kol açısı 10°, alt kol açısı değişkenlik göstermekle birlikte 60°-100° arasında olduğundan skor 2 olarak hesaplanmıştır. Bilek açısı değişkenlik göstermekle birlikte 0°-20° arasında olmaktadır. İş esnasında el ile materyalin tutumu tam olarak sağlandığı için kavrama skoru 0 olarak hesaplanmıştır. B grubu skor hesaplaması, bu değerlendirmelere göre 5 bulunmuştur.

A ve B skor değerlerine göre, C skoru hesaplanmış 8 olarak bulunmuştur. Aktivite tablosu yardımıyla aktivite skoru, kısa süreli tekrarlanan işler olduğundan, 1 puan olarak bulunmuştur.

A, B, C skorları ve aktivite skorları REBA skorunun 9 olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, paketleme işçisi için risk seviyesi yüksek, önlem ise kısa zaman içerisinde gerekli seviyededir. İncelenen iş türleri arasında en riskli kategoride paketleme işçisi olduğu tespit edilmiştir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, fındık harmanlama işinde çalışan tarım işçilerinin beş farklı işçilik türündeki duruşlarına yönelik ergonomik riskler değerlendirilmiştir. Değerlendirmede kullanılan REBA yönteminde elde edilen sonuçlara göre, fındık paketleme ve hasattan ayrı yapılan emiş hortumu kontrol işçiliği yüksek risk seviyesinde bulunmuş ve acil önlemler alınması gerektiği belirlenmiştir. Orta risk seviyesinde olan diğer işçilik türleri için ise ergonomik iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir. Özellikle, vakum hortumu kullanıcılarının çalışma pozisyonları düzeltilmeli, yük taşıma süreçleri optimize edilmelidir. Bu önlemler, işçilerin sağlık ve güvenliğini artırarak, tarımsal üretimde verimliliğin yükselmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Akalp, H.G. ve Saklangıç, U. ve Çırakoğlu, S. (2021). Zeytin Tarımında Çalışan İşçilerin Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi İle Analizi. *Ergonomi Dergisi*, 4(2), s. 88-96. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1856491>
- Aktaş, A.R., Öztürk, E. ve Hatırlı, S.A. (2009). Dünya Fındık Piyasasında Türkiye'nin Rolü. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 1(1) s. 36-54. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/vizyoner/issue/23026/246190>
- Alkan, I. ve Kılıç, O. (2007). Samsun İli Terme İlçesinin Ova ve Yüksek Kesimindeki Fındık İşletmelerinin Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi. OMU Zir. Fak. Dergisi, 22(2): s. 171-178. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/omuanajas/issue/20227/214337>
- Aygün, İ., Urkan, E., Alayunt, F.N. ve Çakmak, B. (2021). Tarımsal Faaliyetlerde Sırtta Taşınarak Kullanılan Bazı Makinaların Ergonomik Açından Değerlendirilmesi. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 13(3), s. 109-116. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2045672>
- Bulut, E. (2013). Mevsimlik Tarım İşçilerinin Yaşam ve Çalışma Koşullarına İlişkin Bir Saha Araştırması: Kocaali Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Erişim adresi: <https://acikerisim.sakarya.edu.tr/bitstream/handle/20.500.12619/92101/T05742.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Çamurcu, S. ve Seyhan, G. (2015). Tarım Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3(3), s. 549-552. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/195504>
- Dilay, Y. ve Özkan, A. (2023a). Makine Yardımıyla Elma Toplamada Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi ile Analizi ve Ergonomik Risk Değerlendirilmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 19(1), s. 75-92. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2606464>

- Dilay, Y. ve Özkan, A. (2023b). Alıç Meyvesi (*Crataegus*Spp.) Toplamada Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, sayı 50, s. 30-35. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2732359>
- Eryılmaz, G.A. ve Kılıç, O. (2019). Türkiye'nin Organik Fındık Üretimi ve İhracatındaki Gelişmeler. Fırat Üniversitesi İİBF Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 3(1), s. 41-54 Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/738781>
- Esen, H. Ve Fiğlali, N. (2013). Çalışma Duruşu Analiz Yöntemleri ve Çalışma Duruşunun Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıklarına Etkileri. SAÜ Fen Bilimleri Dergisi, 17(1), s. 41–51. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/192676>
- Geniş, A. ve Sümer, S.K. (2021). Tohumluk Mısır Üretiminde Çalışma Duruşlarının REBA Yöntemi ile Ergonomik Risk Analizi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 17(3), s. 127- 138. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2019992>
- Kanvermez, Ç. ve Sümer, S.K. (2021). Türkiye’de Tarım Sektöründe Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliğinin Kanun ve İş Hukuku Kapsamında Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 76(2), s. 575-595. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1381725>
- Öz, E. ve Çakmak, B. (2016). Tarım Makinaları Üreten Bir İşletmede İş Akışının Ergonomi ve İş Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5 (ÖS: Ergonomi2016), s.275-282. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/303436>
- Sauk, H.,Beyhan, M.A. ve Uğurlutepe, K.M.K. (2022). Fındığın Mekanik Hasadında Çalışanların Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 18(3) s.126-138. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2512811>

EXTENDED ABSTRACT

Introductionand Research Questions&Purpose

Ergonomic Risk Assessment Analysis in Hazelnut Threshing Operations

Despite the advancement of technology and the wide spreaduse of mechanized farming in the agricultural sector, human laborremains an essential component, with significant reliance on manual work. The continued dependence on human physical effort lead stop roductivity losses, reductions in production volume, and disruptions in the production process. The nature, load, and duration of agricultural tasks exposes pecific muscle group stophysicalstrain, often resulting in musculos keletal disorders (MSDs).

Hazelnuts are among the most significant tree nuts globally in terms of both production and consumption. It is estimated that approximately 300,000 seasonal workers are employed in hazelnut harvesting in Turkey. These workers are exposed to ergonomic risks due to improper working postures, the weight and frequency of loads lifted, and repetitive tasks, which contribute to the prevalence of MSDs among them.

This study aims to conduct an ergonomic risk assessment for workers engaged in hazelnut threshing to determine their risk levels for MSDs. The Rapid Entire Body Assessment (REBA) method was utilized for the analysis.

Methodology

The hazelnut threshing machine consists of four main components: an aspirator, a mill, a fan, and a discharge unit. The machine operates at 500-540 rpm, powered by a tractor's power take-off (PTO). The aspirator, with a speed of 3000-3500 rpm, draws the harvested hazelnuts in to the machinevia a vacuum hose. The nuts are then processed in a rubber mill operating at 135-140 rpm to separate the kernels

from their husks. Subsequently, the nuts passthrough a fan rotating at 1100-1200 rpm, which removes residual debris and sorts out empty nuts. The cleaned hazelnuts are then conveyed via a grain transport fan, running at 3500-4000 rpm, to the discharge unit for bagging or direct transfer to a trailer.

Two types of threshing operations were analyzed: one where harvesting and threshing were conducted simultaneously, and another where threshing was performed separately after harvesting. Five different work categories within hazelnut threshing were assessed:

- Vacuumhose operation in combined harvesting and threshing, Vacuumhose operation in separate threshing
- Auxiliary vacuum hose operation in separate threshing
- Hazelnut blower machine operation
- Sieve system operation
- Bagging operation for threshed hazelnuts

Using the REBA analysis method, body segments were categorized into two groups: Group A (trunk, neck, and legs) and Group B (upper arm, lower arm, and wrist). The A and B scores were determined based on posture, load, and force exertion, and a final C score was calculated by incorporating activity scores. The REBA scores were then used to assess risk levels and determine the necessary preventive actions.

Results and Conclusions

The vacuumhose operation was assigned a REBA score of 5, indicating a moderate risk level requiring intervention. When considering upper arm and wrist movements, the score increased to 8, classifying the task as high risk, necessitating urgent corrective actions. The auxiliary vacuumhose operator had a REBA score of 3, indicating moderate risk. Workers engaged in the sieve system had variable trunk angles and performed repetitive tasks with full material grasp, resulting in a REBA score of 4. The bagging operation posed the highest risk, with a REBA score of 9, requiring immediate intervention.

This study highlights the necessity for ergonomic improvements management strategies to mitigate MSD risks and enhance worker safety in hazelnut threshing operations.

Yazarların Biyografisi



Tanju KARA

1989 yılında Zonguldak'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini burada tamamladı. 2008 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesine kayıt yaptırdı. 2013 yılında Tarım Makinaları Bölümünden mezun oldu. 2014-2015 yılları arasında vatani görevini Kastamonu ve Ardahan'da Jandarma Er olarak yaptı. 2015 yılında Karasu Ziraat Odasında Ziraat Mühendisi olarak çalışmaya başladı. 2016 yılında Şanlıurfa Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğüne Ziraat Mühendisi olarak atandı. 2017 yılında Sakarya/Kocaali İlçe Tarım Müdürlüğüne Ziraat Mühendisi olarak atandı ve hala çalışmaya devam etmektedir. 2024 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı/Tarımsal Makine Sistemleri Bilim Dalına kayıt yaptırdı ve hala öğrenimine devam etmektedir.

İletişim

tanjukara99@gmail.com

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0009-0009-5281-3162>



Prof. Dr. Selçuk ARSLAN

Lisans: Tarımsal Mekanizasyon / Ankara Üniversitesi / 1990

Y. Lisans: Tarım Makinaları / Ankara Üniversitesi / 1992

Doktora: Agricultural and Biosystems Engineering / Iowa State University / 2000

İletişim

sarslan@uludag.edu.tr

ORCID Adresi

<https://orcid.org/0000-0003-4636-1234>