

Pnömatik fındık toplama makinası ile fındığın hasadı sırasında toz konsantrasyonunun belirlenmesi*

Hüseyin SAUK¹, Mehmet Arif BEYHAN¹

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü, SAMSUN

*Bu çalışma doktora tezinden özetlenmiştir.

Alınış tarihi: 17 Mart 2016, Kabul tarihi: 18 Eylül 2016
Sorumlu yazar: Hüseyin SAUK, e-posta: hsauk@omu.edu.tr

Öz

Bu çalışmada fındık hasadı sırasında pnömatik fındık toplama makinasının oluşturduğu toz konsantrasyonu değerleri belirlenmiştir. Pnömatik fındık toplama makinası ile fındığın toplanması sırasında, operatörün çalışma alanı içerisinde oluşan toz konsantrasyonunun PM_{0.3}, PM_{2.5} ve PM₅ partikül çaplarının en düşük ve en yüksek değerleri tespit edilmiştir. Denemeler sonucunda toz konsantrasyonunun partikül çap gruplarına göre en düşük ve en yüksek değerleri, sırasıyla, PM_{0.3} için; 13.026, 27.793 mg m⁻³ hava, PM_{2.5} için; 3.932, 13.444 mg m⁻³ hava ve PM₅ için; 3.488, 11.754 mg m⁻³ hava olarak elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Pnömatik, fındık toplama makinası, toz

Determination of dust concentration during hazelnut harvesting with the pneumatic hazelnut harvester

Abstract

Dust concentration of hazelnut harvested with pneumatic machine were determined in current study. Results indicated that dust concentration

occurred within the working area of the operator as PM_{0.3}, PM_{2.5} and PM₅ particle diameters as lowest and highest values were determined. As a result of experiments, lowest and highest values were obtained from PM_{0.3}; 13.026, 27.793 mg m⁻³ air, for PM_{2.5}; 3.932, 13.444 mg m⁻³ air ve for PM₅; 3.488, 11.754 mg m⁻³ air, respectively.

Key words: Pneumatic, hazelnut picking machine, dust

Giriş

Tarım tek bir sektör gibi görünse de tarla tarımı, bahçe tarımı, hayvansal üretim, seracılık ve tarıma dayalı sanayi sektörleriyle son derece farklı çalışma ortamlarından oluşan birçok alt sektörden meydana gelmekte olup bu sektörlerin her biri işletme büyüklüğüne bağlı olarak farklı mekanizasyon düzeyi, farklı iş akışı ve farklı düzeyde işgücü gereksinimi doğurmaktadır.

Tüm bu alt sektörlerde yapılan işlemler sırasında, çalışanlar organik (tahıl tozları gibi) ve inorganik (mineral) tozlara, polen, mantar sporları, mikotoksinler, bakteri ve endotoksinlere maruz kalmaktadır. Kirleticiler; gaz kirleticiler (SO₂, NO₂, CO, O₃, VOC), kalıcı organik kirleticiler (Dioksin/furan, PCB vb.), ağır metaller (Kurşun, civa, kadmiyum, nikel vb.) ve partikül madde (PM) olmak üzere dört grupta sınıflandırılabilir.

Partikül madde, hava içinde askı halde bulunan partiküllerin çeşitli ve kompleks karışımını içerir. Partiküllerin boyutu çok değişiktir ($PM_{2.5}$ ve PM_{10} aerodinamik çapları $2.5 \mu m$ ve $10 \mu m$ 'den küçük olanlar) ve farklı kategorilerde tanımlanabilirler. Ultra ince partiküller aerodinamik çapı $0.1 \mu m$ 'den küçük olanlar ve ince partiküller aerodinamik çapı $1 \mu m$ 'den küçük olanlar ve kaba partiküller çapı $1 \mu m$ 'den büyük olanlardır.

Partikül maddenin sağlığa etkilerini değerlendirmek için önemli rol oynayan parametreler partikül çapı, yüzeyi, kompozisyonu ve sayısıdır (Varınca, 2008). Hava Kalitesi İndeksi havanın kalitesini çeşitli kategorilere ayırmıştır. Bunlar; $0-50 \mu g m^{-3}$ arası iyi, $51-100 \mu g m^{-3}$ arası orta, hassas gruplar için $101-150 \mu g m^{-3}$ arası sağlığa zararlı, $151-200 \mu g m^{-3}$ arası sağlığa zararlı, $201-300 \mu g m^{-3}$ arası sağlığa çok zararlı ve $301-500 \mu g m^{-3}$ arasında ise tehlikelidir (EPA, 2009).

Havada bulunan PM, önemli çevresel etkileri dolayısıyla izlenmesi ve kontrol edilmesi gereken bir hava kirletici grubudur. Özellikle havada uzun süre askıda kalabilen 10 mikrondan küçük partiküller (PM_{10}) ve solunum yollarına ulaşabilecek büyüklükteki partiküller ($PM_{2.5}$) dünyada son yıllarda hızla artan sayıda çalışmaya konu olmuştur.

PM'nin belirlenen en önemli çevresel etkileri arasında solar enerji ve görüş mesafesini düşürmeleri, güneş ışığını azaltmaları dolayısıyla çeşitli tarım ürünlerinin rekoltesini düşürmeleri, hava-su transferi ile sucul ekosistemleri etkilemeleri, uzun mesafe taşınmaları ile deniz ekosistemini etkilemeleri, yüksek konsantrasyonlarda solunuma bağlı şikayetlere yol açması ve solunabilir kısımlardaki ağır metaller dolayısıyla toksisite yaratmaları öne çıkmaktadır (Yatkın ve ark. 2007).

Farklı ülkelerde ulusal kuruluşlar işyeri çevresel faktörlerini değerlendirmek için kriterler geliştirmiştir. İş Güvenliği ve Sağlığı Ulusal Enstitüsü (NIOSH), eşik sınır değeri (REL); American Hükümeti Endüstriyel Hijyenistleri Topluluğu (ACGIH) eşik sınır değerleri (TLV); hava kirletici standartı (OSHA), eşik sınır değeri (PEL) kullanılmaktadır. Buna göre, farklı standartlar ait, tarımda önerilen maksimum eşik sınır değerinin tehlike durumları Çizelge 1'de verilmiştir.

Partikül madde insanlarda başlıca solunum sistemi ile dolaşım sistemini etkilemektedir. Partikül maddelerin boyu ile suda çözünmelerine oranında sağlığa olumsuz etkileri vardır. Büyük partiküller üst yutağı geçemezken $PM_{2.5}$ altında kalanlar akciğer dokusuna geçebilmektedir. Eğer bireyde solunum sistemi rahatsızlığı varsa etkenlerin limit değerli dolayısıyla daha düşük olmakta veya diğer bir değişle sağlık problemleri sağlıklı bir bireye göre daha erken yaşta ortaya çıkabilmektedir.

Partikül maddelerin başlıca sağlık etkileri astım, allerji, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ve kanserdir (Anonim, 2016).

Cecchini ve ark (2010), fındık mekanizasyonu sırasında çalışanların maruz kaldığı toz miktarlarının belirlemek için yapmış oldukları çalışmalarında, farklı toprak şartlarında ve kullanılan makinalara bağlı olarak toz konsantrasyonunun $1.30-77.80 mg m^{-3}$ hava arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Monarca ve ark (2008), fındık mekanizasyonu sırasında farklı modellerdeki vakumlu fındık toplama makinalarının ortamda oluşturdukları toz konsantrasyon değerinin $13.4-25.0 mg m^{-3}$ hava arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Partikül maddenin insan sağlığına etkisi kadar bitkiler üzerine de olumsuz etkileri olmaktadır. Dursun ve ark (1998), tozların toprak yüzeyine yakın bitki epiderm hücrelerinin aşınmasına neden olduğunu, tozların bitkinin yaprak yüzeyini kapladığı zaman fotosentez, terleme, stomanın açılıp kapanması ve yaprak sıcaklığı gibi fizyolojik özellikleri olumsuz yönde etkilediğini, toz zerrelere küçük ise, bu etkinin daha da şiddetli olduğunu vurgulamışlardır. Sonuç olarak araştırmacılar bitkilerde verim ve kalitenin düştüğünü belirtmişlerdir.

Bu çalışmada yerel imalatçılar tarafından imalatı yapılan pnömatik fındık toplama makinasının ortamda oluşturduğu toz konsantrasyonu değerleri belirlenmiştir. Fındık toplama makinasının çalışması sırasında ortamda oluşan toz düzeyleri, iş sağlığı ve güvenliği mevzuat ve yönetmeliklerinde belirtilen toz konsantrasyonu eşik sınır değeriyle karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1. Tarımda önerilen maksimum eşik sınır değerleri (Kirkhorn ve Garry, 2000)

| Tehlike | OSHA PEL | NIOSH REL | ACGIH TLV |
|-----------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Rahatsızlık veren toplam toz | 15 mg m ⁻³ hava | - | 10 mg m ⁻³ hava |
| Rahatsızlık veren solunabilir toz | 5 mg m ⁻³ hava | - | 3 mg m ⁻³ hava |
| Tahıl tozu | 10 mg m ⁻³ hava | 4 mg m ⁻³ hava | 4 mg m ⁻³ hava |
| Organik toz | - | - | - |
| Solunabilir organik toz | - | - | - |
| Endotoksin | - | - | - |
| Amonyak | 50 ppm | 25 ppm | 25 ppm |

*[(-) olanların eşik sınır değerleri belirlenmemiştir].

Materyal ve Metot

Materyal

Pnömatik fındık toplama makinasıyla fındık toplama faaliyeti sırasında ortamda oluşan toz konsantrasyonu değerleri Samsun ili Çarşamba ilçesinde, bölgede yaygın olarak yetiştirilen Çakıldak fındık çeşidine sahip bir fındık bahçesinde yürütülmüştür.

Zemindeki ot yüksekliği 30-40 mm arasında değişim göstermekte olup, bahçe zemininden alınan curuf + yaprak + toprak vb. karışımın nem içeriği %6.81 olarak tespit edilmiştir.

Denemeler sırasında ortalama hava sıcaklığı 23.80°C, bağıl nem %58.60 ve rüzgar hızı 0.60...0.70 m s⁻¹ olarak ölçülmüştür. Denemelere başlamadan önce ortamdaki toz konsantrasyonu düzeyi (ortalama olarak) PM_{0.3} için; 0,1805 mg m⁻³ hava, PM_{2.5} için; 0,0185 mg m⁻³ hava ve PM_{5.0} için; 0,0195 mg m⁻³ hava olarak belirlenmiştir. PFTM'nin ortamda oluşturduğu toz konsantrasyonun ölçümünde, AeroTrak APC 9303-01 model el tipi partikül ölçüm cihazı kullanılmıştır.

Pnömatik fındık toplama makinası, 2100 mm uzunluğunda, 1350 mm yüksekliğinde, 1240 mm genişliğinde olup 2 tekerlekli sabit (elle hareketli) bir makinadır. Pnömatik fındık toplama makinası; vantilatör, ayırıcı, boşaltıcı ve iletim hortumu olmak üzere 4 ana üniteden oluşmaktadır. Bu üniteler hareketini kayış kasnak sistemi ile motor gücü 8.5 BG, motor devri 3000 min⁻¹, silindir hacmi 418 cc ve YM 186FA tip olan dizel bir motordan almaktadır (Şekil 1).

Pnömatik fındık toplama makinasının iletim hortumu 10 m uzunluğunda, iç çapı 98 mm, dış çapı 112 mm olan plastik malzemeden yapılmıştır. Makina ortalama 2500 min⁻¹ motor mili devrinde, ortalama 3750 min⁻¹ vantilatör mili devrinde ortalama 41.19 m s⁻¹ iletim havası hızında çalıştırılmıştır.

Metot

Pnömatik fındık toplama makinasının toz konsantrasyonu değerini belirlemek için, toz ölçüm cihazı yerden 1.50 m yükseklikte olacak şekilde 30 dakika süreyle ve 3 tekerrürlü olarak ölçümler yapılmıştır.

Ölçüm noktaları, araştırmanın amacına uygun olarak, pnömatik fındık toplama makinası ile fındığın toplanması sırasında, operatörün çalışma alanı içerisinde tespit edilmiştir.

Toz konsantrasyonu düzeyleri, pnömatik fındık toplama makinasından 1, 2, 3, 4, 5 ve 10 m uzaklıktan olmak üzere 6 farklı noktadan ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda; 0,3 µm (PM_{0.3}), 2,5 µm (PM_{2.5}) ve 5 µm (PM_{5.0}) çapa sahip toz konsantrasyonlarının miktarı µgm⁻³ hava cinsinden belirlenmiştir.

Makinanın çalışması sırasında ortamda oluşturduğu toz konsantrasyonu düzeyleri, iş sağlığı ve güvenliği mevzuat ve yönetmeliklerinde belirtilen toz konsantrasyonu eşik sınırı olan 3 mg m⁻³ hava değeri göz önüne alınarak karşılaştırma yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Pnömatik fındık toplama makinası ile fındığın toplanması sırasında ortamda oluşturdukları toz konsantrasyonlarının $PM_{0.3}$, $PM_{2.5}$ ve $PM_{5.0}$ çap gruplarına göre en düşük ve en yüksek ölçüm aralığı Çizelge 2'de verilmiştir. Toz konsantrasyonu değerleri $mg\ m^{-3}$ hava cinsine dönüştürülmüştür.

Çizelge 2'den de görüldüğü gibi, pnömatik fındık toplama makinasının ortama yaydığı toz konsantrasyonu mesafeye bağlı olarak değişim göstermiştir. Makinadan 1 m uzaklıkta ölçülen en düşük ve en yüksek değerler, sırasıyla, $PM_{0.3}$ için; 24.293-27.793 $mg\ m^{-3}$ hava, $PM_{2.5}$ için; 10.924-13.444 $mg\ m^{-3}$ hava ve $PM_{5.0}$ için; 9.956-11.754 $mg\ m^{-3}$ hava olarak elde edilmiştir.

Toz konsantrasyonu değerlerindeki değişim makinadan ilk 4 m içerisinde hemen hemen aynı kalırken, makinadan 5 m uzaklıktan sonra elde edilen değerler azda olsa azalma eğilimi göstermiştir. Özellikle makinadan 10 m mesafede ölçülen toz konsantrasyonu değerlerinde yarı yarıya azalma olduğu söylenebilir.

Yine, Çizelge 2'den görüldüğü gibi, pnömatik fındık toplama makinasının ortama yaydığı toz konsantrasyonu operatörün tüm çalışma alanı içerisinde oldukça yüksek düzeydedir. Elde edilen bu değerler ACGIH TLV standardındaki solunabilir toz miktarının eşik sınırı olan 3 $mg\ m^{-3}$ hava değerinin üzerindedir. Bu nedenle, operatörün herhangi bir önlem alınmadan bu makina ile çalışması sağlık açısından uygun değildir.



Şekil 1. Pnömatik fındık toplama makinasının çalışma alanındaki genel görünüşü

Çizelge 2. Pnömatik fındık toplama makinasının ortamda oluşturduğu toz konsantrasyonlarının çap gruplarına göre en düşük ve en yüksek ölçüm aralığına göre değişimi.

| Mesafe (m) | Toz Konsantrasyonu (mg m ⁻³ hava) | | | | | |
|------------|--|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|
| | PM _{0.3} | | PM _{2.5} | | PM _{5.0} | |
| | En Düşük | En Yüksek | En Düşük | En Yüksek | En Düşük | En Yüksek |
| 1 | 24.293 | 27.793 | 10.924 | 13.444 | 9.956 | 11.754 |
| 2 | 21.105 | 24.559 | 11.633 | 12.481 | 10.485 | 11.252 |
| 3 | 21.545 | 23.749 | 11.890 | 12.093 | 10.740 | 11.191 |
| 4 | 23.661 | 25.690 | 11.614 | 12.268 | 10.455 | 11.060 |
| 5 | 18.653 | 20.607 | 8.814 | 10.474 | 9.287 | 9.683 |
| 10 | 13.026 | 14.351 | 3.932 | 4.335 | 3.488 | 3.711 |

Sonuçlar

Denemeler sonucunda toz konsantrasyonunun partikül çap gruplarına göre en düşük ve en yüksek değerleri, sırasıyla, PM_{0.3} için; 13.026, 27.793 mg m⁻³ hava, PM_{2.5} için; 3.932, 13.444 mg m⁻³ hava ve PM₅ için; 3.488, 11.754 mg m⁻³ hava olarak elde edilmiştir.

Pnömatik fındık toplama makinasının toz konsantrasyonunun yüksek olması çalışma prensibinden kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Makinanın iletim borusunun bahçe zemininde dolaştırılma sırasında tane+zuruflu fındıkla birlikte yaprak, küçük dal, küçük taş, toprak ve kaba toz makinanın içine emilmektedir.

Hava+toz karışımı emme vantilatörün çıkış ağzından atmosfere yayılmaktadır. Büyük çaplı partiküller vejetasyon üzerinde birikerek çevreyi, küçük çaplı partiküller ise havada asılı kalarak insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu nedenle, fındık toplama makinalarının toz salınımlarını azaltarak izin verilen eşik değere indirmek için bazı önlemlerin alınması gerekmektedir.

Bu önlemler; iletim borusu içerisindeki hava hızının, fındıkların dengede tutulması ve taşınmasını sağlayan minimum yüzme hızından yüksek olmamalıdır.

İletim havası hızının fazla olmaması ile daha fazla tozun emilerek atmosfere atılması engellenebilir. Bir diğeri, vantilatör çıkış ağzına siklon ayırıcıya gönderilen hava+toz atmosfere yayılmadan önce toz tutucu torba ve filtrelerden geçirilerek tozun miktarı azaltılabilir.

Bir diğeri önlem ise, toz konsantrasyonuna maruz kalma süresini azaltmak veya rotasyonla çalışmak ve kişisel koruyucu ekipmanlar (maske, gözlük vb.) kullanmaktır. Ayrıca yapılacak benzer çalışmalarda farklı emme hız değerlerinin, farklı toprak nem içeriklerinin ve farklı bahçe zemini (otlu veya otsuz) şartlarına etkisinin ortaya konularak çalışanların performansı konusunda çalışanlar olmak üzere bu konuda bilgi edinmek isteyenler için faydalı olacaktır.

Teşekkür

Bu proje Ondokuzmayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Proje No: ZRT.1904.11.021 tarafından desteklenmiştir. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim, 2016. <http://cevresagligi.thsk.saglik.gov.tr/bilgi-dokumanlar/halk-sagligina-yonelik/992-hava-kirliligi-ve-saglik-etkileri.html> (Erişim Tarihi: 11.2.2016).
- Babalık, F.C., 2011. Mühendislik İçin Ergonomi (İşbilim). Dora Yayınları 3. Baskı, Bursa.
- Cecchini M., Monarca D., Guerrieri M., Lingero E., Bessone W., Colopardi F., Menghini G., 2010. Dust Exposure for Workers During Hazelnut Harvesting. International Conference: Ragusa SHWA2010 - September 16-18, 2010 Ragusa Ibla Campus - Italy.
- Dursun A., Aslantaş R., Pırlak L., 1998. Hava Kirliliğinin Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliği Üzerine Etkileri. ÇEVKOR Cilt:7, Sayı:27 S: 11-14.

- EPA, 2009. Air Quality Index: A Guide to Air Quality and Your Health. EPA-456/F-09.
- Kirkhorn, S.R., V.F. Garry, 2000. Agricultural Lung Diseases. Environmental Health Perspectives Vol. 108, Supplement (4): 705-712.
- Monarca D., Biondi P., Cecchini M., Santi M., Guerrieri M., Colantoni A., 2008. Evaluation of Respirable Dust Exposure During Hazelnut and Chestnut Mechanized Harvesting. International Conference: September 15-17, 2008 Ragusa - Italy
- Varınca K.B., Güneş G., Ertürk F., 2008. Hava Kirleticilerin İnsan Sağlığı ve İklim Değişikliği Üzerine Etkisi. Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu (UHAKS).
- Yatkin, S., Bayram, A., 2007. İzmir Havaında Partikül Madde Kirliliği: Ölçüm ve Değerlendirme. DEÜ Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi. Cilt:9, Sayı:2, S:15-27. İzmir.