

## RÜZGAR TRİBÜNÜ ÜRETİM İŞİ VE MESLEK ASTIMI RİSKİ: YEŞİL ENERJİ NE KADAR YEŞİL?

### WIND TURBINES PRODUCTION AND RISK OF OCCUPATIONAL ASTHMA GREEN ENERGY: IS IT REALLY CLEAN?

Ayşe Coşkun BEYAN      Hande BAHADIR      Arif ÇİMRİN

Dokuz Eylül Üniversitesi, İş ve Meslek Hastalıkları Bilim Dalı, İzmir, Türkiye

**Anahtar sözcükler:** Yeşil enerji, meslek astımı, epoksi reçine

**Keywords:** Green energy, occupational asthma, epoxy resin

Geliş tarihi: 18 / 01 / 2019

Kabul tarihi: 18 / 07 / 2019

#### ÖZ

**Amaç:** Yeşil enerji, üretimi sırasında doğaya zarar vermeyen ve insana yaraşır işler olarak tanımlanmaktadır. Rüzgar enerjisinden elde edilen yeşil elektrik son yıllarda giderek artan üretim hacmiyle dikkat çekicidir. Ancak enerji elde etmek için kurulan rüzgâr tribünlerinin temel yapısı olan kanat bölgesinin üretimi sırasında epoksi reçineler, sertleştiriciler, metal taşlama ve zımparalama işleri, boya işleri, cam elyaf döşeme işleri yapıldığı ve yapılan işlerin ve kullanılan maddelerin meslek astımı (MA) açısından riskli olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada rüzgâr tribünleri üretim tesislerinde çalışanlarda gelişen solunumsal problemler sunularak, yeni ve büyümekte olan bu sektörde ortaya çıkabilecek meslek hastalıklarına dikkat çekmek amaçlanmıştır.

**Yöntem ve Gereç:** Haziran 2018 - Kasım 2018 tarihleri arasında rüzgar tribünlerine kanat üreten iki ayrı işletmeden MA ön tanısıyla sevk edilen olgular değerlendirilmiştir. Başvuran 8 olguya da iş ile ilişkili astım tanısı konulmuştur.

**Bulgular:** Olguların %62.5'ine MA tanısı konuldu. Ortalama çalışma süresi  $78.8 \pm 18.9$  ay, çalışmaya başlama ile yakınmaların ortaya çıkışı arasındaki süre  $42.7 \pm 15.0$  ay idi.

#### ABSTRACT

**Aim:** Green energy is defined as works that do not harm the nature and are decent for human health. The green electricity obtained from the wind energy is remarkable with its increasing production volume in recent years. However, it is known that epoxy resins, hardeners, metal grinding and sanding works, paint work, glass fiber laying works are carried out and the works and materials used are risky for occupational asthma (OA). In this study, it is aimed to draw attention to the occupational diseases (OD) that may arise in the new and growing sector by presenting respiratory problems developing in the employees of wind turbines production facilities.

**Material and methods:** Between June 2018 and November 2018, the cases who were referred to the wind turbines wings production companies were evaluated. A total of 8 patients were diagnosed with work-related asthma.

**Results:** 62.5% of the cases were diagnosed with OA. The mean working time was  $78.8 \pm 18.9$  months, and the time between onset of work and onset of symptoms was  $42.7 \pm 15.0$  months.

**Conclusion:** The cluster cases evaluated are important to monitor the long-term effects of the

**Sonuç:** Değerlendirilen küme olgular az bilinen sektörün uzun dönem etkilerini izlemek ve bu sayede yeni gelişecek MH önlemek için önemlidir. Yeşil enerji üretiminin tanımına uygun şekilde doğaya olduğu kadar insan sağlığına da saygılı olması için gerekli iyileştirmeler yapılmalıdır.

## GİRİŞ

Yeşil işler, Uluslararası Çalışma Örgütü (UÇÖ) tanımına göre çevrenin korunmasına ve çevre kalitesinin artmasına, her türlü atık ve kirliliğin azaltılmasına yarayan işler olarak tanımlanmaktadır. Yeşil işlerin, aynı zamanda, insana değer veren, iyi kariyer ve maaş imkânları sağlayan, işçi haklarının yanı sıra, iş sağlığı ve güvenliğini de gözetken ve insana yakışan işler olması beklenmektedir (1).

Enerjinin temini için sürekli olarak doğal süreçlerden faydalanılması yeşil enerji olarak tanımlanmaktadır. Rüzgâr enerjisi sık kullanılan doğal kaynaklardan biridir (2). Rüzgâr türbinleri, kanatları yardımıyla rüzgârın mekanik enerjisini elektrik enerjisine çevirmeye yarayan sistemlerdir (3).

Rüzgâr türbini üretim, taşıma ve kurulum aşamalarının hepsinde mesleki tehlike ve risklere maruz kalım olasılığı bulunmaktadır. Ancak özellikle mesleki solunumsal hastalıklar için kanat üretimi sırasında kullanılan kimyasallar büyük risk oluşturmaktadır (4).

Bu araştırmada, rüzgâr türbini üretim tesislerinde çalışan bir olgu kümesinde ortaya çıkan mesleki solunum sistemi hastalıkları sunulacaktır. Olgular üzerinden yeni ve gidecek büyüyen bir sektörün tehlike ve risklerine dikkat çekilecektir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Tanımlayıcı tipteki bu çalışmada Haziran 2018- Kasım 2018- tarihleri arasında iki ayrı işletmeden MA ön tanısıyla sevk edilen olgular değerlendirilmiştir. Olguların iş öyküleri, kullandıkları maddeler ve maruz kalım değerlendirilmesi yapılmıştır. Astım tanısı Global Initia-

little-known sector, and thus to prevent new developing OD. Necessary improvements should be made to ensure respect for human health as well as nature in accordance with the definition of green energy production.

tive for Asthma (GINA) rehberine göre konulmuştur (5). Olası MA tanısı: astım ile uyumlu yakınmaların varlığı, çalışma ortamında astım yapıcı madde ile maruz kalım öyküsü ve yakınmaların iş dışında tamamen düzelmesi ya da azalması kriterleri ile konulmuştur (6). Tanımlayıcı bulgular yüzde, ortalama ve standart sapma ile sunulmuştur.

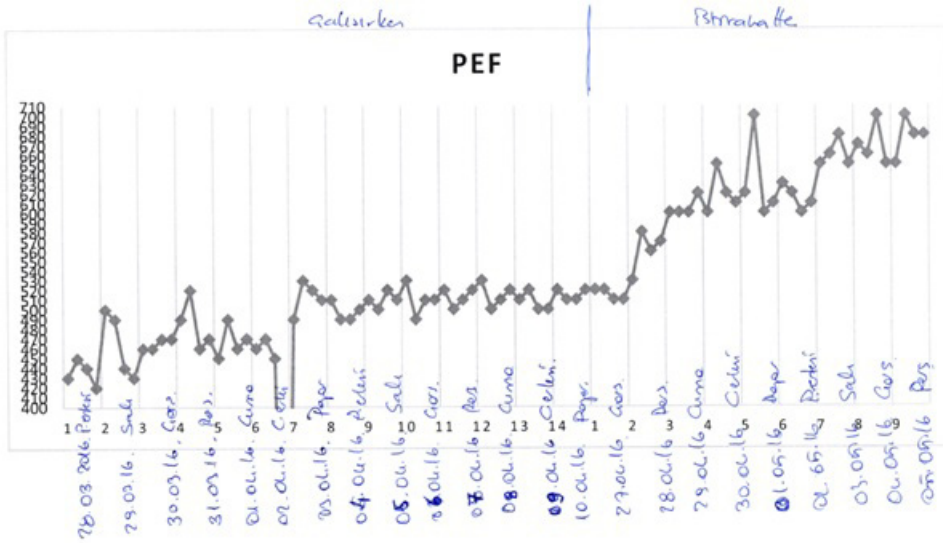
## BULGULAR

İki ayrı işletmeden başvuran ve değerlendirilen tamamı erkek 8 olgunun ortalama yaşı  $34.3 \pm 2.7$ 'dir. Olguların %62.5'i görüşme anında sigara kullanıyor iken, %25'i hiç sigara kullanmamıştı. Sigara kullanmış olan olguların paket/yıl ortalaması  $7.7 \pm 2.5$ 'dir. Olguların %62.5'ine MA, %12.5'ine işin şiddetlendirdiği astım, %25'ine olası MA tanısı konuldu. Olguların %87.5'inin nefes darlığı, %75'inin öksürük ve %25'inin göğüs ağrısı şikâyeti olduğu belirlenmiştir. Çalışmaya başlama ile yakınmaların ortaya çıkışı arasındaki süre  $42.7 \pm 15.0$ 'dir. Olguların %25'inin oskültasyonunda ronküs saptanmıştır. Olguların ortalama FEV1  $94.13 \pm 8.67$ , FVC değeri  $96 \pm 10.0$  lt'dir. Reversibilite testi yapılan olguların (n=7) %14.3'ünün test sonucu pozitif. Bronş provokasyon testi yapılan olguların (n=6) %16.7'sinin test sonucu pozitif. PEF izlem yapılan olguların (n=5) hepsi MA ile uyumlu bulundu. PEF izlem örneği Resim 1'de sunulmuştur. Olguların dermatit ve alerjik rinite yönelik yakınmaları sorgulandığında %25'inin (n=2) dermatit yakınması olduğu öğrenildi. Tüm olguların akciğer grafisi olağandı. Tek bir olgunun toraks HRCT'sinde düşük dansiteli sentrilobüler opasiteler saptandı (Resim 2). Ayrıca olguda tedavilere yanıtız nefes darlığı ve DLCO testinde orta

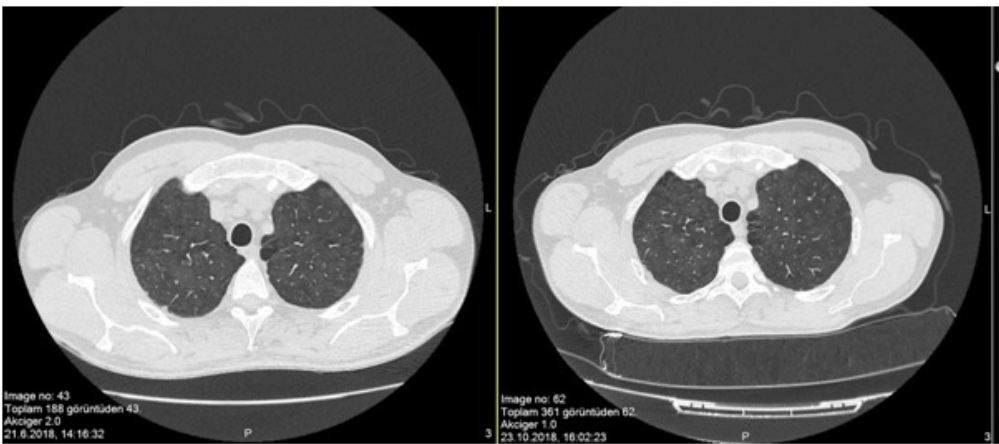
derecede düşüklük saptandı. Reversibilite testinde anlamlı düzelmeye ve yakınmaların işyerinden uzaklaştığında düzelmesi ve PEF izleminde anlamlı günlük değişiklik olması ile de işin şiddetlendirdiği astım düşünüldü ve mevcut radyolojik ve klinik bulgular ve yakınmalarla olguya olası hipersensitivite pnömonisi tanısı konuldu. Tüm olgulara ait sosyode-

mografik, klinik, radyolojik ve fonksiyonel bulgular Tablo 1’de verilmiştir.

Olgulardan 3’ü kanat üretim işçisi olarak çalışıyordu. Ortalama çalışma süresinin  $78.9 \pm 18.9$  ay idi. Olguların yaptıkları işler ve olası maruziyetlerine ilişkin bilgi Tablo 2’de sunulmuştur.



**Resim 1.** PEF izlemi yapılan olgulardan bir örnek



**Resim 2.** HRCT’de sentrilöbüler opasitelere ait görünüm

Tablo 1. Sosyodemografik, Klinik, Radyolojik ve Fonksiyonel Bulgular

| Olgu   | Yaş | Sigara içme /toplam paket yıl | Yakınma   | Yakınmalar ortaya çıkana kadar geçen süre (ay) | F.M | FEV1        | FVC         | FEV1/FVC | Rev.test                 | BPT  | Prick testi                 | PEF izlem değerlendirilmesi                               |
|--------|-----|-------------------------------|-----------|------------------------------------------------|-----|-------------|-------------|----------|--------------------------|------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|
| S.Ç.   | 29  | -/-                           | ND        | 20                                             | N   | 4.56 (%97)  | 4.92 (%87)  | %82      | Neg.                     | Yd   | Yd                          | Yd (Olası meslekl astım)                                  |
| M.G.   | 35  | + /20                         | ND, Ö, GA | 36                                             | N   | 3.75 (%82)  | 5.20 (%93)  | %90      | Neg.                     | Neg. | Yd                          | Yd (işin şiddetlendirdiği astım+hipersensivite pnömonisi) |
| A.G.   | 42  | + /7.5                        | ND, Ö     | 96                                             | R   | 3.89 (%95)  | 4.62 (%92)  | %84.3    | Neg.                     | Neg. | Ev tozu, zeytin, çim.ot (+) | MA                                                        |
| M.Ç.   | 44  | -/-                           | Ö         | 120                                            | N   | 3.71 (%90)  | 4.57 (%90)  | %81      | Neg.                     | Neg. | Neg.                        | MA                                                        |
| H.G.   | 43  | - /3.5                        | ND, Ö     | 12                                             | N   | 3.31 (%102) | 4.01 (%103) | %82      | Neg.                     | Neg. | Neg.                        | MA                                                        |
| Y.D.   | 27  | + /5                          | ND, Ö     | 6                                              | N   | 4.38 (%109) | 5.68 (%104) | %77.8    | Yd                       | (+)  | Yd                          | MA                                                        |
| M.F.T. | 26  | + /6                          | ND        | 40                                             | R   | 4.53 (%92)  | 6.71 (%114) | %67      | Neg.                     | Yd   | Yd                          | Yd (Olası meslekl astım)                                  |
| A.Y.   | 28  | + /4                          | ND, Ö, GA | 12                                             | N   | 3.80 (%86)  | 4.52 (%85)  | %81.6    | 440 ml artış mevcut(%13) | Neg. | Yd                          | MA                                                        |

F.M: Fizik Muayene, Rev.testi: Reversibilite testi, BPT: Bronş provakasyon testi, ND: nefes darlığı, Ö: Öksürük, GA: göğüs ağrısı, N: Normal, R:Ronküs, MA: Meslek astımı, Yd: yapılamadı

**Tablo 2.** İş Analizi

| Olgu  | Yaptıkları iş                           | Çalışma süresi (ay) | Olası maruz kalımlar                                 | Son tanı                                                 |
|-------|-----------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| S.Ç   | Taşılama işçisi*                        | 45                  | Epoksi reçine, serleştirici (izosiyanat), cam elyaf  | Olası mesleki astım                                      |
| M.G   | Kalıp bakım kaptanı ve zımpara işçisi** | 48                  | Epoksi, reçine, serleştirici (izosiyanat), cam elyaf | İşin şiddetlendirdiği astım + hipersensitivite pnömonisi |
| A.G   | Kanat üretim işçisi***                  | 144                 | Epoksi, reçine, serleştirici (izosiyanat), cam elyaf | MA                                                       |
| M.Ç.  | Reçine karışımı hazırlama işçisi****    | 114                 | Reçine, serleştirici (izosiyanat)                    | MA                                                       |
| H.G.  | Kalıplama işçisi*****                   | 160                 | Reçine, serleştirici (izosiyanat)                    | MA                                                       |
| Y.D   | Kanat üretim işçisi                     | 12                  | Reçine, serleştirici (izosiyanat)                    | MA                                                       |
| M.F.T | Kanat üretim işçisi                     | 48                  | Reçine, serleştirici (izosiyanat)                    | Olası mesleki astım                                      |
| A.Y   | Civata taşılama işçisi                  | 60                  | Metal tozu, epoksi                                   | MA                                                       |

\* Rüzgâr gülü kanatları yapıldıktan sonra canavarla dışında kalan fazlalıkları kesme işi

\*\* Yapılmış olan kalıpların bakımı, deforme olan yerlerin fotoğrafının çekilmesi ve havalı zımpara aleti ile zımparalama işi

\*\*\*Kanat üretim işi: kalıplama, reçine hazırlama ve infüzyon işlemlerinin tümü

\*\*\*\* Reçine karışımı hazırlama işi: bisfenol A+ sertleştirici maddeleri reçeteye göre hazırlama ve karıştırma işi

\*\*\*\*\* Elektrik veya sıcak su ile devir daim olarak ısınan boş kalıba kimyasal maddelerin bez ile sürülmesi işi

## TARTIŞMA

Rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi küresel ısınma nedeniyle son yıllarda üzerinde durulan ve giderek daha fazla yatırım yapılan bir sektör haline gelmiştir. Avrupa Rüzgâr Enerji Birliği (The European Wind Energy Association) verisine göre 2020 yılında tüm dünya elektrik ihtiyacının %15'inin rüzgâr enerjisinden kaynaklanacağı tahmin edilmektedir (7). Bu tahmine göre rüzgâr türbini üretim işinin de giderek büyüyeceği öngörülebilir.

Rüzgâr türbini işlemlerinde kanat üretim işi kullanılan malzemelerin özellikleri nedeniyle alerjik yakınmalara neden olmaktadır. Literatürde kanat üretim işinde çalışan olgularda gelişen mesleksi dermatit sıkça tartışılmıştır (8-10).

Epoksi reçine malzemelerde özellikle Bisfenol A maddesine karşı duyarlanma oldukça sıktır. Karışımı oluşturan amin ve akrilat grubu

sertleştiriciler ve eter grubu reçine seyrelticiler de cilt ve solunum yolları açısından irritant ve duyarlaştırıcı olarak bilinmektedir (11). Bizim olgularımızdan da reçine hazırlama işi yapan bir olguda dermatit ile ilişkili yakınmalar saptanmıştır. Bisfenol A'nın uzun dönem etkileri özellikle çocukluk çağındaki maruziyetler açısından oldukça fazla tartışılmıştır. Hormon benzeri davranış göstermesi nedeniyle endokrin bozukluklar, hiperglisemi, hiperlipidemi gibi hastalıklarla ilişkili olabileceği belirtilmiştir (12,13)

Epoksi reçine karışımının içinde sertleştirici olarak kullanılan akrilat ve amin grubu maddelerin mesleki astım etkeni olduğu da iyi bilinmektedir. Özellikle akrilat ve reçineleri sıkça kullanan diş teknisyenliği, boya ve inşaat işleri, gemi, uçak ve spor malzemesi üretimi gibi pek çok alanda mesleki astım olguları bildirilmiştir (9,10,14). Biz de kliniğimize sevk edilen olguların %62.5'ine MA, %12.5'ine işin

şiddetlendirdiği astım ve tetkiklerine devam etmeyen 2 olguya da yüksek olasılıkla MA tanıları koyduk. 4 olgunun astım non spesifik bronş provakasyon testi ve reversibilite testleri negatif olarak saptanmasına rağmen astım ile uyumlu yakınmalarının varlığı, çalışma ortamında astım yapıcı madde ile maruz kalım öyküsü ve maruz kalımları ortadan kalktığında yakınmaların tama yakın düzelmesi ile tanı konulmuştur. Astım tanısında yakınmaların sorgulanmasının esas alındığı anketler tanı ve tarama testleri olarak sıklıkla kullanılmaktadır (15,16). Fonksiyonel değerlendirme testlerinin bazı faktörler nedeniyle yanlış pozitif veya yanlış negatif sonuçları olabileceği akılda tutulmalıdır (17). Bulgularımız literatür ile uyumludur.

MA dışında HP pnömonisi de epoksilerin solunum sistemi üzerine olan etkilerinden biridir. Bir olguya klinik, fonksiyonel ve radyolojik bulguları ile hipersensitivite pnömonisi tanısı konulmuştur. Reçinelerin içinde sertleştirici olarak kullanılan toluen diizosiyanat ve metilendifenil diizosiyanat maddelerinin hipersensitivite pnömonisi yaptığı iyi bilinmektedir (18). Bizim hipersensitivite pnömonisinden kuşkulandıığımız olgunun kabul etmemesi nedeniyle olguya fiberoptik bronkoskopi yapılamamıştır.

Rüzgâr türbini üretim işlerinde epoksiler, metal işleri, boya işleri gibi pek çok riskli işlem yapılmaktadır. Son yıllarda reçinelerin içine dayanıklılığı artırmak ve maliyeti azaltmak için nano-malzemelerin de katıldığı bildirilmektedir. Nano-malzemelerin solunum sistemine, merkezi sinir sistemine, immun sistem gibi pek çok sistem üzerine etkileri olduğu hayvan

çalışmaları ile gösterilmektedir (19). Bu malzemelerin uzun dönem etkilerini izlemek açısından da sektörü yakından takip etmek ve mesleki riskleri akılda tutmak gelişebilecek meslek hastalıklarını önlemek açısından çok önemlidir (20).

İnsan ve çevre sağlığı açısından uzun dönem etkileri açısından üzerinde durulması gereken bir diğer önemli konu rüzgar türbinlerinin artırlarıdır. 2050 yılında tüm dünyada 43 milyon ton atığa yol açacağı öngörülmektedir (7). Bu artıkların bertarafının ciddi ekonomik maliyeti ve çevre sağlığı açısından önemli sorunları doğuracağı muhakkaktır. Görünen makro atıklar yanında sıvı epoksi reçinelerinin doğada kolay parçalanabilir (biodegradable) olmamaları ve suya kolaylıkla bioakümülyasyon yapabilme özellikleri nedeniyle Avrupa Birliği çevre koruma standartlarına göre çevre için "tehlikeli" olarak sınıflandırıldığı bilinmektedir (21). Bu ve bunun gibi insan ve çevre sağlığı ve güvenliği açısından potansiyel tehlike oluşturabilecek sonuçlar gelecekte sıklıkla tartışılacak gibi gözükmektedir.

Benzer işletmeden başvuran bu küme olgu grubu UÇO yeşil iş tanımında insana yakışır iş kavramını sorgulamamamıza neden olmuştur. Sektörde kullanılan pek çok kimyasalın solunum sistemi başta olmak üzere sistemler üzerine zararlı etkileri olduğu görülmüştür. Bir yandan doğayı ve çevreyi koruyan yeşil işlerin insan sağlığı ve güvenliği açısından da özenli olması beklenmektedir.

Yeni ve giderek büyüyen yeni bir sektörde ortaya çıkan küme olgular sektöre dikkat çekmek açısından oldukça önemli olduğu için sunulmuştur.

#### KAYNAKLAR

1. ILO. Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world (report overview). 24 September 2008.
2. ÖZSOY C. Yeşil işler ve istihdam olanakları üzerine bir tartışma. Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 2016; 8(1): 51-60.
3. Egeli E. Aero Rüzgar Enerjisi staj raporu 2015.
4. Mishnaevsky L, Branner K, Petersen H, Beauson J, McGugan M, Sørensen BJM. Materials for wind turbine blades: an overview. Materials (Basel) 2017; 10(11): pii: E1285. doi: 10.3390/ma10111285.

5. Report G. Global Strategy for Asthma Management and Prevention 2018.
6. Espuga M, Muñoz X, Plana E, Ramón M, Morell F, Sunyer J, et al. Prevalence of possible occupational asthma in hairdressers working in hair salons for women. *Int Arch Allergy Immunol* 2011; 155(4): 379-88.
7. Liu P, Barlow CYJWM. Wind turbine blade waste in 2050. *Waste Manag* 2017; 62: 229-40.
8. Nogueira A, Morais P, Cunha AP, Azevedo FJC. Systemic allergic contact dermatitis to fiberglass in a factory worker of wind turbine blades. *Cutan Ocul Toxicol* 2011; 30(3): 228-30.
9. Aytekin A, Toğral AK, Yılmaz ÖH. Epoksi Reçineleri ve Mesleki Dermatozlarla İlişkisi Epoxy Resins and the Relationship with Occupational Dermatoses.
10. Bangsgaard N, Thyssen JP, Menné T, Andersen KE, Mortz CG, Paulsen E, et al. Contact allergy to poxy resin: risk occupations and consequences. *Contact Dermatitis* 2012; 67(2): 73-7.
11. Rasmussen K, Carstensen O, Pontén A, Gruvberger B, Isaksson M, Bruze MJlao, et al. Risk of contact allergy and dermatitis at a wind turbine plant using epoxy resin-based plastics. 2005;78(3):211-7.
12. Marmugi A, Lasserre F, Beuzelin D, Ducheix S, Huc L, Polizzi A, et al. Adverse effects of long-term exposure to bisphenol A during adulthood leading to hyperglycaemia and hypercholesterolemia in mice. 2014;325:133-43.
13. Markey CM, Wadia PR, Rubin BS, Sonnenschein C, Soto AMJBor. Long-term effects of fetal exposure to low doses of the xenoestrogen bisphenol-A in the female mouse genital tract. 2005;72(6):1344-51.
14. Karadağ ÖKJMSvGD. BOYA UYGULAMA İŞLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ. 2015;5(17).
15. Shin B, Cole S, Park S-J, Ledford D, Lockey RJJACI. A new symptom-based questionnaire for predicting the presence of asthma. 2010;20(1):27-34.
16. Burr MLJC, Allergy E. Diagnosing asthma by questionnaire in epidemiological surveys. 1992;22(5):509-10.
17. Derneği TJTD. Astmada Taniya Yönelik Pratik Uygulama Kılavuzu. 2003;4.
18. KITER GJİS. Mesleki Etkenlere Bağlı Hipersensitivite Pnömonisi/Ekstrensek Alerjik Alveolit.29.
19. Papp T, Schiffmann D, Weiss D, Castranova V, Vallyathan V, Rahman QJN. Human health implications of nanomaterial exposure. 2008;2(1):9-27.
20. Lacal-Arántegui RJJoCP. Materials use in electricity generators in wind turbines–state-of-the-art and future specifications. 2015;87:275-83.
21. AGENTS ERAC. Toxicology, Health, Safety and Environmental Aspects August 2017.

#### Yazışma Adresi:

Dr. Ayşe Coşkun Beyan  
Dokuz Eylül Üniversitesi, İş ve Meslek Hastalıkları  
Bilim Dalı, İzmir, Türkiye  
dr.aysecoskun@hotmail.com

Ayşe Coşkun Beyan: 0000-0002-3731-2978  
Arif Cimrin: 0000-0003-0200-8439  
Hande Bahadır: 0000-0002-2877-226X