

# İndigo Boya Tozunun Denim Fabrikası Çalışan Sağlığı Üzerine Etkisi

## Effect of Indigo Dye Powder on Employee Health of Denim Factory

Hüseyin BENLİ 

### ÖZET

İndigo denim kumaşların renklendirilmesinde kullanılan bir boyarmaddedir. Doğal indigo 6.000 yıldan, sentetik indigo ise 150 yıldan fazla bir süredir tekstil boyası olarak kullanılmasına rağmen indigo'nun yan etkileri ve toksisitesi hakkında çok az araştırma raporu bulunmaktadır. Bu derlemede boyahanelerdeki indigo boyarmadde tozlarının çalışan sağlığı üzerine yapacağı olumsuz sağlık sorunlarının neler olabileceği araştırılmıştır. Dünyada üretilen yaklaşık 25 milyon ton pamuğun yüzde 20'si denim kumaşların üretiminde kullanılıyor olması ve bunların renklendirilmesinde indigo boyarmaddesine ihtiyaç duyulması nedeniyle tonlarca indigo boyarmadde tozları ile çalışanlar üretin sürecinde karşı karşıya kalacak demektir. Bu durumun sonuçlarının halk sağlığı açısından kritik bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir. İndigo boyarmadde tozlarının işyeri ortam havasına yayılması sonucu çalışanların karşılaşabileceği sağlık sorunları hakkında literatürde belirtilmiş olan araştırma ve bulguları bir çatı altında toplayarak işverenin, çalışanların, iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarının ve işyeri hekimi ve diğer sağlık personellerinin farkındalıklarının artırılması beklenmektedir.

**Keywords:** Denim, Jean, İndigo, İş Sağlığı.

### ABSTRACT

Indigo is a dyestuff used to color denim. Although natural indigo has been used as a textile dye for over 6,000 years and synthetic indigo for more than 150 years, there are few research reports on the side effects and toxicity of indigo. In this review, it has been investigated what negative health problems can be caused by indigo dyestuff powders in dyehouses on employee health. Because 20 percent of the world's approximately 25 million tons of cotton is used in the production of denim fabrics and indigo dyestuff is required for coloring them, those who work with tons of dye powder will be confronted during the production process. The consequences of this situation are thought to be of critical importance in terms of public health. It is hoped that the awareness of employers, employees, occupational health and safety specialists and workplace physicians will be increased by gathering the research and findings stated in the literature about the health problems that employees may encounter due to this dust spreading into the workplace.

**Anahtar Kelimeler:** Denim, Jean, Indigo, Occupational Health.

## I. GİRİŞ

Yaklaşık 300 yıldır tekstil endüstrisinde çalışmanın tehlikeli ve alerjik solunum yolu patolojilerinden sorumlu olduğu kabul edilmiştir. 18. yüzyılın başlarında, B. Ramazzini keten ve kenevire maruz kalan çalışanlar arasında tuhaf bir astım türü tanımlamıştır [1]. O zamandan beri, bazı alerjik patolojilerin yayılımı, özellikle astım, tekstil endüstrisinde artan kimyasal ve sentetik elyaf kullanımı nedeniyle yükselmiştir. Astımın, tekstil çalışanları arasında açık ara en yaygın mesleki solunum hastalığı olduğu bildirilmektedir [2]. Çeşitli çalışmalar, pamuk tozuna maruz kalan çalışanların öksürük, balgam, göğüste sıkışma, nefes darlığı, hırıltılı solunum, bronkokonstriksiyon ve solunum yolu hastalıkları gibi akut solunum semptomlarına neden olabileceğini göstermiştir [3]. Cinsiyet, hizmet yılı ve havalandırmanın yanı sıra tekstil fabrikasının çırçır, eğirme, dokuma gibi bölümlerin de çalışmanın solunum bozuklukları ile önemli ölçüde ilişkili olduğu tespit edilmiştir [4]. Yoğun araştırmalar, tekstil işçilerinde tekstil tozu ile kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) arasında bir ilişki bulmuştur ve pamuklu tekstil fabrikası çalışanlarında solunum semptomlarının daha yaygın olduğunu, azalan akciğer fonksiyonu (obstrüktif ve kısıtlayıcı), pamuk işçilerinde artan solunum semptomları ve akciğer kanseri gelişimi bildirilmiştir [3]. Çok sayıda tekstil çalışanın, bakteriyel kontaminasyondan kaynaklanan endotoksin dahil olmak üzere pamuk tozuna ve kirleticilerine maruz kaldığı ve hem toz partikülleri hem de endotoksin, çeşitli farklı solunum sağlığı sorunlarına neden olabileceği ve solunabilir toz ile endotoksin arasında orta düzeyde bir ilişki olduğunu bildirilmiştir [5].

Tekstil çalışanlarının maruz kaldığı tozlardan biri de tekstil maddelerinin renklendirilmesinde kullanılan boyarmaddelerin tozlarıdır. Tekstil endüstrisinin tek başına toplam boyarmadde tüketimi dünya çapında 107 kg/yıl'ı aş-

maktadır [6]. Denim endüstrisi ve burada kullanılan indigo boyarmaddesinin çalışan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri de önem arz etmektedir. Çözgü olarak indigo ile boyanmış ve atkı olarak boyanmamış pamuk ipliği ile çözgü yüzlü dimi desende dokunan eşsiz bir kumaş türü olan denim, tüm zamanların modası ve sürekli evrim geçiren bir kumaş olarak adlandırılabilir. Denim günümüzde, sadece bir giysiden ziyade tüm bir yaşam tarzı olarak karşımıza çıkmaktadır. Denim'in geleceği de yenilikler sayesinde umut vaat etmektedir [7]. Denim ile ilgili çok farklı tanımlar yapılmış olup bunlardan bazıları 'rahat', 'riskli', 'maceracı', 'rahatlatıcı', 'göz alıcı', 'çekici', 'agresif', 'akıllı', 'gündelik', 'komik', 'dinamik', 'enerjik', 'modaya uygun', 'pratik', 'yaratıcı' ve 'evrensel' gibi sıfatları ile tanımlanmıştır [8]. Fransa'nın "de Nimes" kentinde üretilmeye başlandığı için, "Nimes'den gelen" anlamını taşıyan adını bu şehirden almıştır. İlk kez Fransa'nın Nimes ve İtalya'nın Cenova kentlerinde iş giysisi olarak dokunmaya başlanmıştır. 1850 yılında kurulan Levi Strauss & Co. denim kumaşından işçi elbiseleri üretmeye başlamasıyla birlikte Jean markalaşma sürecine girmiş ve tüm Dünya'da tanınmıştır.

Türkiye'nin denim ile tanışması ise II. Dünya Savaşı sonralarına rastlamaktadır. II. Dünya Savaşı'ndan sonra Avrupa'daki gibi Türkiye'de de Amerikan üsleri kurulmuştur. Amerikan askerinin üniformalarıyla birlikte sivil hayatta giydiği bluejeans rağbet görmeye başlamıştır. Daha sonraki yıllarda Türk bluejeans'ine marka olarak soyadını veren Muhteşem Kot, Avrupa'ya yaptığı bir gezi sırasında bluejeans ile karşılaşmış ve araştırdığında bluejeans'in Amerika'da kovboylar ve tarım işçileri tarafından giyildiğini öğrenmiştir. Türkiye'de de işçi ve köylünün giyebileceği sağlam, rahat ve bakımı kolay bir pantolon olabileceğini düşünüp bluejeans üretimine başlamıştır. "Kot" bir marka olarak 1958 yılında tescil edilmiştir. Böylece Muhteşem Kot'un girişimiyle bluejeans, yaklaşık yüzyıl sonra Ameri-

ka'dakinin aynı işleviyle İstanbul'daki tarihine başlamıştır [9].

Bu çalışmanın esas amacı, denim üretimi için çok miktarlarda kullanılan doğal veya sentetik koyu mavi renkli indigo boyarmadde tozlarının işyeri ortam havasına yayılması sonucu burada çalışan kişilerin karşılaşılabileceği sağlık sorunları hakkında literatürde belirtilmiş olan araştırma ve bulguları bir çatı altında toplayarak bu konuda işverenin, çalışanların, iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarının ve iş yeri hekimi ve diğer sağlık personellerinin farkındalıklarını arttırmaktır.

## II. YÖNTEM

Tarama yönteminin kullanıldığı çalışmada, basılı ve online veri tabanlarından derlenen dokümanlardan, kamu istatistikleri ve kurumsal bazda hazırlanan çalışma raporlarından yararlanılmıştır. İstatistikler ve çeşitli raporlardan elde edilen veriler bulgular kısmında açıklanmıştır. Bu elde edilen veriler ışığında indigo boyalarını kullanan işletmelerin çalışanlarında ortaya çıkabilecek sağlık sorunları kronolojik olarak detaylı bir şekilde sunulmuştur. İndigo'nun üretim sürecinden başlayarak, boyama işlemlerinde kullanılan kadarki süreçlerde çok farklı yardımcı kimyasal maddeler ve üretim yöntemleri mevcuttur. Bunların bir kısmı çevreye ve insan sağlığına zarar verdikleri bilinmektedir. Ancak, bu çalışmada özellikle toz halinde denim üretiminde kullanılan indigo boyarmaddesinin işletmenin farklı bölümlerinde çalışan kişilerin sağlığına verebileceği olumsuz sağlık sorunları üzerinde durulmuştur. Literatürdeki makale kümelerini belirlemek için nesnel bir yaklaşım olan atıf ağı analizinin kullanımına dayanarak, indigo'nun insan sağlığı konularında üç ana araştırma alanı bulundu: dermatolojik etki, toksikolojik etki ve solunum etkisi. Her araştırma alanı içinde bir bilgi yapısı haritası çizmek için makalelerin Ana Yol Analizi yapılarak daha fazla araştırma yapıldı.

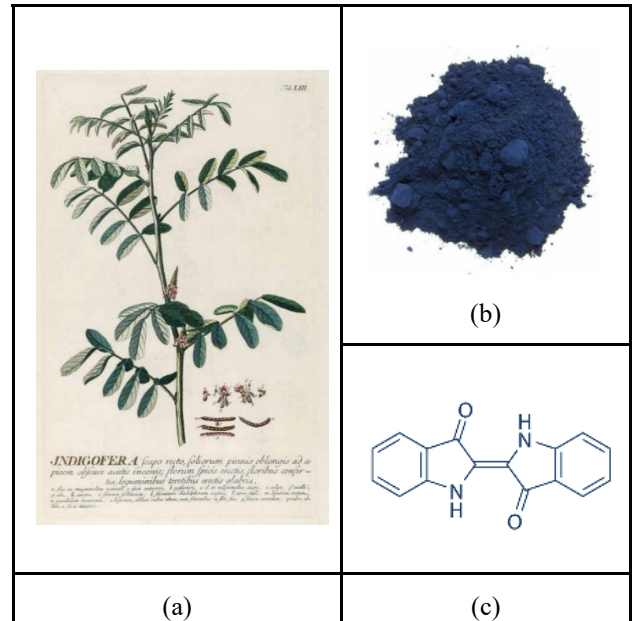
Son olarak, insan sağlığı perspektifinden her bir araştırma alanı için gelecekteki araştırma fırsatları ve yönleri önerilmiştir.

### A. İndigo Boyarmaddesi

Blue Jean, indigo ile boyanmış denim kumaşından üretilir. Doğal indigo, "Indigofera tinctoria L." (Şekil 1 (a)) bitkisinin taze yapraklarının fermantasyonuyla üretilen organik bir boyarmadde. Peru'nun kuzey kıyısındaki Huaca Prieta'nın Preceramic bölgesindeki arkeolojik çalışmada bulunan 6000 yıllık pamuklu kumaşlar analiz edilmiş ve bu kumaşın bir indigoit boya (indigotin) olarak mavi bir pigmentin izlerini taşıdığı ve bu da onu indigo'nun bilinen en eski kullanımı haline getirdiği rapor edilmiştir [10]. Indigofera tinctoria L. bitkisinin fermantasyonundan elde edilen koyu mavi renkli toz (Şekil 1 (b)) boya Hindistan'da ise yaklaşık 4000 yıldır bilinmektedir.

Fenikeli tüccarlar ve göç eden halklar vasıtasıyla bu

Şekil 1: Doğal indigo üretiminde kullanılan indigofera tinctoria L. bitkisi (a) [13], elde edilen mavi renkli toz indigo boyarmaddesi (b) ve kimyasal yapısı (c) [14]



boyarmadde giderek Akdeniz bölgesine ve Avrupa'ya yayılmıştır. MÖ 1600 yıllarda Endonezya, Çin ve Afrika'da indigo'nun izlerine rastlanmıştır. Mavi renkli olan indigo'nun, gri, yeşil ve kırmızı tonları bulunur [9]. İlk sentetik indigo boyarmaddesi 1897 yılında BASF tarafından sentezlenmiştir [11, 12]).

Küp boyarmadde sınıfında olan mavi indigo veya indigotin olarak ta bilinen indigo boyarmaddesi (C.I. Vat Blue 1, CI 7300, CAS numarası: 482/582-89-3, IUPAC adı 3H-indol-3-yl, 2-((1,3-dihidro-3-oxo-2H-indol-2-ylidene)-1,2-dihidroksi, Kimyasal formülü  $C_{16}H_{10}N_2O_2$ ) (Şekil 1 (c)) dir.

Suda çözünmez ve yaygın çözücülerde ise az miktarda çözünür ve de 300°C'de erir [12]. İndigo boyalar tekstil, kâğıt, deri, plastik gibi materyallerin renklendirilmesi ile gıda, ilaç, kozmetik ve fotokimyasal gibi özel uygulamalar için de kullanılan renklendiricidir [7]. Düşük kaliteli bir boya olan indigo, denime karakteristik mavi rengi verdiği için denim boyamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Sentetik indigo şimdilerde bitkilerden elde edilen doğal indigo'nun yerini almış durumdadır [15]. Son zamanlarda, indigo dünya çapında en çok üretilen boya haline gelmiştir. 2001 yılında 22.000 ton olan indigo boyarmadde üretimi, yüksek küresel pazar talebi nedeniyle 2011 yılında 50.000 tona yükselmiştir. 2011 yılında 50.000 ton olan indigo talebi, toplam üretimin %95'i, yılda 4 milyardan fazla denim giysisinin boyanmasında kullanılmıştır [16].

### III. ARAŞTIRMA BULGULARI

Denim giysiler, Türkiye'de dokuma konfeksiyon sanayinin önemli üretim dallarından biri konumunda yer almaktadır. Bu ürün grubu 200'den fazla ülkeye ihracat yapan Türkiye'nin dokuma konfeksiyon ihracatında genel olarak yüzde 25-30 arasında önemli bir paya sahiptir. 2020 yılında Türkiye'den 1,4 milyar dolarlık denim giysi ihra-

catı ve 2021 yılının ilk çeyrek döneminde 431,5 milyon dolarlık denim giysi ihracatı ile 2020'nin aynı dönemine kıyasla yüzde 5,4 oranında artış göstermiştir. Dokuma konfeksiyon ihracatı içerisinde denim giysilerin payı ise yüzde 25,1'dir. Dünyada üretilen yaklaşık 25 milyon ton pamuklu yüzde 20'si denim kumaşların üretiminde kullanılmaktadır [17].

Denim kumaşların renklendirilmesi esnasında kullanılan indigo boyarmaddesinin tozları işyeri çalışma ortamına yayılabilir. Bu tozlara maruz kalan çalışanlarda görülen en çok hastalık ise Mesleki astımdır. Mesleki astım (OA), "iş yeri dışında karşılaşılan uyarılara değil, belirli bir mesleki ortama atfedilebilen nedenler ve koşullar nedeniyle değişken hava akımı kısıtlaması ve hava yolu aşırı duyarlılığı ile karakterize edilen bir hastalık" olarak tanımlanmıştır [18].

#### A. Endüstriyel Tozlar

Atmosferin her yerinde tozlar bulunmasına rağmen, yüzyıllardır bazı tozlu mesleklerde çalışanların, bu tozlu işlere maruz kalmayanlara göre daha az sağlıklı oldukları kabul edilmiştir. Tozlu ortamlarda çalışanların meslek hastalıklarının, tozun solunması, yutulması, doğrudan cilt yoluyla emilmesi, cildin tahriş olması veya bunların bir kombinasyonu ile sisteme girmesinden kaynaklandığı bilinmektedir. Havada süspansiyon halinde bulunan partiküller toz veya duman olarak adlandırılır. ABD Halk Sağlığı Servisi tarafından tozlu endüstrilerde yapılan araştırmalarda, incelenen toz parçacıklarının yaklaşık yüzde 70'inin 1 ila 3 mikron arasında olduğunu, sadece yaklaşık yüzde 20'sinin 1 mikrondan küçük olduğunu ve ortalama boyutunun ise 1.3 mikron olduğunu ve ayrıca endüstriyel tozların boyutunun esas olarak 10 mikrondan küçük olduğu, asbest gibi havadaki lifli tozların ise 200-400 mikron çapında oldukları bildirilmiştir [19]. ISO'ya göre ise toz; "75 mikrondan küçük, bir süre havada asılı kalan ancak kendi ağırlığı ile

çöken küçük katı partiküller” olarak tanımlanmıştır [20].

Önemli miktarda serbest silika içerenler gibi belirli toz türlerine maruz kalmanın solunum yolu hastalıklarından kaynaklanan hastalık ve ölüm oranını arttırdığı artık iyi bilinmektedir; kurşun ve bileşikler gibi metalik tozlar ise genel sistemik zehirlenme ile ilişkilendirilmiştir.

## B. Toksik ve/veya Tahriş edici tozlar

Bazı tozların zehirli olduğu bilinirken, bazıları ise uygun konsantrasyonlarda nispeten zararsızdır. Ancak yüksek konsantrasyonda tozun solunmasının istenmediği söylenebilir. Zehir, “doğrudan doğal kimyasal özellikleri aracılığıyla ve olağan eylemiyle vücuda, dışarıdan veya içeriden makul dozlarda uygulandığında yaşamı yok etme veya sağlığı ciddi şekilde tehlikeye atma yeteneğine sahip herhangi bir maddeye” denir. Toksik tozun solunmasından kaynaklanan hasar lokal veya uzak olabilir ve etkilenen diğer merkezler sırayla materyalin protoplazmik bir zehir olup olmadığına, reaksiyonda kostik olup olmadığına veya kan dolaşımına emilip taşınıp taşınmadığına bağlıdır.

Toksik veya tahriş edici tozların tümü, sistemik veya yerel olarak istenmeyen semptomlar üreten organik tozlardır. Lokal semptomlara neden olanlar genellikle tahriş edici olarak tanımlanır; genel veya sistemik semptomlar üretenlere “toksik” denir. Bir toz hem toksik hem de tahriş edici olabilir. Organik bileşiklerden tozun solunmasını takiben bildirilen yaralanma veya ölüm vakalarında, baş suçlular arasında para-nitranilin, di-nitro benzenler, kloro di-nitro benzenler, tri-nitro fenol ve nitro-naftalin bulunur. Metil menekşe tozuna maruz kalan işçilerde korneanın iltihaplanmasına bağlı göz hasarı meydana geldiği bildirilmiştir. Para-fenilendiamin türevlerinden gelen toz, özellikle tahriş edici ve tehlikelidir, yalnızca tozun ciltle temas ettiği şiddetli bir dermatit formuna neden olmaz, aynı zamanda solunum yollarının mukozaya zarında akut iltihaplanmaya da

neden olur. Toz boyaların kullanılması sırasında ve boyama işlemlerinde, özellikle parçacıkların her yöne yayıldığı hidro-ekstraksiyon işleminde toksik tozlar üretilebilir. Kömür katranı ve indigo boyları en sık kullanılan maddelerdir [19]. Denim endüstrisi için kullanılan boyların çoğu, solunum hassaslaştırıcıları olarak kabul edilmektedir. Bu solunum hassaslaştırıcılarının solunması sırasında mesleki astım oluştururlar. Benzidin bazlı boylar kansere neden olma potansiyeline sahiptir, bu boyarmaddeler ayrıca burun akıntısı veya tıkanıklığı, sulu veya dikenli gözler, hırıltılı solunum, göğüste sıkışma ve nefes darlığı gibi alerjik semptomlara neden olur [6]. Denim fabrikalarındaki çalışanlar indigo boya tozuna maruz kalarak mesleki astım gibi hastalıklara yakalanabilirler. Bu konuda yapılan bazı araştırmalar şu şekilde özetlenmiştir.

1976 yılında, bir tekstil boya maddesi olan indigo tozuna mesleki olarak maruz kalmanın bir sonucu olarak mesane kanserinin meydana geldiği bildirilmiştir [21]. Boyaların kullanıldığı çalışma ortamlarında üst solunum yolu ve göz semptomları sıklıkla belgelenmiştir. Molhave vd. düşük konsantrasyonlarda uçucu organik bileşiklere (organik gazlar ve buharlar) deneysel maruziyetlerde göz, burun ve boğazda tahriş gibi akut semptomları tanımlamıştır [22]. Rannug vd. yapmış oldukları bir çalışmada teknik dereceli ve %98 saflıktaki sentetik indigo boya tozunun mutajenik etkiler gösterdiğini bildirdiler. Günlük 0,5 g/kg dozda kompleks indigo boya tozunun oral yoldan verilmesi, sıçanlarda lökosit sayısını artırdığı ve indigo'nun genotoksik olmayan bir kanserojen olarak hala potansiyel bir sağlık riski oluşturabileceğini rapor etmişlerdir [23]. Miller vd. iş yerinde öğütülmüş toz halinde serbest dolaşan FD&C Mavi Boya No. 2'ye (İndigotin) 2 yıl boyunca maruz kalan bir çalışanın öksürük, nefes darlığı, hırıltılı solunum ve burun tıkanıklığı gibi sağlık sorunları ile karşı karşıya kaldığını bildirilmiştir (Miller vd., 1996). Zuskin vd.'nin yapmış

oldukları araştırmada, indigo boyalar, direk boyalar, reaktif boyalar, dispers boyalar, kükürt boyalar gibi farklı tiplerde boyarmadde kullanılan bir tekstil boyama endüstrilerinde çalışan işçilerde akut ve kronik solunum semptomlarının yanı sıra akciğer fonksiyonlarında değişiklikler gelişebileceği bildirilmiştir. Bu boyarmaddelere maruz kalan işçilerde kronik solunum yolu semptomlarının yaygınlığı, kontrol çalışanlarından sıklıkla (anlamli ölçüde) daha yüksek olmuştur. Maruz kalan çalışanlarda, kronik semptomların en yüksek prevalansın nefes darlığı, kronik öksürük, kronik balgam, rinit, sinüzit ve ses kısıklığı için elde edildiği ve bu semptomların sıklığı maruz kalma süresi ile arttığı, çalışanlarında, iş vardiyası sırasında gelişen, en çok boğaz kuruluğu ve göz tahrişi olmak üzere, özellikle üst solunum yolu tahrişi olmak üzere akut semptomların yüksek oranda bir sıklık gösterdiği bildirilmiştir [24]. Nodoushan vd. boya çalışanları arasında akut ve kronik solunum yolu semptomlarının ortaya çıkma olasılığının önemli ölçüde yüksek olduğunu rapor etmişlerdir [25]. İndigo boyarmaddesi ile boyanmış pamuklu dokuma fabrikası çalışanlarının solunum problemleri riski altında olduğu ve öksürük, balgam varlığı, göğüste sıkışma, hırıltı ve nefes almada zorluk gibi sorunlar yaşandığı rapor edilmiştir [3].

Son yapılan araştırmalardan birinde ise, indigo'nun saç boyası olarak kuaförlerde kullanılması esnasında çalışanların mesleki astım, rinit ve kontaktürtikeri doğrulandığı ve tipik olarak toz halinde kullanılan bitkisel boyaların, kuaförlerde mesleki hava yolu ve cilt hastalıklarının potansiyel nedenleri olduğunu rapor etmişlerdir [26].

#### IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

Türkiye hem denim kumaş sektöründe hem de denim hazır giyim sektöründe dünyadaki en başarılı ülkelerden biridir. Denim kumaş ihracatında dünya üçüncüsü olan Türkiye'nin dünya pazar payı %9, denim hazır giyim ihra-

catında da dünya üçüncüsü olan ülkemizin pazar payı % 5'tir. [9]. Denim jean'lerin moda endüstrisinde tartışılmaz bir rolü olduğu iyi bilinmektedir. Muhtemelen gelecekte de Jean üretimi ve terbiyesinde pek çok gelişme yaşanacaktır. 1969'da bir Amerikan kumaş dergisi yazarı, "Denim dünyanın en eski kumaşlarından biridir, ancak sonsuza kadar genç kalır" sözü günümüzde de hale geçerliliğini korumaktadır. Denimin geleceği güvende ve dünya çapında popülaritesi giderek artıyor, ancak ekoloji ve moda, kot üretimi ve pazarlaması için itici faktörler olmaya devam etmektedir. Denim ve jean'in zengin geleneğini sürdürdüğü bu yolda boyahanelerde kullanılan indigo boyarmadde tozunun çalışan sağlığına zarar verebilecek etkilerini azaltmak için mümkün olan tüm önlemler derhal alınmalıdır.

Sentetik indigo boyarmadde üretici olan dünya çapındaki bir firmasının üretmiş olduğu indigo boyarmaddesine ait malzeme güvenlik bilgi formunda ilgili maddenin işyeri ortam havasında müsaade edilebilecek azami konsantrasyon değeri (MAK) veya eşik değeri (TLV) hakkında bilgiye maalesef rastlanılmamıştır [27].

#### A. Önleme

İndigo boyarmadde tozunun sebep olabileceği kronikleşebilen ve çok tehlikeli bir hastalık olan mesleki astımın tedavisinin temel taşı önlemedir. Bu konu iş sağlığı ve güvenliği profesyonellerinin, endüstriyel hijyenistlerin, mühendislerin, kimyagerlerin ve alerji uzmanlarının iş kapsamı alanına girmektedir. Ayrıca işverenler, çalışanlar ve onların temsilcileri ve sağlık personeli arasında daha geniş bir iş birliği gerekmektedir.

Birincil önleme çabaları, çevresel ve kişisel risk faktörlerine odaklanmalı ve öncelikle alerjik hastalık gelişimini ve ayrıca hastalığın ilerlemesini önlemek için yapılmalıdır.

İkincil koruma tıbbi gözetimden oluşur. Mesleki hastalıklara duyarlı hale gelmiş çalışanların erken tespitine ola-

nak sağlamayı ve işle ilgili astım vakalarını mümkün olduğunca erken tespit etmeyi amaçlar. Sistemik olarak solunum bozukluklarını araştırması ve akciğer fonksiyon testleri (spirometri, SIC) ve/veya immünolojik araştırmalar gibi uygun ölçümleri başlatması gereken tıbbi ziyaretlere dayanır.

Üçüncül önleme, halihazırda mesleki astım teşhisi konmuş bireyler için geçerlidir. Uygun sağlık bakımının kurulmasını ve çalışanın maruziyetten erken uzaklaştırılmasıyla kalıcı astımı önleme çabasını içerir. Solunum cihazları gibi kişisel koruyucu ekipmanlar yalnızca son çare olarak düşünülmelidir. Solunum koruması sağlamak için maskelerin kullanılması genellikle etkili bir müdahale değildir ve işyeri değişikliğinin veya çalışanın maruziyet ortamından çıkarılmasının yerine geçmemelidir. Rahatsız edici tozlar gibi yüksek dozda tahriş edici maddelere maruz kalmanın tetiklediği astım vakalarında, çalışan işten ayrılmıyorsa maskelerle solunum koruması makul bir ikinci basamak yönetim stratejisi olabilir. İşle ilgili potansiyel tehlikelerin olduğu her sektörde olduğu gibi, iş süreçleri, güvenlik ekipmanı ve prosedürleri konusunda uygun çalışan ve eğitimi ve malzeme güvenlik bilgi formlarının kullanımı son derece önemlidir [2].

## **B. Mühendislik Tedbirleri**

Boyahanelerde boyarmadde tozlarının tehlikesiyle uğraşırken, tozun kaynak noktasında bertaraf edilmesi ve böylece işyeri ortam havasına yayılmasının önlenmesi temel bir ilke olmalıdır. Toz havaya yayıldıktan sonra onunla başa çıkmak zordur ve asla tamamen tatmin edici olmayan bireysel korumaya güvenilmelidir. Boyarmadde tozları, emme cihazları tarafından kaynağında tutulabilir ve böylece uzaklaştırılıp toplanabilir. Bununla birlikte, bu türden herhangi bir mekanik cihazın ancak uygun şekilde tasarlanması, kurulması ve bakımının yapılması durumunda yeterli

koruma sağlayacağı unutulmamalıdır. Boyarmadde tozunu hapsetmek ve yayılmasını önlemek için su kullanılabilir ve belirli durumlarda su kullanımı ile emme kullanımının birleştirilmesi avantajlı olabilir. Tozlu bir işlem tamamen kapalı bir oda veya bölmede yapılabilir. Toza karşı bireysel koruma konusunda şu anda birçok solunum koruyucu cihaz türü mevcut olup uygun olanları tercih edilmesi sağlanmalıdır.

## **C. Tıbbi Kontrol**

Aynı derecede önemli ve mühendislik aşamasıyla yakından ilişkili olan bir konu da mesleki tehlikelerin tıbbi kontrolüdür. "Sanayi, endüstriyel yaralanmaları ve hastalıkları tedavi etmenin en iyi yolunun onları önlemek olduğunu bulmuştur" ve istihdam öncesi ve periyodik fizik muayeneler yoluyla tıbbi kontrolün bu tür önlemedeki en önemli faktörlerden biri olduğu belirtilmiştir. İşe alım öncesi muayene, çalışanın fiziksel ve zihinsel olarak işe uygunluğunu belirlemek için yapılır. Yapılan fizik muayenelerinin temel ilkesinin, çalışanları işte tutmak ve fizik muayenenin sadece bir ayıklama süreci olmasına izin vermemek olduğu her zaman akılda tutulmalıdır.

Sonuç olarak, ülke ekonomisinin lokomotif konumundaki tekstil sektörünün istihdam ettiği çok sayıda çalışana mevcuttur. Sanayi ve teknoloji bakanlığı verilerine göre tekstil, hazır giyim ve deri sektöründe yaklaşık 1 milyon kişiye istihdam sağlandığı bildirilmiştir [28]. Çok sayıda çalışanın istihdam edildiği indigo boyahanelerinde kullanılan indigo boya tozlarının çalışan sağlığına zarar verme potansiyeli nedeniyle dikkate alınması gereken önemli bir konu olduğu düşünülerek, bu konuda atılacak adımlar çok sayıda çalışanın sağlığını koruma yolunda yapılan önemli bir adım olacaktır.

Yukarıda açıkça bahsedildiği üzere doğal veya sentetik indigo boyarmaddesinin tozlarının çalışan sağlığı üzerine

yapacağı olumsuz katkılar nedeniyle işyeri ortam havasında müsaade edilen azami konsantrasyon değerleri yetkili organlar tarafından acilen tespit edilmeli ve yapılacak kontrollerle bu eşik değerlerin aşılmaması sağlanmalıdır. Ayrıca, bu boyarmadde tozlarının çalışan sağlığına vereceği zararlar güncel bilimsel ve teknolojik altyapılar kullanılarak yeniden ayrıntılı bir şekilde halk sağlığı uzmanları tarafından ele alınmalıdır.

**ÇIKAR ÇATIŞMASI:** Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını, makalede araştırma ve yayın etiğine uyulduğunu beyan eder.

**FINANSAL DESTEK:** Bu çalışmada herhangi bir kişi, kurum veya kuruluştan finansal destek alınmamıştır.

**ETİK KOMİTE ONAYI:** İnsan örneği veya deneysel çalışma içermediğinden etik kuruluoluuru gerekmemiştir.

#### KAYNAKÇA

- [1] World N. E. Schachter, "Respiratory effects and other disease patterns in the textile industry," Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, <https://www.iloencyclopaedia.org/part-xiv-42166/textile-goods-industry/item/891-respiratory-effects-and-other-disease-patterns-in-the-textile-industry> (Accessed: May 25, 2022)
- [2] N. Chaari, C. Amri, I. Allagui, L. Bouzgarrou, M. A. Henchi, N. Bchir, M. Akrouit and T. Khalfallah, "Work related asthma in the textile industry," *Recent Pat. Inflammation & Allergy Drug Discovery*, vol. 5, no. 1, pp. 37-44, 2011, doi.org/10.2174/187221311794474838
- [3] R. Kammoolkon, N. Taneepanichskul and S. Taneepanichskul, "Respiratory symptoms and their association with exposure to respiratory dust among indigo-dyed cotton workers," *Arch. Environ. Occupat. Health*, vol. 77, no. 5, pp. 356-361, 2022, doi.org/10.1080/19338244.2021.1893633
- [4] S. D. Wami, D. H. Chercos, A. Dessie, et al., "Cotton dust exposure and self-reported respiratory symptoms among textile factory workers in North west Ethiopia: A comparative cross-sectional study," *J. Occup. Med. Toxicol.*, vol. 13, no. 13, 2018, doi.org/10.1186/s12995-018-0194-9
- [5] Y. Tefera, V. Schlünssen, A. Kumie, W. Deressa, B. E. Moen and M. Bråtveit, "Personal inhalable dust and endotoxin exposure among workers in an integrated textile factory," *Arch. Environ. Occupat. Health*, vol. 75, no. 7, pp. 415-421, 2020, doi.org/10.1080/19338244.2020.1743958
- [6] A. P. Periyasamy and J. Militky, "Denim processing and health hazards," Sustainability in Denim, S. S. Muthu, Ed., In The Textile Institute Book Series, Woodhead Publishing, 2017, pp. 161-196, doi.org/10.1016/B978-0-08-102043-2.00007-1.
- [7] K. Amutha, "2-Environmental impacts of denim," Sustainability in Denim, S. S. Muthu, Ed., In The Textile Institute Book Series, Woodhead Publishing, pp. 27-48, 2017, doi.org/10.1016/B978-0-08-102043-2.00002-2.
- [8] Denim Book. Barcelona: Clariant; 2012. <https://www.clariant.com/-/media/Files/Corporate/Investors/Annual-Report/Clariant-Annual-Report-2012-EN.pdf> (Accessed: May 20, 2022)
- [9] Türkiye Denim Sektörü, Dış Ticaret Raporu, Ulu- dağ İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, 2019. <http://uib.org.tr/tr/kbfile/turkiye-denim-ihracat-raporu-mays-2019> (Accessed: May 10, 2022)
- [10] J. C. Splitstoser, T. D. Dillehay, J. Woutersand and A. Claro, "Earlypre-hispanicuse of indigoblue in Peru," *Sci. Adv.*, 2:e1501623, 2016
- [11] S. Saxena and A. Raja, "Natural dyes: Sources, chemistry, application and sustainability issues", Road map to Sustainable Textiles and Clothing. S. Muthu, Ed., *Textile Science and Clothing Technology*, Springer, Singapore, pp. 37-80, 2014, doi.org/10.1007/978-981-287-065-0\_2
- [12] R. B. Chavan, "3-Indigo dye and reduction techniques," Denim, R. Paul, Ed., Woodhead Publishing Series in Textiles, Woodhead Publishing, pp. 37-67, 2015, doi.org/10.1016/B978-0-85709-843-6.00003-2.
- [13] C. J. Trew and G. D. Ehret, "Plantaeselectae," 6: t. 53 [G.D. Ehret], 1760
- [14] N. Chanayath, S. Lhicochaiphant and S. Phutrakul, "Pigment extraction techniques from the leaves of Indigofera tinctoria Linn. and Baphicacanthuscusia Brem. and chemical structure analysis of their major components," *Chiang Mai University Journal*, vol. 1, pp. 149-160, 2002
- [15] R. Paul, "1-Denim and jeans: An overview," R. Paul, Denim, Ed., Woodhead Publishing Series in Textiles, Woodhead Publishing, pp. 1-11, 2015,



- doi.org/10.1016/B978-0-85709-843-6.00001-9
- [16] E. Rahayuningsih, W. S. Fatimah, M. S. Pamungkas and T. Marfitania, "Effect of physicochemical process variables on natural indigo dye production from Strobilanthes cusia leaves by response surface methodology," *Indones. J. Chem.*, vol. 22, no. 2, pp. 342-351, 2022, doi.org/10.22146/ijc.68335
- [17] Etextile magazine, <https://www.etextilemagazine.com/turkiye-dunyaya-denim-giydiren-dort-ulkeden-biri.html>, (Erişim: 28.04.2022)
- [18] M. E. Miller, Z. L. Lummus and D. I. Bernstein, "Occupational Asthma Caused by FD&C Blue Dye No. 2," *Allergy. Asthma. Proc.*, vol. 17, no. 1, pp. 31-34, 1996, doi.org/10.2500/108854196778662309
- [19] R. R. Sayers, "Harmful industrial dusts," *Public Health Rep. (1896-1970)*, vol. 53, no. 6, pp. 217-228, 1938
- [20] ISO 4225-Airquality-General aspects-Vocabulary, 1994
- [21] A. Hesbert, M. C. Bottin, J. De Ceaurriz, J. C. Protois and C. Cavelier, "Testing natural indigo for genotoxicity," *Toxicol. Lett.*, vol. 21, no. 1, pp. 119-125, 1984, doi.org/10.1016/0378-4274(84)90232-7
- [22] L. Molhave, B. Bach and O. F. Pedersen, "Human reactions to low concentrations of volatile organic compounds," *Environ. Int.*, vol. 12, no. 1-4, pp. 167-175, 1986, doi.org/10.1016/0160-4120(86)90027-9
- [23] U. Rannug, H. Bramstedt and U. Nilsson, "The presence of genotoxic and bioactive components in indigo dyed fabrics - a possible health risk?," *Mutat. Res.*, vol. 282, no. 3, pp. 219-225, 1992, doi.org/10.1016/0165-7992(92)90099-4
- [24] E. Zuskin, J. Mustajbegovic, E. N. Schachter and J. Doko-Jelinic, "Respiratory function of textile workers employed in dyeing cotton and wool fibers," *Am. J. Ind. Med.*, vol. 31, no. 3, pp. 344-352, 1997, doi.org/10.1002/(SICI)1097-0274(199703)31:3<344::AID-AJIM11>3.0.CO;2-0
- [25] M. S. Nodoushan, A. H. Mehrparvar, Z. Loukzadeh, M. Rahimian, M. A. G. Nodoushan and R. J. Nodoushan, "Evaluation of respiratory system in textile-dyeing workers," *Med. J. Islam. Repub. Iran*, vol. 28:88, 2014
- [26] T. Haltia, S. Jungewelter, L. Airaksinen, S. Suomela, I. Lindström and H. Suojalehto, "Occupational asthma, rhinitis, and contact urticaria from indigo (*Indigofera tinctoria*) hairdye," *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, vol. 9, no. 9, pp. 3500-3502, 2021, doi.org/10.1016/j.jaip.2021.04.047
- [27] Sigma, <https://www.sigmaaldrich.com/TR/tr/sds/aldrich/229296>, (Erişim tarihi: 14/05/2022)
- [28] Tekstil, Hazır giyim ve Deri Ürünleri Sektörleri Raporu, Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü, Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi. [https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/TekstilHaz%C4%B1rgiyimveDeri%C3%9Cr%C3%BCnleriSekt%C3%B6rleriRaporu\(2019\).pdf](https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/TekstilHaz%C4%B1rgiyimveDeri%C3%9Cr%C3%BCnleriSekt%C3%B6rleriRaporu(2019).pdf) (Erişim: 28.04.2022)