



AKARYAKIT İSTASYONUNDA ÇALIŞANLARIN KİMYASALLARA MARUZİYETİ

CHEMICAL EXPOSURE OF FUEL STATION WORKERS

Kerem ŞENTÜRK¹ , Bensu KARAHALİL^{1*} 

¹Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı, 06330, Ankara, Türkiye

ÖZ

Amaç: Günümüzde sayıları her geçen gün artan kimyasal maddeler hem hayatımızı kolaylaştırmakta hem de olumsuz sağlık etkilerine neden olabileceği için endişe yaratmaktadır. Kimyasalların olası sağlık risklerini minimize ederek kullanmak için iyi yönetilmesi gerekmektedir. Kimyasallara akut maruziyetten ziyade kronik maruziyet daha tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Kronik maruziyet mesleki maruziyette de görülmektedir. Sunulan derleme makalesinde akaryakıt istasyonlarında maruz kalınan kimyasallar ve özellikleri, bu kimyasallara mesleki maruziyetin sebep olacağı olası sağlık etkileri ve olumsuz sağlık etkilerini minimize etmek için gerekli önlemlerden bahsedilmiştir.

Sonuç ve Tartışma: Akaryakıt istasyonlarında özellikle benzin, motorin ve LPG gibi satış ürünleri bulunmaktadır ve bunlar çeşitli kimyasal maddeler içermektedir. Benzen, toluen, etilbenzen ve ksilen başlıca maruz kalınan maddelerdir. Benzen Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) tarafından Grup 1 "insan karsinojeni" ve etilbenzen Grup 2B "olası insan karsinojeni" olarak sınıflandırılmıştır. Akaryakıtta bulunan bu maddelere başta inhalasyon ve dermal yolla maruziyet söz konusudur. Regülasyonlarla belirlenen limit değerlere uyulduğu ve yapılan işe göre eldiven, maske ve iş kıyafeti gibi koruyucu önlemler alındığında olası sağlık riskleri azaltılabilir. Birçok çalışmada akaryakıt istasyonunda çalışan ve çalışmayan bireyler karşılaştırılarak özellikle korunma önlemi almayan bireylerde maruziyet grubunda ciddi sağlık sorunları gözlenmiştir. Bu nedenle koruyucu önlemlerin sıkı olarak uygulanması ve iş yeri hava ölçümleri yapılarak havadaki kimyasalların limit değerleri aşımadığının denetlenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Benzen, benzin, etilbenzen, kanser, mesleki maruziyet

ABSTRACT

Objective: Chemical substances, the number of which is increasing day by day, both make our lives easier and cause concern as they may cause negative health effects. Chemicals must be managed well in order to use them by minimizing possible health risks. Chronic rather than acute exposure to chemicals can have more dangerous consequences. Chronic exposure is also seen in occupational exposure. In presented article, chemicals exposed at fuel stations and their properties, possible health effects of occupational exposure to these chemicals and necessary precautions to minimize negative health effects are mentioned.

Result and Discussion: There are sales products such as gasoline, diesel and LPG at gas stations and these contain various chemicals. Benzene, toluene, ethylbenzene and xylene are main exposures. Benzene has been classified as Group 1 "human carcinogen" and ethylbenzene Group 2B "possible human carcinogen" by the International Agency for Research on Cancer (IARC). Exposure to these

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Bensu Karahalil
e-posta / e-mail: bensuka@gmail.com, Tel. / Phone: +905338121667

substances in fuel is primarily by inhalation and dermal exposure. Possible health risks can be reduced if limit values determined by regulations are followed and protective measures such as gloves, masks and work clothes are taken. In many studies, serious health problems were observed in the exposure group, especially in individuals who did not take protective measures by comparing the individuals working and not working at the gas station. For this reason, it is necessary to apply protective measures strictly and to check that the chemicals do not exceed the limit values by making workplace air measurements.

Keywords: Benzene, cancer, ethylbenzene, gasoline, occupational exposure

GİRİŞ

Günümüzde tüm dünyada on milyonun üzerinde farklı yapıda kimyasal maddeler bulunmaktadır. Bu kimyasallara her yıl binin üzerinde yeni kimyasal madde piyasaya sunulmaktadır. Kimyasallar günlük hayatımızı kolaylaştırdığı için birçok sektörde (sanayi, tarım, ilaç endüstrisi vs.) hatta yaşamımızın önemli parçası olan gıdalarda dahi kullanılmaktadır. Kimyasallar bir yandan hayatımızı kolaylaştırırken diğer taraftan da olası olumsuz sağlık etkilerine neden olması sebebiyle endişe yaratmaktadır. Ancak gelişen teknoloji ve yaşam koşulları çerçevesinde kullanılan kimyasal maddeleri çok iyi bir şekilde yöneterek onlardan gerekli olan faydayı sağlayıp olası olumsuz etkilerini de minimuma indirecek koruyucu ve önleyici önlemler almalıyız. Özellikle kimyasal maddelere kronik olarak maruziyetin söz konusu olduğu mesleki maruziyetin kontrol edilmesi işçi sağlığı açısından son derece önemlidir.

Akaryakıt istasyonları da diğer birçok sektörde olduğu gibi sağlık yönünden risk oluşturabilecek birçok kimyasal maddeyi bünyesinde bulundurmaktadır. Kronik maruziyetler akut maruziyetlere göre daha endişe verici maruziyet şeklidir, çünkü sürekli maruziyet düşük dozlarda dahi olsa çeşitli mekanizmalarla (akümülyasyon, tersinir etkinin geri dönüştürülemez etkiye dönmesi ve yaşlanma süreci gibi) daha tehlikeli olmaktadır [1]. Kronik maruziyetin söz konusu olduğu mesleki maruziyette koruyucu önlemler ve mesleğe göre hava ölçümleri gibi hayati önlemlerin alınması elzemdir. Sunulan derlemede birçok kimyasalla maruz kalan akaryakıt istasyonunda çalışanlar ve maruz kaldıkları kimyasal maddeler ve olası sağlık etkileri üzerinde durulacaktır.

Akaryakıt istasyonunda çalışan pompa görevlileri farklı kimyasallara mesleki maruziyet nedeniyle sağlık açısından risk oluşturmaktadır. Akaryakıt istasyonu pompa görevlilerinin çeşitli kimyasallara maruziyeti akaryakıt doldurma esnasında ve taşıtlardan kaynaklı egzoz dumanına maruziyet sonucu meydana gelmektedir. Bu maruziyetler bazı kimyasal maddelerin toksik olması ve sağlığa zararlı etkileri açısından riskli olabileceği göstermektedir. Benzen başta olmak üzere akaryakıt istasyonunda solunan birçok kimyasalın karsinojenik ve genotoksik etkilerinin olduğu bilinmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne (World Health Organisation; WHO) bağlı Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (International Agency for Research on Cancer; IARC) tarafından akaryakıt istasyonlarında olası maruz kalan bazı kimyasallar yeterli hayvan ya da insan verilerine göre karsinogenite açısından sınıflandırılmışlardır. Bunun dışında benzen ve diğer organik çözücüler akciğere toksik ve böbreklerde, karaciğerde ve merkezi sinir sistemi ve hematolojik sistemde hasarlara sebep olabilmektedir [2-6]. Bu tür organik çözücülerin her gün ve uzun süreli olarak solunması merkezi sinir sisteminde hasarlara, gözde tahrişe, kemik iliği hasarına ve deri lezyonlarına sebep olabilmektedir [7].

Akaryakıt istasyonlarında solunan başta benzen olmak üzere çeşitli kimyasalların ortamda bulunması gereken sınır değerleri çeşitli regülasyonlarla belirlenmiştir. Bu regülasyonlar ve referans limit değerler Türkiye'de Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Tedbirleri Hakkındaki Yönetmelik [8] ve Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışılırken Alınacak Sağlık ve Güvenlik Tedbirleri Hakkındaki Yönetmelik [9] tarafından Zaman Ağırlıklı Ortalama (Time-Weighted Average; TWA-günde 8 saat haftada 40 saat boyunca ortalaması alınan havadaki toksik madde konsantrasyonlarıdır) sayısal değeri kullanarak belirlenmiştir.

Mesleki maruziyet limit referans değerleri TWA olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) ise Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi (Occupational Safety and Health Administration; OSHA) [10] ve Ulusal İşçi Sağlığı ve Güvenliği [11] ve Amerikan Hükümeti Endüstriyel Hijyenistler Konferansı (American Conference of Governmental Industrial Hygienists; ACGIH) [12] tarafından düzenlendiği

görülmektedir. Bu kimyasalların solunan hava ortamında referans limit değerlerin altında bulunması sağlık üzerinde herhangi bir olumsuz etki oluşturmadığı öngörülmektedir.

Akaryakıt istasyonlarında maruz kalınan kimyasallar başta benzen olmak üzere toluen, ksilen, etilbenzen, hekzan, etanol, metanol, fenol, izopropil alkol, izobutil alkol, karbonmonoksit, karbondioksit, azot oksitler, kükürt dioksit, bütan olarak sıralanabilirler. Bu kimyasallar çok düşük dozda dahi birtakım sağlık problemlerine neden olabilirler. Bu kimyasallardan en sık maruz kalınanlardan benzen, toluen, etilbenzen ve ksilendir [4].

Akaryakıt istasyonunda çalışan işçiler için günümüzde benzine maruziyetinden korunmak için eldiven ve önlük (iş kıyafeti) dışında herhangi bir koruyucu ekipman bulunmamaktadır. Dolayısı ile benzin, mazot ve sıvılaştırılmış petrol gazı (liquefied petroleum gas; LPG) solunmasını önlemek için herhangi bir korunma aracı yer almamaktadır. Akaryakıt solunması kaynaklı maruziyetin henüz önlenemediği gerçeğini ortaya koymaktadır. Bu da akaryakıt kaynaklı kimyasal maruziyetin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Akaryakıt sektöründe çalışan pompa görevlileri başta benzen olmak üzere diğer kimyasallara maruziyetinin genotoksositeye ve kansere sebep olabileceği düşünülmektedir [2,3,5].

İşlenmiş olarak ham petrolden imal edilen benzin, mazot-motorin ve LPG ürünlerin satışı yapılmaktadır. Dolayısı ile akaryakıt istasyonunda çalışan pompa görevlileri en çok bu üç temel ürünün satışı esnasında bu maddelere inhalasyon olmak üzere oral ve dermal yol ile maruz kalmaktadırlar.

Ham Petrolden İmal Edilen Başlıca Satış Ürünleri

Benzin

Motor yakıtı olan benzin, ham petrolden, kaynama noktaları 30-200°C olan hidrokarbonların ayrılmasıyla elde edilmektedir. Ülkemizde 1 Ocak 2006 tarihinden itibaren benzin içeriğinde kurşun bulunması yasaklanmıştır. İçeriğinde aromatikler, benzen, etilbenzen, toluen, ksilen, olefinler, metanol, etanol, izopropil alkol, tersiyer bütül alkol, izobütül alkol, eterler gibi kimyasallar bulunmaktadır. Benzin düşük moleküler ağırlıklı genellikle 3-11 arasında karbon numaralı parafinik, naftenik, olefinik ve aromatik bileşiklerin karışımıdır. Bileşimi ham petrolün çeşidine ve harmanlandığı çeşitli saflaştırma proseslerinin çeşidine göre değişebilmektedir. Araçlara benzin dolumu sırasında kısa zamanda çok fazla miktarda benzin buharı çevreye yayılmaktadır. Benzini oluşturan önemli aromatikler benzen, toluen ve ksilendir [13-15].

Motorin

Kaynama noktaları 200-360°C aralığında olan hidrokarbonların, ham petrolden ayrılmasıyla elde edilmektedir ve dizel motorlarında yakıt olarak kullanılmaktadır. Limon sarısı rengine ve berrak bir petrol ürünüdür. Alevlenme noktası minimum 55°C'dir. Dizel içeriğinde polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'lar), kükürt, formaldehit ve asetaldehit başta olmak üzere pek çok kimyasal madde bulunmaktadır [13].

LPG

Ham petrolü meydana getiren hidrokarbonlardan propan ve bütanın normal sıcaklık ve yüksek basınç altında sıvılaştırılmasıyla elde edilmektedir. Evlerde ve endüstride geniş çapta kullanılan bu gazlar çelik tüpte doldurulmuş olarak tüketime sunulmaktadır [16].

Benzin, Motorin ve LPG Bileşiminde Bulunan Kimyasallar

Petrol, hidrokarbonların karışımından meydana gelmiş olup, her zaman sabit bir bileşimi yoktur. Doğal akaryakıt olan ham petrol, bulunduğu ülkelere göre değişen bileşimlere sahiptir. Örneğin; ABD'de özellikle Pennsylvania bölgesinde çıkarılan petroler genellikle hidrokarbon sınıfında olan bileşikler; Rusya petroleri, kötü kokulu naftan sınıfından bileşikler ve Romanya petroleri ise bu ikisinin karışımını içermektedir. Çeşitli tipteki petrolerin kendine has ağırlıkları 0.80-0.96; alevlenme noktaları 15-120°C ve ortalama ısıtma kuvvetleri 10.500 kcal/kg'dır. Ortalama elementel bileşimleri ise; karbon %84, hidrojen %12, oksijen %1 olup çok az miktarda da kükürt bulunur. Teksas ve Kaliforniya petrolerinde kükürt diğerlerine oranla fazladır. Değişik kimyasal içeriğe sahip hidrokarbonların bir

araya gelerek oluşturduğu değişik kimyevi bileşimde olan çok sayıda petrol tipi bulunmaktadır (örneğin, parafin bazlı petrol ve asfalt bazlı petrol gibi) [17].

Benzen

Benzen vücuda en fazla inhalasyon yolu ile girer. Vücuda alınan benzenin yaklaşık yarısı absorbe olurken, geri kalanı yine inhalasyon yolu ile dışarı atılır. Yiyecekler ve su içme ile oral yolla vücuda alınan benzen miktarı minimal düzeydedir. Dermal yol ile vücuda alınan benzen, organizmaya ciddi zararlar verecek kan konsantrasyonlarına ulaşamaz. Bununla birlikte deri yoluyla absorpsiyonun ciddiyeti, maruziyeti, maruziyet süresinin azaltılması ve maruz kalan deri yüzeyinin alanının azaltılması sağlanarak engellenebilir [15].

Benzen, IARC tarafından Grup 1 “insan karsinojeni” olarak sınıflandırılmıştır [18]. Benzen maruziyeti sonucu gelişen lösemi vakalarının çoğu akut myeloblastik lösemi (AML)’dir [19]. Ayrıca, benzen maruziyetinin multiple miyeloma riskini yükseltebileceği belirtilmiştir [20]. Akaryakıt çalışanlarında, çalışmayan kontrol grubuna göre multiple myeloma riskinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [21].

Benzen, kromozomlarda kırıklara sebep olabilir. Bu kromozomal aberasyonlar, benzen konsantrasyonunun 100 ppm’in üzerinde olduğu ve kronik maruziyetler söz konusu olduğunda ortaya çıkabilir [22]. Yapılan bazı araştırmaların sonucunda ise benzen konsantrasyonu 10 ppm üzerinde olduğunda da kromozomlar üzerinde hasara neden olabileceği gösterilmiştir [23].

Toluen

Toluen buharları zararlıdır. Mukoz membranlarda tahrişe sebep olur. IARC tarafından Grup 3, “insanlarda karsinojen olarak sınıflandırılmaz” şeklinde sınıflandırılmaktadır [15,18]. Mutajenik ve teratojenik etkileri mevcuttur. Ayrıca embriyotoksik etkileri olduğu ve toluenin plasentadan geçerek fetusa ulaştığı gösterilmiştir. Toluenin sperm hücre anomalileri ve impotans yaptığı bilinmektedir. Benzene kıyasla daha kuvvetli akut toksisiteye sebep olmaktadır. Ortalama 200-240 ppm konsantrasyonda yaklaşık 3-7 saat maruziyetten sonra baş dönmesi, denge bozukluğu ve baş ağrısı ortaya çıkmaktadır. Daha yüksek düzeylerde maruziyet koma ile sonuçlanabilir [15].

Toluenin meydana getirdiği kronik toksisitenin belirtileri baş ağrısı, baş dönmesi, mukozada tahriş, mide bulantısı, iştah kaybı olarak sıralanabilir. Bu belirtiler genellikle maruz kalınan günün sonunda ve daha şiddetli bir şekilde maruz kalınan haftanın bitiminde belirginleşmektedir. Çalışanlar için hafta sonu veya tatillerde bu toksisite belirtileri azalır ya da kaybolur. Ayrıca çocuklarda veya tiner suistimal eden (diğer çözücülerle beraber içinde toluen içeren yapııştırıcıların buharlarını soluyan) gençlerde ani ölüm vakaları da gözlenmiştir. Toluenin tekrarlayan maruziyetleri bağımlılık meydana getirmektedir. Glue Sniffing denilen zambak koklama alışkanlığı meydana gelmektedir. Toluenin inhalasyon ile oluşan etkisi kullanılan doza göre farklılıklar göstermektedir. Toluen düşük dozda keyif verici, kendini iyi hissetme ve uyarıcı etkiler, orta seviyedeki maruziyetlerde algılama bozukluğu, konfüzyon, halüsinasyonlar, hezeyanlar, agresif ve tehlikeli davranışlar, yüksek seviyedeki maruziyetlerde ise merkezi sinir sisteminin baskılanması, konuşma bozukluğu, dalgınlık, nöbetler ve denge bozukluğuna neden olabilmektedir. Diğer semptomlar arasında çarpıntı, solunum güçlüğü, baş dönmesi, baş ve karın ağrısı, kas zayıflığı, bulantı ve burun kanaması, dışkı ve idrar tutmada güçlük olabilir [15,24].

Etilbenzen

Etilbenzen IARC tarafından Grup 2B “insanlar için olası karsinojen” olarak sınıflandırılmıştır [18]. Etilbenzen küçük konsantrasyonlar da bile mukoz membranda, burunda ve gözlerde tahriş yapar. Etil benzene 200 ppm’den 5000 ppm’e kadar artan dozlarda maruziyet gittikçe şiddetlenen şekilde gözlerde yaşarma, göz ve burunda şiddetli yaşarma ve tahrişe neden olur. Etilbenzen yüksek konsantrasyonlarda ise narkotik etki göstermektedir. Uyuşukluk, yorgunluk ve koordinasyon bozukluğu gözlenmektedir [15].

Etilbenzene kronik maruziyet sonucu yorgunluk, baş ağrısı, göz ve üst solunum sistemi tahrişi görülmektedir. Tekrarlanan maruziyet sonucunda deride kuruluk ve dermatite (egzema tarzında) yol açmaktadır. Etilbenzen sinir sisteminde ise fonksiyonel bozukluklara neden olur. Ayrıca kan sistemi ile

ilgili (lökopeni vb.), karaciğer ve safra ile ilgili problemlere, akciğer ödemi ve kanamaya neden olabileceği gözlenmiştir [7]. Letal doz 6 g/kg vücut ağırlığı olup inhalasyon yolu ile absorpsiyonda öldürücü konsantrasyon 45-55 mg/l arasındadır [15].

Ksilen

Ksilen IARC tarafından Grup 3 “insanlarda karsinojen olarak sınıflandırılmaz” şeklinde sınıflandırılmıştır [18]. Ksilen deri üzerinde çözücü etki gösterir. Ksilenin advers etkileri arasında akciğer ödemi, mide ağrısı, bulantı, karaciğer ve böbrek hasarı yer almaktadır. Ksilen, benzen gibi narkotik etkileri olan bir kimyasaldır. Ayrıca uzun süreli maruziyet sonucunda hematopoetik sistemin zarar görmesine ve sinir sisteminde bozukluklara sebep olabilen bir çözücüdür [7].

Akut zehirlenmenin klinik belirtileri benzen ile benzerlik göstermektedir. Vertigo, yorgunluk, sarhoşluk, tremor, dispne (solunum zorluğu) ve bazen mide bulantısı, kusma olur, daha ciddi vakalarda bilinç kaybı da belirebilir. Ksilen göz ve böbrek mukozasında tahrişe neden olmaktadır [25].

Ksilene kronik maruziyette ise güçsüzlük, bitkinlik, vertigo, baş ağrısı, sinirlilik hali, uykusuzluk, hafıza kaybı ve tinnitus problemleri söz konusudur. En belirgin semptomlar kalpte ritim bozukluğu, ağızda şekerimsi tat, mide bulantısı, baş dönmesi, iştah kaybı, ateş basması, gözlerde yanma ve burun akıntısıdır. Merkezi sinir sisteminde nörolojik etkiler gözlenir. Kan değerleri ile ilgili değişimler anemi, lökopeni ve trombositopeni olarak sıralanabilir [26]. Ksilenin etkileri ve ksilen duyarlılığı konusunda bireysel farklılıkların olduğuna dair birtakım bilgiler mevcuttur. Ksilene uzun süreli maruziyet organizmanın direncini azaltmaktadır. Ksilene devamlı maruziyet sonucu oluşan zehirlenme oldukça ciddi sonuçlara sebep olmaktadır. Ksilene 100 ppm 30 dakikaya kadar maruz kalma durumunda, hafif üst solunum yolu tahrişi meydana gelir. 300 ppm konsantrasyona maruz kalma ise denge kurmada bozukluk, görüş kabiliyetinde azalma ve tepki verme süresinde uzamaya neden olur. 700 ppm konsantrasyona 60 dakika süre ile maruz kalma baş ağrısı, vertigo ve mide bulantısı ile sonuçlanır [7].

Benzen İstasyonu Çalışanlarında Olası Advers Sağlık Etkileri

Tongsantia ve arkadaşları [27] tarafından yapılan bir araştırmada 41 adet akaryakıt istasyonundan toplam 151 akaryakıt istasyonu çalışanı üzerindeki benzen maruziyeti ve benzenin advers etkileri incelenmiştir. 151 akaryakıt çalışanlarından 60'ında benzen maruziyetine bağlı advers semptomlar gözlenmezken, 90 çalışanda ise belirgin advers semptomlar gözlemlenmiştir. Bu semptomlar arasında en sık görülen baş ağrısı, baş dönmesi, bitkinlik/yorgunluk, kaşıntılı cilt/kırmızı döküntü/kabarcıklar, burun tıkanıklığı ve boğaz ağrısı/boğaz kuruluğu olarak bildirilmiştir. Bu semptomların yanı sıra benzene düşük seviyede maruziyette birçok semptom daha tespit edilmiş olup bunlardan burun akıntısı, boğulma, öksürük/ses kısıklığı, kuru cilt/çatlamış cilt, iştahsızlık ve çarpıntı örnek olarak verilebilir. Orta seviyede benzene maruziyette ise göğüs ağrısı, uyuşma, kanama, yetersiz/anormal solunum, mide bulantısı ve kusma, bulanık görme, kramp oluşumu, bilinç bulanıklığı, kas zayıflığı, yanma/şişme, titreme ve depresyon görülebilmektedir. Yüksek seviyede benzene maruziyet sonucunda ise anemi görülmüştür [27]. Akaryakıt istasyonu çalışanlarında hematolojik parametreler incelenmiştir. Bu çalışmada 43 kişilik maruziyet grubu ile 77 kişilik kontrol grubu arasında karşılaştırma yapılmıştır. Her iki çalışma grubundaki hematolojik belirteçlerin normal sınırlar içinde bulunmasına rağmen, ortalama kırmızı kan hücresi sayısı, hematokrit, hemoglobin düzeyi ve ortalama trombosit sayısı, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında maruz kalan denekler arasında önemli ölçüde daha düşük olarak tespit edilmiştir. Ayrıca ortalama hücre hemoglobini ve ortalama hücre hemoglobin konsantrasyonu, maruz kalan katılımcılarda kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, önemli ölçüde daha yüksek olarak belirtilmiştir. Ek olarak bu çalışmada hematokrit seviyeleri, kırmızı kan hücresi sayısı, hemoglobin konsantrasyonu, trombosit sayısı, platelet hacmi, lenfosit yüzdesi ve nötrofil yüzdesi gibi hematolojik parametrelerin, maruz kalma süresi arttıkça azaldığı bildirilmiştir [28]. Diğer bir çalışmada akaryakıt istasyonu çalışanlarının benzen, ksilen, etilbenzen ve toluen gibi genotoksik kimyasallara maruziyet sonucunda meydana gelen genotoksisite profilleri incelenmiştir. Bu çalışmada genotoksik ve sitotoksik hasarı gösteren mikroçekirdek testi uygulanmıştır. 126 kişilik maruziyet grubuna karşı 21 kişilik kontrol grubu kıyaslanmıştır. 126 kişilik maruziyet grubu çalışma süresi, alkol ve gargara kullanımına göre sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda akaryakıtlarda bulunan genotoksik ajanların ve analiz edilen diğer değişkenlerin, akaryakıt istasyonu görevlilerinin analiz edilen hücrelerinde mikroçekirdek

sıklığının artmasına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Alkol tükettiğini bildiren benzin istasyonu görevlilerinde de içmeyenlere göre mikroçekirdek sıklığı anlamlı olarak daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle alkol tüketmenin muhtemelen mikroçekirdek sıklığını artırmaya katkıda bulunduğu bildirilmiştir [29].

Akaryakıt İstasyonlarında Alınması Gereken Önlemler

Kronik maruziyetin önemli olduğu bu tür işyerlerinde insan sağlığının korunması ve olası maruziyetleri minimize etmek için regülasyonlarla belirlendiği ve yasal denetlemelerle kontrollerin sağlandığı birtakım önlemler listelenmiştir. Bunlar arasında, kişisel koruyucu ekipmanlar kimyasal maddelerin el ile temasına neden olacak işler yapılırken yapılan iş ve kullanılan kimyasala göre uygun eldiven kullanılmalıdır. Akaryakıt istasyonunda çalışanların derilerinin kimyasal yanıklardan ve yakıtlardan korumaları uygun eldivenlerle sağlanmalıdır [28,30]. Kimyasal veya çözücülerin buharlarına, toz ve dumanlara maruziyetin söz konusu olduğu işler yaparken solunum yolu koruyucuları kullanılmalıdır. Takılıp düşme olasılığı olan alanlarda kaymaz tabanlı ve parmak koruyuculu iş güvenliği ayakkabıları giyilerek olası fiziksel bir tehlikenin önlenmesi sağlanır [29,31].

SONUÇ VE TARTIŞMA

Akaryakıt istasyonlarında çalışan kişilerin maruz kaldıkları kimyasal maddeler ve çözücülerden bazıları yukarıda da detaylı açıklandığı üzere genotoksik, karsinojenik ve teratojenik etkilere neden olmaktadır ya da neden olma potansiyeline sahiptir. Bu iş kolunda çalışan kişilerin uzun süre sağlıklı çalışabilmesi için regülasyonlarla kontrol altına alınış limit maruziyet değerlerine uymaları ve gerekli olan koruyucu önlemleri alması gerekmektedir. Geçmişte ve günümüzde halen yoğun olarak kullanılan akaryakıtın olası olumsuz sağlık risklerini bilip bunları minimize etmek için iş yeri ortamında kurallara uyulmalıdır. İşyeri havasının ölçümleri yasaların önerdiği zaman aralıklarında aksatmadan yapılmalı ve yetkilendirilmiş uzmanlar tarafından denetlenmelidir.

YAZAR KATKILARI

Kavram: K.Ş., B.K.; Tasarım: K.Ş., B.K.; Denetim: K.Ş., B.K.; Kaynaklar: - ; Malzemeler: - ; Veri Toplama ve/veya İşleme: K.Ş., B.K.; Analiz ve/veya Yorumlama: K.Ş., B.K.; Literatür Taraması: K.Ş., B.K.; Makalenin Yazılması: K.Ş., B.K.; Kritik İnceleme: K.Ş., B.K.; Diğer: -

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar bu makale için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

1. Macko, P., Palosaari, T., Whelan, M. (2021). Extrapolating from acute to chronic toxicity *in vitro*. *Toxicology in Vitro*, 76, 105206. [CrossRef]
2. Lyng, E., Andersen, A., Nilsson, R., Barlow, L., Pukkala, E., Nordlinder, R., Boffetta, P., Grandjean, P., Heikkilä, P., Hörte, L., Jakobsson, R., Lundberg, I., Moen, B., Partanen, T., Riise, T. (1997). Risk of Cancer and exposure to gasoline vapors. *American Journal of Epidemiology*, 145(5), 449-458. [CrossRef]
3. Pandey, A.K., Bajpayee, M., Parmar, D., Kumar, R., Rastogi, S.K., Mathur, N., Thorning, P., de Matas, M., Shao, Q., Anderson, D., Dhawan, A. (2008). Multipronged evaluation of genotoxicity in Indian petrol-pump workers. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 49(9), 695-707. [CrossRef]
4. Mukherjee, A.K., Chattopadhyay, B.P., Roy, S.K., Das, S., Mazumdar, D., Roy, M., Chakraborty, R., Yadav, A.J. (2016). Work-exposure to PM (10) and aromatic volatile organic compounds, excretion of urinary biomarkers and effect on the pulmonary function and heme-metabolism: A study of petrol pump workers and traffic police personnel in Kolkata City, India. *Journal of Environmental Science and Health. Part A: Environmental Science and Engineering and Toxicology*, 51(2), 135-149. [CrossRef]
5. Shaikh, A., Barot, D., Chandell, D. (2018). Genotoxic effects of exposure to gasoline fumes on petrol pump workers. *The International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 9(2), 79-87.
6. Thomas, J.S., Mercy, P.J., Joseph, M., Joseph, B. (2020). Awareness, prevalence and factors associated

- with respiratory morbidities among selected petrol pump workers in Bengaluru City? *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 24(3), 199-202.
7. International Labour Office (ILO) (1998). *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*. Geneva: International Labour Office.
 8. Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik. (2013). T.C. Resmi Gazete, 28733, 12 Ağustos 2013. From <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=18709&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeli&mevzuatTertip=5>. Erişim tarihi: 20.08.2023.
 9. Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Alınacak Sağlık ve Güvenlik Tedbirleri Hakkında Yönetmelik. (2013). T.C. Resmi Gazete, 28730, 6 Ağustos 2013. From <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=18695&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeli&mevzuatTertip=5>. Erişim tarihi: 20.08.2023.
 10. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Limits for Air Contaminants (t.y.). From <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.1000TABLEZ1>. Erişim tarihi: 09.02.2022.
 11. National Institute For Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards (t.y.). From <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/71432.html>. Erişim: 09.02.2022.
 12. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). From <https://www.acgih.org/>. Erişim Tarihi: 6.03.2022.
 13. Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği (2003/17/AT ile değişik 98/70/AT). (2004). T.C. Resmi Gazete, 25489, 11 Haziran 2004.
 14. Periago, J.F., Prado, C. (2005). Evolution of occupational exposure to environmental levels of aromatic hydrocarbons in service stations. *The Annals of Occupational Hygiene*, 49(3), 233-240. [CrossRef]
 15. Olgun, P. (2014). Yüksek Lisans Tezi. Benzin İstasyonlarında Çalışanların Maruz Kaldıkları Kimyasallar ve Bunların Sağlık Üzerine Etkileri. Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Tıp Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
 16. Baysal, S., Boduroğlu, T. (1997). Akaryakıt ve LPG Satış Servis İstasyonlarında Teknik Emniyet ve Güvenlik. Uyum Ajans, Ankara, p. 40, 124.
 17. Eneh, O.C. (2011). A Review on Petroleum: Source, Uses, Processing, Products and the Environment. *Journal of Applied Sciences*, 11(12), 2084-2091.
 18. International Agency for Research on Cancer (IARC). From <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>. Erişim tarihi: 24.02.2022.
 19. Bilir, N., Yıldız, A.N. (2013). İş Sağlığı ve Güvenliği. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
 20. Aksoy, M. (1989). Hematotoxicity and Carcinogenicity of Benzene. *Environmental Health Perspectives*, 82, 193-7.
 21. Kirkeleit, J., Riise, T., Bråtveit, M., Moen, B.E. (2008). Increased risk of acute myelogenous leukemia and multiple myeloma in a historical cohort of upstream petroleum workers exposed to crude oil. *Cancer Causes and Control*, 19(1), 13-23. [CrossRef]
 22. WHO Regional Office for Europe. From https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/123056/AQG_2ndEd_5_2benzene.pdf. Erişim tarihi: 23.02.2022.
 23. Karacić, V., Skender, L., Bosner-Cucancić, B., Bogadi-Sare, A. (1995). Possible genotoxicity in low level benzene exposure. *American Journal of Industrial Medicine*, 27(3), 379-388. [CrossRef]
 24. Velicangil, S. (1980). *Koruyucu ve Sosyal Tıp* (2. bs). Filiz Kitabevi, İstanbul.
 25. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Toxicological profile for xylene. From <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp71-c2.pdf>. Erişim tarihi: 20.08.2023.
 26. Environmental Protection Agency (EPA). From <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-09/documents/xylenes.pdf>. Erişim Tarihi: 20.08.2023.
 27. Tongsantia, U., Chaiklieng, S., Suggaravetsiri, P., Andajani, S., Autrup, H. (2021). Factors affecting adverse health effects of gasoline station workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19), 10014. [CrossRef]
 28. Teklu, G., Negash, M., Asefaw, T., Tesfay, F., Gebremariam, G., Teklehaimanot, G., Wolde, M., Tsegaye, A. (2021). Effect of gasoline exposure on hematological parameters of gas station workers in Mekelle City, Tigray Region, Northern Ethiopia. *Journal of Blood Medicine*, 16(12), 839. [CrossRef]
 29. Maciel, L.A., Feitosa, S.B., Trolly, T.S., Sousa, A.L. (2020). Genotoxic effects of occupational exposure among gas station attendants in Santarem, Para, Brazil. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, 17(2), 247. [CrossRef]
 30. Personal Protective Equipment (PPE) For Handling and Storing Flammable Liquids. From <https://blog.storemasta.com.au/personal-protective-equipment-ppe-flammable-liquids>. Erişim Tarihi:

- 15.08.2023.
31. Akaryakıt istasyonlarında alıŐanların gvenliği. From <https://eforosgb.com/akaryakit-istasyonlarinda-calisan-larin-guvenligi/>. Erişim tarihi: 14.08.2023.