

Adli Toksikoloji Laboratuvarlarında Olası Kimyasal Tehlikeler ile İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Alınması Gereken Önlemler

Possible Chemical Hazards at Forensic Toxicology Laboratories with Precautions that Can Be Taken in Terms of Occupational Health and Safety

Feyza ÜNEL , Zehra YILDIZ 

ÖZET

Bu çalışmada, alkol, uyutucu-uyuşturucu, ilaç etken maddeleri, pestisitler ve hızlandırıcı maddelerin analizlerinin yapıldığı adli toksikoloji laboratuvarlarındaki olası kimyasal tehlikeler belirlenmiştir. Bu tehlikeler, delil niteliğinde olan biyolojik veya kimyasal materyallere temas, materyallerin analizinde kullanılan çözücüler ile çeşitli kimyasal maddelere maruziyet, uyutucu uyuşturucu, uyarıcı maddeler ile ilaç etken maddeleri ve pestisitlerin sertifikalı referans maddelerinin suistimal edilmesi (kötüye kullanımı ya da özkıyım vb. amaçlarla alınması), peroksit oluşturabilen kimyasal maddelerin kullanım sürelerinin bilinmemesi, laboratuvarında kullanılan cihazların gaz silindirlerinin uygunsuz fiziksel koşullarda bulunması, kimyasal maddelerin uygun depolanmaması, kimyasal maddelerin güvenlik bilgi formlarının incelenmemesi ve laboratuvar analiz prosedürlerini uygulama konusunda yetersizliklerdir. Adli toksikoloji laboratuvarındaki olası kimyasal tehlikeler belirlenip, analiz edilmeli, bu tehlikelerin ortadan kaldırılması ya da tehlikenin en az seviyede tutulması için laboratuvar güvenliği sürekli olarak sağlanmalı ve yetkili kişilerce alınan önlemler düzenli olarak denetlenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Adli Toksikoloji, İş Sağlığı ve Güvenliği, Kimyasal Tehlikeler.

ABSTRACT

In this study, chemical hazards were determined in forensic toxicology laboratories where analysis of alcohol, narcotic drugs, drug active substances, pesticides and accelerators were carried out. These hazards include contact with evidential biological or chemical materials, solvents used in the analysis of materials, and exposure to chemical substances, use of certified reference materials of narcotic drugs and pesticides for abusive purposes (suicide etc.), unknown expiration time of chemicals that can form peroxide, unsuitable physical conditions of gas cylinders of instruments used in laboratories, improper storage of chemical substances, failure of examining the safety data sheets of chemicals, inadequacies in applying laboratory analysis procedures. Chemical hazards in forensic toxicology laboratories should be identified and analyzed, laboratory safety should be ensured persistently in order to eliminate these hazards or keep the danger at a minimum level, and the precautions taken by authorized persons should be supervised regularly.

Keywords: Forensic Toxicology, Occupational Health and Safety, Chemical Hazards.

Feyza ÜNEL | feyza.unel@hotmail.com
Tarsus Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mersin, Türkiye
Tarsus University, Graduate School of Education, Mersin, Turkey

Zehra YILDIZ | zyildiz@tarsus.edu.tr
Tarsus Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mersin, Türkiye
Tarsus University, Faculty of Engineering, Mersin, Turkey

Bu çalışma Doç. Dr. Zehra YILDIZ danışmanlığında Feyza ÜNEL tarafından Şubat 2022 tarihinde tamamlanan "Adli Bilimlerin Adli Toksikoloji Alanında Yapılan Çalışmalarında İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Risklerin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi" başlıklı ve 715444 tez no'lu yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

Received/Geliş Tarihi : 16.03.2023
Accepted/Kabul Tarihi: 29.05.2023

I. GİRİŞ

Adli bilimler, adaletin sağlanması için kanıtların elde edilmesi ve doğrulanmasında analitik bilimsel yöntemlerin uygulanmasını inceler [1]. Adli bilimlerin araştırma alanlarından biri olan adli toksikoloji, hukuki alanlarda birçok davanın aydınlatılmasında en önemli unsurdur. Birçok adli vakada elde edilen biyolojik materyaller ile delil niteliğindeki diğer materyallerin toksikolojik analizlerine gereksinim vardır. Adli toksikolojik analizler, insan sağlığını ve toplum güvenliğini ilgilendiren maddelerin suistimalinde ve bağımlılığında, trafikte alkol ve diğer ilaçların kullanımında, şüpheli ölümlerde, yaralanmalarda failerin herhangi bir madde etkisi altında olup olmadıklarını belirlemede kullanılmaktadır [2].

Toksikolojik sonuçların yorumlanması için ilaç konsantrasyonu dahil birçok faktör biyolojik örneklerde, ölüm sonrası yeniden dağılım ve çürümenin etkisi, otopsi bulguları ve olay yeri bilgileri ile dikkatlice araştırılmalıdır [3]. Adli toksikoloji analizlerinde örneklerde araştırılan maddeler; bağımlılık yapan maddeler, uçucu maddeler, uyuşturucu ve uyarıcı maddeler, kötüye kullanılan ilaç etken maddeleri, ağır metaller, gazlar, pestisitler, inorganik iyonlardır. Adli toksikolojik analizlerde kan, idrar, safra, göz içi sıvısı, mide ve mide içeriği olmakla beraber karaciğer, böbrek, akciğer, dalak, beyin, kan pıhtıları, saç ve tırnaklar gibi doku örnekleri postmortem adli toksikolojide ölü şahıslardan alınan ve analizi istenebilen materyaller olarak bilinirken, doping gibi performansı artıran maddelerin adli toksikoloji analizlerinde canlı bireylerden kan, idrar, saç, kıl, tırnak, oral sıvı, ter gibi örnekler toplanmakta, adli amaçlı ilaç/madde testlerinde ise genellikle idrar ve kan örnekleri analizi istenen materyaller arasında yer almaktadır [4]. Kalitatif analiz için en yaygın numune türü olarak, kalp kanı ve kantitatif analiz için periferik kan kullanılır. İlaç meta-

bolitleri idrarda tespit edilebildiğinden, ilaç kötüye kullanımını belirtileri olup olmadığını belirlemek için idrar örnekleri kullanılır. Safrada metabolize olan morfinin varlığını belirlemek için safra örnekleri kullanılır. Kan ve diğer vücut sıvıları kolaylıkla izole olduğu için ölüm sonrası analiz için idealdir. Kan ve üre örnekleri numuneleri ölüm nedeninin belirlenmesi için mevcut olmadığı istisnai durumlarda karaciğer, akciğer, dalak ve beyin dokuları kullanılabilir. Ağız yoluyla alınan pestisitlerin neden olduğu ölümlerin incelenmesi için mide içeriği önemli örneklerdir. Uyuşturucu Uyuşturucu ve Uyarıcı madde tarama testi için en sık kullanılan örnek idrar olmasına rağmen, kan örnekleri farmakolojik etkilerini değerlendirmek için gereklidir. Saç, genellikle kronik ilaç alımını test etmek için ve alkollü araç kullanma vakalarının araştırılması için oral sıvıyı test etmek için kullanılır. Denetimli serbestlikteki kişilerden veya rehabilitasyon hastalarından ter, yasa dışı madde alımının üzerinden uzun bir süre geçtikten sonra tırnak örnek olarak toplanır. Adli ilaç testlerinde ağız sıvısı, idrar veya kan kullanılır [3].

Adli toksikolojik analizler, genel tarama testleri, doğrulama testleri ve örnekte aranacak maddelere özgü testlerdir. Genel tarama testleri Ultraviyole Spektroskopisi (UV), İnce Tabaka Kromatografisi (İTK), Gaz Kromatografisi (GC) ve İmmunolojik (ELISA, EMIT vb.) yöntemlerdir. Hızlı sonuç veren, kullanımı basit ancak seçiciliği zayıf olan bu yöntemlerle kalitatif analizler yapıldıktan sonra pozitif sonuçlar seçiciliği yüksek, enstrümantal analiz yöntemleri ile doğrulanmalıdır. Bu yöntemlerde GC/MS, HPLC, LC/MS/MS, ICP/MS ve FT-IR gibi hedef bileşikler için idrar ve kan örneklerini hızla taradıkları için immünolojik testlerin kullanıma sunulmasında kolaylık sağlayan enstrümantal analiz cihazları kullanılmaktadır [5]. GC-MS, hem hedeflenen hem de hedeflenmeyen maddeleri, indekslenmiş milyonlarca madde türü içeren bir kütle spektrumları kitaplı-

ğına karşı taramasıyla adli toksikolojiyi büyük ölçüde ilerletmiştir. LC-MS, toksikolojik taramanın artık daha hassas ve spesifik yapılmasını sağlamıştır. Ayrıca test matrislerinin kapsamı kan ve idrarın ötesine geçerek saç ve ağız sıvısını da içerecek şekilde genişlemiştir. LC-MS-MS, daha az hazırlık gerektirdiği ve numunelerin türetilmesini gerektirmediği için zaman kazandırır ve eser miktarda analiti analizi eder [3].

Adli toksikoloji laboratuvar çalışanları işyerlerinde fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik, psikolojik tehlikeler gibi birçok risk etmeni ile karşı karşıyadır. Adli toksikoloji laboratuvarlarındaki tehlikelerin başında kimyasal tehlikeler gelmektedir. Kimyasal tehlikelerin belirlenmesi, analiz edilmesi, bunlara karşı koruyucu önlemlerin alınması ve çalışanların bu konuda bilgilendirilmesi çalışanların sağlığının korunması ve laboratuvar güvenliğinin sağlanması açısından önemlidir. Bu çalışma, adli toksikoloji laboratuvarlarının güvenliğini sağlamak ve laboratuvar çalışanlarının sağlığını korumak için yapılmıştır. Bu çalışmada adli toksikoloji laboratuvarlarında iş sağlığı ve güvenliği açısından olası kimyasal tehlikeler belirlenmiş ve bu tehlikelere karşı alınması gereken önlemler tespit edilmiştir.

II. YÖNTEM

Adli Tıp Kurumu Eğitim ve Bilimsel Araştırma Komisyonu'nun 10/09/2020 tarih ve 21589509/2020/825 sayılı kararı ile gerekli izinler alınmıştır. Ayrıca Tarsus Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Yayın Etiği Kurulundan 26/10/2020 tarih ve 2020/46 sayılı kararı ile bu çalışmanın yapılması için etik onay alınmıştır.

Adli Tıp Kurumu bir Grup Başkanlığı Kimya İhtisas Dairesine ait Çekitleme-Örnek hazırlama, LC/MS/MS ve GC/MS enstrümantal analiz cihazlarından oluşan toksikoloji laboratuvarları iş sağlığı ve güvenliği açısından inceleyerek olası tehlikeler belirlenmiş ve halihazırda alınan ön-

lemler de eklenerek öngörülebilir olası tehlikelere yönelik alınması gereken önlemlerin tamamına yer verilmiştir. Adli toksikoloji analizlerinde kullanılan kimyasallar ile araç-gereçler, yöntemler adli toksikoloji laboratuvarları içerisinde incelenmiştir. Bu alanda çalışan kişilerle görüşülerek çalışma ortamlarında karşılaştıkları kimyasal tehlikeler hakkında bilgi alınmış ve laboratuvar güvenliği için alınması gereken önlemlere bu bağlamda katkılar yapılmıştır. Her laboratuvar ayrı ayrı değerlendirilmiş tüm olası tehlikeler belirlendikten sonra Tablo 1'de öngörülen olası kimyasal tehlikeler verilmiştir. Ayrıca ATK bir Grup Başkanlığı adli toksikoloji laboratuvarlarında alınan önlemlere ek olarak alınması gereken önlemler de eklenerek olası kimyasal tehlikelere karşı iş sağlığı ve güvenliği açısından alınması gereken önlemler Tablo 2 de verilmiştir.

III. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Adli toksikoloji laboratuvarlarında iş sağlığı ve güvenliğini olumsuz etkileyen fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik ve psikolojik açıdan tehlikelerin en önemlisi kimyasal tehlikelerdir. Adli Tıp Kurumunda adli toksikoloji analizlerinin yapıldığı Çekitleme-Örnek Hazırlama Laboratuvarları, LC/MS/MS ve GC/MS cihaz Laboratuvarları incelenmiş, ekipman ile kimyasalların kullanımı ve depolanmasındaki olası kimyasal tehlikeler belirlenmiş, çalışanlarla görüşülmüş, çalışma alanlarında karşılaştıkları tehlikeler hakkında bilgi alınmıştır. Sağlıklı ve güvenli çalışma ortamları oluşturmak için alınabilecek önlemler tespit edilmiştir.

A. Adli Toksikoloji Çalışmalarında Karşılaşılabilecek Kimyasal Açıdan Olası Tehlikeler

Laboratuvarlarda yaşanan kazalar, malzeme ve ekipmanlar ile biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikelerden kaynaklanmaktadır. Bu kazaların %15'i teknik ve %85'i insan kaynaklı olduğu belirlenmiştir. İnsan kaynaklı hataların sebepleri, iş disiplini ve güvenlik kurallarına uymamak,

bilgisizlik, tehlikelerin belirlenmesi ve risk değerlendirmesindeki eksiklikler ile uygun Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) kullanılmaması olarak tespit edilmiştir [6].

Çalışma ortamlarında çalışan sağlığına ve iş güvenliğine olumsuz etki eden faktörlerin başında kimyasal tehlikeler gelmektedir. İş sağlığı ve güvenliği kapsamında kimyasal risk taşıyan maddeler fiziksel hallerine göre katı, toz, sıvı, buhar ve gaz olarak sınıflandırılmaktadır. Çalışma ortamlarında farklılık gösteren gaz halindeki kimyasalların, çalışanları ve çevreyi en çok tehdit eden tehlikeler olduğu bilinmektedir [7]. Çalışma ortamında bulunan gaz ve buhar insan sağlığını bozucu etkiler göstermektedir. Toksik gazlar insandaki etkilerine göre, boğucu, merkezi sinir sistemine etki eden, vezikan, kanda hemolize neden olan, akciğer ve duyu irritanlarına sebep olan gazlar olarak sınıflandırılır [8].

Kimyasal tehlikeler, kimyasal maddelerin temininden başlayarak; sınıflandırılması, etiketlenmesi, taşınması, depolanması, ambalajlanması ve kimyasal atıkların bertaraf edilmesine kadar laboratuvar güvenliği ve çalışan sağlığını tehdit eden faktörlerdir [6].

Adli Tıp Laboratuvarında gerçekleştirilen adli toksikoloji çalışmaları; cenazelerin teslim alınması, ölü muayene işlemleri, otopsi, ölü veya canlı kişilerden numune alımı, alınmış numunelerin çalışılacak laboratuvarlara gönderilme aşamaları, şehir içi veya şehir dışından gönderilen mühürlü kolilerin emanete alınması, mühürlü kolilerin açılması, teslim alınan materyallerin analize hazırlanma aşamaları, materyallerin analizi, analiz sonuçlarının raporlanmasını kapsayan bir süreç olmakla birlikte bu süreçte birçok kimyasal risk bulunmaktadır. Adli toksikoloji laboratuvarlarında yapılan uyutucu-uyuşturucu ve uyarıcı madde analizlerinde kullanılan kimyasal maddelerden olan çözücüler kullanımlarında azami dikkat edilmesi gereken tehlikeli mad-

delerdendir. Metanol, dietil eter, etil asetat, aseton, asetonitril; analizi yapılacak materyallerdeki var olan uyutucu ve uyarıcı maddeler, ilaç etken maddeleri ve pestisitlerin tespitinde en çok kullanılan çözücüler olarak laboratuvarlarda yer almaktadır [9]. Adli Tıp Kurumu bir Grup Başkanlığı Kimya İhtisas Dairesi Toksikoloji Laboratuvarlarında Çekitleme-Örnek Hazırlama Laboratuvarları, LC/MS/MS ve GC/MS cihaz Laboratuvarları incelenmiş, çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini olumsuz etkileyebilecek olası kimyasal tehlikeler belirlenerek Tablo 1 de verilmiştir [9, 12].

Tablo 1: Adli toksikoloji laboratuvarlarında karşılaşılabilecek olası kimyasal tehlikeler

Peroksit oluşturabilecek kimyasal maddelerin uygun koşullarda depolanmaması
Kullanılan kimyasal maddelerin sızması/dökülmesi/ sıçraması
Analizleri yapılan, (-18°C) ile (+4°C) arasında saklanan uyutucu-uyuşturucu maddeler, ilaç etken maddeleri, pestisitler, hızlandırıcı maddeler ve uçucu maddelerin sertifikalı referans maddelerinin kontrol altında tutulmaması
Kimyasal maddelerin uygun koşullarda depolanmaması
Ortam kimyasal madde ölçümlerinin yapılmaması
Laboratuvara özgü Acil Durum Planının hazırlanmaması
Laboratuvara özgü Risk Deęerlendirmesinin yapılmaması
Laboratuvar çalışanlarının laboratuvar önlüğü, eldiven, gözlük, maske, siperlik vb. KKD'lerini kullanmamaları
Laboratuvar çalışanlarına KKD zimmetlenmemiş olması
Laboratuvarda çeker ocak içerisinde kimyasal madde depolanması
Laboratuvarda gereğinden fazla kimyasal madde bulundurulması
Kullanılan kimyasal maddelerin envanterinin bulunmaması
Kullanılan kimyasal maddelerin Güvenlik Bilgi Formlarının (GBF) temin edilmemiş ve incelenmemiş olması
Laboratuvarda duş ve göz duşunun bulunmaması
Laboratuvarda ilk yardım dolabının mevcut olmaması
Kimyasal maddelerin etiketlenmemesi
Gaz tüplerinin içerdiği gazın kimyasal özelliklerinin ve depolama koşullarının bilinmemesi
Gaz tüplerinin etiketlerinin olmaması
Gaz tüplerinin zincir ile sabitlenmemiş olması
Gaz tüplerinin uygun koşullarda depolanmaması
Gaz tüplerinin periyodik kontrollerinin yaptırılmaması

Tablo 1 de görüldüğü gibi adli toksikoloji laboratuvarlarında kimyasal maddelerin sızma, dökülme, sıçrama riski bulunup, uygun koşullarda depolanmaması, etiketlenmemesi, güvenlik bilgi formlarının incelenmemesi ve bu maddelerle çalışırken KKD kullanılmaması öngörülebilir olası tehlikelerdendir. Ayrıca gaz tüplerinin sabitlenmemesi, etiketlenmemesi, uygun koşullarda depolanmaması ve taşınmaması, periyodik kontrollerinin yaptırılmaması da oldukça önemli olası tehlikelerdendir.

B. Adli Toksikoloji Laboratuvarlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Karşılaşılabilecek Olası Kimyasal Tehlikelere Karşı Alınması Gereken Önlemler

Çalışma ortamında olası tehlikeler belirlendikten sonra koruyucu önlemlerinin kişisel korunma önlemlerine göre öncelikli olduğu risk kontrol adımları uygulanmalı ve alınacak önlemler yeni risklere sebep olmayacak şekilde belirlenmelidir. Risk kontrol adımları kapsamında, sıralanan riskler planlama yapılarak risklerin tamamen ortadan kaldırılması ya da bu durum mümkün olmuyor ise riskin kabul edilebilir en düşük seviyeye indirilmesi, ikame yöntemi olarak bilinen, tehlikeli olanın tehlikeli olmayan ile veya daha az tehlikeli olanla yer değiştirilmesi sağlanmalı, riskler ile kaynağında mücadele edilmeye başlanarak risk kontrol tedbirlerinin uygulanmasına geçilmelidir. Alınması kararlaştırılan tedbirlerin işlem basamakları, işlemleri gerçekleştirecek kişi ve gerçekleştirilecek çalışma alanı ile başlama ve bitiş tarihini de içeren benzeri bilgilerin yer aldığı planlar hazırlanarak işverene sunulmalıdır. Bu planların uygulamaya konulması, planların uygulama adımlarının düzenli olarak izlenmesi, denetimi yapılması ve planların aksayan yönleri tespit edilerek gerekli düzeltici ve önleyici faaliyetlerin aksiyon planına alınması sağlanmalıdır.

Laboratuvar çalışanlarının yaş, cinsiyet ve sağlık durumlarına göre kimyasallara temas ettikleri bölgelerde lokal

etkiler, temas bölgesinden absorplanarak sistemik etkiler görülebilir. Ayrıca, kimyasal türü, miktarı ve temas süresine göre akut veya kronik etkiler görülebilir [6]. Adli toksikoloji laboratuvarında parlama, patlama ve yangın meydana gelmesi durumunda yanıklar, kimyasal buharları ya da sıvı kimyasalların sıçraması sebebiyle gözde tahriş, kimyasal madde maruziyeti sonucu baş dönmesi, uyuşukluk, zehirlenme, merkezi sinir sisteminde hasarlar, menstrual üreme bozukluğu, narkotik etkiler ile ölümle sonuçlanabilecek ciddi durumlar ortaya çıkabilmektedir [9].

İşveren, çalışma ortamında kullanılan ve sağlık açısından tehlikeli olan kimyasal maddelerin düzenli olarak ortam ölçümünün yapılmasını sağlamakla yükümlüdür. İşyerinde kimyasal maddelere maruziyetin çalışanları etkileyebileceği koşullarda bir değişiklik olduğu zaman kimyasal madde ölçümleri yenilenir. Ölçümler, Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik eklerinde belirtilen mesleki maruziyet sınır değerlerine göre değerlendirilir. Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik gereğince çalışma ortamında bulunan kimyasal maddelerin maruziyet üst sınır değerlerini aşmaması gerekmektedir. Yönetmelikte belirtilen TWA (Time Weight Average) değeri bir kimyasal maddenin 8 saatlik referans alınan çalışma süresince ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalamasını belirtirken; STEL (Short Term Exposure Limit) değeri ise bir kimyasal maddeye referans olarak alınan 15 dakikalık kısa bir süre için aşılmaması gereken maruziyet üst sınır değerini belirtmektedir [10]. Çekitleme-Örnek Hazırlama Laboratuvarları, LC/MS/MS ve GC/MS cihaz laboratuvarları incelenmiş ve Tablo 2 de bu laboratuvarlardaki öngörülen olası tehlikelere karşı alınması gereken önlemler verilmiştir [9-12]. Yanıcı maddelerin, asitlerin, peroksit oluşturabilecek kimyasal maddelerin, basınçlı gaz tüplerinin, tutuşabilen gaz tüplerinin ve yüksek derecede

oksitleyici basınçlı gaz tüplerinin depolanması sırasında meydana gelebilecek kimyasal açıdan olası tehlikelere karşı çalışan sağlığının korunması ve iş güvenliğinin sağlanması için alınması gereken önlemler Tablo 2' de verilmiştir [9-13]

Tablo 2: Adli toksikoloji laboratuvarlarındaki olası kimyasal tehlikelere karşı iş sağlığı ve güvenliği açısından alınması gereken önlemler

Laboratuvar çalışanlarını etkileyebilecek olası kimyasal risklerin önlenmesi
Laboratuvarda kullanılan kimyasal maddelerin bir envanteri olmalı
Kullanılan her kimyasal maddenin güvenlik bilgi formunun yer aldığı bir dosya hazırlanmalı
Laboratuvar şefi ve iş güvenliği uzmanı kimyasal maddelerin sızması/dökülmesi/ sıçraması gibi durumlarına karşı eylem planı hazırlamalı, olası yaralanmalara karşı yapılması gereken ilk yardımın yazılı hale getirilmesi ve laboratuvar çalışanlarının bu konuda bilgilendirilmesi sağlanmalı
Laboratuvarda kimyasal madde dökülmelerine karşı herkesin görebileceği yerde ve yerleri uyarı işareti ile belirtilen yeterli sayıda kimyasal madde dökülme kitleri bulundurulmalı
Kitlerin içerisinde önlük, tam yüz gaz maskesi, eldiven, koruyucu gözlük, galoş gibi KKD'ler, kimyasal madde dökülme kiti kullanım talimatı, kimyasal madde sınırlayıcı sosis, kimyasal madde emici bez, sarı renkli atık torbası, acil durumu belirten "Dikkat Kimyasal Madde Dökülmesi" uyarı levhası bulundurulmalı
Kimyasal madde dökülme kiti kullanımı konusunda kimyasal madde depo sorumlusu ve laboratuvar çalışanları eğitim almalı
Kit kullanım talimatı herkesin görebileceği bir yerde bulunmalı ve olası bir kazada kullanım talimatının tüm aşamalarına uyulmalı
Kimyasal madde dökülmesi yaşanan durumlarda ortamın güvenliği ve temizliğinin sağlanmasının ardından kit içerisinde bulunan "Laboratuvar/ İş Kazası Tutanağı Formu" doldurularak birim temsilcisine bildirim yapılmalı
Laboratuvarda analizi yapılan tüm kimyasal maddelere ait sertifikalı referans maddeler etiketlenerek ve gruplandırılarak olması gereken sıcaklıkta, buzdolabında kilitli halde saklanmalı
Dolap anahtarları sadece laboratuvar şefinde ve yetkilendirdiği çalışanında olmalı
Sertifikalı referans maddelere ait kimyasal madde envanteri tutulmalı; envantere standardın adı, CAS numarası, saklama koşulları, güvenlik bilgi formları, standardın miktarı ve standardın açıldığı tarih ve son kullanma tarihi yer almalı; ayrıca standardın her kullanımında kalan miktarı ve kullanan kişinin imzası ve kullandığı tarih belirtilmeli
Kimyasal madde envanteri kayıt altına alınmalı, yıllık olarak yenilenmeli ve arşivlenmeli
Kimyasal maddelerin depolanmasındaki risklerin önlenmesi
Laboratuvarda kullanılan alevlenir maddeler diğer tüm kimyasal maddeler gibi etiketlenmeli, kategorilerine göre sınıflandırılmalı
Depolama alanlarının bulunduğu yer açık alev kaynaklarından, ısı, kıvılcım, sıcak yüzeylerden etkilenmeyecek şekilde ve uzaklıkta tasarlanmalı ve bu alanlarda kesinlikle sigara içilmemeli
Çok kolay alevlenir maddeler güçlü oksitleyicilerden ve kendiliğinden yanmaya yatkın maddelerden ayrı tutulmalı
Yeterince serin ve iyi havalandırılmış yerlerde depolanmalı

Çok uçucu sıvıların bulunduğu yerdeki elektrik lambaları tutuşmaz olarak onaylanmış olmalı

Depolama alanlarındaki elektrik tesisatının topraklaması yapılmalı, periyodik kontrolleri aksatılmamalı

Depolama alanlarına otomatik duman ve yangın detektörleri yerleştirilmeli

Depolama odalarının duvarları, tavanları ve zeminleri yangına en az 2 saat dayanıklı malzemelerden yapılmalı

Yangından korunmak için uygun yangın söndürme cihazları ve yangın battaniyeleri bulundurulmalı

Yanıcı kimyasal maddelerin depolanmasındaki risklerin önlenmesi

Etanol, metanol, dietil eter gibi yanıcı sıvılar geçimsiz oldukları kimyasal maddelerden uzakta depolanmalı

Standartlara uygun, onaylı yanıcı depolama kabinlerinde muhafaza edilmeli

Çeker ocaklar kimyasal madde depolama alanı olarak kullanılmamalı

Özellikle dietil eter gibi peroksit oluşturan kimyasal maddelerin üzerinde alınma tarihi ve açılma tarihi yazılı olmalı, kullanım sürelerinin takibi yapılarak bertarafı sağlanmalı

Asitlerin depolanmasındaki risklerin önlenmesi

HCl, H₂SO₄, HNO₃, H₃PO₄ gibi inorganik asitler aşındırıcılara uygun dolaplarda veya ikincil muhafazası ve koruması olan raflarda saklanmalı

İnorganik asitler kesinlikle yanıcı maddeler, bazlar, oksitleyiciler, organik asitler, siyanürler ve sülfürler ile bir arada depolanmamalı

Formik asit, asetik asit vb. organik asitler aşındırıcılara uygun dolaplarda veya ikincil muhafazası ve koruması olan raflarda saklanmalı ve kesinlikle inorganik asitler, yanıcı maddeler, bazlar, oksitleyiciler, siyanürler ve sülfürlerle bir arada depolanmamalı

Peroksit oluşturabilecek kimyasal maddelerin depolanmasındaki risklerin önlenmesi

Peroksit oluşturabilecek kimyasal maddeler önceden belirlenerek laboratuvar çalışanlarına bildirilmeli

Dietil eter, 2-Propanol, Asetaldehit gibi peroksit oluşturabilecek kimyasal maddeler ısı, sürtünme ve şoklardan korunmalı

Kimyasal madde ambalajının açılma ve son kullanma tarihleri ambalaj üzerinde yer almalı, kullanılmamış şişelerdeki eterlerin 1 yılı geçince muhakkak uygun şekilde bertarafı sağlanmalı

Hava geçirmez kaplarda saklanarak karanlık, kuru ve serin yerlerde depolanmalı

Peroksit oluşturan kimyasal maddeler kesinlikle buzdolaplarının dondurucu bölmelerinde saklanmamalı

Peroksit oluşturabilecek organik bir kimyasal maddede kristal, yağ tabakası veya çökelti oluşumu gözlenirse kimyasal maddenin her an patlayabileceği düşünülerek kesinlikle dokunulmamalı ve sarsılmamalıdır. Acilen bertaraf edilmesi için laboratuvar şefi ile kimyasal madde güvenlik danışmanına bilgi verilmelidir.

Peroksit oluşturabilecek kimyasal maddelerin düzenli aralıklarla peroksit ölçümü peroksit ölçüm test çubukları ile yapılmalı ve kayıt altına alınmalıdır.

Basınçlı gaz tüplerinin depolanmasındaki risklerin önlenmesi

Basınçlı gaz tüpleri, içerdikleri gazın tehlike sınıfına göre depolanmalı

Depolama alanları; mümkünse tek katlı olmalı, duvarları tercihen yanmaz maddeden, tavan kısımları ise hafif olup yanmaz malzemeden inşa edilmeli

Gaz silindirleri içeriğindeki gazın özelliğine göre sınıflandırılarak ayrı bir alanda depolanmalı

Mümkün oldukça az sayıda dolu gaz silindirleri bir arada bulundurulmalı

Gaz silindirlerinin depolandığı alanlar doğrudan gün ışığı almamalı

Gaz silindirlerinin korozyona uğramaması için depolar kuru olmalı ve silindirler; tuz, aşındırıcı maddeler ve ısı kaynaklarından uzakta depolanmalı

Gaz silindirlerinin depolandığı alanda uygun havalandırma tertibatı olmalı ve depoların yeterli sayıda kapısı olmalı

Laboratuvarlarda bulunan gaz tüplerinin içerisindeki gazların kimyasal özellikleri iyi bilinmeli, gaz silindirlerinin kontrolleri düzenli olarak yapılmalı, periyodik kontrollerinin düzenli olarak yetkili firmalarca yapılması sağlanmalı ve periyodik kontrol formları kayıt altına alınmalı

Basınçlı asal gaz tüplerinin depolanmasındaki risklerin önlenmesi

Helyum, argon vb. asal gazlar boğucu özellikle olduğu için gaz silindirlerinin bulunduğu alanlar iyi bir şekilde havalandırılmalı

Asal gaz silindirleri 50°C'nin altında depolanmalı

Kullanımda olmayan silindirlerin kapakları kapalı tutulmalı

Silindirlerin vana koruyucuları yerinde olmalı

Tedarikçi firma tarafından sağlanan tüp etiketleri çıkarılmamalı, etiketlerde hasar olduğunda firma tarafından etiketler yenilenmeli

Silindirler korozyona karşı korunaklı alanlarda depolanmalı

Gaz silindirleri taşınırken asla sürüklenmemeli, kısa mesafeli taşınmalarında bile tüp taşımak için tasarlanmış araçlar kullanılmalı

Tutuşabilen gaz tüplerinin depolanmasındaki risklerin önlenmesi

LPG, hidrojen, asetilen gibi yanıcı gaz silindirleri; oksijen gibi oksitleyici, yakıcı gaz silindirlerinden, açık alevden, ısı kaynaklarından ayrı depolanmalı

Tutuşabilen gazların bulunduğu ortamdaki prizler topraklanmalı ve kullanılan cihazlar patlamaya karşı dayanıklı olmalı

Gaz sızıntı kontrolü için açık alev kaynağı kesinlikle kullanılmamalı yerine uygun sızıntı belirleyici çözümler veya gaz dedektörleri kullanılmalı

Depolama alanlarında, yerleri uyarı levhaları ile belirtilen yeterli sayıda yangın söndürücü bulundurulmalı

Sigara içilmeyeceğini belirtir levhalar depolama alanının girişine ve çevresine asılmalı

Yüksek derecede oksitleyici basınçlı gaz tüplerinin depolanmasındaki risklerin önlenmesi

Oksijen, nitröz oksit gibi yüksek derecede oksitleyici basınçlı gaz silindirleri; ısı kaynaklarından ve darbelerden korunmalı, yanıcı malzemelerden uzak tutulmalı

Oksitleyici gaz silindirlerine kesinlikle yağ ve gres temas etmemeli

Oksitleyici gaz tüpleri; serin, havalandırma sistemi iyi olan ve ateşe dayanıklı olarak inşa edilen alanlarda depolanmalı

Laboratuvar ortamında kimyasal madde ölçümlerindeki risklerin önlenmesi

Laboratuvarlarda kapalı devre havalandırma olmamalı, laboratuvar havası saatte 10-12 kez temiz hava ile değişmeli, laboratuvardaki hava HEPA filtrelerden geçirilerek yerleşim alanlarından uzak bir alana verilmeli

Laboratuvarın dış atmosferle negatif basınç farkı olmalı ve laboratuvarından çıkan hava ofislere geçmemeli, çeker ocakların hava ihtiyacı da ayrıca düşünülmeli

HEPA filtrelerin bakımı düzenli olarak yapılmalı

Tablo 2 de belirtilen önlemler dikkate alınarak adli toksikoloji laboratuvarlarının güvenliği ve çalışanların iş sağlığı için laboratuvar güvenliği programı oluşturulmalı ve bu program laboratuvar personeli tarafından titizlikle yürütülmelidir. İlk yardım eğitimi, kimyasal güvenlik eğitimi, yangın güvenlik eğitimi, atıkların ayrıştırılması ve bertarafı gibi eğitimlerin verilmesi iş sağlığı ve güvenliği için önemlidir [14]. Bu ortak güvenlik eğitimlerinin yıllık planlarda yer alması, eğitimlerin kurumca belirlenen ve her ihtisas dairesinde özellikle de laboratuvarlarda iş güvenliğinden sorumlu olan personellere verilmesi acil durum anında müdahale için çok önemlidir. Atıkların ayrıştırılması ve bertarafı ile ilgili olan eğitimler, biyolojik ve kimyasal risk etmenlerinden çalışanları ve temasta oldukları kişileri korumaya yardımcı olacağı için kurumun tüm çalışanlarına verilmelidir. Laboratuvarında analizler sonucunda ortaya çıkan organik çözücüler, formaldehit vb. tehlikeli kimyasal atıklar "Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" esaslarına uygun şekilde toplanmalı, etiketlenmeli ve gerekli kurullara tutanak tutularak teslimi yapılmalıdır [15].

Grup Başkanlıklarındaki her ihtisas dairesinin İSG temsilcisi olmalıdır. Her ihtisas dairesinin çalışma yöntem ve koşullarına hakim olan bir çalışanın İSG konuları hakkında daha verimli olabileceği düşünülerek birim İSG temsilcisi olarak kurul toplantılarında yer alması sağlanmalıdır. İş sağlığı ve güvenliği alanında verilen eğitimlerin, çalışanların yaptıkları işe özgü olması özellikle laboratuvar personellerinin laboratuvarında karşılaşabilecekleri tehlikeler açısından bilinçlendirilmesi gerekmektedir. İş Sağlığı ve Güvenliği eğitimleri "Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik" gereğince çok tehlikeli sınıfta yer alan Adli Toksikoloji Laboratuvarlarında her çalışan için yılda en az 16 saat olarak düzenlenmeli ve çalışma ortamında meydana gelen değişikliklerde yeni risklerin ortaya çıkacağı durumlarda yılda en az bir

defa eğitimler tekrarlanmalıdır [16].

Numune kabul işlemleri sırasında gönderilen mühürlü koliler açılmadan önce soruşturma dosyası dikkatlice okunmalıdır. Olay yerinden elde edilen ve analizi istenen materyallerin kimyasal açıdan risk taşıması halinde analiz istek formlarına dikkat çekebilecek şekilde belirtilmesi laboratuvar çalışanlarının sağlığı ve güvenliği için önemlidir. Laboratuvarlarda kullanılan her kimyasal maddenin sızma/dökülme riskine karşı alınması gereken önlemler prosedür haline getirilerek Acil Durum Planında yer almalıdır. Acil durum ekibi ile laboratuvar çalışanlarına düzenli olarak eğitimler verilmelidir. Acil durum ekiplerinde görevlendirilen çalışanların adı, soyadı, unvanı, sorumluluk alanı ve iletişim bilgilerini yer aldığı liste işyerinde ve özellikle laboratuvarlarda çalışanların görebileceği şekilde asılmalıdır. Bu listelerin yanında acil durumlarda aranabilecek ulusal ve yerel kurum, kuruluşların irtibat numaraları her çalışanın dikkatini çekebilecek büyüklükte görebilecek yerlere asılmalı ve gerektiğinde revizyonu yapılmalıdır [17].

IV. SONUÇ

Adli toksikoloji laboratuvarlarında çalışanların sağlık ve güvenliğini olumsuz etkileyen tehlike kaynaklarının başında kimyasal tehlikeler gelmektedir. Adli toksikoloji laboratuvarlarında iş sağlığı ve güvenliği, kullanılan ekipman ile kimyasalların güvenli olması, uygulama yöntemlerinin güvenilirliğinin sağlanması ve kimyasal risk etmenlerinin en aza indirilmesiyle sağlanabilir. Adli toksikoloji laboratuvarlarının güvenliği ile oluşabilecek tehlikelere karşı önlemler alınarak, uygulanmaya yönelik sürdürülebilir çözümler gerçekleştirilebilir. İş sağlığı ve güvenliği açısından alınan önlemleri güvenlik politikası haline getirilmesi ve çalışanların bu politika kapsamında yer alan prosedürlere tam uymunun sağlanması laboratuvar sorumlusu tarafından titizlikle kontrol edilmelidir. Belirtilen önlemlerin alınması ve

sürdürülebilirliğinin sağlanması halinde iş sağlığı ve güvenliği kuralları bir zorunluluktan ziyade bir çalışma prensibi olarak tüm çalışanların kolaylıkla benimseyebilecekleri hale gelebilecektir.

YAZAR KATKILARI: Araştırma fikrinin oluşturulması, tasarımı FÜ, ZY; veri toplanması FÜ; analiz FÜ; yorum ve makalenin raporlanması ise FÜ, ZY tarafından yapılmıştır.

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

ETİK KOMİTE ONAYI: Tarsus Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan 26/10/2020 tarih ve 2020/46 sayılı kararı ile etik onay alınmıştır.

KAYNAKÇA

- [1] N. Samal and S. Padhee, "Role of analytical instruments in forensic science: A pedagogical approach," *IETE Journal of Education*, vol. 60, no. 2, pp. 74-81, 2019.
- [2] N. Doğan ve G. Ersoy, "Mesleğe göre adli toksikolojik analizlerde kalite yönetim süreci," *Türk Klinik Biyokimya Dergisi*, cilt 18, no. 2, ss. 70-76, 2020.
- [3] H. Chung and S. Choe, "Challenges in forensic toxicology," *Australian Journal of Forensic Sciences*, vol. 51, no. 6, pp. 665-673, 2019.
- [4] A. Negrusz and G. A. A. Cooper, *Clarke's Analytical Forensic Toxicology*, Pharmaceutical Press, United Kingdom, 2013.
- [5] D. Battal, "Adli toksikoloji analizlerinde biyolojik örnek ve analitik yöntem seçimleri," *Adli Tıp Dergisi*, cilt 27, no. 1, ss. 44-53, 2012.
- [6] E. H. Gürkan, "Sürdürülebilir laboratuvar güvenliği kültürü," *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, cilt 5, no. 4, ss. 224-230, 2018.
- [7] S. Ersoy, N. İ. Ö. İri, H. Karadeniz, H.Ç. Ketenci,

- ve E.Ç. Kaya, "İş sağlığı ve güvenliğinde kimyasal risk faktörleri: Çalışanların karbonmonoksit (CO) maruziyeti," *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, cilt 11, no. 3, ss. 927-936, 2022.
- [8] R. Akdur, *İşyerinde Toksinler*. Ankara Üniversitesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara, 2006.
- [9] F. Ünel ve Z. Yıldız, "Adli toksikoloji çalışmalarında kimyasal etmenlerden kaynaklı tehlike ve riskler," 3. Uluslararası Sağlık Kuruluşlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Kongresi, Antalya, 17-20 Kasım, 2021.
- [10] Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete (Sayı: 28833), 2013. Erişim: <https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130812-1.htm>,
- [11] F. Tanır, *İş Sağlığı & Güvenliği Eğitimi*, Ankara: Vadi Matbaacılık, 2021.
- [12] Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, "Ulusal Mikrobiyoloji Standartları, Laboratuvar Güvenliği Rehberi," *Sağlık Bakanlığı Yayın No: 937*, Ankara, 2014.
- [13] University of Northern British Columbia, Chemical Laboratory Safety And Methodology Manual. 2022. Erişim: <https://www2.unbc.ca/sites/default/files/sections/labs/chemicalsafetyandmethodologymanual13-jan-2022.pdf>
- [14] M. S. Galco and D. A. Metzger, "Forensic science laboratory safety: As with most laboratories, safety in the forensic science lab begins with preparedness," *Chemical Health & Safety*, vol.7, no. 1, pp. 27-29, 2000.
- [15] Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete (Sayı: 25755), 2005. Erişim: <https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/03/20050314-1.htm>
- [16] Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, T.C. Resmi Gazete, (Sayı: 28648), 2013. Erişim: <https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/05/20130515-1.htm>
- [17] İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelikte
- Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, T.C. Resmi Gazete, (Sayı: 31615), 2021. Erişim: <https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/10/20211001-20.htm>