

İŞ HİJYENİ ÖLÇÜM TEST VE ANALİZİ YAPAN LABORATUVARLAR İÇİN REHBER



ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME
ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
LABORATUVAR YETKİLENDİRME BÖLÜMÜ

ANKARA 2015

İş hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Labortauvarlar İçin Rehber

CSGB
T.C. ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME ENSTİTÜSÜ BAŞKANLIĞI

ANASAYFA İSGÜM MEVZUAT PROJELER İSG DOKÜMANLARI E-İSGÜM İLETİŞİM

İşyerleri ve iş hijyeni ölçüm, test ve analizi yapan laboratuvarların dikkatine!

20 Ağustos 2016 tarihinden itibaren iş hijyeni alanındaki ölçüm, test ve analizler İSGÜM'den yetki alan laboratuvarlar tarafından gerçekleştirilecektir.

Devamı

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Linkler

- Başvuru Formları
- Intranet
- Pnömozoz
- İSG Dokümanları
- Yayımlar
- Kütüphane
- Telefon Rehberi
- Anket Formu
- Bilgi Edinme
- Faydalı Bağlantılar
- RD Rehberleri
- Satınalma

Duyurular

Enstitümüz yerine Bakanlığımız İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğüne gönderilmesi gerekmektedir. Önemle duyurulur.

İSGÜM'den Kontrol Belgesiyle satış amaçlı ithalat izni alan firmaların aldığı ürünün protokolü olması halinde son kullanıcıların bilgilendirilmesi gerekmektedir. Bu bilgilendirmelerle ilgili olarak yapılan çalışmaların çıktılarının, materyallerinin örnek olarak İSGÜM'e bildirilmesi İş Sağlığı adına önem arz etmektedir. İthalatçıların bu hususa dikkat etmeleri gerekmektedir. Diğer duyurular için tıklayınız.

SGK MYK İŞKUR CASSEM

» BAKANLIK PORTAL » KURUMSAL E-POSTA

ALO

İÇİNDEKİLER

	GİRİŞ	5
	İDARİ VE FİZİKSEL YAPILANMA	6
	2.1 Laboratuvarın Yasal Statüsü	6
	2.2 Laboratuvarın personel yapısı	6
	2.3 Kalite el kitabı	8
	2.4 Dokümanlar	9
	2.5 Taleplerin ve tekliflerin yönetilmesi	10
	2.6 Laboratuvarlar arası işbirliği	10
	2.7 Satın alma	11
	2.8 Müşteri ile iletişim	11
	2.9 Ölçüm test ve analizlerde hataların meydana gelmesi	12
	2.10 Düzeltici faaliyetler	13
	2.11 Önleyici faaliyetler	13
	2.12 Kayıtların yönetilmesi	14
	2.13 Laboratuvarın kendisini kontrol etmesi	15
	TEKNİK YAPILANMA	16
	3.1 Personel yeterliliği ve personel yetkilendirme	16
	3.2 Laboratuvarın yerleşimi ve ortam koşulları	17
	3.3 Metotların seçilmesi ve metotların uygulanabildiğinin kanıtlanması	18
	3.4 Sayısal veriler	19
	3.5 Cihaz yönetimi	19
	3.6 Numune alma	20
	3.7 Rapor hazırlama	22
	BAZI METOTLAR HAKKINDA BİLGİLER	23
	4.1. Deney Talimatları	23

4.2 .Saha Kayıt Formları	23
4.2.1. Kişisel Gürültü Maruziyeti Saha Kayıt Formları	24
4.2.2. Toz Maruziyeti Ölçümleri Saha Kayıt Formları	25
4.2.3. Titreşim Maruziyeti Ölçümü	25
4.2.4 Aydınlatma	25
4.2.5. Termal Konfor	25
4.3. Validasyon Ve Ölçüm Belirsizliği Raporları	26

1. GİRİŞ

İş hijyeni, en geniş anlamıyla, çalışan kişilerin sağlıklarını olumsuz etkileyebilecek fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin tespit edilmesi, etkilerinin değerlendirilmesi ve kontrol alınması olarak tanımlanabilir. İş hijyeni alanı, çalışan nüfusun sağlığının ve refahının korunması, iş veriminin artırılması ve tedavi giderlerinin azaltılarak sosyal güvenlik sistemine katıda bulunulması açılarından büyük önem taşımaktadır.

İş hijyeni alanı, yukarıda bahsedilen fiziksel kimyasal ve biyolojik faktörlerin ölçüm test ve analizlerle tespitini takiben bunların sağlık etkilerinin değerlendirilmesini ve gerekli tedbirlerin tasarlanıp uygulamasını da içermektedir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından 20.08.2013 tarihinde yayımlanan "İş Hijyeni Ölçüm Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmelik" ise bu konular arasından ölçüm test ve analiz konusunu düzenlemekte ve iş hijyeni ölçüm test ve analizi yapacak laboratuvarların yetkilendirilmesi hakkındaki usul ve esasları belirlemektedir.

Bu rehberin amacı, iş hijyeni ölçüm test ve analizlerini gerçekleştiren laboratuvarların değinilen yönetmelik kapsamında yetki almalarını kolaylaştırmak için mevzuata, laboratuvar işletimine ve deney tekniklerine yönelik bilgiler sunmaktır. Birinci bölümde, laboratuvarın yetki almak için kurması gereken idari ve fiziki yapılanma şartları ele alınmaktadır. İkinci bölümde, laboratuvarın gerçekleştirdiği bütün ölçüm test ve analizlerde karşılaşması gereken genel teknik şartlar irdelenmiştir. Üçüncü bölümde ise gürültü, titreşim, termal konfor, aydınlatma, toz, uçucu organik bileşikler, inorganik asitler, amonyak ve formaldehit deneylerine özgü teknik detaylar incelenmiş ve laboratuvarların yapması muhtemel hataların önüne geçilerek doğru ölçüm, test ve analiz sonuçları elde edilmesi hedeflenmiştir. Dördüncü bölümde ise bazı metotlar hakkında teknik bilgiler verilmiştir.

Uyarı:



Yetki alan veya alacak laboratuvarlarımızın iş hijyeni alanına yapacakları katkıların uzun vadede daha büyük olacağı inancıyla hazırlanan bu rehber, ilgilenen bütün kişi ve kuruluşlara bedelsiz olarak sunulan bir bilgi kaynağıdır. Bu bağlamda, bu rehber, iş hijyenine ve iş hijyeni laboratuvarlarının yetkilendirilmesine yönelik bir mevzuat veya kural kitabı olarak değerlendirilemez; içerisindeki bilgiler, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının resmi görüşlerini yansıtmaz ve mevzuata uyum açısından delil teşkil etmez.

2. İDARİ VE FİZİKSEL YAPILANMA

2.1 Laboratuvarın yasal statüsü

İş hijyeni ölçüm, test ve analizlerini gerçekleştirecek labortuvarların yasal anlamda muhatap alınabilecek ve sorumlu tutulabilecek kurum veya kuruluşlar olmaları gereklidir. Bu bağlamda, iş hijyeni alanında Bakanlıktan yetki almak için başvuru yapan özel laboratuvarlardan bildirilen adreste laboratuvar faaliyetlerinin yürütülebileceğine dair "İşyeri Açma ve Çalışma Ruhsatı" ve ticaret odasından alınan ve Türkiye Ticaret Sicili Gazetesi'nde yayımlanmış olan ticari sicilini gösteren belge istenmektedir. Ruhsatını ve ticari sicilini ibraz etmeyen laboratuvarlara yetki verilmesi kesinlikle mümkün olmamaktadır. Ayrıca, işyeri açma ve çalıştırma ruhsatında bu işyerinin, varsa başka iş kollarının yanı sıra, labortauvar olarak faaliyet gösterdiği belirtilmiş olmalıdır.

Laboratuvar, daha büyük bir kuruluşun bir bölümü veya alt kuruluşu olabilir. Böyle bir durumda, iş hijyeni ölçüm test ve analizi yapan bölüm veya bölümler Bakanlık yetkisi almak üzere içinde buldukları büyük yapı adına başvuruda bulunabilirler. Şubesi veya şubeleri bulunan labortauvarlar ise her bir şube için ayrı ayrı başvuru yapmalıdırlar. Çünkü, İş Hijyeni Ölçüm Test ve Analizi Yapan Labortauvarlar Hakkındaki yönetmeliğin önyeterliği tarif eden 24. maddesinin 3. fıkrası ve yeterliği tarif eden 25. maddesinin 2. fıkrası önyeterliğin ve yeterliğin başvuruda belirtilen adres ve unvana verileceğini belirtmektedir.

2.2 Laboratuvarın personel yapısı

İş hijyeni laboratuvarlarında çalışan personel, İş Hijyeni Ölçüm Test ve Analizi Yapan Labortauvarlar Hakkındaki Yönetmelik tarafından üç kategori altında düzenlenmiştir. Bunlardan birincisi, iş hijyeni ölçüm, test ve analiz sonuçlarından ve laboratuvarın yönetiminden sorumlu olan laboratuvar yöneticisidir. İkincisi, laboratuvar yönetim sistemi kurulmasından, uygulanmasından, iyileştirilmesinden, tespit edilen eksik ve/veya uygunsuzlukların yönetime bildirilmesinden sorumlu olan kalite yöneticisidir. Üçüncüsü ise İş hijyeni ölçüm, test, analiz numune alma işlemlerini gerçekleştiren, laboratuvar tarafından yetkilendirilmiş kişi veya kişiler olarak tanımlanan deney personeldir.

Laboratuvar Yöneticisi: Labortauvar yöneticisi, laboratuvarın raporlarında sunduğu iş hijyeni ölçüm test ve analizlerinin doğruluğundan ve gerçeği yansıtmasından birinci derecede sorumlu olan kişidir. Laboratuvar yöneticisi, hizmet alan kurum ve kuruluşlara sunulan bütün iş hijyeni ölçüm, test ve analizi raporlardaki sonuçların doğruluğunu ve gerçekliğini deney işlemlerinin başından sonuna kadar denetlemeli ve raporları imzalamalıdır. Değinilen yönetmeliğin 4. maddesinin 1. fıkrasının

h bendine göre, laboratuvar yöneticisi, en az dört yıllık lisans eğitimi veren Mühendislik, Fen, Tıp, Veteriner, Ziraat, Eczacılık, Su Ürünleri Fakülteleri ile Fen Edebiyat Fakültelerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji bölümleri veya bunlara denkliği Yükseköğretim Kurulu tarafından kabul edilen yurtiçindeki veya yurtdışındaki öğretim kurumlarından mezun olmuş bir kişi olmalıdır.

Kalite yöneticisi: Kalite yöneticisi, laboratuvar faaliyetlerinin TS EN ISO/IEC 17025 standradına (TÜRKAK harici kurumdan akredite olan laboratuvarlarda farklı olabilir) uygun yürütülmesini sağlamak için boratuvar yönetim sistemi kurulmasından, uygulanmasından, iyileştirilmesinden, tespit edilen eksik ve/veya uygunsuzlukların yönetime bildirilmesinden sorumlu kişidir. Kalite yöneticisi, labortauvarın idari ve teknik işleyişiyle ilgili her türlü dokümanın (prosedür, talimat vb.) oluşturulmasını, güncel halde tutulmasını ve deney personeli tarafından bu dokümanlara uygun işlemler yapılmasını sağlamalıdır. Bu bağlamda, laboratuvarın satın alma, talep alma ve değerlendirme, deney yapma, rapor hazırlama ve benzeri bütün faaliyetleri ile ilgili süreçlerin tanımlanması, dokümanlarla açıklanması ve bu süreçlerin işleyişlerindeki hataların tespiti ve labortauvar yönetimi ile çözüm odaklı biçimde paylaşılması kalite yöneticisinin sorumluluğundadır. Kalite yöneticisi tarafından oluşturulan ve sürekli iyileştirilen kalite sistemi, labortauvarın kendi tesislerinde gerçekleştirdiği faaliyetlerin yanı sıra başka tesislerde veya konumlarda yapılan ön inceleme, ölçüm, test, numune alma ve benzeri faaliyetleri de kapsamalıdır.

Deney personeli: Deney personeli, iş hijyeni ölçüm test ve analizlerini yapmak üzere laboratuvar tarafından tarafından yetkilendirilmiş kişi veya kişilerdir. Deney personelinin nasıl yetkilendirileceği ile ilgili ayrıntılı bilgiye 3.1 bölümünde yer verilmiştir. Ancak, burda şu kadarını belirtmelidir ki, deney personelinin hangi kriterlere göre yetkilendirileceği ve hangi tarihten itibaren deney yapmaya yetkili olduğu, kalite yöneticisi tarafından titizlikle takip edilmeli ve kayıt altına alınmalıdır. Personel sayısının az olduğu labortauvarlarda, labortuvar yöneticisinin ve kalite yöneticisinin aynı zamanda deney personeli olmasında herhangi bir sakınca bulunmamaktadır. Ayrıca, laboratuvar yöneticisi veya kalite yöneticisi konumunda olmayan deney personelinden herhangi bir eğitim kurumundan mezun olduğuna dair diploma istenmemektedir.

Üst yönetim: "Üst yönetim" yönetmelikte geçmeyen bir terim olmakla beraber TS EN ISO/IEC 17025 standardında laboratuvarın kalite yönetimi ile ilgili son kararları veren ve kalite sisteminin sürdürülmesinden sorumlu olan yönetici anlamında çeşitli yerlerde kullanılmaktadır. Üst yönetim, genel olarak, laboratuvarın personel rejiminden, idari ve mali işleyişinden ve teknik işlerinden sorumlu kişi veya kişilerden oluşmaktadır. Bu kişiler, genellikle laboratuvarın kurucuları veya ortakları olup harcama yetkisine sahiptirler. Büyük kurumsal yapılarda bu konunun kurucu veya ortaklar harici kişilere devredildiği durumlara da rastlanabilmektedir. Laboratuvarın

ticari hisselerinin satılması veya devredilmesi yeterlik veya ön yeterlik durumunu etkilemez ancak, yönetmelikte laboratuvar ortakları hakkında bazı hükümlerin yer almasından dolayı bu durumun İSGÜM laboratuvar yetkilendirme birimine yazılı olarak bildirilmesi gerekmektedir.

Üst yönetimin laboratuvar içindeki temel işlevleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Laboratuvar personelinin düzgün ve uyumlu çalışmasına yönelik gerekli tedbirleri almak;
2. Laboratuvarda oluşabilecek idari ve teknik uygunsuzlukların düzeltilmesi için gerekli faaliyetlerin yapılmasını sağlamak;
3. Yapılan ölçüm test ve analizlerin kapsamının genişletilmesi de dahil olmak üzere, laboratuvarın kalite hedeflerinin belirlenmesinde ve bu hedeflere ulaşılmasında etkin rol almak;
4. Yönetim sisteminde değişiklikler olması gündeme geldiğinde bu değişikliklerin kalite sisteminin bütünlüğünün bozulmadan yapılmasını sağlamak.

2.3 Kalite el kitabı

TS EN ISO/IEC 17025 standardının gereği olarak her laboratuvarda kalite sisteminin genel hatlarını belirten ve laboratuvarın işleyişini özetleyen bir kalite el kitabı bulunmalıdır. Kalite el kitabı, üst yönetim dahil olmak üzere bütün personelin görev tanımlarını içermelidir.

Mevcut laboratuvar uygulamalarında genellikle kalite el kitabının teorik bir belge olarak kalmakta, özellikle deney personeli tarafından yeterince hayata geçirilememektedir. Kalite el kitabının tanıtımının üst yönetim ve kalite yönetimi tarafından etkili biçimde yapılması ve böylece deney personelinin bu belgeyi hayata geçirmesi akreditasyon kurumu ve bakanlık tarafından yapılan denetimlerde meydana gelecek uygunsuzlukları önemli ölçüde azaltabilir. Dolayısıyla, kalite el kitabının anlaşılır bir dilde yazılması ve etkin tanıtımının yapılması tavsiye edilmektedir.

2.4 Dokümanlar

Bir laboratuvarın iş ve işlemlerinin yürütülmesini tarif eden ana dokümanlar; kalite el kitabı, prosedürler ve talimatlardır. Teknik çizimler, standartlar, kullanma kılavuzları, deney metotları, duyurular ve ilanlar gibi dokümanlar ise yardımcı dokümanlar olarak adlandırılır.

Laboratuvar, bütün dokümanların hazırlanması, değiştirilmesi, saklanması ve yürürlükten kaldırılması ile ilgili düzenli ve tutarlı uygulamalara sahip olmalıdır. Bu kapsamda, dokümanlar yayınlanmadan önce kontrolden geçirilmeli ve onaylanmalıdır. Dokümanların ne zaman yayımlandığını, ne zaman değiştirildiğini ve ne zaman yürürlükten kalktığını gösteren kayıtlar dikkatli bir şekilde tutulmalıdır.

İdari faaliyetlerin ve deneylerin gerçekleştirildiği bütün mekânlarda kalite sistemi dokümanlarına erişim kolayca sağlanabilmelidir. Günümüzde bu şart, elektronik ortamlarda kurulan kurum içi ağlar yardımıyla kolaylıkla sağlanabilmektedir. Ancak, kurum içi ağların dışarıdan gelen siber saldırılara karşı korunması da laboratuvarın dokümanlarının korunması açısından önem arz etmektedir.

Laboratuvar, yürürlükten kalkmış dokümanların kullanılmasını engelleyecek uygulamalara sahip olmalıdır ve bu tür dokümanların kullanılması ihtimalini en aza indirecek tedbirler geliştirmelidir. Örneğin, kurulan kurum içi ağda dokümanların (deney sırasında yapılacak kayıtlar için kullanılan formlar hariç) çıktılarının alınmasının engellenmesi etkili bir tedbir olabilir.

Dokümanlarda eksik kalan noktaların tamamlanması, dokümanların etkinliklerinin artırılması ve dokümanlardaki hataların düzeltilmesi amacıyla, periyodik olarak gözden geçirme faaliyeti yapılmalı ve gözden geçirmeye mümkün olduğu kadar çok personelin katılması gerekmektedir. Doküman gözden geçirme faaliyetinin kalite iç tetkikleri kapsamında planlanması idari ve teknik açıdan kolaylık sağlayabilir.

Laboratuvar uygulamalarında genellikle prosedürlerin ve talimatların ilgili standartların cümlelerinin kopyalanması yoluyla hazırlandığı görülmektedir. Ancak, bu standartlar, özellikle deneylerin yapılışı konusunda adım adım giden bir izlek sunmamaktadır. Bunun yerine deney yapılırken sağlanması gereken şartları anlatmaktadır. Dolayısıyla, prosedürler ve talimatlar hazırlanırken işlemin veya deneyin aşamaları adım adım anlatılmalı ve ilgili yerlere gelindiğinde standartlardan alıntı yapılmalıdır. Böylelikle, personelin idari işleri ve deneyleri doğru bir biçimde yapmalarını sağlayacak dokümanlar elde edilebilecektir.

2.5 Taleplerin ve tekliflerin yönetilmesi

İş hijyeni laboratuvarları, talep teklif ve sözleşmelerin alınması, değerlendirilmesi ve işleme konması hakkında çok iyi tanımlanmış yol ve yöntemlere sahip olmalıdır. Bu yol ve yöntemler prosedürler ve talimatlarla tanımlanmalıdır. Çünkü iş hijyeni ölçüm test ve analizlerinin iş yerlerindeki hangi kişiler üzerinde yapılacağı veya hangi noktalarda ortamın ölçümü yapılması gerektiği zor ve tartışmalı bir konudur.

Kimyasal madde numunelerinin hangi çalışanlardan veya noktalardan alınacağı konusunda, yönetmeliğin de atıf yaptığı TS EN 689 standardı rehber olarak kullanılmalıdır. Çalışanlar, maruz kalma şekillerine göre homojen gruplara ayrılmalı ve bu homojen gruplardan standardın öngördüğü sayıda numune alınmalıdır. Ortamdan numune alınacaksa da kimyasal madde konsantrasyonunun en yüksek olabileceği noktalar seçilmelidir.

Yapılacak ölçüm test ve analizler hakkında, başvuran işyerinin iş güvenliği uzmanı ile mutlaka bir mutabakat imzalanmalıdır. Bu mutabakatın oluşturulması sırasında iş güvenliği uzmanının, varsa çalışan temsilcisinin ve çalışanların görüşlerinin alınması faydalı olacaktır. Bununla birlikte, laboratuvar personeli de mutabakata profesyonel bilgi ve tecrübesiyle katkıda bulunmalıdır.

Mutabakatı oluşturmak amacıyla, mutlaka ön inceleme yapılmalı ve ön incelemeden elde edilen veriler kayıt altına alınmalıdır. İşyeri temsilcileri ile laboratuvar personeli bu verilerle birlikte masaya oturduklarında ortaya doğru ve hedefe yönelik bir mutabakat çıkması kolaylaşır. Laboratuvarın yapacağı ölçüm, test, analiz ve/veya numune alma faaliyetleri mutabakat imzalandıktan sonra başlamalıdır. İşin yürütümü sırasında meydana gelen değişiklikler de mutlaka kayıt altına alınmalı ve karşılıklı olarak imzalanmalıdır.

2.6 Laboratuvarlar arası işbirliği

Laboratuvarlar arası işbirliği yapılması yönetmelik tarafından oldukça kısıtlı ve sınırlı şartlara bağlanmıştır. Örneğin bir laboratuvarın toz ölçümü konusunda diğer bir laboratuvarla işbirliği yapabilmesi için öncelikle kendisinin toz ölçümünde yetkili olması ve personelden, cihazlardan veya başka bir sebepten kapasite düşmesi yaşamaması gerekmektedir. Kapasite düşmesi objektif delillerle kanıtlanmalıdır. Kapasite düşmesi yaşayan laboratuvar, toz ölçümü ile ilgili yine toz ölçümünde yetki bir laboratuvarla işbirliği yapabilir. Bu işbirliğinin hangi ölçümleri kapsayacağı konusunda da karşılıklı yazılı anlaşmaya varılmalıdır. Bu yazılı anlaşma ve kapasite düşmesine dair objektif deliller bakanlığa bildirilmelidir. Ayrıca işbirliği konusunda laboratuvar hizmet verdiği işyerini de bilgilendirilmelidir.

İlaveten, bu toz ölçümünün diğer bir laboratuvar devredilmesi, asıl laboratuvarın toz sonuçlarının doğruluğu hakkında Bakanlığa ve başvuru yapan işyerine karşı sorumluluğunu ortadan kaldırmaz. Dolayısıyla, asıl laboratuvarın hizmeti alan işyerini de işbirliği konusunda yazılı olarak bilgilendirmesi gerekmektedir.

Laboratuvarlar arası işbirliği ile ilgili sıkça sorulan bir soru ise kimyasal madde ve toz numunelerinin bir laboratuvar tarafından alınıp diğer bir laboratuvar tarafından analiz edilmesinin uygun olup olmadığıdır. Yönetmelik kapsamında böyle bir faaliyetin yapılması uygun değildir. Bu şekilde yapılan ölçümler geçersiz sayılacağı gibi, yetkisi olmayan bir analizde bu şekilde numune alıp ölçüm raporu düzenlemesi, yeterlik kapsamında olmayan parametreden ölçüm yapmak kapsamına dahil olacak ve yeterlik belgesinin iptaline sebep olacaktır.

2.7 Satın alma

Laboratuvarın cihaz ve malzeme satın alınması sırasında değerlendirmeye alacağı ilk konu alınacak cihazların kullanılan ölçüm test ve analizi için uygun nitelikte olmasıdır. Uygulamada laboratuvarların kullandıkları birçok Türk Standardı metotta ve uluslararası metotta cihazların hangi standarda uygun cihaz olması gerektiği açıkça belirtilmiştir. Örneğin uçucu organik bileşiklerin ölçülmesi için TS ISO 16200-1 metodunu kullanan bir laboratuvar, numune alma pompası olarak bu standardın 5.3 maddesinde belirtildiği üzere EN 1232'nin özelliklerini sağlayan bir pompa kullanılmalıdır. Numune alma pompaları ile ilgili değişik tedarikçilerden teklif alınırken tedarikçilere bu şart bildirilmeli ve pompa teslim alınırken de bu şarta uygunluğu kanıtlayan belgenin tedarikçi tarafından ibraz edilmesi istenmelidir.

Kullanılacak cam malzemeler ve kimyasal sarf malzemeler için de aynı durum geçerli olup ilgili standartlara uyum aranmalıdır.

2.8 Müşteri ile iletişim

İş hijyeni laboratuvarları müşterileri için düzenledikleri ölçüm test ve analiz raporlarını basılı veya elektronik olarak teslim edebilirler. Elektronik olarak teslim edilen raporların gizliliğinin sağlanması için ek tedbirler alınmalıdır. Basılı olarak iletilen raporlar ise değiştirilmesine engel olacak şekilde ıslak imzalı ve her sayfası ıslak olarak paraflanmış olmalıdırlar.

İş hijyeni laboratuvarlarının elde ettikleri ölçüm test ve analiz sonuçlarını bakanlık, yargı organları ve yetkili devlet kurumları haricinde kişi veya kurumlarla paylaşmaları yönetmelik tarafından yasaklanmıştır. Bakanlık ile paylaşılan sonuçlar ise teftiş, yaptırım veya ceza amaçlarıyla kullanılmamaktadır. Bu sonuçlar sadece çalışma hayatındaki risk

faktörlerinin genel bir resmini görmek ve bu resim üzerinden hedefe yönelik politikalar üretmek için kullanılmaktadır. Dolayısıyla, laboratuvarın müşterisine bakanlığın sonuçları politika üretmek amacıyla kullanacağını, yüksek çıkan sonuçlar dolayısıyla iş teftiş kurulunun yapacağı teftiş olmaksızın hemen bir yaptırım uygulanmayacağını bildirmesi bazı işletmelerde görülen ölçüm yaptırmaya yönelik direnci kırmakta etkili olabilir.

Ölçüm test ve analiz işlemlerinin bitmesinin ardından müşteriden verilen hizmetin kalitesine dair bir geri dönüş alınması gerekmektedir. Bu geri dönüşü almanın en iyi yolu verilen hizmetin ana unsurları hakkındaki memnuniyet seviyesini ölçen bir anket hazırlanması ve bunun müşteri tarafından doldurulmasının sağlanmasıdır. Anket sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmeli ve zayıf olduğu gözlemlenen noktalarda düzeltici faaliyetler yapılmalıdır.

Müşterilerin şikâyetlerini alabilmek için Anketin içerisinde veya başka bir doküman üzerinde ya da elektronik yolla gerçekleşen bir veya birkaç yöntem bulunmalıdır. Gelen şikâyetler ilgili bütün personel tarafından değerlendirilmeli ve gerekiyorsa düzeltici faaliyetler başlatılmalıdır.

2.9 Ölçüm test ve analizlerde hataların meydana gelmesi

Ölçüm test ve analizlerin gerçekleştirilmesi sırasında veya sonrasında yapılan bir hatanın tespiti durumunda laboratuvar sırasıyla şunları yapmalıdır:

- i. Hatanın ne olduğunun ve nerden kaynaklandığının net bir şekilde tespit edilmesi,
- ii. Hatanın önem derecesinin belirlenmesi ve ölçüm test ve analiz sonuçlarını etkileyip etkilemediğinin tespiti,
- iii. Düzeltici faaliyet başlatılması,
- iv. Önem derecesi yüksek olduğunda gerekiyorsa verilen raporun veya raporların geri çekilerek yeniden düzenlenmesi,
- v. Raporun geri çekildiği durumlarda ölçüm sonucunun değiştiğinin ve gerekçesinin ne olduğunun bakanlığa bildirilmesi,
- vi. Hata düzeltildikten sonra kalite yöneticisinin imzası alınarak ilgili deneyin yapılmasına tekrar başlanması.

2.10 Düzeltici faaliyetler

Yukarıdaki bölümlerde de tarif edildiği gibi, laboratuvarın gerçekleştirdiği idari işlemlerde veya ölçüm test ve analizlerde herhangi bir hata ile karşılaşıldığında düzeltici faaliyet yapılmalıdır. Düzeltici faaliyetler başlatılırken mutlaka bir sebep analizi yapılarak hatanın kök sebebine inilmeye çalışılmalıdır. Kök sebeple birlikte diğer sebepler için de çözüm önerileri getirilmeli ve bunlar uygulanmalıdır. Örnek bir sebep analizi Tablo 1'de verilmiştir.

Sebebe analizine yazılan sebepler net bir şekilde ifade edilmeli ve anlaşılır olmalıdır. Sebepler yazılırken direkt olarak cihaz veya ekipman kusuruna değinmek yerine, ölçüm test ve analizde işi aksaklığa uğratan olaya yer verilmelidir. Çözüm önerilerinin ne zamana kadar gerçekleştirileceği ve gerçekleşmeden kimin sorumlu olduğu belirtilmelidir. Düzeltici faaliyetlerin kayıtlarının düzgün biçimde tutulması, yönetimin gözden geçirmesi toplantılarında laboratuvardaki problemlerin net bir şekilde görülmesinde ve ona göre etkin çözümler üretilmesinde laboratuvar yönetimine çok yardımcı olacaktır.

2.11 Önleyici faaliyetler

Laboratuvar uygulamalarında düzeltici ve önleyici faaliyetlerin genellikle bir arada yürütüldüğü ve gözden geçirme faaliyetlerinde bir arada değerlendirildiği gözlemlenmektedir. Ancak yapı ve amaç itibarıyla düzeltici ve önleyici faaliyetler arasında fark bulunmaktadır. Düzeltici faaliyetler zaten meydana gelmiş bir hatanın düzeltilmesini ve tekrar edilmemesini amaçlarlar. Önleyici faaliyetler ise hata oluşmadan önce hatayı engellemek için yapılırlar.

Örneğin, Tablo 1'deki olayda, pompanın durmasından sonra yapılması planlanan işler düzeltici faaliyetlerdir. Ancak, pompaların bakım ve onarım işlemlerinin düzgün biçimde yapılması ve kayıtlarının tutulması ise, pompalarla ilgili aksaklıkların yaşanmasını engellemeye yönelik önleyici bir faaliyettir. Önleyici faaliyetlerin de kayıtlarının tutulması ve personelin önleyici faaliyet önermeye teşvik edilmesi, laboratuvarda işlerin hatasız biçimde yürütülmesi için çok faydalı olacaktır. Önleyici faaliyetin amacına uygun biçimde tamamlandığına karar verilmesinin ardından önleyici faaliyetin bitirildiğine dair kalite yöneticisinin imzası alınmalı ve faaliyet kayıtları saklanmalıdır.

Tablo 1: Örnek düzeltici faaliyet sebep analizi

Hatanın tanımı: XYZ123 seri no'lu ABCÇDE marka hava örnekleme pompasının örnekleme sırasında durması		
Sebeup	Çözüm Önerisi	Çözümün hedeflenen gerçekleşme tarihi ve sorumlu kişisi
Bataryanın bitmesi	Örnekleme öncesi bataryaların kontrol edilmesi konusunda personelin uyarılması	16.03.2016 Ahmet Bulut
Pompanın bataryasının laboratuvarda dolu biçimde saklanmaması	Pompa bataryalarının dolu olarak saklanması konusunun cihaz kullanım talimatına yansıtılması ve cihaz sorumlusunun bu konuda uyarılması	21.03.2016 Yağmur Yılmaz
Pompa şarjlarının dolu olduğunu teyit eden bir kayıt bulunmaması	Pompa şarjlarının doluluk durumunu gösteren bir form hazırlanması ve cihaz deposuna asılması	22.03.2016 Demet Ergün

2.12 Kayıtların yönetilmesi

Laboratuvarın numune alma, ölçüm, test, analiz, talepler ve teklifler, müşterilerle iletişim ve benzeri konularda yazıya geçirdiği bütün bilgiler laboratuvarın kayıtlarını oluşturur. Laboratuvar, hangi kaydın nerede, kim tarafından ve hangi şartlar altında saklanacağı hususunda açıkça tanımlanmış uygulamalara sahip olmalıdır. Bu uygulamaların düzgün biçimde yapılıp yapılmadığının takibinin ise bizzat üst yönetim tarafından yapılması tavsiye edilmektedir. Çünkü bakanlıktan yetki almış laboratuvarların ürettiği sonuçlar resmi merciler tarafından delil olarak kabul edilecektir ve bu delillerin doğruluğundan laboratuvarın üst yönetimi sorumlu olacaktır. Bir sonucun doğru olduğunu ispatlamak için kullanılacak tek yol ise kayıtların düzgün biçimde tutulması ve saklanmasıdır. Kayıtların doğruluğundan emin olmanın yolu ise bu kayıtların ölçüm, test ve analiz işlemleri sırasında yerinde ve anında

tutulmasıdır. Ölçüm, test analiz mekanından ayrıldıktan sonra kayıt tutmak veya kayıtların sonradan temize geçirilmesi istenmeyen bir uygulamadır. Yanlış olan kayıtların üzeri okunmasını engellemeyecek şekilde çizilmeli, o kısım paraflanmalı ve yerine doğru bilgi yazılmalıdır.

Kayıtlarını elektronik ortamda saklamayı tercih eden laboratuvarlar, bu kayıtların kaybolmasını veya bozulmasını engellemek için teknolojiye faydalanarak gerekli tedbirleri almalıdırlar.

Başkaca bir mevzuat tarafından daha uzun süreler tespit edilmemişse, iş hijyeni laboratuvarları, ölçüm raporları da dahil kayıtlarını en az on yıl saklamakla yükümlüdürler.

2.13 Laboratuvarın kendisini kontrol etmesi

İş hijyeni laboratuvarları, yönetim sistemindeki eksiklikleri, uygulamalardaki hataları, personelin zorluk yaşadığı konuları ve eğitim ve cihaz/ekipman eksikliklerini tespit etmek amacıyla yılda en az bir kere kontrol faaliyeti yapmalıdır. Kontrol faaliyeti iç tetkiklerin planlanmasını, uygulanmasını ve elde edilen bulgularla beraber yıl içerisindeki düzeltici ve önleyici faaliyetlerin değerlendirilmesi için gözden geçirme toplantısının yapılmasını içerir.

Gözden geçirme toplantılarında mercek altına alınan bulgular sadece nitel olarak değil, mümkünse nicel ve istatistiksel olarak da incelenmeli ve değerlendirilmelidir. Örneğin, hangi ölçüm, test analiz faaliyetinde en çok hata yapıldığının tespiti veya müşterilerin en çok hangi konuda memnuniyetsiz olduklarının belirlenmesi laboratuvarın işleyişini iyileştirmek için etkin tedbirler alınmasında faydalı olur.

Laboratuvar, kendisini kontrol etme faaliyetleri sırasında, rutin işlerle ilgili hususların yanı sıra eğitim ihtiyaçlarının tespiti ve planlanması, ölçülen parametrelere ek yapılması faaliyetlerinin planlanması, müşteri memnuniyetini artıracak faaliyetlerin planlanması gibi hususları da gündeme almalıdır. Bu hususlarda kalite yönetiminin ve deney personelinin görüşlerinin toplanması ve değerlendirilmesi hem kurumsal aidiyetin artırılması hem de laboratuvarın daha verimli hale getirilmesi açısından yararlı olacaktır.

3. TEKNİK YAPILANMA

3.1 Personel yeterliliği ve personel yetkilendirme

Bir laboratuvarda işe yeni başlayan bir personel hemen ölçüm, test ve analiz yapmaya başlayamamaktadır. Personelin kullandığı cihaz ve ekipmanlar hakkında yetkin ve yeterli olmasının sağlanması gerekmektedir. Bunun için alınan cihaz/ekipman eğitimlerinin sertifikaları bakanlıkça da yetki başvuru dosyalarında istenmektedir.

Ayrıca, bir ölçüm, test ve analizi gerçekleştiren bütün personelin, o ölçüm test ve analizle ilgili bütün cihazlarla aynı şekilde işlem yapıp aynı sonuçlara ulaşabildiğini kanıtlamak amacıyla tekrarlanabilirlik ve tekrar üretilebilirlik çalışmaları gerçekleştirilmelidir. Tekrarlanabilirlik, bir ölçüm test ve analizin aynı cihazla ve aynı koşullarda üst üste yapılarak aynı sonuçların elde edilmesi olarak tanımlanabilir. Tekrar üretilebilirlik ise bir ölçüm test ve analizin farklı günlerde, farklı şartlar altında yapılsa bile aynı sonucu üretebilme kapasitesidir. Hem tekrarlanabilirliğin hem de tekrar üretilebilirliğin kanıtlanması için mutlaka istatistiksel testler kullanılmalıdır. Bu testler için hesap tablosu programlarının içerisinde yerleştirilmiş olan istatistik fonksiyonları kullanılabilir.

Laboratuvarında kalite yöneticisi veya laboratuvar sorumlusu olarak çalışan kişiler de gerekli çalışmaların tamamlanması sonucu ölçüm test ve analiz yapmak için yetki elde edebilirler. Bunun yanında, bir ölçüm test ve analizle ilgili olarak sadece numune alma veya sadece analiz yapma ile sınırlandırılmış kısmi yetkilendirmeler de yapılabilir.

Personelin teknik yeterliliğinin yanı sıra idari açıdan laboratuvarın işleyiş ve düzenine de uyumu sağlanmalıdır. Bu amaçla, yeni başlayan kişilere oryantasyon eğitimi verilmesi gerekmektedir. Oryantasyon eğitiminde, laboratuvarın idari yapılanması, personelin izin, rapor, maaş gibi özlük işleri ve laboratuvarında hangi unvandaki kişilerin hangi görev tanımlarıyla çalıştıkları gibi konularda bilgi verilmelidir. Ayrıca, kalite yönetim sistemi tanıtılmalı ve kalite sistemine dahil olan dokümanların tamamının okunması ve anlaşılması sağlanmalıdır. Yeni başlayan kişinin aklında netleşmeyen noktalar varsa bunları dile getirmesi teşvik edilmelidir. Yanlış öğrenilen bir bilginin ileride kemikleştikten ve hatalara sebep olduktan sonra düzeltilmesi laboratuvar yönetimi için zor bir iş olacaktır.

Üst yönetim dahil bütün personelin görev tanımlarının net bir şekilde yapılması ve yeni başlayan personel görev tanımlarının öğretilmesi önemli bir ilkedir. Görev tanımları içerisinde kişilerin sorumluluklarına da yer verilmesi fayda sağlayacaktır.

3.2 Laboratuvarın yerleşimi ve ortam koşulları

Genel prensip olarak bir laboratuvarın yerleşimi, ölçüm test ve analizlerde karşılıklı etkilenmeyi önleyecek şekilde düzenlenmelidir. Birbirini etkilemesi çok muhtemel faaliyetlerin yapıldığı mekânların fiziksel olarak birbirinden ayrılması gerekebilir. Örneğin, vakum pompası bulunan bir kütle spektrometresi kullanılıyorsa, bu pompanın ürettiği titreşim gravimetrik analizleri için kullanılan terazinin dengesini etkileyebilir. Dolayısıyla bu iki cihazın birbirini etkilemeyecek konumda bulundurulması gerekmektedir.

Yönetmelik özelinde ise iş hijyeni laboratuvarlarının sağlaması gereken bazı mekânsal şartlar bulunmaktadır. Bu şartlar şöyle özetlenebilir:

- a) En az 15 m²'lik ofis alanı,
- b) Analiz yapan kurumlar için en az 5 m²'lik numunelerin teslim alındığı numune kabul bölümü,
- c) Tartım işleminin yapıldığı laboratuvarında, sonuçların çevre şartlarından olumsuz şekilde etkilenmesini engelleyecek en az 5 m²'lik ayrı bir tartım bölümü,
- ç) Enstrümantal analiz cihazlarında çalışılıyorsa, her bir cihaz için en az 5 m²'lik bir alan,
- d) Kimyasal maddeler varsa, bunların depolanması için en az 6 m²'lik ayrı bir bölüm ve bu bölümde kimyasal maddelerin, yapısına, risk gruplarına ve saklama koşullarına göre muhafaza edecek, gerekiyorsa havalandırma sistemli, kilitlenebilir bir dolap.

Yönetmelik, ayrıca, laboratuvarlar için personel güvenliğinin sağlanması amacını güden bazı fiziksel şartlar öngörmektedir. Bu şartlar şu şekilde belirtilmiştir:

- a) Kullanılan parlayıcı, patlayıcı, boğucu ve zehirli gaz içeren gaz tüpleri bina içinde veya dışında, kimyasal özelliklerine göre tehlike oluşturmayacak şekilde; boş ve dolu gaz tüpleri ayrı ayrı yerlerde, tamamı düşmeye karşı kelepçeli veya zincirle bağlı, dik bir şekilde, her türlü ısı kaynağından, açık alev ve kıvılcımlardan, aşındırıcı kimyasallardan uzak, serin ve kuru yerde muhafaza edilir.
- b) Yedek yardımcı malzemelerin ve kimyasal maddelerin, yapısına, risk gruplarına ve saklama koşullarına göre muhafaza edecek havalandırma sistemli bir depo veya uygun düzenlenmiş dolaplar bulunur.

c) Laboratuvarda acil çıkış kapıları bulunur.

3.3 Metotların seçilmesi ve metotların uygulanabildiğinin kanıtlanması

İş hijyeni laboratuvarlarından hizmet alan işyerlerinin en öncelikli ihtiyacı çalışma mevzuatına uyum sağlamaktır. Diğer deyişle, iş hijyeni laboratuvarları, işverenlere, iş güvenliği uzmanlarına ve çalışanlara fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenlere olan maruziyetlerinin mevzuatta veya standartlarda belirlenmiş sınır değerlere uyup uymadığını bildirmekle görevlidir. Dolayısıyla, iş hijyeni laboratuvarları mevzuattaki veya standartlardaki sınır değerlerle karşılaştırabilecek sonuçlar üretmelidirler. Bunu yapmak için de bu sınır değerlerle karşılaştırılabilecek sonuçlar üreten ve tespit aralığı içerisinde sınır değerlerin bulunduğu metotları seçmelidirler. Örneğin, Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Alınacak Sağlık ve Güvenlik Tedbirleri Hakkında Yönetmelikte toluen maddesinin 8 saatlik maruziyet sınır değeri 192 mg/m^3 olarak verilmiştir. Bu durumda ölçüm aralığı $0,5 \text{ mg/m}^3$ ile 100 mg/m^3 olan bir metodun seçilmesi müşterinin ihtiyacını karşılamayacaktır.

Metot seçiminde dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise laboratuvarda mevcut olan veya alınması gereken cihaz ve donanımın metodun öngördüğü teknik şartları taşıyıp taşımadığıdır. Bu konuda hata yapılmasını önlemek için metotların dikkatlice incelenmesi ve cihaz/donanım tedarikçilerinden gerekli teknik bilgiler alınmalıdır.

Metot seçimi yapıldıktan sonra, laboratuvar, bu metodu uygulayabildiğini yazacağı validasyon raporu ile kanıtlamalıdır. Validasyon raporunda bölüm 3.1'de tarif edilen tekrarlanabilirlik ve tekrar üretilebilirlik çalışmaları yer almalıdır ve bu çalışmaların hangi cihazlara, hangi şartlar altında ve kimler tarafından yapıldığı açıkça belirtilmelidir. Ayrıca, tekrarlanabilirlik ve tekrar üretilebilirlik çalışmaları mutlaka istatistiksel metotlarla değerlendirilmelidir.

Metotların içerisindeki her bir ölçüm değişkeni için validasyon raporları dahilinde veya ayrı bir rapor içerisinde ölçüm belirsizliği hesabı yapılmalıdır. Ölçüm belirsizliği hesabı yapılırken ölçüm sonuçlarını etkileyen her faktör göz önüne alınmalı ve ölçüm belirsizliği bütçesine katılmalıdır. Bu bileşenleri ve bileşenlerin sayısal değerlerini elde etmek için metotlar, kalibrasyon sertifikalarındaki sapma değerleri, farklı standartlar, tedarikçilerden alınan bilgiler ve benzeri kaynaklar kullanılabilir. Metodun doğası gereği sayısal değeri bilinmeyen bileşenler olsa bile bu bileşenlerin etkisinin değerlendirmeye alındığı ölçüm belirsizliği raporunda belirtilmelidir.

3.4 Sayısal veriler

Laboratuvarların sehven verdiği hatalı sonuçlar incelendiğinde en sık yapılan hatanın sonuçların yanlış hesaplanması veya raporlara yanlış geçirilmesi olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, hesap programlarının metotlarda verilen formüllere uygun olarak yapılması ve hesapların en az bir kere elle doğrulamasının yapılması gerekmektedir. Elle doğrulama, elektronik hesap programının yaptığı hesapların kağıt kalem kullanılarak teyit edilmesidir. Bilgisayarlarla yapılan hesaplamaların elektriksel veya elektronik etkiler sonucu etkilenme ihtimaline ve formüllerin hesap programlarına yanlış girilme ihtimaline karşı elle doğrulamalar mutlaka yapılmalı ve kayıtları saklanmalıdır.

Kullanımı karmaşık olduğu durumlarda, hesap programlarının kullanımı ile ilgili iş ve işlemlerin ilgili deney talimatlarına yansıtılması da faydalı olacaktır.

Sayısal verilerin raporlar yanlış aktarımı engellemek için ise mutlaka bir kontrol mekanizması geliştirilmelidir. Örneğin; rapor yazacak personele sonuçların bildirildiği formlar ile raporlarda yer alan sonuçların kalite yöneticisi tarafından karşılaştırılması, bu mekanizmanın bir parçası olabilir.

3.5 Cihaz yönetimi

Laboratuvar, kullandığı metottaki iş ve işlemleri gerçekleştirmek için gereken bütün cihazlara sahip olmalıdır. Bütün cihazlar diğer cihazlarla aynı olmayan bir kod ile kodlanmalı ve cihazla ilgili tüm kayıtlar bu kod kullanılarak yapılmalıdır. Bir cihaz kullanılmadan önce kalibrasyonunun yapıldığından ve kalibrasyon sonuçlarının müsaade edilen azami sapmalardan daha çok sapma göstermediğinden emin olunmalıdır. Müsaade edilen azami sapmalar, standartlardan ve teknik dokümanlardan elde edilebilir. Bu azami sapmaların aşılıp aşılmadığı, ilgili deneyden sorumlu kişi ve kişiler tarafından kontrol edilmeli ve uygun olduğu görülen kalibrasyon raporlarının arkasına "uygundur" ifadesi yazılarak imza atılmalıdır.

Cihazların kullanımını, bakımını ve kalibrasyon yaptırılmasını tarif eden cihaz talimatları hazırlanmalıdır. Cihazların kalibrasyon periyotları kullanım sıklığına ve üreticinin tavsiyelerine göre belirlenmeli ve kalibrasyon planı formlarına yansıtılmalıdır. Kalibrasyonu yapılmayan analiz cihazları için (örneğin iyon kromatografisi cihazı) yetkili servisinden periyodik olarak cihaz validasyon hizmeti alınması ve bu validasyon çalışmalarının kayıtlarının saklanması gerekmektedir.

Dışarıdan alınan validasyon ve kalibrasyon hizmetlerine ek olarak cihazların stabilitesinin devam edip etmediği de laboratuvar içerisinde

kontrol edilmelidir. Bu kontroller, örneğin, teraziler için etalon setler kullanılarak; kimyasal analiz cihazlarında ise konsantrasyonu bilinen maddelerin analiz edilmesi yoluyla yapılabilir. Laboratuvar, cihazların ara kontrollerde verebilecekleri azami sapmalara dair kriterler oluşturmalı ve bu kriterleri sağlamayan cihazların kullanımını durdurmalıdır. Bu kriterler (örneğin, kontrol kartı kullanan laboratuvarlar için Westgard kuralları), standartlardan, kullanma kılavuzlarından veya teknik dokümanlardan elde edilebilir.

Cihazların laboratuvardan ayrılması ve geri getirilmesi ile ilgili hususlar cihaz kullanım talimatlarında yer almalıdır. Bu talimatlarda cihazların sadece yetkili personel tarafından kullanılacağı ve kullanım öncesi ve sonrası kontrollerinin nasıl yapılacağı açıkça belirtilmelidir.

3.6 Numune alma

İş hijyeni laboratuvarları, tozlar dahil olmak üzere kimyasal maddelerin ölçüm, test ve analizlerini yapabilmek için çalışanların üzerine takılı cihazlarla veya işyeri ortamına yerleştirilen cihazlarla havadan numune almaktadırlar. Numune alma işlemi, bir iş hijyeni ölçüm, test veya analizi içerisinde ölçüm belirsizliğine en büyük katkı veren parça olduğu için numune alma iş ve işlemleri çok dikkatli gerçekleştirilmelidir. Numune alma iş ve işlemleri numune alma tekniği ve numune alma stratejisi olmak üzere iki ana başlık altında ele alınacaktır.

Numune alma tekniği: İş hijyeni amacıyla numune alma işlemlerinde bir filtre veya bir sorbent tüp içerisinden geçirilen havadaki kimyasal maddenin filtre veya sorbent tüp üzerinde zenginleştirilmesi metodu kullanılır. Ayrıca, havanın gaz yıkama şişelerinden geçirilerek kimyasal maddenin sıvı içerisinde zenginleştirilmesi tekniği de mevcuttur.

Numune alma tekniği içerisindeki en önemli işlem, hava akış hızının ilgili metodun gerektirdiği değere doğru biçimde ayarlanmasıdır. Bu ayarları doğru ve hızlı bir biçimde yapabilmek için nakış hızı kolaylıkla değiştirilebilen ve akış hızının yetkisiz kişilerce değiştirilmesini önleyecek tuş kilidi bulunan pompaların tercih edilmesi tavsiye edilmektedir.

Gerekli akış hızını elde etmek için ayar yapılırken öncelikle numune alınacak sistemin aynısı kurulur ve pompa çalıştırılarak hava akımı elde edilir. Bu hava akımını elde ederken numune alırken kullanılacak pompa, başlık ve hortum kullanılmalıdır. Ancak, numune alırken kullanılacak filtre veya sorbent tüp yerine temsili bir filtre veya sorbent tüp kullanılarak numunenin fazladan kirlenmesi engellenmelidir.

Numune alma düzeneği kurulduktan sonra, numune alıcı başlığın çekiş yaptığı uç akış ölçere bağlanmalıdır. Pompanın direkt olarak akış ölçere bağlanması kesinlikle doğru değildir. Çekiş yapan ucun akış ölçere

bağlanmadığı durumlar için kalibrasyon kavanozları da kullanılabilir. Bu tür kavanozların içerisine numune alma başlığı bırakılmakta ve kavanozun üzerindeki bir açıklıktan çekilen hava, akış ölçer yoluyla ölçülmektedir. Kalibrasyon kavanozlarının hava sızdırmadığından ve kullanılan hava örnekleme başlığı için uygun olduğundan emin olunmalıdır.

Toz numuneleri alınırken kullanılacak filtrelerin tozun cinsine göre seçilmesi gerekmektedir. Bu filtrelerin seçimi için bir kılavuz olarak www.isgum.gov.tr internet adresinde laboratuvar yetkilendirme kısmında bulunan filtre ve başlık seçimi tablosu kullanılabilir.

Alveollere ulaşabilecek kadar küçük olan tozların (tozla mücadele yönetmeliğinde solunabilir toz olarak adlandırılan) örneklenmesinde, bu işlem için özel olarak tasarlanmış siklon başlıklar kullanılmaktadır. Bu başlıklar için kullanılması gereken akış hızı başlığın cinsine göre değişiklik göstermektedir. Gereken akış hızını belirlemek için ilgili kullanım kılavuzları dikkatle incelenmelidir.

Tozla Mücadele Yönetmeliğinde toplam toz olarak adlandırılan tozların ölçümü için ise daha büyük hava çekiş uçları bulunan toplam toz başlıkları kullanılmaktadır. Bu başlıklarda kullanılması gereken akış hızları için de ilgili kullanım kılavuzlarına başvurulmalıdır.

Gaz numunesi alınması için kullanılacak hava akış hızları ve örneklenmesi gereken minimum ve maksimum hava hacimleri için ise ilgili metotlara başvurulmalıdır. Bütün kimyasal maddelerin sorbent tüplerde etkin biçimde tutunmasını sağlayan tek bir hava akım hızı ve toplam hava hacmi değeri bulunmadığı için numunesi alınacak kimyasallar çeşitlilik gösterdiğinde aynı çalışan üzerinden birden çok numune alınması gerekebilir.

Numune alma stratejisi: İşyerlerinden hava numunesi alınırken İş Hijyeni Ölçüm Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmeliğin de kullanılmasını öngördüğü TS EN 689 standardı kılavuz olarak kullanılmalıdır. Bu kılavuza göre öncelikle maruz kalınması muhtemel kimyasal maddelerin bir listesi çıkartılmalıdır. Bu liste çıkartılırken işyerinden alınan malzeme güvenlik formları ve işyerindeki üretim süreçleri hakkında bilgilerin alınması büyük önem arz etmektedir.

Kimyasal maddelere dair bir liste oluşturulmasının ardından bu maddelere maruziyetlerin seviyesi tahmin edilmeye çalışılmalıdır. Bu tahmin için kullanılacak bazı bilgi kaynakları Tablo 2'de verilmiştir. Bu bilgi kaynaklarına dair tam bir liste için TS EN 689 standardına başvurulmalıdır.

Tahmin işlemi tamamlandığında maruziyetin çok düşük olduğu açıkça görülen kimyasal maddeler için ölçüm yapılmamasına karar verilebilir. Çok

yüksek olduğu açıkça belli olan maruziyetler için ise ölçüm iş ve işlemlerinin yapılması beklenmemeli, önce maruziyeti düşürücü tedbirler alınmalı daha sonra ölçüm yoluna gidilmelidir.

Tablo 2: Maruziyetin tahmini için bilgi kaynakları

- Daha önce yapılan ölçümlerin sonuçları
- Benzer tesislerde yapılan ölçümlerin sonuçları
- Maruziyet kaynakları
- İş yükü
- Çalışma alışkanlıkları
- Alınmış olan mühendislik tedbirleri

3.7 Rapor hazırlama

Laboratuvar tarafından yapılan her bir iş hijyeni ölçüm, test ve analizine ait sonuçların, doğru, açık, kesin, tarafsız ve iş hijyeni ölçüm, test ve analiz metotlarında belirtilen bütün özel talimatlara uygun bir şekilde rapor haline getirilmesi esastır.

Raporlar hazırlanırken akreditasyon standardında belirtilen unsurların yanı sıra kullanılan metodun şart koştuğu unsurlara da yer verilmelidir. Raporlarda hatalı sonuçların verilmesini engellemek ve yapılan iş ve işlemlerin doğru bir tarifinin yansıtılmasını sağlamak için mutlaka bir rapor kontrol mekanizması oluşturulmalıdır. Bu mekanizma içerisinde ölçüm test ve analiz kayıtlarına dönülerek sonuçların doğruluğunun teyit edilmesi ve rapora aktarılan bilgilerin doğruluğunun kontrol edilmesi yer almalıdır.

Raporlar içerisinde görüş ve yorumlara yer verilmesi labortauvarın kendi tercihi bırakılmış bir konudur. İş hijyeni laboratuvarlarının raporlarında yer verdiği görüşlerin ve yorumların mevzuata ve standartlara dayandırılması tavsiye edilmektedir. Ortam ölçümü sonuçlarının ise kişisel maruziyet sınır değerleri ile karşılaştırılmaması gerekmektedir.

4. BAZI METOTLAR HAKKINDA BİLGİLER

4.1. Deney Talimatları

Personel tarafından kolayca anlaşılabilir, metodun gerekliliklerini sağlayacak şekilde ölçüm işlemini hazırlıktan raporlamaya kadar anlatmalıdır.

Deney Talimatı aşağıdaki başlıkları içermelidir:

- *Amaç ve Kapsam*

Amaç ve kapsam yazılırken kullanılan metoda atıf yapılmalıdır.

- *Kullanılan Cihaz ve Malzemeler*

Kullanılan cihazın standarda uygunluğu, model ve seri numaraları, kullanılabilceği ortamlar (parlayıcı/patlayıcı ortamlarda kullanılabilirliği), cihazın çalışma aralıkları, eğer ayrı problemleri varsa onlar için de aynı bilgiler yazılmalıdır.

- *Ölçüme hazırlık veya deney numunesinin hazırlanışı*

Burada yapılan ön incelemelerden ve müşteriden alınacak bilgiler (çalışma saatleri, işçi sayısı vb.) doğrultusunda doldurulması gereken formlardan bahsedilmelidir. Eğer metod farklı ölçüm stratejileri içeriyorsa hangisinin kullanılacağına nasıl karar verileceği bu aşamada anlatılmalıdır.

Toz maruziyeti ölçümleri için gereken işlemlerden (pompa doğrulamaları, filtre tartımların vb..) bahsedilebilir.

- *Deneyin Yapılışı*

Deneyin yapılışı kullanılan standarda uygun olarak ayrıntılı bir şekilde, gerekirse standarttaki yada standarda uygun şekiller içeren resimlerle birlikte anlatılmalıdır. Eğer metod farklı ölçüm stratejileri içeriyorsa bu stratejiler başlıklar halinde açıklanmalıdır.

Ölçüm sırasında yapılacak cihaz ayarları için cihaz kullanım talimatına atıf yapılmalıdır eğer cihaz kullanım talimatı yoksa gerekli bilgiler bu başlık altında ayrıntılı bir şekilde açıklanmalıdır.

Metot ölçüm sonrası doğrulama içeriyorsa doğrulama şartları ve doğrulama sonrası yapılacak işlemler ayrıntılı olarak açıklanmalıdır.

Toz maruziyeti ölçümü için saklama ve taşıma şartları da belirtilmelidir.

- *Hesaplamalar*

Kullanılan metoda uygun hesaplamalar anlatılmalı ve eğer hesaplama programları kullanılıyorsa bunlara atıf yapılmalıdır.

4.2. Saha Kayıt Formları

Metodun gerektirdiği başlıkları, ölçüm öncesi, ölçüm sırasında ve sonrasında işyerinde kaydedilmesi gereken bilgileri içeren formlardır.

Bütün saha kayıt formlarında genel olarak ;

- Talep numarası,
- Çevre şartları (sıcaklık, basınç, nem, vb.),
- Ölçümde kullanılan cihazlar (çevre şartları ölçümünde kullanılan cihazlar, kalibratörler ve birincil doğrulayıcı ya da rotametreler dahil) seri no ile birlikte,

İş hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Labortauvarlar İçin Rehber

- Kişisel maruziyetler için çalışanın adı ve görev tanımları, görev yeri,
- Ölçümü yapan/numuneyi alan personel adı,
- Ölçüm yapıldığı/ numunenin alındığı tarih,
- Birimleri ile birlikte ölçüm sonuçları kaydedilmelidir.

4.2.1. Kişisel Gürültü Maruziyeti Saha Kayıt Formları

Gürültü ölçümleri için gürültü kaynaklarının ve ölçüm noktalarının gösterildiği bir kroki olmalıdır. İş yerinden yerleşim planı alınamadığı takdirde elle çizilebilir.

TS EN ISO 9612 ;

İş Tabanlı Ölçümler

- Toplam Ölçüm Süresi
- Maruziyet Süresi
- Bölüm Ve İşin Tanımı
- Homojen Maruziyet Grubu Çalışanları ,(Vardiya Listesi Gibi Bir Ek Olabilir)
- Ölçüm Alınan Çalışanların Adı Ve Ölçüm Süreleri
- C Faktörü (dBA)(Cihaz Uygunsa)
- Ölçüm Öncesi Ve Sonrası SPL (dBA)
- Ölçüm Sonuçları (Leq Dba, Peak dBC)
- Dosya Adı/No(Cihazın Oluşturduğu Kayıtlar)

Görev Tabanlı Ölçümler

- Maruziyet Süresi
- Bölüm Ve İşin Tanımı
- Ölçüm Alınan Çalışanların Adı Ve Ölçüm Süreleri
- Yapılan Görev/Görevler
- Ölçüm Sonuçları (Leq dBA, Peak dBC)
- Ölçüm Öncesi Ve Sonrası Spl (dBA)
- Dosya Adı/No(Cihazın Oluşturduğu Kayıtlar)

Tam Gün Ölçümler

- Toplam ölçüm süresi
- Maruziyet Süresi
- Bölüm Ve İşin Tanımı
- Ölçüm Alınan Çalışanların Adı Ve Ölçüm Süreleri
- C faktörü (dBA) (Cihaz Uygunsa)
- Ölçüm Öncesi Ve Sonrası SPL (dBA)
- Ölçüm Sonuçları (Leq dBA, Peak dBC)
- Dosya Adı/No(Cihazın Oluşturduğu Kayıtlar)

TS 2607 ISO 1999 Saha Kayıt Formları

Bu metot için saha kayıt formu olarak TS EN ISO 9612 standardının tam gün stratejisinin kayıt formundaki başlıklar kullanılabilir.

4.2.2. Toz Maruziyeti Ölçümleri Saha Kayıt Formları

- Kullanılan Ölçüm Metodu (NIOSH 500,NIOSH600,MDHS 14/3)
- Numune Alınan Bölüm, İşin Tanımı, Maruziyet Süresi
- Çalışan Adı,
- Toplam Çalışma Saati
- Ölçüm Öncesi Ve Sonrası Pompa Debisi,
- Numune Kodu (Kör Numune Dahil)
- Ölçüme Başlama Ve Bitiş Saatleri
- Toplam Örneklenen Hacim
- Ölçüm Türü (Kişisel/Ortam Ve Solunabilir/ Toplam)

4.2.3. Titreşim Maruziyeti Ölçümü

El-kol ve tüm vücut ölçümleri için ayrı saha kayıt formları hazırlanması ve tavsiye edilmektedir.

El Kol Maruziyeti

- Çalışanların Adı, Ölçüm Yapılan Bölüm, Makine Veya İşlem ,İşin Tanımı, Maruziyet Süresi
- Ölçüm Süreleri,
- Ölçüm Alınan El Kol (Sağ/Sol)
- Ölçüm Sonuçları (Xwh,Ywh,Zwh)
- Yapılan Görev/Görevler

Tüm Vücut Ölçümleri

- Çalışanların Adı, Ölçüm Yapılan Bölüm, Makine Veya İşlem ,İşin Tanımı, Maruziyet Süresi
- Ölçüm Süreleri,
- Ölçüm Sonuçları (Xwd,Ywd,Zwk)
- Yapılan Görev/Görevler

4.2.4 Aydınlatma

- Ölçüm Türü(İç Ortam/Dış Ortam/ Masa-Tezgah Çalışmaları/ Ekranlı Çalışmalar)
- Çalışanların Adı, Ölçüm Yapılan Bölüm,
- Ölçüm Zamanı
- Aydınlatma Türü(Doğal/Yapay)
- Yapay Aydınlatma Türü (Floresan, Led, Civa, Tungsten, Vb...)
- Ölçüm Sonuçları Lüks Olarak,
- Yapılan Görev/Görevler

4.2.5. Termal Konfor

- Ölçüm Türü (PMV/ Wbgtin /Wbgtout Ve Homojen/Heterojen Ortam)
- Ölçüm Seviyesi,(Baş,Karın,Ayak)
- Çalışanların Adı, Ölçüm Yapılan Bölüm, Maruziyet Süresi
- Ölçüm Saati,
- Görev Tanımı,
- Çalışanın Ortama Alışkinlığı,
- Kıyafet, Metabolik Oran (Clo Ve Met Cinsinden)
- Ölçüm Sonuçları(PMV/PPD/Wbgtin /Wbgtout)

4.3. Validasyon Ve Ölçüm Belirsizliği Raporları

Metot validasyon ve ölçüm belirsizliği raporları genel olarak aşağıdaki başlıkları içermelidir.

1- Amaç ve Kapsam

Amaç ve kapsam yazılırken valide edilecek metoda atıf yapılmalıdır.

2- Kullanılan cihazlar

İş hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Labortauvarlar İçin Rehber
Kullanılan cihazın model ve seri numaraları, eğer ayrı problemleri varsa onlar için de aynı bilgiler yazılmalıdır.

3– Çalışmaya Katılan Personel

4– Validasyon Çalışmaları

- Cihaz Eşitleme (Eğer Gerekiyorsa)

Eğer metot için birden fazla cihaz kullanılıyorsa cihazların aşağıdaki örnekteki gibi bir tablo oluşturulup istatistiksel testler(ANOVA vb...) ile doğrulamalarının yapılması gereklidir.

	1. cihaz	2. cihaz	3. cihaz	4. cihaz	5. cihaz	6. cihaz	7. cihaz	8. cihaz	9. cihaz	10. cihaz
01.01.2015										
01.01.2015										
01.01.2015										
01.01.2015										
01.01.2015										
01.01.2015										
01.01.2015										
01.01.2015										
01.01.2015										
01.01.2015										

Tablo 1 – Cihaz Eşitleme Tablosu

- Tekrarlanabilirlik

Tekrarlanabilirlik çalışmasının gerçekleştirildiği koşullar, ölçümlerin tarihi ve saati, kullanılan cihazlar, ölçüm personeli gibi bilgiler ayrıntılı şekilde belirtilmelidir.

Yapılan ölçümlerin sonuçları tablo halinde gösterilip sonuçların uygunluğu istatistiksel bir test ile kanıtlanmalıdır.

- Tekrarüretilebilirlik

Tekrarüretilebilirlik çalışmasının gerçekleştirildiği koşullar, ölçümlerin tarihi ve saati, kullanılan cihazlar, ölçüm personeli gibi bilgiler ayrıntılı şekilde belirtilmelidir.

Yapılan ölçümlerin sonuçları tablo halinde gösterilip sonuçların uygunluğu istatistiksel bir test ile kanıtlanmalıdır.

- Ölçüm belirsizliği bütçesi

Ölçüm belirsizliği bütçeleri ölçümde kullanılan standartlara uygun olmalıdır ve bütçe, ölçüm sonucunu etkileyen belirsizlik kaynaklarının tümünü içermelidir. Genişletilmiş ölçüm belirsizliğinin nasıl raporlanacağı belirtilmelidir.

- Validasyon Raporunun Tekrar Edilmesi Gereken Durumlar

Validasyon ve ölçüm belirsizliği çalışmaları için gerekli açıklamalar ve örnek tablolar aşağıda belirtilmiştir.

TS EN ISO 9612 Standardı

Her strateji için ayrı olarak validasyon çalışması yapılmalıdır.

Görev tabanlı ölçümler

Tekrarlanabilirlik çalışmalarının uygun bir istatistiksel test kullanılarak karşılaştırması yapılmalıdır. Her bir ölçüm sonucu, stratejinin gerektirdiği uygulamaları içermelidir. Yani her bir ölçüm için en az 5 dakikalık 3 ölçümün hesaplanmasından gelen sonuçlar olmalıdır. Her bir personelin en az 10 ölçüm sonucu olmalıdır.

Yapılan tekrarlanabilirlik çalışması sonucu elde edilen 8 saatlik maruziyet değerlerinin(Lex8h) doğruluğu istatistiksel bir test yardımıyla kanıtlanmalıdır.

Yapılan tekrarüretilebilirlik çalışması sonucu elde edilen 8 saatlik maruziyet değerlerinin(Lex8h) doğruluğu istatistiksel bir test yardımıyla kanıtlanmalıdır.

İş hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Labortauvarlar İçin Rehber

9612 görev tabanlı tekrarlanabilirlik tablosu							
ölçüm tarihi	gg.aa.yy	1. kişi		2. kişi		3. kişi	
ölçüm no	LeqA(dB)	Lex8h (dB)	LeqA(dB)	Lex8h(dB)	LeqA(dB)	Lex8h(dB)	
1	5 dk ölçüm	8 saatlik					
	5 dk ölçüm	maruziyet					
	5 dk ölçüm	değeri					
2	5 dk ölçüm	8 saatlik					
	5 dk ölçüm	maruziyet					
	5 dk ölçüm	değeri					
3	5 dk ölçüm	8 saatlik					
	5 dk ölçüm	maruziyet					
	5 dk ölçüm	değeri					
4	5 dk ölçüm	8 saatlik					
	5 dk ölçüm	maruziyet					
	5 dk ölçüm	değeri					
5	5 dk ölçüm	8 saatlik					
	5 dk ölçüm	maruziyet					
	5 dk ölçüm	değeri					
6	5 dk ölçüm	8 saatlik					
	5 dk ölçüm	maruziyet					
	5 dk ölçüm	değeri					
7	5 dk ölçüm	8 saatlik					
	5 dk ölçüm	maruziyet					
	5 dk ölçüm	değeri					
8	5 dk ölçüm	8 saatlik					
	5 dk ölçüm	maruziyet					
	5 dk ölçüm	değeri					
9	5 dk ölçüm	8 saatlik					
	5 dk ölçüm	maruziyet					
	5 dk ölçüm	değeri					
10	5 dk ölçüm	8 saatlik					
	5 dk ölçüm	maruziyet					
	5 dk ölçüm	değeri					

Tablo 4.1 – Görev tabanlı ölçüm stratejisi örnek tekrarlanabilirlik tablosu .

9612 görev tabanlı tekrarüretilebilirlik tablosu								
		1. kişi		2. kişi		3. kişi		
	ölçüm no	LeqA(dB)	Lex8h (dB)	LeqA(dB)	Lex8h(dB)	LeqA(dB)	Lex8h(dB)	
Ölçüm Tarihi (1. Gün) gg.aa.yy.	1	5 dk ölçüm	8 saatlik					
		5 dk ölçüm	maruziyet					
		5 dk ölçüm	değeri					
	2	5 dk ölçüm	8 saatlik					
		5 dk ölçüm	maruziyet					
		5 dk ölçüm	değeri					
	3	5 dk ölçüm	8 saatlik					
		5 dk ölçüm	maruziyet					
		5 dk ölçüm	değeri					
	4	5 dk ölçüm	8 saatlik					
		5 dk ölçüm	maruziyet					
		5 dk ölçüm	değeri					
	5	5 dk ölçüm	8 saatlik					
		5 dk ölçüm	maruziyet					
		5 dk ölçüm	değeri					
Ölçüm Tarihi (2. Gün) gg.aa.yy	1	5 dk ölçüm	8 saatlik					
		5 dk ölçüm	maruziyet					
		5 dk ölçüm	değeri					
	2	5 dk ölçüm	8 saatlik					
		5 dk ölçüm	maruziyet					
		5 dk ölçüm	değeri					
	3	5 dk ölçüm	8 saatlik					
		5 dk ölçüm	maruziyet					
		5 dk ölçüm	değeri					
	4	5 dk ölçüm	8 saatlik					
		5 dk ölçüm	maruziyet					
		5 dk ölçüm	değeri					
	5	5 dk ölçüm	8 saatlik					
		5 dk ölçüm	maruziyet					
		5 dk ölçüm	değeri					

Tablo 4.2– Görev tabanlı ölçüm stratejisi örnek tekrarüretilebilirlik tablosu

İş Tabanlı Ölçümler

Bu strateji de ölçümün doğası gereği tekrarlanabilirlik çalışması istenmemektedir.

Tekrarüretilebilirlik çalışmaları yapıp istatistiksel test yardımıyla ölçüm sonuçları değerlendirilmelidir. Bu çalışmada en az 2 farklı günde ve her personel için en az 3 ölçüm sonucu içeren bir çalışma olmalıdır.

9612 iş tabanlı tekrarüretilebilirlik tablosu							
	ölçüm no	1. kişi		2. kişi		3. kişi	
		LeqA(dB)	Lex8h (dB)	LeqA(dB)	Lex8h(dB)	LeqA(dB)	Lex8h(dB)
Ölçüm Tarihi (1. Gün) gg.aa.yy.	1	saatlik ölçür	8 saatlik maruziyet değeri				
		saatlik ölçür					
		saatlik ölçür					
		saatlik ölçür					
		saatlik ölçür					
Ölçüm Tarihi (2. Gün) gg.aa.yy.	2	saatlik ölçür	8 saatlik maruziyet değeri				
		saatlik ölçür					
		saatlik ölçür					
		saatlik ölçür					
		saatlik ölçür					
Ölçüm Tarihi (3. Gün) gg.aa.yy.	3	saatlik ölçür	8 saatlik maruziyet değeri				
		saatlik ölçür					
		saatlik ölçür					
		saatlik ölçür					
		saatlik ölçür					

Tablo 4.3 İş tabanlı ölçüm stratejisi örnek tekrarüretilebilirlik tablosu

Yapılan tekrarüretilebilirlik çalışması sonucu elde edilen 8 saatlik maruziyet değerlerinin(Lex8h) doğruluğu istatistiksel bir test yardımıyla kanıtlanmalıdır.

Tam Gün Ölçümleri

Bu stratejide, iş tabanlı ölçüm stratejisine benzer şekilde ölçümün doğası gereği tekrarlanabilirlik çalışması istenmemektedir.

Tekrarüretilebilirlik çalışmaları yapıp istatistiksel teste tabi tutularak ölçüm sonuçları değerlendirilmelidir. Bu çalışma en az 3 farklı günde ve her personel için en az 3 ölçüm sonucu (hesaplanan günlük 8 saatlik maruziyet değeri) içermelidir.

9612 tam gün tekrarüretilebilirlik tablosu				
		1. kişi	2. kişi	3. kişi
	ölçüm no	Lex8h (dB)	Lex8h(dB)	Lex8h(dB)
Ölçüm Tarihi (1. Gün) gg.aa.yy.	1	8 saatlik maruziyet değeri		
Ölçüm Tarihi (2. Gün) gg.aa.yy.	2	8 saatlik maruziyet değeri		
Ölçüm Tarihi (3. Gün) gg.aa.yy.	3	8 saatlik maruziyet değeri		

Tablo 4.4– Tam gün ölçüm stratejisi örnek tekrarüretilebilirlik tablosu

Yapılan tekrarüretilebilirlik çalışması sonucu elde edilen 8 saatlik maruziyet değerlerinin(Lex8h) doğruluğu istatistiksel bir test yardımıyla kanıtlanmalıdır.

TS EN ISO 9612 Ölçüm Belirsizliği

Görev Tabanlı Ölçümler için Belirsizlik Bütçesi

TS EN ISO 9612 Ölçüm Belirsizliği

Görev tabanlı ölçüm stratejisi ölçüm belirsizliği

Görev Tabanlı Belirsizlik Bütçesi			
Görev Gürültü Seviyelerinin Örneklenmesi		$u_{1a,m}$	
Görev Sürelerinin Hesaplanması		$u_{1b,m}$	
Cihaz Sistemi		$u_{2,m}$	0,7dB / 1,5dB
Mikrofon Konumu		u_3	1 dB

$$u^2(L_{EX,8h}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right)$$

$c_{1a,m}$	Göreve karşılık gelen duyarlılık katsayıları
$c_{1b,m}$	

$$c_{1a,m} = \frac{\partial L_{EX,8h}}{\partial L_{p,A,eqT,m}^*} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 \times (L_{p,A,eqT,m}^* - L_{EX,8h})}$$

$$c_{1b,m} = \frac{\partial L_{EX,8h}}{\partial T_m} = 4,34 \times \frac{c_{1a,m}}{T_m}$$

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,mi} - \bar{L}_{p,A,eqT,m})^2 \right]}$$

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J (T_{m,j} - T_m)^2 \right]}$$

İş analizinde bir zaman aralığı çıkmışsa yani görev süresinin gözlemler sonucu maksimum ve minimum süreleri belli ise aşağıdaki formül de kullanılabilir.

$$u_{1b,m} = 0,5 \times (T_{\max} - T_{\min})$$

Yukarıdaki formüllerden $u(L_{EX,8h})$ hesaplandıktan sonra genişletilmiş belirsizlik;

$U = 1,65 \cdot u$ çarpımıyla hesaplanır.

Raporlama, $X \pm U$ dB şeklinde yapılır.

İş Tabanlı Ölçümler için Belirsizlik Bütçesi

İş Tabanlı Belirsizlik Bütçesi						
İş Gürültü Seviyelerinin Örneklenmesi				u ₂		
Cihaz Sistemi				u ₃	0,7dB / 1,5dB	
Mikrofon Konumu				u ₃		
$u^2(L_{EX,8h}) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 (u_2^2 + u_3^2)$						
$u_1^2 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[\sum_{n=1}^N (L_{p,A,eqT,n} - \bar{L}_{p,A,eqT})^2 \right]}$						
Yukarıdaki formülden u ₁ hesaplanarak aşağıdaki tablo yardımıyla u ₁ belirsizliği belirlenir						
N	Ölçülen L _{p,A,eqT,n} değerlerin					
	0,5	1	1,5	2	2,5	3
3	0,6	1,6	3,1	5,2	8,0	11,5
4	0,4	0,9	1,6	2,5	3,6	5,0
5	0,3	0,7	1,2	1,7	2,4	3,3
6	0,3	0,6	0,9	1,4	1,9	2,6
7	0,2	0,5	0,8	1,2	1,6	2,2
8	0,2	0,5	0,7	1,1	1,4	1,9
9	0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7
10	0,2	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5
12	0,1	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3
14	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2
16	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1
18	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0
20	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9
25	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8
30	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7
Yukarıdaki formüllerden u ₁ hesaplandıktan sonra genişletilmiş belirsizlik;						
U= 1,65*u çarpımıyla hesaplanır.						
Raporlama, X ± U dB şeklinde yapılır.						

Tam Gün Ölçümler için Belirsizlik Bütçesi

Tam gün ölçümün belirsizlik hesabı için işlem, iş tabanlı olan ile aynıdır. Buna göre tam gün ölçüm için belirsizlik, Standartta çizelge C.3 'te bulunan belirsizlik bütçesinden ve çizelge C.4.'te yer alan c₁u₁ ile ve Madde C:5 ve Madde C.6 'da bulunan u₂ ve u₃ ile denklem C.9 kullanılarak hesaplanır.

TS 2607 ISO 1999 ölçüm belirsizliği

Bu metot için kısa süreli ölçümler yapılarak 8 saatlik günlük maruziyet hesaplanıyorsa tekrarlanabilirlik çalışması yapılmalıdır. Bu çalışma her personel için en az 10 ölçüm sonucu* olacak şekilde elde edilecek sonuçların uygun bir istatistiksel test kullanılarak karşılaştırması yapılmalıdır. Ancak 8 saatlik ölçümler yapılıyorsa tekrarlanabilirlik çalışması yapılmaz.

Tekrarüretilebilirlik çalışmalarında kısa süreli veya 8 saatlik ölçümler için en az 3 farklı günde ve her personel için en az 3 ölçüm sonucu* olacak şekilde elde edilecek sonuçların uygun bir istatistiksel test kullanılarak karşılaştırması yapılmalıdır.

2607 ölçüm sonucu: Kısa süreli ölçümler için gerekli hesaplar kullanılarak elde edilen 8 saatlik günlük maruziyet değeri (dB), 8 saatlik ölçümler için cihazdan okunan LeqA değeri (dB)

2607- 8 saatlik ölçümler için tekrarüretilebilirlik tablosu				
		1. kişi	2. kişi	3. kişi
	ölçüm no	Lex8h (dB)	Lex8h(dB)	Lex8h(dB)
Ölçüm Tarihi (1. Gün) gg.aa.yy.	1	8 saatlik maruziyet değeri		
Ölçüm Tarihi (2. Gün) gg.aa.yy.	2	8 saatlik maruziyet değeri		
Ölçüm Tarihi (3. Gün) gg.aa.yy.	3	8 saatlik maruziyet değeri		

Tablo 4.5– 8 Saatlik ölçümler için örnek tekrarüretilebilirlik tablosu

2607- kısa süreli ölçümler için tekrarlanabilirlik tablosu				
		1. kişi	2. kişi	3. kişi
	ölçüm no	Lex8h(dB)	Lex8h(dB)	Lex8h(dB)
Ölçüm Tarihi gg.aa.yy.	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Tablo 4.6– Kısa süreli ölçümler için örnek tekrarlanabilirlik tablosu

2607- kısa süreli ölçümler için tekrarüretilebilirlik tablosu				
		1. kişi	2. kişi	3. kişi
	ölçüm no	Lex8h(dB)	Lex8h(dB)	Lex8h(dB)
Ölçüm Tarihi (1. gün) gg.aa.yy.	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Ölçüm Tarihi (2. gün) gg.aa.yy.	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

Tablo- 4.7 - Kısa süreli ölçümler için örnek tekrarüretilebilirlik tablosu

Aydınlatma COHSR 928-1-IPG-28

Metot Validasyon

Tekrarlanabilirlik çalışmasında her personel için 10 ölçüm sonucu* olacak şekilde elde edilecek sonuçların uygun bir istatistiksel test kullanılarak karşılaştırması yapılmalıdır.

Tekrarüretilebilirlik çalışmaları yapıp istatistiksel teste tabi tutularak ölçüm sonuçları değerlendirilmelidir. Bu çalışma en az 2 farklı günde yapılmalı ve her personel için 5'er ölçüm sonucu* içermelidir.

*Aydınlatma ölçüm sonucu: Ölçülen nokta için standart gereği yapılan 4 ölçümün ortalamasıdır.

Ölçüm Belirsizliği

Aydınlatma ölçümünde belirsizlik bütçesi aşağıdaki başlıkları içermelidir:

Tekrarlanabilirlik belirsizliği	U1
Tekrarüretilebilirlik belirsizliği	U2
Cihaz kalibrasyon sertifikasından gelen belirsizlik	U3
Ekran çözünürlüğünden gelen belirsizlik	U4
Toplam Belirsizlik	$u = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2}$
Genişletilmiş Belirsizlik (%95 Güven Aralığı)	$U = u * 2$

Raporlama:

Belirsizlik bütçesi birim (Lüx) olarak hesaplanmışsa belirsizlik X (ölçüm sonucu) ± U(genişletilmiş belirsizlik) olarak raporlanır.

Belirsizlik bütçesi yüzde (%) olarak hesaplanmışsa belirsizlik X ± X*%U olarak raporlanır.

Termal Konfor- PMV / WBGT

TS EN 7730

Metot Validasyon

PMV ölçüm süresi en az 1 saat olacağı için eğer laboratuvar, tekrarlanabilirlik çalışmasına imkan verecek sayıda personel ve cihaza sahipse her personel için en az 5'er PMV değeri olacak şekilde elde edilecek sonuçların uygun bir istatistiksel test kullanılarak karşılaştırması yapılmalıdır.

Tekrarüretilebilirlik çalışmaları yapıp istatistiksel teste tabi tutularak ölçüm sonuçları değerlendirilmelidir. Bu çalışma en az 2 farklı günde yapılmalı ve her personel için en az 3 PMV değeri içermelidir.

İş hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Labortauvarlar İçin Rehber
Ölçüm Belirsizliği

PMV ölçümünde belirsizlik bütçesi aşağıdaki başlıkları içermelidir:

PMV	
Tekrarlanabilirlik (yapılabiliriyorsa) belirsizliği	U_1
Tekrarüretilebilirlik belirsizliği	U_2
kalibrasyon sertifikasından(Hava akış hızı) gelen belirsizlik	U_3
kalibrasyon sertifikasından(Küre) gelen belirsizlik	U_4
kalibrasyon sertifikasından(Kuru sıcaklık) gelen belirsizlik	U_5
Ekran çözünürlüğünden gelen belirsizlik	U_6
Toplam Belirsizlik	$u = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2 + U_6^2}$
Genişletilmiş Belirsizlik	$U = u * 2$

Raporlama:

Belirsizlik bütçesi yüzde (%) olarak hesaplanır ve belirsizlik $X \pm X*\%U$ olarak raporlanır.

TS EN 27243

Metot Validasyon

WBGT ölçüm süresi en az 1 saat olacağı için eğer laboratuvar, tekrarlanabilirlik çalışmasına imkan verecek sayıda personel ve cihaza sahipse her personel için en az 5'er WBGT değeri olacak şekilde elde edilecek sonuçların WBGTin ve WBGTout değerleri için ayrı ayrı tablo oluşturulup istatistiksel test kullanılarak karşılaştırılmaları yapılmalıdır.

Tekrarüretilebilirlik çalışmaları en az 2 farklı günde yapılmalı ve her personel için en az 3 WBGT değeri olacak şekilde elde edilecek sonuçların WBGTin ve WBGTout değerleri için ayrı ayrı tablo oluşturulup istatistiksel test kullanılarak karşılaştırılmaları yapılmalıdır.

Ölçüm Belirsizliği

WBGT ölçümünde belirsizlik bütçesi aşağıdaki başlıkları içermelidir:

WBGT _{in}	
Tekrarlanabilirlik (yapılabiliyorsa) belirsizliği	U ₁
Tekrarüretilebilirlik belirsizliği	U ₂
kalibrasyon sertifikasından(Yaş hazne) gelen belirsizlik	U ₃
kalibrasyon sertifikasından(Küre) gelen belirsizlik	U ₄
Ekran çözünürlüğünden gelen belirsizlik	U ₅
Toplam Belirsizlik	$u = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2}$
Genişletilmiş Belirsizlik	U = u * 2

WBGT _{out}	
Tekrarlanabilirlik (yapılabiliyorsa) belirsizliği	U ₁
Tekrarüretilebilirlik belirsizliği	U ₂
kalibrasyon sertifikasından(Yaş hazne) gelen belirsizlik	U ₃
kalibrasyon sertifikasından(Küre) gelen belirsizlik	U ₄
kalibrasyon sertifikasından(Kuru sıcaklık) gelen belirsizlik	U ₅
Ekran çözünürlüğünden gelen belirsizlik	U ₆
Toplam Belirsizlik	$u = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2 + U_6^2}$
Genişletilmiş Belirsizlik	U = u * 2

U₃ = 0,7*U_{sertifika} Sertifikadan gelen yaş hazne belirsizliği, metotta geçen katsayı ile çarpılarak bütçeye eklenmelidir.

U₄ = 0,3* U_{sertifika} (WBGT_{in}) Sertifikadan gelen küre belirsizliği, metotta geçen katsayı ile çarpılarak bütçeye eklenmelidir.

U₄ = 0,2* U_{sertifika} (WBGT_{out}) Sertifikadan gelen küre belirsizliği, metotta geçen katsayı ile çarpılarak bütçeye eklenmelidir.

U₅ = 0,1* U_{sertifika} Sertifikadan gelen kuru sıcaklık belirsizliği, metotta geçen katsayı ile çarpılarak bütçeye eklenmelidir.

Raporlama:

Belirsizlik bütçesi yüzde (%) olarak hesaplanır ve belirsizlik X ± X*%U olarak raporlanır.

Belirsizlik bütçesi birim (°C) olarak hesaplanmışsa belirsizlik X (ölçüm sonucu) ± U(genişletilmiş belirsizlik) olarak raporlanır.

Toz MDHS 14/3, NIOSH 500, NIOSH 600

Metot Validasyon

Toz maruziyeti ölçümünde laboratuvarda kullanılan her başlık için ayrı ayrı tekrarlanabilirlik ve tekrarüretilebilirlik çalışmaları yapılmalıdır.

MDHS 14/3 metodu için en az 2 saatlik örnekleme yapıldığından laboratuvar, tekrarlanabilirlik çalışmasına imkan verecek sayıda personel ve cihaza sahipse her personel için en az 5'er ölçüm sonucu* olacak elde edilecek sonuçların uygun bir istatistiksel test kullanılarak karşılaştırması yapılmalıdır.

MDHS 14/3 metodu için tekrarüretilebilirlik çalışmaları en az 2 farklı günde yapılmalı ve her personel için en az 3 ölçüm sonucu* değeri olacak şekilde elde edilecek sonuçların uygun bir istatistiksel test kullanılarak karşılaştırılmaları yapılmalıdır.

NIOSH 500/ NIOSH 600 metotları için tekrarlanabilirlik çalışması her personel için 10'ar ölçüm sonucu* olacak şekilde elde edilecek sonuçların uygun bir istatistiksel test kullanılarak karşılaştırması yapılmalıdır.

NIOSH 500/ NIOSH 600 metotları için tekrarüretilebilirlik çalışmaları en az 2 farklı günde yapılmalı ve her personel için 5'er ölçüm sonucu* değeri içermelidir.

*Toz ölçüm sonucu: Standartların gerektirdiği hesaplamalar sonucu elde edilen 8 saatlik günlük maruziyet değeri(TWA).

İş hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Labortauvarlar İçin Rehber
Ölçüm Belirsizliği

Toz ölçümünde belirsizlik bütçesi aşağıdaki başlıkları içermelidir:

Tekrarlanabilirlik (yapılabilirliği) belirsizliği	U ₁
Tekrarüretilebilirlik belirsizliği	U ₂
Birincil doğrulayıcıdan(kalibratör) gelen belirsizlik	U ₃
Rotametreten (kullanılıyorsa) gelen belirsizlik	U ₄
Terazi kalibrasyon sertifikasından gelen belirsizlik	U ₅
Kullanılan başlıktan gelen belirsizlik	U ₆
Etalon set kalibrasyon sertifikasından gelen belirsizlik	U ₇
Toplam Belirsizlik	$u = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2 + U_6^2 + U_7^2}$
Genişletilmiş Belirsizlik	U = u * 2

Raporlama:

Belirsizlik bütçesi birim (mg/m³) olarak hesaplanmışsa belirsizlik X (ölçüm sonucu) ± U(genişletilmiş belirsizlik) olarak raporlanır.

Belirsizlik bütçesi yüzde (%) olarak hesaplanmışsa belirsizlik X ± X*%U olarak raporlanır.

Titreşim

TS EN ISO 5349 1-2, TS ISO 2631-1, TS EN 1032+A1

Metot Validasyon

Tekrarlanabilirlik çalışmasında her personel için 10 ölçüm sonucu* olacak şekilde elde edilecek sonuçların uygun bir istatistiksel test kullanılarak karşılaştırması yapılmalıdır.

Tekrarüretilebilirlik çalışmaları yapıp istatistiksel teste tabi tutularak ölçüm sonuçları değerlendirilmelidir. Bu çalışma en az 2 farklı günde yapılmalı ve her personel için 5'er ölçüm sonucu* içermelidir.

*Titreşim ölçüm sonucu: Ölçülen nokta için standart gereği yapılan 3 ölçümün hesap programları kullanılarak elde edilen 8 saatlik günlük maruziyet değeri (A8).

Ölçüm Belirsizliği

Titreşim ölçümünde belirsizlik bütçesi el-kol ve tüm vücut olarak 2 ayrı bütçe oluşturulmalıdır.

İş hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Labortauvarlar İçin Rehber
Titreşim ölçümünde belirsizlik bütçesi aşağıdaki başlıkları içermelidir:

Tekrarlanabilirlik belirsizliği	U ₁
Tekrarüretilebilirlik belirsizliği	U ₂
Cihaz kalibrasyon sertifikasından gelen belirsizlik	U ₃
Ekran çözünürlüğünden gelen belirsizlik	U ₄
Toplam Belirsizlik	$u = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2}$
Genişletilmiş Belirsizlik	U = u * 2

Raporlama:

Belirsizlik bütçesi birim (m/s²) olarak hesaplanmışsa belirsizlik X (ölçüm sonucu) ± U (genişletilmiş belirsizlik) olarak raporlanır.

Belirsizlik bütçesi yüzde (%) olarak hesaplanmışsa belirsizlik X ± X*%U olarak raporlanır.

Hesaplamalar

Aydınlatma

$$\text{Ölçüm sonucu} = \frac{1.\text{ölçüm} + 2.\text{ölçüm} + 3.\text{ölçüm} + 4.\text{ölçüm}}{4} \text{ lux}$$

Eğer kalibrasyon sertifikası interpolasyon denklemi içeriyorsa yukarıda hesaplana ölçüm sonucu denklemde yerine konulur.

Toz

$$\text{Toz konsantrasyonu} = \frac{(W_2 - W_1) - (B_1 - B_2)}{V(t)} \times 10^3 \text{ mg/m}^3$$

W₂: Filtrenin ölçüm sonrası ağırlığı(mg)

W₁: Filtrenin ölçüm öncesi ağırlığı(mg)

B₁: Şahit numunenin ölçüm öncesi ağırlığı(mg)

B₂: Şahit numunenin ölçüm sonrası ağırlığı(mg)

Termal konfor

İş hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Labortauvarlar İçin Rehber

PMV ölçüm sonucu için cihazın verdiği değer kullanılabilir, eğer hesaplama yapmak gerekiyorsa ISO 7730 standardındaki denklem (1)'e uygun hesap programı kullanılmalıdır.

WBGT ölçüm sonucu için cihazın verdiği değer kullanılabilir, eğer hesaplama yapmak gerekiyorsa aşağıdaki formüller kullanılır.

$$WBGT_{in} = 0,7t_{yaş\ hazne} + 0,3t_{kürs} \text{ } ^{\circ}C$$

$$WBGT_{out} = 0,7t_{yaş\ hazne} + 0,2t_{kürs} + 0,1t_{kuru\ sıcaklık} \text{ } ^{\circ}C$$

Eğer ortam heterojen ise;

$$WBGT = \frac{WBGT_{baş} + 2.WBGT_{karın} + WBGT_{ayak\ bileği}}{4} \text{ } ^{\circ}C$$

Titreşim

El-kol

$$a_{nv} = \sqrt{a_{hw_x}^2 + a_{hw_y}^2 + a_{hw_z}^2} \text{ } m/s^2$$

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hv_i}^2 T_i}$$

$$T_0 = 28800 \text{ s}$$

n = görev sayısı

T_i = her bir görevin maruziyet süresi