

EFLM

EUROPEAN FEDERATION OF CLINICAL CHEMISTRY
AND LABORATORY MEDICINE



YEŞİL LABORATUVARLAR

ISBN: 978-605-70111-2-1

EFLM REHBERİ: YEŞİL VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TIBBİ LABORATUVARLAR

2022 Yayını



ÇEVİRENLER

Güzin Aykal
Serkan Bolat
Erhan Seyfi Demirhan
Hamit Yaşar Ellidağ
Emel Çolak Samsun
Kâmil Taha Uçar
Oğuzhan Zengi

EDİTÖR

Doğan Yücel



İÇİNDEKİLER

1. ÖNSÖZ	4
1.1. ARKA PLAN VE GENEL BAKIŞ	4
1.2. EFLM GÖREV GÜCÜ-YEŞİL LABORATUVARLAR.....	6
2. GİRİŞ	8
3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN KİMYASAL STRATEJİ	10
3.1. GİRİŞ	10
3.2. YEŞİL KİMYA NEDİR?	14
3.3. MEVZUAT.....	17
3.4. TEHLİKELİ KİMYASALLAR. LABORATUVARLAR TEHLİKELİ KİMYASALLARIN KULLANIMINI NASIL AZALTABİLİR?.....	19
3.5. HEDEFLER.	22
3.6. EYLEMLER.....	25
4. ENERJİ TASARRUFU VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK STRATEJİLERİ	26
4.1. GİRİŞ	26
4.2. ENERJİ TÜKETİMİNE İLİŞKİN İYİ ÇEVRE UYGULAMASININ GERÇEKLEŞTİRİLMESİ..	27
4.2.1. Laboratuvarlar enerji tüketimini nasıl azaltabilir?.....	28
4.2.1.1. Kapatmak	28
4.2.1.2. Akıllı teknoloji.....	28
4.2.1.3. İki kere düşün.....	28
4.2.1.4. Zamanlayıcılar.....	29
4.2.1.5. Çeker ocaklar ve Biyogüvenlik Kabinleri (BGK).....	29
4.2.1.6. Buzdolapları ve dondurucular.....	29
4.2.1.7. Atık	30
4.2.1.8. İklimlendirme	30
4.2.1.9. Ekipman ve cihazlar	30
4.2.1.10. Reaktifler ve sarf malzemeleri.....	30
4.2.1.11. "Paylaşmak önemsemektir".....	30
4.2.1.12. Numune taşıma, pre-preanalitik ve preanalitik fazlar	31
5. ATIK YÖNETİMİ STRATEJİLERİ	32
5.1. ATIK YÖNETİMİ STRATEJİLERİ.....	32
5.2. ATIK KATEGORİLERİ VE YÖNETİMİ.....	33
5.2.1. Biyolojik olmayan katıların yönetimi	33
5.2.1.1. Plastikler (69–76).....	33
5.2.1.2. Ambalajlar.....	35
5.2.1.3. E-Atık (Elektrik ve Elektronik Atıklar) (79,80).....	36
5.2.1.4. IVD üreticileri için önerilen uygulanabilir önlemler	36
5.2.2. Biyolojik laboratuvar atıklarının yönetimi (81,82).....	37
5.2.2.1. Biyolojik atık tanımı ve açıklaması.....	37
5.2.2.2. Bertaraf işlemleri.....	37
5.2.2.3. Biyolojik atıkların depolanması, etiketlenmesi ve taşınması.....	39
5.2.2.4. Otoklav yoluyla dekontaminasyon.....	39
6. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN SU KORUMA STRATEJİSİ	41
6.1. GİRİŞ	41
6.2. LABORATUVARLAR SU TÜKETİMİNİ NASIL AZALTABİLİR?.....	42
6.2.1. Su tüketimini Ölçme/İzleme(53,58,61,90-95)	42
6.2.2. Ekipman ve cihazlar.....	43

6.2.3.	Laboratuvar soğutma kuleleri (89).....	44
6.2.4.	Laboratuvar işlem ekipmanları.....	44
6.2.5.	Özellikli olmayan ekipman	45
6.2.5.1.	<i>Su arıtma ekipmanları (53,86,91,92,96–98)</i>	45
6.2.5.2.	<i>Dezenfeksiyon/Sterilizasyon sistemleri (89,91,92,98)</i>	46
6.2.5.3.	<i>Fotoğraflama ve X-ışını sistemleri (9)</i>	46
6.2.5.4.	<i>Vakum sistemi (9,92,97,98)</i>	46
6.2.5.5.	<i>Su banyoları (54,95,96,98)</i>	46
6.2.5.6.	<i>Buz makineleri (98)</i>	46
6.2.5.7.	<i>Çamaşır ve bulaşık makineleri (9)</i>	47
6.2.5.8.	<i>Kağıt kullanımı (98–100)</i>	47
6.2.6.	Alternatif su kaynakları (89).....	47
7.	GENEL KONULAR	48
7.1.	POLİTİKA, EĞİTİM VE FARKINDALIK	48
7.2.	KAYNAKLARIN YÖNETİMİ	48
7.3.	YEŞİL SATIN ALMA	49
8.	KAYNAKLAR.....	50

1. ÖNSÖZ

Hazırlayan:

Tomris Özben

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Başkan

EFLM Başkanı

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Biyokimya Anabilim Dalı, Antalya Türkiye
Modena ve Reggio Emilia Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Klinik ve Deneysel Tıp,
Modena, İtalya

EFLM, Avrupa genelinde ve ötesinde, tıbbi laboratuvarların sürdürülebilir uygulamaları hayata geçirmelerine ve sürdürülebilirlik performanslarını artırmalarına yardımcı olmak için "YEŞİL LABORATUVAR GÖREV GÜCÜ"nü kurdu.

Bu görev gücü, laboratuvarlara, sağlık kalitesinden ödün vermeden, zararlı çevresel etkilerini azaltarak, laboratuvarlarda verimli eylemler uygulayarak ve enerji, su ve tehlikeli kimyasal kullanımı ile atık üretimini en aza indirmek için adımlar atarak, daha sürdürülebilir alanlara geçişlerinde rehberlik edecek en iyi uygulamaları bir araya getirmeyi ve paylaşmayı amaçlamaktadır.

1.1. ARKA PLAN VE GENEL BAKIŞ

Hazırlayan:

Tomris Özben

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Başkan

EFLM Başkanı

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Biyokimya Anabilim Dalı, Antalya Türkiye
Modena ve Reggio Emilia Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Klinik ve Deneysel Tıp, Modena,
İtalya

Sheri Scott

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Üye

Bilim ve Teknoloji Okulu, Nottingham Trent Üniversitesi, Nottingham, Birleşik Krallık

Valérie Rampi

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Üye

Kıdemli Müdür, Çevre ve Sürdürülebilirlik, MEDTECH EUROPE, Belçika

Damien Gruson

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Üye

Laboratuvar Tıbbı Bölümü, Cliniques Universitaires Saint-Luc, Brüksel, Belçika

Sürdürülebilirlik; çevre, eşitlik ve ekonomi arasındaki dengedir (1)

BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'ndan alıntılanan bir tanım

"sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama

yeteneğinden ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınmadır" şeklindedir.

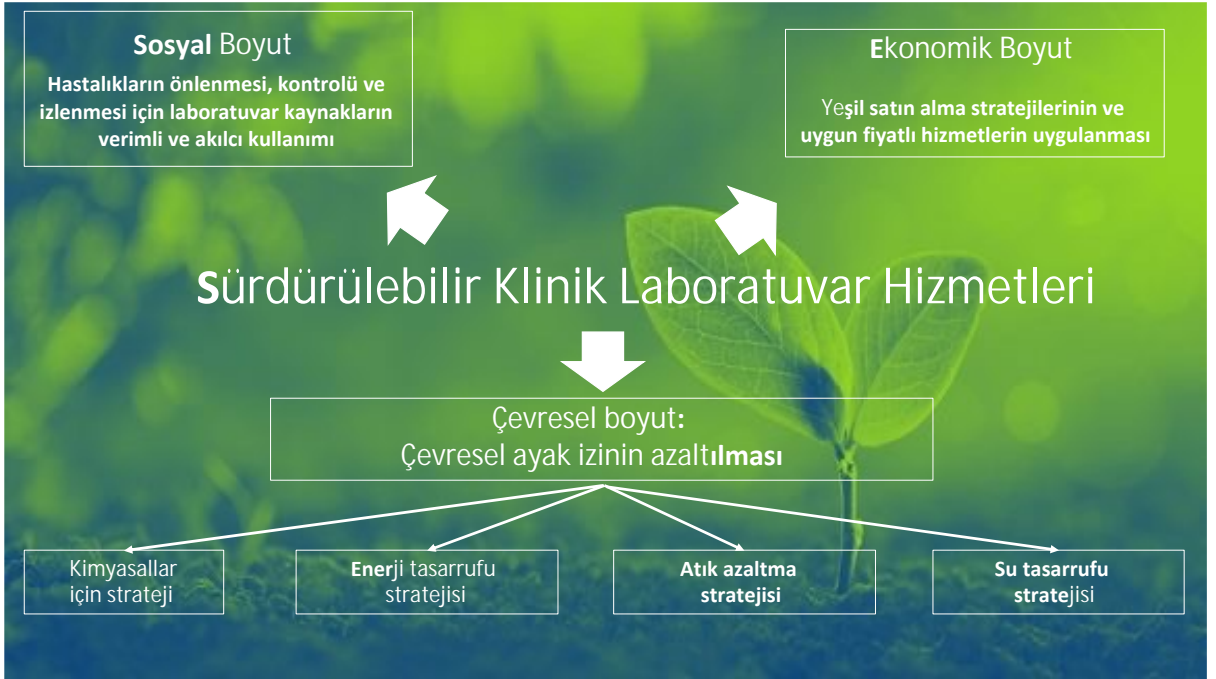
2015 Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi'ne dahil olan, yoksulluğu sona erdirmeyi, gezegeni korumayı ve herkes için refahı sağlamayı amaçlayan 17 küresel hedeften oluşmaktadır(2).

Her hedefin önümüzdeki 15 yılda ulaşılması gereken belirli amaçları vardır. Bu hedeflerin arkasında sürdürülebilir uygulamalar ve Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın (EGD) temeli yatmaktadır. Avrupa Yeşil Mutabakatı (EGD), Avrupa'yı 2050'ye kadar dünyanın ilk iklim - nötr kıtası haline getirmeyi amaçlamakta olup Birleşmiş Milletler'in 2030 gündemi ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerini uygulamak için Avrupa Komisyonu'nun stratejisinin ayrılmaz bir parçasıdır (3).

Bu amaç, ofislerden daha fazla enerji ve su kullanan ve büyük miktarlarda tehlikeli ve tehlikesiz atık üreten hastaneler, sağlık çalışanları ve laboratuvar tıbbi topluluğu için büyük bir zorluk teşkil etmektedir. Aynı zamanda, Avrupa'daki laboratuvarların ve sağlık sistemlerinin sürdürülebilirlik performansının iyileştirilmesine katkıda bulunmak için önemli bir fırsattır.

Avrupa Komisyonu, örnek alınabilecek hastanelere ve sağlık hizmeti paydaşlarına odaklanan girişimlerde bulunmuştur. Avrupa'daki 15.000 civarında hastanenin mevcut stoğundan kaynaklanan CO₂ emisyonunu azaltmayı amaçlayan "Yenilenebilir enerji sistemlerine sahip sıfır karbonlu hastanelere doğru" başlıklı RES-HOSPITALS projesi buna bir örnektir (3).

Laboratuvar tıbbi, hastalara ve hekimlere yüksek kalitede hizmet sunarken, kaynakların ekolojik, sosyal ve ekonomik açıdan verimli kullanılmasını sağlayarak sürdürülebilir bir sağlık sistemine katkıda bulunmalıdır (Şekil 1). Laboratuvar testleri, klinik karar sürecinde hekimlere desteği, birincil ve ikincil korumaya sağladığı katkı bakımından insan sağlığı için kilit önemdedir (4,5). Klinik laboratuvarların, ayrıca, çevre ve ekonomi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak, sürdürülebilir işlemler gerçekleştirilmede ilerlemek için çeşitli fırsatları vardır. Klinik laboratuvarlar, ofislere göre daha fazla enerji ve su kullanır, çok büyük miktarlarda tehlikeli ve tehlikesiz atık üretir. Laboratuvarlar, büyük ölçüde enerji tüketen ve dolayısıyla karbon emisyonu oranına büyük katkıda bulunan yerlerdir. Görece yüksek enerji gereksinimleri nedeniyle hastaneler ve laboratuvarlar, Avrupa Komisyonu tarafından belirlenen uzun vadeli CO₂ azaltma hedeflerine ulaşmak için çaba göstermelidir. Sürdürülebilir uygulamaları günlük laboratuvar rutinine dahil etmek, enerji tasarrufuna, emisyonların azaltılmasına ve Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın (EGD) İklim ve Sürdürülebilirlik Eylem Planına ulaşmasına yardımcı olacaktır.



Şekil 1: Klinik laboratuvarların farklı sürdürülebilirlik boyutlarına katkıları

Klinik laboratuvarlar, çevresel etkilerini sınırlayabilir ve sürdürülebilir laboratuvar hizmetleri sunabilir; bunu enerji tüketimi, su tüketimi, atık üretimi ve tehlikeli kimyasalların kullanımı gibi dört ana alanda azaltmalar yaparak gerçekleştirebilirler. Hastaneler ve klinik laboratuvarlar, sürdürülebilir kalkınma hedefleri belirleyerek ve bu kilit alanlarda azaltma için çeşitli araçlar uygulayarak çevresel etkilerini azaltabilirler. Sürdürülebilirlik önlemleri, hızla değişen sağlık hizmetleri ortamında kilit bir özellik olmalıdır. Çevre ve ekonomi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için gereklidirler. Yüksek kaliteli, etkili ve güvenli sağlık hizmetleri sunmak için sürdürülebilir sağlık sistemlerinin önemli ekonomik ve sosyal zorlukların üstesinden gelmesi gerekmektedir. Başlangıçta bir mali yükü olsa da, sağlık sistemlerinde enerji ve diğer kaynakların daha verimli kullanılmasının uzun vadede maliyet tasarrufu potansiyeli bulunmaktadır. Buna rağmen, çevre dostu hastaneler, sağlık yapıları ve klinik laboratuvarların norm haline gelmesi için hala uzun bir yol kat edilmelidir.

1.2. EFLM GÖREV GÜCÜ-YEŞİL LABORATUVARLAR

EFLM Yönetim Kurulu, EFLM Başkanı seçilen Tomris Özben tarafından önerilen Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü'nün kurulmasını 17 Kasım 2021'de onayladı ve EFLM'nin Avrupa'da sürdürülebilir klinik laboratuvar uygulamalarının uygulanmasına öncülük etmesi gerektiğine karar verdi. EFLM "Yeşil Laboratuvarlar" Görev Gücü bu amaçla kuruldu. EFLM, Avrupa Yeşil Mutabakatı (EGD) ile uyumlu olarak laboratuvar tıbbı topluluğunun karbon nötrlüğüne geçişini yönlendirecektir.

Bu yeni Görev Gücü'nün ilk odak noktası, klinik laboratuvarlarda sürdürülebilir uygulamaları yaygınlaştırmak için kılavuzlar, kriterler ve temel öneriler geliştirmektir (Yeşil Laboratuvar Kılavuzu). Klinik laboratuvarlar, sürdürülebilirlik performansını iyileştirmek için EFLM TF-Yeşil laboratuvarlar Kılavuzları'nı takip ederek faaliyetlerinin dört temel alanında (enerji, su, atık ve tehlikeli kimyasalların kullanımı) öneriler ve iyi uygulamalar setini izleyebilirler.

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Avrupa Laboratuvarlarının Yeşil Laboratuvar olma çabalarına rehberlik edecek, destek verecek, izleyebilecek bir sistemi devreye alacak ve gerekli kriterleri karşılayan laboratuvarlara durumlarını değerlendirdikten sonra EFLM Yeşil Laboratuvar Sertifikası verecektir.

2. GİRİŞ

Hazırlayan:

Alistair Gammie

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Üye
Kıdemli Küresel Direktör ve ValuMetrix Başkanı, Ortho Clinical Diagnostics, U.K.

Joseph Lopez

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Üye
Geçmiş Başkan APFCB. Önceki üyelikler: Biyomedikal Bilimler Bölümü MAHSA
Üniversitesi ve Tıbbi Araştırma Enstitüsü, Kuala Lumpur, Malezya

Tüm insan faaliyetleri çevreyi etkiler. Çevresel faktörler iklim değişikliğine katkıda bulunur ve bu nedenle özellikle gelişmekte olan ülkelerde önemli bir hastalık ve ölüm nedenidir. Ortaya çıkan etkinin dünya çapında ölüm ve hastalıkların yaklaşık %25'ine neden olduğu ve Sahra altı Afrika gibi bölgelerde bu oranın yaklaşık %35'e ulaştığı tahmin edilmektedir (6). Kirlilik yoluyla çevrenin morbidite ve mortalite için bilinen bir risk faktörü olduğunu da belirtebiliriz (7,8). Laboratuvarlar da dahil olmak üzere tüm kuruluşlar, çevreye verdikleri zararı hafifletmek ve faaliyetlerinin çevresel sonuçlarını azaltmak için üzerlerine düşeni yapmak konusunda toplumsal bir yükümlülüğe sahiptirler (6). Laboratuvarlar çevreyi çeşitli şekillerde etkilerler ve faaliyetlerinin çevresel sonuçlarını azaltma sorumlulukları vardır (9).

Sonuçlar, enerji kullanımı nedeniyle küresel ısınmayı, bunun sonucunda deniz seviyelerinin yükselmesini ve ekoloji ve hastalık modellerindeki değişiklikleri içerir. Diğer etkilerin yanı sıra, yeri doldurulamaz kaynakların kaybını, biyoçeşitliliğin azalmasını, atmosfer kirliliğini, enerji ve su tüketimini, ısı üretimini, sürekli artan atık üretimini ve bunun sonucunda toprağın yüzeysel sıvı atıklar veya atık bertaraf sahaları ile kirlenmesini içermektedir. Küresel ısınmaya katkıda bulunan ve küresel ısınmaya işaret eden çeşitli parametrelerdeki değişiklikler ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) tarafından özetlenmektedir.

Sağlık uygulamalarının çevre üzerinde önemli bir etkisi vardır. Hastaneler her gün 24 saat çalışır ve büyük çevresel ayak izlerine sahiptirler. Çevreyi çeşitli şekillerde etkilerler (10). Enerjinin yanı sıra, laboratuvarlar aynı zamanda önemli su tüketicileri, atık üreticileri ve kimyasal kullanıcılarıdır. Mevcut laboratuvarların çoğunun mevcut teknolojiyi kullanarak enerji tüketimlerini %30 ila 50 oranında azaltılabileceği tahmin edilmektedir; bu, ABD'deki 1 ila 2 milyar dolarlık yıllık enerji maliyetleri dikkate alındığında önemli bir rakamdır (11). Ne var ki, yalnızca birkaç klinik laboratuvarın bu duruma yönelik planları vardır, ancak eğer rehberlik edilse diğerleri de olumlu yaklaşırdı (9). Bilinçsiz tüketim ve atık üretiminin azaltılması, gerçek mali tasarrufun yanı sıra iyileştirilmiş bir çevresel ayak izine yol açabilir.

Sürdürülebilir laboratuvarlar ekonomik olarak faydalı olabilir. Ross ve arkadaşları (12), ISO14001'i uygulayarak nasıl sekiz yüz bin Avustralya dolarının üzerinde tasarruf elde edebildiklerini açıklamışlardır.

Üreticilerin, düzenleyici kurumların, meslek kuruluşlarının ve ev sahibi kurumların, sürdürülebilirlik performanslarını iyileştirme çabalarında laboratuvarları desteklemesi önemlidir. Örneğin Birleşik Krallık'ta Birleşik Krallık sağlık hizmeti satın alma kurumu net sıfır atık tedarikçisi ister ve Birleşik Krallık Sürdürülebilir Sağlık Koalisyonu (<https://sustainablehealthcare.org.uk/>) net sıfır atık hedefini doğrular. Avrupa Yeşil Mutabakatı'na ek olarak, yeni Sağlık ve Bakım Yasası 2022, 1 Temmuz 2022'den itibaren İngiltere'de yürürlüğe girdi. Bu, Ulusal Sağlık Hizmetinin (NHS) karar alırken iklim değişikliğini dikkate almasını gerektirmektedir. Mevzuat, NHS kuruluşlarının, sera gazı emisyon hedeflerini karşılamayı amaçlayan 2008 Birleşik Krallık İklim Değişikliği Yasası'nı dikkate alması, ve bu yasaya uyması ve hava kalitesi de dahil olmak üzere doğal çevreyi iyileştirmeye yönelik hedefleri içeren 2021 Çevre Yasası'na uyması gerektiğini belirtmektedir. NHS ayrıca "iklim değişikliğinin mevcut veya tahmin edilen etkilerine uyum sağlamalıdır" (13). Avrupa'da, Avrupa Birliği Ekoloji Yönetimi ve Denetimi Şeması (EMAS) (14), laboratuvarlar da dahil olmak üzere organizasyonların çevresel performanslarını sürekli olarak değerlendirmesine, raporlamasına ve iyileştirmesine yardımcı olurken, aynı zamanda sağlıkta zarar vermeden sürdürülebilir ürün endeksi oluşturan Healthcare without Harm adlı bir sivil toplum kuruluşu da bulunmaktadır (15).

Sürdürülebilirlik konusunda gerçek bir ivme kazanmanın tek yolu, değişim için kampanya yürütmek ve çevresel faydalar ve maliyet etkinliği hakkında eğitim vermektir. Örneğin, test isteyenleri bazı isteklerinin gereksiz olduğuna ikna etmek her zaman kolay olmayabilir. İletişim de aşılması gereken bir engeldir, çünkü bu çaba içinde birçok taraf yer almaktadır. Kalıcılık anahtardır. Sürdürülebilirlik için bir sistem oluşturulduktan sonra, insanlar onu takip etme ve uygulama eğilimindedirler.

Bu belgenin amacı iki yönlüdür:

- (i) Klinik laboratuvarların bir karbon ayak izine sahip olduğu konusunda farkındalık yaratmak.
- (ii) Laboratuvarların bunu nasıl azaltabileceği konusunda rehberlik sağlamak.

Bu belgede, daha iyi yönetim yollarıyla daha büyük sürdürülebilirlik elde etme konusunda rehberlik sağlamaya çalışacağız:

- (i) Kimyasallar
- (ii) Enerji
- (iii) Atık
- (iv) Su

3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN KİMYASAL STRATEJİ

Hazırlayanlar

Mariana Marques

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Üye
São João Üniversitesi Hastane Merkezi, Klinik Patoloji, Porto, Portekiz

Tomris Ozben

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Başkan
EFLM Başkanı
Akdeniz Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Klinik Biyokimya Anabilim Dalı, Antalya Türkiye
Modena ve Reggio Emilia Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Klinik ve Deneysel Tıp,
Modena, İtalya

3.1. GİRİŞ.

Sürdürülebilirlik kavramının ilk tanımlarından biri 1987 yılında Birleşmiş Milletler tarafından yayımlanan Burtland Raporu'nda ortaya konulmuş ve sürdürülebilir kalkınma "gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetinden ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılamak" cümlesiyle tanımlanmıştır (16). Avrupa Birliği (AB) tarafından önerilen tanım ise daha geniştir ve insani, çevresel ve ekonomik yönleri de içeren çeşitli sürdürülebilirlik stratejilerini kapsamaktadır (17). Atmosfer ısındıkça ve buna bağlı olarak iklim değiştikçe, gezegendeki sekiz milyon türden biri yok olma riskiyle karşı karşıya kalmakta, okyanuslar ve ormanlar giderek daha fazla tahrip olmakta ve kirlenmektedir. AB bu risklere karşı çözüm önerileri için Avrupa Yeşil Mutabakatı'nı sunmuştur. Bu anlaşmayla AB; "AB'nin doğal kaynaklarını dış etkilerden korumayı, muhafaza etmeyi ve geliştirmeyi amaçlayan ve vatandaşların sağlık ve refahını çevreyle ilgili risk ve etkilerden korumayı ilke edinen modern, kaynaklarını verimli kullanan ve rekabetçi bir ekonomiye sahip adil ve müreffeh bir topluma" dönüşmeyi hedeflemektedir (18).

Son yıllarda, sanayileşme, kentleşme, ekonomik kalkınma ve artan nüfus nedeniyle, tehlikeli atıklar da dahil olmak üzere tüm atıklarda bir artış olmuştur. 2012'de yaklaşık olarak 1.3 milyar tondan fazla kentsel katı atık üretildiği hesaplanmıştır, 2025'de bunun 2.2 milyar tona çıkabileceği öngörülmektedir (19). Bu durum, her yıl 100 milyon tonu tehlikeli atık olmak üzere yaklaşık 3 milyar ton atığın üretildiği Avrupa'da da ciddi bir sosyal, ekonomik ve çevresel etkiye sahiptir (20). Bununla birlikte, sağlık hizmetine bağlı atıklar genellikle daha tehlikeli olduğundan, çalışanlar ve toplum üzerindeki risklerin azaltılması için farklı bir yaklaşım gerektirmektedir (19). Sağlık hizmeti atıklarının yaklaşık olarak %15'inin tehlikeli (bulaşıcı, toksik veya radyoaktif) atık statüsünde olduğu (21) ve kimyasal ve farmasötik atıkların sağlık hizmetleriyle ilişkili tüm atıkların %3'ünü oluşturduğu hesaplanmıştır (22). Gelir düzeyi yüksek ülkelerde hastane başına

günde 0.5 kg tehlikeli atık üretilirken, düşük gelirli ülkelerde bu rakam 0.2 kg'dır (tehlikeli ve tehlikesiz atıkların yeterince ayrıştırılamaması nedeniyle miktarın az hesaplandığı düşünülmektedir) (21). Dolayısıyla tıbbi atıklar Dünya'da ve Avrupa'da toprak, su ve hava kalitesini etkileyen en önemli kirleticilerden biri haline gelmiştir. Bu yüzden sağlık kuruluşlarının sürdürülebilirlik konularını ele alan multidisipliner ekiplere sahip olması önemlidir (23).

Kimyasallar, bir tür tehlikeli atık olmalarına rağmen, toplumun ekonomik kalkınmasında önemli bir yer tutmaktadır ve AB'de her alanda bulunmaktadır; Avrupa kimya sanayisinin değeri 1995'de 326 milyar € iken 2016'da 615 milyar €'ya yükselmiştir (24). Ek olarak, küresel kimyasal madde üretimi ve AB'ye yapılan yıllık ürün ithalatı artmıştır (2000-2015 yılları arasında yaklaşık üç katına çıkmıştır). Bu ithalat, kimyasallar konusunda yasal düzenlemeleri zayıf olan ülkelere de yapılmaktadır. Nitekim 2016 yılında AB'de kişi başına 3.4 ton ürün ithal edilmiş olup, bunun %20'si Çin'den gelmiştir (25). Aslında AB'de üretilen kimyasalların payı gün geçtikçe azalmaktadır, ancak kimya sanayisi 30.000 şirket, 1.2 milyon çalışan ve 3.6 milyon dolaylı istihdam ile AB'nin dördüncü büyük sanayisi olmaya devam etmektedir (26). AB pazarında 100.000'den fazla kimyasalın yaklaşık %60'ının çevre ve/veya insan sağlığı için tehlikeli olduğu düşünülmektedir ve AB'nin kimyasal üretiminin %11.2'si sağlık ve sosyal hizmetlerle ilişkilendirilmektedir (25).

Kimyasallarla ilişkili riskler; üretim, nakliye, kullanım veya imha süreçlerinden kaynaklanabilir. Kimyasal kaynaklı sorunlar göz önüne alındığında, bu süreçlerin doğru ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi önemlidir. Tehlikeli kimyasalların AB'de sağlık koşullarını önemli ölçüde etkilediği; kanser, nörogelişimsel bozukluklar, üreme, metabolik, kardiyovasküler ve solunum sistemi hastalıklarıyla ilişkili olduğu bilinmektedir (27,28). Genel olarak nüfusun en savunmasız durumdaki alt gruplarının kirlenmeyle ilişkili hastalıklara yakalanma olasılığı daha yüksektir (örneğin, düşük ekonomik koşullarda yaşayan çocuklar) (19). Ayrıca, düşük dozlarda bile olsa kimyasallara maruz kalmak; doğurganlığın azalması, düşük doğum ağırlığı ve çocuklarda nöropsikiyatrik durumlar gibi uzun vadede sağlık sorunlarına sebep olabilir - tüm doğumların %10-15'inde nöro-davranışsal gelişim bozuklukları, dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB) ve otizm spektrum bozukluğu gibi geniş bir skalada nörogelişimsel hastalıklar görülebilir (25). Ek olarak, insan dokularında ve kanda biriken farklı tehlikeli kimyasallar; her birinin ayrı ayrı etkilerinin yanında kombine etkileriyle daha toksik hale gelebilirler (25). Bu kombine maruziyet, düşük doğum oranları ve fetal gelişim geriliğiyle ilişkilendirilmiştir (26). Ayrıca, endokrin sistemi bozan kimyasallara maruz kalmanın büyük bir ekonomik etkisi de mevcuttur; bu maruziyete bağlı olarak ortaya çıkan endokrin problemler için 157 milyar € harcanmakta, bu maliyet içerisinde yaklaşık 1.5 milyar € kadın üreme hastalıklarıyla ilişkilendirilmektedir (25).

Öte yandan, tehlikeli kimyasallar stratosferik ozon tabakasının incelmeye sebep olabilir ve buna bağlı olarak ekosistemler, flora ve fauna

etkilenebilir (19,28). Bu durum su ve hava kalitesini düşürebilir, toprağı kirletebilir ve özellikle kimyasallar mevcut yasal, bilimsel ve teknik yönergeler göz ardı edilerek kullanılır ve/veya yok edilirse böceklerin tozlaşma/polenleşme özelliklerini etkileyebilir (27,28). Dolayısıyla kimyasal kirlilik, mevcut küresel iklim değişikliği sorununun ilerlemesine ve biyoçeşitliliğin kaybına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (29). Sağlık sektöründe; kimyasal atıkların arıtılmadan imha edilmesi, atık depolama alanlarının uygun şekilde inşa edilmemesi halinde bu durum içme suyu, yeraltı suyu ve yüzey suyunun kirlenmesine; uygun olmayan atık yakım işlemi ise kül kalıntılarına ve hava kirliliğine, klor içeren kimyasallardan kanserojen maddeler olan dioksin ve furan oluşumuna ve kurşun, cıva ve kadmiyum içeren malzemelerden toksik metallerin ortaya çıkmasına neden olabilir (21). Son veriler Avrupa'da 2.5 milyondan fazla olası kirlenmiş sahaya işaret etmekte olup, bunların %14'ünün kesin olarak kirlenmiş olduğu ve hasar kontrol önlemlerine ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir (27). Bu nedenle, yeni üretim süreçleri ve teknolojileri vasıtasıyla yeni üretilen kimyasallar da ürün yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilir olmalıdır (29).

İçme suyunun, arazilerin ve balık popülasyonunun kaybını yerine koymak için çok yüksek iyileştirme maliyetleri söz konusu olduğundan, çevrenin kirlenmesine ilişkin ekonomik bedel de oldukça önemlidir (25). Sağlık atıklarının bertarafının maliyeti, Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) toplam sağlık sektörü harcamalarının %25'ine karşılık gelmektedir (30). Buna ek olarak, doğal kaynakların yanı sıra binaların ve altyapının dekontaminasyonu da son derece pahalıdır - poliklorlu bifenillerin (PBC'ler) kontaminasyonu AB'de 1971-2018 yılları arasında 15 milyar €'luk bir harcamaya sebep olmuştur (25).

The Yeşil Kimya fikri, 20.yüzyılın sonlarında, toksik saçılma olayları da dahil olmak üzere tehlikeli kimyasalların neden olduğu sağlık ve çevre sorunlarının ve ekonomik problemlerin oluşturduğu yüke bir çözüm olarak doğmuştur. Bu kavram "oluşturulma safhasında tehlikeli maddelerin kullanımını veya üretimini azaltan ve/veya tamamen ortadan kaldıran kimyasal ürünler ve süreçlerin tasarımı"olarak tanımlanmaktadır (25).Kimyasallar, topluma katkıları açısından en üst düzey performansa sahip ve çevreye ve topluma verdikleri zarar en aza indirilecek şekilde üretilmeli ve kullanılmalıdır (26). Yeşil kimya ve ilkeleri, belirli bir kimyasalın genel yaşam döngüsünü değerlendirirken kirliliğin azaltılması, tehlikeli kimyasalların sentezi ve kazaların önlenmesi için bir strateji sağlayabilir (25). Daha da önemlisi, bir klinik laboratuvarın etkili bir çevre yönetimine sahip olması, kalite ve çevre yönetimleri iç içe geçtiği için, laboratuvar kalitesinin artmasına yol açacaktır.

Avrupa Komisyonu,14 Ekim 2020'de Sürdürülebilirlik için AB Kimyasal Stratejisi'ni kabul etti. Bu strateji, Avrupa Yeşil Mutabakatı'nda açıklanan zararlı maddeleri içermeyen bir çevre için sıfır kirlilik hedefine yönelik ilk adımdır. Strateji, güvenli ve sürdürülebilir kimyasallar için yeniliği teşvik edecek ve insan sağlığını ve çevreyi tehlikeli kimyasallara karşı daha iyi koruma altına alacaktır. Bu strateji, güvenli ve sürdürülebilir ürün ve üretim

yöntemlerine yatırım yapılması amacıyla sanayinin dönüşümü için net bir yol haritası ve zaman çizelgesi önermektedir.

https://ec.europa.eu/environment/strategy/chemicals-strategy_en

Strateji; Avrupa Yeşil Mutabakatı ile uyumlu olarak kimyasalların, yeşil ve dijital dönüşümünün sağlanması da dahil olmak üzere topluma olan katkılarını en üst düzeye çıkaracak şekilde üretildiği ve kullanıldığı, gezegene, mevcut ve gelecek nesillere zarar vermekten kaçınıldığı, zararlı maddeler içermeyen bir ortam için çaba göstermeyi amaçlar. Bu strateji, AB sanayisinin güvenli ve sürdürülebilir kimyasalların üretimi ve kullanımında küresel açıdan rekabetçi bir oyuncu olmasını öngörmektedir. Strateji, güvenli ve sürdürülebilir ürün ve üretim yöntemlerine yatırım yapılması amacıyla sanayinin dönüşümü için bir yol haritası ve zaman çizelgesi önermektedir.

Zararlı maddelerden arındırılmış bir çevreye yönelik Sürdürülebilirlik için Kimyasal Stratejisi

- İnsan sağlığı ve çevrenin tehlikeli kimyasallardan daha iyi korunmasını sağlayacak
- Güvenli ve sürdürülebilir kimyasallar için inovasyonu artıracak
- Güvenli ve sürdürülebilir kimyasalların tasarım sürecine geçişi mümkün kılacaktır

Bu, Avrupa Yeşil Mutabakatı'nda ilan edilen zararlı maddelerin azaltıldığı bir çevre için Sıfır kirlilik hedefine yönelik ilk adımdır.

Atık yönetimiyle ilgili düzenlemelerin faydalı etkilerini gösteren kanıtlar mevcuttur. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, ABD'deki tüm hastanelerin atık yönetimi stratejilerini uygulaması halinde beş yılda 700 milyon \$ üzerinde, tek kullanımlık tıbbi cihazların (21) yeniden işlenmesi halinde beş yıl içinde 2.7 milyar \$ üzerinde tasarruf sağlanabileceği bildirilmiştir (31). Ayrıca, AB kimyasal müktesebatı, son 3-4 on yıl içerisinde AB mevzuatı tarafından hedeflenen, tehlikeli maddelere insan ve çevre maruziyetinin azaltılmasında etkili olmuştur, bazı ön bulgular bu kimyasalların zararsız ürünlerle ikame edilmeye başlanıldığına işaret etmektedir (21). AB Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması (REACH) yönetmeliğinin çevreye ve insan sağlığına sağladığı faydalarla 25-30 yıl içinde 100 milyar € tasarruf sağlayacağı tahmin edilmektedir (32). Bu nedenle, sağlık hizmeti atıklarının güvenli ve sürdürülebilir yönetimine yönelik düzenlemeler, tehlikeli kimyasal maddelerin salınımına bağlı olumsuz sağlık sonuçlarını ve çevresel etkilerini düzeltmeye bağlı harcamaları önleyebilir (21).

Avrupalıların %84'ü sağlık üzerinde kimyasalların etkisinden, %90'ı ise çevre üzerinde etkisinden endişe duysa da (26), kimyasal ürünler ve bunların tehlikeli özellikleri konusundaki eğitim ve bilgi eksikliği, mesleki ve çevresel güvenlik sorunlarına yol açabilmektedir. Bu nedenle, faaliyetleri esnasında tehlikeli kimyasallara maruz kalan çalışanların ve öğrencilerin bu doğrultuda eğitilmesi büyük önem taşımaktadır (28). Sağlık hizmetleriyle ilgili olarak, klinik laboratuvar çalışanlarının sürdürülebilirlik uygulamalarına ilişkin bilgi ve/veya farkındalık eksikliği, bu alanda sürdürülebilirlik için bildirilen en yaygın engeldir (33).

Bu nedenle, laboratuvarla ilişkili bilimsel dernekler sürekli eğitim ve rehberlik sağlama bakımından kilit bir role sahiptir.

Günümüzde sürdürülebilir sağlık hizmetleri için sürdürülebilir planların ve yöntemlerin sosyal, ekonomik ve ekolojik alanlardaki hedefleri açıkça tanımlanmış olsa da, klinik laboratuvarlarda uygulanacak stratejiler konusunda bir fikir birliği mevcut değildir (33). International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine-Uluslararası Klinik Kimya ve Laboratuvar Tıbbı Federasyonu tarafından yapılan bir anket, ankete katılan laboratuvarların çoğunun sürdürülebilirlik konularını değerlendirmediklerini ve karbon ayak izlerini nasıl azaltacaklarına dair resmi kılavuzlara ihtiyaç duyduklarını bildirmiştir (34).

3.2. YEŞİL KİMYA NEDİR??

Yeşil Kimya konsepti, laboratuvar kaynaklı ortaya çıkan çevresel sorunlara çözüm bulmak için yenilikçi bilimsel çözümlerin uygulanmasıdır. Yeşil Kimya kavramı 1990'ların sonunda Paul Anastas ve John Warner tarafından ortaya konmuştur ve Yeşil Kimya'nın On İki İlkesi'ni sunmuşlardır (35). Bu ilkeler "Riskin Azaltılması" ve "Çevresel Ayak İzinin En Aza İndirilmesi" olarak iki başlıkta gruplandırılabilir ve hem atıklardaki tehlikeli kimyasalların miktarının hem de bu maddelerin zararlı etkilerinin azaltılmasını; üretim sürecinin verimliliğinin artırılmasını; kaynak kullanımının ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasını; güvenliğin artırılmasını ve kimyasalların ekonomik ve sosyal yönler üzerindeki etkilerini içerir (25).

Yeşil Kimya'nın amacı, kimyasalların insan sağlığı üzerindeki etkisini azaltmak ve sürdürülebilir önleme programları aracılığıyla çevrenin kirlenmesini olabildiğince ortadan kaldırmaktır. Yeşil kimya; alternatif, çevre dostu reaksiyon koşullarını araştırır ve aynı zamanda reaksiyonların hızlarını arttırarak ve reaksiyonların sıcaklıklarını düşürerek reaksiyon verimini arttırmaya çalışır.

Merck Sigma Aldrich'in DOZN™ Kantitatif Yeşil Kimya Değerlendirme aracı, aynı amaçla kullanılabilecek olan benzer kimyasalların, sentez yollarının ve kimyasal süreçlerinin göreceli çevreselliğini karşılaştırmak için Yeşil Kimya'nın 12 ilkesini kullanan, sektörde ilk olan kantitatif bir araçtır.

(<https://www.sigmaaldrich.com/TR/en/services/software-and-digital-platforms/dozn-tool>).

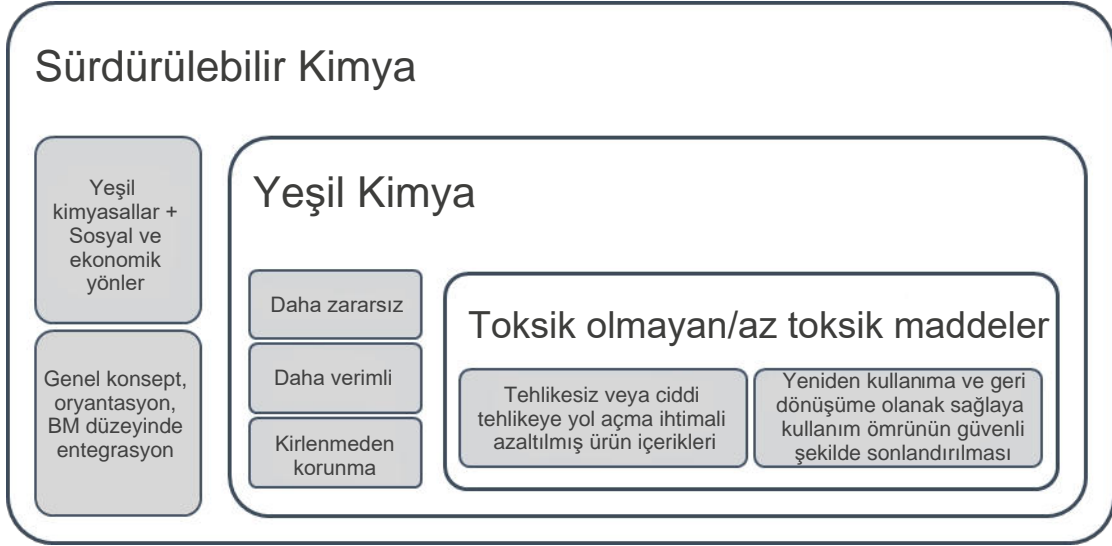
<https://www.sigmaaldrich.com/TR/en/technical-documents/technical-article/analytical-chemistry/green-chemistry-principles>

Merck Sigma Aldrich şirketi, aşağıdaki dört kriterden birini karşılayan 4 Çevreci Alternatif Ürün Kategorisine sahiptir:

1. Çevresel ayak izlerini geliştirmek için Yeniden Tasarlanmış Ürünler.
2. Yeşil Kimya'nın 12 İlkesi ile uyumlu olan 12 İlke ile Uyumlu Ürünler.
3. Etkinleştirici teknolojiler aracılığıyla daha çevreci alternatiflerin ortaya konulmasına yardımcı olan Etkinleştirici Ürünler.

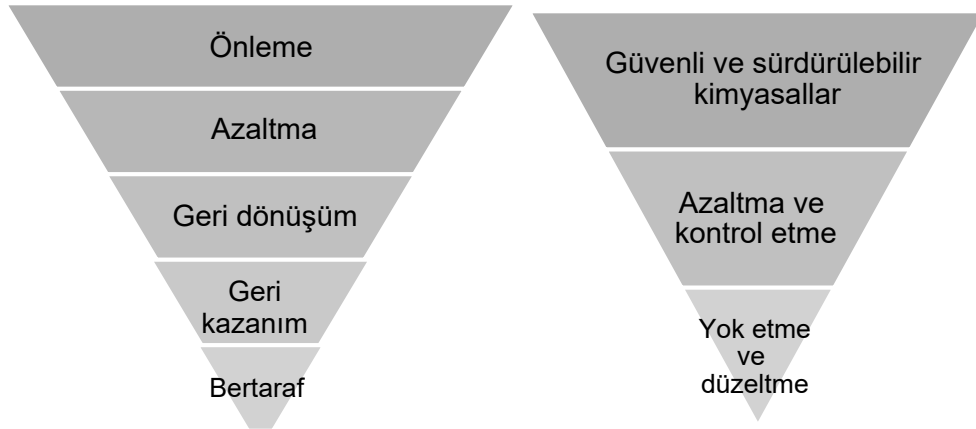
4. Önemli sürdürülebilirlik özellikleri gösteren Sürdürülebilirlik için Tasarımı (DfS) Geliştirilmiş Ürünler

Yeşil Kimya kavramı, AB'nin stratejisi ile birlikte toksik olmayan bir çevre için küresel sürdürülebilirlik hedeflerinin bir parçası olarak görülebilir. Ek olarak, güvenli ve amaca göre tasarlanmış şekliyle sürdürülebilir olan kimyasallar, maddelerin sağlık ve çevre üzerindeki etkilerini azaltmaya ve minimuma indirmeye çalışan bir piyasa öncesi yaklaşımdır (26).



Şekil 2. Sürdürülebilir kimya, Yeşil kimya ve Toksik olmayan/az toksik madde kavramları arasındaki ilişki (26).

Klinik laboratuvarlarda sürdürülebilir kimyayı teşvik etmeye yönelik stratejiler içerisinde, Şekil 2 ve Şekil 3'te görüldüğü üzere, hem atık yönetimi hem de kimyasalların seçimi ve yönetimine ilişkin belli başlı yaklaşımlar vardır.



Şekil 3. Tehlikeli kimyasal atık yönetimi hiyerarşisi (26).

Tehlikeli kimyasalların ortadan kaldırılması/azaltılması veya başka bir kimyasalla ikame edilmesi:

- Tehlikeli kimyasalları mümkün olduğunca ortadan kaldırın:
 - o Cıva içeren termometreleri değiştirin ve jellerde etidyum bromür kullanımını durdurun.
 - o Solvent içermeyen kimyasal reaksiyonların geliştirilmesi için fikir üretin.
 - o Deneyler yerine bilgisayar simülasyonları kullanın.
- Muhakkak kullanılması gerekiyorsa zararlı kimyasalların, reaktiflerin ve reaksiyon öncüllerinin miktarlarını azaltın:
 - o Daha verimli kimyasal reaksiyonlar kullanın.
- Kimyasalları daha az toksik alternatiflerle değiştirmek için Yeşil Kimya kullanın:
 - o Catsby – Tehlikeli kimyasalların ikamesine ilişkin 300 örnek.
 - o Cefic LRI toolbox – Risk değerlendirmesi ve toksisite testi.
 - o CLEANTOOL – Alternatif temizlik kimyasalları veri tabanı.
 - o EC (2012) Kılavuzu - Kullanılması gereken ve kullanılmama ihtimali olan kimyasalları belirleyin; alternatifleri risk, teknik gereklilikler ve kullanım pratikliği ve maliyet durumları açısından değerlendirin.
 - o EPA- Çevre için Alternatif Tasarım Değerlendirmeleri
 - o German Column Model (Spaltenmodell) – Farklı kimyasalların tehlike ve risklerinin karşılaştırılması.
 - o Green alternatives wizard – Tehlikeli kimyasallar yerine kullanılacak potansiyel ikame maddeler.
 - o INRS – İşyerindeki potansiyel maruziyet alanlarını belirleyin ve kimyasalları karşılaştırın.
 - o Keki-Arvi – Risk değerlendirmesi ve önleme önerileri.
 - o OECD Toolbox – Alternatiflerin değerlendirilmesi ve kimyasallar için genel düzenlemeler, listeler ve metodoloji bilgileri.
 - o Stoffenmanager – Kimyasal maruziyet değerlendirmesi ve ikame dahil olası kontrol önlemleri.
 - o SUBSPORT – Alternatif maddeler ve teknolojiler.

3.3. MEVZUAT.

Kimyasallara ilişkin mevcut AB yasal çerçevesi, özellikle REACH ve Sınıflandırma, Etiketleme ve Ambalajlama (Classification, Labelling and Packaging-CLP) Tüzükleri, kimyasal maddeleri yasal açıdan düzenleyen ve dünya genelinde tüm sanayiler üzerinde etkisi olan dünyadaki en sıkı mevzuattır. Kimyasal Stratejisi, AB'de üretilen veya ithal edilen kimyasallar hakkında yeterli ölçüde bilgi edinilmesini sağlamak için her iki Tüzüğün hedeflere göre belirlenen revizyonlarla güçlendirilmesini önermektedir.

Avrupa Kimyasal Mevzuatı'nın uygulanması ve yürütülmesi, kimyasalların tüm yaşam döngüsüne (üretim, piyasaya sürme, piyasadaki ürünü takip etme ve bertaraf etme) uygunluğun sağlanması için gereklidir. Günümüzde piyasadaki tehlikeli ürün uyarılarının neredeyse %30'u kimyasal kaynaklı riskleri içermektedir. Ayrıca, REACH kapsamında sanayi tarafından kayıt altına alınan kimyasal maddelerin kayıt dosyalarının sadece üçte biri mevzuata uygun bilgi gereklilikleriyle tam uyumludur.

Komisyon, Üye Devletlerin uygulama sistemleri üzerinde denetimler gerçekleştirecek ve "veri yoksa piyasaya sürme de yok" ve "kirleten öder" ilkelerinin güçlendirilmesi için önerilerde bulunacaktır.

REACH kapsamında çok yüksek endişe uyandırıcı olarak tanımlanan maddelerin yanı sıra Sınıflandırma, Etiketleme ve Ambalajlama (CLP) Yönetmeliklerinde sağlık ve çevre üzerinde kronik etkiye sahip olarak listelenen maddeler bu kapsamdadır.

Uzun vadeli olumsuz etkileri önlemek için, insanların ve çevrenin bu endişe uyandırıcı maddelere maruz kalması en aza indirilmeli ve mümkün olduğunca zararsız ürünlerle ikame edilmelidir. En zararlı ürünler özellikle tüketici kullanımına yasaklanmalı ve bu ürünlere sadece toplumsal açıdan kullanımının zorunlu olduğunun kanıtlandığı ve kabul edilebilir zararsız bir alternatifin bulunmadığı durumlarda izin verilmelidir.

Kimyasallarla ilgili mevzuat içerisinde 100'den fazla yönerge ve yönetmelik bulunmaktadır. Bu bölümde yalnızca en önemlilerine değinilecektir.

- **Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilirlik Kalkınma Hedefleri:**

3. Her yaşdaki insan için sağlıklı yaşam sağlanması ve refahın desteklenmesi
6. Herkes için su ve sanitasyonun varlığının ve sürdürülebilir yönetiminin sağlanması.
9. Dayanıklı altyapılar inşa edilmesi, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmenin teşvik edilmesi ve inovasyonun desteklenmesi.
11. Şehirlerin ve yerleşim yerlerinin kapsayıcı, güvenli, dirençli ve sürdürülebilir hale getirilmesi.
12. Sürdürülebilir üretim ve tüketim modellerinin sağlanması.
14. Sürdürülebilir kalkınma için okyanusların, denizlerin ve deniz kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir şekilde kullanılması.
15. Karasal alanların korunması, ekosistemlerin restore edilmesi

ve sürdürülebilir kullanımının teşvik edilmesi, ormanların sürdürülebilir yönetimi, çölleşme ile mücadele, arazi kaybının durdurulması ve tersine çevrilmesi ve biyolojik çeşitlilik kaybının durdurulması.

- **Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi (WSSD):** Kimyasalların ve tüm atıkların yaşam döngüleri boyunca çevreye duyarlı şekilde yönetilmesinin sağlanması.
- **Avrupa Yeşil Mutabakatı**
- **Avrupa Atık Listesi (LoW)**
- **AB Atık Çerçeve Direktifi**
- Tehlikeli Atıkların Sınır Ötesi Taşınmasının ve Bertarafının Kontrolüne İlişkin **Basel Sözleşmesi**.
- **Kimyasalların Sınıflandırılması ve Etiketlenmesine ilişkin Küresel Uyumlaştırılmış Sistem (GHS)**, Temmuz 2003'te BM Ekonomik ve Sosyal Komitesi tarafından resmen kabul edilmiştir.
- **Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanmasına İlişkin AB Yönetmeliği (REACH)**
- **Tehlikeli Maddelerin Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik (CLP)**
- **Cıva Hakkında BM Çevre Programı**
- **Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO):**
 - o ISO 14000
 - o SO 14001:2015
 - o ISO 9000
 - o ISO 15189
 - o ISO 19011
- **Uluslararası Finans Kurumu'nun (IFC) iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin çevre, sağlık ve güvenlik kılavuzları (EHS).**
- **Diğer AB belgeleri:**
 - o Akülerdeki cıvanın sınırlandırılmasına ilişkin **91/157/EEC1** sayılı Direktif.
 - o Çevreye zararlı maddelerin sınıflandırılması ve etiketlenmesine ilişkin **67/548/EEC** sayılı Direktif.
 - o **Atıkların sınıflandırılmasına ilişkin teknik kılavuz hakkında Komisyon bildirimini (2018/C 124/01)**
 - o 2008/98/EC sayılı Direktifi düzelten **AB Atık Yönetim Direktifi (AB) 2018/851**

- o Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlarda (EEE) kısıtlamalara ilişkin 2011/65/EU sayılı Direktif.

3.4. TEHLİKELİ KİMYASALLAR. LABORATUVARLAR TEHLİKELİ KİMYASAL KULLANIMINI NASIL AZALTABİLİR?

Kimyasal üretim süreci, çevreyi en çok kirleten, enerji ve kaynak yoğun sektörlerden biri olup diğer enerji yoğun sektörler ve süreçlerle sıkı bir şekilde entegre edilmiştir. Avrupa kimya sanayisi halihazırda gelişmiş üretim tesislerine yatırım yapmış olsa da, sektörde yeşil ve dijital dönüşümün gerçekleştirilmesi için hala ciddi yatırımlar gerektirmektedir. Yeni ve daha temiz sınıai süreçler ve teknolojiler, kimyasal üretim sürecinin çevresel ayak izini azaltmasının yanında maliyet düşüşüne, pazara hazırlığın güçlendirilmesine ve Avrupa sürdürülebilir kimyasal sanayisi için yeni pazarlar yaratmaya da yardımcı olacaktır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın hedefleri doğrultusunda enerji verimliliğine öncelik verilmelidir ve yenilenebilir hidrojen ve sürdürülebilir şekilde üretilen biyometan gibi yakıtlar kaynakların sürdürülebilirliği açısından belirleyici bir rol oynayabilir. Nesnelerin interneti, büyük veri, yapay zeka, akıllı sensörler ve robotik sistemler gibi dijital teknolojiler de yeşil üretim süreçlerinde önemli rol oynayabilir. Ayrıca kimyasal yenilikler, üretim süreçlerinin toplam çevresel ayak izini azaltmak için sektörler arasında sürdürülebilir çözümler getirebilir.

Kimyasallar toplumumuzda yaygın olarak kullanılır ve özellikle sağlık hizmetleri ve klinik laboratuvarlarda insan sağlığının ve yaşam beklentisinin iyileştirilmesine yardımcı olmuşlardır. Bununla birlikte, potansiyel tehlikeleri nedeniyle insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkilere sebep olabilirler (24,36). Bu nedenle, tehlikeli kimyasalların tanımlanması ve sınıflandırılması, bu maddelere maruz kalma düzeyinin belirlenmesi ve önlenmesi için kilit öneme sahiptir; bu da etiketler ve güvenlik bilgi formları ile sağlanabilir.

Tehlikeli atık tanımları ülkelere göre farklılık göstermekle birlikte genel olarak tehlikeli atık; insan sağlığı veya çevre için zararlı olan, artık kullanım amacı için kullanılamayan ve imha edilmesi amaçlanan, ancak yine de tehlikeli olan bir malzeme olarak tanımlanmaktadır (19,29). Atık içeriği değiştikçe risk artabilir (19). AB'de tehlikeli atıklar, Atık Çerçeve Direktifi Ek III ile bağlantılı olarak Atık Listesi Kararı'na dayanarak belirlenmektedir. Klinik laboratuvarlarda kimyasal atıklar arasında solventler ve reaktifler, sterilizanlar, dezenfektanlar, piller, tıbbi cihazlardan kaynaklanan ağır metaller, radyoaktif madde içeren tanı malzemeleri ve kimyasal karışımlar yer almaktadır (21).

Kimyasalları tehlikeli hale getirebilecek patlayıcı, oksitleyici, yüksek derecede yanıcı, yanıcı, tahriş edici, zararlı, toksik, kanserojen, aşındırıcı, bulaşıcı, üreme sistemi için toksik, mutajenik, hassaslaştırıcı, ekotoksik veya temas halinde toksik veya çok toksik gazlar açığa çıkarma gibi çeşitli özellikler vardır;

ek olarak su, hava veya bir asit ile imha işlemi gerçekleştirildikten sonra yukarıda listelenen özelliklere sahip başka bir madde ortaya çıkaran kimyasallarda da tehlike potansiyeli mevcuttur (37).

Bir kimyasalın tehlike potansiyeli değerlendirilirken göz önünde bulundurulması gereken çeşitli hususlar vardır (38):

- Fizikokimyasal özellikleri.
- Her bir ürünün elde edilmesi amacıyla üretilen/ithal edilen ve kullanılan miktar.
- Maruz kalma süresi ve sıklığı.
- Dönüşüm ve bozunma ürünleri.
- Saflığı bozan ana maddeler ve katkı maddeleri.
- Çevreye dağılımında, çevrede bozunmasında ve dönüşmesinde etkili olan muhtemel yollar.
- Farklı ortamlara salınan emisyonların süresi ve sıklığı ve emisyonu azaltmak amacıyla ilişkili seyreltme.
- İnsanlarda muhtemel maruziyet ve emilim yolları.
- Maruziyetin coğrafi dağılımı.
- Kimyasalın matriksine (yapısına) bağlı salınımı.
- Maruziyet verisinin doğru bir şekilde ulaşılabilirliği.
- Uygulanan veya tavsiye edilen risk yönetimi.

Çevresel etkileri ile ilgili olarak, tehlikeli kimyasallar doğal ekosistemlere ya ekstraksiyonu, imalatı, alt kullanımı (örneğin klinik laboratuvarlarda) ya da maddenin bertarafı/geri dönüşümü/yeniden kullanımı yoluyla girebilir (27). Değerlendirme; sular, karasal ve atmosferik kompartımanlar üzerindeki potansiyel etkilerin yanı sıra kanalizasyon arıtma sistemlerinin mikrobiyolojik aktivitesi ve gıda zincirindeki birikim yoluyla oluşabilecek etkileri de içermelidir (38). Ek olarak, bu potansiyel etkiler kimyasalın türüne ve hacmine/konsantrasyonuna; etkilenen çevresel kompartımana (hava, su, toprak); maruz kalma süresine (akut ve kronik); ekosisteme salınım zamanlamasına ve maruz kalan alıcılara (ör. türler) ve alıcıların kimyasala olan hassasiyetlerine göre değişir (27). Bu değerlendirmeler; tehlikeli bir kimyasalın kategorize edilmesine ve ilgili çevresel alanda olumsuz etkilerin ortaya çıkmasının beklenmediği konsantrasyonun - Tahmini Etkisiz Konsantrasyon (PNEC) - tanımlanmasına yardımcı olur (38). Ayrıca, tehlikeli kimyasalların çevredeki dolaşımını artırabileceğinden, döngüsel bir ekonomide yeniden kullanılan kimyasallarla ilişkili sorunlar ortaya çıkabilir. Önemli kimyasal sınıflarından birisi, çok kalıcı (bozunmaya dirençli) olarak tanımlananlardır, çünkü belirli olmayan kararlılıkları zararlı seviyelere ulaşabilecek ölçüde madde birikimine sebep olabilir (25). Son zamanlarda, bir maddenin düzeyi PNEC'nin altında olsa bile, farklı tehlikeli kimyasalların düşük konsantrasyonlarına maruz kalınmasıyla ortaya çıkabilen kombine kimyasal etkilerin üzerinde durulmaya başlanılmıştır (39).

Tehlikeli maddelerin ve kimyasalların sınıflandırma listesi "Tehlikeli Maddelerin Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik (CLP)" başlıklı AB belgesinde (40) ve Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması Hakkında AB Yönetmeliği'nde (REACH) sunulmaktadır. Avrupa Atık Kataloğu, insan veya hayvan sağlığı ve/veya bunlarla ilgili araştırmalardan kaynaklanan atıkları sınıflandırmakta ve ayrıca bu sınıfları klinik laboratuvarlardaki kimyasallara ilişkin bölümlere ayırmaktadır (41):

- 18 01 İnsanlarda doğumla ilişkili sağlık hizmeti, teşhis, tedavi veya hastalıkların önlenmesiyle ilişkili atıklar
- 18 01 06 Tehlikeli maddelerden oluşan veya tehlikeli maddeler içeren kimyasallar
- 18 01 07 Belirtilenler dışındaki kimyasallar

ECHA/CLP envanterine göre, 120.000'den fazla kayıtlı kimyasal madde ve "su kaynaklarına zararlı" olan 4.231 tehlikeli maddeden 2.327'si harmonize edilmiş bir sınıflandırmaya sahiptir (27). Avrupa'da en yaygın toprak kirleticileri arasında ağır metaller, madeni yağlar ve poliaromatik hidrokarbonlar (PAH) yer almaktadır (27). Aşağıdaki tablo REACH'te en fazla tekrarlanan kayıtlı kimyasalları içermektedir (29):

Madde	Kayıt sayısı
Etanol	707
Kalsiyum dihidroksit	577
Demir	535
Etilen oksit	526
Etilen	450
Kömür	413
Aluminyum oksit	412
Aluminyum	385
Stiren	358
Metiloksiran	355
Silikon Dioksit	339
Propen	335
Kalsiyum sülfat	325
Titanyum dioksit	316
Sodyum hidroksit	310
Etan-1,2-diol	306
Silikon	301
Metanol	284
Kalsiyum oksit	278
Propan-1,2-diol	276

Tablo 1. REACH'te en fazla kayıt sayısına sahip kayıtlı maddeler.

Ayrıca, tıbbi cihazlara ilişkin 2011/65/EU sayılı Direktif uyarınca, homojen malzemeler içerisinde ağırlığına göre tolere edilebilecek olan maksimum konsantrasyonu belirlenmiş, buna göre kısıtlanmış maddeler bulunmaktadır: kurşun (%.1), cıva (%0.1), kadmiyum (%0.01), altı değerlikli krom (%0.1), polibromlu bifeniller (PBB) (%0.1), polibromlu difenil eterler (PBDE) (%0.1), bis(2-etilheksil) ftalat (DEHP) (%0.1), bütül benzil ftalat (BBP) (%0.1), dibütül ftalat (DBP) (%0.1) ve diizobütül ftalat (DIBP) (%0.1) (42). Cıva, özellikle metil cıva formunda hem insanlar hem de vahşi yaşam için yüksek toksik potansiyele sahiptir; ancak bu ağır metalin kullanımı, cıva içermeyen alternatiflerin mevcudiyeti ve kullanımını azaltmayı amaçlayan düzenleyici kısıtlamalar nedeniyle hem küresel olarak hem AB'de azalmaktadır (43). Avrupa'da cıva; kimya sektöründe, aydınlatma, elektrik anahtarları ve kontrollerinde, ölçüm ve kontrol ekipmanlarında, diş amalgamında, pillerde ve klor-alkali tesislerinde kullanılmaktadır (43).

Pfizer Global Araştırma ve Geliştirme departmanındaki Çevre, Sağlık ve Güvenlik (ÇSG) grubu, (i) İşçi Güvenliği, (ii) Süreç Güvenliği ve (iii) Çevresel ve düzenleyici hususlar kriterlerine dayalı olarak yaygın solventlerin uygunluğunu değerlendirmek için bir proje başlatmıştır. Öneriler; Green Chem. 2008, 10, 31-36'da yayımlanmıştır (DOI: 10.1039/B711717E).

3.5. HEDEFLER.

"Yeşil Kimya" modülünün amacı, tehlikeli kimyasallar ve laboratuvarlarda tehlikeli kimyasalları azaltmanın etkili yolları hakkında eğitim ve bilgilendirme yapmaktır.

- Klinik laboratuvarlarda yeşil kimya ve tehlikeli kimyasalların sürdürülebilirlik süreçlerinin standardizasyonu.
- Laboratuvar tıbbi profesyonellerinin yeşil kimya ve tehlikeli kimyasallarla ilgili sürdürülebilirlik önlemlerini uygulamaya teşvik edilmesi.
- Yeni içgörüler ve sonuçlar da dahil olmak üzere klinik laboratuvarlardan elde edilen tehlikeli kimyasal verilerinin sunulmasındaki artışı teşvik etmek.
- Özellikle sağlık çalışanları arasında olmak üzere, toplumun kimyasallara ilişkin tutum ve davranışlarındaki değişiklikleri desteklemek.
- Yeşil kimya alanında eğitim programlarını teşvik etmek.
- Kimyasallarla ilgili sürdürülebilirlik eylemleri konusunda önemli sayıda Avrupa ülkesine ve klinik laboratuvara ulaşmaya çalışmak.
- Hava, su ve toprağın tehlikeli kimyasallarla kirlenmesini ve bununla ilişkili çevresel, sağlık ve ekonomik etkileri önlemek.
- İş sağlığını iyileştirmek.
- Kaynak verimliliğini artırmak.
- Tehlikeli kimyasalların atık toplama, arıtma ve imha etme harcamalarını azaltmak.

- Sürdürülebilir ürün tedarik sistemlerini teşvik etmek.
- Bu yaklaşımlar sayesinde güvenli ve sürdürülebilir kimyasallara yönelik talebi ve inovasyonu dolaylı olarak artırmak

Satın alma:

Sağlık hizmetleri, 15.000'den fazla hastane ile AB hükümet harcamalarının yaklaşık yarısını temsil etmektedir (44). Bu nedenle, klinik laboratuvarlar, tüm yaşam döngüleri boyunca çevresel etkileri en aza indirilmiş olan ürünlerin seçilmesini ve satın alınmasını içeren çevreci bir satın alma politikası benimseyerek kimyasalların arz ve talebinin yeşil alternatiflere doğru yönlendirilmesinde mümkün olduğunda geri dönüştürülebilir olan, geri dönüştürülmüş olan, daha az toksik ve yerel olarak üretilen kimyasalların kullanımı yoluyla rol oynayabilir.

Kimyasal envanter yönetimi ve depolama:

- Kimyasalları özellikle uygun bir sızdırmazlık sağlamadan çeker ocakta saklamayın.
- Fazla ürün satın alınmasını önlemek ve son kullanma tarihi geçmiş kimyasalların uygun şekilde imha edilmesini sağlamak için kimyasal envanterini oluşturun ve gözden geçirin.
- Kimyasalları ve reaktifleri tarihlendirin ve ilk giren ilk çıkar şeklinde kullanın.
- Gerekli olan minimum kimyasal miktarını satın alın.
- Kimyasalları ve reaktifleri paylaşın:
 - Klinik laboratuvarlar arasında işbirliğini artırın.
 - Kimyasal paylaşım/takas etkinliklerine ev sahipliği yapın.
- Kimyasal kiralama (leasing) veya kimyasalın direkt hizmet olarak alımı: Tedarikçinin yalnızca ihtiyaç duyulan miktarda kimyasal sağlamak üzere sözleşme yaptığı ve her iki taraf için de sağlığa, çevreye ve ekonomiye faydalar sağlayan yeni bir iş modeli oluşturun (19).

Solventleri Azaltın ve Geri Dönüştürün:

Organik solventlerin kullanımını geri dönüştürme yoluyla azaltın, bu sayede maruziyet ve kimyasal atıklar azalacaktır - birçok solvent (aseton, asetonitril, ksilen, alkol, formalin/formaldehit) laboratuvarlarda kullanılabilen geri dönüştürücüler ve hizmet sunucular aracılığıyla verimli bir şekilde +%99 saflıkta geri damıtılabilir (34):

- Ksilen, alkol ve formalin CBG Biotech Supreme Solvent Recycler (Thermo-Fisher Scientific) kullanılarak geri dönüştürülebilir.

Geri dönüşüm sürecinde kaybedilen ölü hacmi yerine koymak için aralıklı olarak küçük hacimlerde satın alınması gerekebilir ki bu da ekonomik açıdan avantaj sağlamaktadır.

Kimyasal atık yönetimi:

- Tehlikeli kimyasalların muhakkak kullanılması gerektiği durumlarda, atıklara özgü özel yönetim ve atıkların güvenli ve verimli bir şekilde ayrıştırılması büyük öneme sahiptir (19).
- Kimyasal atıkların imhası mümkün olduğunca güvenli olmalı ve atıkların kaynağına mümkün olduğunca yakın bir yerde arıtılması sağlanmalıdır (20).
- Tehlikeli kimyasalları prosedürlere göre ve özel klinik laboratuvar atıklarını göz önünde bulundurarak etiketleyin, depolayın ve atın; kimyasal atıkların/tehlikeli kimyasalların işlenmesi için Standart Çalışma Prosedürleri'nin (SOP'ler) yazılması önerilir.

Akılcı test istemi:

Laboratuvar test maliyetleri, tüm klinik maliyetlerin yaklaşık %3'ünü oluşturmaktadır; sağlık harcamalarını azaltmaya yönelik yaygın stratejilerden biri, laboratuvar bütçelerinin ve rastgele istenen gereksiz testlerin azaltılmasıdır (45). Bu nedenle, gereksiz istemleri belirlemek için laboratuvar test istemlerinin değerlendirilmesi, kullanılan reaktiflerin ve tehlikeli kimyasalların sayısını azaltabilir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), birçok yaygın hastalığın teşhisinde kullanılabilecek 35 genel IVD test kategorisini ve HIV enfeksiyonu, tüberküloz, sıtma, hepatit B ve C, sifilis ve HPV enfeksiyonunun yönetimi için 27 IVD test kategorisini tanımlayan bir Temel In Vitro Diagnostik (IVD) Listesi yayımlamıştır (46).

Politika:

- Bir çevre politikası oluşturun, çevresel konular ve en iyi uygulamalar hakkında dökümantasyonu ve personel eğitim programlarını sağlayın.
- Sürdürülebilir tedbirlerin öncesi ve sonrası gerçekleşen değişimi değerlendirmek için denetimler gerçekleştirin.
- Bir çevre müdürü atayın ve kurumsal sorumluluk, finansal faydalar ve müşteriler ve toplum nezdinde laboratuvarların itibarının artırılmasını savunarak üst yönetimlerden destek alın.
- Kıdemli çalışanlarınız aracılığıyla örnek olun ve bütün çalışanlarınıza geri bildirimlerde bulunun.
- Tehlikeli maddelerin çalışma ortamına salınımını ve çalışanların maruziyetini önlemek, eğer önlemek mümkün değilse maruziyeti en aza indirmek için kontrol önlemlerini uygulayın. Tehlikeli kimyasallar, güvenli çalışma prosedürleri ve uygun kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanımı konusunda eğitimler verin.

Sürecin topluma yönelik savunulması:

Toplumlar genel olarak çevresel girişimleri desteklemektedir. Hastalar, yüklenici firmalar, meslektaşlar ve hükümet kurumları gibi klinik laboratuvarla ilişkili grupların Yeşil Kimya ile ilişkili süreçlere katılımını sağlayın.

3.6. EYLEMLER.

- Anketleri ve kontrol listelerini de içeren Tehlikeli kimyasallar ve yeşil kimya ile ilgili eylem planları ve kılavuzların yayımlanması.
- 49 Ulusal Dernek Temsilcisinin Yeşil kimya ve tehlikeli kimyasallar konusunda Yeşil Laboratuvar Delegatesi/Elçisi olmaları için eğitilmesi.
- Tehlikeli kimyasallar ve sürdürülebilirlik önlemleri konusunda Ulusal Derneklerle toplantılar düzenlenmesi.
- Tüm EFLM topluluğu için Yeşil kimya çalıştaylarının hazırlanması.
- Sürdürülebilir kimyayı da içine alan Yeşil Laboratuvar sertifikalarının oluşturulması.

4. ENERJİ TASARRUFU VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK STRATEJİLERİ

Hazırlayanlar:

Wendy Brennan

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Üye
Viroloji Bölümü, Tıbbi Mikrobiyoloji Bölümü, Galway Üniversite Hastanesi, Galway, İrlanda

Snežana Jovičić

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Üye
Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Belgrad Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Belgrad, Sırbistan

4.1. GİRİŞ

Klinik laboratuvarlar, tipik bir ofis binasına göre m² başına 3-6 kat daha fazla enerji kullanmaktadır. Bu durum, özel laboratuvar ekipmanlarının sürekli çalışmasından, havalandırma sistemlerinden (enerji tüketiminin yaklaşık %50-80'i), sıcaklık ve nem kontrolü ihtiyacından kaynaklanmaktadır (10).

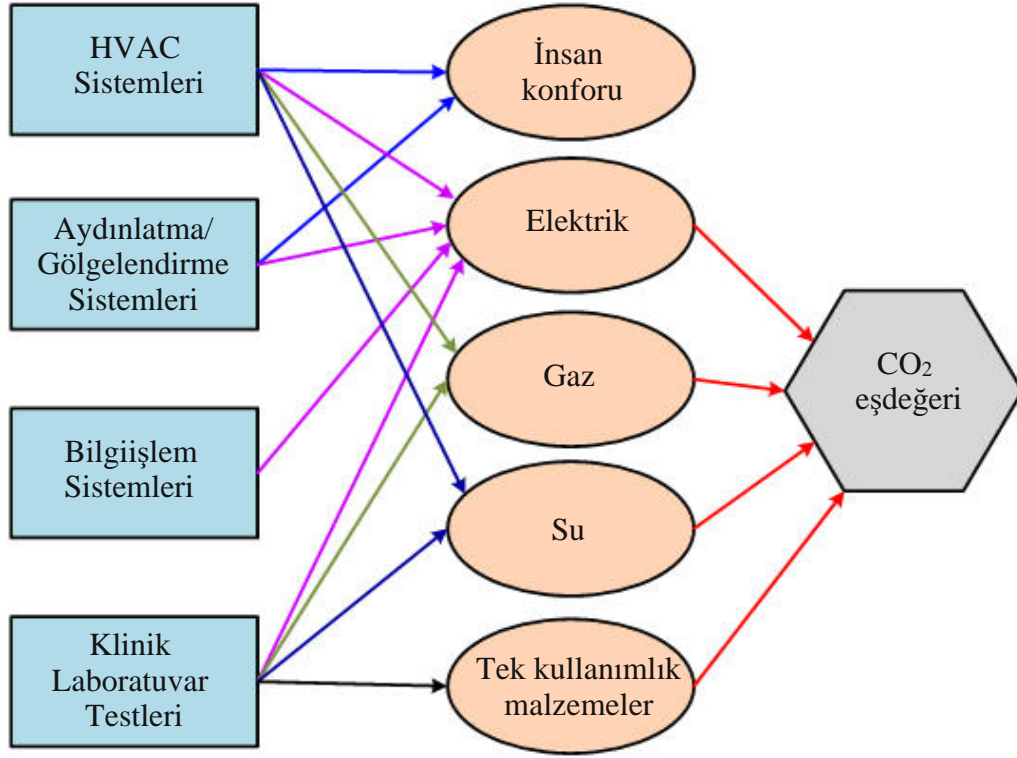
Numunelerin transportu, pre-preanalitik ve preanalitik fazlar, klinik laboratuvarların CO₂ ayak izini azaltabileceği diğer alanlardır (47,48).

İyi çevresel uygulamaları hayata geçirmek için, bir Çevre Yönetim Sistemini uygulamaya koymak ve uygun bir sürdürülebilirlik politikası tanımlamak önemlidir. Veri madenciliği ve yapay zeka, enerji verimliliğini en üst düzeye çıkarmaya, karbon ayak izini ölçmeye ve kontrol etmeye katkıda bulunabilir. Bu sayede sürdürülebilir çözümler üretilir ve maliyetler düşer (49). Ancak, sürdürülebilir bir laboratuvara doğru dönüşüm, üst yönetimin öncü bir rol üstlenmesi ve örnek olmasıyla laboratuvar personelinin yapabileceği basit ve uygulanması kolay azaltmalarla başlar.

Çevresel iyileştirme 3R kavramına dayanmalıdır; reduce-azaltmak (enerji, doğal kaynaklar ve güvenli olmayan ürünlerin tüketimini azaltmak), reuse-yeniden kullanım (öğeleri değiştirmeden önce mümkün olduğunca yeniden kullanın), ve recycle-geri dönüşüm (kullanılmış malzemelerin yeni ürünlere dönüştürülmesi, böylece fazladan atık oluşmasının önlenmesi; taze hammadde tüketiminin, enerji kullanımının, hava ve su kirliliğinin azaltılması) (9).

Klinik laboratuvarlarda enerji tüketiminin sebep olduğu karbon ayak izi hesaplanırken -belirli laboratuvar cihazları bir kenara ayrılarak- ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri (HVAC sistemleri), aydınlatma/gölgeleme sistemi ve bilgi işlem sistemleri (bilgisayarlar) gibi laboratuvar altyapısı da dikkate alınmalıdır. Bu dört enerji tüketici grup, aşağıda Şekil 4'te gösterildiği gibi yalnızca enerji tüketerek (yani elektrik ve

gaz) değil, aynı zamanda su ve atık oluşturarak da çevresel etkilere sebep olurlar (50).



Şekil 4. Klinik laboratuvarlarda bulunan enerji tüketicileri ve bunların karbon ayak izi üzerindeki etkisi (50).

4.2. ENERJİ TÜKETİMİNE İLİŞKİN İYİ ÇEVRE UYGULAMASININ GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Enerji tüketiminin yönetimine ilişkin klinik laboratuvarlarda gerçekleştirilebilecek sürdürülebilir uygulamalar için hedefler şu şekilde tanımlanabilir (10,49):

- Laboratuvarın iş akışında enerji tüketiminin azaltılması.
- Laboratuvar lojistiği ve personeli tarafından benzin tüketiminin azaltılması:
 - Numuneleri taşımak için araç kullanılıyorsa, yakıt tasarruflu olan araçları ve rotaları seçin; kullanımını düzenli olarak gözden geçirin.
 - Bireysel karbon ayak izlerini azaltmak için laboratuvar personelini işe gelirken toplu taşıma araçlarını, ortak arabaları veya bisikletleri kullanmaya teşvik edin.
 - Tedarikçileri, laboratuvarın iyi çevresel uygulamalar geliştirmek için çabalarına katılmaya davet edin.
- Laboratuvar/hastane binalarının enerji-tasarruflu ve çevre dostu tasarımı:

Bir laboratuvar binasını yenilerken veya inşa ederken iyi çevresel uygulamalara başvurun. Sınıfının en iyisi bina stratejileri ve

uygulamalarının kullanıldığından emin olmak için LEED (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik) sertifikalı mimarlarla çalışın (51).

- Mümkün olduğu zaman ve yerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı (rüzgâr, güneş fotovoltaikleri ve güneş termal enerjisi).
- Kaynak paylaşımı için hastane binaları ve laboratuvarlar arasında iş birliği.

4.2.1. LABORATUVARLAR ENERJİ TÜKETİMİNİ NASIL AZALTABİLİR?

4.2.1.1. KAPATMAK

Enerji tüketimini azaltmanın en basit yöntemlerinden biri, gün sonunda veya kullanılmadıkları zamanlarda lambaları, bilgisayarları, analizörleri ve ekipmanları kapatmaktır. Yüksek enerji tüketimine neden oldukları için özellikle ısıtma veya soğutma özelliği bulunan cihazlarda bu durum oldukça önemlidir. Elektrik ekipmanlarında 'trafik lambası etiket sistemi'nin kullanılmasıyla daha kolay bir uygulama sağlanabilir. Yönetim ve üst düzey personelin hangi ekipmanın kapatılabileceği konusunda anlaşması tüm kullanıcıları teşvik edecektir. Örneğin, Yeşil – ekipmanı kullanmayı bitirdiğinizde kapatın; Turuncu – kullanım sonrasında/günün sonunda kapatılıp kapatılmayacağı konusunda üst düzey personele danışın; Kırmızı – kesinlikle açık kalmalıdır (52–55).

4.2.1.2. AKILLI TEKNOLOJİ

- Koridorlara, sık kullanılmayan alan ve depolara sensörlü ışıklar yerleştirmek.
- Mümkün olduğunda ve uygun yerlerde, daha verimli aydınlatma ekipmanlarına geçiş yapın ve floresan lambalar yerine LED lambalar kullanın. LED lambalar floresan lambalar ile aynı ışık yoğunluğunu sağlar, fakat daha uzun ömürlüdürler ve %50 daha az enerji kullanırlar, bu da maliyet tasarrufu sağlar.
- Mümkün olduğu kadar doğal ışık kullanın, yeterli doğal ışık olduğunda yapay ışığın alışkanlık haline gelmesini engelleyin. Ayrıca, belirli çalışma alanları için spesifik iş aydınlatmaları ve modüler laboratuvar mobilyaları, tezgahlar, biyogüvenlik dolapları vb. ile uyumlu olan modüler aydınlatmalar düşünülmelidir (53,54,56).
- Güneş enerjisi, sürdürülebilir biyoyakıt ve birleşik ısı ve güç sistemleri gibi yöntemler, elektrik ve ısı ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılabilir (57).
- Bilgisayarlar, yazıcılar ve tarayıcılarda enerji tasarrufu veya uyku modunun etkin olduğundan emin olun, böylece çalışma günü boyunca enerji tasarrufunu artırın. Ekran koruyucu kullanmayın, çünkü bu işlemci gücü ve bellek gerektirir ve dolayısıyla enerji tüketir (53,58).

4.2.1.3. İKİ KERE DÜŞÜN

- Personeli yalnızca gerekli olduğu durumlarda yazıcı kullanmaya yönlendirin.

- Özellikle ek içerenler olmak üzere tüm e-postaların gönderim sayısını azaltmak önemlidir. Birçok kişi, ortalama bir e-postanın, eklerine bağlı olarak 4-50 g CO₂ karbon ayak izine sahip olduğunu farkında değildir. Gereksiz gördüğünüz veya ilgi alanınız olmayan e-posta listelerine üyelikten ayrılın (59,60).

4.2.1.4. ZAMANLAYICILAR

- Su banyoları ve ısıtma blokları gibi ekipmanlara zamanlayıcılar takın. Zamanlayıcılar, ekipmanın gerektiğinde kullanıma hazır olmasını sağlarken, ekipman kullanıldıktan sonra uzun süre açık kalmasını önler.

4.2.1.5. ÇEKER OCAKLAR VE BİYOGÜVENLİK KABİNLERİ (BGK)

- Çeker ocaklarda bulunan fan odadan sürekli olarak ısıtılmış veya soğutulmuş havayı çekeceğinden kullanılmadığı zamanlarda kapatılmadır. Bu çeker ocaklar günde birkaç ev kadar enerji tüketebilirler (56,58).
- Biyolojik güvenlik kabinleri (BGK) gerekmediğinde veya günün sonunda duruma göre kapatılabilir. BGK'lar enerji yoğun ekipmanlardır ve günlük olarak yaklaşık bir evin yarısı kadar enerji tüketirler. Çeker ocaklarda veya BGK'da kullanılan küçük cihazların da kullanılmadıkları zamanlarda kapalı olduğundan emin olun. Dekontaminasyon yöntemi olarak UV ışığı kullanılıyorsa, bir zamanlayıcı kurun ve UV ışınlarının personele zarar vermesini önlemek için yalnızca laboratuvar boşken çalıştırın. Uzun süreli çalıştırma ürünleri zamanla bozabilir, bu nedenle en iyi uygulama 30 dakika çalıştırmaktır, çünkü bu kabini dekontamine etmek için yeterlidir; ayrıca, çoğu durumda UV dekontaminasyonu gerekli değildir (53,61–63).

4.2.1.6. BUZDOLAPLARI VE DONDURUCULAR

- Buzdolapları ve derin dondurucuların açılış sürelerini azaltmak için düzenleme yapın böylece enerji ve zaman tasarrufu sağlayın.
- Gerekli olmayan öğelerin birikmesini önlemek için depolanan malzemeleri düzenli olarak denetleyin.
- Verimli bir şekilde çalıştıklarından emin olmak ve enerji tüketimini azaltmak için dondurucuları rutin olarak çözün ve depolanan malzemeleri düzenli olarak temizleyin. Aşırı buzlanmayı önlemek için boş alanları boş saklama kutuları veya buz paketleri ile doldurun.
- Değiştirilmesi gereken filtreleri düzenli olarak değiştirin, buzdolaplarının ve dondurucuların açıkta kalan soğutma bobinleri ile kapı contalarını temizleyin.
- Depolanan ürünlerin canlılığı tehlikeye girmeden veya kalitesi olumsuz etkilenmeden sıcaklık değişiminin mümkün olduğu durumlarda, -80 °C olan sıcaklık -70 °C'ye düşürülebilir. Bu değişikliğin %30'a varan enerji tasarrufu sağladığı görülmüştür (52,53,58).

4.2.1.7. **ATIK**

- Otoklavlar mümkün olduğunca verimli çalıştırılmalıdır. Örneğin, öğelerin uygun şekilde otoklava veya bulaşık makinesine gönderildiği iki akışlı bir yol denenebilir. Otoklavlar sadece dolu olduğunda çalıştırılmalıdır; bunu sağlamak için bölümler arasında iş paylaşımı yapılması gerekebilir. Bir program oluşturmak, çalışmaların koordinasyonuna yardımcı olacaktır. Laboratuvar atıklarının veya klinik atıkların otoklav için gönderilmesinin gerekli olduğundan emin olun. Ayrıca, güncel olduğundan emin olmak için uygulamalar periyodik olarak gözden geçirilmelidir.

4.2.1.8. **KLİMA**

- Klima üniteleri çalışırken pencerelerin açık olmadığından veya alan ısıtıcılarının kullanılmadığından emin olun. Sıcaklık ve nem kontrolleri mevsimsel taleplere göre ayarlanmalıdır. Klima kullanılan odaların kapılarını kapalı tutun (56).

4.2.1.9. **EKİPMAN VE CİHAZLAR**

- İhale sürecinde, enerji yıldızı derecelendirmesine sahip ve klima-ısıtma gereksinimleri önemsiz derecede az olan ekipman ve cihazları tercih edin. Yeni ekipman ve cihazların enerji tasarruflu satın alınması (yıldız dereceli cihazlar) esastır.
- Yöneticiler, cihazların ve ekipmanın tedarik edilmesi sonrasında tedarikçilerin ambalaj malzemelerini yeniden kullanım veya geri dönüşüm için geri almaları konusunda ısrar etmelidir. Ayrıca, tedarikçiler AB atık elektronik (WEEE) düzenlemeleri uyarınca eski cihazları geri dönüşüm için almakla yükümlüdürler. Tüm ekipmanın güvenli olduğundan ve gerektiğinde dezenfekte edildiğinden emin olun.
- Yeni ekipman transport ve tedarikle ilgili karbon ayak izini azaltmak için, mümkün olan durumlarda yerel tedarikçilerden satın alınmalıdır.
- Mümkünse, satın alma sürecine yeşil bir unsur dahil edin (53,58,64).

4.2.1.10. **REAKTİFLER VE SARF MALZEMELERİ**

- Taşımayla ilişkili karbon ayak izini azaltmak için reaktifler ve sarf malzemeleri mümkün olduğunca yerel olarak tedarik edilmeli ve üretilmelidir.
- Özellikle departmanlar arasında yaygın olarak kullanılan ürünler toptan alınmalıdır, bu sayede hem maliyet hem de enerji tasarrufu sağlanabilir.
- Tedarikçilerle ambalajı azaltmak üzerine yapılan görüşmeler, özellikle polistiren gibi geri dönüşümü zor veya geri dönüşümü mümkün olmayan ambalajların azaltılması (10,52) konusunda önem taşımaktadır.

4.2.1.11. **“PAYLAŞMAK ÖNEMSEMektİR”**

- Küçük departmanlar veya laboratuvarlar, kendi ekipmanlarını satın almak yerine ekipman paylaşımını düşünebilir. Bunun etkili olabileceği örnekler otoklavlar, dondurucular, yazıcılar, çeker ocaklar, termal döngü cihazları, su

filtreleri/deiyonize ediciler gibi ekipmanları içermektedir. Tüm bu ürünler, minimal planlama ve çalışma listeleriyle kolayca paylaşılabilir (52,54).

4.2.1.12. NUMUNE TAŞIMA, PRE-PREANALİTİK VE PREANALİTİK FAZLAR

- Mümkün olduğunda, numunelerin ve laboratuvar malzemelerinin kısa mesafelerde taşınması için bisiklet veya küçük arabalar gibi alternatiflerin kullanılması.
- Mümkünse numuneleri ve laboratuvar malzemelerini taşımak için hibrit veya elektrikli araçların kullanılması.
- Gelecekteki alternatifleri araştırın, sağlık alanlarında birçok çözüm sunan dron taşımacılığı gibi (65).

5. ATIK YÖNETİMİ STRATEJİLERİ

Hazırlayan:

Joseph Lopez

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Üye

Önceki üyelikler: Biyomedikal Bilimler Bölümü MAHSA Üniversitesi ve Tıbbi Araştırma Enstitüsü, Kuala Lumpur, Malezya.

Alistair Gammie

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Üye

Kıdemli Küresel Direktör ve ValuMetrix Başkanı, Ortho Clinical Diagnostics, Birleşik Krallık

Sağlık hizmetleri faaliyetleri tarafından üretilen toplam atık miktarının yaklaşık %85'i genel ve tehlikesiz atıklardır. Kalan %15, bulaşıcı, zehirli veya radyoaktif özellikte tehlikeli madde olarak kabul edilir. Sağlık hizmeti atıklarının güvenli ve çevreye duyarlı yönetimini sağlamaya yönelik önlemler, bu tür atıklardan kaynaklanan olumsuz sağlık ve çevresel etkileri önlemek için gereklidir (66).

5.1. ATIK YÖNETİMİ STRATEJİLERİ

Laboratuvar atıkları, patojenik organizmalar, vücut sıvıları veya laboratuvarlarda kullanılan diğer öğelerle doğrudan temas etmiş olan atıklardır.

Tıbbi atıklar genellikle ya düzenli depolama alanlarına gönderilir ya da yakılır. Depolama alanları, zararlı kimyasalları toprağa ve su kaynağına sızdırır. Tıbbi atıkların yakılması, dioksinler, furanlar ve partikül maddeler gibi atmosferik kirleticiler üretir. Laboratuvarların, atıklarını azaltma ve daha iyi yönetme konusunda toplumsal bir sorumluluğu vardır. Bunu başarmak için, laboratuvarların in vitro tanı (IVD) sanayisi, mesleki kuruluşlar ve düzenleyici otoriteler üzerinde toplu baskı oluşturması gerekmektedir. Amacımız, mevzuat zorunluluğundan ziyade motivasyonla yönlendirilen çevresel duyarlılığın iyileştirilmesini teşvik etmektir.

Klinik laboratuvar atıklarının yönetimi, İyi Çevresel Uygulamalar'ın üç temel ilkesine dayandırılmalıdır; bunlar **Azaltma**, **Yeniden Kullanma** ve **Geri Dönüşüm**dür. Laboratuvar atıklarını yönetmek için en iyi strateji, satın alma anından itibaren düşünülmelidir. Laboratuvar atıklarının sağlıklı bir şekilde yönetimini denetleyen en önemli ilke, tehlikeli ve tehlikesiz atıkların bertarafı için bir plan oluşturulmadan hiçbir faaliyetin başlamaması gerektiğidir. Bu basit prensibin uygulanması sayesinde, yerel ve ulusal düzenleyici gereksinimlerin atık yönetimi açısından karşılandığından emin olur ve kurumun başa çıkma yeteneğine sahip olmadığı bir atık türünün (örneğin biyolojik, kimyasal, radyoaktif) oluşturulmasından kaynaklanabilecek beklenmedik zorlukları önler (66–68).

Her bir atık kaynağının etkisi nispeten küçük görünse de, çevre üzerindeki potansiyel kümülatif etkileri önemli olabilir. Atık üretiminin ölçülmesi ve yönetilmesi gerekir. Laboratuvarınızda üretilen atık miktarını en aza indirmek, atık yönetiminizi daha iyi ele almanıza yardımcı olabilir. Atık üretiminin ölçülmesi ve yönetilmesi gerekir. Laboratuvarlar atıklarını aşağıdaki şekillerde yönetmeyi hedeflemelidir:

- (i) Miktarını azaltın
- (ii) İstenmeyen, fazla malzemelerin yeniden kullanılması veya yeniden dağıtılmasını sağlayın.
- (iii) Atık içindeki malzemeleri işleyin ve/veya geri dönüştürün
- (iv) Yakma, arıtma veya toprağa gömme yoluyla imha edin.

Atıkların en aza indirilmesinin yollarından biri, yalnızca gerekli olan testlerin yapılmasını sağlamaktır. Bu ekonomik açıdan da mantıklıdır. Bunu sağlamak için test istekleri incelenmelidir. Test azaltma aynı zamanda iyi bir ekonomik anlam ifade eder.

5.2. ATIK KATEGORİLERİ VE YÖNETİMİ

Klinik laboratuvar atıkları çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Aşağıdaki kategorileri önermek istiyoruz:

- **Biyolojik olmayan katılar:** Plastik, ambalaj, e-atıklar (elektrik ve elektronik atıklar)ve kağıt gibi çeşitli katı atıklar.
- **Biyolojik atıklar:** Bu kategoriye cam, kesici aletler vb. dahildir.
- **Kimyasallar:** Sıvı, organik, katılar; dezenfektanlar, solventler, analiz amaçlı kullanılan deterjanlar, piller ve kırık termometrelerdeki cıva gibi tıbbi ekipmanlardan kaynaklanan ağır metalleri içerir. **Kimyasal atık yönetimi, bu dokümanın Kimyasallar bölümünde ele alınacaktır.**

5.2.1. BİYOLOJİK OLMAYAN KATILARIN YÖNETİMİ

5.2.1.1. PLASTİKLER (69–76)

Plastik kirliliği en acil çevre sorunlarından biri haline geldi. Küresel olarak, plastik üretiminin ve yakılmasının 2019'da atmosfere 850 milyon tondan fazla sera gazı saldırdığı tahmin ediliyor. 2050 yılına kadar, bu emisyonlar 2.8 milyar tona yükselebilir ve bunun bir kısmı daha iyi geri dönüşüm yoluyla önlenebilir (69).

Tek kullanımlık plastikler,her yıl üretilen plastiğin yaklaşık yüzde 40'ını oluşturuyor. Bu ürünlerin çoğu, çevrede yüzlerce yıl kalabiliyor. Plastik atıklar çevreye yayılmasının yanında üretiminde kullanılan bileşiklerin salınmasıyla da çevreyi kirletiyor. Biyomedikal bilimler, özellikle tek kullanımlık plastiklerin yüksek hacimli tüketicisidir. Aslında, moleküler biyoloji gibi bazı bilim alanları, tek kullanımlık plastiklerin yaygın olarak kullanıldığı bir dönemde gelişmiştir (72)

Mikroplastikler, yani küçük plastik parçacıklar, birçok kaynaktan gelir ve her yerde bulunur. Mikroplastikleri insanlar yiyecek ve su yoluyla almanın yanı sıra nefes alma yoluyla da alırlar. Mikroplastiklerin yaban hayatına zarar verdiği ve ayrıca insan hücrelerine de zarar verdiği laboratuvar ortamında gösterilmiştir (71).

AZALTILMIŞ Plastik Kullanımı

Plastiklerin Yerine Geçenler: Laboratuvarlar, plastik yerine, cam kullanımının mümkün olduğu durumlarda cam malzeme kullanarak plastik tüketimlerini azaltabilirler. Cam malzemelerin, plastik petri kapları, çeşitli şekil ve büyüklükteki plastik şişeler, pipetler ve pipet uçları, numune tüpleri, Falcon tüpleri, test tüpleri gibi plastik maddeler kadar etkili olduğu bulunmuştur.

Ekipman ve Reaktifler: Plastiklerin kullanımının azaltılması, ekipman ve reaktifler için teklif verme aşamasından itibaren de sağlanabilir. Aşağıdaki özelliklere sahip IVD şirketlerinden ekipman seçin:

- Azaltılmış plastik içerikli ekipmanları üretenler.
- Azaltılmış ambalajlı ve/veya çevre dostu ambalajı olan ürünleri sağlayanlar, örneğin torbalanmış falcon tüpleri.
- Kullanılmış ekipmanın ambalajlarını ileride kullanmak üzere geri almaya istekli olanlar.
- Tekrar kullanılabilir plastik aksesuarlara izin verenler, örneğin yeniden kullanılabilen orijinal küvet tutucuları (rakları) gibi.

Teşhis reaktifleri için ihale sırasında, ambalajları ve kullanılmış plastik reaktif kaplarını geri almaya istekli olacaklardır. Ayrıca tedarikçi sayısını azaltmak veya bir konsolidatör aracılığıyla satın almak, dolayısıyla teslimat sayısını azaltmak çevreye yardımcı olur.

Plastiklerin YENİDEN KULLANIMI

- Laboratuvarlar mümkün olduğu kadar çok ögeyi yeniden kullanmalıdır. Yeniden kullanılabilir öğeler, tek kullanımlık malzemelerle karşılaştırılabilir performansla sahip olabilir.
- Mümkün olduğunda aşağıdaki öğeleri yeniden kullanım için göz önünde bulundurun: alikot alırken pipet ucu kutuları, pipetler ve pipet uçları, tartım tekneleri, eldivenler (etanol ile dekontamine edin), tüpler ve küvetler (arada durulama ile) beherler veya uç toplama kabı.
- Laboratuvarlar, tek kullanımlık plastik malzemeleri steril prosedürlerde bile yerine koymalıdır. Örneğin, tek kullanımlık plastik kapların yerine cam doku kültür tabakları gibi seçimler yapabilirler. Bununla birlikte, endişe varsa, yalnızca masa başı çalışma gibi steril prosedürün gerekli olmadığı durumlarda yeniden kullanmayı düşünün.

Plastiğin GERİ DÖNÜŞÜMÜ

Avrupa'da, plastik atıkları bertaraf etmenin en çok kullanılan yolu enerji geri kazanımıdır, bunu geri dönüşüm izlemektedir. Üretilen tüm plastik atıkların yaklaşık %25'i düzenli depolama alanlarındadır. Geri dönüşüm için toplanan

plastığın yarısı işlenmek üzere AB dışındaki ülkelere ihraç ediliyor. Küresel olarak araştırmacılar, plastik üretiminin ve yakılmasının 2019'da atmosfere 850 milyon tondan fazla sera gazı saldıgını tahmin ediyor. 2050 yılına kadar, bu emisyonların 2.8 milyar tona yükselebileceği ve bunun bir kısmının daha iyi geri dönüşüm yoluyla önlenebileceği tahmin edilmektedir (69).

Genellikle, laboratuvar atık plastikleri torbalanır ve "otoklavlanır" - genellikle basınçlı buhar kullanan enerji ve su açısından yoğun bir sterilizasyon işlemi - ve ardından çöp sahasına gönderilir. Ancak tüm plastik atıklar geri dönüştürülemez kadar kirli değildir (72,75). Kuntin (75) ve meslektaşları, 24 saat yüksek seviye dezenfektanda bekletme ve ardından kimyasal dekontaminasyon için durulama ile bir "arındırma istasyonu" geliştirdiler. Ayrıca geri dönüşümü daha kolay olan plastikleri de satın alıyorlar. Bu önlemlerin bir sonucu olarak, daha önce düzenli depolama alanlarına gönderdikleri plastiği yılda yaklaşık bir ton azalttılar. Örneğin ambalaj atıklarını azaltmak için mümkün olduğunca toplu alım yapabileceklerini hesapladılar.

En yaygın şekilde geri dönüştürülebilir plastikler, polistiren (PS), polipropilen (PP) ve yüksek yoğunluklu veya düşük yoğunluklu polietilendir (HDPE/LDPE). Santrifüj tüpleri gibi yaygın olarak kullanılan sarf malzemeleri PP'den yapılırken, kültür kapları ve şişeler genellikle PS'den yapılır. HDPE ve LDPE en çok kapaklarda bulunur.

Tehlikeli olmayan plastik atıkların geri dönüştürülmesi de laboratuvarlar için bir seçenek haline geliyor. Birçok atık nakliyecisi, laboratuvarlardan tehlikeli olmayan plastik atıkları kabul etmeye başlıyor. Çeşitli satıcılar, ürünleri için geri dönüşüm programları sunmaktadır (EUROPEAN RECYCLERS (77)). Polycarbin (78), laboratuvarların plastikleri geri dönüştürmesi için bir döngüsellik konsepti geliştirmiştir ve tanı laboratuvarlarının plastik geri dönüşümünün uygunluğunu değerlendirmeye başlaması önemlidir.

Mevcut Plastiklere Alternatifler

Birçok şirket, yenilenebilir ve biyolojik olarak parçalanabilir kaynaklardan üretilen plastikler geliştirmek üzerine çalışmaktadır. Bu şirketler arasında BASF ve NatureWorks (Minnesota, ABD) bulunmaktadır. BASF, "Ecoflex®" adında kompostlanabilir bir polyester film geliştirmiş olup bu filmi manyok nişastası ve kalsiyum karbonat ile birlikte kullanarak tamamen biyolojik olarak parçalanabilir çantalar olan "Ecovio®" üretiliyor ve pazarlıyor. Ancak bunların hiçbiri yaygın kullanımda değildir.

5.2.1.2. AMBALAJLAR

Ambalaj malzemeleri strafor, karton, kağıt gibi maddelerdir. Bu malzemeler fazla atığın büyük bir bölümünü oluştururlar. Bu nedenle laboratuvarlar:

- Ambalaj malzemelerini geri almak ve yeniden kullanmak için tedarikçilerle görüşebilirler.
- Ayrıca laboratuvarlar, ürünlerinin ambalajlarına dahil edilen atık karton ve plastik hacmini azaltmak için tedarikçilerle de görüşebilir. Ancak bu, gerekli

yasal süreçten geçmeden değiştirilemez.

- Strafor kompresöre yatırım yapın. Sıkıştırılmış ürün başka amaçlar için kullanılabilir.

ÖNERİ: Bu grup, şirketlerin basitleştirilmiş bir belgeleme süreci aracılığıyla atıkları en aza indirmek, paketleme stratejilerini gözden geçirmek ve iyileştirmelerine izin vermek için küresel olarak tüm düzenleyici makamlar tarafından kabul edilen bir af dönemi çağrısında bulunuyor. Bu yaklaşım, tüm üreticilerin bu çabaya katkıda bulunmasını sağlayacaktır.

5.2.1.3. **E-ATIK (ELEKTRİK VE ELEKTRONİK ATIKLAR) (79,80)**

2021'de dünya çapında 57.4 Mt (Milyon Metrik Ton) e-atığın üretildiği tahmin edilmektedir. Avrupa, %42.5 ile açık ara en yüksek toplama ve geri dönüşüm oranına sahiptir. 2022'de dünyada 347 Mt'tan fazla geri dönüştürülmemiş e-atık vardır (79). E-atık biyolojik olarak parçalanmaz ve bu nedenle atıldığı her yerde birikecektir. Elektronik atıkların çöplüklere atılması çevreye zararlıdır çünkü cıva, kurşun, kadmiyum, nikel, berilyum ve arsenik gibi toksinler toprağa ve suya sızmış olabilir ve insan sağlığına zarar verebilir.

Artık kullanılmayan tıbbi ekipman, floresan tüpler, piller, telefonlar, bilgisayarlar vb. yerel düzenlemelere uygun olarak geri dönüştürülmeli veya imha edilmelidir. Hem laboratuvar hem de üreticiler için 10 maddelik bir planın ana hatlarını çizen yaklaşımları gözden geçiren bir makale Cambridge Design tarafından yayımlandı (80). Laboratuvarlar çevre dostu elektronik ürünler satın almaya çalışmalıdır: Enerji yıldızı etiketli veya Elektronik Ürün Çevresel Değerlendirme Aracı (EPEAT) tarafından onaylanmış ürünler aranmalıdır.

5.2.1.4. **IVD ÜRETİCİLERİ İÇİN ÖNERİLEN UYGULANABİLİR ÖNLEMLER**

- **Yeşil ürünler ve etiketleme** (çevre etiketleri, eko-etiketler olarak da adlandırılır): Yeşil ürünler, geri dönüştürülmüş malzemeler içeren, atıkları azaltan, enerji veya su tasarrufu sağlayan, daha az ambalaj kullanan ve atılan veya tüketilen toksik madde miktarını azaltan ürünler olarak tanımlanabilir. Üreticiler, ev aletlerinin üzerinde anlaşmaya varılan kriterlere göre A'dan E'ye kadar bir enerji elektrik teknolojisi derecesine sahip olduğu AB'de uygulamaya konulan yeşil etiketleme modeline abone olmalıdır.
- **Donanım:** Donanım perspektifinden bakıldığında, ekipmanın ömrünün uzatılmasına daha fazla dikkat edilmelidir. Bu, yerinde yenileme/geri dönüşüm modeli ile daha uzun süreli değiştirme zamanları veya en azından önceden kullanılan aletlerin dış yüzeylerini kullanarak gerçekleştirilen yararlı parçaların sökülmesi inisiyatifleri aracılığıyla yapılabilir.

- **Yazılım:** Yazılımın eskimesi genellikle yeni donanımların piyasaya sürülmesine yol açar. Üreticileri, tüm enstrümanı değiştirmeden Yapay Zeka (AI, makine öğrenimi) içeren yeni yazılımların kullanılmasına izin verecek şekilde ürünlerini geleceğe hazır hale getirmeye davet ediyoruz.
- **Mikro ölçekli kimya:** Test prosedürlerini pratik bir minimuma indirmek, üretilen toplam atık miktarını azaltır. Ayrıca güvenlik ve maliyet avantajları da vardır.

5.2.2. BİYOLOJİK LABORATUVAR ATIKLARININ YÖNETİMİ (81,82)

Chapel Hill'deki Connecticut Üniversitesi ve Kuzey Karolina Üniversitesi protokollerinden uyarlanmıştır:

5.2.2.1. BİYOLOJİK ATIK TANIMI VE AÇIKLAMASI

Laboratuvar biyolojik atığı, bulaşıcı veya potansiyel olarak bulaşıcı patolojik atıklar ve bunların işlenmesi ve/veya depolanması sırasında kullanılan kaplar ve malzemeler olarak tanımlanabilir. **Biyolojik atık** şunları içerir:

- Sıvılar: hücre kültürü ortamı, süpernatant, kan veya kan fraksiyonları (serum) gibi canlı biyolojik ajanlar içerenler.
- Enfeksiyöz olmayanlar dahil olmak üzere insan vücudunun herhangi bir kısmı, dokuları ve vücut sıvıları.
- Bulaşıcı bir hastalıkla enfekte olmuş veya potansiyel olarak enfekte olmuş bir hayvanın herhangi bir kısmı.
- Canlı biyolojik ajanlarla kontamine olabilen, kesici olmayan, katı laboratuvar atıkları (boş plastik hücre kültürü şişeleri ve petri kapları, boş plastik tüpler, eldivenler, ambalaj kağıtları, emici dokular, vb.)
- Tıbbi bakım, teşhis ve araştırmalarda kullanılan tüm kesici ve sivri uçlu aletler.
- Tehlikeli biyolojik ajanla kontamine olduğu düşünülen laboratuvar cam malzemeleri.
- Enfeksiyöz veya kemoterapi atıklarının dökülmesinden toplanan herhangi bir malzeme.
- Kimyasal tehlikeli atık veya radyoaktif atık olarak kabul edilemeyecek **bulaşıcı atıklarla karıştırılmış atıklar.**

5.2.2.2. İMHA İŞLEMLERİ

Sıvı atıklar

Biyolojik sıvı atıklar, otoklav veya kimyasal yollarla **dekontamine edildikten sonra** gidere (sıhhi kanalizasyona), akan suyun altına dökülebilir. Tasfiye

işleminde sonra lavabo iyice durulanmalı ve dezenfekte edilmelidir.

Kimyasal dekontaminasyon: Bu, NaDCC'nin (troklosen sodyum) etkisine dayalı bir biyosidal dezenfektan olan PRESEPT™ kullanılarak gerçekleştirilebilir. MRSA, HIV, Hepatit B ve Herpes virüsleri dahil tüm organizmalara karşı koruma sağlar. Denatüre kan bol su ile bir kanal veya laboratuvar lavabosu yoluyla atılabilir. Laboratuvar lavabosu için çok büyük olan tüm katılar biyolojik atık yoluyla bertaraf edilebilir.

Kesici atıklar

- Bazı kesici alet kapları otoklavlanırsa eriyebilir, bu durumda kimyasal dekontaminasyon kullanılmalıdır. Kimyasal dekontaminasyon için dezenfektan, %10'luk nihai konsantrasyona seyreltilmiş standart ev tipi çamaşır suyu, ABD EPA tescilli tüberkülosidal ajanın eşdeğeri olacaktır. Uygun dezenfektan seyreltmesi ile doldurulan kaplar gece boyunca bekletilir. Sıvıyı boşaltın, kabı mühürleyip etiketleyin ve kutu-torba ünitesine koyun.
- Alternatif olarak, işlenmemiş, sızdırmaz kesici alet kapları, diğer işlenmemiş biyolojik atıklarla birlikte kutu-torba birimlerine yerleştirilebilir. Kutu-torba ünitesine konulan her kesici maddenin ambalajına, işlenip işlenmediğini gösteren ve kurum adresini içeren etiket yapıştırılmalıdır.

Kesici olmayan atıklar

Bertaraf için kabul edilebilir yöntemler aşağıdaki gibidir:

- Otoklav, kimyasal dezenfeksiyon veya diğer uygun dekontaminasyon yöntemiyle dekontamine edilen biyolojik atıklar, etiketlenebilir ve biyolojik olarak tehlikeli/bulaşıcı olmayan atıklar olarak normal çöp kutusuna atılabilir..
- Otoklav varsa, atığı bir otoklav torbasında otoklavlayın, otoklav gösterge bandını yapıştırın ve otoklav için güvenli bir tepsiye yerleştirin. Otoklav işlemi tamamlandıktan ve torba soğuduktan sonra, kalan sıvıyı boşaltın ve sızdırmaz atığı alınması için kutu-torba ünitesine koyun. Sıvılaştırılmış agar besiyerini gidere dökmeyin. **Çamaşır suyu içeren otoklav kapları veya diğer kapları otoklavlamayın.** Çamaşır suyu ve artık pamuk ve yağın (yanlış temizlenmiş otoklavlar) kombinasyonu, otoklav içinde patlayıcı yanmaya neden olabilir.

Karışık atık: Atık akışını belirlemek için aşağıdaki formülü izleyin.

Biyolojik + Tehlikeli Kimyasal = Kimyasal Atık

5.2.2.3. **BİYOLOJİK ATIKLARIN DEPOLANMASI, ETİKETLENMESİ VE TAŞINMASI**

Depolama: Biyolojik atıkların birikmesine izin verilmemelidir. Her gün veya düzenli olarak dezenfekte edilmeli ve imha edilmelidir. Eğer kontamine malzemenin depolanması gerekiyorsa, bunun sert bir kap içinde genel trafiğin uzağında ve tercihen güvenli bir alanda yapılması gerekmektedir. Kullanılmış kesici aletler hariç, işlenmiş biyolojik atık, saklama kabı veya kutu-torba ünitesi dolana kadar, ancak 48 saati geçmeyecek şekilde oda sıcaklığında saklanabilir. Üretim tarihinden itibaren 1 haftaya kadar buzdolabında saklanabilir. Biyolojik atık, depolama için soğutulduğunda tarihlendirilmelidir. Biyolojik atık depolama sırasında çürürse, işlenmek ve bertaraf edilmek üzere 24 saat içinde tesis dışına taşınmalıdır. Kesici madde kapları 2/3 ila 3/4 dolana kadar kullanılabilir, bu süre sonunda tercihen otoklavlama yoluyla dekontamine edilmeleri ve düzenlenmiş tıbbi atık olarak imha edilmeleri gerekir.

Biyomedikal Atıkların Etiketlenmesi:

- Her bir torba veya kesici alet kutusu, kurumun adresi, atığın olduğu bina ve oda numarası ile etiketlenmelidir. Kutudaki atığın işlenip işlenmediğini belirtiniz.
- Biyolojik olarak tehlikeli olmayan/bulaşıcı olmayan atıklar etiketlerle işaretlenmelidir.
- Dekontaminasyonun kanıtı olarak otoklav gösterge bandı kullanılmalıdır.

Taşıma: Biyolojik atıkların dekontaminasyon amacıyla laboratuvar dışına taşınması veya alınana kadar saklanması, "biyolojik tehlike" olarak etiketlenmiş sızdırmaz kapalı kaplarda olmalıdır. Yasal düzenlemelere tabi tıbbi atıkların veya biyolojik olarak tehlikeli biyolojik atıkların halka açık yollardan taşınması, kanun düzenlemelerine uygun olmalıdır.

5.2.2.4. **OTOKLAVLAMA YOLUYLA DEKONTAMİNASYON**

Buharlı otoklavlama genellikle kültürlerin, laboratuvar cam eşyalarının ve enfeksiyöz ajanlarla kontamine olduğu bilinen diğer küçük parçaların dekontaminasyonu için tercih edilen yöntem olarak kabul edilir. Otoklavın laboratuvar içindeki konumu depolama ve taşıma sorunlarını en aza indirir. Otoklavlanmış atıklar genel atık olarak bertaraf edilebilir.

Buhar sterilizasyonu protokolleri farklı laboratuvarlara göre değişebilir. Yazılı bir işletim prosedürü en azından şunları içermelidir:

- Testler sonucunda belirlenen, maruz kalma süresi, sıcaklık ve basınç gibi tutarlı işlem sağlayan parametreleri belirleyin.

- Standart işlem kaplarını belirleyin ve buhar işlem ünitesinde yükün nasıl yerleştirileceğini belirleyin.
- Tüm kullanıcılar için sürekli bir eğitim programının sağlayın ve yürütün.
- Biyolojik atık yönetim planına uygunluğu sağlamak için bir kalite güvence programı sağlayın.
- Her bir buhar işleme ünitesi için yazılı bir kayıt tutulmalıdır.

Biyolojik atıklar, atık yükünün merkezine yerleştirilen *Bacillus stearothermophilus* sporlarının en az Log 4 oranında öldürüldüğünü göstermek için yeterli sıcaklık, basınç ve sürede buhar işlemine tabi tutulmalıdır. Bant veya eşdeğer bir gösterge işlem sırasında en az 250 derece F (121 derece C) sıcaklığa ulaşıldığını göstermiyorsa atık işlem görmüş sayılmayacaktır. Sterilizasyonun etkinliği *Bacillus stearothermophilus* sporları ile en az her 40 saatlik çalışmada bir test edilmelidir.

6. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN SU KORUMA STRATEJİLERİ

Hazırlayan:

Ferhan Sağın

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Üye
Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Bornova, İzmir,
Türkiye

Sanja Stankovic

EFLM Yeşil Laboratuvarlar Görev Gücü, Üye
Kragujevac Üniversitesi, Sırbistan, Tıp Bilimleri Fakültesi, Biyokimya Bölümü ve
Sırbistan Klinik Merkezi Üniversitesi, Tıbbi Biyokimya Merkezi, Belgrad, Sırbistan

6.1. GİRİŞ

Su krizi, gelecek on yıl içindeki en önemli küresel risk olarak tanımlanmaktadır (83). Birleşmiş Milletler 2030 Gündemi'nin altıncı Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi su ile ilgilidir ve insan soyunun devamı için su yönetiminin önemini vurgular (84). Dünya genelinde klinik laboratuvarlar, analiz, soğutma ve diğer gereksinimlerini karşılamak için çok fazla su (benzer büyüklükteki ticari binalardan dört-beş kat daha fazla) tüketirler (10,85,86). Su tasarrufu; önemsenmemesi, görmezden gelinmesi ve çoğunlukla su kaynaklarının sınırsız ve maliyetinin az olduğu gibi yanlış algılara rağmen, sürdürülebilir laboratuvarlar için anahtar bir ilkedir. Su tasarrufu; suyun kaynaklardan çekilen miktarı, tüketim amaçlı kullanımı, kaybı veya israfını azaltan ve verimli kullanımı, geri dönüşümü ve yeniden kullanımını artıran ya da su kirliliğini önleyen herhangi bir eylem olarak tanımlanır (87).

Su tasarrufu, laboratuvarlar için neden öncelikli olmalıdır? İlk olarak, laboratuvarlarda su kullanan çok sayıda cihaz vardır ve küçük önlemlerle bile yüksek oranda tasarruf sağlayıp suyun verimli kullanımını artırmak nispeten kolaydır. Suyun verimli kullanımına yönelik önlemler, büyük sermaye harcamaları olmadan mali tasarruf sağlayabilir. Bu faydaların çoğu, mevcut altyapıda küçük değişiklikler ve personel davranışları ile hemen sağlanabilirken, diğerleri ise belirli bir süre sonunda kazanç sağlayacak bir maliyet gerektirebilir. Öte yandan, laboratuvarlarda su kullanımının azaltılması, insanlığın su kaynaklarının gelecekte güvenli ve emniyetli olmasını sağlayacaktır. Dahası, su tasarrufu, enerji tasarrufunu da beraberinde getirir. Su tasarrufu ve geri dönüşümü ile verimli kullanımın artırılması, laboratuvarların enerji tüketimini daha da azaltıp karbon ayak izini küçültebilir.

Su stratejisi geliştirme aşamasında; su yönetimi farkındalığı, üst yönetimlerin gündemine alınmalı ve destekleri sağlanmalıdır. İdari yönetim, su tasarrufu hedeflerini, temel performans göstergelerine entegre etme olasılığını da değerlendirmelidir (88).

Laboratuvarların su tüketimi, ofis kullanım düzeyine asla inmeyecek olsa da etkili koruma stratejileri ve su kullanımını olabildiğince azaltacak çalışmalar değerlidir. Laboratuvarlar, başlangıç aşamasında, aşırı hırslı olmamalıdır. Öncelikle, iyi çevre uygulamalarının tanıtımı için ulaşılabilir hedefler belirlenmeli ve uygulanabilir olanlar ile başlanmalıdır. Bu uygulamalar, su tüketiminin azaltılmasını içerir (49). Bu çabaların tümü, sürekli bir iyileştirme süreci olarak görülmelidir.

Klinik laboratuvarlarda su tüketimine yönelik sürdürülebilir uygulamalar için çeşitli hedefler aşağıdaki gibi tanımlanabilir (9,51,58,89):

- Laboratuvardaki her bir süreç için ihtiyaç duyulan suyun kalitesini değerlendirmek.
- Laboratuvar iş akışında su tüketimini azaltmak.
- Satın alma süreçlerinde yeşil politikaları benimsemek.
- Cihazların çalışma süreçlerini geliştirmek (cihazın soğutulması, durulama işlemleri ve akış kontrolü).
- Su tasarruflu ve çevre dostu tasarıma sahip laboratuvar/hastane binaları inşa etmek- Laboratuvar projelerinde LEED (Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik) ilkelerini (yedi kategoriden biri olan su verimliliğini) uygulamak.
- Zaman ve mekan uygunsa, alternatif su kaynaklarını kullanmak (klima yoğuşma sularının geri kazanımı ve yağmur suyunun toplanması).
- Hastane binaları ve laboratuvar bağlantıları arasındaki kaynak paylaşımında iş birliği yapmak.

6.2. LABORATUVARLAR SU TÜKETİMİNİ NASIL AZALTABİLİR?

6.2.1. SU TÜKETİMİNİ ÖLÇME - İZLEME (53,58,61,90–95)

- Musluk suyu

Musluğu, kullanılmadığı zamanlarda, daima kapatın.

Gerekli olmadığında kendiliğinden kapanan elektronik musluklar kullanın.

Suyun kapatılmasını hatırlatan tabelalar asın.

- Zamanlayıcı kullanımı

Kritik veya sürekli su kullanımında zamanlayıcı kurun veya kullanın.

- Düşük akışlı havalandırıcı (aeratör) kullanımı

Laboratuvar musluklarına düşük akışlı havalandırıcılar takın. Musluğa takılan, küçük ve çok ucuz olan bu başlıklar, suyu hava ile karıştırarak akışı dakikada 5.5 L'den 2 L'ye düşürür ve su kullanma verimliliğini etkilemeden su israfını azaltır. Havalandırıcısı olmayan ve havalandırıcısı eskimiş olan musluklara yenilerinin takılması önerilir.

- Akış kısıtlayıcıları kullanın

El veya mutfak lavaboları ya da büyük yıkama teknelerindeki bazı armatürler, daha fazla tüketime neden olabilecek düzensiz su akışına sahiptir. Basınç dengeli akış kısıtlayıcılarının kullanımı, fonksiyonel ihtiyaçları etkilemeden su kullanımını azaltmanın, genellikle, uygun maliyetli bir yoludur.

- Lavabolar için havalandırıcılar kullanın

Bu işlem, musluklardaki tüm boru ve bağlantıların çıkarılması, lavabo havalandırıcısının vidalanması ve boruların (kapları doldurmak ve sıçramayı önlemek için kullanılır) değiştirilmesi ve bir kelepçe ile sabitlenmesidir. Çok ucuz olan bu cihaz beş dakikada kurulabilir ve su tüketiminde %50'ye varan tasarruf sağlayabilir.

- Su tüketimini azaltmak için **su kısıcılarını takın** (otoklavlara ve sterilizatörlere su kısıcılar takmak su tüketimini %50 oranında azaltır)
- **Su denetimi yapın** (su kullanımı ve kullanım şekillerini belirleyin ve su tasarrufu sağlayacak olası fırsatları değerlendirin)
- Suyun sürekli takibini sağlamak için **kayıt yapan su sayaçları takın**. Bu yaklaşım eğilimler, kullanım alışkanlıkları ve sızıntıların belirlenmesine yardımcı olur. Sınırdaki tüketim düzeylerinde bile veri kaydı yapan sayaçlar kullanışlıdır; çünkü mesai saatleri dışındaki (su kullanımının çok düşük olması beklenen) veriler kolayca elde edilebilir. Bu cihazlar genellikle su sağlayıcı kurumlardan temin edilebilir.
- **Bağımsız ölçüm sistemleri kurun**. Binalar ve anahtar süreçlerdeki tüketimin ayrı ayrı ölçümü, tesis genelinde kullanım alışkanlıkları ve eğilimlerin takibini sağlar. Bina Yönetim Sistemine (BYS) bağlı sayaçların kullanımı, veri toplanmasını kolaylaştırır.
- **Su tesisatının düzenli bakım ve kontrolü** (laboratuvar standart işlem prosedürlerine uygun olarak)
- **Musluk sızıntılarını kontrol edin** ve tesis veya bina yönetimine onarım için derhal bildirin. Saniyede bir kez damlatan bir musluk yılda 11.000 litre su kaybına neden olabilir.
- **Otoklavlar, buz makineleri ve su soğutan ekipmanlar** gibi sürekli su sağlayan hatların olduğu her yeri **sızıntı için kontrol edin** ve tesis veya bina yönetimine onarım için derhal bildirin.

6.2.2. EKİPMAN VE CİHAZLAR

Ekipman ve cihazların seçimi (9)

- Satın alma öncesi süreçlerde, ekipman ve cihazların su tüketimleri değerlendirilmelidir. Su tüketimi düşük cihazlara, çevre dostu üretim süreçlerini uygulayan ve/veya iyi çevre uygulamaları ISO sertifikasına sahip üreticilere öncelik verilmeli ve böylece laboratuvarın çevreye duyarlılığı desteklenmelidir.
- Mümkünse, satın alma süreçlerine bir yeşil unsur ekleyin. Çevresel Olarak Tercih Edilen Satın Alımlar olarak da adlandırılan sürdürülebilir satın alma süreçleri, hastanenin sürdürülebilirlik stratejilerine ulaşmasında büyük rol oynayabilir.
- Otomatize laboratuvar sistemindeki düzenlemeler, hastalar ve laboratuvar için iyi çevresel uygulamalarda önemli iyileştirmeler yapma fırsatı sağlar (hastalardan alınan kan tüplerinin azaltılması, malzeme maliyetlerinin düşürülmesi, su kullanımı ve israfın azaltılması).

6.2.3. LABORATUVAR SOĞUTMA KULELERİ (89)

Çoğu laboratuvar binasının bir parçası olan soğutma kuleleri, daha fazla su verimliliği sağlamak için en büyük ve tek fırsat olabilir:

- Kulelerin geri dönüşüm oranının artırılması, su tüketimini azaltır
- Su kimyasının daha iyi takibi ve yönetimi
- İletkenlik ve akış ölçerlerin kullanılması
- Daha büyük su verimliliği tasarlamak için duman azaltma veya hibrit kule dizaynını kullanın.
- Yan akış filtreleme, güneş ışığı kapakları, alternatif su arıtma sistemleri ve otomatik kimyasal besleme sistemlerinden faydalanın
- Su ve kanalizasyon maliyetlerinden tasarruf, suyu arıtmak için daha az kimyasal satın alınmasına bağlı olarak ek tasarruf sağlar.

6.2.4. LABORATUVAR İŞLEM EKİPMANLARI

Soğutma ve durulamada kullanılan ekipmanlar ve akış kontrolü (53,89–91)

Ayrıca ekipmanın soğutulması, durulama ve akış kontrolünde de su verimliliği sağlanabilir:

- Tek geçişli soğutma sistemlerini azaltın veya ortadan kaldırın (genel olarak laboratuvarlardaki diğer tüm soğutma yöntemlerinden daha fazla su tüketir). Tek geçişli soğutmayla ilişkili su israfını azaltmanın en iyi yolu, soğuk su banyosu aracılığıyla devridaim yapan bir işlem veya soğutma döngüsü kullanmaktır. Bu soğutma sistemlerini iş akışından çıkarmak her yıl yüz binlerce litre su tasarrufu sağlayabilir ve sel riskini önleyebilir. Mümkünse işlemleri daha soğuk bir odada yapın.
- Daha fazla su kontrolü ve daha az su kullanımı için küçük soğutucular kullanın.

- En temiz suyu durulama işleminin yalnızca son veya son birkaç aşamasında kullanmak için ters akışlı yıkama ve toplu yıkama yapın.
- Suyun yalnızca ünite kullanılırken akışına izin veren kontrollü veya solenoid valf kullanın.

6.2.5. ÖZELLİKLİ OLMAYAN EKİPMANLAR

Laboratuvar su arıtma, sterilizasyon, fotoğraflama, X-ışını ve vakum sistemleri gibi özellikli olmayan ekipmanlar için de su verimliliği süreçlerinin uygulanması faydalı olabilir:

6.2.5.1. SU ARITMA EKİPMANLARI (53,86,91,92,96–98)

- Yalnızca gereken durumlarda su arıtma işlemini kullanın ve işlemleri gereken su kalitesiyle eşleştirin.
- Büyük cam eşya veya ekipmanlar için durulamanın son aşamasında deiyonize su kullanmadan önce normal musluk suyu ile ekipmanı durulayın.
- Her uygulama için gereken su kalitesini belirleyin ve uygun olan en düşük kalite su kullanımı için cihaz tasarımlarını yönlendirin (FEMP 2004).

Deiyonize su kullanımını sınırlandırın. Amerikan Patologlar Topluluğu (CAP), laboratuvar testlerinde herhangi bir uygulama için kullanılan tüm suyun, minimum olarak, Klinik Laboratuvar Standartları Enstitüsü (CLSI) tarafından belirlenen Klinik Laboratuvar Reaktif Suyu (CLRW) standardını karşılamasını önerir. Ayrıca, doğru ve tekrarlanabilir sonuçlar için cihaza gelen su -CLRW standartlarından daha katı olabilen- üretici gerekliliklerini karşılamalıdır.

- Sistemin ihtiyaç duyacağı toplam hacim ve oranları da dahil ederek laboratuvar için gereken yüksek kaliteli suyu sağlayacak bir filtreleme işlemi seçin, böylece sistem uygun şekilde tasarlanıp boyutlandırılabilir.

Genellikle, temel arıtma işleminde kullanılan ters ozmoz membranlar yüzde 99'a kadar su saflığı sağlayabilir. Diğer destekleyici teknolojiler arasında yer alan özel modüller ve kartuşlar, ultraviyole lambalar ve ultrafiltrasyon, işletme maliyetlerini en aza indirirken, kullanıcı müdahalesi ihtiyacını azaltarak sürekli ve güvenilir CLRW kalitesinde su sağlar.

- Sistem verimliliğini artırmak için tescilli sistemleri kullanmayı düşünün; kimyasal fazlalıklarını gideren sistemleri kullanmak kimyasal aktarımını (carryover) %95 oranında azaltır ve yıkama için su kullanımından tasarruf sağlar.

6.2.5.2. DEZENFEKSİYON/STERİLİZASYON SİSTEMLERİ (89,91,92,98)

- Büyük miktarda su tüketebilen otoklav ve sterilizatörlerin su tüketimine odaklanın
 - Cihazları tam kapasitede çalıştırın
 - Bekleme modunu kullanın veya kullanılmayan üniteleri kapatın ve ünitenin normal çalışmasını etkilemeyecekse otomatik kapanma özelliğini kullanın.
 - Çalışma döngü sayısına uygun doğru boyutta otoklav seçin
 - Otoklav satın alımlarında su verimliliğini göz önünde bulundurun
 - Akış hızlarını üreticinin önerdiği en düşük değere ayarlayın ve periyodik olarak gözden geçirerek yeniden ayarlamalar yapın.
 - Mümkünse mevcut otoklavlara su tasarrufu sağlayan cihazlar takın
- Artık eski ünitelerin çoğu için de mevcut olan su tasarrufunu artıran ekipmanlardan satın almayı düşünün. Bunlar işlem görmüş su akışını kontrol ederek (günde yaklaşık 11.000 litre tasarruf sağlar) veya vakum sağlayan venturi mekanizmasını değiştirerek (döngü başına yaklaşık 340 litre tasarruf sağlar) su kullanımını azaltır.
- Daha az su (ve enerji) kullanan yeni modeller mevcuttur

6.2.5.3. FOTOĞRAFLAMA VE X-IŞINI SİSTEMLERİ (9)

- Dijital X-ışını ve fotoğrafçılığa geçiş yapın ve baskı için kimyasal ve su ihtiyacını ortadan kaldırmak için bilgisayarlı baskı kullanın

6.2.5.4. VAKUM SİSTEMLERİ (9,92,97,98)

- Vakum aspiratörlerini kullanımdan çıkarıp yerine vakum pompası kullanın. Bu, kullanılan her saat için yaklaşık 900 litre su tasarrufu sağlayabilir.
- Vakum uygulamaları için gerekli basınç farkları oluşturmak üzere laboratuvara vakum sistemi kurun veya küçük elektrikli vakum pompaları kullanın.
- Vakum pompalarını kullanmadığınız zamanlarda daima KAPALI tutun. Vakum pompalarını sürekli çalışır durumda bırakmak, pompa arızasına ve soğutma için daha fazla su tüketimine neden olur.

6.2.5.5. SU BANYOLARI (54,95,96,98)

- Su banyolarıyla çalışırken, kapağını her zaman kapalı tutun. Böylece sıcaklık, daha az enerji kullanarak korunur ve buharlaşma azalır.
- Su banyolarını doldurmak gibi steril olmayan prosedürler için erimiş buz kullanın.
- Su ve enerji tasarrufu sağlamak, mikrobiyal üreme ve numune kontaminasyonu riskini azaltmak için geleneksel su banyolarına alternatif olarak susuz "su banyoları" veya boncuklu banyolar kullanın.

6.2.5.6. BUZ MAKİNELERİ (98)

- Su soğutmalı (açık döngülü) buz yapıcılar yerine hava soğutmalı buz yapıcılar kullanın veya sürekli bir işlem soğutma döngüsüne bağlayın.

- Ortalama %15 daha az enerji ve %10 daha az su kullanan ENERJİ YILDIZLI buz makineleri tercih edin
- Geceleri ve hafta sonları kapatın

6.2.5.7. ÇAMAŞIR VE BULAŞIK MAKİNELERİ (9)

- Su tasarrufu için sürekli yıkama yerine ıslatmayı değerlendirin.
- Bulaşık makinelerini sadece tamamen doluyken çalıştırın.
- Eski modellere kıyasla daha az su tüketen yeni bulaşık makinelerini tercih edin.
- Daha yeni temizlik maddeleri ve durulama deterjanları kullanın.
- Durulama döngülerini mümkün olduğunca azaltın ve en düşük akış hızında kullanın(50).

6.2.5.8. KAĞIT KULLANIMI (98–100)

- Klor içermeyen kağıtlar satın alın
- Kağıtları geri dönüştürün ve yeniden kullanın
- Geri dönüştürülmüş kağıt satın almak, kağıt yapımındaki su tüketimini yaklaşık %60 oranında azaltır.
- Personelin çıktı almasını azaltın ve caydırın, yalnızca gerekli olduğu zamanlarda baskı almayı teşvik edin.
- Elektronik reçete ve elektronik sonuç iletimi gibi kağıtsız ortam uygulamaları ile kağıt kullanımını azaltın.
- İstemler ve sonuç gönderimi için laboratuvarlar arası bilgi alışverişini teşvik edin.
- Laboratuvar hizmetlerini elektronik tıbbi kayıtlara ve sağlık veri merkezlerine entegre edin.

6.2.6. ALTERNATİF SU KAYNAKLARI (89)

Laboratuvar binaları, içilebilir olmayan su ihtiyacında diğer su seçeneklerini kullanarak toplam su kaynağını artırabilir:

- Mineral ve diğer katı maddelerden nispeten arındırılmış olan yoğuşma sularını kullanın.
- İçilebilir olmayan su kullanımı için başka bir kaynak olarak yağmur suyunu toplayın.
- Atık suyu, soğutma kulesi su takviyesi gibi içilemeyen bazı uygulamalar için geri kazanın.

7. GENEL KONULAR

7.1. POLİTİKA, EĞİTİM VE FARKINDALIK

- Bir çevre politikası oluşturup, çevresel konular ve en iyi uygulamalar hakkında döküman ve personel eğitim programı sağlayın.
- Sürdürülebilir uygulamalara ilişkin eylem planları, kılavuzlar ve politika belgeleri yayınlayın.
- Sürdürülebilir önlemler öncesi ve sonrası arasındaki iyileşmeyi değerlendirecek denetimleri teşvik edin.
- Bir çevre yöneticisi atayın ve kurumsal sorumluluk ve finansal faydalar ile müşteriler ve toplum nezdinde laboratuvar itibarının artırılmasını savunarak üst yönetimden destek alın.
- Kıdemli üyeler üzerinden çalışanlara örnek olun ve geri bildirim sağlayın.
- Tehlikeli maddelerin çalışma ortamına salınması ve çalışan maruziyetini önlemek veya en aza indirmek için kontrol edici önlemler alın. Tehlikeli kimyasal kullanımı, güvenli çalışma uygulamaları ve Kişisel Koruyucu Ekipmanların (KKE) uygun kullanımı konusunda çalışanları eğitin.
- Hem hastane hem de birinci basamak sağlık hizmetleri (ilgili olduğunda) dahil olmak üzere analitik döngünün tüm aşamalarında (pre-preanalitik, preanalitik, analitik, post-analitik) yer alan farklı paydaşlara çevre politikası hakkında eğitim verin ve onlarla iletişim kurun.
- Farkındalık:

Toplum genel olarak çevresel girişimleri destekler. Hastalar, yükleniciler, meslektaşlar ve hükümet gibi klinik laboratuvarla ilişkili grupların katılımını sağlayın.

7.2. KAYNAKLARIN YÖNETİMİ

Laboratuvar test maliyetleri, tüm klinik maliyetlerin yaklaşık %3'ünü oluşturur; sağlık harcamalarını azaltmaya yönelik yaygın strateji, gereksiz testleri ve laboratuvar bütçesini azaltmaktır (101). Test istemleri denetlenerek test fazlalıkları belirlenebilir ve böylece, kullanılan reaktifler ve tehlikeli kimyasalların sayısı azaltılabilir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün yayımladığı Temel İn Vitro Tanı (IVD) Listesi, birçok yaygın hastalığın teşhisinde kullanılabilecek genel 35 IVD test kategorisi ve HIV enfeksiyonu, tüberküloz, sıtma, hepatit B ve C, sifilis ve HPV enfeksiyonu yönetimi için 27 IVD test kategorisi içermektedir (102).

Klinik laboratuvarda karbon ayak izini azaltmak için en etkili yaklaşımlardan biri, gereksiz test istemlerini azaltmaktır (47).

Uygulama danışma grupları, hastane ve birinci basamak sağlık hizmetlerindeki paydaşlara laboratuvar testlerinin akılcı kullanımı konusunda eğitim verilmelidir. Kurye gerektiren acil analizlerin karbon ayak izi üzerine etkisi olduğundan ayaktan tedavilerde acil testlerin gözden geçirilmesi akılcı olabilir (48).

Akılcı test istemi, eksik test isteminden şüphelenildiği ve sağlık açısından sonuçları olabileceği zamanlarda tanı ve koruyucu sağlık hizmetleri için ek istem yapmak veya test önermek anlamına da gelir. İspanya'daki birinci basamak sağlık hizmetleri bunun için iyi bir örnektir (103).

Bu nedenle laboratuvar kaynaklarının yönetimi, aşırı veya eksik istemlere karşı iki taraflı müdahale anlamına gelir.

7.3. YEŞİL SATIN ALMA

AB'deki 15.000'den fazla hastanenin sunduğu sağlık hizmetleri, AB hükümet harcamalarının yaklaşık yarısını temsil eder (104). Bu nedenle, klinik laboratuvarlar yeşil satın alma politikası benimseyerek kimyasal arz ve taleplerinin yeşil seçeneklere yönlendirilmesinde rol oynayabilir. Mümkün olduğunca geri dönüştürülebilir, geri dönüştürülmüş, daha az toksik ve yerel olarak üretilen kimyasalların kullanılmasını içeren bu politikalar, laboratuvarların tüm yaşam döngüleri boyunca çevresel etkileri en aza indiren ürünlerin seçimi ve satın alımlarını içerir.

Avrupa Komisyonu ve bazı Avrupa ülkeleri, ürün ve hizmetler için açık ve doğrulanabilir çevresel kriterlerin satın alma süreçlerine dahil edilmesini öngören yeşil kamu alımları için rehberler geliştirmiştir (105).

8. REFERANSLAR

1. Sustainable health systems. *Nature Sustainability* 2022 5:8 [İnternet]. 2022 Ağu 17 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 21];5(8):637–637. Erişim: <https://www.nature.com/articles/s41893-022-00951-3>
2. Home - United Nations Sustainable Development [İnternet]. [Alıntı tarihi 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>
3. The European Green Deal Investment Plan and JTM explained [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 21]. Erişim: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_24
4. Pennestri F, Banfi G. Value-based healthcare: The role of laboratory medicine. *Clin Chem Lab Med* [İnternet]. 2019 Jun 1 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];57(6):798–801. Erişim: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cclm-2018-1245/html>
5. Price CP, St John A. The Role of Laboratory Medicine in Value-Based Healthcare. *J Appl Lab Med* [İnternet]. 2020 Nov 1 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];5(6):1408–10. Erişim: <https://academic.oup.com/jalm/article/5/6/1408/5904439>
6. How Much Global Ill Health Is Attributable to Environmental...: *Epidemiology* [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: https://journals.lww.com/epidem/Abstract/1999/09000/How_Much_Global_Ill_Health_Is_Attributable_to.27.aspx
7. Mü nzel T, Hahad O, Sørensen M, Lelieveld J, Daniel Duerr G, Nieuwenhuijsen M, et al. Environmental risk factors and cardiovascular diseases: a comprehensive expert review. *Cardiovasc Res* [İnternet]. 2021 Oct 5 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];00:1–23. Erişim: <https://academic.oup.com/cardiovasces/advance-article/doi/10.1093/cvr/cvab316/6381568>
8. Coleman CJ, Yeager RA, Riggs DW, Coleman NC, Garcia GR, Bhatnagar A, et al. Greenness, air pollution, and mortality risk: A U.S. cohort study of cancer patients and survivors. *Environ Int.* 2021 Dec 1;157:106797.
9. Lopez JB, Badrick T. Proposals for the mitigation of the environmental impact of clinical laboratories. *Clin Chem Lab Med* [İnternet]. 2012 Sep 1 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];50(9):1559–64. Erişim: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cclm-2011-0932/html>
10. Lopez JB, Jackson D, Gammie A, Badrick T. Reducing the Environmental Impact of Clinical Laboratories. *Clin Biochem Rev* [İnternet]. 2017 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];38(1):3. Erişim: [/pmc/articles/PMC5548370/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35548370/)

11. The Guardian view on plastics: a treaty could stem the tide | Editorial | The Guardian [Internet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2022/mar/08/the-guardian-view-on-plastics-a-treaty-could-stem-the-tide>
12. Ross J, Penesis J, Badrick T. Improving laboratory economic and environmental performance by the implementation of an environmental management system. Accreditation and Quality Assurance [Internet]. 2019 Oct 1 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];5(24):319–27. Erişim: https://www.infona.pl//resource/bwmeta1.element.springer-doi-10_1007-S00769-019-01388-6
13. Mahase E. New legislation places duty on NHS to tackle climate change. BMJ [Internet]. 2022 Jul 7 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];378:o1681. Erişim: <https://www.bmj.com/content/378/bmj.o1681>
14. EMAS – Environment - European Commission [Internet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: https://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm
15. Health Care Without Harm [Internet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://noharm-uscanada.org/>
16. Marimuthu M, Paulose H. Emergence of Sustainability Based Approaches in Healthcare: Expanding Research and Practice. Procedia Soc Behav Sci. 2016;224:554–61.
17. Health Organization Regional Office for Europe W. Environmentally sustainable health systems: a strategic document [Internet]. 2017. Erişim: <http://www.euro.who.int/pubrequest>
18. European Commission. European Green Deal [Internet]. 2019 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 27]. Erişim: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:208111e4-414e-4da5-94c1-852f1c74f351.0004.02/DOC_1&format=PDF
19. Hyman M, Turner B, Carpintero A. Guidelines for National Waste Management Strategies: Moving from Challenges to Opportunities. The Inter-Organisation Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC). 2013;112.
20. European Commission. Preparing a Waste Prevention Programme Guidance document. 2012;
21. World Health Organization. Healthcare waste [Internet]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>; [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 27]. Erişim: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

22. Padmanabhan KK, Barik D. Health Hazards of Medical Waste and its Disposal. Energy from Toxic Organic Waste for Heat and Power Generation. 2019 Aug;99–118.
23. Klangsin P, Harding AK. Medical Waste Treatment and Disposal Methods Used by Hospitals in Oregon. J Air Waste Manage Assoc [Internet]. 1998;48(6):516–26. Erişim: https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=ua_wm20
24. Amec Foster Wheeler. Study supporting the Fitness Check on the most relevant chemicals legislation (“Fitness Check +”) - Publications Office of the EU [Internet]. 2017. Erişim: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/07ad8b92-dbca-11e7-a506-01aa75ed71a1/language-en>
25. Publications Office of the EU. Study for the strategy for a non-toxic environment of the 7th Environment Action Programme [Internet]. 2017 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 27]. Erişim: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/89fbbb74-969c-11e7-b92d-01aa75ed71a1>
26. tks | publisher, event organiser, media agency | The EU chemical strategy for sustainability towards a toxic-free environment - tks | publisher, event organiser, media agency [Internet]. Erişim: https://www.teknoscienze.com/tks_article/the-eu-chemical-strategy-for-sustainability-towards-a-toxic-free-environment/
27. Amec Foster Wheeler. Study on the cumulative health and environmental benefits of chemical legislation - [Internet]. Publications Office of the EU. 2017. Erişim: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b43d720c-9db0-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en>
28. Giovanni C, Marques FLN, Günther WMR. Laboratory chemical waste: hazard classification by GHS and transport risk. Rev Saude Publica [Internet]. 2021;55:102. Erişim: [/pmc/articles/PMC8621485/](https://pmc/articles/PMC8621485/)
29. ENVIRONMENTAL HAZARDOUS MATERIALS MANAGEMENT. Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines GENERAL EHS GUIDELINES: [Internet]. 2007; Erişim: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>;
30. Bauchner H, Fontanarosa PB. Waste in the US Health Care System. JAMA [Internet]. 2019;322(15):1463–4. Erişim: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31589277/>
31. Kaplan S, Sadler B, Little K, Franz C, Orris P. Can sustainable hospitals help bend the health care cost curve? Issue Brief (Commonw Fund) [Internet]. 2012;29:1–14. Erişim: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23214181>

32. EU Commission. The European Parliament the Council and the European Economic and Social Committee. Commission General Report on the operation of REACH and review of certain elements - Conclusions and Actions. . 2018;
33. Molero A, Calabrò M, Vignes M, Gouget B, Gruson D. Sustainability in Healthcare: Perspectives and Reflections Regarding Laboratory Medicine. *Ann Lab Med* [Internet]. 2021 Mar 3 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 27];41(2):139. Erişim: /pmc/articles/PMC7591295/
34. Lopez JB, Badrick T. Proposals for the mitigation of the environmental impact of clinical laboratories. *Clin Chem Lab Med* [Internet]. 2012 Sep 1 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 27];50(9):1559–64. Erişim: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22962217/>
35. Anastas PT, Warner JC. Green chemistry: theory and practice | WorldCat.org [Internet]. 1998 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 27]. Erişim: <https://www.worldcat.org/title/green-chemistry-theory-and-practice/oclc/39523207>
36. United Nations. GHS Rev.9 | UNECE [Internet]. 2020 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 27]. Erişim: <https://unece.org/transport/documents/2021/09/standards/ghs-rev9>
37. European Parliament. DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (Text with EEA relevance). 2008;
38. Lewis B, Olivier Chamel, Mahsan Mohsenin, Enn Ots, Edward T. White. *Sustainspeak : a guide to sustainable design terms*. 2018;
39. Commission to the Council. Communication from the Commission to the Council - The combination effects of chemicals. Chemical mixtures. 2012 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 27];2012. Erişim: <http://ec.europa.eu/environment/chemicals/effects.htm>
40. EP and EC. Regulation (EC) No 1272/2008 - classification, labelling and packaging of substances and mixtures (CLP) | Safety and health at work EU-OSHA [Internet]. 2008 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 27]. Erişim: <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/regulation-ec-no-1272-2008-classification-labelling-and-packaging-of-substances-and-mixtures>
41. Fortunati GU, Belli G, Schmitt-Tegge J. The European Waste Catalogue. *Technologies for Environmental Cleanup: Toxic and Hazardous Waste Management* [Internet]. 1994 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 27];191–215. Erişim: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-3213-0_10
42. EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL. DIRECTIVE 2011/65/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain

- hazardous substances in electrical and electronic equipment (recast) (Text with EEA relevance). 2011;
43. European Commission. Brussels Requirements for facilities and acceptance criteria for the disposal of metallic mercury. 2010;
 44. European Commission. Indicators for Sustainable Cities Environment Science for Environment Policy. 2015 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 27]; Erişim: www.urbanchinainitiative.typepad.com/files/usi.pdf
 45. Verna R, Velazquez AB, Laposata M. Reducing Diagnostic Errors Worldwide Through Diagnostic Management Teams. *Ann Lab Med* [İnternet]. 2019 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 27];39(2):121–4. Erişim: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30430773/>
 46. World Health Organization. First WHO Model List of Essential In Vitro Diagnostics (WHO Technical Report Series, No. 1017). 2018;1–66.
 47. McAlister S, Barratt AL, Bell KJL, McGain F. The carbon footprint of pathology testing. *Medical Journal of Australia* [İnternet]. 2020 May 1 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];212(8):377–82. Erişim: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.5694/mja2.50583>
 48. Nicolet J, Mueller Y, Paruta P, Boucher J, Senn N. What is the carbon footprint of primary care practices? A retrospective life-cycle analysis in Switzerland. *Environ Health* [İnternet]. 2022 Dec 1 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];21(1):1–10. Erişim: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-021-00814-y>
 49. Molero A, Calabrò M, Vignes M, Gouget B, Gruson D. Sustainability in Healthcare: Perspectives and Reflections Regarding Laboratory Medicine. *Ann Lab Med* [İnternet]. 2021 Mar 1 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];41(2):139–44. Erişim: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33063675/>
 50. Ni K, Hu Y, Ye X, AlZubi HS, Goddard P, Alkahtani M. Carbon Footprint Modeling of a Clinical Lab. *Energies* 2018, Vol 11, Page 3105 [İnternet]. 2018 Nov 9 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];11(11):3105. Erişim: <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/11/3105/htm>
 51. LEED rating system | U.S. Green Building Council [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://www.usgbc.org/leed>
 52. Green Labs | Sustainability at Harvard [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://green.harvard.edu/programs/green-labs>
 53. Trinity Green Labs Guide. Trinity College Dublin Sustainability Guide for Researchers.

54. 10,000 Actions (The University of Manchester) [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://www.socialresponsibility.manchester.ac.uk/signature-programmes/10000-actions/>
55. My Green Lab [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://www.mygreenlab.org/>
56. UV Lights in Biosafety Cabinets | Office of Environmental Health and Safety [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://ehs.princeton.edu/laboratory-research/biological-safety/biological-safety-cabinets/uv-lights-biosafety-cabinets>
57. Creating sustainable clinical laboratories of the future [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://www.santosh.ac.in/blog/creating-sustainable-clinical-laboratories-of-the-future>
58. My Green Lab [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 16]. Erişim: <https://www.mygreenlab.org/>
59. Do Emails Leave a Carbon Footprint? [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://www.greenmatters.com/p/do-emails-leave-carbon-footprint>
60. Email's Carbon Footprint - IT Services - Trinity College Dublin [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://www.tcd.ie/itservices/news/emails-carbon-footprint/>
61. Green Labs Guide.
62. UV Degradation Effects in Materials – An Elementary Overview » UV Solutions [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://uvsolutionsmag.com/articles/2019/uv-degradation-effects-in-materials-an-elementary-overview/>
63. Biosafety Cabinet UV Light Pitfalls | Baker [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://bakerco.com/communication/latest/biosafety-cabinet-uv-light-pitfalls/>
64. Business Waste Management – Commercial Waste Collection [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://www.businesswaste.co.uk/>
65. Snouffer E. Six places where drones are delivering medicines. Nat Med. 2022 May 1;28(5):874–5.
66. Health-care waste [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
67. Safe management of wastes from health-care activities / edited by A. Prüss, E. Giroult, P. Rushbrook [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42175>

68. Endris S, Tamir Z, Sisay A. Medical laboratory waste generation rate, management practices and associated factors in Addis Ababa, Ethiopia. PLoS One [Internet]. 2022 Apr 1 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];17(4):e0266888. Erişim: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0266888>
69. Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures | News | European Parliament [Internet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181212STO21610/plastic-waste-and-recycling-in-the-eu-facts-and-figures>
70. Plastic pollution facts and information [Internet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 16]. Erişim: <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/plastic-pollution>
71. Microplastics from European rivers spreading to Arctic seas, research shows | Plastics | The Guardian [Internet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: https://www.theguardian.com/environment/2022/mar/16/microplastics-from-european-rivers-spreading-to-arctic-seas-research-shows?CMP=Share_AndroidApp_Other&fbclid=IwAR0Q8CPtye2Xeh9G7Z1CL7OLvAbv-SOs_D9kCgv9J9GR2eHJefHVb036RSY
72. Can laboratories curb their addiction to plastic? | Plastics | The Guardian [Internet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://www.theguardian.com/environment/2019/nov/10/research-labs-plastic-waste>
73. 10 ways to reduce your throwaway plastics | Sustainable UCL - UCL – University College London [Internet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://www.ucl.ac.uk/sustainable/10-ways-reduce-your-throwaway-plastics>
74. Reducing single-use laboratory plastics Background and description. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]; Erişim: <https://thebiologist.rsb.org.uk/biologist/158-biologist/features/2072->
75. How to... reduce your lab's plastic waste [Internet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://thebiologist.rsb.org.uk/biologist-features/how-to-reduce-your-lab-s-plastic-waste>
76. Clinical Labs: Making the Switch to Green | AACC.org [Internet]. [Alıntı tarihi 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://www.aacc.org/cIn/articles/2019/march/clinical-labs-making-the-switch-to-green>

77. About | Plastics Recyclers Europe [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://www.plasticsrecyclers.eu/about>
78. Polycarbin [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://polycarbin.com/>
79. 17 Shocking E-Waste Statistics In 2022 - The Roundup [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: https://theroundup.org/global-e-waste-statistics/?gclid=CjwKCAjwT7SWBhAnEiwAx8ZLapmMQQIVUbYqFyh3YMj0EZi8XqcAKwTqIOyGEPpN6HMI8G8BXxVYdxoCcXIQA_Vd_BwE
80. Ten ways to reduce E-waste in product development – Cambridge Design Partnership [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://www.cambridge-design.com/blog/ten-ways-to-reduce-e-waste-in-product-development/>
81. Regulated Waste Management | Environmental Health and Safety [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 16]. Erişim: <https://ehs.uconn.edu/regulated-waste-management/>
82. Biological Waste Disposal Policy - Environment, Health and Safety [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://ehs.unc.edu/biological/policy/>
83. The Global Risks Report 2022 17th Edition. 2022;
84. Refworld | Transforming our world : the 2030 Agenda for Sustainable Development [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html>
85. Sustainable Laboratory Design | WBDG - Whole Building Design Guide [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://www.wbdg.org/resources/sustainable-laboratory-design>
86. Tanner S. Water Efficiency Guide for Laboratories; Laboratories for the 21st Century: Best Practices (Brochure). [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]; Erişim: www.gc3.com/srvccntr/cycles.htm.
87. Tate S. NEW MEXICO OFFICE OF THE A WATER CONSERVATION •GUIDE FOR• 1-8 0 0-WAT E R-N M. 2001;
88. Environment and sustainability Health Technical Memorandum 07-04: Water management and water efficiency-best practice advice for the healthcare sector. 2013 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]; Erişim: <http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/>
89. Tanner S. Water Efficiency Guide for Laboratories; Laboratories for the 21st Century: Best Practices (Brochure). [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]; Erişim: www.gc3.com/srvccntr/cycles.htm.
90. Sustainability at NC State University [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://sustainability.ncsu.edu/>

91. 5 Tips for Reducing Water Usage in Your Lab - Total Water [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://www.total-water.com/blog/5-tips-reducing-water-usage-lab/>
92. Reducing water use at healthcare facilities [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://www.health.vic.gov.au/planning-infrastructure/reducing-water-use-at-healthcare-facilities>
93. S-Lab Environmental Good Practice Guide for Laboratories-A Reference Document for the S-Lab Laboratory Environmental Assessment Framework ©S-Lab Developed by the S-Lab (Safe, Successful and Sustainable Laboratories) initiative of HEEPI (Higher Education for Environmental Performance Improvement) See www.goodcampus.org Inspired by the pioneering work of the LabRATS (Laboratory Research and Technical Staff) programme at the Lab-CURE: Chemicals, Utilities, Resources and Environment in Laboratories. 2011 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]; Erişim: www.goodcampus.org.
94. UC Irvine Sustainability - UCI Sustainability Resource Center [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://sustainability.uci.edu/>
95. Water Conservation - Green Labs - UCI Sustainability Resource Center [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://sustainability.uci.edu/water-conservation-green-labs/>
96. Green Labs | Penn Sustainability [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://sustainability.upenn.edu/resources/guides-manuals/green-labs>
97. Pure Water Facilitates Fast and Accurate Results from Clinical Analyzers | Today's Clinical Lab [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 15]. Erişim: <https://www.clinicallab.com/pure-water-facilitates-fast-and-accurate-results-from-clinical-analyzers-26440>
98. Klangsın P, Harding AK. Medical waste treatment and disposal methods used by hospitals in Oregon, Washington, and Idaho. *J Air Waste Manage Assoc.* 1998 Jun 1;48(6):516–26.
99. Fennelly O, Cunningham C, Grogan L, Cronin H, O'Shea C, Roche M, et al. Successfully implementing a national electronic health record: a rapid umbrella review. *Int J Med Inform.* 2020 Dec 1;144:104281.
100. Resolving the Ammonia Paradox | AACC.org [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 21]. Erişim: <https://www.aacc.org/cln/articles/2022/julyaugust/resolving-the-ammonia-paradox>
101. Verna R, Velazquez AB, Laposata M. Reducing Diagnostic Errors Worldwide Through Diagnostic Management Teams. *Ann Lab Med*

- [İnternet]. 2019 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13];39(2):121. Erişim: /pmc/articles/PMC6240519/
102. World Health Organization. First WHO Model List of Essential In Vitro Diagnostics (WHO Technical Report Series, No. 1017). 2018;1–66.
 103. Salinas M, López-Garrigós M, Uris J, Leiva-Salinas C, Pérez-Martínez A, Miralles A, et al. A study of the differences in the request of glycated hemoglobin in primary care in Spain: A global, significant, and potentially dangerous under-request. Clin Biochem. 2014 Aug 1;47(12):1104–7.
 104. Indicators for Sustainable Cities Environment Science for Environment Policy. 2015 [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]; Erişim: www.urbanchinainitiative.typepad.com/files/usi.pdf
 105. Green Public Procurement - Environment - European Commission [İnternet]. [Alıntı tarihi: 2022 Ağu 13]. Erişim: https://ec.europa.eu/environment/gpp/index_en.htm

