

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YEŞİL LABORATUVAR UYGULAMALARI

Ayşe CEBE

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2015**

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YEŞİL LABORATUVAR UYGULAMALARI

Ayşe CEBE

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2015**

Prof. Dr. Sinan UYANIK danışmanlığında, Ayşe CEBE'nin hazırladığı “**Yeşil Laboratuvar Uygulamaları**” konulu bu çalışma 02/07/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Sinan UYANIK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Selim DOĞAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hakkı GÜLŞEN

Bu Tezin Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Sinan UYANIK
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
SİMGELER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	1
1.1. Yeşil Kimya	1
1.1.1. Yeşil kimyanın 12 prensibi	2
1.2. Yeşil Laboratuvar	4
1.3. Yeşil Laboratuvarların Puanlandırılması- Labs21 Çevre Performans Kriterleri	5
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM	11
3.1. Dünyada Yeşil Laboratuvar Uygulamaları	11
3.1.1. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT)	11
3.1.2. Michigan Eyalet Üniversitesi	11
3.1.3. Kaliforniya Üniversitesi, Santa Barbara	12
3.1.4. Washington Üniversitesi Yeşil Laboratuvar Sertifikasyonu	12
3.2. Yeşil Laboratuvar Puanlandırma Sistemi	15
3.2.1. Su	15
3.2.2. Enerji	17
3.2.3. Atıklar ve geri dönüşüm	23
3.2.4. Kimyasal maddeler	26
3.2.5. Eğitim	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	33
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	39
KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	42

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YEŞİL LABORATUVAR UYGULAMALARI

Ayşe CEBE

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Sinan UYANIK
Yıl: 2015, Sayfa: 42**

Yeşil kimya, tehlikeli maddelerin oluşumunu veya kullanımını azaltan veya bertaraf eden kimyasal ürünlerin ve süreçlerin tasarlanmasıdır. Yeşil kimya bir kimyasal ürünün tasarımı, üretimi, kullanımı ve nihai bertarafı olmak üzere onun yaşam çevrimi boyunca uygulanmaktadır. Yeşil kimya aynı zamanda sürdürülebilir kimya olarak da bilinir. Yeryüzündeki kaliteli yaşamı devam ettirmek için yeşil kimyayı kullanmalıyız. Kimya çevreye veya insan sağlığına zarar vermeyecek bir yolla yapılabilir: bu yol Yeşil Kimya'dır. Son yıllarda yeşil kimya konseptini kullanarak, üniversiteler ve çevre koruma örgütleri 'Yeşil Laboratuvar' kavramını kullanmaya başlamışlardır. Bu tez çalışmasıyla, dünyadaki yeşil laboratuvar uygulamaları tanıtılmış ve Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı'nın Yeşil Laboratuvar Sertifikasyonu'na erişmesi amacıyla 'Yeşil Laboratuvar Puanlandırma Sistemi' oluşturulmuştur. Puanlandırma sistemi su, enerji, atıklar ve geri dönüşüm, kimyasal maddeler ve eğitim olmak üzere 5 ana başlıktan oluşmuştur. Oluşturulan bu sistem ile laboratuvar değerlendirilmiş ve laboratuvarın yeşil laboratuvar standardına ulaşabilmesi için getirilecek olan limitler belirlenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı 'Yeşil Laboratuvar' seçilememiştir. Çevreyi korumaya yönelik ciddi adımların atılabilmesi adına çevre kirlenmesinin önlenmesinde aktif rol oynayan Yeşil Laboratuvar Uygulamaları önem arz etmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: yeşil kimya, yeşil laboratuvar sertifikasyonu, standart.

ABSTRACT

MSc Thesis

GREEN LABORATORIES APPLICATION

Ayşe CEBE

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Environmental Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Sinan UYANIK

Year: 2015, Page: 42

Green chemistry is the design of chemical products and processes that reduce or eliminate the use or generation of hazardous substances. Green chemistry applies across the life cycle of a chemical product, including its design, manufacture, use, and ultimate disposal. Green chemistry is also known as sustainable chemistry. In order to sustain quality life on the earth, we should employ green chemistry. Chemistry can be done in a way that does not hurt the environment or human health: that way is Green Chemistry. Universities and environmental protection agencies have begun to use the concept of 'Green Laboratory' by using the concept of green chemistry in recent years. In this study, green laboratories application in the world has been introduced and 'Green Laboratory Grading System' has been composed to access Green Laboratory Certification by Harran University Environmental Engineering Department Laboratory. Grading system composes 5 main topics; water, energy, wastes and recycling, chemicals and education. Laboratory has been assessed subject to those main topics and limits necessary to access laboratory to green laboratory standard have been determined. At the end of performed assessment, Harran University Environmental Engineering Department Laboratory could not be selected as 'Green Laboratory'. Green Laboratories Application that plays active role to prevent environment pollution are important in name of taking serious steps to protect environment.

KEY WORDS: green chemistry, green laboratory certification, standard.

TEŞEKKÜR

Sayın Prof. Dr. Sinan UYANIK' a bu alıőmanın baőlatılması, yürütölmesi ve tamamlanmasında verdiği destek ve rehberlik için, sayın Yrd. Doç. Dr. İsmail HİLALİ' ye tez çalıőmam boyunca bilgisini ve deneyimlerini paylaőtıđı için, dayım sayın Mustafa DALABASMAZ' a görüő ve önerileriyle yol göstericiliği için en derin teőekkürlerimi sunarım.

Sevgi ve destekleriyle her zaman yanımda olarak bana güç veren aileme sonsuz őükranlarımı sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 4.1. Laboratuvardaki floresan lambalar.....	34
Şekil 4.2. Laboratuvardaki çeker ocakta bulunan bilgilendirme notu	34
Şekil 4.3. Laboratuvardaki çeker ocak	35
Şekil 4.4. Laboratuvarda uygun koşullarda saklanan kimyasallar	37

SİMGELER DİZİNİ

EPA	Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
DOE	Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı
EETD	Environmental Energy Technologies Division
Labs21	21. Yüzyılın Laboratuvarları
EPC	Labs21 Çevre Performans Kriterleri
LabRATS	Laboratuvar Araştırma ve Teknik Personeli
UCSB	Kaliforniya Üniversitesi, Santa Barbara
MIT	Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
USGBC	Amerika Birleşik Devletleri Yeşil Binalar Konseyi
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı

1. GİRİŞ

Enerji maliyetlerinin artması ve laboratuvar alanlarının sürekli genişletilmesi baskısı, laboratuvarların daha enerji tasarruflu, bir başka ifadeyle daha ‘yeşil’ bir hale getirilmesine yönelik çabaların artmasını gerektirmektedir (Edington, 2013).

Araştırma laboratuvarlarınca oluşturulan atıklardan kaynaklanan riskler ve mevzuat dikkate alındığında, sürdürülebilirliğin sağlanması açısından özel yöntemlerin tasarlanması ve geliştirilmesi gerekebilir (White, 2012).

1.1. Yeşil Kimya

Yeşil kimya, tehlikeli maddelerin oluşumunu veya kullanımını azaltan veya bertaraf eden kimyasal ürünlerin ve süreçlerin tasarlanmasıdır. Yeşil kimya bir kimyasal ürünün tasarımı, üretimi, kullanımı ve nihai bertarafı olmak üzere onun yaşam çevrimi boyunca uygulanmaktadır. Yeşil kimya aynı zamanda sürdürülebilir kimya olarak da bilinir (EPA web sitesi).

Kimya sanayisi yaşamlarımızı iyileştiren ve bağlı olduğumuz pek çok ürün üretmektedir. Bunlar: Antibiyotikler ve diğer ilaçlar, gübreler, böcek ilaçları, plastikler, naylon ve diğer sentetik materyaller, benzin ve diğer yakıtlar ve su arıtma olarak sıralanabilir. Kimya ve kimya sanayisinin çok olumlu katkıları olmasına rağmen, bazı kirlilik sorunlarına da neden olmaktadır. Yeryüzündeki kaliteli yaşamı devam ettirmek için yeşil kimya kullanılmalıdır. ‘Yeşil Kimya’ kimyanın çevreye veya insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde yapılmasını sağlar (Uyanık, 2014).

Bazı yeşil kimya örnekleri olarak aşağıdakiler sıralanabilir.

Boyadaki kurşunun güvenli olan alternatifleri ile değiştirilmesi, tetraetil kurşunun daha az toksik olan katkı maddeleri ile değiştirilmesidir (Örneğin: ‘kurşunsuz’ benzin).

Dünya genelinde yangın söndürmede kullanılan köpükler çevreye toksik maddeler bırakmakta, su kaynaklarını kirletmekte ve ozon tabakasını inceltmektedir. Günümüzde Pyrocool FEF denilen, toksik maddeler üretmeksizin yangınları etkili bir şekilde söndüren yeni bir köpük icat edilmiştir.

Perkloroetilen, kuru temizlemede en yaygın kullanılan çözücüdür. Daha güvenli bir çözücü olarak sıvı karbondioksit kullanılabilir.

Soğutma sistemlerinde soğutucu olarak kullanılan insan yapımı kloroflorokarbonlar, ozon aşınmasının temel nedeni olmuştur. HFC-134a, ozon delme potansiyeli olmayan ve alev almayan bir maddedir, ancak küresel ısınma potansiyeli (GWP) yüksektir. HC600a yanabilir özelliktedir, ozon delme potansiyeli (ODP) sıfırdır ve küresel ısınma potansiyeli sıfıra yakındır (Uyanık, 2014).

Yeşil kimya, kirlenmeyi moleküler düzeyde engeller, kimyanın sadece bir alanını değil bütün alanlarını ilgilendiren bir felsefedir. Yaratıcı bilimsel çözümleri gerçek hayattaki çevre sorunlarına uygular. Kirlenmeyi kaynağında önlediği için kaynak kullanımının azaltılmasını sağlar. Ayrıca, kimyasal ürünlerin ve süreçlerin insan sağlığı ve çevresi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltır. Mevcut ürünlerin tehlikelerini azaltır ve bazı durumlarda tamamen yok eder. Kimyasal ürünlerin ve süreçlerin özündeki tehlikeleri azaltacak tasarımlar üretir (EPA web sitesi).

1.1.1. Yeşil kimyanın 12 prensibi

Aşağıdaki prensipler yeşil kimya kavramının ne kadar geniş kapsamlı olduğunu göstermektedir.

Atık üretimini önleyin: Atık üretimini engelleyecek kimyasal sentezler üretin. Sonradan arıtma veya temizlik gerektirecek atığı baştan üretmeyin.

Atom ekonomisini maksimize edin: Sentezleri öyle bir tasarlayın ki; nihai üründe başlangıç maddelerinin mümkün olan en yüksek miktarı bulunsun. Atom israfını azaltın veya tamamen engelleyin.

Daha az tehlikeli kimyasal sentezler tasarlayın: Sentezleri tasarlariken insanlara veya çevreye hiç zararı olmayan veya minimum düzeyde zararı olan maddeler kullanın. Oluşturduğunuz maddeler de bu özellikte olsun.

Daha güvenli kimyasallar ve ürünler tasarlayın: Son derece etkili ama hiç toksik olmayan veya minimum düzeyde toksik olan kimyasal ürünler tasarlayın.

Daha güvenli çözücüler ve reaksiyon koşulları kullanın: Çözücü, ayırma maddesi gibi ikincil kimyasalları kullanmaktan kaçının. Bu tür kimyasalları mutlaka kullanmanız gerekiyorsa güvenli olanlarını kullanın.

Enerji verimliliğini artırın: Mümkünse bütün kimyasal reaksiyonları oda sıcaklığında ve basıncında gerçekleştirin.

Yenilenebilir hammadde kullanın: Kullandığınız başlangıç maddelerinin (hammadde olarak da bilinirler) tükenebilir değil yenilenebilir özellikte olmasına dikkat edin. Yenilenebilir hammaddelerin kaynağı genellikle tarımsal ürünler veya diğer süreçlerin atıklarıdır; tükenebilir hammaddelerin kaynağı ise genellikle petrol, doğalgaz, kömür gibi fosil yakıtlar veya madencilik ürünleridir.

Kimyasal ara ürünleri kullanmaktan kaçının: Engelleme veya koruma grupları kullanmaktan veya geçici değişikliklerden kaçının. Ara ürünler ilave ayıraç kullanır ve atık üretir.

Stokiyometrik ayıraç kullanmayın, katalizör kullanın: Katalik reaksiyon kullanarak atık üretimini en aza indirin. Katalizörler küçük miktarlarda bile etkilidir ve tek bir reaksiyonu birçok defa gerçekleştirebilir. Katalizörler, aşırı kullanılan ve bir reaksiyonu sadece bir defa gerçekleştirebilen stokiyometrik ayıraçlara tercih edilmelidir.

Kullanımdan sonra çözünen kimyasallar ve ürünler tasarlayın: Doğada biriken değil, kullanımdan sonra çözünerek doğada zararsız maddelere dönüşen kimyasal ürünler tasarlayın.

Kirlenmeyi önlemek için gerçek zamanlı analizler yapın: Sentezler esnasında süreç içi ve gerçek zamanlı izleme ve kontroller yaparak yan ürünlerin oluşmasını en aza indirin veya tamamen engelleyin.

Kaza ihtimalini en aza indirin: Kimyasalları veya fiziksel formlarını (katı, sıvı veya gaz) tasarlarken bunu patlama, yangın ve çevreye yayılma gibi kimyasal kazaların meydana gelme ihtimalini en aza indirecek şekilde yapın (EPA web sitesi).

Son yıllarda yeşil kimya konseptini kullanarak, üniversiteler ve çevre koruma örgütleri 'Yeşil Laboratuvar' kavramını kullanmaya başlamışlardır.

1.2. Yeşil Laboratuvar

Yeşil laboratuvar, laboratuvarın güvenli ve etkili bir şekilde çalışabilmesi için gereken kaynakların miktarını azaltmaya yarayan bir dizi teknik ve davranışsal eylemi kullanan bir araştırma alanıdır. Yeşil laboratuvarlar aynı zamanda sürdürülebilir laboratuvarlar, enerji tasarrufu sağlayan laboratuvarlar ve s-laboratuvarlar adları ile de tanınmaktadır.

Teknik değişimler kaynak tasarrufu sağlamada daha kesin sonuçlar verir ancak genel olarak daha pahalıdır. Bu tür eylemlere örnek olarak havalandırma sistemlerinin denetim ve verimliliğinin geliştirilmesi, boru yalıtımının artırılması, eski ekipmanların daha yeni enerji tasarrufu sağlayan modeller ile değiştirilmesi, eski ampullerin LED lambaları ile değiştirilmesi, geceleyin sıcaklıkların azaltılması, aydınlatma kontrolünün iyileştirilmesi ve sunucuların merkezileştirilmesi gösterilebilir.

Davranışsal değişimler kaynak tasarrufunu sağlamada daha kademeli bir yöntemdir ve kaynak tasarrufunda bulunmaya yardımcı olmak için laboratuvar personelinin davranışlarını değiştirmesini gerektirir. Çeker ocakların kapatılması, daha az su kullanılması, su banyolarında zamanlayıcıların kullanılması ve kullanılmayan lambaların, bilgisayarların ve ekipmanların kapatılması davranış değişimlerine örnek olarak verilebilir (Edington, 2013).

1.3. Yeşil Laboratuvarların Puanlandırılması- Labs21 Çevre Performans Kriterleri

Laboratuvar tesisleri, sistemlerin kendi bünyelerinde var olan karmaşıklık, sağlık ve güvenlik gereksinimleri, uzun vadeli esneklik ve intibak gereklilikleri, enerji kullanım yoğunluğu ve çevresel etkileri ile enerji verimli ve sürdürülebilir bir tasarım açısından benzersiz zorluklar içermektedir. Normal bir laboratuvar, normal bir bürodan yaklaşık 3-5 kat daha fazla enerji harcar ve birim alan başına yaklaşık üç kat daha fazla maliyet getirir. Enerji kullanımını ve çevresel etkileri azaltma çabaları, laboratuvarların tasarımında ve işletilmesinde dikkate alınması gereken özel fonksiyonel ve sağlık, güvenlik gereksinimlerinden yoğun olarak etkilenmektedir.

21. Yüzyılın Laboratuvarları (Labs21) Programı, bu konuları ele almaktadır ve kamu ve özel sektör laboratuvar binalarının çevresel performansını arttırmayı amaçlamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı (DOE), bu çabada önde gelen sponsorlardandır. Environmental Energy Technologies Division (EETD)'nin uygulama ekibi, Labs21 programında tasarım araçlarının, enerji verimli çeker ocakların ve laboratuvar tasarım derslerinin geliştirilmesinde ve kamu ile özel sektör laboratuvar projelerine teknik destek sağlanmasında önemli bir rol üstlenmiştir.

Labs21 Çevre Performans Kriterleri (EPC), laboratuvar tesislerinin çevre performansını değerlendirmek amacı ile laboratuvar binası proje paydaşları tarafından kullanılan bir derecelendirme sistemidir. Bu sistem, Amerika Birleşik Devletleri Yeşil Binalar Konseyi (USGBC)'nin LEED™ derecelendirme sistemini esas almaktadır. LEED, sürdürülebilir tasarımın derecelendirilmesinde Amerika Birleşik Devletleri'ndeki fiili standart (de factostandard) haline gelmiştir. Yerel ve ulusal düzeyde bazı kamu kuruluşları bu sistemi benimsemekte ve hatta yeni bina projelerinde sistemin kullanılmasını şart koşturmaktadır. Bununla birlikte LEED, öncelikli olarak ticari ofis binalarının derecelendirilmesi için tasarlanmıştır ve bunun bir sonucu olarak sürdürülebilir tasarım ilkelerinin laboratuvar binalarına uygulanmasını teşvik edecek çok önemli bazı niteliklerden yoksundur. Labs21, rehberlik sunma ve laboratuvar çevre performansını değerlendirme aracına olan gerekliliğin farkına varmış ve 'tekerleğin yeniden icat edilmesi' hatasına düşmemek

için bu aracın LEED gibi tanınmış bir derecelendirme aracının üzerine bina edilmesi yaklaşımını benimsemiştir.

Labs21, LEED 2.0 sürümünün formatını örnek almaktadır. Bu puanlamaya dayalı derecelendirme sisteminde puanlar farklı yeşil tasarım özellikleri dikkate alınarak verilmektedir. Kazanılan puanlara göre bir yapı; gümüş, altın veya platin sertifikalı olarak derecelendirilebilir. EPC, var olan LEED kredilerine ve ön koşullarına ilaveler ve bazı durumlarda da değişiklikler yapmaktadır. EPC, enerji ve atmosfer puanlarına daha fazla ağırlık vermektedir, bunun nedeni diğer ticari yapılar ile kıyaslandığında laboratuvarlardaki enerji kullanımının çevresel etkisinin daha fazla olmasıdır. EPC'ye eklenen laboratuvarlara özgü ön koşullar ve puanlar, aşağıdaki alanlara dahil edilmiştir:

Sürdürülebilir Alanlar:

- Havadaki atık maddeleri değerlendirmek ve azaltmak amacı ile fiziksel ve bilgisayarlı modellemenin kullanılması,
- Sulu atık maddelerin sıhhi atık su sistemine verilmesi.

Su Verimliliği:

- Laboratuvar ekipmanı için açık döngülü su sistemlerinde içilebilir su kullanımının önlenmesi,
- Süreç suyu kullanımının ve süreç atık su oluşumunun belgelendirilmesi ve azaltılması.

Enerji ve Atmosfer:

- Kullanıcı ihtiyaçları, sağlık, güvenlik koruması ve enerji sarfiyatı arasında en uygun dengeyi sağlamak adına minimum havalandırma hızının seçilmesi,
- Enerji tasarrufu sağlayan laboratuvar sistemleri ve ekipmanları kullanarak enerji sarfiyatının azaltılması,
- Kaynak enerjisi kullanımını azaltmak amacı ile verimli tesis içi enerji üretim sistemlerinin kullanılması,
- Laboratuvar ekipmanından ısı kazancı tahminlerinin iyileştirilerek mekanik ekipmanın doğru boyutlandırılması.

Malzeme ve Kaynaklar:

- Tehlikeli madde akışının azaltılması ve yönetilmesi,
- Laboratuvar kimyasal malzeme ihtiyacını azaltacak ve yönetecek kimyasal kaynak yönetim planı.

Bina İçi Ortam Kalitesi:

- Kirletici maddelerin önlenmesi için iç ortam hava akışını en uygun hale getirmek amacı ile hesaplamalı akışkanlar dinamiğinin kullanılması,
- Çeker ocak hizmetlerinin ASHRAE 110 standardına uygun olarak yürütülmesi,
- Bozulmaya dayanıklı ve tehlikeyi kendisi tanımlayan alarm sistemlerinin kullanılması.

Labs21 EPC, ilerleme halinde olan bir çalışmadır. EPC 2.0 sürümü, Ocak 2002’de piyasaya sürülmüştür. Kırktan fazla mühendis, mimar, danışmanlık uzmanı, sağlık ve güvenlik personeli ile tesis çalışanından oluşan kalabalık bir ekip tarafından mutabakata dayalı bir yaklaşım ile geliştirilmektedir. EEDT’nin uygulama ekibi, Labs21 programı için EPC’nin geliştirilmesinde öncülük etmektedir.

Derecelendirme sistemleri açısından laboratuvarlar ve büyük hastaneler gibi kompleks yapılar, sürdürülebilirlik kriterlerini doğrudan ve önemli ölçüde etkileyen özel fonksiyonel gereksinimlere sahip yapılar olarak tanımlanabilirler. Bu türden yapılar, bütün ticari yapılara aynı derecelendirme sisteminin uygulanmasını zorlaştırmakta ve bu tür yapılar için özel bir LEED sürümünün geliştirilmesi fikrine gerekçe oluşturmaktadır. USGBC, EPC’ye ve EPC’nin laboratuvarlara özel bir LEED olarak kullanılması fikrine yoğun bir ilgi göstermektedir. Tabiki tek bir derecelendirme sistemine sahip olmanın avantajları da vardır ve “özel” sürümlerin sayısı minimumda tutulmalıdır. Aynı zamanda özel sürümler mümkün olduğunca LEED puanlarını muhafaza etmelidir (Örneğin EPC, sadece iki LEED puanını değiştirir). Karmaşık yapılara özel sürümlerin oluşturulmasında doğru kurallar ve standartlar kullanılırsa LEED genel tutarlılığını korurken kapsamını da genişletebilir (Lawrence Berkeley National Laboratory web sitesi).

Bu çalışma kapsamında dünyadaki yeşil laboratuvar uygulamaları tanıtılmıştır. Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı'nın yeşil laboratuvar sertifikasyonuna erişmesi amacıyla: su, enerji, atıklar ve geri dönüşüm, kimyasal maddeler ve eğitim başlıklarından oluşan 100 soruluk Yeşil Laboratuvar Puanlandırma Sistemi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu sistem ile laboratuvar değerlendirilmiş ve laboratuvarın yeşil laboratuvar standardına ulaşabilmesi için getirilecek olan limitler belirlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

1962’de yazar, biyolog ve çevre koruma simgesi haline gelen Rachel Carson, çevre hareketinin başlangıcıyla ilişkilendirilen ‘Sessiz Bahar’ adlı eserinin üç parçasından ilkinin yayımlanmıştır. Bu yayım, çevre kirliliğinin tehlikeleri ve pestisitlerin çevreye verdiği zararlar konusunda toplumsal farkındalığın gelişmesine ve yaygınlaşmasına önemli katkılarda bulunmuştur.

1969’da Başkan Richard Nixon, Çevre Kalitesi Vatandaş Danışma Komitesini ve kabine düzeyinde bir kurum olan Çevresel Kalite Konseyini oluşturmuştur. Nixon aynı yıl içinde çevre konusunda özel bir kurum kurulmasının gerekip gerekmediğine karar verecek Beyaz Saray Komitesini kurmuştur.

1970’de Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) kurulmuştur.

1980’ler/1988: Boru hattının son aşamasında kontrolden kirliliğin kaynağa önlenmesi yaklaşımına geçilmiş ve bunun sonucu olarak 1988 yılında Kirliliğin Önlenmesi ve Zehirli Maddeler Bürosu kurulmuştur.

1990’da Kirliliğin Önlenmesi Yasası George H.W. Bush hükümeti döneminde Kongreden geçerek yasalaşmıştır.

1993’de EPA, olumsuz çevresel etkiyi en aza indiren kimyasalların tasarımı ve işlenmesinde ilk örnek olan Yeşil Kimya Programını uygulamaya koymuştur.

1995’de Başkan Bill Clinton, kimyasalların üretimi ve işlenmesi alanlarında çalışanların sürdürülebilir çevre tasarımlarını ve süreçlerini uygulamalarına dahil etmelerini teşvik etmek amacıyla Başkanlık Yeşil Kimya Ödüllerini başlatmıştır. Ertesi yıl başkan tarafından verilen tek kimya ödülü olan bu ödül ilk sahibini bulmuştur (<http://portal.acs.org/>).

1997’de Yeşil Kimya Enstitüsü açılmıştır. Bu enstitünün görevi “...kimya bilimini ve uygulayıcılarını dünya ve insanlığın yararına daha ileriye götürmektir.”

1998’de Yeşil Kimyanın 12 Prensibi Paul Anastas (EPA'dan) ve John Warner tarafından yayımlanmıştır.

2000’ler/Günümüz: Geçtiğimiz on yılda yeşil kimya alanında yaşanan önemli gelişmelerden biri Kaliforniya Yeşil Kimya Girişimi olmuştur. Vali Arnold Schwarzenegger, yeşil kimya amaçlı politika seçeneklerini geliştirecek olan kanun teklifini 2008 yılında imzalamıştır. Bir yıl sonra Başkan Obama, EPA’da Araştırma ve Geliştirme Başkanı olarak Yale’den Paul Anastas’ı aday olarak göstermiştir (Uyanık, 2014).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Dünyada Yeşil Laboratuvar Uygulamaları

Laboratuvarların daha sürdürülebilir bir hale getirilmesi yeni bir kavram değildir. Bazı üniversitelerde laboratuvarları daha enerji tasarruflu hale getirme çabaları yıllardan beri sürmektedir. Bununla birlikte yeşil laboratuvar programlarının daha çok kurum tarafından kabul edilmesi ve uygulanmaya başlaması sadece son birkaç yıl içinde gözlenen bir olgudur (Edington, 2013).

Bu tez çalışmasının ilk aşamasında Massachusetts Teknoloji Enstitüsü, Michigan Eyalet Üniversitesi ve Kaliforniya Üniversitesi, Santa Barbara'daki yeşil laboratuvar uygulamaları ve Washington Üniversitesi Yeşil Laboratuvar Sertifikasyonu tanıtılmıştır.

3.1.1. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT)

MIT, 'Yeşil Kimya Alternatifleri Sihirbazı' adlı bir web programı oluşturmuştur. Bu yazılım araştırmacılara araştırmalarında kullanacakları kimyasalların ve süreçlerin daha az tehlikeli alternatiflerini sağlayarak yardımcı olmaktadır. Bu tür uygulamalar tehlikeli atıkların bertaraf edilmesi ihtiyacını azaltarak maliyetleri düşürme potansiyeline de sahiptir. Bazı durumlarda alternatif kimyasalların kullanımı daha güvenli de olabilir (Nolan ve ark).

3.1.2. Michigan Eyalet Üniversitesi

Michigan Eyalet Üniversitesi'nde bilim laboratuvarları için Yeşil Sertifika başvurusu bulunmaktadır. Laboratuvar personeli Kampüs Sürdürülebilirlik Ofisinin gözetimi altında 22 maddeden oluşan bu başvuruyu tamamlamaktadır. Başvurunun konuları arasında enerji verimliliği, geri dönüşüm, atıkların azaltılması, tasarruf ve satın alma bulunmaktadır. Sertifikayı alabilmek için laboratuvarların en az %75 oranında sürdürülebilir bir uygulamaya sahip olmaları gerekmektedir. Başvuru ekinde beyana dayalı değerlendirme listesindeki maddelerin her birini açıklayan iki sayfalık bir açıklama mevcuttur (Nolan ve ark).

3.1.3. Kaliforniya Üniversitesi, Santa Barbara

Kaliforniya Üniversitesi, Santa Barbara (UCSB), LabRATS (Laboratuvar Araştırma ve Teknik Personeli) isimli bir grup oluşturmuştur. UCSB Sürdürülebilirlik Ofisinin gözetimi altında çalışan LabRATS, laboratuvarlarda sürdürülebilirlik konusunda en iyi uygulamaları takip eden bir birim kurmuştur. Web sitelerinde enerji tasarrufu, geri dönüşüm, tekrar kullanma, iletişim ve atıkların en aza indirilmesi konularında bilgi verilmektedir (Nolan ve ark).

3.1.4. Washington Üniversitesi Yeşil Laboratuvar Sertifikasyonu

Washington Üniversitesi'ndeki Yeşil Laboratuvar Sertifikasyon Programı, personel, öğretim üyesi ve öğrencileri laboratuvarların ve işyerlerinin daha sürdürülebilir hale getirilmesi için teşvik etmektedir. Bütün bölümlerdeki bütün laboratuvarların üyeleri, uygulamalarını resmi olmayan denetimlerden geçirerek programa katılabilir.

Başlarken laboratuvar üyelerinin yapmaları gereken tek şey, yaklaşık 25 dakika süren başvuru formunu doldurmalarıdır. Bu kısa çevrimiçi anket, onlara yeşil olmak için hâlihazırda hangi adımları attıklarını ve hangi alanlarda iyileştirme yapmaları gerektiğini gösterecektir. Bu anket; enerji kullanımı, iletişim, atık, kimyasal kullanımı, su kullanımı, iş seyahatleri gibi farklı eylem temelli kategorilere ait konuları ve daha fazlasını kapsamaktadır.

Gerekli koşulları sağlayan laboratuvarlar karşıladıkları kriterlere göre farklı sertifika düzeyleri ile tanınırlar. Sertifika düzeyleri Bronz (%55), Gümüş (%70) ve Altın (%85)'dir.

Bu yüzdeler, laboratuvarın aldıkları puanların alabilecekleri toplam puanlara bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Örneğin her laboratuvar çeker ocağa sahip değildir, bu yüzden her laboratuvar 'Çeker ocak pencerelerini kullanılmadığı zaman kapalı tutunuz' diyemez. Program, onlara uygulanamayan şeyler için laboratuvarları cezalandırmak yerine, alınabilecek toplam puanı laboratuvarın şartlarına göre belirler.

Değerlendirme 8 kategori üzerinden yapılır ve her işyeri özelliğine ve davranışa 1 ile 3 arasında puan verilir, fazladan çaba gösterenler için bonus puan imkânı da mevcuttur. Her laboratuvar için uygulanabilen eylemler temel alınarak sertifika, aşağıdaki aranan özelliklere göre verilir:

Laboratuvar öncelikle her kategoride %10 veya daha fazla puan almalıdır ve daha sonra farklı sertifika düzeyleri için aşağıdaki toplam puanları tutturmalıdır:

Bronz - %55-69

Gümüş - %70-84

Altın - %85 +

Başvuru yapmak için söz konusu laboratuvarı temsil eden bir kişi irtibat görevlisi olarak belirlenmeli ve çevrimiçi başvuru formunu doldurmalıdır. Soruların çoğu evet-hayır şeklindedir ve cevaplar daha sonrası için kaydedilebilir. İrtibat görevlisi soruları cevaplarken diğer laboratuvar üyelerinden yardım almak isterse kriterlerin çıktısını almak da mümkündür.

Laboratuvar, başvuru yapmadan önce sürdürülebilirlik iyileştirmelerinde bulunmak istiyorsa, kriterlerin çoğunun uygulanmasında yardımcı olacak kaynakları da üniversite sunmaktadır.

Yeşil Laboratuvar Sertifika Programı, Washington Üniversitesi'ndeki laboratuvarların çevreye olan etkisini en aza indirmek amacı ile Çevre Yönetimi ve Sürdürülebilirlik Bürosu tarafından başlatılmıştır. 2012 Güz yarıyılında sertifika kriterleri geliştirmek ve yeşil çabalarında laboratuvarlara yardımcı olacak kaynaklar oluşturmak için Yeşil Laboratuvar Sertifika Komitesi oluşturulmuştur. Komite bir stajyer öğrenci tarafından yönetilmiş ve laboratuvarlar işlemleri, çevre sağlığı ve güvenliği, geri dönüşüm, satın alma ve ikmal malzemeleri gibi çeşitli uzmanlık alanlarına sahip üyelerden oluşmuştur.

Çevre Yönetimi ve Sürdürülebilirlik Bürosu, yeşil laboratuvarlar üzerine odaklanan uygulamalı bir ders olan ENVIR 480'in sunulmasında Çevre Programı ile de işbirliği yapmıştır. Daha sonra çevre dostu laboratuvar ürünleri alışveriş listesi, bir bülten, logo ve daha fazlasını içeren öğrenci projeleri, sertifika programına dahil

edilmiştir. Program resmi olarak Bahar 2013’de başlatılmış ve üniversitenin İklim Eylem Planı’nda ana hatları ile belirtilen koruma amaçlarına ulaşmasına yardımcı olmuştur (Washington Üniversitesi web sayfası).

Tez çalışmasının son aşamasında Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı’nın Yeşil Laboratuvar Sertifikasyonu’na erişmesi amacıyla ‘Yeşil Laboratuvar Puanlandırma Sistemi’ oluşturulmuştur. Puanlandırma sistemi su, enerji, atıklar ve geri dönüşüm, kimyasal maddeler ve eğitim olmak üzere 5 ana başlıktan oluşmuştur ve toplam 100 soru vardır. Oluşturulan bu sistem ile laboratuvar değerlendirilmiş ve laboratuvarın yeşil laboratuvar standardına ulaşabilmesi için getirilecek olan limitler belirlenmiştir. Laboratuvar yapılacak değerlendirme ile 100 sorunun %50’sinin cevabının olumlu olması halinde ‘Yeşil Laboratuvar’ seçilecektir. Soruların %70’inin cevabının olumlu olması halinde Gümüş Sertifika, %80’inin cevabının olumlu olması halinde Altın Sertifika ve %90’ının cevabının olumlu olması halinde Platin Sertifika olacaktır.

3.2. Yeşil Laboratuvar Puanlandırma Sistemi**3.2.1. Su**

1. Laboratuvar personelinin içme suyu ihtiyacı için musluk suyu haricinde çözümler var mı?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

2. Su sarfiyatı ölçülüyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

3. Su sarfiyatı ölçülüyorsa kayıp ve(ya) kaçak durumları engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

4. Su sarfiyatını minimize edebilecek önlemler alınıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Alınıyorsa, önlemlerden bahsediniz.

5. Muslukların damlamalara karşı kontrolü yapılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

6. Su sızıntısı ihtimaline karşı önlemler alınıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Alınıyorsa önlemlerden bahsediniz.

7. Ters osmoz sistemi sadece çok saf su gerektiren işlemlerde mi kullanılıyor?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

8. Bütün çalışmaların saf su ile yapılması engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

9. Düz soğutucuların kullanımını engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

10. Suyun kullanıldığı ekipmanlarla çalışırken fazla su sarfiyatını önlemek için zamanlayıcı kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

11. Sterilizasyon cihazı gibi ekipmanlarda fazla su tüketimini engelleyen düzenekler var mı?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

12. Sterilizasyon cihazı gibi ekipmanların düşük su tüketimini sağlayan çeşitleri satın alınıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

13. Kimyasal kullanılan deneyler sonucu oluşan atıksuların (KOİ deneyinin, azot deneyinin atıksuları v.b.) laboratuvar lavabosuna direkt verilmesi engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Bunlarla ilgili prosedür varsa bahsediniz.

14. Atık minimizasyonu için küçük ölçekli denemeler yapılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Denemeler yapılıyorsa kaç litrelik suyla yapılıyor?

3.2.2. Enerji

15. Laboratuvar için enerji verimli ekipmanlar satın alınıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

16. Laboratuvarda daha az enerji tüketen LED aydınlatmalar kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

17. Işıklar gece kapatılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

18. Kullanılmayan alanlarda ışıklar kapatılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

19. Işıklandırma sistemlerinde sensör (odalarda insan bulunduğu zaman ışığın faaliyete geçtiği, bulunmadığı zaman geçmediği sistemler) kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

20. Tatil günlerinde ısıtma ya da soğutma yapılması engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

21. Enerji tüketimini azaltmaya yönelik tedbirler alınıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Alınıyorsa tedbirlerden bahsediniz.

22. Elektrik tüketimini azaltmak amacıyla hatırlatıcı notlar var mı?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

23. Elektrik faturaları gözden geçirilip, elektrik tüketimini azaltmaya yönelik tedbirler alınıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Alınıyorsa tedbirlerden bahsediniz.

24. Çekir ocaklar gece ve(ya) ihtiyaç olmadığı zaman kapatılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

25. Çekir ocakların güvenlik için gerekli olan cam seviyesi ile ilgili bilgilendirme notları var mı?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Varsa bilgilendirme notlarından bahsediniz.

26. Ters osmoz ve(ya) saf su cihazı ihtiyaç olmadığı zaman kapatılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

27. Biyolojik kabinler ihtiyaç olmadığı zaman kapatılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

28. Split klima kullanımı sınırlandırılıyor mu? Merkezi havalandırma var mı?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

29. Klimalar ya da ısıtıcılar çalışırken pencere ve kapılar kapatılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

30. Isıtıcılar ve klimalar ihtiyaç olmadığı zaman kapatılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

31. Laboratuvar binasında ısı yalıtımı var mı?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

32. Laboratuvarda pencereler kapalı tutuluyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

33. Laboratuvar ekipmanlarının bakımı yapılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Yapılıyorsa bakımın hangi sıklıkta tekrarlandığını yazınız

34. İş için uygun boyutta ve(ya) büyüklükte ekipman satın alınıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

35. İnkübatör, otoklav, dondurucu v.b. açısından uygun ebatta ekipman kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

36. Dondurucu ve buzdolabı maksimum kapasitede çalıştırılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

37. Dondurucu, buzdolabı v.b. ekipmanların her zaman çalıştırılması engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

38. Buzdolabı ve(ya) dondurucuların buzları çözdürülüyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

39. Dondurulmuş numunelerin otoklava konulmadan önce buzları çözdürülüyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

40. Yiyecekler ve kimyasalların buzdolabına birlikte konulması engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

41. Bilgisayar, yazıcı, fotokopi makinası v.b. laboratuvar ekipmanları ihtiyaç olmadığı zaman kapatılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

42. Otoklav tamamen dolduğunda mı çalıştırılıyor?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

43. Laboratuvar ekipmanlarında gereksiz açma kapama engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

44. Cep telefonu şarj cihazı, pil şarj cihazı v.b. cihazlara ihtiyaç duyulmadığı zaman fişleri prizden çekiliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

45. Bulaşık makinası tamamen dolduğunda mı çalıştırılıyor?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

46. Bulaşık makinalarında daha yeni modeller ve durulayıcı deterjanlar tercih ediliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

3.2.3. Atıklar ve geri dönüşüm

47. Atıkları önlemek ya da azaltmak amacıyla çalışmalar yapılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Yapılıyorsa çalışmalardan bahsediniz.

48. Laboratuvardaki ekipmanlarda şarj edilebilir piller kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

49. Kâğıt, metal, plastik, cam atıklar kaynağında ayrıştırılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

50. Laboratuvarda oluşan atıklar geri dönüşüme gönderiliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Gönderiliyorsa, hangi atıkların geri dönüşüme gönderildiğini yazınız.

51. Organik atıklar ile organik olmayan atıklar birbirinden ayrılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

52. Laboratuvarlarda kullanılan ürünlerin geri kazanılabilirliği konusunda çalışmalar yapılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Yapılıyorsa, çalışmalardan bahsediniz.

53. Asit içeren atıklar bertaraf edilmeden önce nötrleştiriliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

54. Atık konteynerlerinin kapakları kapalı tutuluyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

55. Çöpler düzenli olarak atılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

56. Eski numuneler buzdolabından ve(ya) dondurucudan atılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

57. Tehlikeli atıklar ile tehlikeli olmayan atıkların birbirine karışması engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

58. Klorin içermeyen kâğıt kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

59. Son kullanma tarihi geçmiş kimyasalların kullanılması engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

60. Yeniden doldurulabilir gaz tüpleri kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

61. Yazıcıdan çıktı alınırken kağıdın iki yüzü de kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

62. Geri dönüşümlü kâğıt kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

63. Dokümanlar, bilgiler çıktı almak yerine dijital ortamda inceleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

64. Geri dönüşümlü toner kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

3.2.4. Kimyasal maddeler

65. Tehlikeli kimyasalları kullanmayı azaltmak amacıyla Massachusetts Institute of Technology (MIT)'nin sitesinden faydalanılıyor mu? (MIT's Green Chemical Wizard)

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

66. Daha verimli kimyasal reaksiyonlar oluşturma konusunda çalışmalar yapılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Yapılıyorsa, çalışmalardan bahsediniz.

67. Deneyler esnasında malzeme kullanımını azaltmak amacıyla küçük ölçekli teknikler araştırılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Araştırılıyorsa, teknikler nelerdir?

68. Toksik olmayan ve biyolojik olarak parçalanabilen ürünler satın alınıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

69. Toksik madde kullanımını azaltan prosedürler uygulanıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Uygulanıyorsa, prosedürlerden bahsediniz.

70. Son kullanma tarihi sona eren kimyasalların bertarafı yapılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

71. Kromik asit yıkama çözeltilerinin kullanılması engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

72. Cıvalı termometrenin kullanılması engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

73. Kimyasallar fazla atık oluşumunu engellemek amacıyla küçük hacimlerde satın alınıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

74. Az miktarda kimyasala ihtiyaç duyulduğunda satın almak yerine diğer laboratuvarlarla iletişime geçiliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

75. Laboratuvar işlemlerinde daha az tehlikeli kimyasal sentezler hazırlanıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

76. Daha güvenli kimyasallar ve ürünler kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

77. Daha güvenli çözücüler ve reaksiyon koşulları kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

78. Reaksiyonlar oda sıcaklığında ve basıncında gerçekleştiriliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

79. Kimyasallar uygun koşullarda saklanıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

80. Yenilenebilir hammadde stokları kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

81. Kimyasal türevlerin kullanımı engelleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

82. Kimyasal reaksiyonlarda katalistler kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

83. Kimyasal ürünler kullanıldıktan sonra zararsız maddelere ayrışabiliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

84. Halojenli ve halojenli olmayan çözücüler birbirinden ayrılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

85. Kimyasalların üzerinde tanıtıcı etiket var mı?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

86. Tehlikeli atık oluşturma riski olmayan kimyasal maddeler tercih ediliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

87. Daha az tehlikeli ve daha güvenli kimyasallar ve materyaller kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

88. Daha önce satın alınan kimyasalın daha önce kullanılmasına dikkat ediliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

89. Laboratuvarında yeşil kimyasallar kullanılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

90. Laboratuvarın kimyasal envanteri var mı?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

91. Kimyasal envanter rutin olarak inceleniyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

92. Laboratuvarda kimyasal maddelerin düzenli saklandığı güvenli kabinler var mı?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

3.2.5. Eğitim

93. Laboratuvar personeline teknik eğitim veriliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Evet ise kim tarafından verildiğini ve hangi sıklıkta tekrarlandığını yazınız

94. Yeşil laboratuvarlarla ilgili eğitim veriliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Evet ise kim tarafından ve hangi sıklıkta tekrarlandığını yazınız.

95. İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi veriliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

Evet ise kim tarafından ve hangi sıklıkta tekrarlandığını yazınız.

96. Laboratuvarda sadece çalışanlar değil, misafirler, ziyaretçiler ve öğrenciler de eğitime tabi tutuluyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

97. Enerji, su kullanımı, atık üretimini gösteren bilgilendirici pano var mı?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

98. Yeşil kimyanın ve mühendisliğin prensipleri laboratuvar personeline anlatılıyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

99. Laboratuvar personeline uygun kıyafet ve donanımı kullanması konusunda eğitim veriliyor mu?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

100. Güvenlikle ilgili kuralları ve genel prensipleri içeren ‘Laboratuvar Güvenlik Kılavuzu’ var mı?

- Evet
 Hayır
 Uygulanabilir değil

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Oluşturulan Yeşil Laboratuvar Puanlandırma Sistemi ile Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı değerlendirilmiştir.

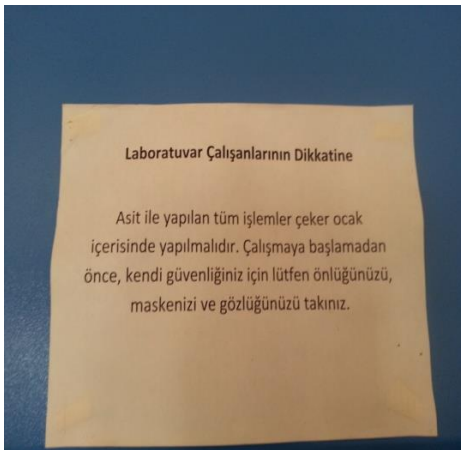
Laboratuvar personelinin içme suyu ihtiyacı için musluk suyu haricinde çözümler (su sebili v.b.) bulunmamaktadır. Su sarfiyatı ölçülmediği için, laboratuvarda kayıp ve(ya) kaçak durumları engellenememektedir. Su sarfiyatını minimize etmek amacıyla bulaşıklar bulaşık makinasında yıkanmaktadır. Muslukların damlamalarına karşı görsel olarak kontrolü yapılmaktadır. Su sızıntısı ihtimaline karşı silikonla önlemler alınmaktadır. Laboratuvarın gider hattı için 3 ayda bir gider boruları değiştirilmektedir. Laboratuvarda ters osmoz sistemi bulunmamaktadır. Bütün çalışmalar saf su ile yapılmamakta, musluk suyunun kullanıma uygun olduğu durumlarda musluk suyu kullanılmaktadır. Laboratuvarda düz soğutucular en son 5 sene önce kullanılmış olup, şu anda kullanılmamaktadır. Fazla su sarfiyatını önlemek için suyun kullanıldığı ekipmanlarla çalışırken zamanlayıcı kullanılmamaktadır. Sterilizasyon cihazı gibi ekipmanlarda fazla su tüketimini engelleyen düzenekler yoktur ve bu ekipmanların düşük su tüketimini sağlayan çeşitleri satın alınmamaktadır. Kimyasal kullanılan deneyler sonucu oluşan atıksular (KOİ deneyinin, azot deneyinin atıksuları v.b.) laboratuvar lavabosuna direkt verilmektedir ve bunlarla ilgili prosedür bulunmamaktadır. Ayrıca atık minimizasyonu için küçük ölçekli denemeler yapılmamaktadır.

Laboratuvar için A sınıfı buzdolabı satın alınarak enerji verimli ekipman tercihi yapılmaktadır. Laboratuvarda floresan lambalar kullanılmaktadır. Ayrıca ışıklar gece kapatılmakta ve kullanılmayan alanlarda ışıkların kapatılmasına yeterince özen gösterilmektedir. Laboratuvardaki floresan lambalar Şekil 4.1.'de verilmiştir. Işıklandırma sistemlerinde sensör (odalarda insan bulunduğu zaman ışığın faaliyete geçtiği, bulunmadığı zaman geçmediği sistemler) kullanılmamaktadır.



Şekil 4.1. Laboratuvardaki floresan lambalar

Tatil günlerinde laboratuvarda ısıtma ya da soğutma yapılması engellenmekte, kış aylarında pazar günleri kaloriferler yakılmamaktadır. Laboratuvarda enerji tüketimini azaltmaya yönelik tedbirler alınmamaktadır (Elektronik cihazlar satın alınırken enerji verimli A sınıfı cihazlar çoğu zaman tercih edilmemektedir. Laboratuvar binasında yalıtımlı camlar kullanılmamakta, açma-kapama butonu olan çoklu prizler tercih edilmemektedir). Elektrik tüketimini azaltmak amacıyla hatırlatıcı notlar bulunmamakta, elektrik faturaları gözden geçirilmemekte ve elektrik tüketimini azaltacak önlemler alınmamaktadır. Laboratuvarda bulunan çeker ocakta ‘Asit ile yapılan tüm işlemler çeker ocak içerisinde yapılmalıdır. Çalışmaya başlamadan önce, kendi güvenliğiniz için lütfen önlüğünüzü, maskenizi ve gözlüğünüzü takınız’ şeklinde not bulunmaktadır. Bu not, Şekil 4.2.’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Laboratuvardaki çeker ocakta bulunan bilgilendirme notu

Çeker ocağın güvenlik için gerekli olan cam seviyesi ile ilgili bilgilendirme notu yoktur , çeker ocaklar gece ve ihtiyaç olmadığı zamanlarda kapatılmaktadır. Laboratuvardaki çeker ocak Şekil 4.3.'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Laboratuvardaki çeker ocak

Saf su cihazı da ihtiyaç olmadığı zamanlarda kapatılmaktadır. Laboratuvarında biyolojik kabin bulunmamaktadır. Merkezi havalandırma sistemi yoktur ve üç laboratuvarında da klimalarla ısıtma ve soğutma yapılmaktadır. Kış aylarında ısıtma amacıyla kaloriferlerden de yararlanılmaktadır. Klimalar ve ısıtıcılar ihtiyaç olmadığı zaman kapatılmaktadır ve bu ekipmanlar çalışırken pencere ve kapıların kapatılmasına özen gösterilmektedir. Laboratuvarında pencereler kapalı tutulmaktadır ve laboratuvarın olduğu binada ısı yalıtımı bulunmamaktadır. İyon kromatografi cihazına iki yılda bir, klimalara ise yılda bir defa bakım yapılmaktadır. İş için uygun boyutta ve büyüklükte ekipman satın alınmasına dikkat edilmekte, klima seçilirken laboratuvar alanının büyüklüğü göz önüne alınmaktadır. Bir adet inkübatör ve otoklav bulunmaktadır. Bu açıdan uygun ebatta ekipman kullanımı mümkün değildir. Laboratuvardaki iki adet buzdolabı maksimum kapasitede çalıştırılmamaktadır. Buzdolabı her zaman çalıştırılmakta ve buzları iki ayda bir çözündürülmektedir. Dondurulmuş numunelerle işlem yapılmamakta, yiyecekler ve kimyasalların buzdolabına birlikte konulması engellenmektedir. Laboratuvarında yazıcı ve fotokopi makinası bulunmamakta, bilgisayarlar da ihtiyaç olmadığı zaman kapatılmakta ya da uyku moduna alınmaktadır. Otoklav analiz yapılacağı zamanlarda doldurulup çalıştırılmaktadır. Ekipmanlarında gereksiz açma-kapama engellenmektedir. Cep

telefonu şarj cihazı, pil şarj cihazı v.b. cihazlara ihtiyaç duyulmadığı zaman fişleri prizden çekilmektedir. Bulaşık makinası tamamen dolduğunda çalıştırılmaktadır. Bulaşık makinalarında daha yeni modeller ve durulayıcı deterjanlar tercih edilmemektedir. Laboratuvardaki çalışmalar sonucu oluşan bütün atıkları önlemek ya da azaltmak adına çalışmalar yapılmamaktadır. Laboratuvardaki ekipmanlarda şarj edilebilir piller kullanılmamaktadır. Kâğıt, metal, plastik ve cam atıklara kaynağında ayrıştırma işlemi uygulanmamaktadır ve atıklar geri dönüşüme gönderilmemektedir. Organik atıklar ile organik olmayan atıklar ve tehlikeli atıklar ile tehlikeli olmayan atıklar birbirinden ayrılmamakta, direkt çöpe atılmaktadır. Laboratuvarda kullanılan ürünlerin geri kazanılabilirliği konusunda herhangi bir çalışma yoktur. Asit içeren atıklar bertaraf edilmeden önce nötrleştirilmemektedir. Laboratuvarın çıkışındaki atık konteynerlerinin kapakları sürekli kapalı konumda tutulmakta ve çöpler her hafta düzenli olarak atılmaktadır. Eski numunelerin buzdolabından ve(ya) dondurucudan atılmasının takibi konusunda bazen aksamalar yaşanmaktadır. Klorin içermeyen kâğıt kullanılmamaktadır. Son kullanma tarihi geçmiş kimyasallar kesinlikle kullanılmamaktadır. Ancak kontrollü bertarafı olmaksızın bu kimyasallar çöpe atılmaktadır. Yeniden doldurulabilir gaz tüpleri (azot, oksijen, hidrojen tüpleri) kullanılmaktadır. Geri dönüşümlü kâğıt kullanılmamaktadır. Dokümanlar ve bilgiler çoğu zaman dijital ortamda incelenmekte, kâğıt tasarrufu için çıktı alınmamaktadır.

Tehlikeli kimyasalların kullanımını azaltmak amacıyla Massachusetts Institute of Technology (MIT)'nin Yeşil Kimya Sihirbazı'ndan faydalanılmamaktadır. Daha verimli kimyasal reaksiyonlar oluşturma konusunda çalışmalar yapılmamaktadır. Deneyler esnasında malzeme kullanımını azaltmak amacıyla küçük ölçekli teknikler araştırılmaktadır. Buna örnek olarak analizlerde tüm kimyasallar belirli oranda azaltılarak aynı prosedür izlenmektedir. Toksik olmayan ve biyolojik olarak parçalanabilen ürünler satın alınmamaktadır. Toksik madde kullanımını azaltan prosedürler uygulanmamaktadır. Laboratuvarda cam malzemelerin temizliği için kromik asit yıkama çözeltileri kullanılmaktadır. Laboratuvarda 10 adet cıvalı termometre bulunmaktadır. Fazla atık oluşumunu engellemek amacıyla kimyasallar küçük hacimlerde satın alınmaktadır. Az miktarda kimyasala ihtiyaç duyulduğunda satın almak yerine kimya ve biyoloji bölüm laboratuvarları ya da diğer üniversitelerin çevre mühendisliği bölümleri ile irtibata geçilmektedir. Laboratuvar

işlemlerinde daha az tehlikeli kimyasal sentezler hazırlanmamaktadır. Daha güvenli kimyasallar, ürünler, daha güvenli çözücüler ve reaksiyon koşulları kullanılmamaktadır. Reaksiyonlar oda sıcaklığı ve basıncında gerçekleştirilmektedir. Bütün adsorpsiyon çalışmaları oda sıcaklığında gerçekleştirilmektedir. Kimyasalların uygun koşullarda saklanmasına özen gösterilmektedir. Toz halindeki kimyasalların tümünün serin, kuru ve güneş görmeyen yerde saklanmasına dikkat edilmektedir. Sıvı ve düşük sıcaklıkta saklanması gereken kimyasallar ise buzdolabında saklanmaktadır. Yenilenebilir hammadde stokları kullanılmamaktadır. Kimyasal türevlerin kullanımı engellenmemektedir. Kimyasal reaksiyonlarda katalistler kullanılmamaktadır. Kimyasal ürünler kullanıldıktan sonra zararsız maddelere ayrışmamaktadır. Halojenli ve halojenli olmayan çözücüler birbirinden ayrılmamaktadır. Kimyasalların üzerinde tanıtıcı etiket bulunmaktadır. Tehlikeli atık oluşturma riski olmayan kimyasal maddeler tercih edilmemektedir. Daha az tehlikeli ve daha güvenli kimyasallar ve materyaller kullanılmamaktadır. Daha önce satın alınan kimyasalın daha önce kullanılmasına özen gösterilmektedir. Laboratuvarda yeşil kimyasallar kullanılmamaktadır. Laboratuvarın kimyasal envanteri vardır ve envanter 4 ayda bir güncellenmektedir. Ayrıca kimyasal maddelerin düzenli olarak saklandığı kilitli dolaplar vardır. Uygun koşullarda saklanan kimyasallar Şekil 4.4.'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Laboratuvarda uygun koşullarda saklanan kimyasallar

Laboratuvarda analizler konusunda yardımcı olan lisans ve yüksek lisans öğrencilerine araştırma görevlileri tarafından teknik eğitim verilmektedir. Yeşil laboratuvarlar, iş sağlığı ve güvenliği, yeşil kimyanın ve mühendisliğin prensipleri

hakkında herhangi bir eğitim verilmemektedir. Laboratuvarında enerji, su kullanımı, atık üretimini gösteren bilgilendirici pano bulunmamaktadır. Laboratuvarında önlük giyerek çalışmak zorunludur. Laboratuvarında meydana gelebilen kazalar ve yapılacak ilk yardım, zehirlenmelere karşı tedavi yöntemleri ve laboratuvarında çalışırken uyulması gereken kurallarla ilgili bilgilendirmeler bulunmaktadır.

Çevreyi korumaya yönelik ciddi adımların atılabilmesi adına, çevre kirlenmesinin önlenmesinde aktif rol oynayan yeşil laboratuvar uygulamaları önem arz etmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sürdürülebilirlik işletmelerin, kurum ve kuruluşların ve üniversitelerin faaliyet göstermesinde önemli bir kavram haline gelmiştir. Dünyanın ve canlıların birçoğunun yaşam kaynağını tehdit eden çevresel zararlara ilişkin kanıtlar artmaktadır ve bu zararlara insanoğlunun yapmış olduğu katkılar daha da netlik kazanmıştır. Doğal çevre ve insan çevresinin kirlenmesine neden olan küresel ısınma ve aşırı atık üretilmesi ile ilişkili tehditler, ele alınması gereken zararın örneklerinden sadece ikisidir. Üniversitelerin çoğu sürdürülebilirlik konusunu ve sürdürülebilirliğin hangi yöntemlerle başarılabileceğini araştırmak için gerekli finansmana ve kaynaklara sahiptir ve pek çok üniversite, sürdürülebilirliğini arttırmak amacı ile programlar uygulamaya başlamıştır (White, 2012).

Bu tez çalışmasında Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı'nın Yeşil Laboratuvar Sertifikasyonu'na erişmesi amacıyla Yeşil Laboratuvar Puanlandırma Sistemi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu sistem ile laboratuvar değerlendirilmiş ve laboratuvarın Yeşil Laboratuvar standardına ulaşabilmesi için getirilecek olan limitler belirlenmiştir. Oluşturulan puanlandırma sistemi ile yapılan değerlendirme sonucunda Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı 'Yeşil Laboratuvar' seçilememiştir.

Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı'nın teknik ve davranışsal değişimlerle laboratuvarında su ve enerji sarfiyatını azaltması gerekir. Laboratuvarında yeşil kimyasallar kullanılmalı ve kullanılan ürünlerin geri kazanılabilirliği konusunda çalışmalar yapılmalıdır.

'Azalt, Yeniden kullan, Geri Dönüştür' kuralı hayata geçirilmelidir. Çalışanlara teknik eğitim, yeşil kimyanın prensipleri, yeşil mühendisliğin prensipleri hakkında eğitim ve iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmelidir. Kirliliği kaynağında önleme ve azaltma politikaları geliştirilmelidir.

Laboratuvara uygulanacak teknik ve davranışsal değişimlerle 'Yeşil Laboratuvar' olabilme kriterleri sağlanmalıdır. Laboratuvarın yeşil laboratuvar

sertifikasyonuna ulaşması halinde laboratuvarda çalışanlar için iş güvenliği artacaktır. Kirlilik azalacak ve daha temiz bir çevre mümkün olacaktır.

Dünya genelinde araştırma üniversiteleri, bol miktarda kaynak tüketmektedir. Mesela Kopenhag Üniversitesi'nde toplam enerji sarfiyatının %83'ü laboratuvar tesislerinde gerçekleşmektedir. Metre kare başına 4-6 kat daha fazla enerji tüketiminin arkasında bu vardır (Edington, 2013). Araştırma laboratuvarlarından kaynaklanan çevresel sorunlar düşünüldüğünde atık miktarını ve enerji ve su kullanımını azaltacak önlemlerin araştırılması ve sürdürülebilir yönetim ve kirliliği önleme stratejilerinin hayata geçirilmesi sürdürülebilirliğin artırılması açısından hayati önem taşımaktadır (White, 2012).

KAYNAKLAR

EDINGTON, A., 2013. Green Laboratories: Disseminating Information and Connecting IARU Programs. International Alliance of Research Universities.

NOLAN, D., LEBANSKY, R., and PETERSON, C., Developing a Green Laboratory Self-Evaluation Program. Sustainability on the UT Campus: A Symposium.

UYANIK, S., 07-08 December 2014. Green Laboratories Course. Dubai, UAE.

WHITE, M., 2012. Developing Environmental Sustainability Criteria for University Research Laboratories: A Tool for Rating and Implementing Green Methodology in Labs. University of Nebraska-Lincoln, Environmental Studies Undergraduate Student Theses, Lincoln, Paper 95.

Web 1: <http://green.uw.edu/green-laboratory/certification>

Web 2: <http://www2.epa.gov/greenchemistry/basics-green-chemistry>

Web 3: <http://portal.acs.org/>

Web 4: <http://eetd.lbl.gov/newsletter/nl11/eetd-nl11-4-lab21.html>

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ayşe CEBE
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya, 05.05.1987
Telefon : 04143183000/1445
Faks : -
e-mail : aysecebe@harran.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Bozkır Anadolu Lisesi, Konya	2005
Üniversite	: SÜ Mühendislik-Mimarlık Fak. Çevre Müh. Konya	2012
Yüksek Lisans	: HRÜ Fen Bil. Ens. Çevre Müh. Ana Bilim Dalı, Şanlıurfa	2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013- Hâlen	HRÜ Çevre Müh. Bölümü	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI : Çevre Mühendisliği

YABANCI DİLLER : İngilizce (İyi Derece)