



T.C.

ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI
ÇEVRE YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

PCB ve PCT İÇEREN ATIKLARIN YÖNETİMİ EL KILAVUZU

Bu kılavuz, PCB ve PCT'leri içeren atıkların yönetimine dahil olan taraflara teknik destek sağlamak amacıyla Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı tarafından hazırlanmıştır.

Nisan 2009

© T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı
Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı
Söğütözü Cad. 14/E 06560 Ankara
Telefon 0312 207 50 00 • Faks 0312 207 64 46
<http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr>

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	8
1. PCB'LERE GİRİŞ	10
1.1 PCB'LER (POLİKLORLU BİFENİLLER)	15
1.2 PCT'LER (POLİKLORLU TERFENİLLER)	17
1.3 PBB'LER (POLİBROMLU BİFENİLLER)	18
2. PCB'NİN ÜRETİM TARİHÇESİ	19
3. PCB'LERİN ÖZELLİKLERİ	25
4. KULLANIM ALANLARI	28
4.1. KAPALI UYGULAMALAR	31
4.2 YARI KAPALI UYGULAMALAR	37
4.3 AÇIK UYGULAMALAR	39
5. TRANSFORMATÖRLERİN VE KONDANSATÖRLERİN TANIMI	41
5.1 TRANSFORMATÖRLER	41
5.2 KONDANSATÖRLER	46
6. PCB TRANSFORMATÖRLERİNİN YÖNETİMİ	48
6.1 PCB TRANSFORMATÖRLERİNİN BELİRLENMESİ	48
6.1.1 İMALATÇININ ORJİNAL KİMLİK LEVHASI	49
6.1.2. TRANSFORMATÖR TASARIMI	54
7. PCB İÇEREN ATIKLAR	56
.....	60
	3

8. PCB ANALİZİ.....	63
8.1 BASİT PCB TESTLERİ.....	63
8.2 TESPİT KİTLERİ VE DİĞER CİHAZLAR.....	65
8.3 LABORATUAR ANALİTİK TESTLERİ.....	69
9. PCB'LERİN SAĞLIK VE ÇEVRE ÜZERİNE ETKİLERİ	76
10. ACİL DURUMLARDA ALINACAK ÖNLEMLER	87
10.1 PCB İLE KONTAMİNE OLMUŞ SIVILARIN VE EKİPMANLARIN BULUNDUĞU ORTAMLARDA ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER	87
10.1.1 SAĞLIK TEDBİRLERİ	87
10.1.2 KİŞİSEL KORUYUCU EKİPMAN (KKE).....	89
10.1.3 HAVALANDIRMA	92
10.1.4 SOLUNUM KORUYUCU EKİPMAN.....	92
10.2 ÇEVRESEL İZLEME	93
10.3 SIZINTI VE DÖKÜLMELER.....	94
10.3.1 ACİL DURUMLAR	94
10.3.2 TRANSFORMATÖRLERDEN KAYNAKLANAN SIZINTILAR	96
11. ARINDIRMA VE BERTARAF YÖNTEMLERİ.....	100
11.1 PCB İÇEREN EKİPMANLARIN ARINDIRILMASI	100
11.2. PCB ATIKLARININ BERTARAFI.....	105
12. TÜRKİYE'DE PCB'LERE İLİŞKİN YASAL DÜZENLEMELER ...	108

12.1. BAZI TEHLİKELİ MADDELERİN, MÜSTAHZARLARIN VE EŞYALARIN ÜRETİMİNE, PİYASAYA ARZINA VE KULLANIMINA İLİŞKİN KISITLAMALAR HAKKINDA YÖNETMELİK.....	109
12.2 TEHLİKELİ ATIKLARIN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ	114
12.3 ATIK YAĞLARIN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ	115
I. KATEGORİ ATIK YAĞ	115
II. KATEGORİ ATIK YAĞ	115
III. KATEGORİ ATIK YAĞ.....	116
12.4 TOPRAK KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ	118
12.5 ENDÜSTRİYEL KAYNAKLI HAVA KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ.....	118
12.6. POLİKLORLU BİFENİLLERİN VE POLİKLORLU TERFENİLLERİN KONTROLÜ HAKKINDA YÖNETMELİĞE GENEL BAKIŞ	119
12.6.1. TANIMLAR	119
12.6.2. GÖREV YETKİ VE SORUMLULUKLAR.....	121
12.6. 3. ENVANTER HAZIRLAMA YÜKÜMLÜLÜĞÜ	124
12.6.4. TAŞIMA	125
12.6.5. ETİKETLEME	126
KAYNAKLAR	127
EK: POLİKLORLU BİFENİL VE POLİKLORLU TERFENİLLERİN KONTROLÜ HAKKINDA YÖNETMELİK	133

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL 1.PCB, PCDD, PCDF'LERİN GENEL KİMYASAL YAPISI	13
ŞEKİL 2. PCB'LERİN GENEL KİMYASAL YAPISI VE PCB BİLEŞİKLERİNE BAZI ÖRNEKLER.	16
ŞEKİL 3. PCT'LERİN KİMYASAL YAPISI.....	17
ŞEKİL 4. PBB'LERİN KİMYASAL YAPISI.....	18
ŞEKİL 5. DÜNYADA TOPLAM PCB ÜRETİMİNİN YILLARA GÖRE DAĞILIMI	22
ŞEKİL 6. PCB'LERİN ÇEŞİTLİ KULLANIM ALANLARI.....	30
ŞEKİL 7.TRANSFORMATÖR ÖRNEKLERİ.....	33
ŞEKİL 8. KONDENSATÖR VE KONDENSATÖR SETİ.....	35
ŞEKİL 9. TRANSFORMATÖRÜN YAPISI.....	44
ŞEKİL 10.KONDANSATÖR ÖRNEKLERİ.....	47
ŞEKİL 11. TRANSFORMATÖR LEVHASI.....	49
ŞEKİL 12. TRANSFORMATÖR LEVHASI.....	51
ŞEKİL 13. BASİT PCB TESTLERİNE ÖRNEK.....	64
ŞEKİL 14. TESPİT KİTLERİ.....	66
ŞEKİL 15.TESPİT KİTLERİ.....	67
ŞEKİL 16. L2000 PCB/KLOR ANALİZÖRÜ.....	68
ŞEKİL 17. RENKÖLÇER.....	68
ŞEKİL 18. SPEKTROFOTOMETRE.....	69
ŞEKİL 19. İNCE TABAKA KROMATOĞRAFİSİ.....	72
ŞEKİL 20. GAZ KROMATOĞRAFİSİ.....	73
ŞEKİL 21. GAZ KROMATOĞRAFİ/ KÜTLE SPEKTROMETRESİ.....	75
ŞEKİL 22. DİOKSİNLER, FURANLAR VE PCB'LER	77
ŞEKİL 23. PCB MARUZİYETİ SONUCU ORTAYA ÇIKAN TERATOJENİK ETKİLERE ÖRNEKLER.....	78
ŞEKİL 24. PCB BİOAKÜMÜLASYONU.....	86
ŞEKİL 25. KİŞİSEL KORUYUCULAR	91
ŞEKİL 26. PCB'LERİN ORTAMDAN UZAKLAŞTIRILMASI	99
ŞEKİL 27. PCB İÇEREN EKİPMANLARIN ARINDIRILMASI.....	100
ŞEKİL 28. LTR ² ARINDIRMA TEKNOLOJİSİ.....	102
ŞEKİL 29. PCB İÇEREN EKİPMANLARIN ARINDIRILMASI.....	103
ŞEKİL 30.ÖZEL ATIK ENVANTER PROGRAMI	125

TABLÖLAR DİZİNİ

TABLO 1. LİTERATÜRDE BİLDİRİLEN TOPLAM PCB ÜRETİMİ.....	22
TABLO 2. ALMANYA VE JAPONYA’DA PCB KULLANIM ORANLAR.....	24
TABLO 3. POTANSİYEL ENDÜSTRİYEL PCB KAYNAKLARI.....	30
TABLO 4. PCB’LER İÇİN KAPALI UYGULAMALAR.....	33
TABLO 5. YARI KAPALI PCB UYGULAMALARI.....	39
TABLO 6. PCB’LERİN AÇIK UYGULAMALARI.....	41
TABLO 7. PCB KARIŞIMLARININ TİCARİ İSİMLERİ VE EŞDEĞERLERİ.....	53
TABLO 8. POTANSİYEL PCB KAYNAKLARI.....	63

GİRİŞ

Kalıcı Organik Kirleticiler (KOK'lar), yüksek dirençleri nedeniyle doğaya karıştığında ortamda uzun süre kalan, besin zincirinde aktarılacak biyolojik birikime uğrayan, bu yolla insan sağlığı ve çevre üzerinde zararlı etkilere yol açan kimyasal bileşiklerdir. Kalıcı Organik Kirleticiler hava akımlarıyla dünya çapında uzun mesafeler boyunca yayılabilmeleri ve besin zincirine girerek hayvan ve insan dokularında birikebilmeleri nedeniyle küresel düzeyde bir çevre ve sağlık sorunu oluşturmaktadırlar.

12 Kalıcı Organik Kirleticilerden biri olan Poliklorlu Bifenil'lerin (PCB) zararlı etkileri, bu maddelerle kirletilmiş gıda ve içecekler tüketildiğinde veya bu maddeler teneffüs edildiğinde, yutulduğunda ya da deriyle temas ettiğinde ortaya çıkmaktadır. PCB'ler bertaraf veya başka herhangi bir amaçla yakıldıklarında tam bir yanma meydana gelmezse, çok daha zararlı etkilere sahip insan tarafından ortaya çıkarılmış en toksik bileşikler olan poliklorlu furanlar (PCDF) ve poliklorlu dioksinler (PCDD) yan ürün olarak ortaya çıkmaktadır.

Söz konusu kirleticilere ilişkin Stockholm Sözleşmesi Türkiye dahil 125 ülke tarafından imzalanmıştır. Bu sözleşme ile taraf ülkeler PCB'ler dahil 12 kalıcı organik kirleticinin çevredeki miktarını azaltmak, bu maddeleri imha etmek ve kaynaklarını sınırlamak hususlarında ortak karar almıştır. Bu sözleşmeye taraf olan ülkeler söz konusu kirleticileri 2025 yılına kadar çevresel açıdan en uygun teknolojileri kullanarak bertaraf etmekle yükümlüdür.

Bu çerçevede, kullanılmış PCB ve PCB içeren madde ve ekipmanların çevre ve insan sağlığına zarar vermeden tamamen ortadan kaldırılmasının sağlanması amacıyla Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin (PCB/PCT) Kontrolü Yönetmeliği yayımlanmıştır. Yönetmelikte;

Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin (PCB/PCT), kullanılmış PCB ve PCB içeren madde ve ekipmanların envanterinin hazırlanması, elinde bulunduranların, taşıyıcıların, geçici depolama yapanların, arındırma ve/veya bertaraf işletmecilerinin yükümlülükleri belirlenmiş, ayrıca Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin (PCB/PCT), kullanılmış PCB ve PCB içeren ekipmanların arındırılmasını veya bertarafını sağlamak amacıyla faaliyet

gösterecek tesislere lisans verilmesi, bu tür atıkların insan sağlığı ve çevreye verebileceği olumsuzlukların önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

1. PCB'LERE GİRİŞ

PCB, bir grup aromatik klorlu bileşik olan poliklorlu bifenillere verilen genel isimdir. Poliklorlu bifeniller, Poliklorlu terfeniller, Monometil-tetraklorlu-difenil metan, Monometil-diklorlu-difenil metan, Monometil-dibromo-difenil metan, veya toplamda, ağırlık olarak %0.005'den (veya 50 ppm) daha fazla yukarıda bahsedilen maddelerin herhangi birisini ya da birkaçını içeren karışım PCB olarak tanımlanmaktadır.

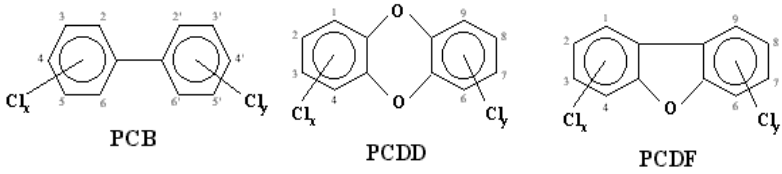
PCB'ler, doğrudan üretilbildikleri gibi, PVC üretimi veya atık yakma gibi organik klor bileşikleri üretim proseslerinin yan ürünleri olarak da ortaya çıkabilmektedir. Bu maddeler uygun olmayan koşullarda yakıldıklarında, tam yanma ürünleri oluşmamakta, günümüze değin insan ve çevre sağlığı için bilinen en toksik kimyasallar olan dioksin (PCDD) ve furanlar (PCDF) ortaya çıkmaktadır. Yürütülen

araştırmaların sonuçlarına göre, uygun olmayan koşullardaki yakma işlemlerinin sonucunda salınan PCB ve gazlarla temas, deriyi, solunum, sindirim ve sinir sistemlerini etkilemektedir. Bu bileşikler, canlının üreme yetisi üzerine olumsuz etkilerinin yanı sıra genler üzerinde değişim yaparak mutasyonların gelişmesine neden olabilirler.

Her molekülünde bir ila on klor atomu içeren 209 olası PCB bileşiği vardır. PCB'ler yaygın olarak güvenlik, işletim ve dayanıklılık için kimyasal kararlılığın gerekli olduğu elektrikli ekipmanların, hidrolik makinelerin ve diğer uygulamaların yağlarına katkı olarak kullanılır. Pek ok PCB'nin kimyasal kararlılığı ticari kullanım açısından bir kazanç olsa da, PCB'ler nihayetinde çevreye salındığında son derece kalıcı hale dönüştüğünden evre için bir problem oluşturmaktadır. Aslında, dünyanın hemen hemen her köşesinde neredeyse tüm çevrede (i ve dış mekan havasında, yüzey ve yer altı suyunda, toprakta ve gıdada) tespit edilen PCB'ler en yaygın evre kirleticiler arasında yer almaktadır. PCB'ler kalıcıdır, aynı zamanda birçok PCB karışımı da oldukça zehirlidir. Düşük seviyede bile PCB' ye maruz kalmanın çeşitli akut ve/veya kronik sağlık sorunlarına neden olduğu düşünülmektedir.

İnsan sağlığının ve çevrenin korunması PCB'lerin ve PCB içeren ekipmanların çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmelerini, ayrıca PCB'lerle kirlenmiş olan bölgelerin belirlenerek ıslahını gerektirir. PCB'lerin evre açısından etkin yönetimindeki ilk adım, kaynaklarının ve kirlenmiş bölgelerin belirlenmesi ve çevreye yayılmalarının azaltılması veya ortadan kaldırılması için gerekli stratejiler geliştirilmesidir.

PCB içeren ticari ürünler ve maddeler, kimyasal kompozisyonlarından çok endüstriyel özellikleri için satılmıştır. Bir dizi saf olmayan bazı maddeler içerir ve genellikle tri- ve tetraklorobenzen gibi solventlerle karıştırılır. Tri- ve tetraklorobenzenler ile karıştırılan bu PCB'ler askarel olarak adlandırılır. Ticari karışımlar, PCDF'ler ve klorlu naftelin gibi kirleticiler içerebilirler. alışmalar, ticari karışımlarda kilo başına 0.8 miligramdan (mg/kg) 40 mg/kg'a kadar PCDF saptamıştır. PCB'ler ayrıca istemeden bazı termal ve kimyasal süreçlerde de oluşabilmektedir. (UNEP, 2007).



Şekil 1.PCB, PCDD, PCDF’lerin Genel Kimyasal Yapısı

PCB’lerin dünya çapındaki (eski SSCB’nin üretimi dahil olmaksızın) üretiminin 1.5 milyon ton kadar olduğu tahmin edilmektedir. Eski SSCB için ise 180000 ton’un üzerinde üretim olduğu raporlanmıştır (Breivik ve diğerleri, 2002; UNEP, 2004).

Ticari PCB’lerin büyük bir kısmı kendiliğinden parçalanabilir özellik gösterme eğilimi olan PCB bileşiklerinin karışımından oluşur. Ancak PCB bileşiklerinin daha küçük bir oranı, daha kararlı ve biyolojik bozunmaya ve metabolizmaya dayanıklı ve çok daha toksik olan “dioksin benzeri” PCB olmaya eğilimlidir. Bu bileşikler tüm çevresel ortamlarda bulunabilir. Uygun olmayan bertaraf uygulamaları, kazalar ve sanayi tesislerinden kaynaklanan sızıntılar nedeniyle daha büyük miktarlarda salınmaktadır. Önemli miktarda PCB,

sanayi tesislerinden emisyon yayılması yoluyla salınmıştır ve hala salınmaktadır.

Ayrıca, çevrede PCB'nin açığa çıkması genellikle daha önceden salınmış PCB'nin yeniden dağılımından kaynaklanmaktadır. PCB'lerin yeniden dağılım döngüsü, sudan buharlaşıp atmosfere karışması, ardından havada dolaşması ve kuru/yaş çökmesi yoluyla atmosferden ayrılması, özellikle yüksek klorlu bifenillerin partiküllere bağlanması ve bazı uçucu nitelikte olan PCB bileşiklerinin yeniden buharlaşmasından oluşur. Sucul ortamlara katılan PCB'ler hidrofobik özellikleri dolayısıyla atmosfere kaçma veya katılar üzerinde tutulma eğilimindedirler. Nehir, göl ve/veya deniz sedimanlarına (dip çamuru) tutunan PCB'ler sedimanların hareketlenmesi sonucu (örneğin nehirde taşınım veya denizde canlılar/akıntılar sebebiyle) yeniden suya karışabilmekte ve uzun süreli kirlilik kaynağı olabilmektedirler.

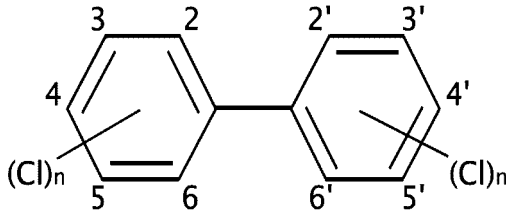
PCB'ler canlıların yağ dokularında biyolojik olarak birikme özelliğine sahiptirler. PCB bileşiklerine akut ve kronik maruziyete bağlı olarak çok çeşitli sağlık risklerinin ortaya çıkması söz konusudur Yüksek miktarda PCB'ye akut olarak maruz kalma sonucu deri döküntüsü, kaşıntı ve yanma, göz

tahrişı, deri ve tırnaklarda renk değışiklikleri, karaciğer fonksiyonlarında ve bağışıklık sisteminde bozulma, solunum yolunun tahriş olması, baş ağrısı, baş dönmesi, depresyon, hafıza kaybı, sinirlilik, yorgunluk ve halsizlik ortaya çıkar. Düşük düzeyde PCB maruziyetinin bildirilen kronik etkileri arasında karaciğer hasarı, üreme ve gelişim üzerinde etkiler ve muhtemel kanser yer alır. ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) ile Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) PCB'leri 2A grubunda değerlendirerek “insanda karsinojenik etki olasılığı bulunan kimyasallar” grubunda değerlendirmektedir. İnsanların PCB'ye maruz kalmalarının etkilerine ilişkin verilerin çoğu, yemeklik yağların veya gıdaların PCB ile kirlenmesi sonucunda veya kondansatör imal eden işçilerde olduğu gibi mesleki olarak PCB'ye maruz kalmalarından elde edilmektedir.

1.1 PCB'ler (Poliklorlu bifeniller)

Bifenil moleküllerindeki hidrojen atomları (iki benzen halkası tek bir karbon-karbon zinciri ile birbirine bağlanır) en fazla 10 klor atomu ile yer değiştirebilir, bu şekilde oluşan

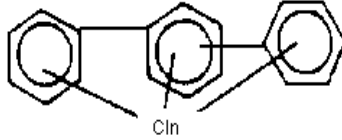
aromatik bileşikler PCB'lerdir. Teorik olarak 209 bileşiği vardır, ancak ticari kimyasal formüllerde, karışıma bağlı olarak değişmekle birlikte yaklaşık 130 bileşiği bulunmaktadır. Tipik olarak, 10 olası yer değiştirme noktasının dört ila altısı bir klor atomu tarafından tutulmuştur. Daha yüksek klorlu PCB bileşikleri aslında suda çözünmez ve bozulmaya karşı son derece dayanıklıdır. Buna rağmen uzun süre doğada özellikle anaerobik ortamda kalan PCB'lerin anaerobik mikroorganizmalar tarafından bozundurulabildiği (anaerobik klorsuzlaştırma) tespit edilmiştir.



Şekil 2. PCB'lerin Genel Kimyasal Yapısı ve PCB Bileşiklerine Bazı Örnekler.

Dioksin benzeri toksisite sergiledikleri için Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) toksisite denklik faktörü olarak belirlediği 12 PCB (77, 81, 126, 169, 105, 114, 118, 123, 156, 157, 167,189) bileşiği bulunmaktadır.

1.2 PCT'ler (poliklorlu terfeniller)



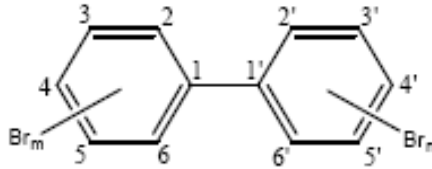
Şekil 3. PCT'lerin Kimyasal Yapısı

PCT'ler bir grup halojenli hidrokarbonları da kapsar. Kimyasal yapı olarak PCB'lere çok benzerler, tek farkları iki yerine üç fenil halkası ihtiva etmeleridir. Bu nedenle en fazla 14 klor atomu eklenebilir. Olası PCT bileşiklerinin sayısı oldukça fazladır; ancak yalnızca birkaç tanesi ticari kimyasal formüllerde mevcuttur. PCT'ler ve PCB'ler oldukça benzer kimyasal ve fiziksel özelliklere sahiptir. PCT'ler aslında suda çözünmez ve bozunmaya karşı son derece dayanıklıdır.

PCT'ler ve PCB'ler arasındaki tek fark PCT'lerin genellikle daha az uçucu olmasıdır.

1.3. PBB'ler (polibromlu bifeniller)

PBB'ler PCB'lerin brom benzeşikleridir ve bu sayede 209 olası bileşiğe sahiptirler. Ancak yalnızca birkaç tanesi ticari kimyasal formüllerde kullanılmaktadır. Oda sıcaklığında katı veya mumlu maddelerdir. Bunlar suda çözünmez ve bozunmaya karşı son derece dayanıklıdır. PBB'lerin bileşikleri için Dünya Sağlık Örgütü (WHO) toksisite denklik faktörü atamamıştır.



Şekil 4. PBB'lerin Kimyasal Yapısı

2. PCB'NİN ÜRETİM TARİHÇESİ

PCB'ler ilk kez 1864'de sentezlendiği ancak 1929'lardan itibaren ticari olarak yağ veya eşdeğer formda ticari olarak üretildiği ve satıldığı bilinmektedir.

1970'lerin başlarında, PCB'lerin toksisitesi ve dayanıklılığı hakkındaki düşünceler Avrupa ve Amerika'da, özellikle açık uygulamalarda, PCB'lerin pazarlanması ve kullanımı konusunda sınırlamalar getirmiştir. Ancak PCB'lerin kapalı uygulamalarda kullanımına Amerika'da 1970'lerin sonuna kadar, Avrupa'da 1980'lerin sonuna kadar izin verilmiştir. Tüm Avrupa çapındaki, Amerika'daki ve Avustralya'daki mevcut PCB envanterlerinin incelenmesi, üretilen tüm PCB'lerin yaklaşık %70'inin kapalı uygulamalarda kullanıldığını ortaya koymaktadır.

PCB'ler elli yıldan fazla bir süredir sanayi ölçeğinde üretilmiş ve kimyasal olarak ve ürünlerin içinde hemen hemen dünyanın her köşesine ihraç edilmiştir. PCB üreten ülkeler arasında Avusturya, Çin, Çekoslovakya, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Rusya Federasyonu, İspanya, İngiltere ve Amerika Birleşik devletleri yer almaktadır. PCB'ler yaygın

biçimde, ısı transferi ve hidrolik sistemlerde transformatör ve kondensatörlerde (veya kapasitörler) yalıtkan sıvılar olarak ve karbonsuz kopya kağıdında mürekkep çözücü olarak kullanılmıştır. PCB'ler aynı zamanda, yağlama ve kesme yağlarında, boyalarda, yapıştırıcılarda, izolasyon maddelerinde de kullanılmıştır.

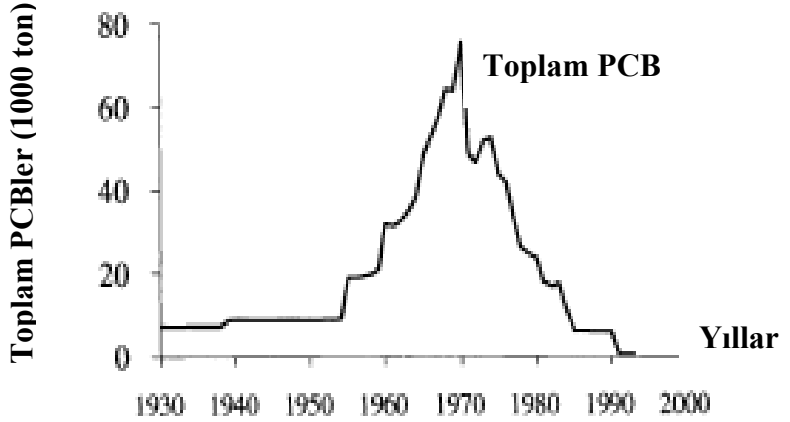
Dünya çapındaki toplam PCB üretimi aşağıdaki tabloda Breivik ve ark. (2002) tarafından özetlenmiştir.

Tablo 1.Literatürde bildirilen Toplam PCB üretimi

Üretici Firma	Ülke	Üretime Başlama Tarihi	Üretime Son Verilme Tarihi	Üretilen Miktar (ton)
Monsante	Amerika Birleşik Devletleri	1930	1977	641 246
Geneva Ind.	Amerika Birleşik Devletleri	1971	1973	454
Kanegafuchi	Japonya	1954	1972	56 326
Mitsubishi	Japonya	1969	1972	2461
+Bayer AG	Batı Almanya	1930	1983	159 062
Prodelec	Fransa	1930	1984	134 654
S.A.Cross	İspanya	1955	1984	29 012
Monsanto	İngiltere	1954	1977	66 542
Caffaro	İtalya	1958	1983	31 092
Chemko	Çek Cumhuriyeti	1959	1984	21 482
Orgsteklo	Rusya	1939	1990	141 800
Orgsintez	Rusya	1972	1993	32 000
Xi'an	Çin	1960	1979	8000
Toplam		1930	1993	1 324 131

(Kaynak: Breivik, ve ark., 2002)

Toplam PCBlerin dünyada üretiminin yıllara dağılımı 1000 ton cinsinden aşağıdaki şekilde verilmektedir (Breivik ve ark., 2002).



Şekil 5. Dünyada toplam PCB üretiminin yıllara göre dağılımı (Breivik v.d., 2002)

Tablo 2’de PCB’lerin olası kullanım alanlarına ilişkin bir gösterge olarak, Almanya ve Japonya’da PCB’lerin kullanım oranları verilmektedir. Bu PCB sınırları çeşitli imalatçılara satılmıştır ve PCB içeren ürünlerin bazıları gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere ihraç edilmiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde PCB’ler büyük ölçüde yalıtkan

olarak kullanılmıştır (çoğunlukla transformatörler ve kondansatörlerde). Amerika Birleşik Devletlerindeki PCB'nin kullanımına ilişkin veriler de benzer sonuçları ortaya koymaktadır. 1970 yılında ABD'de imal edilen PCB'lerin % 56'sı yalıtkan sıvılarda kullanılmıştır. Bir sonraki en geniş kullanım alanı % 30 ile akışkanlaştırıcılardır (öncelikli olarak karbonsuz kopya kâğıdında), bunu % 12 ile hidrolik sıvılar ve yağlama yağları takip etmektedir. (PCB'lerin ve PCB içeren Malzemelerin belirlenmesi için Kılavuz, UNEP, 1999)

Tablo 2. Almanya ve Japonya'da PCB kullanım oranları

Almanya ve Japonya'da PCB kullanım oranları	
Japonya PCB dağılımı	Almanya PCB dağılımı
Yalıtkan sıvılar %66	Yalıtkan sıvılar %55.5
Isı iletim sıvıları %11	Hidrolik sıvıları %14.3
Karbonsuz kopya kâğıdı %18	Diğer kapalı kullanımlar %1.4
Diğer kullanımlar %5	Diğer dağıtık kullanımlar %28.7

(Kaynak: PCB'lerin ve PCB içeren Malzemelerin belirlenmesi için Kılavuz, UNEP, 1999)

PCB'ler pek çok transformatör ve kondansatörde izolasyon sıvısı olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerin yangına dayanıklılığının ve elektrikli ekipmanlarda kullanım için gerekli diğer özelliklere sahip olmasının yanında bazı ciddi dezavantajları da vardır. Bu dezavantajlar PCB'lerin toksisitesi ve dibenzo furanlara dönüşerek kirletme potansiyelleriyle ilgilidir. PCB'lerin olumsuz biyolojik etkileri yıllardır tahmin edilmekle birlikte günümüzde bu etkiler tamamıyla gün ışığına çıkmıştır. Maalesef PCB'ler transformatör ve kondansatörlerde uzun yıllardır yaygın biçimde kullanılmıştır ve şimdi PCB'lerin ortaya çıkabileceği her yerde bertaraf edilmeleri için pratik çözümler ortaya konulması gerekmektedir.

PCB'ler, DDT gibi belirli pestisitler ve sanayi ve yakma yan ürünleri olan dioksinler ve furanlar ile birlikte Kalıcı Organik Kirleticilere (KOK) İlişkin Stockholm Sözleşmesi kapsamındadır. Sözleşme; üretim, kullanım, ithalat, ihracat, yan ürünlerin salınımı, stoktaki malların yönetimi ve ilk 12 KOK'un (kalıcı organik kirletici) imhasını ele almaktadır.

Sözleşme koşulları gereğince, tarafların PCB üretimi ve kullanımını yasaklaması ve/veya önlemek için gerekli yasal ve idari önlemleri alması gerekmektedir. PCB içeren ekipmanın

özellikle de belirli elektrikli transformatörlerin ve kondansatörlerin hala yaygın şekilde kullanılmasından dolayı, Sözleşmede belirlenen politika çerçevesinde 2025 yılına kadar bu tür ekipmanların kullanımının devam edilmesine izin verilmesi yönünde bir istisna yapılmıştır. Sözleşmeye göre tarafların, ekipmanı belirlemesi ve etiketlemesi ve kullanımdan kaldırması için kararlı bir çaba göstermeleri beklenmekte ve her tür ekipmanda PCB kullanımının 2025 yılı itibarıyla sonlandırılması gerekmektedir.

3. PCB'LERİN ÖZELLİKLERİ

PCB'ler, bir karbon-karbon zinciri ile bağlanan iki benzen halkasından oluşan organik kimyasallar ailesidir. Klor atomları, bifenil yapısındaki karbonlarda artakalan on mevcut yerin her hangi birine veya tümüne bağlanabilir. Bu klor atomlarının sayısı ve konumu farklı moleküllerin sınıflandırılmasını ve özelliklerini belirler. PCBler genel olarak yarı-uçucu veya uçucu olmayan bileşikler olarak sınıflandırılırlar. Bunun nedeni, bifenil yapısındaki klor bağlarının sayısına göre PCB bileşiklerinin uçuculuğunun ve

diğer fizikokimyasal özelliklerinin değışiklik göstermesidir. PCB bileşiklerinin uçuculuğu klorinasyon derecesine göre değışiklik gösterir. Genel olarak, düşük klor içerkli karışımıları serbest akan sıvılardır ve klor içeriği arttıkça daha akışmaz ve daha az uçucu bir hal alır. Ticari karışımılar genellikle PCB bileşiklerinin bir karışımını içerir ve klor içeriğine göre kategorize edilir. Ticari karışımılarda formüle bağlı olarak rakam değışmekle birlikte yaklaşık 130 bileşik bulunmaktadır. Elektrikli transformatörler ve kondansatörlerin yanı sıra PCB'lerin çok çeşitli başka uygulamalarda da kullanıldığı unutulmamalıdır; cilalar, mumlar, sentetik reçineler, epoksi ve deniz boyaları, dış yüzey kaplamaları, ısı iletim sıvıları, kesme yağları, hidrolik sıvılar, vb. Bu durumlarda, elbette ki PCB'lerin geri alınması mümkün değildir ancak gelecekte bu tür uygulamalarda PCB'lerin kullanımını engellemek için çaba harcanabilir.

Saf PCB renksizdir, ancak ticari karışımıları açık sarıdan koyuya doğru değışim gösterebilir. Sıvı ve yağ görünümündedir. %16 - %68 (kütlece) klor içerir. Yoğunluğu klor içeriğine bağlı olarak 1.15 – 1.6 gr / cm³ arasında değışir.

PCB'ler bilinen en kararlı organik kimyasallar arasında yer almaktadır. Düşük yalıtkanlık sabitleri ve yüksek kaynama noktaları elektrikli transformatörler ve kondansatörlerde yalıtkan sıvı olarak kullanılmaları için onları ideal hale getirmektedir.

Özet olarak, PCB'ler:

- Buhar basınçları çok düşüktür
- Yangına dayanıklıdır,
- Suda çözünmezler (yağlar ve hidrokarbonlarda ise iyi çözünürler),
- Düşük sıcaklıkta kristalleşmezler,
- Elektrik iletkenlikleri çok düşüktür,
- Termal kısa devrelere karşı dayanıklıdırlar,
- Buhar halinde iken havadan ağır olmalarına rağmen hava ile karışıktıklarında patlama riski yoktur,
- Çok yüksek kimyasal kararlılığa sahiptirler.

Yapılan test sonuçlarına göre bazı aktif metal ve oksijene maruz bırakıldıklarında 170°C'ye kadar kimyasal yapılarında bir bozulma görülmemiştir.

4. KULLANIM ALANLARI

PCB'ler pek çok uygulamada kullanılan mükemmel elektrik ve ısı transfer özellikleri olan son derece kararlı bileşiklerdir. Bu uygulamaların çoğu, elektrikli ekipmanlardaki yalıtkan sıvılar, mekanik işlemlerde ısı iletim sıvıları, akışkanlaştırıcılar, motor yağları, mürekkepler veya dış yüzey kaplamaları dahil olmak üzere bugün hala kullanımdadır. PCB'li yağlar veya sıvılar genel olarak kapalı ve yarı kapalı sistemlerde bulunmaktadır. Açık sistemlerdeki PCB'ler içeriğinde kullanıldıkları ürünün formunu (ortam tipi) alır. Bu nedenle, açık uygulamalardaki PCB'ler boyadan, plastiğe, kauçuğa kadar değişik formda bulunabilir (Tablo 3).

Tablo 3. PCB İçermesi Muhtemel Kaynaklar

KAYNAK	PCB İÇERMESİ MUHTEMEL EKİPMANLAR
Elektrik altyapı hizmetleri ve dağıtım ağları	Transformatörler, büyük ve küçük kondansatörler, şalterler, voltaj düzenleyiciler, sıvı dolgulu kablolar, devre kesici anahtarlar, aydınlatma balastları
Endüstriyel tesisler , alüminyum, bakır, demir ve çelik ergitme, çimento üretimi, kimyasal üretimi, plastikler, sentetikler ve petrol saflaştırma.	Transformatörler, büyük ve küçük kondansatörler, güç faktörü düzeltme birimleri, ısı iletim sıvıları, hidrolik sıvılar, voltaj düzenleyiciler, sıvı dolgulu kablolar, devre kesici anahtarlar, aydınlatma balastları
Belediyeler , su arıtma ve dağıtım ağları, atık su arıtma tesisleri ve sokak aydınlatması	Vakumlu pompalar, dalgıç pompalar, küçük kondansatörler, güç faktörü düzeltme birimleri
Hayvan yetiştiriciliği , mandıra/ sağımhaneler, kırpma ahırları	Büyük ve küçük kondansatörler, güç faktörü düzeltme birimleri, dalgıç pompalar
Demir yolu sistemleri	Transformatörler, büyük kondansatörler, voltaj düzenleyiciler, devre kesici anahtarlar
Yer altı madenciliği	Transformatörler, büyük kondansatörler, güç faktörü düzeltme birimleri, hidrolik sıvılar, voltaj düzenleyiciler, devre kesici anahtarlar
Askeri tesisler	Transformatörler, büyük ve küçük kondansatörler, voltaj düzenleyiciler, devre kesici anahtarlar, aydınlatma balastları, hidrolik sıvılar
Büyük binalar , ikamete ayrılmış yerler, ticaret, eğitim ve sağlık amaçlı tesisler	Küçük kondansatörler, devre kesici anahtarlar, aydınlatma balastları
Araştırma laboratuvarları	Vakumlu pompalar, aydınlatma balastları, küçük kondansatörler, devre kesici anahtarlar
Elektronik ürün imalatı	Vakumlu pompalar, aydınlatma balastları, küçük kondansatörler, devre kesici anahtarlar

(Kaynak: PCB'lerin ve PCB içeren Malzemelerin belirlenmesi için Kılavuz, UNEP, 1999)



Şekil 6. PCB'lerin çeşitli kullanım alanları

Çeşitli uygulamalarda kullanılan PCB'lerin kaynağının bilinmesi PCB'lerin veya PCB içeren maddelerin yönetimi için faydalı bilgilerin belirlenmesinde önemli olabilir. Kapalı ve yarı kapalı uygulamalarda PCB karışımlarının ticari isimleri, etikette yer alması ya da imalatçının belirtmesi durumunda

PCB tespitini yapmak için faydalı olabilir. Açık uygulamalarda ise, etiketlerin ve yazılı göstergelerin olmaması durumunda genellikle PCB varlığı için test edilmesi gerekir.

4.1. KAPALI UYGULAMALAR

Kapalı bir PCB uygulaması, PCB'lerin tamamen ekipmanın içinde tutulduğu bir uygulamadır. Sıradan koşullar altında, kullanıcı veya çevre hiçbir şekilde PCB' ye maruz kalmaz. Ancak, PCB emisyonları ekipmanın, bakımı, onarılması, devreden çıkarılması sırasında veya hasarlı bir ekipmanın sızıntı yapması sonucunda ortaya çıkabilir. Kapalı PCB uygulamalarının en önemli iki örneği kondansatörler ve transformatörlerdir. Tablo 4'de kapalı PCB uygulamalarının örnekleri verilmektedir.

Genel olarak, kapalı ekipmanlar içinde PCB'lerin varlığını belirlemek oldukça güçtür, çünkü bu bilgiye ulaşmak için ekipmanı kırarak açmak uygun olmayacaktır. Sonuç olarak, ürünün ihtiva ettiği yalıtkan sıvılar hakkında bilgi elde etmek için ilk adım daima bakım kayıtlarına, imalatçı

bilgilerine, ticari birlikler ve ekipman imal eden şirketlere başvurmak olmalıdır. Öncelikle, ekipmanın yanındaki yağ lekeleri, döküntü izleri gibi herhangi bir sızıntı veya büyük fiziksel hasar göstergesi olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bunlar, ekipmanın PCB'ler açısından analitik olarak test edilmesi ve onarılması veya değiştirilmesi gerekliliğinin işaretleridir.

Tablo 4. PCB'ler için kapalı uygulamalar

• Elektrikli transformatörler • Elektrikli kondansatörler • Elektrik dağıtım sistemlerinde güç faktörü kondansatörleri • Aydınlatma balastları • Buzdolapları, ısı sistemleri, klimalar, saç kurutucular, su kuyusu motorları, vb.ndeki motor start kondansatörleri • Televizyonlar ve mikro dalga fırınlar dahil elektrikli ekipmanlardaki kondansatörler • Elektrikli motorlar (bazı özel sıvı soğutmalı motorlarda çok az miktarda) • Elektrikli mıknatıslar (bazı sıvı soğutmalı ayırıcı mıknatıslarda çok az miktarda)
--

Kaynak: PCB'lerin ve PCB içeren Malzemelerin belirlenmesi için Kılavuz, UNEP, 1999



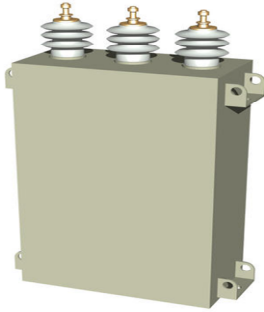
Şekil 7. Transformatör örnekleri

Transformatörler. Transformatörler, küçük sinyal elektrik devrelerinden yüksek voltajlı güç iletim sistemlerine kadar çok çeşitli türdeki elektrik devrelerinin çok önemli parçalarıdır. Transformatörlerin fiziksel boyutu ve şekli, bir bezelye tanesinin büyüklüğünden küçük bir ev boyutuna kadar değişiklik gösterebilir. Bir transformatörün esas yapısı manyetik bir devre veya çekirdek ile manyetik olarak birbirine bağlanan bir veya daha fazla elektrik bobininden (veya sargısı) oluşmaktadır. Pek çok büyük transformatör için, elektrik bobinlerini soğutmak için veya aralarında yalıtımı artırmak için tüm birim yalıtkan bir sıvı (muhtemelen PCB içeren bir yağ) ile

doldurulur. Bu nedenle, transformatörün dış muhafazasında herhangi bir hasar meydana gelmesi PCB sıvı sızıntısı ile sonuçlanabilir. Yağlı transformatörler başlangıçta PCB ihtiva etmese de, ortak doldurma ekipmanının kullanılması, kullanılmış veya geri kazanılmış yağ ile dolumu / bakımı sonucunda kirlenmiş olabilecekleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Dağıtım transformatörleri, genellikle evde kullanıma yönelik dağıtım hattının voltajını düşürme işlevini yerine getiren elektrik direklerinin üstüne yakın bir noktada bulunur. Sentetik PCB yağları, bina içlerinde veya nükleer enerji santralleri gibi yangına dayanıklı transformatörlerin gerekli olduğu durumlarda yaygın olarak kullanılır. Transformatörler ayrıca bir yükü daha gelişmiş enerji transfer hattına taşıma ve iletim kalitesini artırma işlevlerini yerine getiren pek çok iletişim devresinde de bulunur. Bazı endüstriler elektriklerini kendileri üretseler bile, transformatörlerin pek çoğu elektrik üretim ve dağıtım şirketlerinin kontrolündedir. Askeri tesisler, demir çelik fabrikası, montaj ve imalat tesisleri ve demiryolları gibi endüstriler genellikle transformatöre sahiptirler.

Kondansatörler. Kondansatörler (veya kapasitörler) elektrik yükünü toplamak ve tutmak için kullanılan araçlardır. Bir kondansatörün temel yapısı genellikle, PCB içerebilen izolasyon sıvıları gibi yalıtkan bir malzeme kullanılarak birbirinden ayrılmış elektrik iletken yüzeylerden oluşur. Tipik olarak PCB içeren bir kondansatör iki iletken levha ve bir bağlantıdan oluşan tamamen kapalı bir metaldir. Tüm metal kutu genellikle PCB içeren bir sıvı ile doldurulur. PCB yalıtkan sıvısı içeren kondansatörleri belirlemek genellikle zordur. Kondansatörler şalter odasından uzaktan kumanda edilebilen veya bir bina içinde müstakil malzemeler üzerinde yer alabilen genellikle basit kutulardır.



Şekil 8. Kondansatör ve Kondansatör Seti

- Güç kondansatörleri. Güç kondansatörleri genellikle tek bir boyutta (60 cm x 30 cm x 15 cm) bulunan ve yaklaşık 1,4 kg % 100 PCB sıvısı içerebilen büyük kondansatörlerdir. Güç kondansatörleri enerji santrallerinde genellikle transformatörlerin yakınına, raflara yerleştirilir. Kondansatör içeren potansiyel tesisler arasında fabrikalar, ofisler, okullar, hastaneler, büyük alışveriş merkezleri ve askeri tesisler yer almaktadır. Büyük kondansatörler bu tesislerde oldukça büyük güç kaynaklarının yakınında bulunabilir (örneğin, bilgisayar donanım odası ve merkezi ısıtma ve soğutma sistemleri gibi).

- Motor start kondansatörleri. Motor start kondansatörleri, tek fazlı motorlarda başlangıç torkunu sağlamak için kullanılan küçük kondansatörlerdir. Bu kondansatörler saç kurutma makineleri, çamaşır makineleri, çamaşır kurutucular, kuyu su pompaları, havalandırma fanları ve klimalar dahil elektrikli cihazlarda bulunabilir. Bu küçük kondansatörler genellikle 1.4 kg'dan daha az yalıtkan sıvı ihtiva eder.

- Aydınlatma balastları. Aydınlatma balastları genellikle floresan, civa ve sodyum aydınlatma tesisatları ile

neon ışıklarında bulunabilir. Balastlar küçük bir transformatör, bir kondansatör ve bir termal elektrik kesme düğmesinden oluşur. Floresan lambalarda balast, ışıklı tüpün (lambanın) arkasındaki metal levha kapağın altında yer alır. 1978 yılından sonra ABD’de imal edilen balastlarda “PCB içermez” etiketi bulunmaktadır, bu nedenle ABD kaynaklı etiketsiz her hangi bir balastın PCB ihtiva ettiği farz edilmelidir.

4.2 YARI KAPALI UYGULAMALAR

Yarı kapalı PCB uygulamaları, PCB yağının periyodik kullanımı dışında çevreye direk temasının olmadığı uygulamalardır. Bu tür kullanımlar havaya veya suya deşarj yoluyla PCB salınımına da yol açabilirler. Yarı kapalı sistemlerin örnekleri arasında ısı transferi, hidrolik sistemler ve vakumlu pompalar yer alır. Tablo 5’de yarı kapalı PCB uygulamaları ve kullanım yerleri verilmektedir.

Tablo 5. Yarı kapalı PCB uygulamaları

Uygulamalar	Kullanım Yerleri
Isı transfer sıvıları	İnorganik kimyasallar, organik kimyasallar, plastikler ve sentetikler ve petrol rafinaj endüstrileri
Hidrolik sıvılar	Madencilik ekipmanları, alüminyum, bakır, çelik ve demir işleme endüstrileri
Vakumlu pompalar	Elektronik parça imalatçıları; laboratuvar, araç ve araştırma uygulamaları ve atık su deşarj alanları
Şalterler	Elektrik altyapı hizmetleri
Voltaj regülatörleri	Elektrik altyapı hizmetleri
Sıvı dolgulu elektrik kabloları	Elektrik altyapı hizmetleri ve özel elektrik üretim tesisleri (örneğin, askeri tesisler)
Sıvı dolgulu devre kesiciler	Elektrik hizmetleri

Kaynak: PCB'lerin ve PCB içeren Malzemelerin belirlenmesi için Kılavuz, UNEP, 1999

4.3 AÇIK UYGULAMALAR

Açık sistemler, PCB'lerin doğrudan çevre ile temas halinde olduğu ve bu nedenle alıcı ortama kolaylıkla ulaşabildikleri uygulamalardır. PCB'lerin çevre ile doğrudan teması kapalı uygulamalardan çok açık uygulamalar için geçerlidir. Akışkanlaştırıcılar en büyük açık uygulama grubudur ve PVC'de (polivinil klorür), neopren ve diğer klorürlü kauçuklarda kullanılmıştır. Ayrıca, PCB'ler yangın geciktirici olarak boyalarda, akışkanlaştırıcı olarak yapıştırıcılarda, yangın geciktirici olarak dış yüzey kaplamalarında kullanımları dahil pek çok diğer açık uygulamada kullanılmıştır. Tablo 6'da PCB'lerin yaygın kullanılan açık uygulamaları verilmiştir.

Tablo 6. PCB’lerin açık uygulamaları

Makine yağları • Mikroskoplar için immersiyon yağı • Fren balataları • Kesme yağlar • Yağlama yağları * Doğal gaz hava kompresörleri Yüzey kaplamaları • Boyalar * gemilerin alt kısmındaki boya • Tekstil için yüzey işleme • Karbonsuz kopya kağıdı (baskıya duyarlı) • Yangın geciktiriciler * tavan kaplaması üzerinde * mobilya ve duvarlarda • Toz kontrolü * asfalt * toz tutucu * doğal gaz boru tesisatı	Yapıştırıcılar • Özel yapıştırıcılar • Suya dayanıklı duvar kaplamaları için yapıştırıcılar Akışkanlaştırıcılar • Conta dolgu maddesi • Beton derzlerde dolgu malzemesi • PVC (polivinil klorlu plastikler) • Kauçuk izolasyon maddesi * hava deliklerinin etrafına * kapı ve pencerelerin etrafına Mürekkepler • Boyalar • Matbaa mürekkebi Diğer kullanımlar • İzolasyon malzemeleri • Pestisitler
---	---

Kaynak: PCB’lerin ve PCB içeren Malzemelerin belirlenmesi için Kılavuz, UNEP, 1999

5. TRANSFORMATÖRLERİN VE KONDANSATÖRLERİN TANIMI

Transformatörler ve kondansatörler PCB içerebilirler, fakat yalnızca transformatörler içerdikleri PCB'den arındırılmak üzere işleme tabi tutularak yeniden kullanıma hazırlanabilir. Bazı teknolojiler metal geri kazanımına olanak sağlamasına rağmen genellikle kondansatörlerin içerdikleri PCB'lerden arındırılması için bertarafı gerekmektedir.

5.1 TRANSFORMATÖRLER

Transformatörler bir elektrik akımının voltaj düzeyini artırabilen veya azaltabilen araçlardır. Elektrik enerjisi, çeşitli yakıtlar (petrol, kömür, gaz, vb.) yakan ve bu enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren enerji santrallerinde üretilir. Bu enerji, enerji üreten santralden son kullanıcıya (fabrikalar, evler, madenler, demiryolları, okullar, vb.) kadar dağıtılan yüksek voltajlı elektrik biçimindedir.

Eğer voltaj yüksek bir seviyede tutulursa, bu elektrik enerjisinin iletimi çok daha avantajlı bir şekilde gerçekleştirilir.

Çünkü yüksek voltajda çelik direklerde veya yer altına yerleştirilen kablolarda iletim sırasında enerji kaybı az miktarda olmaktadır. Elektrik kabloları çoğunlukla birkaç bin kilovolt voltajda elektrik taşımaktadır.

Kullanımdan önce voltajın düşürülmesi gereklidir; böylece, yaklaşık birkaç bin kilovolt olan endüstriyel elektrik ihtiyacı veya birkaç yüz kilovolt olan evsel elektrik ihtiyacı karşılanabilir. Voltajdaki bu azalma, transformatörler kullanılarak gerçekleştirilir. Elektrik güç istasyonlarında, caddelerde, kırsal bölgelerde, elektrik direklerinde, vs. yaygın olarak görülen transformatörlerin görevi voltajdaki düşüşü sağlamaktır.

Transformatörler tasarım ve boyut olarak büyük farklılıklar göstermelerinin yanında manyetik metal bir çekirdeğin etrafına iki dizi iletken (bakır) tel sarılmış aynı temel tasarıma sahiptirler. Transformatörün giriş voltajının çıkış voltajına oranı, iki ayrı bobindeki sarım sayılarının oranından bulunabilir. Bu yapı metal bir konteynır içine yerleştirilir ve genellikle yalıtım özelliğine sahip olan ahşap dayanaklarla bu konteynır içinde desteklenir. İki elektrik devresi, dışarıyla elektrik bağlantısı sağlayan giriş elektrotları

ile donatılır. Bu elektrotlar seramik yalıtkanlar vasıtasıyla metal muhafazadan ayrılır.

Transformatör muhafazası içindeki boşluğun kısa devre olmasını ve kıvılcımlanmayı önleyecek bir sıvı ile doldurulması gereklidir. Bu nedenle transformatörler, imalatının son aşamasında genellikle PCB bazlı yağ karışımı içeren uygun yalıtkan bir sıvı ile doldurulur. Transformatörler tamamen kapatılabilir veya ısı dalgalanmalarından dolayı meydana gelebilecek yağ hacmindeki değişikliklere olanak sağlayan “genleşme tankı” ile donatılabilir.

Özet olarak bir transformatör aşağıdakilerden oluşur:

- Demirden üretilmiş dış koruma kutusu;
- Birbirine monte edilmiş çelik sac plakalardan oluşan manyetik çekirdek;
- İzolasyon kağıdı kaplı bakır bobinler;
- Çeşitli şekillerde ahşap destekler (bunlar gözeneklidir ve yalıtım sıvısını emebilir);
- İzolasyon yağı.



Şekil 9. Transformatörün yapısı

Transformatör yapılarında farklılıklar görülebilir ve ayrıca bazen başka metaller de, örneğin alüminyum, bulunabilir.

Transformatörler genel yapısına bağlı olarak yağlı ve yağsız transformatörler olarak iki grupta sınıflandırılabilirler. Yağlı transformatörler de tamamen kapalı (hermetik) ya da

genleşme tanklı transformatörler olarak ikiye ayrılırlar. Hermetik ve genleşme tanklı transformatörlerin yani yağlı transformatörlerin sargıları tamamen yağın içerisinde kalır. Tamamen kapılı olan transformatörler, başka bir deyişle hermetik transformatörler atmosfere kapalıdır ve bakım gerektirmez; ancak, herhangi bir yağ sızması veya benzeri bir durumda müdahale edilememektedir. Genleşme tanklı transformatörlere periyodik olarak bakım yapılmalıdır.

Kuru tip transformatörler ise tamamen kurudur yani kesinlikle yağ içermez. Kuru tip transformatörlerin yangın çıkarma gibi bir riski olmamasına rağmen yağlı transformatörler yangın çıkarabilir. Öte yandan, kuru tip transformatörlerde ek teçhizatlara gereksinim duyulabilir (örn. soğutma fanı bu fanı kontrol eden elektronik bir ünite vs.). Kuru tip transformatörlerin maliyeti yağlı transformatörlere göre daha fazladır.

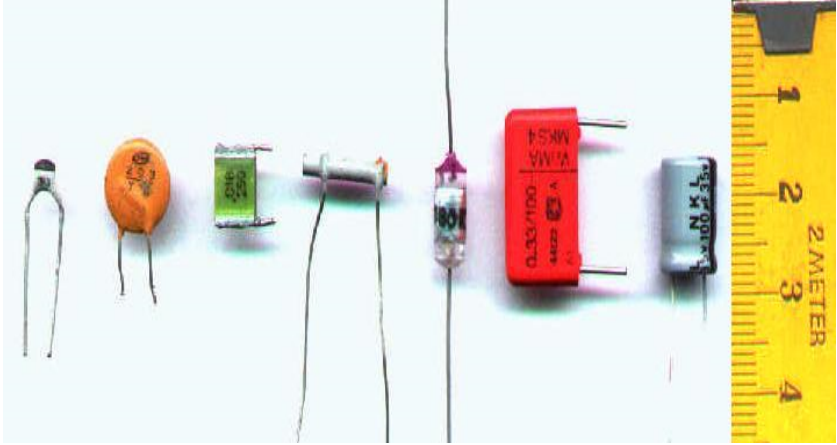
5.2 KONDANSATÖRLER

Kondansatör, elektronların elektriksel yükü elektrik alanının içerisinde depolayabilme özelliklerinden faydalanılarak, bir yalıtkan malzemenin iki metal tabaka arasına yerleştirilmesiyle oluşturulan temel bir devre elemanıdır. Elektriksel açıdan ayrılmış iki iletken mevcut olup, her biri kondansatörün çıkışını oluşturan temas noktalarına yerleştirilmiştir. Yalıtkan madde PCB içermesi muhtemel bir sıvıdır.

Kondansatörler elektrik yükü depolama, reaktif güç kontrolü, bilgi kaybı engelleme, alternatif akım/doğru akım arasında dönüşüm yapmada kullanılırlar ve tüm entegre elektronik devrelerin vazgeçilmez elemanlarıdır. Güç istasyonlarında transformatörlerle birlikte kullanılırlar. Kondansatörler kapasitör, sığaç gibi isimlerle de anılmaktadır.

Kondansatörler, plakalar arasında kullanılan yalıtkanın cinsi, çalışma ve dayanma gerilimleri ve depolayabildikleri yük miktarına göre çeşitlilik gösterirler. Kondansatörlerin fiziksel büyüklükleri, çalışma gerilimleri ve depolayabilecekleri yük miktarına bağlıdır. Tasarım açısından ise çeşitlilik gösterirler,

hemen hemen her boyut ve şekilde kondansatör temin edilebilir.



Şekil 10.Kondansatör örnekleri; (seramik, seramik disk, polyester film, tüp seramik, polystyrene, metalize polyester film, alüminyum elektrolitik türde kondansatörler)

Kondansatörler de transformatörler gibi PCB içirme olasılığına sahip olmakla birlikte daima kapalı olan yapılarıyla transformatörlerden farklılık gösterirler. Bu nedenle kondansatörler iyi durumda olduğu ve sızdırma yapmadığı

sürece bakım konusu önemli bir sorun değildir. Ancak, ömürlerini tamamladıktan sonra transformatörlerle aynı potansiyel tehlikeleri taşırlar; transformatörlerle benzer koşullarda bertaraf edilmeleri gerekir.

6. PCB TRANSFORMATÖRLERİNİN YÖNETİMİ

6.1 PCB TRANSFORMATÖRLERİNİN BELİRLENMESİ

PCB içeren transformatörlerin dışarıdan tespiti kesin olarak yapılamamakla birlikte, imalatçıya ait olan levha üzerindeki bilgiler bu konuda yol gösterebilir. Orijinal levha üzerindeki bilgilerin yetersiz ya da okunaksız olması durumunda doğru bir tespitin yapılabilmesi için PCB analizinin yapılması gereklidir. Diğer yandan, tamamen kapalı olan transformatörlerde (hermetik tip), bu analizin yapılabilmesi için numune alınması mümkün değildir. Böyle durumlarda, sızıntı gibi birtakım arızalar çıkmaması halinde ömrünü tamamlayıncaya kadar gerekli tedbirler alınarak kullanıldıktan sonra, PCB içirme ihtimali göz önünde bulundurularak uygun şekilde bertarafı sağlanmalıdır.

6.1.1 İMALATÇININ ORJİNAL KİMLİK LEVHASI

Transformatörlerin üzerinde temel bilgilerin yer aldığı levhanın yanı sıra pek çok transformatörde isim levhası da bulunmaktadır. Bu kimlik levhaları genellikle transformatörün PİROKLOR, ASKAREL gibi PCB'li bir izolasyon yağı içerdiğini ve bu nedenle taşınması ve bakımı esnasında, arıza durumlarında, bertarafında özel önlemler alınması gerektiğini göstermektedir.

STANDARD TS 287		İMAL YILI 1997		SİP. NO		STOK KTR. NO	
NOM. GÜC.	1250 KVA	GER. ROLF	9.2 KV	BAG. GRUBU	1	SERİ NO	11117
KADEME	YG	AG		CİNSİ	HARICI		
1	5985	V		V	SERVİS SÜREKLİ		
2	6300	V	400/13	V	SOĞUTMA ONAN		
3	6615	V		V	ISINMA 60/65 °C		
4	0	V		V	YAL. SINIFI A		
5	0	V		V	FAZ 3		
NOMİNAL AKIM	1655 A	1806/220	A	FREKANS	50 Hz.		
EMPEDANS(UK) %		B.C. ORANI					
İZOLASYON DİRENCİ (Mohm)							
ÖLÇÜLEN YER	30 sn.	60 sn.	YAG CİNSİ	DİAL. AK			
AG.T	43250	68550	YAG. AG.				
YG.T	78850	137800	ÇIK. KIS. AG.				
AG.YG	79800	108510	TOPLAN. AG.				

Şekil 11. Transformatör Levhası

PCB'ler akışmaz (vizköz) yapıya sahiptir. Bu nedenle, yalıtkan sıvı karışımı, PCB'ler dışında bir mineral yağ veya başka bir klorlu organik sıvı da içerebilir. Örneğin, triklorbenzen veya tetrakloretilen akışkan sıvılar olmaları dolayısıyla transformatör yağının akışkanlığını artırmak amacıyla kullanılabilir. Bu şekilde sıvının transformatörün soğutucu kanallarında akışı kolaylaşır ve böylece soğutmanın etkinliği artar.

PCB karışımları pek çok farklı isim altında üretilmişlerdir. PCB içeren karışımların kapsamlı ticari isimleri Tablo 7'da alfabetik sırayla verilmiştir. Bu tabloda “(t)” transformatör, “(c)” ise kapasitör anlamına gelmektedir. Tabloda ismi bulunan “Askarel” aynı zamanda transformatör ve kondansatörlerde kullanılan yanmaz yalıtkan sıvılar için kullanılan genel bir isimdir.



Şekil 12. Transformatör Levhası

Tablo 7. PCB karışımlarının ticari isimleri ve eşdeğerleri

Aceclor (t)	Cloresil	Montar
Adkarel	Clorphen (t)	Nepolin
ALC	Delor (Czech Rep.)	Niren
Apirolio (t, c)	Diactor (t, c)	No-Famol
Aroclor (t, c) (USA)	Dialor (c)	No-Flamol (t, c) (USA)
Aroclor 1016 (t, c)	Disconon (c)	NoFlamol
Aroclor 1221 (t, c)	Dk (t, c)	Nonflammable liquid
Aroclor 1232 (t, c)	Ducanol	Pheneclor
Aroclor 1242 (t, c)	Duconol (c)	Phenoclor (t, c) (France)
Aroclor 1254 (t, c)	Dykanol (t, c) (USA)	Phenochlor
Aroclor 1260 (t, c)	Dyknol	Phenochlor DP6
Aroclor 1262 (t, c)	EEC-18	Plastivar
Aroclor 1268 (t, c)	Electrophenyl T-60	Pydraul (USA)
Areclor (t)	Elemex (t, c)	Pyralene (t, c) (France)
Abestol (t, c)	Eucarel	Pyranol (t, c) (USA)
Arubren	Fenchlor (t, c) (Italy)	Pyrochlor
Asbestol (t, c)	Hexol (Russian Federation)	Pyroclor (t) (USA)
ASK	Hivar (c)	Saf-T-Kuhl (t, c)
Askarel ^a (t, c) (USA)	Hydol (t, c)	Soft-Kuhl
Bakola	Hydol	Santotherm (Japan)
Bakola 131 (t, c)	Hyvol	Santotherm FR
Biclor (c)	Inclor	Santoterm
Chlorextol (t)	Inerteen (t, c)	Santovac
Chlorinated Diphenyl	Kanechlor (KC) (t, c) (Japan)	Santovac 1
Chlorinol (USA)	Kaneclor	Santovac2
Chlorobiphenyl	Kaneclor 400	Siclonyl (c)
Clophen (t, c) (Germany)	Kaneclor 500	Solvol (t, c) (Russian Federation)
Clophen-A30	Keneclor	Sovol
Clophen-A50	Kennechlor	Sovtol (Russian Federation)
Clophen-A60	Leromoll	Therminol (USA)
Clophen Apiorlio	Magvar	Therminol FR
	MCS 1489	

(Kaynak: PCB içeren transformatörlerin ve kapasitörlerin yönetimi için Kılavuz, UNEP, 1999)

Bir transformatörün levhasında izolasyon sıvısının ticari isminden sonra bakılması gereken diğer noktalar da şunlardır:

a) Soğutma Tipi

Aşağıdaki soğutma tipleri söz konusu olduğunda transformatör yağı dışında bir sıvı kullanılmaktadır.

- Doğal sıvı soğutma (Liquid Naturel Cooling) (LN)
- Doğal sıvı doğal hava soğutma (Liquid Naturel Air Naturel Cooling) (LNAN)
- Yapay doğal soğutma (Synthetic Naturel Cooling) (SN)

Prensip olarak, bu transformatörler PCB yağı içermez.

ON veya ONAN yazan bir isim levhası “Doğal Yağ” veya “Doğal Yağ Doğal Hava” tipi soğutmayı ifade eder.

b) Transformatör Sıvısının Yoğunluğu

İsim levhasında belirtilen soğutma sıvısının ağırlığı ve transformatörün hacmi, sıvının yoğunluğunun belirlenmesinde kullanılır. Klorlu organik sıvıların yoğunluğu, hidrokarbonların ağırlığından daha fazla olabilir: klorlu organik sıvıların yoğunluğu 1,5 civarındayken, yağlarınkı 1.0'den daha azdır.

Eğer bir drenaj vanası veya numune vanası mevcut ise, en kolay test sıvıdan bir numune almak ve yoğunluğunu tespit etmek olacaktır. 1,5 civarındaki bir değer yağın PCB ihtiva ettiğini gösterecektir.

Basit bir saha testi ise, bir test tüpü veya su dolu bir cam kap içine birkaç damla soğutma sıvısı eklenmesi yoluyla yapılabilir. PCB bazlı bir soğutma sıvısı hızla dibe çökerken, yağ veya silikon suyun üzerinde yüzer.

6.1.2. TRANSFORMATÖR TASARIMI

Bir transformatörün tasarımı, PCB yağı içerdiğini gösterebilir. Pek çok PCB içeren transformatör hermetik

(tamamen kapalı) olarak tasarlanmıştır. Farklı imalatçıların ürettiği hermetik transformatörler arasında büyük farklılıklar vardır, ancak bazı tipik ortak özellikler de vardır:

- Sonradan üretilen transformatörlerin kapakları tanka kaynakla eklenmiştir;
- Genellikle drenaj ve numune vanaları bulunmaz.
- Genellikle basınç ayar supaplarıyla donatılmıştır.
- Transformatöre herhangi bir müdahale olmadan kablo ölçüm testi yapılabilmesi için bağlantı kesici hat kutuları bulunur.

Genellikle genişleme tanklı transformatörlerde dışarıya iki farklı bağlantı mevcuttur:

- a) Boşaltım ve Numune Vanaları: Numune alma ya da boşaltım amacı dışında basınçtaki anormal artışlara karşı basınç vanaları da bulunabilir.
- b) Genleşme Tankı: Eğer transformatörler yüksek sıcaklık değişimlerine maruz kalıyorsa ya da izolasyon sıvısının ısı genleşme katsayısı yüksek ise bir genleşme tankı gereklidir.

7. PCB İÇEREN ATIKLAR

PCB'lerin üretimi, işlenmesi, dağıtımı ve kullanımı büyük ölçüde yasaklanmış olsa da, PCB içeren atıkları üreten farklı faaliyetler hala mevcuttur. Ayrıca, PCB'lerin belirli kullanımlarına; PCB'lerin yanlılıkla üretilmesine ve hala çalışır durumdaki ekipmanın içinde bulunan miktara muafiyet tanınmaktadır. Aşağıda PCB içeren atıkları üreten faaliyetlere bazı örnekler şunlardır:

Atık yağ içindeki PCB'ler. Bugün halen kullanımda olan bazı ekipmanlarda PCB bulunması nedeniyle bu ekipmanlardan çıkan atık yağ belirlenebilir düzeyde PCB içerebilir. PCB ile kontamine olmuş atık yağlar öncelikle endüstri ve otomotiv kaynaklarından ve elektrikli ekipmanlardan ortaya çıkar. Endüstri kaynakları, atık yağın hidrolik ve ısı transfer sistemlerinde izolasyon sıvısı olarak kullanıldığı tesisler ve fabrikalardır. PCB içeren atık transformatör yağı genellikle yağ geri kazanım işlemlerinde atık madeni yağ ile birlikte karıştırılır, böylece geri kazanımı yapılmış bu tür yağlar düşük PCB konsantrasyonları içerir. Ayrıca, doğal gaz boru

tesisatlarındaki kondensat (nem, yoğuşma), bu tür tesisatlardaki kompresörlerde kullanılan PCB içeren yağlarla temas ederek PCB ile kontamine olmuş olabilir.

Gemicilik aktiviteleri amacıyla PCB ile kirlenmiş nehir/körfez dip çamurlarının taranması. Uzun yıllar boyunca büyük miktarlarda PCB'ler nehir, göl ve nehir ağzı dahil çeşitli su ortamlarına boşaltılmıştır. PCB'ler, fizikokimyasal özellikleri dolayısıyla sudan çok dip çamurunda birikme eğilimi gösterir. PCB'lerin sudaki konsantrasyonları genellikle göreceli düşük (<1 ng/L) olmakla birlikte, kirlenme kaynakları yakınlarındaki su ve üstündeki havada yüksek derişimler de ölçülebilmektedir. Gemi seferlerine olanak sağlamak için su dibinin taranması işlemi sonucunda 50 ppm'den yüksek düzeyde PCB ile kirlenmiş dip çamurlarının ortaya çıkması söz konusu olabilir. PCB'ler madencilik ekipmanlarında hidrolik sıvı olarak da kullanılmıştır ve bu kullanım nehir suyu ve dip çamurlarındaki PCB'lerin başlıca kaynaklarından biri olmuştur.

Ekipmanın onarılması ve kullanım dışı bırakılması. PCB içeren ekipmanın bakım ve onarımı bir tehlikeli atık kaynağı oluşturur. Herhangi bir arıza durumunda, transformatörler ya imalatçı tarafından ya da PCB içeren atıkları üretebilen tamirhanelerde onarılır. Örneğin transformatörler herhangi bir onarımdan geçtiğinde içlerinden çıkan atık yağ uygun şekilde bertaraf edilmediği takdirde yüksek derişimde PCB'ler su, toprak ve hava gibi ortamlara karışabilmektedir. Atık su şebekesine karışan PCB'ler ise uygun arıtma teknolojilerinin bulunmadığı arıtma tesislerinden etkilenmeden geçerek alıcı ortamlara verilebilmektedir. Bunun yanı sıra, en önemli PCB kaynakları arasında sanayi tesislerinde yalıtkan sıvı sızıntısı temizlenirken üretilen atık malzemeler ile transformatör ve kondansatörlerin patlaması veya aşırı ısınması yer alır. Ayrıca, PCB içeren ekipmanın gerekli önlemler alınmadan kullanım dışı bırakılması, PCB'lerin sızıntı ve döküntü biçiminde çevreye yayılmasına yol açar. Transformatörler ve elektrikli kondansatörlerin uzun servis ömrüne (yaklaşık 40 yıl) sahip olma eğilimlerini göz önünde bulundurarak, bu cihazlarda kullanılan PCB'lerin gelecekte de sorun teşkil etmeye devam etmesi beklenmektedir.

Bina yıkımı. Genel olarak, bina yıkımları sırasında büyük miktarlarda atık oluşur. Bu atıklarda PCB'ler, beton yapıların bağlantılarındaki dolgu malzemesinde, tavan kaplamalarında, yangın geciktiricilerde, floresan lamba balastlarında, mobilyalar üzerindeki kaplamalarda, suya dayanıklı duvar kaplamalarında, boyalarda, yalıtım malzemelerinde, dolgu macunlarında ve çeşitli aletlerde ve elektrikli cihazlarda kullanılan büyük ve küçük kondansatörlerde bulunur.

Atık depolarından havaya karışma veya yeraltı suyuna sızma. PCB'ler endüstriyel, evsel ve kentsel atık su arıtma çamurları veya katı atık düzenli/vahşi depolama alanlarında atık halinde bulunmaktadır. Bu sahalardan buharlaşan PCB'ler atmosfere ulaşarak veya yeraltı suyuna sızarak doğaya karışabilir. Atıklar içerisinde bulunan bu PCB'lerin pek çoğu kondansatörler gibi konteynırlar içinde kapalı tutulmaktadır veya akışmaz reçine içindedir ve içinde bulunduğu araç bozuluncaya veya hasar görünceye kadar çevreye salınmayacaktır. Bu nedenle atık depolarından PCB'lerin yayılmasının yavaş olması beklenmektedir.

Geri dönüşüm işlemleri. Çeşitli geri dönüşüm işlemleri vasıtasıyla, PCB'ler yeniden ticari akış içine girmektedir. Örneğin, atık kağıt kaynakları (karbonsuz kopya kağıdı) gıda ambalaj malzemesi olarak kullanılan kağıda veya kartona dönüştürülebilir. PCB'lerin çevreye olan diğer etkisi ise, hurda ve atık yağ geri dönüşümü yolu ile olabilmektedir. Ayrıca, pestisitlerin ve arap sabunlarının üretiminde PCB içeren geri kazanılmış maddelere rastlanmaktadır.

Yakma fırını. Endüstriyel ve evsel atıkların (örneğin, katı atık ve arıtma çamurlarının) yakılması sırasında da PCB emisyonları oluşabilir. PCB ile kirlenmiş atıkların yok edilmesi işleminde özellikle yanma sıcaklığı (1100oC üstü), kalış süresi ve türbülans açısından dikkatli bir şekilde kontrol altında tutulmalıdır.

Organik kimyasal üreten ve kullanan sanayiler tarafından kasıtsız üretim. Organik pigment, pestisit, kimyasal ve alüminyum işleyen sanayilerin bir dizi endüstriyel süreçleri

vardır ve bu süreçlerde kasıtsız (istemeden) PCB içeren malzeme üretilir. Klor, hidrokarbon ve yüksek sıcaklık (veya katalizör) bir araya geldiğinde PCB'ler ortaya çıkabilmektedir. Bu üretimin yaklaşık %90'ının 50 ppm'in altında PCB içermesi beklenir ve yaklaşık % 5 ila 10'u 50 ve 500 ppm arasında PCB ihtiva edebilir. PCB atıkları üreten faaliyetlere bazı örnekler Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. PCB Üretme Potansiyeli Olan Faaliyetler

FAALİYETLER	BULUNDUĞU YERLER
Otomatik öğütücü (shredder) kalıntıları, döküntü ^a	Atık depo alanı (evsel ve endüstriyel)
Kimyasal tesislerin kasıtsız üretimi	Endüstriyel atık depolama alanları Endüstriyel atık su akıntısı
Deniz tarama	Taranan su kütlesi ve dip çamuru
Taşıma esnasındaki dökülmeler ^b	Atık depo alanlarının yakınındaki toprak veya su; sanayi siteleri ve atık depo alanları arasındaki yollar
Kazalar/ yangınlar	Enerji dağıtım şebekeleri (örneğin, transformatörler) Sanayi siteleri Yanan binalardan kalan malzemeler
Vakumlu pompa soğutma suyu veya kondensat (nem)	Su deşarj noktaları ve sızıntı
Zemin ve ekipman temizlemeden kaynaklanan atıklar	Düzenli/ vahşi atık depo alanları
Ekipmanın onarımı ve kullanım dışı bırakılması	Onarım atölyesi zemini Atık bertaraf sahaları Ekipman onarımı veya kullanım dışı bırakılması Sanayi tesisi zemini
Bina yıkımı	Atık deposu Atık boşaltım alanları
Çeşitli geri dönüşüm işlemleri Yağın yeniden kullanımı	Ekipmanda yeniden kullanılan yağ Sanayi tesisleri Pestisit üretimi Arap sabunu üretimi Doğal gaz boru hatları (kompresörlerden) Otomobil servis istasyonları

(Kaynak: Management Plan for Polychlorinated Biphenyls (PCBs), Environment Protection Agency (epa) , 2002)

^a Otomobil ve parçalarının öğütülmesinden kalan atıklar (döşeme, dolgu malzemesi, yalıtım malzemesi, vb).

^b PCB içeren atığın bir yerden bir başka yere taşınması sırasında meydana gelen PCB sızıntısı.

8. PCB ANALİZİ

Bir madde veya ekipmanda PCB varlığını belirlemek için bir dizi analitik test ve tespit kiti mevcuttur. Örneğin, gaz-sıvı kromatografisi, ince tabaka sıvı kromatografisi ve yüksek basınçlı sıvı kromatografisi, bunlardan her biri toplam PCB düzeyi konusunda bilgi verebilir. Her bir test farklı düzeylerde kesinlik ve çözüm sunar. PCB test yöntemleri aşağıda kısaca tanımlanmaktadır.

8.1 BASİT PCB TESTLERİ

Aşağıda verilen basit testler, PCB içerme ihtimali olan ekipmanlar üzerinde uygulanabilir. Bu testler, kapalı veya yarı kapalı uygulamalardaki PCB yağlarının tespiti için kullanılır.

Çok malzeme gerektirmeyen bu testleri uygulayan kişinin uzman olması gerekmez. Testler başlangıç aşaması olarak kullanılmalıdır çünkü PCB konsantrasyonunun miktarını belirlemezler.



Şekil 13. Basit PCB Testlerine örnek

a) Yoğunluk Testi. (yağ numuneleri) Bu test PCB varlığını belirlemek için transformatör yağı ile suyun yoğunluğunu kıyaslar. PCB'ler sudan daha ağırdır, madeni

yağlar ise sudan daha hafiftir. Yağ numunesinin suyun yüzeyinde ya da dip kısmında yer almasına bakılarak PCB varlığı konusunda karar verilebilir.

Bu teste ilişkin bilgi aşağıdaki internet sitesinde bulunabilir:

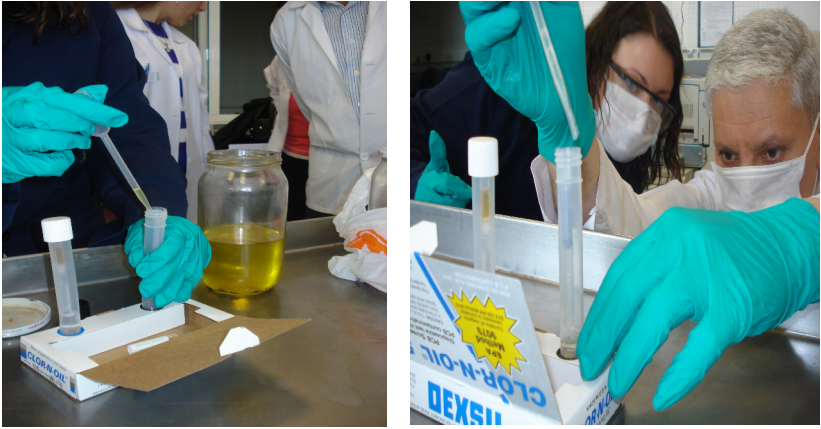
<http://www.tredi.co.nz/html/identify.htm>

b) Klor Testi. (yağ numuneleri) Bu test PCB varlığını belirlemek için transformatör yağındaki klor varlığını test eder. Gaz alevi üzerinde bakır tel üzerinde numunenin ısıtılması veya yakılmasının ardından alevin rengine bakılarak PCB varlığı belirlenebilir. Bakır tel üzerinde ısıtıldığında klor aleve yeşil renk verir. PCB’li transformatör yağları klor içerdiği ve madeni yağlar içermediği için bu renklenme PCB varlığını gösterecektir. Bu teste ilişkin bilgi aşağıdaki internet sitesinde bulunabilir: <http://www.tredi.co.nz/html/identify.htm>

8.2 TESPİT KİTLERİ VE DİĞER CİHAZLAR

Gelişmiş laboratuvar ekipmanına kolayca ulaşılabilmesi gibi durumlarda, tespit kitleri oldukça faydalıdır. Bu saha kitleri klorlu organik kimyasalların varlığını test eder ve PCB'lere özel değildir. Bu nedenle, negatif sonuçlar PCB'nin

mevcut olmadığının göstergesidir ancak pozitif sonuçlar PCB'lerin mevcut olabileceğinin göstergesidir ve diğer laboratuvar yöntemleri kullanılarak teyit edilmesi gerekir.



Şekil 14. Tespit Kitleri

- DR/2010 Taşınabilir Veri Kayıt Spektrofotometresi. (su numuneleri). Bu, arazi çalışmaları için taşınabilir, su kalitesi analizi aracıdır. Daha fazla bilgi için aşağıdaki internet sitesi ziyaret edilebilir: <http://www.hach.com>.

- Klor- N- yağ. (yağ numuneleri) Bu kit transformatör yağında PCB varlığını tespit edebilir. Bu testte klor varlığını belirlemek için renk değişimi kullanılır ve bu sayede olası PCB tespit edilir. Daha fazla bilgi için aşağıdaki internet sitesi ziyaret edilebilir: <http://www.dexsil.com>.



Şekil 15.Tespit Kitleri

- L2000 PCB/Klor Analizörü. (toprak ve yağ numuneleri) Bu kit topraktaki, transformatör yağındaki ve yüzeylerdeki PCB'leri test etmek amacıyla arazide kullanım için tasarlanmıştır. Test önce kloru organik molekülden ayıran bir reaktif ile numuneyi tepkimeye sokar. Daha sonra klor mevcudiyetinin tespiti ile numunedeki PCB konsantrasyonu

belirlenir. Daha fazla bilgi için aşağıdaki internet sitesi ziyaret edilebilir: <http://www.dexsil.com>.



Şekil 16. L2000 PCB/Klor Analizörü

- DR/800 Serisi Renkölçer. (su numuneleri) Bu cihaz, su içindeki PCB'yi (klor) kontrol edebilen küçük bir renkölçerdir. Arazide kullanım için tasarlanmıştır. Daha fazla bilgi için aşağıdaki internet sitesi ziyaret edilebilir: <http://www.hach.com>.



Şekil 17. Renkölçer

- DR/4000 UV-VIS Spektrofotometre. (su numuneleri) Bu kit su kalitesi analizi için tasarlanmıştır. Bu spektrofotometre hem manüel hem de prob ile test yapmaya olanak sağlar. Spektrofotometre, 130 Hach analiz yöntemi ile önceden programlanmış olarak gelir ancak diğer su kalite analizlerini de yapacak şekilde programlanabilir. Daha fazla bilgi için aşağıdaki internet sitesi ziyaret edilebilir: <http://www.hach.com>.



Şekil 18. Spektrofotometre

8.3 LABORATUAR ANALİTİK TESTLERİ

Bu bölümde anlatılan testler sadece konusunda uzman kişilerce yapılmalıdır. Alınan su, hava, toprak ve dip çamuru numuneleri, bünyesinde PCB yanında pek çok kirlilik barındırdığı için öncelikle amaca uygun yöntemlerle ekstraksiyon (özütme) yapılmalıdır. Amerikan Çevre Koruma

Ajansı'nın (U.S. EPA) bu konuda pek çok dökümanı bulunmaktadır. Bu dokümanlarda analiz yöntemleri detaylı olarak açıklanmaktadır. Bunlara örnek vermek gerekirse, PCB'lerin su, toprak ve dip çamurundan ekstraksiyon ve analizi için aşağıda listelenen metodlar takip edilebilir:

- Sıvı numunelerdeki PCBlerin ekstraksiyonu için: EPA Method 3535A Solid Phase Extraction-SPE (Ocak 1998): Sıvı numunelerden ekstraksiyon diski kullanılarak PCBlerin belirlenen bir çözücüye aktarılması,
- Katı numunelerdeki PCBlerin ekstraksiyonu için: EPA Method 3540C Soxhlet Extraction (Aralık 1996): PCB içeren katı numunelerin gaz kromatograf (GK) ile ölçümü öncesi Soxhlet aparatı ile ekstraksiyonu,
- Oluşan ekstraktlerin PCBler dışındaki analizi etkileyecek kimyasallardan arındırılması için: EPA Method 3630C Silica Gel Cleanup (Aralık 1996): Numunelerin GK ile ölçümü öncesi temizlenmesi,
- PCBlerin analizi için: EPA Method 8082A PCBs by Gas Chromatography (Kasım 2000): Numunelerin Gaz Kromatografi/Elektron Yakalama Dedektörü ile ölçümü

- Sahada PCBler ile kirlenmiş bölgelerin kabaca belirlenmesini sağlayabilmek için: EPA Method 9078 Screening Test Method for Polychlorinated Biphenyls in Soil: PCBlerin katı numunelerde eleme amacıyla sahada kabaca DEXSİL L2000 PCB/Klor Çözümleyici ile ölçümü.

Testler neticesinde elde edilen PCB özütlü numunelere ait sonuçlar, Aroclor, Clophen gibi ticari karışım veya tekil PCB bileşiği bazında sunulabilir. Ancak PCB kirliliğinin tayini için özütleme işleminin devamında kullanılacak uygun ölçüm yönteminin belirlenmesi gerekmektedir ve ölçüm maliyeti test sonucunun niteliğine ve niceliğine bağlıdır. Örneğin, PCB karışımları olarak (ör. Aroclor 1260 veya Clophen A60) bazında ölçüm göreceli basit ve ucuz olmakla beraber, tekil bileşik olarak analiz daha maliyetli ve zahmetli olmaktadır. Özütleme ve analiz yöntemlerine ait daha ayrıntılı bilgiye <http://www.epa.gov/waste/hazard/testmethods/sw846/online/in dex.htm> adresinden ulaşılabilir.

- a. İnce tabaka kromatografisi (İTK). (toprak ve yağ numuneleri) Bu yöntem özellikle, yağ, toprak ve ticari PCB

preparatlarındaki PCB düzeyini test etmek için kullanılabilir. Her zaman kesin sonuç vermeyebilir.



Şekil 19. İnce tabaka kromatografisi

b. Gaz Kromatografisi (GK). GK testleri, n-heksan gibi az miktardaki yağ veya uçucu solventler içindeki organik kimyasalların var olup olmadığını test ederler. Transformator yağı, bir solvent ile inceltirilerek cihazın içine enjekte edilerek analiz edilebilir. GK numuneyi buharlaştırır ve mevcut olan çeşitli organik kimyasalları ayıran uzun bir kolon vasıtasıyla püskürtür. Kolonun ucunda yer alan çeşitli dedektörler numunede mevcut olan her bir kimyasalın miktarına orantılı olarak bir sinyal üretirler. Örneğin elektron yakalama dedektörleri klorlu kimyasalların varlığına çok duyarlıdır ve mevcut olması muhtemel klorsuz kimyasallara tepki vermediği

için genellikle PCB analizlerinde kullanılırlar. Ktle spektrometresi dedektörleri GK ile ayrıştırılamayacak farklı kimyasalları ayırt eder ve bu nedenle PCB dışında pek çok kimyasalın mevcut olduğu numuneleri analiz etmek için veya belirli PCB bileşiklerinin varlığının analizi için kullanılabilir.



şekil 20. Gaz Kromatografisi

c. Gaz/ Sıvı Kromatografi/ Elektron Yakalayan Dedektör. (hava numuneleri) Bu yöntem, PCB'yi absorbe eden bir malzeme üzerinden havayı geçirerek hava numunesindeki PCB konsantrasyonunu analiz edebilir. Absorbe edilen PCB derhal malzemeden geri alınır ve elektron yakalayan gaz-sıvı kromatografisi elektron yakalama dedektörü yardımıyla

kullanılarak yeni karışım analiz edilir. Sonuçlar standart bir PCB konsantrasyon eğrisi ile kıyaslanır. Kapalı bir ortamdaki, örneğin PCB'lerin dökülebildiği bir binada, hava numunesi test ediliyorsa bu yöntem kullanılabilir.

d. Dolgulu Kolon Gaz kromatografisi/ Elektron Yakalama Dedektörü. (dökülen sıvı ve transformatör yağı numuneleri) Elektron yakalama dedektörü sahip dolgulu kolon gaz kromatografisi (GK/EYD) hassas ve masrafsız bir testtir. Bu prosedür sıvının döküldüğü alandan alınan numunenin, transformatör yağının ve diğer benzer araçların analizinde kullanılabilir.

e. İnce Kolon Gaz Kromatografisi. (katı ve sıvı numuneler) Bu yöntem katı ve sıvı özümlerde PCB konsantrasyonunu belirlemek için kullanılır. İnce kolonlar elektron yakalama dedektörleri veya elektrik ileten dedektörler ile birlikte kullanılabilir. Bu yöntem daha hızlıdır ve daha iyi çözüm sağlar. Ayrıca, dolgulu kolon gaz kromatografisinden daha seçicidir. Bu yöntem katı veya sıvı döküntüsünün olduğu alanda veya muhtemelen transformatör yağı veya diğer elektrikli ekipmanların sıvılarını test etmek için kullanılabilir.

f. Gaz Kromatografi/ Hall Elektrik İleten Dedektör. (yağ ve sıvı numuneler) Bu yöntem, atık yağ, hidrolik sıvı, kondansatör sıvısı ve transformatör yağı içindeki PCB'yi seçici bir şekilde tespit eder. Hall elektrik iletken dedektörüne sahip gaz kromatografisi, elektron yakalama dedektöründen daha düşük hassaslıkta sonuç verir.

g. Gaz Kromatografi/ Kütle Spektrometresi. Bu yöntem PCB'lerin belirli şekilde tespit edilmesini sağlar. Ancak bu yöntem genellikle, yukarıda bahsedilen diğer birkaç yöntemle kıyasla düşük düzeydeki PCB karşısında daha az hassastır, uygulanması zordur ve nispeten pahalıdır.



Şekil 21. Gaz Kromatografi/ Kütle Spektrometresi

h. Termal Ekstraksiyon/ Gaz Kromatografi/ Kütle Spektrometresi (TE/GK/KS). (toprak, çamur ve katı numuneleri) Bu yöntem toprak, çamur ve katı atıklardaki PCB'lerin hızla belirlenmesini sağlar.

9. PCB'LERİN SAĞLIK VE ÇEVRE ÜZERİNE ETKİLERİ

Aromatik yapıları, klor içermeleri, vücutta birikim yapmaları nedeni ile PCB'lerin riskli kimyasal maddeler olduğunu söylemek mümkündür. Bununla birlikte tamamen kapalı sistemlerde kullanıldığında insanlar üzerinde ve çevrede olumsuz etkileri bulunmayabilir. Olumsuz etkileri; PCB ile kirlenmiş yiyecek ve içeceklerin tüketilmesi, PCB'li ortamlarda bulunulması, koklanması, yutulması veya deriyle teması halinde ortaya çıkmaktadır. Uygun olmayan ve tam yanmanın sağlanamadığı koşullarda yakıldıklarında ortaya çıkan yanma ürünleri furanlar (PCDF) ve dioksinler (PCDD) PCB'ler den daha zararlı etki yaratmaktadır.



Şekil 22. Dioksinler, furanlar ve PCB'ler

ABD'nin, Vietnam Savaşında yoğun ormanlık alanların yok edilmesi amacıyla kullandığı ve bir ot öldürücü (herbisit) olan AGENT ORANGE (2,4-T+2,4,5-T) içerdiği dioksin kirliliği nedeniyle 125 kg 2,3,7,8-tetraklorodibenzodioksin (TCDD) açığa çıktığı tahmin edilmektedir. Bu miktar TCDD den başta asker ve çevre halkından yaklaşık 1.650.000 kişinin etkilenmiş olduğu hesaplanmaktadır.

TCDD maruziyet sonucu başta klorakne olmak üzere porfiria, karaciğer hasarı, polinöropati, psikolojik şikayetler bildirilmiştir. Her ne kadar bu konudaki epidemiyolojik çalışmalar tam değilse de TCDD'nin en potent kansere neden olan kimyasalların başında gelmesinden dolayı bu bölge insanı ve savaşan askerlerde kanser vakalarında artışlar bildirilmiştir. Ayrıca bu bölgedeki binlerce sakat doğumdan yine TCDD sorumlu tutulmaktadır.



Şekil 23. PCB maruziyeti sonucu ortaya çıkan teratojenik (sakat doğum) etkilere örnekler



Ukrayna muhalefet lideri Yushchenko'yu zehirleyen dioksinler insanoğlu tarafından şimdide kadar üretilmiş olan en zehirli kimyasal maddelerden biridir. Dioksin grubu maddelerle zehirlenildiğinin en tipik belirtilerinden biri özellikle cilt üzerinde kızarıklıklar, lekeler ve akneler meydana gelmesidir (klorakne).

İnsanların konsantre PCB bileşiklerine kaza yolu dışında maruz kalabilecekleri oldukça az yol mevcuttur. En yaygın maruziyet yolları; besinler, yüzey toprakları, içme suyu ve yer altı suyu, kapalı ortam ve çalışma yerleridir. Yağlı beslenme, süt ve süt ürünleri ve balık tüketimi PCB maruziyetinin ana kaynağını oluşturmaktadır. Maruziyet başlıca oral, deri ve inhalasyon yoluyla oluşmaktadır. PCB'lere toplam günlük insan maruziyetinin %90'dan fazlasının süt ürünleri, kırmızı et ve balık gibi besinlerle oluştuğu bilinmektedir.

Bu maddeler insanların yağ dokularında birikme özelliğine sahiptirler ve çoğunlukla doğası gereği anne sütüyle atılım yollarından biri olması özellikle yeni doğanlar açısından risk taşımalarına neden olabilir. Dünya tarihinde PCB'lere maruziyeti artıran iki büyük kaza olmuştur. Bunlardan birincisi

Japonya’da 1968 yılında, Kenoklor 400 ile kontamine olmuş besinlerin tüketilmesi ile 1863 kişinin etkilendiği Yusho Kazası’dır. Kazada görülen en belirgin akut toksisite semptomu kloraknedir. Bunun yanı sıra göz kapaklarında şişme, tırnaklarda ve deride renk değişimi, bulantı kusma gözlenmiştir. Kazaya bağlı açıklanan ölüm sayısı 149 olarak bildirilmiştir. Hastaların ölüm nedenleri, mide kanseri, karaciğer kanseri, akciğer neoplazması olarak açıklanmıştır. Diğer bir kaza da 1979 yılında Tayland’da ısı transfer ortamı olarak kullanılan PCB’ler ile kontamine olmuş besinlerin tüketilmesi ile meydana gelen ve 2061 kişinin etkilendiği Yu-Cheng Kazası’dır. Kazada görülen klinik belirtiler ve latent süre Yusho Kazası ile benzerlik taşımaktadır.

PCB’lerin yüksek lipofilik doğası ve biyolojik bozunuma karşı dirençleri, bu kimyasal maddelerin organizmaların yağ dokularında birikmelerine ve besin zinciri aracılığıyla biyomagnifikasyonlarına olanak tanımaktadır. İnsanların besin zincirinin en üst noktasında bulunması nedeniyle, bu bileşikler insan yağ dokularında ve anne sütü yağında yüksek düzeylerde tespit edilmektedir. Biyolojik birikim yapabilme özellikleri ve toksisitelerinden ötürü

PCB'lerin pek çok amaç doğrultusundaki kullanımı 1970'li yılların başlarından bu yana ülkelerin büyük çoğunluğunda sınırlandırılmış veya yasaklanmıştır.

Türkiye'de PCB'lerle ilgili yağ, anne sütü ve yağ doku (adipoz) üzerinde yapılan toksikolojik çalışmalarda, literatürdeki diğer ülke verileri ile karşılaştırıldığında ortalamaların genel olarak altında, ancak ölçülebilir düzeyde PCB varlığı tespit edilmiştir. Çok ve Şatıroğlu (2004) tarafından yapılan araştırmada adipoz dokuda (n=29) yüksek miktarda PCB 52 ve 101 bileşiği ölçülmüştür. Bunlara ek olarak Erdoğan ve ark. (2004) tarafından Kahramanmaraş'ta anne sütünde (n=37), Çok ve ark. (2003) tarafından Ankara'da anne sütünde (n=32) yapılan çalışmalarda ölçülebilir miktarda PCB'ler tespit edilmiştir. Son olarak 2009 yılında Çok ve ark. tarafından Türkiye'nin 5 ayrı ilinden (İstanbul, Ankara, Antalya, K.Maraş, Afyon) sağlanan anne sütlerinde PCDD/F ve PCB miktarlarının belirlenmeye yönelik çalışmada beş ilde ortalama WHOPCB-TEQ 3.1 pg/g yağ olarak belirlenmiştir. Bu beş ilde en düşük WHOPCB-TEQ değeri Afyon (1.88 pg/g yağ) ilinde en yüksek WHOPCB-TEQ değeri Antalya (3.91 pg/g yağ) ilinde elde edilmiştir.

Poliklorlu bifenillerin bir kısmı “dioksin benzeri” toksik etkiler gösterirler. Bu PCBler Toksik Eşdeğerlik Faktörü (TEQ) ile değerlendirilirler. Bu değer ile dioksin-benzeri PCB bileşiklerinin göstermiş oldukları toksisite 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) in göstermiş olduğu toksisite ile ilişkilendirilmekte ve dioksinler gibi değerlendirilmektedirler. Yurdumuzdaki dioksin benzer PCB bileşiklerine ait insandaki düzeylerine ait ilk sonuçlar Çok ve ark. (2007) tarafından Ankara’da yaşayan 45 erkeğin yağ dokuları üzerinde Yüksek Çözünürlüklü Gaz Kromatografisi/Yüksek Çözünürlüklü Kütle Spektrometresi (HRGC/HRMS) kullanılarak analiz edilmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda Ankara’da yaşayan erkeklerde yağ dokusunda dioksin-benzeri PCB bileşiklerine (PCB 77, 81, 126, 169, 105, 114, 118, 123, 156, 157, 167, 189) ait WHOPCB TEQ düzeyleri 1,1-16,4 pg/g, yağ aralığında değişiklik gösterdiği hesaplanmıştır. Bu çalışma sonucunda, insanlardaki dioksin-benzeri PCBler tarafından oluşturulan kontaminasyonun genellikle endüstrileşmiş ülkelerde saptanan düzeyden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca, PCB'li maddelerin akarsu, göl, v.b. yerlere boşaltılmaları sonucu balıklarda birikim yaptığı, balıkların tüketilmesi sonucunda PCB'ler vücutta özellikle yağ dokusunda biriktiği ve yukarıda belirtilen rahatsızlıkların yaşandığı belirlenmiştir. Telli-Karakoç ve ark. (2002) İzmit körfezinden elde edilen deniz suyu ve midyelerde özellikle non-orto PCB bileşiklerinin varlığına dikkat çektikleri çalışma çevre örneklerinde Türkiye'deki ilk ve önemli bir çalışma olarak dikkati çekmektedir. Erdoğan ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada Kahramanmaraş'ın baraj gölündeki balıklarda ve Coelhan ve Barlas (2006) tarafından yapılan çalışmada ise Marmara denizindeki çeşitli balık türlerinde ölçülebilir miktarda PCB'ler olması bu kirleticilerin yaygınlığına işaret etmektedir. Ayrıca, yapılan araştırmalar sonucunda PCB'lerin uygun olmayan koşullarda yakılması sonucu açığa çıkan gazlara maruz kalındığında derinin, sinir sisteminin, sindirim sisteminin ve solunum sisteminin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir.

Özellikle PCB'li trafoların bakım, onarım işlerinin yapıldığı çalışma ortamlarında, binaların elektrik tesisatlarında ve elektrik üretim sistemlerinde ve atık depolama alanlarında

alışan işçilerin ve bunlara yakın alanlarda yaşayan halkın bu maddeye daha yüksek oranda maruz kaldıkları belirlenmiştir. İşçiler üzerinde yapılan alışmalar PCB'nin akciğerler, burun ve diğer solunum organlarında irritasyona (tahriş), gastrointestinal rahatsızlıklara, kan ve karaciğerde değişiklikler ve depresyona neden olduğunu ortaya koymuştur.

Son on yılda PCB bileşiklerinin vücudun doğal hormonları gibi davranarak endokrin sistemi üzerine etkili oldukları ve bunun sonucunda üreme sistemi üzerinde yarattığı toksik etkiler dikkati çekmektedir. Her ne kadar PCB'lerin üreme üzerindeki etki mekanizmaları tam olarak aıklanamamışsa da özellikle erkek üreme sistemi üzerindeki etkileri bu konuda araştırmaların yoğunlaşmasına neden olmuştur. Tüm dünyada giderek azalan sperm sayısı ve kalitesi gibi etkilerden PCB bileşiklerinin de içinde bulunduğu ksenostrojen olarak adlandırılan bir grup kimyasal sorumlu tutulmaktadır. Ayrıca kadınlarda görülen endometrioze sorumlularından biri olarak gene PCB bileşikleri gösterilmektedir.

Dünya Sağlık rgt Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) 1987 yılından günümüze PCB'lerin insanlarda

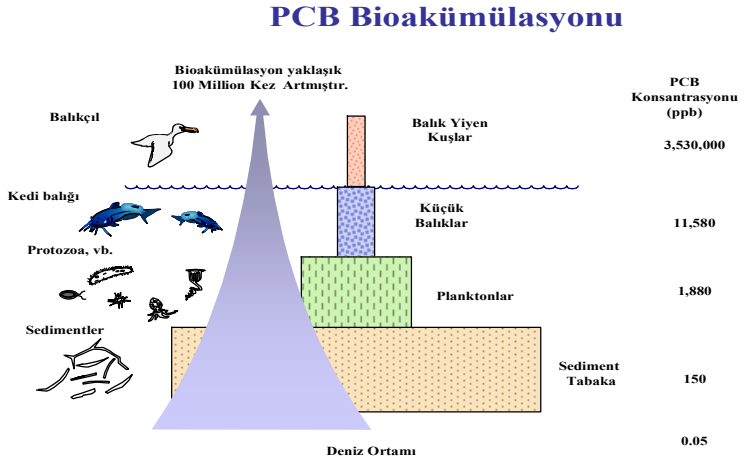
karsinojenik etkili olduğunu varsaymakta ve PCB bileşiklerini 2A ‘İnsanlarda Karsinojenik Etki Olasılığı Bulunanlar’ grubunda değerlendirmektedir. Diğer yandan EPA (Çevre Koruma Ajansı)(1996) PCB’lerin ‘muhtemel insan karsinojenleri’ olduklarından şüphelenmektedir.

PCB’lerin kalıcı organik kirletici olarak sınıflandırılmalarına neden olan 4 temel özelliği mevcuttur. Bunlar;

- Yüksek oranda toksiktir, yani çevre ve insan sağlığı için zararlı ve tehlikelidir.
- Kalıcı, doğada ve bulundukları yerlerde daha az zararlı formlarına dönüşmeleri için oldukça uzun süre geçmesi gerekmektedir.
- Kullanıldıkları bölgelerde kolayca buharlaşabilme ve atmosferde uzun mesafeler boyunca taşınabilme özelliğine sahiptir.
- Ayrıca atmosfer aracılığıyla sulara karışmakta, tatlı ve tuzlu suların hareketi ile (yer altı suları da dahil) taşınmaktadırlar.

Sonuç olarak, dünya üzerinde hiç kullanılmadıkları, yerleşim bulunmayan ve insanlara çok uzak bölgeler dahil oldukça yaygın bir dağılım göstermektedir.

PCB'ler organizmalarda özellikle yağ içeren dokularında birikim yapma ve karasal ve sudaki besin zincirleri boyunca aktarılma eğilimine sahiptir.



Şekil 24. PCB Bioakümülayonu

PCB ve PCT'ler bozunmaya karşı oldukça dirençli oldukları için çevrede uzun süre kalma eğilimi göstermektedirler. Suda çözünmezken, yağda çözünürlükleri

çok yüksek olduğu için canlı organizmaların yağ dokularında birikirler. Çevre üzerindeki olumsuz etkileri kuş ve deniz memelileri üzerinde yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Özellikle kuş ve deniz memelilerinin üreme sistemi üzerinde olumsuz etkileri olduğu saptanmıştır.

10. ACİL DURUMLARDA ALINACAK ÖNLEMLER

PCB içeren maddelerin taşınması sırasında sağlık ve güvenlik tedbirlerinin alınması büyük önem taşır. Aşağıda alınması gereken önlemlerden bahsedilmektedir.

10.1 PCB İLE KONTAMİNE OLMUŞ SIVILARIN VE EKİPMANLARIN BULUNDUĞU ORTAMLARDA ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER

10.1.1 SAĞLIK TEDBİRLERİ

PCB içeren sıvıları ve PCB ile kontamine olmuş maddeleri taşıyanların aşağıdaki tedbirleri alması gerekmektedir:

a) Çalışma alanında yeterli havalandırmanın sağlanması.

b) PCB'lerin bulunduğu ortamda kesinlikle sigara içilmemesi,

c) Tamamen koruyucu kıyafetlerin giyilmesi:

- Kimyasal maddelere dayanıklı tulum,
- Kimyasal maddelere dayanıklı eldivenler,
- Botlar veya galoşlar,
- Koruyucu maske.

PCB maruziyetinin semptomları arasında klorakne (klorlu hidrokarbonların yol açtığı ve deride akneye benzer döküntülerle beliren hastalık), gözde tahriş, baş dönmesi, baş ağrısı ve boğaz ağrısı yer almaktadır.

A.B.D İş Güvenliği ve Sağlığı İdaresi, OSHA tarafından belirlenen maruziyet limitleri (TWA: 8 saatlik referans zaman dilimine göre ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlık ortalaması)

- % 42 klor içeriğı için (örneğin; Aroklor 1242): TWA: 1 mg/m³ (deride)
- % 54 klor içeriğı için (örneğin; Aroklor 1254): TWA: 0,5 mg/m³ (deride)

Eğer PCB’li sıvı dökülürse, bu dökülen malzeme daha sonra uygun bir şekilde bertaraf edilmek üzere çelik variller içine yerleştirilerek emici malzemelerle muhafaza altına alınmalıdır. Bu işle uğraşan personelin aşağıdaki ilk yardım önlemlerini almış olması gerekmektedir:

- Eğer PCB’ler gözle temas ederse, gözler derhal 15 dakikadan az olmamak kaydıyla bol su ile yıkanmalı ve tıbbi yardım alınmalıdır.
- Eğer PCB’ler deri ile temas ederse, derhal kontamine olan giysi çıkartılmalı ve maddeden etkilenen deri sabun ve su ile yıkanmalıdır.
- Eğer yutulursa, ağız birkaç defa temiz su ile yıkanmalı, su içilmeli ve tıbbi yardım alınmalıdır.
- Eğer solunursa, temiz havaya çıkılmalı ve tıbbi yardım alınmalıdır.

10.1.2 KİŞİSEL KORUYUCU EKİPMAN (KKE)

PCB’den kaynaklanabilecek temel tehlike deri absorpsiyonu olduğu için, tulum, bot, galoş, eldiven ve gözlük

gibi tüm kişisel kıyafetlerin seçimine özellikle özen gösterilmelidir. PCB'ler çoğu maddeye nüfuz edebilmektedir, ancak doğal kauçuk gibi bazı maddeler PCB'yi özellikle geçirir ve bu nedenle de koruyucu kıyafet olarak kullanılması uygun değildir. Kimyasallara karşı dayanıklı florlu kauçuk veya elastomerler daha uygundur ve lamine malzemeler PCB'lere karşı en iyi korumayı sağlar.

Hiçbir malzeme PCB'lere karşı tam geçirimsiz değildir ve bu nedenle de tüm KKE'nin düzenli olarak değiştirilmesi için gerekli düzenlemelerin bulunduğundan emin olmak gerekir.

Koruyucu ekipmanın tedarikçisi, bu ekipmanın PCB'ye karşı etkin koruma görevini ne kadar süreyle yerine getirebileceği konusunda bilgi verecektir. Bu süre, koruyucu ekipmanın PCB'ler ile temasının sıklığına ve süresine bağlıdır ve bir kullanımından diğerine değişiklik gösterebilir. Tedarikçinin farklı uygulamalar için farklı etkin kullanım süreleri verebilmesi ve yıpranma gibi diğer faktörler için bu sürenin değiştirilmesine gerek olup olmadığını belirtmesi gerekir.

Eğer lastik bot kullanılıyorsa, botların düzenli olarak değiştirilmesi ve bot içine ve dışına giyilecek atılabilir galoşlar ile ayakların daha iyi korunmasının sağlanması gerekmektedir.

Laboratuar çalışmaları için cilde temasa karşı koruma için laboratuar tutumları ve uygun atılabilir eldivenler gereklidir. Eğer toz veya duman oluşma tehlikesi varsa (örneğin ısıtma ile), bu durumda bir çeker ocak kullanılması tavsiye edilmektedir. Kirlenmiş olması muhtemel tüm koruyucu ekipmana PCB atığı muamelesi yapılması ve buna göre bertaraf edilmesi gerekmektedir.



Şekil 25. Kişisel Koruyucular

10.1.3 HAVALANDIRMA

Yeterli havalandırma, PCB buharı veya aerosol katmanlarının oluşmasına engel olacaktır. Mekanik havalandırmanın gerekli olduğu yerlerde, uygun filtreleme donanımının bulunması sağlanmalıdır. Çevrenin kirlenmesine engel olmak amacıyla, bu filtreler iki aşamalı olarak (önce bez veya elektrostatik bir filtre, ve daha sonra da aerosolu ortadan kaldıracak aktif karbon filtresi) kullanılabilir.

10.1.4 SOLUNUM KORUYUCU EKİPMAN

PCB'li çalışma ortamlarında özellikle aşağıdaki durumlarda solunum koruyucu ekipman kullanılması gerekmektedir:

- Yeterli havalandırma sağlanamayan çalışma ortamlarında;
- Yapılan işin daha az klorürlü, daha fazla uçucu PCB bileşiklerini gerektirdiği durumlarda veya

- Yapılan işin sonucunda aerosol oluşması durumunda ve sıcaklıkların çok yüksek olduğu yerlerde.

İşçilere yeterli koruma sağlayacak solunum koruyucu ekipman seçilmelidir. Eğer çalışanlar, kontamine bir alanda çok kullanımlık solunum koruyucu ekipman kullanıyorsa, çalışanların yüzlerine gelen PCB'lerle solunum koruyucu ekipmanlarının kontamine olabileceğinin bilincinde olması gerekir. İşçilerin bu ihtimallerin farkında olması ve solunum koruyucu ekipmanlarını düzenli olarak temizleyerek ve bunların bakımını yaparak bu risklerin nasıl en aza indirilebileceği konusunda bilgilendirilmeleri sağlanmalıdır. Tek kullanımlık gaz maskeleri artık geliştirilmeye başlanmıştır.

10.2 ÇEVRESEL İZLEME

PCB'lerin kullanıldığı çalışma alanlarında klorürlü solvent seviyelerinin izlenmesi gereklidir. Bu solventler PCB değildir, daha çok PCB'lerle birlikte kullanılan klorürlü hidrokarbonlardır. Solventler atölye ortamında belirlenen alarm

seviyesine (örneğin 20 ppm) ayarlanmış olarak otomatik ve sürekli olarak izlenirler.

Ayrıca, periyodik olmayan kontrollerin yapılması için daha ucuz ve manüel bir sistemin kullanılması da mümkündür. Bu cihazlar, klorürlü buhar bulunması durumunda renk değiştiren test tüpleridir. Belli bir akış oranında cihaz aracılığıyla hava numuneleri alınır.

Ortamdaki havada bulunan PCB'lerin ölçümü teknik olarak mümkündür, ancak titizlik gerektiren bir işlemdir ve iki adımda gerçekleştirilmesi gerekir: numune alma ve ardından uygun donanımına sahip bir laboratuarda analiz.

10.3 SIZINTI VE DÖKÜLMELER

10.3.1 ACİL DURUMLAR

PCB'lerin taşınması sırasında beklenmeyen bir kaza, sızıntı veya dökülme durumunda, derhal bazı acil müdahale önlemlerinin alınması gerekir. Öncelikle yetkisi olmayan kişilerin alana yaklaşmasını önlemek için bazı önlemler alınmalıdır.

Eğer bir araçtan veya hasar görmüş veya dökülmüş bir konteynirdan sıvı PCB sızıntısı oluyorsa, sürücüler ve/veya güvenlik personelinin sıvıların yayılmasını önlemeye çalışması gerekir. Mümkün olan her yerde dökülen maddenin kanalizasyon, nehir ve diğer su kütlelerine ulaşması engellenmelidir. Sürücünün en kısa zamanda tesisteki sorumlu kişiye durumu bildirmesi gerekir. Dökülen sıvı tamamen temizlenmeden araç başıboş bırakılmamalıdır.

Eğer araç sürücüsü yaralanmışsa, acil durum ekibinin taşınan tehlikeli madde türlerini belirleyebilmesi için taşıma formlarından faydalanması gerekir. Taşıma formlarının şoförün koltuğunda veya yan kapıdaki bölmede bulundurulması gerekir. Herhangi bir kaza durumunda, zamanında ve uygun biçimde yapılacak bir müdahale küçük bir kazanın gerçek bir felakete dönüşmesini engelleyebilir.

PCB'lerin taşınması, muhtemel döküntü veya sızıntılar için en yüksek risk taşıyan alanlardan biridir. Genellikle sorun, aracın yüklenmesi ve boşaltılması esnasında ortaya çıkar. Yükleme alanlarında dökülmeye karşı yeterli müdahale malzemesinin bulunması ve dökülmeye karşı önleyici tedbirlerin alınması ve ihtiyaç duyulması durumunda

kullanılmak üzere temizleme malzemelerinin bulunması gerekir.

10.3.2 TRANSFORMATÖRLERDEN KAYNAKLANAN SIZINTILAR

Bir transformatör veya kondansatörden PCB sıvısı dökülmesi durumunda, aşağıdaki önlemlerin alınması gerekir:

- 1) Kazanın bildirilmesi üzerine personel derhal duruma müdahale etmelidir.
- 2) PCB'lerin ortamdan uzaklaştırılması ile uğraşan tüm personel giysilerinin PCB'lerle kontamine olmasına engel olmak amacıyla kişisel koruyucu kıyafet giymeli ve koruyucu ekipman kullanmalıdır.
- 3) PCB sıvısının rögar, kanalizasyon, drenaj kuyuları veya su akışının olduğu diğer yerlere ulaşmasının önüne geçilmesi son derece önemli bir konudur. Personelin dökülen PCB sıvısını kontrol altına almak için sıvının yönünü çevirme ve set yapma (istinat duvarlarının kullanılması) da dahil kendilerine açık olan her türlü seçeneği uygulaması gerekmektedir. Suyun civardaki sulama sistemleri gibi kaynaklardan kontamine alana

akışı önlenmelidir. PCB’li sıvıların akışını durdurmak veya hızını kesmek ve zaten akmış olanları alanda kontrol altına almak için makul her türlü çaba sarf edilmelidir.

4) Eğer dökülen PCB sıvısı, akan sulara, sel suyu kanallarına ya da erişilmesi zor bir alana ulaşmışsa, döküntü alanına ilk ulaşan personel acil durum prosedürlerini derhal başlatmalı ve aynı zamanda daha fazla kontamine sıvının su veya topraklara ulaşmasını önleyecek tedbirleri uygulamaya başlamalıdır.

5) Dökülen materyal, tamamen temizlenip ortadan kaldırılıncaya kadar yayaların ve araçların kontamine olmuş alana girişini önlemek amacıyla bu alan etrafına barikatlar kurulmalıdır.

6) Yağ emici malzemeler (absorban) genellikle faydalı bir temizleme aracıdır. Kullanılması durumunda, kontamine olmuş alan üzerine yayılmalı ve en az bir saat süreyle veya tüm PCB sıvılarının emilmesini sağlayacak kadar uzun süre alan üzerinde bekletilmelidir.

7) Dökülen sıvıların emilmesinin ardından, emici materyal ve beraberinde kontamine olan tüm topraklar, bu amaç için sağlanmış çelik konteynırlar içine yerleştirilmelidir.

8) Dökülen sıvılara maruz kalan tüm yüzeyler, trikloretan gibi etkili bir çözücü içeren bezlerle temizlenmelidir.

9) Kontamine olan her türlü çelik yapı, ahşap raflar ve kablo tablaları da çözücü ile tamamen temizlenmelidir. Bu yapılar üzerindeki PCB dökülmesi ile kontamine olmuş olabilecek ama çıkarılmamış tüm ekipman da aynı şekilde temizlenmelidir. Döküntü alanında ekipman, araç, vb.nin daha fazla kontamine olmasına engel olmak amacıyla çözücü kullanılırken çok dikkatli olunmalıdır.

10) Kontamine olmuş olabilecek tüm yapılar, binalar, özel araçlar, vb. çözücü ile temizlenmelidir (çözücünün aracın cilasına zarar vermemesine dikkat ederek). Çözücü veya PCB'nin herhangi bir kanalizasyon veya drenaj sistemi içine girmesine engel olmak amacıyla gerekli tüm tedbirler alınmalıdır.

11) Aletler, kıyafetler, botlar ve diğer ekipman da dâhil kontamine olmuş tüm malzeme ya uygun olan yerlerde bir solvent ile tamamen temizlenmeli ya da bu iş için özel olarak tasarlanmış çelik konteynırlar içinde imha edilmelidir.

12) Tüm variller etiketlenerek depolanmalı veya etiketlenerek araca yüklenmelidir. Daha fazla dökülmeyi önlemek amacıyla variller dikkatle korunmalıdır.

13) Varilleri taşıyan araç, nakliye prosedürlerine göre etiketlenmelidir.

14) Nüfus yoğunluğu olan alanlardaki büyük çaplı dökülmelerde, dökülen PCB yağı ve tüm temizlik malzemeleri alandan tamamen kaldırıncaya kadar çevrede yüksek derecede güvenlik tedbirlerinin alınması gereklidir.



Şekil 26. PCB'lerin ortamdan uzaklaştırılması

11. ARINDIRMA VE BERTARAF YÖNTEMLERİ

11.1 PCB İÇEREN EKİPMANLARIN ARINDIRILMASI

1. Mevcut En İyi Teknikler: (BAT) PCB içeren ekipmanları arındırmak için mevcut en iyi teknikler; soğuk durulama, çözücülerin vakum damıtma ile temizlenmesi, ekipman kasasını açarken yüksek sıcaklıklardan kaçınmak için düşük hızda testere ile kesme gibi tekniklerdir.



Şekil 27. PCB içeren ekipmanların arındırılması

UNEP, Basel Sözleşmesi Sekreterliği tarafından PCB ve diğer KOK atıklarının bertarafı ile ilgili olarak bir çalışma yapmış ve bu çalışmada içerdiği PCB konsantrasyonuna ve büyüklüğüne göre transformatörlere nasıl müdahale

edileceğinden bahsetmektedir. Bu bilgiye www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/TM-A.pdf sitesinden ulaşılabilir.

2. Parçalara Ayırma: İşlemin başlangıcında, PCB içeren sıvı, yoğun bir temizlik prosedüründen geçecek olan katı materyallerden ayrılır. İşlem tamamlandığında, yeniden kullanılabilir ikincil katı materyallerin PCB düzeyleri ortalama 5 ppm' den az olmalıdır. İşlem sonunda PCB içeren sıvı ve yağ yakılır ya da sodyum ile kimyasal reaksiyon görür.

3. Yıkama:

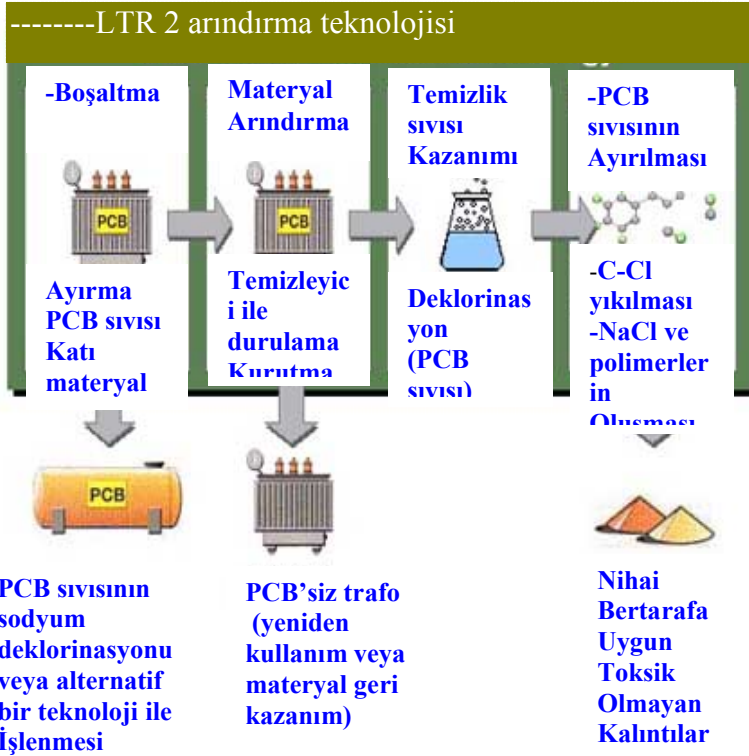
LTR² = Low (Düşük) Temperature (Sıcaklık) Rinsing (Durulama),

R² = Yeniden kullanım + İyileştirme

LTR² teknolojisi, PCB içeren transformatörlerin kirliliklerinin bertarafını sağlayan, yanma işlemi içermeyen ve etkisi kanıtlanmış bir teknolojidir.

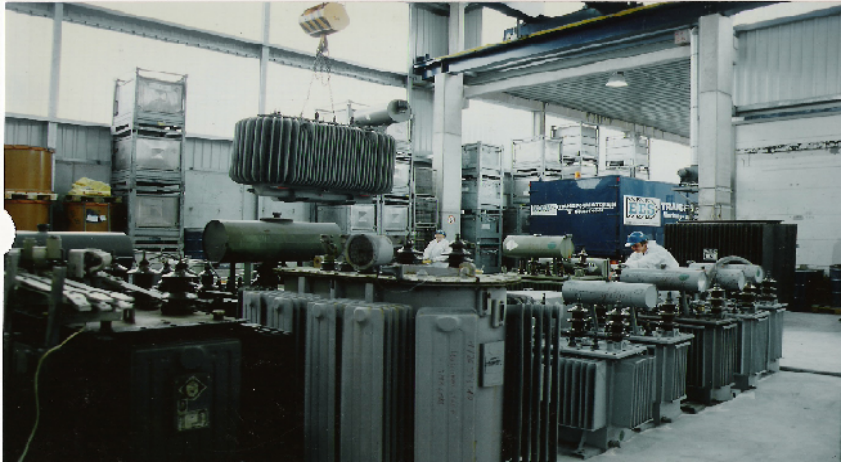
Bu teknoloji, yeniden kullanımlara yönelik olarak günümüze kadar Askarel ile doldurulmuş transformatörler de dahil olmak üzere arındırma öncesi farklı düzeylerde PCB

kirliliğine sahip transformatörleri arındırarak yeniden kullanılmalarına olanak sağlamıştır. Ayrıca transformatörlerdeki PCB içeriği minimuma düşürülerek diğer tüm inorganik aksamalar da birbirinden ayrılmıştır.



Şekil 28. LTR ² Arındırma Teknolojisi

4.Katı PCB Atığının Arındırılması: PCB sıvısının arındırılmasının ardından transformatörde kalan PCB kirlilikleri (özellikle transformatör çekirdeği ve sargılarda kalan) temizleyici bir sıvı yardımıyla, uygun ve güvenli koşullar altında giderilir. Transformatörler, yasal olarak izin verilen miktarın altında PCB içerecek şekilde arındırılır ve böylece tekrar kullanıma alınabilir.



Şekil 29. PCB içeren ekipmanların arındırılması

5. Metal Geri Kazanımı: PCB içeren transformatörler boşaltılır (izolasyon sıvıları) ve çözücü kimyasallar kullanılarak temizlenir. Temizleme sürecinin ardından, transformatör açılır ve parçalara ayrılır. Bakır ve alüminyum sargılar yalıtıcı materyallerinden çıkarılır.

Bakır, alüminyum ve metal levhalar metal şirketleri tarafından güvenli şekilde tekrar kullanılabilmesi için, temiz çözücülerle durulanır (ve ekonomik değerleri açısından yeniden kaplanır). Vakum damıtma yöntemi ile çözücü, PCB'den arındırılır. PCB ile kirlenmiş sıvı hacmi minimuma indirilir (damıtmadan kalan miktar) ve bu, PCB içeren transformatörden alınan PCB yağı ile birlikte toplanır ve içindeki klorür alınmak üzere kimyasal bir sürece tabi tutulur. Bu klorür, yeni ürünlerin imali için hammadde olarak kullanılabilir. PCB içeren transformatörler için bu süreç kapsamındaki geri kazanım oranı yaklaşık % 95 dir. Sadece toplam materyalin yaklaşık % 5' ine karşılık gelen yalıtım materyalleri yüksek ısıda yakılarak bertaraf edilir.

6. Otoklav: Düşük kaynama noktasına sahip bir çözücü (hexane, butane gibi) yardımıyla PCB ile kirlenmiş materyalin

PCB'den arındırılmasını içeren bir dekontaminasyon prosesidir. Kapasitörlerde bu proses uygulanırken öncelikle parçalanmış materyal basınçlı odaya yerleştirilir ve solvent ve vakum yardımıyla PCB'den arındırılır. Transformatörlerde ise öncelikle transformatör boşaltılır. Yağ ve seramik, tahta ve karton parçaları hariç diğer kısımları (alüminyum, bakır ve çelik) parçalanıp otoklava konulur. Böylelikle materyaller PCB'lerden arındırılmış olur. Bu yöntem hem sabit hem mobil olarak kullanılabilir.

(www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/TM-A.pdf).

11.2. PCB ATIKLARININ BERTARAFI

1.Yakma: Yakma işlemi, katı ve sıvılardaki organik kirleticileri, bu bileşenleri buharlaştırmak ve yok etmek üzere, yüksek ısı kullanarak bertaraf etme işlemidir.

2. Kimyasal Dehalojenasyon yada Deklorinasyon (BCD): Bu yöntemde, organik moleküllerden PCB klor atomlarını ayırmak amacıyla, kimyasal tepkimelerden

yararlanılır. Bu yöntem genellikle mobil bir teknoloji olarak kullanılır ve hem PCB ile kirletilmiş ekipmanların arındırılmasında (Örneğin: transformatörler), hem de PCB ile kirletilmiş toprak ve dip çamurlarının arındırılmasında etkili ve diğerlerine kıyasla daha ucuz olan alternatif bir teknolojidir.

3.Sodyum İndirgenmesi ile PCB Sıvılarının Bertarafı:

Bu yöntemdeki kimyasal prensip, sodyum klorür (NaCl) ve klor içermeyen bir organik molekülü açığa çıkarmak için, C-Cl birleşimini ayırmaktır. Arıtma sürecinden kalan artıklar sodyum tuzları ile çeşitli aromatik, halojen olmayan hidrokarbonları içerir.

Organik yan ürünler arıtım sonrasında geri kazanılabilir. (Örneğin: enerji kazanımı). İnorganik yan ürünler (sisteme baştan eklenen sodyum fazlası ile birlikte) genelde geri kazanılır ve uygun şekilde bertaraf edilir.

4. Bioremediyasyon: Bu proses transformatör ve kondansatör gibi kapalı uygulamaların temizlenirken açılıp toprağa ve sucul fauna bırakılmasından sonra bu bölgelerin temizlenmesi için kullanılır. Bioremediyasyonda toprağı

kirleten organik kimyasal bileşiği yani PCByi parçalamak için mikro-organizmalar kullanılır. Bu prostedeki önemli olan bioremediyasyon prosesine uygun olan organizmayı tespit etmektir. Ayrıca uygulamanın başarılı olması için toprağın nem içeriğinin, sıcaklığın, oksijen seviyesinin ve yiyecek kaynağının etkilerinin anlaşılması gerekir. Yerinde (in-situ) bioremediyasyon, kirliliğin olduğu bölgede yerin altında metodların kullanılmasıdır. Kazma ve taşıma sonrası (Ex-situ) bioremediyasyonda ise kirlenmiş toprak veya dip çamurunun sucul fauna ya da suyun bulunduğu yerden çıkartılıp yüzeyde arıtılmaya çalışılmasıdır. Bu konuyla ilgili detaylı bilgi www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/TM-A.pdf sitesinden alınabilir.

5. Desorpsiyon: Toprak için kullanılabilecek bir diğer metottur. Katı parçacıklara yapışmış ya da absorblanmış tehlikeli organik maddeyi buharlaştırmak için termal geri bırakıcılar kullanılır. Daha sonra katı maddeyi arındırabilmek için diğer sistemlere gerek duyulmaktadır.

6. Solidifikasyon (Katılaşma) ve Stabilizasyon: Bu metod tehlikeli atık içindeki toksik maddenin çözünlüğüünü ve hareketini genellikle fiziksel olarak kontrol altına alarak yapılmasına dayanır.

Diğler teknolojiler, süperkritik oksidasyon, elektrokimyasal oksidasyon, erimiş metal prolizi, erimiş tuz oksidasyonu, katalitik hidrojenleme, ultrasonik teknoloji, ileri oksidatif prosesler olarak sıralanabilir.

Bu teknolojilerle ilgili detaylı bilgi www.clu-in.org/download/remed/destruct_tech.pdf adresinden alınabilir.

12.TÜRKİYE’DE PCB’LERE İLİşKİN YASAL DÜZENLEMELER

Ülkemizde PCB’lerin yasal düzenlemelerine ilişkin dört yönetmelik bulunmaktadır

1. “ Bazı Tehlikeli Maddelerin, Müstahzarların ve Eşyaların Üretimine, Piyasaya Arzına ve Kullanımına İlişkin Kısıtlamalar Hakkında Yönetmelik”, Resmi Gazete tarih: 26 Aralık 2008 sayı: 27092

2. “Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”, Resmi Gazete tarih: 14 Mart 2005 sayı: 25755;
3. “ Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği”, Resmi Gazete tarih:30 Temmuz 2008 sayı: 26952;
4. “ Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği”, Resmi Gazete tarih:31 Mayıs 2005 sayı: 25831;
5. “Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği”, Resmi Gazete tarih:22 Temmuz 2006 sayı: 26236;
6. “Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Hakkında Yönetmelik”, Resmi Gazete tarih: 27 Aralık 2007 sayı: 26739;

12.1. BAZI TEHLİKELİ MADDELERİN, MÜSTAHZARLARIN VE EŞYALARIN ÜRETİMİNE, PİYASAYA ARZINA VE KULLANIMINA İLİŞKİN KISITLAMALAR HAKKINDA YÖNETMELİK

İKİNCİ BÖLÜM

MADDE 5

(1) Kısıtlamaya tabi madde ve madde grupları ile bunların kısıtlama şartları EK-1’de verilmektedir.

(2) Kısıtlamaya tabi madde ve madde grupları EK-1’de belirlenen kısıtlama şartlarına uymadıkça piyasaya arz edilemez ve kullanılamaz.

(3) EK-1’de belirlenen kısıtlama şartlarına uymayan müstahzar ve eşyalar üretilemez, piyasaya arz edilemez ve kullanılamaz.

MADDE 6

(1) EK-1’de yer alan ve piyasaya arzı ile kullanımları yasaklanan madde ve madde gruplarından herhangi birinin bilimsel araştırma ve geliştirme amacı ile kullanımlarının söz konusu olması halinde, bu madde ve madde grupları için piyasaya arz ve kullanımı Çevre ve Orman Bakanlığının iznine tabi olarak yapılır.

MADDE 7

(1) Bu Yönetmelik kapsamında kısıtlamaya tabi tutulacak madde veya madde grupları ile bu madde ve madde gruplarının kendi başına üretimi, müstahzar içerisinde veya eşyada kullanımı ve bunların piyasaya arzına ilişkin kısıtlama şartlarına Çevre ve Orman Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı tarafından müştereken karar verilir.

(2) Birinci fıkra hükümleri çerçevesinde gerçekleştirilecek çalışmalar ile yönetmelik değişikliği hususlarında koordinasyon görevi Çevre ve Orman Bakanlığındadır.

MADDE 8

(1) Bu Yönetmelik hükümlerinin uygulanmasında ilgili kuruluşlar, Çevre ve Orman Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığıdır.

Ek-1

KISITLAMAYA TABİ MADDE VE MADDE GRUPLARI İLE BUNLARIN KISITLAMA ŞARTLARI

2. Poliklorlu terfeniller (PCT ler) ile ilgili hükümler

(1) Poliklorlu terfeniller (PCT ler) (Klorlanmış terfenil) ; CAS No: 61788-33-8; EC No: 262-968-2; üretilemez, herhangi bir ürün üretiminde kullanılamaz, satış ve kullanım amacıyla piyasaya arz edilemez.

(2) Poliklorlu terfenilleri (PCT ler) içeren ürünler piyasaya arz edilemez.

(3) Halen kullanılmakta olan;

- a) Transformatör, rezistör, indüktör gibi kapalı sistem elektrikli cihaz/teçhizatların,
 - b) Toplam ağırlığı 1 kg veya daha büyük olan büyük kondansatörlerin,
 - c) Küçük kondansatörlerin,
 - d) Kapalı devre ısı transfer cihazları/teçhizatlarındaki ısı transfer sıvılarının,
 - e) Yer altı kazı cihazları/teçhizatları için gerekli hidrolik sıvıların,
- kullanımlarına servis süreleri dolana kadar veya bertaraf edilinceye kadar devam edilir.

3. Poliklorlu bifeniller (PCB ler) ile ilgili hükümler

(1) Poliklorlu bifeniller (PCBler); CAS No: 1336–36–3; EC No: 215–648–1; üretilemez, herhangi bir ürün üretiminde kullanılamaz, satış ve kullanım amacıyla piyasaya arz edilemez.

(2) Poliklorlu bifenilleri (PCBler) içeren ürünler piyasaya arz edilemez.

(3) Halen kullanılmakta olan;

- a) Transformatör, rezistör, indüktör gibi kapalı sistem elektrikli cihaz/teçhizatların,
 - b) Toplam ağırlığı 1 kg veya daha büyük olan büyük kondansatörlerin,
 - c) Küçük kondansatörlerin,
 - d) Kapalı devre ısı transfer cihazları/teçhizatlarındaki ısı transfer sıvılarının,
 - e) Yer altı kazı cihazları/teçhizatları için gerekli hidrolik sıvıların,
- kullanımlarına servis süreleri dolana kadar veya bertaraf edilinceye kadar devam edilir.

4. Polibromlu bifeniller (PBB ler) ile ilgili hükümler

(1) Polibromlu bifeniller (PBBler);

- a) Hekzabromobifenil; CAS No: 36355-01-8;
- b) Oktabromobifenil; CAS No: 27858-07-7;
- c) Dekabromobifenil; CAS No: 13654-09-6;

üretilemez, kendi halinde piyasaya arz edilemez, kendi halinde ve müstahzar içerisinde giysi, çamaşır ve iç çamaşırları gibi deri ile temas eden tekstil ürünlerinin üretiminde kullanılamaz.

(2) Polibromlu bifenilleri (PBBler) içeren, (1)'inci fıkrada belirtilen eşyalar piyasaya arz edilemez.

12.2 TEHLİKELİ ATIKLARIN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ

14 Mart 2005 tarih ve 25755 nolu Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ; PCB'ler ile PCB'ler tarafından kirletilmiş tüm sıvıları ve teçhizatı “*Tehlikeli Atık*” olarak tanımlamakta ve bu gibi maddelerin

- toplanmasına,
- geçici olarak depolanmasına,
- nakliyesine,
- uzaklaştırılmasına, ithalat ve ihracatlarına

yönelik yasaklama, sınırlama ve yükümlülükleri; gerekli gözden geçirme işlemlerini; cezai hükümleri ve yasal yükümlülükleri düzenlemektedir.

12.3 ATIK YAĞLARIN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ

Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliğine göre yağlar 3 kategoride değerlendirilmektedir;

I. KATEGORİ ATIK YAĞ

Bu kategoride yer alan atık yağlardaki PCB, toplam halojen ve ağır metal gibi kirleticiler aşağıdaki tabloda verilen sınır değerlerin altındadır. Bu kategorideki atık yağların öncelikle rejenerasyon ve rafinasyon yolu ile geri kazanımlarının sağlanması gerekmektedir. Bu kategorideki yağlar 21 nci maddede belirtilen koşullar nedeniyle enerji geri kazanımı amacıyla kullanılabilir.

II. KATEGORİ ATIK YAĞ

Bu kategorideki atık yağlar Bakanlıktan lisans almış tesislerde enerji geri kazanımı amacıyla kullanıma uygun atık yağlardır. Ancak klorür, toplam halojen ve PCB parametreleri aşılmayan endüstriyel atık yağların rejenerasyon ve rafinasyon yoluyla geri kazanımı mümkündür.

III. KATEGORİ ATIK YAĞ

Bu kategoride yer alan atık yağlardaki ağır metaller aşağıdaki tabloda verilen sınır değerlerin üzerindedir. Klorür ile toplam halojenler 2000 ppm'in, PCB ise 50 ppm'in üzerindedir. Rejenerasyon ve rafinasyona uygun olmayan, yakıt olarak kullanılması insan ve çevre sağlığı açısından risk yaratan ve lisanslı tehlikeli atık yakma tesislerinde yakılarak zararsız hale getirilmesi gereken atık yağlardır.

**ATIK YAĞ KATEGORİLERİ VE MÜSAADE EDİLEN KİRLETİCİ
PARAMETRE SINIR DEĞERLERİ TABLOSU**

Kirleticiler	Müsade Edilen Sınır Değerleri (I.Kategori Atık Yağ)	Müsade Edilen Sınır Değerleri (II.Kategori Atık Yağ)	Müsade Edilen Sınır Değerleri (III.Kategori Atık Yağ)
Arsenik	< 5 ppm	Max. 5 ppm	> 5 ppm
Kadmiyum	< 2 ppm	Max. 2 ppm	> 2 ppm
Krom	< 10 ppm	Max. 10 ppm	> 10 ppm
Klorür	Max. 200 ppm	Max. 2000 ppm	> 2000 ppm
Kurşun	< 100 ppm	Max. 100 ppm	> 100 ppm
Toplam Halojenler	Max. 200 ppm	Max. 2000 ppm	> 2000 ppm
Poliklorlubifeniller (PCB) ⁽¹⁾	Max. 10 ppm	Max. 50 ppm	> 50 ppm
Parlama Noktası	Min. 38 C	Min. 38 C	-

(1) Atık yağlarda PCB analizi TS EN 12766-1, TS EN 12766-2, TS EN 12766-3, izolasyon sıvılarında ise TS EN 61619'a göre yapılacaktır. PCB ölçümleri Bakanlığın uygun bulması halinde sektörel bazda yapılabilir.

12.4 TOPRAK KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ

31 Mayıs 2005 tarih ve 25831 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren yönetmelik toprak kirlenmesinin önlenmesi, kirliliğin giderilmesi, arıtma çamurlarının ve kompostun toprakta kullanımında gerekli tedbirlerin alınmasını amaçlamaktadır. Bu yönetmeliğin Ek 1-A (b)’sinde yer alan, kirlenmiş toprakta arıtma sonrası uyulması gereken PCB’ler için sınır değerler 0,5 mg/kg (fırın kuru toprak) olarak sıralanmaktadır.

12.5 ENDÜSTRİYEL KAYNAKLI HAVA KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ

22 Temmuz 2006 tarih ve 26236 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğin amacı, sanayi ve enerji üretim tesislerinin faaliyeti sonucu atmosfere yayılan her tür emisyonu kontrol altına almak; insanı ve çevresini hava kirliliğinden doğacak tehlikelerden korumak; hava kirliliği nedeniyle ortaya çıkan olumsuz etkileri gidermek ve bu etkilerin ortaya çıkmamasını sağlamaktır. PCB’ler ortamda kalıcı ve birikim etkisi gösterdiğinden, bu kimyasalların kontrolü amacıyla baca gazındaki emisyon konsantrasyonu

0,01 ng/Nm³ seviyesini geçmeyecek şekilde gerekli her türlü önlemin alınması gerektiği yönetmelikte belirtilmektedir.

12.6. POLİKLORLU BİFENİLLERİN ve POLİKLORLU TERFENİLLERİN KONTROLÜ HAKKINDA YÖNETMELİĞE GENEL BAKIŞ

Yönetmelik, 27.12.2007 tarih ve 26739 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik kullanılmış poliklorlu bifenil (PCB) ve poliklorlu bifenil içeren madde ve ekipmanların çevre ve insan sağlığına zarar vermeden tamamen ortadan kaldırılmasının sağlanmasına yönelik olup, Bakanlık, İl Çevre ve Orman Müdürlükleri, PCB’leri elinde bulunduranlar, Arındırma yapan veya bertaraf eden taraflarına sorumluluk yükler.

12.6.1. TANIMLAR

- **Arındırma:** PCB ile kirlenmiş sıvı, ekipman ve her türlü malzemenin güvenli koşullar altında yeniden kullanılmasını, geri dönüşümünü ya da bertarafını mümkün kılan tüm işlemler ile PCB’li ekipmanlardaki sıvıların, PCB içermeyen uygun sıvılarla değiştirilmesini,

- **Bertaraf:** Yönetmeliğin Ek-6'sında belirtilen D8, D9, D10, D12 ve D15 bertaraf yöntemlerinden bir veya bir kaç ile PCB'lerin zararsız hâle getirilmesi işlemlerini,
- **Elinde bulunduranlar:** Kullanılmış poliklorlu bifenil (PCB) ve poliklorlu bifenil içeren madde ve ekipmanı elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişileri,
- **Kullanılmış PCB:** Atık hâline dönüşmüş her türlü PCB'yi,
- Poliklorlu bifenil (PCB);
 - 1) Poliklorlu terfenil (PCT),
 - 2) Monometil-tetra-kloro-difenil metanı, monometil-dikloro-difenil metanı veya monometil-dibromo-difenil metanı,
 - 3) 50 ppm'den daha fazla miktarda; poliklorlu bifenil (PCB), poliklorlu terfenil (PCT), monometil-tetra-kloro-difenil metanı, monometil-dikloro-difenil metanı veya monometil-dibromo-difenil metanı içeren karışımı,

- **PCB içeren ekipman:** Henüz arındırma işlemine tabi tutulmamış PCB içeren veya önceden içermiş ve Ek-4'te belirtilen her türlü ekipman ile aksi ispatlanmadıkça PCB içirme ihtimali bulunan ekipmanı, ifade etmektedir.

12.6.2. GÖREV YETKİ VE SORUMLULUKLAR

12.6.2.1 BAKANLIK

- Bu Yönetmeliğin uygulanmasına yönelik yeni sistem ve teknolojilerin uygulanmasında ulusal ve uluslararası işbirliği ve koordinasyonu sağlamakla,
- PCB envanterini oluşturarak, kayıt altına alınan kullanılmış PCB ve PCB içeren madde ve ekipmanlardaki değişimleri takip etmek ve envanter bilgilerini güncellemekle,
- İlgili kuruluşlarla mutabakat hâlinde kullanılmış PCB ve PCB içeren madde ve ekipmanların 2025 yılı sonuna kadar arındırılması veya bertarafının sağlanması için gerekli azaltma plan ve programlarını yapmakla,

- Arındırma ve/veya bertaraf lisansı vermekle, görevli ve yetkilidir.

12.6.2.2 İL ÇEVRE VE ORMAN MÜDÜRLÜKLERİ

- Kullanılmış PCB, PCB içeren madde ve ekipmanları elinde bulunduranları tespit etmek, bunların PCB Envanter Formuyla Bakanlığa bildirilmesini sağlamakla,
 - Kullanılmış PCB, PCB içeren madde ve ekipmanları elinde bulunduranların, yönetmelikte belirtilen şekilde etiketleme yapmalarını sağlamakla,
 - Yönetmeliğe göre taşıma lisansı vermekle,
 - Geçici depolama alanlarının Yönetmelikte belirtilen ilgili maddeye göre kurulmasını temin etmekle ve bu alanları kontrol altında tutmakla,
 - Arındırma veya bertaraf lisansı almış tesisleri denetlemekle,
- görevli ve yetkilidir.

12.6.2.3. KULLANILMIŞ PCB, PCB İÇEREN MADDE VE EKİPMANLARI ELİNDE BULUNDURANLAR

- Bakanlığa bildirimde bulunmak, Bakanlıktan envanter kayıt numarası almakla,
- Arındırma ve/veya bertaraf işleminden sonra envanter bilgilerindeki değişiklikleri PCB envanter formu kullanarak Bakanlığa bildirmekle,
- PCB analizlerini yaptırmakla,
- Etiketleme yapmak veya yaptırmakla,
- Geçici depolama alanlarında gerekli hususları uygulamakla,
- Kurallara uygun olarak taşıma yapmakla,
- Tehlikelere karşı PCB'li ortamlarda gerekli önlemleri almakla,
- Arındırma ve/veya bertaraf işlemlerini yönetmeliğe uygun olarak yapmak veya yaptırmakla yükümlüdür.

12.6.2.4 ARINDIRMA VEYA BERTARAF FAALİYETİNDE BULUNANLAR

- Bakanlıktan lisans almakla,

- ISO 14001 veya eşdeğeri Çevre Yönetim Sistemini lisans aldıktan sonra
- 1 (bir) yıl içinde kurmak ve bunu Bakanlığa belgelemekle,
- PCB analizlerini yapmak veya yaptırmakla,
- PCB' li ortamlarda gerekli önlemleri almakla
- Lisanslı araçlarla taşıma yapmakla,
- Arındırma işlemleri sonucu ortaya çıkan atıkları bertaraf ettirmekle,
- Arındırılan ve bertaraf edilen madde ve ekipmanlar hususunda düzenli olarak Bakanlığa bilgi vermekle yükümlüdür.

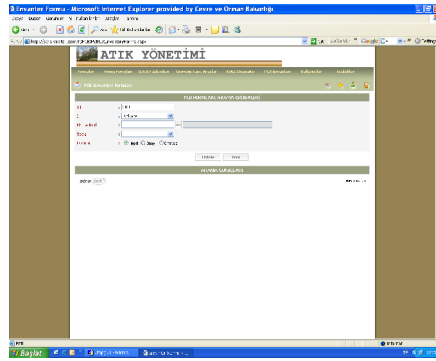
12.6. 3. ENVANTER HAZIRLAMA YÜKÜMLÜLÜĞÜ

5 dm³ (L) ve daha fazla PCB içeren madde ve ekipmanları elinde bulunduranlar, bunları, Bakanlık PCB envanterine kayıt ettirmekle yükümlüdür.

Kapasitör setlerinde 5 dm³ (L) eşik değeri hesabı, setti oluşturan her bir kapasitörün PCB'li kısımlarının hacimleri

toplanarak yapılır. Envantere tabî olan madde ve ekipman beyanlarında, envanter formunun kullanılması zorunludur.

Özel Atık Eşleştirme Projesi kapsamında oluşturulan envanter programı ile Yönetmelikte yer alan envanter formları İl Müdürlükleri aracılığı ile elinde bulundurulana tarafından doldurularak sisteme online olarak kaydedilecektir.



Şekil 30.Özel Atık Envanter Programı

12.6.4. TAŞIMA

Kullanılmış PCB ve PCB içeren madde ve ekipmanların taşınmasında 14/3/2005 tarihli ve 25755 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin taşımaya ilişkin hükümleri uygulanır. Taşıma

esnasında PCB ile kirlenmiş her türlü malzemeye tehlikeli atık muamelesi yapılmalı ve bertarafı sağlanmalıdır.

Zorunlu bir durum yoksa ekipmanlardaki sıvı kısım boşaltılmadan taşıma yapılmalıdır. Zorunlu durumlarda boşaltılan sıvılar çarpma ve darbelere karşı önlem almak amacıyla palet üzerine yerleştirilmiş konteynerlerle taşınmalıdır. Araçların kapalı kasa olması ve PCB'lerin temizlenmesi için ihtiyaç duyulan araç, gereç ve kimyasalın araçta bulundurulması gerekmektedir.

12.6.5. ETİKETLEME

PCB analizleri ile 50 ppm ve üzerinde PCB içerdiği belirlenen madde ve ekipmanlar, Yönetmeliğin Ek-1'inin (A) bölümüne, bunların bulunduğu dış mekanlar ise (B) bölümüne göre etiketlenir.

15 inci maddeye göre arındırılacak ekipmanlar her arındırma işleminden sonra Yönetmeliğin Ek-2'sinde belirtilen arındırılmış ekipman etiketiyle etiketlenir.

Etiketler, en az iki metreden kolaylıkla okunabilecek şekilde tasarlanır ve silinmeye dayanıklı malzemeden yapılır.

KAYNAKLAR

“Bazı Tehlikeli Maddelerin, Müstahzarların ve Eşyaların Üretimine, Piyasaya Arzına ve Kullanımına İlişkin Kısıtlamalar Hakkında Yönetmelik”, Resmi Gazete, 27092, 26 Aralık 2008 .

Breivik, K., Sweetman, A., Pacyna, J. M. ve Jones, K. C. 2002: Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners- a mass balance approach. *The Science of the Total Environment*, 290, 181-198.

Coelhan, B., ve Barlas, H, 2006: Organochlorine levels in edible fish from the Marmara Sea, Turkey. *Environment International*, 32, 775-780.

Çok, İ., Görücü, E., Şatıroğlu, M. H., ve Demircigil, G. Ç., 2003: Polychlorinated biphenyl (PCB) levels in human milk samples from Turkish mothers. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 70, 41-45.

Çok, İ., ve Şatiroğlu, M. H., 2004: Polychlorinated biphenyl levels in adipose tissue of primiparous women in Turkey. *Environment International*, 30, 7-10.

Çok I, Donmez MK, Şatiroğlu MH, Aydinuraz B, Kabukcu C, Henkelmann B, Kotalik J, Schramm K.W., 2006: Levels of dioxin-like PCB congeners in adipose tissue of Turkish men. *Fabad Journal of Pharm Sci*, 31: 7-14.

Çok, İ., Dönmez,M., Şatiroğlu,M.H., Aydınuraz, B., 2007: Concentration of Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like PCBs in human adipose tissue from Turkish men, *Chemosphere*, 66, 1955-1961.

Çok, İ., Dönmez, M. K., Şatiroğlu, M. H., Aydınuraz, B., Henkelmann, B., Shen, H. Q., Kotalik, J., ve Schramm, K. W., 2008: Concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs),

polychlorinated dibenzofurans (PCDFs), and dioxin-like PCBs in adipose tissue of infertile men. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 55(1), 143-152.

Çok, İ., Dönmez, M. K., Uner, M., Demirkaya, E., Henkelmann, B., Shen, H. Q., Kotalik, J., ve Schramm, K. W., (değerlendirme aşamasında): Polychlorinated dibenzo-p- dioxins, dibenzofurans (PCDD/F), and PCB levels in human breast milk from different regions of Turkey. *Chemosphere*.

Erdoğan, O., Covaci, A., Kurtul, N., ve Schepens, P. 2004: Levels of organohalogenated persistent pollutants in human milk from Kahramanmaraş region, Turkey, *Environment International*, 30(5), 659-666.

Erdoğan, O., Covaci, A., ve Schepens, P. 2005: Levels of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in fish species

from Kahramanmaras, Turkey., *Environment International*, 31(5), 703-711

Environment Protection Agency - Ireland (EPA), 2002: Management Plan for Polychlorinated Biphenyls (PCBs), <http://www.epa.ie>.

“Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Hakkında Yönetmelik”, Resmi Gazete, 26739, 27 Aralık 2007.

Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POP's), <http://chm.pops.int/>.

Telli-Karakoç, F., Tolun, L., Henkelmann, B., Klimm, C., Okay, O., ve Schramm, K.W., 2002: Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polycyclic aromatic biphenyls (PCBs) distributions in the Bay of Marmara sea: İzmit Bay. *Environmental Pollution*, 119, 383–397.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008: Kalıcı Organik Kirleticilere (KOK'lar) İlişkin Stockholm Sözleşmesi İçin Ulusal Uygulama Planı, Ankara.

UNEP Chemicals, 1999: Guidelines for the Identification of PCBs and Materials Containing PCBs, <http://www.chem.unep/ch>.

UNEP Chemicals, 2000: Survey of Currently Available Non-Incineration PCB Destruction Technologies, <http://www.chem.unep/ch>.

UNEP Chemicals, 2002: PCB Transformers and Capacitors From Management to Reclassification and Disposal, <http://www.chem.unep/ch>.

UNEP Chemicals, 2004: UNEP Chemicals Inventory of World-wide PCB Destruction Capacity, İkinci basım, <http://www.chem.unep/ch>.

UNEP, 2007: Updated Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Polychlorinated Biphenyls (PCBs), Polychlorinated Terphenyls (PCTs) or Polybrominated Biphenyls (PBBs), *Basel Convention Technical Guidelines*, <http://www.basel.int>.

EK: POLİKLORLU BİFENİL VE POLİKLORLU TERFENİLLERİN KONTROLÜ HAKKINDA YÖNETMELİK

BİRİNCİ BÖLÜM

Amaç, Kapsam, Dayanak, Tanımlar ve Genel İlkeler

Amaç

MADDE 1 – (1) Bu Yönetmeliğin amacı; kullanılmış poliklorlu bifenil (PCB) ve poliklorlu bifenil içeren madde ve ekipmanların çevre ve insan sağlığına zarar vermeden tamamen ortadan kaldırılmasının sağlanmasına yönelik idarî ve teknik usul ve esasları düzenlemektir.

Kapsam

MADDE 2 – (1) Bu Yönetmelik, kullanılmış poliklorlu bifenil (PCB) ve poliklorlu bifenil içeren madde ve ekipmanların envanterinin hazırlanmasını, geçici depolanmasını, taşınmasını, arındırılmasını ve bertaraf edilmesini, ithalat ve ihracata ilişkin sınırlamaları ve yükümlülükleri, alınacak önlemleri, yapılacak denetimleri ve tabi olunacak hukukî ve cezaî sorumlulukları kapsar.

Dayanak

MADDE 3 – (1) Bu Yönetmelik, 9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanununun 3 üncü maddesinin birinci fıkrasının (g) bendi, 8, 11 ve 12 nci maddeleri ile 1/5/2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanunun 9 uncu maddesinin birinci fıkrasının (p) ve (s) bentleri hükümlerine dayanılarak hazırlanmıştır.

Tanımlar

MADDE 4 – (1) Bu Yönetmelikte geçen;

- a) Arındırma: PCB ile kirlenmiş sıvı, ekipman ve her türlü malzemenin güvenli koşullar altında yeniden kullanılmasını, geri dönüşümünü ya da bertarafını mümkün kılan tüm işlemler ile PCB’li ekipmanlardaki sıvıların, PCB içermeyen uygun sıvılarla değiştirilmesini,
- b) Bakanlık: Çevre ve Orman Bakanlığını,
- c) Bertaraf: Ek-6’da belirtilen D8, D9, D10, D12 ve D15 bertaraf yöntemlerinden bir veya bir kaç ile PCB’lerin zararsız hâle getirilmesi işlemlerini,
- ç) Elinde bulunduranlar: Kullanılmış poliklorlu bifenil (PCB) ve poliklorlu bifenil içeren madde ve ekipmanı elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişileri,
- d) Kullanılmış PCB: Atık hâline dönüşmüş her türlü PCB’yi,
- e) Poliklorlu bifenil (PCB);
- 1) Poliklorlu terfenil (PCT),

2) Monometil-tetra-kloro-difenil metanı, monometil-dikloro-difenil metanı veya monometil-dibromo-difenil metanı,

3) 50 ppm'den daha fazla miktarda; poliklorlu bifenil (PCB), poliklorlu terfenil (PCT), monometil-tetra-kloro-difenil metanı, monometil-dikloro-difenil metanı veya monometil-dibromo-difenil metanı içeren karışımı,

f) PCB içeren ekipman: Henüz arındırma işlemine tabi tutulmamış PCB içeren veya önceden içermiş ve Ek-4'te belirtilen her türlü ekipman ile aksi ispatlanmadıkça PCB içirme ihtimali bulunan ekipmanı, ifade etmektedir.

Genel ilkeler

MADDE 5 – (1) PCB'lerin yönetimine ilişkin ilkeler şunlardır:

a) Kullanılmış PCB ve PCB içeren madde ve ekipmanları elinde bulunduranlar, çevre ve insan sağlığının korunması için her türlü önlemi almakla yükümlüdür.

b) Kullanılmış PCB, PCB ve PCB içeren ekipman ithalatı yasaktır. Bunların ihracat işlemlerinde, 14/3/2005 tarihli ve 25755 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümleri uygulanır.

c) PCB'lerin üretimi ve ithalatı yasaktır. Ancak, bilimsel deneyler, laboratuvar analiz ve ölçmelerinde referans standart olarak kullanımları bu yasaklama dışındadır.

ç) 12 nci maddeye tabi madde ve ekipmanların en geç 2025 yılı sonuna kadar arındırılması ve/veya bertaraf edilmesi zorunludur.

d) Yeniden kullanmak amacıyla herhangi bir maddeden PCB'nin tekrar elde edilmesi yasaktır.

e) Bu Yönetmeliğin 12 nci maddesine göre envantere tabi olmayan PCB içeren ekipmanlar ya da diğer ekipmanlardaki PCB'li parçalar lisanslı tehlikeli atık bertaraf tesislerinde bertaraf edilir.

f) PCB'lerin gemilerde yakılarak bertaraf edilmesi (D11) yasaktır.

g) Ek-4'te belirtilen madde ve ekipmanların üreticileri, ürün bilgisi açıklamalarında "PCB içermez" ibaresine yer vermekle yükümlüdür.

ğ) İzolasyon sıvıları eksilmiş olan transformatörlerin, PCB içeren izolasyon maddeleriyle tekrar doldurulması yasaktır. İlave edilecek veya yenilenecek sıvıların, 15 inci maddenin birinci fıkrasının (b) bendinde belirtilen özellikleri taşıması gerekir.

h) PCB içeren transformatörlerin iyi çalışma düzeninde ve sızdırmaz olması koşuluyla, bu Yönetmeliğe göre arındırılncaya, servis dışına alınncaya ve/veya bertaraf edilinceye kadar, içerdikleri PCB'nin teknik şartları sağlaması veya dielektrik kalitesine ilişkin özelliklerin sağlanması amacıyla bakımlarına devam edilebilir. Ancak, iç aksamı hasar görmüş PCB'li transformatörlerin onarımı yapılamaz, bunların doğrudan bertarafı sağlanır.

1) PCB'lerin yönetiminden kaynaklanan her türlü çevresel zararın giderilmesi için yapılan harcamalar "kirleten öder" prensibine göre kirliliğe neden olan gerçek veya tüzel kişiler tarafından karşılanır. Sorumluların çevresel zararı durdurmak, gidermek ve azaltmak için gerekli önlemleri almaması veya bu önlemlerin yetkili makamlarca doğrudan alınması nedeniyle kamu kurum ve kuruluşlarınca yapılan harcamalar 6183 sayılı Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanun hükümlerine göre sorumlu olanlardan tahsil edilir.

İKİNCİ BÖLÜM

Görev, Yetki ve Yükümlülükler

Bakanlığın görev ve yetkileri

MADDE 6 – (1) Bakanlık;

- a) Bu Yönetmeliğin uygulanmasına yönelik yeni sistem ve teknolojilerin uygulanmasında ulusal ve uluslararası işbirliği ve koordinasyonu sağlamakla,
- b) PCB envanterini oluşturarak, kayıt altına alınan kullanılmış PCB ve PCB içeren madde ve ekipmanlardaki değişimleri takip etmek ve envanter bilgilerini güncellemekle,
- c) İlgili kuruluşlarla mutabakat hâlinde kullanılmış PCB ve PCB içeren madde ve ekipmanların 2025 yılı sonuna kadar arındırılması veya bertarafının sağlanması için gerekli azaltma plan ve programlarını yapmakla,
- ç) Arındırma ve/veya bertaraf lisansı vermekle, görevli ve yetkilidir.

İl çevre ve orman müdürlüklerinin görev ve yetkileri

MADDE 7 – (1) İl çevre ve orman müdürlükleri;

- a) Kullanılmış PCB, PCB içeren madde ve ekipmanları elinde bulunduranları tespit etmek, 12 nci maddeye göre bunların PCB Envanter Formuyla (Ek-3) Bakanlığa bildirilmesini sağlamakla,
- b) Kullanılmış PCB, PCB içeren madde ve ekipmanları elinde bulunduranların, 11 inci maddeye göre etiketleme yapmalarını sağlamakla,
- c) 13 üncü maddeye göre taşıma lisansı vermekle,
- ç) Geçici depolama alanlarının 14 üncü maddeye göre kurulmasını temin etmekle ve bu alanları kontrol altında tutmakla,
- d) Arındırma veya bertaraf lisansı almış tesisleri denetlemekle, görevli ve yetkilidir.

PCB'leri elinde bulunduranların yükümlülükleri

MADDE 8 – (1) Kullanılmış PCB, PCB içeren madde ve ekipmanları elinde bulunduranlar;

- a) 12 nci maddeye göre Bakanlığa bildirimde bulunmakla ve Bakanlıktan envanter kayıt numarası almakla,

- b) Arındırma ve/veya bertaraf işleminden sonra envanter bilgilerindeki değişiklikleri PCB Envanter Formuyla (Ek-3) Bakanlığa bildirmekle,
 - c) PCB analizlerini 10 uncu maddeye göre yaptırmakla,
 - ç) 11 inci maddeye göre etiketleme yapmakla veya yaptırmakla,
 - d) Geçici depolama alanlarında 14 üncü madde hükmünü uygulamakla,
 - e) 13 üncü maddeye uygun olarak taşıma yapmakla,
 - f) 20, 21 ve 22 nci maddelere göre PCB'li ortamlarda gerekli önlemleri almakla,
 - g) Arındırma ve/veya bertaraf işlemlerini 15 inci ve 16 ncı maddelere göre yapmakla veya yaptırmakla,
- yükümlüdür.

Arındırma yapan veya bertaraf edenin yükümlülükleri

- MADDE 9 –** (1) Arındırma veya bertaraf faaliyetinde bulunanlar;
- a) 17 nci ve/veya 18 inci maddelere göre Bakanlıktan lisans almakla,
 - b) ISO 14001 veya eşdeğeri Çevre Yönetim Sistemini, lisans alındıktan sonra bir yıl içinde kurmakla ve bunu Bakanlığa belgelemekle,
 - c) PCB analizlerini 10 uncu maddeye göre yapmakla,
 - ç) PCB'li ortamlarda 20, 21 ve 22 nci maddelere uymakla,
 - d) Lisanslı araçlarla taşıma yapmakla,
 - e) Arındırma işlemleri sonucu ortaya çıkan atıkları 16 ncı maddeye göre bertaraf ettirmekle,
 - f) Arındırılan veya bertaraf edilen madde ve ekipmanlar hususunda düzenli olarak Bakanlığa bilgi vermekle,
- yükümlüdür.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

PCB Analizleri, Etiketleme ve Envanter Hazırlama

PCB analizleri

MADDE 10 – (1) Ekipman ve izolasyon sıvıları içindeki PCB içeriğinin ön tespiti yapılır. Ön tespit sonucunun 50 ppm ve üzerinde bulunması durumunda, kantitatif analizler izolasyon sıvılarında TS EN 61619, petrol ürünleri ve atık yağlarda ise TS EN 12766-1, TS EN 12766-2 ve TS EN 12766-3'e göre akredite olmuş veya Bakanlıkça yetkilendirilmiş laboratuvarlarda yapılır.

Etiketleme

MADDE 11 – (1) PCB analizleri ile 50 ppm ve üzerinde PCB içerdiği belirlenen madde ve ekipmanlar, Ek-1'in (A) bölümünde, bunların bulunduğu dış mekanlar ise (B) bölümüne göre etiketlenir.

(2) 15 inci maddeye göre arındırılacak ekipmanlar her arındırma işleminden sonra Ek-2’de belirtilen arındırılmış ekipman etiketiyle etiketlenir.

(3) Etiketler, en az iki metreden kolaylıkla okunabilecek şekilde tasarlanır ve silinmeye dayanıklı malzemeden yapılır.

Envanter hazırlama

MADDE 12 – (1) 5 dm³ (L) ve daha fazla PCB içeren madde ve ekipmanları elinde bulunduranlar, bunları, Bakanlık PCB envanterine kayıt ettirmekle yükümlüdür.

(2) Kapasitör setlerinde 5 dm³ (L) eşik değeri hesabı, seti oluşturan her bir kapasitörün PCB’li kısımlarının hacimleri toplanarak yapılır.

(3) Envantere tabi olan madde ve ekipman beyanlarında, PCB Envanter Formunun (Ek-3) kullanılması zorunludur.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Taşıma ve Geçici Depolama

Taşıma

MADDE 13 – (1) Kullanılmış PCB ve PCB içeren madde ve ekipmanların taşınmasında 14/3/2005 tarihli ve 25755 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin taşımaya ilişkin hükümleri uygulanır. Taşıma esnasında PCB ile kirlenmiş her türlü malzemeye tehlikeli atık muamelesi yapılır ve bertarafı sağlanır. Zorunlu bir durum yoksa ekipmanlardaki sıvı kısım boşaltılmadan taşıma yapılır. Zorunlu durumlarda boşaltılan sıvılar çarpma ve darbelere karşı önlem almak amacıyla palet üzerine yerleştirilmiş konteynerlerle taşınır. Araçların kapalı kasa olması ve PCB’lerin temizlenmesi için ihtiyaç duyulan araç, gereç ve kimyasalın araçta bulundurulması gerekir.

Geçici depolama

MADDE 14 – (1) Hizmet dışına alınan madde ve ekipman zemin geçirimsizliği sağlanmış, kapalı ve havalandırma imkânı bulunan tesis içinde belirlenmiş alanlarda geçici (D15) olarak depolanabilir.

(2) Sızdırma riski bulunan ekipmanların, sıvı kısmı boşaltıldıktan sonra geçici depolaması yapılır. Sıvıların aktarıldığı konteynerler, Ek-1’in (A) bölümünde bulunan etiket örneğine göre işaretlenerek en kısa zamanda bertarafı sağlanır. Geçici depolamaya alınan ekipman ve maddelere ilişkin bilgiler, PCB Envanter Formuyla (Ek-3) Bakanlığa bildirilir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Arındırma ve Bertaraf

Arındırma

MADDE 15 – (1) 500 ppm ve üzerinde PCB içeren transformatörler aşağıdaki koşullara uygun olarak arındırılır.

a) Arındırmanın amacı, PCB düzeyini 500 ppm'in altına, eğer mümkün ise 50 ppm'in altına düşürmektir.

b) PCB içermeyen değiştirme sıvılarının çevre ve insan sağlığı açısından daha az riskli olanları transformatörlerde kullanılır.

c) Transformatörlerde yapılacak sıvı değiştirme işlemi, bir defada tamamen arındırma sağlanacak ve daha sonra PCB bertarafı gerektirmeyecek şekilde yapılır.

ç) Arındırma yapıldıktan sonra transformatör etiketleri yeni bilgileri içerecek şekilde 11 inci maddenin ikinci fıkrası hükmüne göre değiştirilir.

(2) İzolasyon sıvıları 50 ppm-500 ppm arasında PCB içeren transformatörler, birinci fıkranın (b) ve (c) bentlerine uygun olarak arındırılır ya da verimli kullanım ömürleri sonunda bertaraf edilir. Verimli kullanım ömrü 5 inci maddenin birinci fıkrasının (ç) bendinde belirtilen süreyi aşabilecek olan transformatörler için süre uzatımı Bakanlıkça değerlendirilir.

(3) Transformatörler dışındaki diğer ekipmanlara uygulanacak arındırma işlemleri, Bakanlığın uygun görüşü alınarak yapılır.

(4) Kâğıt, tahta, karton gibi PCB emici malzemeler hariç, arındırma işleminden sonra PCB düzeyi 50 ppm değerinin altına düşürülen metal, porselen, saç levha ve diğer maddelerin geri kazanımı yapılabilir. Buna ilişkin belgelendirme esasları arındırma lisansı kapsamında belirlenir.

Bertaraf

MADDE 16 – (1) Ek-4'te belirtilen madde ve ekipmanlar ile PCB'yle kirlenmiş temizleme sıvıları, kâğıt, tahta, plastik, tekstil parçaları, koruyucu giysi ve ekipman, toprak, inşaat ve hafriyat atıkları gibi 50 ppm ve üzerinde PCB içeren sıvı, katı ve macunumsu tüm maddeler, ekipman ve atıklar Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine uygun olarak lisanslı tesislerde bertaraf edilir.

(2) PCB içeren yağların geri kazanım ve bertarafında 21/1/2004 tarihli ve 25353 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliğinde belirlenen esaslar uygulanır.

(3) PCB'nin D10 yöntemiyle yakılarak bertaraf edilmesinde Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde belirlenmiş olan teknik standartlara uyulması zorunludur. Yakmayla (D10) sağlanan güvenli bertaraf standartlarının ve mevcut en iyi teknolojilerin gerekliliklerinin yerine getirilmesi koşuluyla, PCB'lerin bertarafı için biyolojik veya fiziksel/kimyasal işlemler gibi, yakma dışı yöntemler de uygulanabilir.

ALTINCI BÖLÜM

Arındırma ve Bertaraf Lisansı

Arındırma Lisansı

MADDE 17 – (1) PCB içeren ekipmanların arındırmasını yapacak gerçek veya tüzel kişiler Bakanlıktan lisans almakla yükümlüdür. Lisans müracaatlarında Ek-5'te yer alan bilgi ve belgelerin bulunması zorunludur. Lisans süresi üç yıldır. Lisans devredilemez. Gerekli durumlarda bir yılı geçmeyecek şekilde tesislere lisans öncesinde çalışma izni verilebilir.

(2) Bakım, onarım ve üretim tesisleri bünyesinde arındırma üniteleri kurulacak ise bu durumda tesis sahasında ayrı bir bölüm oluşturulur. Arındırma tesis ve üniteleri;

- a) Kapalı çalışma ortamı,
 - b) Zemin geçirmezliği sağlanmış,
 - c) Ekipman geçici deposu,
 - ç) PCB tankları,
 - d) Yangın tertibatı,
 - e) Vakumlu veya elle sıvı boşaltma sistemi,
 - f) Aktif karbon filtre,
 - g) Emici (absorbent) maddeler,
 - ğ) Ekipman solvent yıkama ünitesi,
 - h) Yıkama sıvısı tankları,
 - ı) PCB tayini için uygun laboratuvar,
- olacak şekilde kurulur ve işletilir.

(3) Arındırma işleminden sonra bertaraf ettirilen ve/veya geri kazanımı sağlanan madde ve atıkların miktarı kütle denge tabloları oluşturularak Bakanlığa bildirilir.

Bertaraf lisansı

MADDE 18 – (1) Ek-6'da belirtilen D10, D12 ve D15 yöntemleriyle bertaraf yapacak tesislere, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümlerine göre izin veya lisans verilir.

(2) Birinci fıkrada kapsamında yer almayan yöntemler için bu Yönetmeliğe göre Bakanlıktan lisans alınır. Arındırma ve bertaraf işlemlerini entegre olarak yapacak kompleks tesisler bertaraf lisansına tabidir. 16 ncı maddenin üçüncü fıkrasında belirtilen koşulların sağlandığı akredite bir kuruluş veya bilimsel bir kuruluş tarafından belgelenen tesisler için, Ek-5'te belirtilen belgelerle lisans müracaatı yapılır. Lisans süresi üç yıldır. Lisans devredilemez. Tesisin kapatılmasına ilişkin hususlarda Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği

hükümleri uygulanır. Gerekli durumlarda bir yılı geçmeyecek şekilde tesislere lisans öncesinde çalışma izni verilebilir.

Lisans İptali

MADDE 19 – (1) Bakanlıkça veya il çevre ve orman müdürlüğünce yapılan denetimlerde lisansa veya izne uygun olarak çalıştırılmadığının tespit edilmesi hâlinde işletmeye, tespit edilen aksaklığın giderilmesi için, aksaklığın önemine ve kaynağına göre iki ay ile altı ay arasında süre verilir. Bu süre sonunda yapılan kontrollerde aksaklığın devam ettiği tespit edilirse, işletmenin çalışma izni veya lisansı iptal edilerek 23 üncü maddeye göre yaptırımlar uygulanır. Aksaklığı giderilen işletmenin yeniden lisans alabilmesi için 17 nci veya 18 inci maddelere göre Bakanlığa müracaat edilmesi zorunludur.

YEDİNCİ BÖLÜM **PCB'ye Karşı Alınacak Önlemler**

Çalışma ortamında alınacak önlemler

MADDE 20 – (1) PCB'li ortamda aşağıda belirtilen genel önlemler alınır.

a) PCB ile iştigal eden personelin koruyucu giysileri ve solunum maskelerinin malzeme ve özellikleri için 11/2/2004 tarihli ve 25370 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik hükümleri uygulanır.

b) Çalışanlar, PCB bulaşmış elbiselerle işyerini terk edemez. Kullanım süresi dolan iş elbiselerine tehlikeli atık muamelesi uygulanır.

c) Bu ortamlarda yiyecek bulundurmak, yemek yemek, sigara içmek yasaktır. Bunlar için tesis içinde uygun yerler oluşturulur.

ç) Çalışanlar, ortam dışına çıkarken vücut temizliklerini önce sabunlu su ile sonra bol su ile durulama yaparak gerçekleştirir.

d) Kapalı çalışma ortamı ve depolar etkin bir biçimde havalandırılır.

e) Çalışma ortamı ve depolarda, kullanılmış PCB içeren kapların ve ekipmanların kapak ve vana gibi PCB çıkış noktaları kapalı tutulur.

f) Kullanılmış PCB ve PCB içeren ekipman ve maddeler boya, plastik, tahta, çözücü, kâğıt gibi yanıcı, kimyasal yükseltgen ve indirgen maddelerle aynı yerde bulundurulmaz ve depolanmaz.

g) Tüm ekipman, en azından haftada bir kez göz ile kontrol edilir. Sıvı kaçağının olup olmadığına bakılır. Kontrol sonuçları, zamanı ve gözlemler kontrol defterine kaydedilir.

ğ) PCB bulunan yerlerde kapılar ve dış mekanlar Ek-1'in (B) bendine göre işaretlenir.

h) İşletme sahasına giriş ve çıkışlar kontrol altında tutulur.

ı) Personelin, kullanılmış PCB ve PCB içeren maddeler ve ekipmanlarla işlem konusunda yeterli bilgiye sahip olması ve bu amaçla hizmet içi eēitilmelerle katılması saēlanır.

ı) Her türlü riskin önlenmesi için "Acil Durum Planı" hazırlanır.

j) Bakım ve kaza durumlarında nedenler, sonuçlar ve tedbirler arıza bakım defterine kayıt edilir.

Sızıntı ve kirlenmelerde alınacak nlemler

MADDE 21 – (1) Sızıntı ve kirlenmeler için ařaēıdaki önlemler alınır.

a) Sızıntıya sebep olan arıza giderilir.

b) PCB ile kirlenmiş bölgeler 12 saat içinde temizlenir.

c) Kirlenen bölgeler iki aşamalı olarak temizlenir. İlk aşamada kaba temizlik, emici (absorbent) maddelerle yapılır. Bunu takiben yıkama ve durulama işlemleri gerçekleştirilir. Temizleme sonrasında zeminde ve ortam havasında PCB taylorleri yapılır.

) İşlem tamamlanıncaya kadar insan ve çevreye bulaşmasını önlemek amacıyla dökülen PCB uygun yöntemlerle toplanır ve toplanan PCB ve temizleme işlemi sırasında kullanılan malzemelere tehlikeli atık muamelesi uygulanır.

d) Tesis içinde meydana gelebilecek döküntü ve sızıntıları önlemek amacıyla yeterli miktarda emici malzeme (absorbent) bulundurulur ve bu malzemeler tesis içinde uygun noktalarda kolaylıkla kullanım saēlanacak şekilde depolanır. Kullanılmış emici malzemelere tehlikeli atık muamelesi uygulanır.

Yangına karşı alınacak nlemler

MADDE 22 – (1) Yangına karşı ařaēıdaki tedbirler alınır.

a) İşletme sahasında etkin yangın söndürme, havalandırma ve paratoner donanımları bulundurulur.

b) PCB içeren ekipmanların ve depolama sahalarının yakınında yangın söndürme teçhizatı ve paratoner donanımları bulundurulur.

c) Yangın söndürme sistemi belirli aralıklarla test edilir ve kontrol defterine işlenir.

) Yangın anında yetkili makamlara anında bilgi ulaştırılması için bir personel önceden görevlendirilir. Buna ilişkin duyuru işletmeye yapılır.

d) Tesiste, yangına karşı köpüklü yangın söndürme ve sulu tank soēutma sistemleri bulundurulur. Görevli personel, yangınla ilgili hizmet içi eēitime tabi tutularak, bu tür yangınlarda oluşabilecek gazların ve diēer atıkların riskleri konusunda bilgilendirilir.

e) Yangın söndürme ekipleri, maske ve koruyucu giysi kullanır.

f) Yangın alanında PCB'nin ve özellikle de tamamıyla yanmamış maddelerin evre sularına karışmasını engelleyici önlemler alınır. Donanımın etrafında bulunan tüm yer drenajları bloke edilir. Yangın söndürme ve temizleme sırasında kullanılan sular kontrol altına alınarak bu sulara tehlikeli atık muamelesi uygulanır.

g) Yangın söndürüldükten sonra o bölgenin etrafı çevrilerek giriş çıkışlar kontrol altında tutulur ve is bulaşmış her şey (koruyucu giysiler, yangın söndürme sistemi ve benzerleri) geçici depoda veya güvenli bir odada muhafaza altına alınarak tehlikeli atık muamelesi uygulanır.

ğ) Kapalı ortamlarda yangın çıkması durumunda, yangın söndürme işleminden sonra yeterli şekilde havalandırma sağlanır.

h) Herhangi bir yangın durumunda itfaiye ve yerel yönetimler bilgilendirilir.

SEKİZİNCİ BÖLÜM

Çeşitli ve Son Hükümler

Yönetmeliğe aykırılık

MADDE 23 – (1) Bu Yönetmeliğe aykırılık hâlinde, 2872 sayılı Çevre Kanununun 15 inci maddesi ile 20 nci maddesinin birinci fıkrasının (g), (r), (t), (u) ve (v) bentleri ve anılan Kanunun 23 üncü maddesi doğrultusunda yaptırımlar uygulanır.

Düzenleme yetkisi

MADDE 24 – (1) Aksine hüküm bulunmadığı hâllerde Bakanlık, bu Yönetmeliğin uygulanmasını sağlamak üzere her türlü düzenlemeyi yapmakla yetkilidir.

Yürürlük

MADDE 25 – (1) Bu Yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

MADDE 26 – (1) Bu Yönetmelik hükümlerini Çevre ve Orman Bakanı yürütür.

Ek-1

A) KULLANILMIŞ PCB VE PCB İÇEREN MADDE VE EKİPMAN ETİKETİ

D İ K K A T ! PCB İÇERMEKTEDİR	
	
H6 TOKSİK	
• 2 metre mesafeden kolaylıkla görünecektir.	
PCB Derişimi (ppm)	50-500 ☐ > 500 ☐
Analiz Tarihi	: _____
Sorumlu Birim	: _____
Envanter Kayıt No.	: _____

B) DIŞ MEKAN ETİKETİ



- 2 metre mesafeden kolaylıkla görülebilecek bir yere sabitlenecektir.

Ek-2

ARINDIRILMIŞ PCB'Lİ EKİMANLARIN ETİKETLENMESİ

Arındırılmış PCB'li Ekipman	
1) Cihazda bulunan PCB'li sıvı,	
a)	_____ isimli sıvıyla,
b)	_____ tarihinde,
c)	_____ firması/kuruluşu tarafından değıştirilmiştir.
2) PCB derişimi,	
a)	Eski sıvıda _____ ppm
b)	*Yeni sıvıda _____ ppm olarak ölçülmüştür.

*: Bu oran, sıvı değışikliğinden 6 (altı) ay sonra belirlenir.

PCB ENVANTER FORMU

Unvan ve Sektör		Çevre Sorumlusu ve e-posta adresi	Adres	Vergi No.	Tel. ve Faks. No.	

Ekte yer alan tablolardaki bilgilerin doğruluğunu kabul eder, bu bilgilerin yanlışlığının tespit edilmesi hâlinde, 2872 sayılı Çevre Kanununun 26 ncı maddesine göre, gerçeğe aykırı belge düzenleyenlere verilecek cezaların bilğim dahilinde olduğu hususunda gereğini arz ederim.

Genel Açıklamalar:

- 1- Envantere ilk kayıt, Tablo 1, Tablo 1A ve Tablo 1B doldurularak yapılacaktır.
- 2- “Envanter Kayıt No.” Tablo 1 doldurulduktan sonra Bakanlık tarafından verilecek olup, bundan sonraki işlemler envanter kayıt numarası ile takip edilecektir.
- 3- Bakanlıktan “Envanter Kayıt No.”su alınan madde ve ekipmanların,
 - a- Geçici depolanması durumunda Tablo 2,
 - b- Arındırılması durumunda Tablo 3,
 - c- Bertaraf edilmesi durumunda ise Tablo 4,
 doldurularak Bakanlığa düzenli olarak bilgi verilir.

TABLO 1- ENVANTER KAYIT BİLGİLERİ

Sıra No.	Ekipman veya Madde Kodu	Tesis İçindeki Yeri	PCB		Planlanan İşlem	Atık Kodu	“Envanter Kayıt No.”
			Hacmi (L)	Derişimi (ppm)			

Aşağıdaki açıklamaları okuyarak yukarıdaki tabloyu doldurunuz. Birden fazla kayıt girişini ayrı bir sayfada veriniz.

- a- Her bir kayıt için “Sıra No.”su tarafınızca verilecektir.
- b- “Ekipman veya Madde Kodu”nu Yönetmeliğin Ek-4’ünden bularak giriniz.
- c- “Tesis İçindeki Yeri” sütununa ekipmanın veya maddenin tesis içindeki konumunu giriniz.
- ç- “PCB” sütununu, Yönetmeliğin 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının (e) bendi ve 12 nci maddesini dikkate alarak doldurunuz. Ayrıca, PCB derişimine ilişkin analiz raporlarını bu tabloya ekleyiniz.
- d- “Planlanan İşlem” sütununa, madde veya ekipmanın ne zaman ve ne şekilde işlem (arındırma veya bertaraf) göreceğı veya yenisiyle değıştirileceğı hususlarını tarihleriyle birlikte açıklayınız.
- e- “Atık Kodu” Bakanlık tarafından belirlenerek, envanter kayıt numarası ile birlikte tarafınıza bildirilecektir.
- f- “Envanter Kayıt No.”, bu tablo Bakanlığa ulaştırıldıktan sonra Bakanlıkça verilip tarafınıza bildirileceğinden, bu sütun boş bırakılacaktır.
- g- Tablo 1’deki ekipmanlarınız arasında “E29” veya “E18” bulunuyor ise, bu ekipmanlar için ayrıca Tablo 1A ve Tablo 1B’yi de doldurunuz.

TABLO 1A- “E29” EKİPMAN BİLGİLERİ

Sıra No.	Kullanım Durumu	Üretim Tarihi	Soğutma Şekli	İzolasyon Sıvısı	Ekipman Ağırlığının İzolasyon Sıvısına Oranı

Aşağıdaki açıklamaları okuyarak yukarıdaki tabloyu doldurunuz. Birden fazla kayıt girişini ayrı bir sayfada veriniz.

a- “Sıra No.” sütununda her bir ekipman için Tablo 1’de vermiş olduğunuz “Sıra No.”sunu kullanınız.

b-“Kullanım Durumu” sütununa, ekipman devrede ise ya da geçici olarak operasyonel nedenlerle devre dışı bırakıldıysa “Kullanımda”, ekipman geçici depolama ya da bertaraf amacı ile devre dışı tutuluyorsa “Kullanım Dışı” açıklamasını giriniz.

c- “Üretim Tarihi” sütununa, ekipmanın üretildiği yılı giriniz.

ç- “Soğutma Şekli” sütununa; LN, LNaN, SN, ON, ONAN gibi soğutma şeklini tanımlayıcı ibareleri ekipmanın etiket bilgilerinden tespit ederek giriniz.

d- “İzolasyon Sıvısı” sütununa, ekipman etiketinde yer alan izolasyon sıvısının ticari adını veya kimyasal tanımını giriniz.

e- “Ekipman Ağırlığının İzolasyon Sıvısına Oranı” sütununa, ekipmanın izolasyon sıvısıyla dolu toplam ağırlığının izolasyon sıvısı ağırlığına bölümünün sonucunu yazınız.

TABLO 1B- “E18” EKİPMAN BİLGİLERİ

Sıra No.	Kullanım Durumu	Üretim Tarihi	Üretildiği Ülke ve Üretici Firma	Modeli	Tipi	Çalışma Gerilimi ve Frekansı

Aşağıdaki açıklamaları okuyarak yukarıdaki tabloyu doldurunuz. Birden fazla kayıt girişini ayrı bir sayfada veriniz.

- a- “Sıra No.” sütununda her bir ekipman için Tablo 1’de vermiş olduğunuz “Sıra No.”sunu kullanınız.
- b-“Kullanım Durumu” sütununa, ekipman devrede ise ya da geçici olarak operasyonel nedenlerle devre dışı bırakıldıysa “Kullanımda”, ekipman geçici depolama ya da bertaraf amacı ile devre dışı tutuluyorsa “Kullanım Dışı” açıklamasını giriniz.
- c- “Üretim Tarihi” sütununa, ekipmanın üretildiği tarihi giriniz.
- ç- “Üretildiği Ülke ve Üretici Firma” sütununa, ekipmanın üretildiği ülkeyi ve üretici firmayı giriniz.
- d- “Model” sütununa, ekipmanın modelini giriniz.
- e-“Tipi” sütununa, ekipman üreticisinin bildirdiği veya bilinen ekipman tipi bilgisini giriniz.
- f- “Çalışma Gerilimi ve Frekansı” sütununa ilgili teknik bilgiyi giriniz.

TABLO 2- GEÇİCİ DEPOLAMA BİLGİLERİ

Envanter Kayıt No.	Geçici Depolama Tarihi	Geçici Depolama Yeri

Aşağıdaki açıklamaları okuyarak yukarıdaki tabloyu doldurunuz. Birden fazla kayıt girişini ayrı bir sayfada veriniz.

- a- “Envanter Kayıt No.” Sütununa, Tablo 1 için Bakanlığın vermiş olduğu Envanter Kayıt No.’sunu giriniz.
- b- “Geçici Depolama Tarihi” sütununa, envanter kayıt numarası verilen madde veya ekipmanın geçici depolamaya alındığı tarihi; gün, ay ve yıl olarak yazınız.
- c- “Geçici Depolama Yeri” sütununa, envanter kayıt numarası verilen madde veya ekipmanın geçici depolama yerini açık olarak yazınız.

TABLO 3- ARINDIRMA BİLGİLERİ

Yönetmeliğin Ek-2'sinde yer alan arındırılmış ekipman etiketi, arındırma işleminden sonra bu form ekinde Bakanlığa gönderilecektir.

Envanter Kayıt No.	Arındırma Yapan Kuruluşun Lisans No.	Arındırma Tarihi		Eski Derişim (ppm)	Arındırıldıktan Sonraki Derişim (ppm)	Kullanım Durumu	UATF Arındırmaya Gidiş ve Dönüş Seri No.'ları	

Aşağıdaki açıklamaları okuyarak yukarıdaki tabloyu doldurunuz. Birden fazla kayıt girişini ayrı bir sayfada veriniz.

- “Envanter Kayıt No” sütununa, Tablo 1 için Bakanlığın vermiş olduğu Envanter Kayıt No.'sunu giriniz.
- “Arındırma Yapan Kuruluşun Lisans No.” sütununa, Yönetmeliğin 17 nci maddesine göre verilen tesisin lisans numarasını yazınız.
- “Arındırma Tarihi” sütununa, envanter kayıt numarası verilen ekipmanın arındırılma işleminin başlangıç ve bitiş tarihlerini; gün, ay ve yıl olarak yazınız.
- “Eski Derişim (ppm)” sütununa, arındırılma işlemi öncesindeki PCB derişimini yazınız.
- “Arındırıldıktan Sonraki Derişim (ppm)” sütununa, arındırılma işlemi sonrasındaki PCB derişimini yazınız.
- “Kullanım Durumu” sütununa, ekipman tekrar devreye alınacak ise “Kullanıma Alınacak”, tekrar devreye alınmayacak ise “Kullanım Dışı” açıklamasını giriniz.
- “UATF Arındırmaya Gidiş ve Dönüş Seri No.'ları” sütununa, ekipmanın arındırmaya gidiş ve dönüş taşıma işlemlerinde kullanılacak olan Ulusal Atık Taşıma Formlarının (UATF) seri numaralarını yazınız.

TABLO 4- BERTARAF BİLGİLERİ

Aşağıdaki tabloyu doldurduktan sonra, bertaraf yapılan madde veya ekipmanın taşınmasında kullanılacak olan Ulusal Atık Taşıma Formunu (UATF) bu forma ekleyerek bertaraf işlemi bitiminde Bakanlığa gönderiniz.

Envanter Kayıt No.	Bertaraf İşlemini Yapan Kuruluşun Lisans No.	Bertaraf İşlemi	Bertarafın Tamamlandığı Tarih	UATF Bertarafa Gidiş No.

Aşağıdaki açıklamaları okuyarak yukarıdaki tabloyu doldurunuz. Birden fazla kayıt girişini ayrı bir sayfada veriniz.

- a- “Envanter Kayıt No.” sütununa, Tablo 1 için Bakanlığın vermiş olduğu Envanter Kayıt No.’sunu giriniz.
- b- “Bertaraf İşlemini Yapan Kuruluşun Lisans No.” sütununa, yönetmeliğin 18 inci maddesine göre madde veya ekipmanın bertarafını yapan tesisin lisans numarasını yazınız.
- c- “Bertaraf İşlemi” sütununa, Yönetmeliğin 16 ncı maddesine göre uygulanan bertaraf yöntemlerini yazınız.
- ç- “Bertarafın Tamamlandığı Tarih” sütununa, envanter kayıt numarası verilen madde veya ekipmanın bertaraf işleminin yapıldığı tarihi; gün, ay ve yıl olarak yazınız.
- d- “UATF Bertarafa Gidiş Seri No.” sütununa, madde veya ekipmanın bulunduğu tesisten bertaraf tesisine taşınması işleminde kullanılacak olan Ulusal Atık Taşıma Formunun (UATF) seri numarasını yazınız.

MADDELER VE EKİPMANLAR

KODLAR	MADDE VE EKİPMAN LİSTESİ
	MADDELER
M1	Alev Durdurucular
M2	Baskı Mürekkep ve Macunları
M3	Balmumu ve Reçineler
M4	Sentetik Kauçuk
M5	Zarf, Etiket veya Bantlar
M6	Boya, Vernik ve Lake Gibi Yüzey Kaplama Malzemeleri
M7	Sentetik veya Mineral Hava Kompresör Yağları
M8	Sentetik veya Mineral Yağlar
M9	Sentetik veya Mineral Isı Transfer Sıvıları
M10	Kesme Yağları
M11	Sentetik veya Mineral Vakum Yağları
M12	Sentetik veya Mineral Türbin Yağları
M13	Sentetik veya Mineral İzolasyon Yağları
M14	Sentetik veya Mineral Hidrolik Yağlar
M15	Karbonsuz Kopya Kâğıtları
M16	PCB
M17	Tarımsal Amaçlı Pestisit Katıkları
M18	Diğerleri
	EKİPMANLAR
E1	Alternatif Akım İndükleme Motorları
E2	Alternatif ve Doğru Akım Doğrultmaçları
E3	Anahtarlar
E4	Şalterler
E5	Florasın Balastları
E6	Deşarjlı Lamba Balastları
E7	Yol Verme (start-up) Ekipmanı
E8	Buzdolapları
E9	Dalgıç Pompalar
E10	Devre Kesiciler
E11	Elektrik Kabloları (Yağlı ve Yağsız)
E12	Fırımlar

E13	Güç Faktörü Düzeltme Birimleri
E14	Hava Kompresörleri
E15	Hidrolik Ekipmanlar
E16	Isı Aktarım Ekipmanı
E17	Isıtma Bobinleri
E18	Kapasitörler
E19	Karbonsuz Kopya Kâğıtları
E20	Makine Yağlayıcıları
E21	Sızdırmazlık Maddeleri (Sıvı Çontalar vb.)
E22	Starterler
E23	Su Kuyusu Pompaları
E24	Isıya Dayanıklı Sıvı İçeren Endüstriyel Makineler
E25	Televizyonlar
E26	Vakum Pompalar
E27	Voltaj Regülatörleri
E28	Yangın Kesici Paneller
E29	Transformatörler
E30	Diğerleri

**ARINDIRMA VE BERTARAF LİSANSI MÜRACAATLARINDA
ARANACAK BELGELER**

a) Çevresel Etki Değerlendirmesi Olumlu Belgesi veya Çevresel Etki Değerlendirmesi Gerekli Değildir Belgesi ile bunlara ilişkin ÇED raporu veya proje tanıtım dosyası.

b) Emisyon İzin Belgesi, Deşarj İzin Belgesi.

c) Acil Durum Planı.

ç) Yangın tedbirlerinin alındığına dair itfaiye müdürlüğü belgesi.

d) Diğer Belgeler:

1) Vergi Dairesi ve Numarası,

2) 14/7/2005 tarihli ve 2005/9207 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla yürürlüğe konulan İşyeri Açma ve Çalışma Ruhsatlarına İlişkin Yönetmelik hükümlerine uygun olarak alınmış İşyeri Açma ve Çalışma Ruhsatı,

3) Ticaret Sicil Gazetesi Örneği,

4) İmza Sirküleri,

5) Kapasite Raporu,

6) Sanayi Sicil Belgesi,

7) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığından alınmış İşletme Belgesi.

BERTARAF YÖNTEMLERİ

- D1 Toprağın altında veya üstünde düzenli depolama (Örnek: Düzenli depolama vs.)
- D2 Arazi ıslahı (Örnek: Sıvı veya çamur atıkların toprakta biyolojik bozulmaya uğraması vs.)
- D3 Derine enjeksiyon (Örnek: Pompalanabilir atıkların kuyulara, tuz kayalarına veya doğal olarak bulunan boşluklara enjeksiyonu vs.)
- D4 Yüzey doldurma (Örnek: Sıvı ya da çamur atıkların kovuklara, havuzlara ve lagünlere doldurulması vs.)
- D5 Özel mühendislik gerektiren düzenli depolama (çevreden ve herbiri ayrı olarak izole edilmiş ve örtülmüş hücresel depolama vs.)
- D6 Deniz/okyanus hariç bir su kütesine boşaltım
- D7 Deniz yatakları dâhil deniz/okyanuslara boşaltım
- D8 Biyolojik işlemler
- D9 Fiziksel/kimyasal işlemler (Örnek: Buharlaştırma, kurutma, kalsinasyon, vs.)
- D10 Yakma (karada)
- D11 Yakma (deniz üstünde)
- D12 Sürekli depolama (bir madende konteynerların yerleştirilmesi vs.)
- D13 D1 ilâ D12’de belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce harmanlama veya karıştırma
- D14 D1 ilâ D13’te belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce yeniden ambalajlama
- D15 D1 ilâ D14’te belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar stoklama (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)

