



**AMBALAJ ÜRETİM FAALİYETİ GÖSTEREN
BİR FABRİKANIN ATIK YÖNETİM SÜRECİNİN
İNCELENMESİ**

Burak DAĞ

Doç. Dr. Fatma EKMEKYAPAR TORUN
Yüksek Lisans Tezi
Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı
2023
(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**AMBALAJ ÜRETİM FAALİYETİ GÖSTEREN BİR FABRİKANIN ATIK YÖNETİM
SÜRECİNİN İNCELENMESİ**

(Investigation of Waste Management Process of A Factory Operating Packaging Production)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burak DAĞ

Danışman: Doç. Dr. Fatma EKMEKYAPAR TORUN

Erzurum
Şubat, 2023

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Burak DAĞ tarafından hazırlanan “Ambalaj Üretim Faaliyeti Gösteren Bir Fabrikanın Atık Yönetim Sürecinin İncelenmesi” başlıklı çalışması 08 / 02 / 2023 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Çevre Teknolojisi Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Beyhan KOCADAĞIŞTAN Aslı Islak İmzalıdır

Atatürk Üniversitesi

Danışman: Doç. Dr. Fatma EKMEKYAPAR TORUN Aslı Islak İmzalıdır

Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Üyesi Züleyha REÇBER Aslı Islak İmzalıdır

Iğdır Üniversitesi

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN

Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır

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

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak *Doç. Dr. Fatma EKMEKYAPAR TORUN* danışmanlığında sunulan “AMBALAJ ÜRETİM FAALİYETİ GÖSTEREN BİR FABRİKANIN ATIK YÖNETİM SÜRECİNİN İNCELENMESİ” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	12	30
Kuramsal Temeller	25	30
Materyal ve Metot	0	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	13	20
Sonuçlar ve Öneriler	3	20
Tezin Geneli	22	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Sunulan bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ettiğimizi beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Burak DAĞ	Doç. Dr. Fatma EKMEKYAPAR TORUN
8.2.2023	8.2.2023
İmza: Aslı Islak İmzalıdır	İmza: Aslı Islak İmzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum bu çalışmada. Yüksek Lisans öğrenimim boyunca bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, değerli fikirlerini paylaşan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Fatma EKMEKYAPAR TORUN’a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgilerini benimle paylaşan ve bana yol gösteren hocam Sayın Doç. Dr. Serkan BAYAR’a teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde emeği çok büyük olan, destekleriyle, yardımlarıyla, bilgi, birikim ve tecrübeleriyle yanımda olan babam Hamza DAĞ’a, sevgili aileme, benimle birlikte bu süreçte her daim yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen sevgili sınıf arkadaşım, meslektaşım, nişanlım Şeyma OLTAN’a teşekkürü bir borç bilirim.

Burak DAĞ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AMBALAJ ÜRETİM FAALİYETİ GÖSTEREN BİR FABRİKANIN ATIK YÖNETİM SÜRECİNİN İNCELENMESİ

Burak DAĞ

Danışman: Doç. Dr. Fatma EKMEKYAPAR TORUN

Amaç: Bu çalışmada Kocaeli ilinde faaliyet gösteren bir oluklu mukavva fabrikasının üretim esnasında ve sonrasında tesiste oluşan tehlikeli, tehlikesiz katı atıkların geçici depolanma ve bertaraf; evsel ve endüstriyel atıksuların atıksu arıtma tesisinde arıtılma ve deşarj edilme süreçleri incelenmiştir.

Yöntem: Bu çalışma için incelemesi yapılan fabrikanın ilgili birimlerinden 2022 yılına ait gerekli bilgiler alınmıştır. Oluşan katı atık miktarlarındaki ve atıksuyun karakterizasyonundaki değişimler aylık ve mevsimsel olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Fabrikada 2022 yılı içerisinde oluşan toplam tehlikeli katı madde miktarı 267.060 kg olup bu atıkların bertaraf edilmesi için 217.735₺ maliyet oluşmuştur. 2022 yılı içerisinde fabrikadan çıkan toplam tehlikesiz atık miktarı ise 7.482.910 kg'a ulaşmış ve tehlikesiz atıklar bertaraf için geri dönüşüm firmasına gönderilerek fabrikaya 3.236.460₺ kâr sağlanmıştır. Fabrikanın atıksu arıtma tesisine 12 ay boyunca giriş yapan atıksuyun ortalama debisi 38 m³/gün'dür. Arıtma tesisinin 12 aylık Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) giderim verimi ortalaması %85,41 olarak hesaplanmıştır.

Sonuç: Fabrikada oluşan tehlikeli ve tehlikesiz atıklar Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca uygulanan Atık Yönetimi Yönetmeliğine uygun bir şekilde geçici depolanmakta ve bertaraf edilmektedir. Arıtma tesisinden çıkan atıksu ise Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Atıksuların Kanalizasyon Şebekesine Deşarj Yönetmeliği (AKDY)'ne göre deşarj kriterleri sağlanıp Kocaeli Büyükşehir Belediyesi kanalizasyon hattına deşarj edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Atıksu, Katı atık, Atık yönetimi

Şubat 2023, 78 sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

INVESTIGATION OF WASTE MANAGEMENT PROCESS OF A FACTORY OPERATING PACKAGING PRODUCTION

Burak DAĞ

Advisor: Assoc. Prof. Fatma EKMEKYAPAR TORUN

Purpose: In this study, the temporary storage and disposal of hazardous and non-hazardous solid wastes formed in the facility during and after the production of a corrugated cardboard factory operating in Kocaeli; The treatment and discharge processes of domestic and industrial wastewater in the wastewater treatment plant were investigated..

Method: For this study, necessary information for the year 2022 was obtained from the relevant units of the factory examined. Changes in the amount of solid waste generated and the characterization of the wastewater were evaluated monthly and seasonally.

Findings: The total amount of hazardous solids formed in the factory in 2022 is 267,060 kg and a cost of 217,735₺ has been incurred for the disposal of these wastes. In 2022, the total amount of non-hazardous waste from the factory reached 7.482.910 kg, and the non-hazardous wastes were sent to the recycling company for disposal, resulting in a profit of 3.236.460₺ for the factory. The average flow rate of wastewater in wastewater treatment plant of the factory for 12 months is 38 m³/day. The removal efficiency of Chemical Oxygen Demand (COD) for 12 months in the treatment plant was calculated as 85.41%.

Results: Hazardous and non-hazardous wastes generated at the facility are temporarily stored and disposed of in accordance with the Waste Management Regulation implemented by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change. Wastewater coming out of the wastewater treatment plant is discharged to Kocaeli Metropolitan Municipality sewer line after providing the discharge criteria according to Kocaeli Metropolitan Municipality Regulation on Wastewater Discharge to the Sewage Network.

Keywords: Wastewater, Solid waste, Waste management

February 2023, 78 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	3
Atığın Tanımı	3
Atık Yönetimi	3
Önleme	5
Azaltma	5
Yeniden kullanma	5
Geri dönüşüm	5
Enerji geri kazanımı	6
Bertaraf.....	6
Katı atık yönetimi.....	6
Ambalaj	15
Ambalaj çeşitleri	16
Malzeme cinsine göre ambalaj atıkları	16
Ambalaj atıkları yönetimi ve geri dönüşümü	21
Oluklu Mukavva	26
Tanımı	26
Endüstriyel Atıksular	32
Karton kutu sanayi atıksularının kullanılan arıtım yöntemleri	36
Kocaeli Hakkında Genel Bilgi ve İzaydaş	40
Kocaeli	40
İzmit atık ve artıkları arıtma yakma ve değerlendirme A.Ş (İZAYDAŞ).....	43
MATERYAL VE YÖNTEM	46
Materyal	46

İş akım şeması	47
Proses özeti	48
Yöntem.....	48
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	49
Kağıt ve Karton Üretim Tesisinde Oluşan Atık Miktarları.....	49
Tesiste Oluşan Tehlikeli ve Tehlikesiz Atıkların Geçici Depolanma-Geri Kazanım Süreci.....	53
Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Atıksu Kanalizasyon Deşarj Yönetmeliğine Göre Atıksu Deşarj Kriterleri.....	53
Tesisin Atıksu Parametreleri ve Analizleri	54
Tesisin on iki aylık süre boyunca arıtma tesisine giriş yapan debi miktarı ve sıcaklık durumu	54
İncelemesi yapılan kağıt ve karton üretim tesisinde oluşan atıksu kirlilik parametrelerinin aylara göre analizi	55
İncelemesi yapılan kağıt ve karton üretim tesisinde oluşan atıksu kirlilik parametrelerinin aylara göre ortalama analizi.....	56
İncelemesi Yapılan Kâğıt ve Karton Üretim Tesisinde Oluşan Atıksu Kirlilik Parametrelerinin Aylara Göre Verimleri.....	58
İncelemesi yapılan kâğıt ve karton üretim tesisinde oluşan atıksu kirlilik parametrelerinin mevsimlere göre ortalama analizi	58
Atıksu Arıtma Tesisi İşleyişi ve Proses Özeti.....	59
Atıksu Arıtma Tesisinin Üniteleri Hakkında Bilgiler	60
Dengeleme havuzu	60
Koagülasyon tankı.....	60
Flokülasyon tankı	60
Nötralizasyon tankı	61
Çöktürme tankı.....	61
Biyolojik reaktör	61
Filtre press	61
SONUÇ VE ÖNERİLER	62
KAYNAKÇA	64
ÖZGEÇMİŞ.....	66

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Oluklu Mukavva Dalga Özellikleri	28
Tablo 2. Dalga Tiplerine Göre Ondüle Sayıları.....	29
Tablo 3. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Selüloz, Kağıt, Karton ve Benzeri Sanayilerin Atıksularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları.	33
Tablo 4. Kocaeli İli Nüfus Dağılımı	43
Tablo 5. 2022 Yılı İtibariyle Tesis İçerisinde Bulunan Makine Teçhizat Tablosu.....	46
Tablo 6. Tesiste Genel Olarak Yıllık Oluşan Atık Miktarları	49
Tablo 7. 2022 Yılı İtibariyle Tesisten Oluşan Atık Miktarları	50
Tablo 8. KBB İzmit Su İşleri AKDY Kriterleri.....	54
Tablo 9. Tesisin Ay Bazında Debi ve Sıcaklık Durumu.....	54
Tablo 10. Tesisin Atıksuyun Aylara Göre Kirlilik Parametreleri.....	55
Tablo 11. Tesisin Atıksuyun Aylara Göre Ortalaması	56
Tablo 12. Tesisin Atıksuyun Aylara Göre Verimleri.....	58
Tablo 13. Tesisin Atıksuyun Mevsimlere Göre Analizi	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Atık Yönetimi Piramidi.....	4
Şekil 2. Kâğıt/Karton Ambalajların Geri Dönüşümü.....	22
Şekil 3. Plastik Ambalajların Geri Dönüşümü	23
Şekil 4. Cam Ambalajların Geri Dönüşümü	24
Şekil 5. Kompozit Ambalajların Geri Dönüşümü	25
Şekil 6. Oluklu mukavvanın sınıflandırılması.....	28
Şekil 7. Pıhtılaştırma Aşaması.....	38
Şekil 8. Yumaklaştırma Aşaması	38
Şekil 9. Fabrikanın İş Akış Şeması	47
Şekil 10. 2022 Yılı İtibariyle Tesisten Oluşan Tehlikeli Atık Miktarları	51
Şekil 11. 2022 Yılı İtibariyle Tesisten Oluşan Tehlikesiz Atık Miktarları	51
Şekil 12. Arıtma Tesisinin Aylara Göre Kirlilik Parametreleri.....	57
Şekil 13. Tesisin Atıksu Arıtım Akım Şeması	60

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat Derece
AKDY	: Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği
AKM	: Askıda Katı Madde
AT	: Avrupa Topluluğu
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
ISO	: Uluslararası Standartlar Teşkilatı
İSU	: İzmit Su İşleri
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MOTAT	: Mobil Atık Takip Sistem
OMÜD	: Oluklu Mukavva Üreticileri Derneği
PE	: Polietilen
PET	: Polietilen Tereftalat
pH	: Potansiyel Hidrojen
PVC	: Polivinil Klorür
TeOİ	: Teorik Oksijen İhtiyacı
TOİ	: Toplam Oksijen İhtiyacı
TOK	: Toplam Organik Karbon
ZSF	: Zehir Seyreltme Faktörü

GİRİŞ

Günlük yaşantımızda ihtiyacımız olan maddelerin kullanımı sonrasında kalan kullanılabilen ya da kullanılması mümkün olmayan atıklar meydana gelmektedir. Hızlıca yükselen insan popölasyonu, köyden kente göç ve sanayileşme, kaynakların hızlı bir şekilde azalmasına mahal verirken üretilen atık miktarları da ve bu atıklar geri dönüşüm, geri kazanımla ikinci, üçüncü seferlerde kaynak olarak kullanılabilmekte veya kullanılması mümkün olmayarak bertarafı sağlanmaktadır. Bu sebepten dolayı çöp ile atıkların birbiri arasında mühim farklılıklar gözlemlenmektedir. Kelime anlamı olarak çöp birçok insan arasında atık ile aynı manada kullanılsa bile ikisi birbirinden çok ayrı içeriklere sahip olmaktadır.

Atık Yönetimi Yönetmeliğı'ne ifadelerine göre atık; meydana getiren ya da fiilen sahip olan gerçek ya da tüzel kişiler muhatabından etrafa bırakılan, atılan ya da atılması mecburi olan herhangi bir madde ya da malzeme olarak isimlendirmektedir. Atıklar geri dönüşüm veya geri kazanım yardımı ile yeniden kullanımı muhtemel olan malzemelerdir. Atıklar üretim ve tüketim sonucunda meydana gelebilen, insanoğlu ve çevre sağlığına tahribat verecek türde de olabilirler. Atıklar kendisi dâhilinde; uluslararası, tıbbi, endüstri, tarımsal, bahçe atıkları olarak sınıflandırılabilir. Bu atıklar sanayi ve diğeri imalat tesislerinden meydana gelen insan ve çevreye zarar verecek olanlara (çeşitli kimyevi maddeler gibi) tehlikeli atıklar denir.

Çöp, içerisinden kâğıt, karton, cam, metal, plastik gibi malzemelerin ayrıştırılmasının ardından bu malzemelerin ardında kalan ve hiçbir koşulda geri kazanımı ya da geri dönüşüm imkânı olmayan materyallere denmektedir. Yeniden bir kaynak ya da kullanılabilecek materyal olarak değerlendirilmesi doğru değildir. Çöp, düzgün depolanması ya da bertaraf edilmesi gereken bir kısım iken, atık içerdiği maddelerin ayrıştırılması ve özelliklerine göre geri kazanım ya da geri dönüşüme bağı tutulması gereken, devletin maliyetine katma değeri sağlayabilecek kısımdır. Çöpler bertaraf işlemine tabii tutulurken, geri dönüşümü muhtemel olan atıklar tekrardan kaynak olarak kullanılmak için işlenmektedir.

Meydana gelen atığın negatif tesirini, bertarafını sağlamak için atıkların belli bir yönteme tabi tutulması gereklidir. Bu nedenle Türkiye'de son olarak 2 Nisan 2015 tarihinde yayımlanmış Atık Yönetimi Yönetmeliğı mevcuttur. Atık yönetiminin gayeleri içinde; atığın meydana gelmesinin engellenmesi, azaltılması, atıkların tekrardan kullanılması, türlerine göre ayrıştırılıp biriktirilmesi, toplanması, geri dönüşümü, geri kazanımı, bertaraf edilmesi, bertarafının ardından izlenmesi ve denetlenmesi amaçlanmaktadır. Atık yönetimi amacı bir yöntem dâhilinde yapılmış olup, atık yönetimi hiyerarşisi şeklinde isimlendirilmektedir. Altı

adet öge bulunduran atık yönetimi hiyerarşisinde, yegâne düşünce, sonraki kuşaklara yaşanılabilir bir yeryüzü teslim etmektir. Yönetmeliğin bir başka gayeleri ise doğal kaynakların korumaya alınması, enerji ve maliyet tasarrufunun yapılması, kirlenme miktarı ve kontamine olmuş atık oranının minimum seviyeye indirilmesidir. Hemen hemen bütün üretim sektörlerinde üretilen bir ürünün ardından mutlaka katı veya sıvı olarak atık oluşmaktadır. Oluşan bu atıklar kontamine olmakla birlikte bazı atık çeşitler de çevreye herhangi bir zararı olmayan hatta geri dönüştürülerek tekrar ham madde olarak kullanımı sağlanabilen atıklardır. Atıkların geri dönüştürülmesi hem çevrenin daha az kirlenmesini sağlarken hem de üretimi yapan firma ve içerisinde yaşamımızı sürdürdüğümüz Türkiye Cumhuriyeti'ne mali olarak katkı sağlamaktadır. Dolayısı ile ham maddelerin minimum seviyede kullanılması insan, doğa ve devlet adına sürdürülebilirlik adına büyük önem arz etmektedir. Hazırlanan bu tezde ambalaj sektöründe faaliyet gösteren bir tesisin üretim faaliyeti sırasında oluşan bütün atık türleri tanımlanmış ve bu atıklar incelenmiştir. Üretim sırasında oluşan katı atıklar, yine üretim sırasında ve sonrasında oluşan atıksuyun incelenmesi sağlanmış olup tüm bu atıkların düzenli toplanması, depolanması ve bertarafına kadar geçen süreç izlenmiştir. İzlenilen bu süreç tezde ayrıntılarıyla anlatılmıştır.

KURAMSAL TEMELLER

Atığın Tanımı

İnsanın kendi gereksinimlerini karşılamaya çalışması ve yaşamını sürdürebilmesi için birtakım kaynaklara ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaçların sonucunda herhangi bir kullanıma gerek duyulmayan, atılan kısmı da atık olarak adlandırılabilir. Aynı zamanda atık, kullanılan, ömrünü tamamlamış, insanın artık istemediği ve yaşamını sürdürdüğü çevresi için tahribat oluşumu sağlayan her türlü materyaldir (Uzunoğlu 2014). 2019 senesinde yayımlanan Sıfır Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne istinaden ise atık; üreticisi, fiilen elinde bulunduran gerçek ya da tüzel kişiler tarafından çevreye atılan, bırakılan, atılması zorunlu olan herhangi bir madde ya da materyal şeklinde adlandırılmaktadır. Atık ve çöp birbirlerinden ayrı ve karıştırılmadan kullanılması gerekli ifadelerdir. Çöp, içerisinden, kağıt, karton cam, metal, plastik gibi materyaller çıkarılmasının sonrasında kalan ve şekilde geri kazanımı mümkün görünmeyen, artık materyale söylenmektedir. Yani çöp düzenli depolanması, bertaraf edilmesi gerekli bir kısım iken, atık içerdiği materyallerin ayrıştırılması, türlerine göre değişim, kazanım işlemlerine tabi tutulması, ülke ekonomisine katkı sağlayabilecek kısımdır.

Atık Yönetimi

Atık yönetimi, üretim sonrasında ve işletim faaliyetlerinin ardından meydana gelen, insan sıhhati ve çevre sağlığını tehdit eden materyallerin atık kapsamında değerlendirilerek, atıkların toplanması, depolanması ve geri dönüşüm işlemlerini oluşturan yönetim şekline atık yönetimi söylenir. Atık yönetim yönetmeliği ise üretim sonrası ortaya çıkan atıkların geçici depolanmasından bertarafına kadar olan sürecin, çevre ve beşer sağlığını ciddiye alarak yönetilmesi, atıkların artmasını önleyerek, atıkların tekrardan kullanılmasını sağlamak gayesi ile kurulmuş ve bütün bu atıkların değerlendirilmesi, piyasaya şartlarında gözetim gibi denetleme yapılmasını amaçlar (Ercan 2019).

BM Ekonomik ve Sosyal İşler Dairesi'nin (DESA) Dünya Nüfus Dinamiği çalışmalarında; dünyanın popülasyonunun 2019 senesi dâhilinde 7,7 milyar ve popülasyonun %55,3'ünün şehirlerde hayatını sürdürdüğü tespit edilmiştir. Aynı tespitlerde Türkiye Cumhuriyeti'nin nüfus verisi, 83 milyon şeklinde belirtilmiş, 2000 senesinde 63,2 milyon kişi olan popülasyonun %64,7'lik kısmının şehirlerde hayatını sürdürdüğü tespit edilirken, bu oran 2019 senesi dahilinde ile %75,2 düzeyine gelmiştir. Şehirleşme nüfus oranı, Avrupa Kıtasında

'da %74,5 ile Türkiye Cumhuriyeti'ne benzer bir vaziyet göstermekle beraber; dünyanın kent tipi nüfus ortalamasının da üstünde olduğu gözlemlenmiştir.

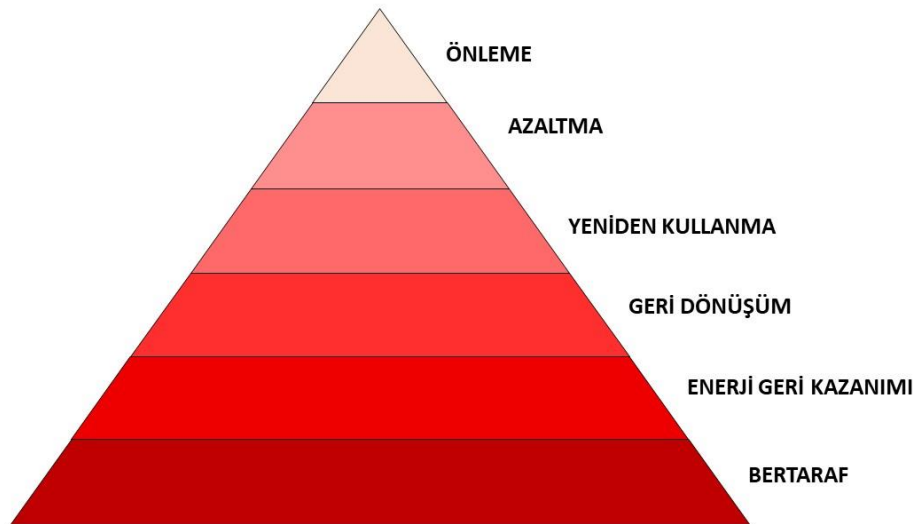
Entegre atık yönetimi sisteminin uygulayabilmesi maksadıyla hedeflerin önceki süreçlerden belirlenmiş olması ve planlamanın da etkili bir şekilde tamamlanmış olması gereklidir. Bu bakımdan, yerel, ulusal, bölgesel ya da toplumlar arası, maliyet, girişimci ve çevreci etkiler mevcut vaziyet ile beraber incelenmekte ve uyumlu bir strateji yapılmaktadır. Bilumum atık yönetimi için 6 önemli plan uygulanması tavsiye edilir. Bunlar:

- Önleme
- Azaltma
- Yeniden kullanım
- Geri dönüşüm
- Enerji geri kazanımı
- Bertaraf

şeklinde sıralanmaktadır (Gündüzalp ve Güven 2016).

Atık yönetimi hiyerarşisi görseli Şekil 1'de gösterilmiştir.

Atık Yönetim Piramidinde önem sıralaması, en üst kademeden en alt kademeye doğru değerlendirilmektedir (Curran 1996). Piramitle anlatılmak istenen en önemli husus; öncelikli olarak atığın ortaya çıkmasını engellemektir, eğer bu engelleme sağlanmıyorsa atığın minimize edilmesini sağlamaktır (Cheremisinoff 2003).



Şekil 1. Atık Yönetimi Piramidi (Escarus 2022)

Önleme

Önem sırasına göre birinci sırasında yer almakta olan önleme basamağında amaç, atık düzeyinin ve buna istinaden oluşabilecek tehlikenin azaltılma basamağıdır. Atıkların oluşumunu engelleyerek doğal kaynakların füzuli kullanımı minimuma indirilmesi amaçlanmıştır. Buna bağılı bir şekilde nesilden nesile aktarılabilir çevre ve dünyanın korunumu maksadıyla önleme en etkili metottur. Atıkları önleme metotları şunlardır (Escarus 2022):

- Doğal kaynakları mümkün olduğunca az tüketmek,
- Atık olarak nitelendirilen materyalleri yeniden kullanılabilir hale getirmek.
- Ürünler kullanma sürelerini uzatmak.

Azaltma

Atık yönetimi piramidinde öncelikli olarak ikinci unsur azaltma unsurudur. Bu madde, yalnızca atığın meydana gelmesinin önlenmesinin mümkün olmadığı zamanlarda tercih edilmelidir. Atıkları azaltım yöntemleri şu maddelerle açıklanabilir (Escarus 2022):

- Atık üretimi söz konusu olan tesislerde daha temiz teknolojileri geliştirmeli ve bu temiz teknolojilerin kullanımı sağlanarak üretilen atık düzeyini en minimuma indirmek.
- Tesislerin ambalaj kullanım miktarını minimuma indirmek.
- Ambalaj miktarını azaltmak maksadı ile satın alınan materyallerin büyük boyutlarda satın alınmasını sağlamak.

Yeniden kullanma

Bu madde, meydana gelen atıkların mümkün olduğunca yeniden kullanılmasını kapsamaktadır. Atıkları yeniden kullanma yöntemleri aşağıdaki gibidir:

- Öncelik olarak cam şişeler olmak üzere, kullanılabilen malzemelerin temizlemesi ve tekrardan kullanımı,
- Satın alınan materyallerin plastik kaplarını ihtiyaca göre (saksı yapımı vs.) kullanmak (Escarus 2022).

Geri dönüşüm

Geri dönüşümü muhtemel olan atıkların ilk oluşum bölgesinde yani kaynağında malzemelerin ayrı ayrı toplanıp, yeniden hammadde şekline getirilme biçimidir. Bu biçimde kullanılan maddelerden hammadde meydana getirilmekte ve tekrardan ürün imal edilmektedir. Geri dönüştürülebilen mamuller neticesinde sera gazları ve atıksu meydana gelişi

azaltılabilmekte olup, enerjiden tasarruf sağlanmaktadır. Aynı zamanda istihdam ortaya çıkarılmakta olup, temiz teknolojik materyaller geliştirilmektedir. Bunlara bağlı bir şekilde düzenli, atık depolama, yakma tesislerine olan gereksinim azalım eğrisi göstermektedir. Geri dönüşüm yöntemleri aşağıdaki şekilde maddelendirilmiştir (Escarus 2022).

- Evde imal edilen besinler, bahçe artıkları ve diğer organik atıklardan kompost üretimi sağlamak.
- Plastik, cam, metal, pil, kâğıt, organik atıkların ayrı çöp kutularında toplamak.

Enerji geri kazanımı

Enerji geri kazanımı; geri dönüşebilmesi muhtemel hale gelmeyen atıklardan anaerobik çürütme, yakma, piroliz, gazlaştırma ve düzenli depolama alanları yöntemi ile gaz üretimi yapıla bilinmektedir. İmal edilen gaz yakıt olarak kullanılabilir ya da çeşitli muameleler sonunda elektrik enerjisi ve ısı enerjisi elde edilebilmektedir (Escarus 2022).

Bertaraf

Atık yönetimi silsilesinde en son tercih edilecek metot bertaraf metodudur. Çeşitli metotları olmakla beraber en güzel bertaraf yöntemi düzenli atık depolama alanlarıdır. Dikkatli biçimde uygulanmadığı durumda, çevreye karşı oldukça zararlı olabilen bu yöntem, yönetmeliğe göre uygulanmak zorundadır (Escarus 2022).

Artan tüketim miktarı ile beraber atık miktarlarının yol açtığı çevresel, ekonomik ve sosyal problemleri ortadan kaldırmanın yegâne çaresi atık yönetiminin en mükemmel biçimde yapılmasıdır. Bu gaye ile hazırlanan atık yönetimi yönetmeliği dahilinde altı başlıktan oluşan atık yönetimi hiyerarşisi önemli bir yer tutmaktadır.

Katı atık yönetimi

Günümüz şartlarında katı atık biçimlerinin çevreye ve insan sağlığına zarar vermelerini engellemek maksadı işe ile toplanması, taşınması yanında tekrar kullanımı, geri kazanımı, geri dönüşümü gibi değerlendirme metotları da uygulanır. Bunlara ilaveten çöplerin çevremizden uzaklaşmasını içeren yakma işlemi ve gömme işlemlerini de kapsamın alan çeşitli metotlarda gelişmiştir. Bu metotların hepsinin planlanıp, uygulanıp ve takip edile bilindiği bütünsel sistem Katı Atık Yönetimi olarak isimlendirile bilinmektedir (Ertugay 2015).

Katı atık yönetimi; katı atıkların insan ve çevresel sağlığa tahribat vermesini engellemek maksadı ile geliştirilebilen metotların denetimli bir şekilde yürütülmesidir. Bu metotlar; katı atıkların toplanması tekrardan kullanılması, geri dönüşüm işlemi, geri kazanım işlemi ve son

olarak da depolanma işlemi biçimindeki aşamalardan meydana gelmektedir. Katı atık yönetiminin ana ilkeleri şu maddelerden oluşmaktadır;

- Cüzi miktarda atık meydana gelmesi.
- Atıkların geri kazanımı.
- Atıkların doğaya zararı oluşmadan bertarafının sağlanması.

Entegre katı atık yönetimi

Entegre atık yönetimi, atık yönetimi hususunda bir bütün şeklinde değerlendirilir. Atık yönetiminin bütün unsurları sırayla, beraber randımanlı bir çalışma ile incelemeye tabii tutulmaktadır. Bu gibi sistemde amaç açık bir şekilde tanımlanmakta olup, temel gaye sistem içerisinde meydana gelen atıkların yok edilmesi faaliyeti esnasında gerek ekolojik gerek ekonomik alanda oluşacak olumsuz durumları minimize etmektir (Bozkurt 2012).

Atık yönetimi ve entegre atık yönetiminden sonra atıkların büyük bir bölümünü kapsayan katı atıkların yönetimi konusu da oldukça önemlidir. Katı atık yönetimi; katı atıkların insan sağlığı, çevresel sağlık, maliyet, mühendislik teknolojileri, doğal kaynakların korunumu, estetik ve diğer çevre ile ilgili mevzularla ilgili şekilde toplum tarafından üretimin ve tüketimin alışkanlıkları da göz önüne alınarak atık düzeyinin kontrol şekli, toplanması, biriktirmesi, taşınımı ve aktarımı, işlemesi ve son uzaklaştırma aşamalarını kapsayabilen disiplin olarak isimlendirilebilir. (Tchobanoglous vd. 1977).

Entegre katı atık yönetimi, bir yaşam biriminde meydana gelen atıkların toplanma işlemi ayrıştırılma işlemi, geri dönüştürülme işlemi, geri kazanılma işlemi ve nihai yani son aşama olarak bertarafının sağlanması görevlerinin tek bir çatı tarafından gerçekleştirilme işlemidir. Entegre atık yönetimi, atık yönetimi dahil tüm elemanları bütünsel bir şekilde değerlendirerek hem çevre, hem mali bakımdan sürdürülebilirlik durumunun oluşturulması hedeflenmektedir. Bu düzenin etkili olabilmesi için, bütün olan bir düzenin oluşturulması, bu görevlerin ekonomik olarak değer meydana getirmesi, hizmet gösterilen yerleşim yerlerine istinaden görevlerin esnetilebilir olabilmesi, yerleşim yerleri esasında plan yapılması ve yerel yönetimler, özel sektörün ve kamunun bütün bu birikimlerin beraberliğiyle, doğru orantı gösteren bir şekilde büyüme teşkil eden bir çevre sektörünün oluşturulması önem arz etmektedir. Entegre katı atık yönetiminin ana ilkeleri şu maddelerden oluşmaktadır; Tamamlayıcı bir sistem: Entegre atık yönetimi bir yerleşim biriminde meydana gelen atığın birleşimini meydana getiren tüm aşamaları ve üretim kaynaklarının kapsamıdır.

- Mali değer: Katı atık sistemlerinden elde edilebilecek mali değer, tekrardan kullanılabilir materyal, ambalaj tipi atıkların geri kazanımı, enerji eldesi, kompost

ve bunlara benzer materyalli mahsullerdir. Bu tür unsurlardan kazanılacak mali güç, pazar ortamı ve yapılması planlanan yatırımların bedeli ile orantısal olmak zorundadır.

- Esneklik: Entegre atık yönetimi şekli, çevre, mekân ve atığın özelliklerine göre yaşanan sürece bağlı olacak çok yönlü başkalaşımlara uyum gösterebilecek boyutta olmak zorundadır.
- Bölgesel planlılık: Planlamadan verim sağlanması için, toplanacak atık miktarına dolaylı olarak da nüfus miktarına eş değerdir. Bu nedenle büyükşehirlerim dış kısmında kalan yerleşim merkezleri için bölge içerisinde planla yapılması zorunludur.

Dünya’da katı atık yönetimi

Dünya Bankası Kentsel Gelişmişlik Uzmanı Slipa Kaza, 2050 senesine ulaşıldığında, Güney Asya bölgesinin atık düzeyinin günümüz şartlarına göre 2 katına; Sahra altı Afrika’sının atık düzeyinin ise, 3 katına yükseleceğini söylemektedir. Bundan dolayı, Sahra altı Afrika ve Güney Asya bölgesine ehemmiyet gösterilmeli ve bu yerlerde yapılması gereken çalışmalar sıklaştırılmalıdır. Yoksa çevre ve insan sağlığı ile geçim kaynaklarında olumsuz yönde etkilenmeler bahis mevzubahis olacaktır (Kaza; Yao; Bhada-Tata; Van Woerden 2018).

Katı atık yönetimi çevresel problemlerinin fazlalaşması neticesinde gündeme gelmiş ve zaman içerisinde günden güne daha çok önem arz edilen bir düzen şekline dönüşmüştür. Türkiye Cumhuriyeti’nde katı atık yönetimi yeni oluşum sağlayan bir alanken dünya üzerinde mevzuda uzman durumuna gelmiş çok fazla ülke bulunmaktadır. Bazı devletler de Türkiye gibi bu alana yeni katılmaktadır. Dünyadaki katı atık yönetim endüstrisinin değeri 410 milyar \$ civarında olduğu tahmin edilmektedir.

- Hollanda katı atık yönetimi hususunda fazlasıyla yol kat etmiştir. Ülkede toplanımı sağlanan çöplerin yalnızca %2’lik bir oranı yerin altında depolanmaktadır. %33’lük kısım yakılmakta olup, geriye kalan %65’lik kısım ise geri kazanım faaliyetinde girdi şeklinde kullanılır.
- Polonya’da atıkların %90’ı yer altında depolanması sağlanmaktadır.
- İngiltere, katı atık prosedürünün uygulamasına günümüz zamanında başlayan ülkelerden biridir. Toplanan atıkların yalnızca %18’i geri dönüşüm metotlarına devredilmekte olup, %8’i yakılmaktadır. Geride olan %74’ü ise hala yeraltı depolama sistemi ile depolanması sağlanmaktadır.

- Asya kıtasında ise katı atıklar genellikle çevre içine en fazla zararı olan vahşi deponi ve sağlıklı olmayan zemin altı depolama sistemi şeklinde depolanmaktadır.
- Japonya'da çöpün %74'ü yakılıyorken, Güney Kore'de çöpün %49'u geri kazanım yöntemi ile ekonomiye kazandırılmaktadır.

Türkiye'de katı atık yönetimi

Türkiye Cumhuriyeti'nde ilk kez 1930 senelerinde, atık yönetimi hususuna ilişkin yönetmelikler meydana getirilmiştir. Bu yönetmeliklerde başlıca sorumluluklar yerel yönetimlere tebliğ edilmiştir. 1930 yılından 2019 yılına kadar bu görev Sağlık Bakanlığına verilmiş olup, 2019 senesine ulaşıldığında ise bu vazifeyi, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın icra etmesi ile beraberinde bu yetki ve görevlerin pek çok kurum arasında paylaştırıldığı görülmektedir (Özçelik 2017).

Türkiye'de hususen Avrupa Birliği uyum hazırlıkları nedeniyle katı atık yönetimi yerel yönetimler için de bir mecburiyet durumuna getirilmiş ve katı atık yönetimini kabul etmiş yerel yönetimlerin sayıları artma eğilimi göstermiştir. Türkiye'de atıklar çoğunlukla kontrolü olmayan bir biçimde vahşi depolama sahalarına gönderilmekle birlikte hızlı bir şekilde düzenli depolama sahaları imal edilmekte ve devreye sokulmaktadır. Günümüzde toplam 2000 küçük ölçek ve 50 büyük ölçek olmak üzere toplam 2050 düzensiz depolama alanı var olmaktadır. T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'ndan atık yönetimi hareket şekli verilerine binaen 2023 yılı içerisinde öngörülen ülkemiz bütününde yakma kapasitesi 410 bin ton/yıl ve düzenli deponi imkanı da 650 bin ton/yıl olarak belirlenmiştir.

- Türkiye Cumhuriyeti'nde 2008 senesinde kişi başına günde ortalama olarak yerel yönetim çöp miktarı, yaz dönemi için 1,16 kg, kış dönemi için 1,13 kg, yıllık ortalama atık miktarı ise 1,15 kg şeklinde belirlenmiştir.
- 2008 yılında 24 milyon 361 bin ton çöp toplanmış olup, bu çöplerin %46'lık kısmı geri kazanım ve bertaraf tesisine nakledilmiş, yakma tesisinde ise 29 bin ton atık bertaraf edilirken, kompost tesislerin de ise 47 bin ton kompost üretimi sağlanmıştır.
- Bertaraf tesislerinde elde edilen datalara istinaden 2008 senesinde 37 düzenli deponi sahasının toplam yakma kabiliyetinin 390 milyon ton şeklinde ve tesis bünyesine 11 milyon 656 bin 827 ton atık getirildiği saptanmıştır.
- 2008 yılı içerisinde toplam yakma kabiliyeti 551 bin ton/yıl, 4 kompost tesislerine gönderilen toplam atık miktarı 275 bin 752 ton dur. Ayırma işleminin ardından 143 bin 38 ton atık kompostlaştırılmıştır, 46 bin 827 ton kompost imal edilmiştir.

-Veriler 2008 TÜİK araştırmasından alınmıştır.

Endüstriyel tesislerde katı atık yönetimi

Endüstriyel katı atık yönetimi projesi için, birinci öncelik olarak endüstride katı atık yönetiminden sorumlu bir bölüm oluşturulmalı ve bu bölüm içerisinde gerekli ve yeterli uzman personelin istihdamı sağlanmalıdır. Endüstriyel katı atık yönetimi projesi için aşağıdaki maddeler büyük önem arz etmektedir (Anonim 2022a);

- Karar alma: Atık azaltımına yönelik çalışmaların yapılması ve yapılan bu çalışmalar neticesinde kararların alınması. Yönetim kademesinin en üst seviyesinden başlamalı,
- Atık özelliklerinin ve atık düzeylerinin belirlenmesi, bunların kayıt altına alınması.

Evlerde, işyerlerinde katı atık yönetimi

Evlerde, okullarda, işyerlerinde, sokaklarda ve benzeri yaşam alanlarımızda meydana gelen atıkların her biri milli bir servet olup yalnızca; atıklarımız birbiri ile harmanlandığında değersiz hale gelmektedir. Atıklar ancak ayrı depolanıp, ayrı toplandığında ekonomiye dahil ettirilip milli servet haline getirilebilir. Atıklarımızın ekonomiye tekrardan dahil ettirilebilmesi için, organik atıklarımızı yeşil renkli konteynerlerde, ambalaj atıklarımızı mavi renkli konteynerlerde ve diğer atıklarımızı gri renkli kovalarda toplanarak, bize en yakın aynı renkli atık toplama kumbarasına atmalıyız.

- Atık yönetimi hedefinin belirlenmesi.
- Geri Kazanım uygulamasının başlatılması.
- Çalışan personellerin uygulamaya iştirakinin sağlanması, gerekli eğitimlerinin verilmesi motivasyonunun sağlanması.
- Firma ile çalışan müşterilerin endüstriyel atık yönetimi uygulaması hakkında bilgilendirilmesi.
- Uygulamanın titizlikle izlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi (verim, hedeflerle uyum, sağlanan gelir, vb.)

Katı atık yönetiminin çevreye katkısı

- Uygun bir biçimde depolanması sağlanmamış çöpler; sondaj ve yüzeysel su kirliliğine, zararlı böceklerin çoğalmasına, yaşadığımız ortama kötü kokuların yayılımına görüntü kirliliğine ve patojenlerin taşınımına sebebiyet verir. Katı atık yönetimi ile bütün bu sorunların karşısına set çekilmektedir.
- En son zamanlarda hızlı bir şekilde yükselen popülasyon ve köyden kente göç sebebiyle artan atıklar katı atık yönetimi ile ekosisteme geri dahil edilmektedir.
- Katı atık yönetimi mali olarak oluşturulabilir, makul bir yatırımdır.

- Avrupa Birliği uyum neticesinde, Türkiye'nin üzerinde durması gereken başlıca mevzulardan biri de katı atık yönetimi.
- Katı atık yönetimi noktasında servis veren teknolojiler düzenli bir şekilde ilerlemektedir. Belediye atıkları yönetimi mevzusunda yeni taktikler meydana getirilmekte ve taktik bir şekilde devamlılık arz edecek bir çıkar yol şekli bulunmaktadır.
- Türkiye Cumhuriyeti'nde ait katı atık yönetimi ve katı atıklardan enerji eldesi hususunda çokça imkn sağlanmaktadır.

Temiz evre şuuru oluşturan ve çevreyi korumayı hedef gösteren projeler için bir dizi milli ve devletlerarası kuruluşlardan teşvik oluşturula bilinmektedir

Kurumsal süreç ve mevzuat

Türkiye Cumhuriyeti'nin atık yönetimi hususunda önem göstermesi, AB'ye katılış oluşumu ile beraber gündeme gelmiştir. 31 Temmuz 1959 tarihinde Avrupa Ekonomik Topluluğuna müracaatı ile başlayan bu oluşum, 1999 yılında Helsinki Zirvesi'nde Avrupa Birliği'ne aday ülke olup onama verilmesi ile sürdürülmüş, 17 Aralık 2004 tarihli Brüksel Zirvesi'nde, 3 Ekim 2005'te görüşmelere başlama hükmü verilmesi ile srmştir. Bu tarihin ardından katılımcı ülke statüsünü elde etmiş olan Türkiye'den, pek çok alanda olduğu gibi evre yöntemi hususunda da AB kazanımlarına bağlı kalması talep edilmiş, bu konuda da var olan yasaların AB evre politikalarına uyacak biçimde şekillendirilebilmesi zorunluluğunu ortaya koymuştur(şB,2019:8). Atık yönetim sisteminde, atıkların meydana gelmeden tedbir alınması öncelikli bir opsiyon olup, tekrar kullanımı, geri dönüşümü, geri kazanımı, enerji dönüşümü gibi işlemlerin kullanılma biçimi ile, çevresel ve insan sıhhatine zarar göstermeden giderilmesi hedeflenmektedir. Belirtilen hedefler doğrultusunda, atık tiplerinin çok yönlülüğü, üretici firmalarının çokluğu, tüketilen hammaddelerin farklı olma hususundaki sebeplerle, farklı başlıkların altındaki fazla miktarda yasal düzenlemeler meydana gelmiştir. Bunların bir kısmı aşağıda açıklanmıştır (Yaman ve Gl 2021).

T.C. Anayasası

Yasa gereğince Türkiye Cumhuriyeti'nde en önemli yasalarından biri olarak kabul edilen, 7 Kasım 1982 tarihli Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 56. Maddesinde "Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, evre sağlığını korumak ve evre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir" hükmü mevcuttur (T.C. Anayasası, 1982). Bahsi geçen yasanın maddesi, atık yönetimi kapsamında yorumlandığında; çevrenin kirlenmesine sebebiyet veren faktörler arasında mühim bir rolü olan

atıkların, bireyler ve devletin ortak çabaları ile çevre ve insan sağlığı için tehlike teşkil etmeyecek bir seviyeye ulaştırılmasının, herkesi tanımlayan bir mesuliyet olduğu gözlemlenmektedir (Yaman ve Gül 2021).

2872 sayılı çevre kanunu

09.08.1983 tarih ve 2872 Sayılı Çevre Kanunu “*Bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamak*” hedefi ile yapılmıştır. Bu kanun gereğince; devletin ve devleti meydana getiren kişilerin, bir sonraki kuşaklara yaşanabilir bir ortam bırakılması sorumluluğu bulunması amaçlanmıştır. Geçtiğimiz süre zarfında artan ve çeşitlik gösteren kirlilik tipleri sebebi ile zarar gören çevrenin, yönetim, ülke vatandaşları, sivil toplum yapıları ve mesleki gruplar eli ile sakınması ve oluşabilmesi muhtemel risklerin de önlem alınması amacıyla engellenmesi, kanunların bütün normları içerisinde bulunmaktadır. Kanunda bulunan diğer bir husus ise kirlenme yasağı ve kirlenme öder normu olup, kirlenme olasılıklarının olduğu durumlarda önlem alınması veya giderilmesi, kirlenmelerin yükümlülüğünde bulunmaktadır. Bu muamele kanalıyla meydana gelecek maddi külfetlerin, kirliliği meydana getiren kişiler dahilinde karşılanması belirtilmekte olup, gerekli önlemlerin alınması veya meydana gelecek kirlilik ardından uygulanacak işlemlerin yetkili kurumlarca uygulanması halinde, yapılacak masrafların kirlenme bireylerden karşılanacağı bildirilmektedir (Yaman ve Gül 2021).

Belediye kanunu

Yerel yönetimlerin hayata geçirilişi, idaresi, organları, görevleri ile yükümlülükleri işleme şekilleri ve temellerinin biçimlendirildiği 03.07.2005 tarihli ve 5393 sayılı Yerel Yönetimler Kanununda, atık yönetimi ile bağlantılı seçenekler yer almaktadır. Kanunun 15.g maddesinde “*Katı atıkların toplanması, taşınması, ayrıştırılması, geri kazanımı, ortadan kaldırılması ve depolanması ile ilgili bütün hizmetleri yapmak ve yaptırmak*” (Belediye Kanunu, 2005). Yerel yönetimlerin vazife ve yükümlülüğünde olması gerektiği bildirilmiştir. Ayrıca Çevre Kanunu’nun 11. maddesinde “*Büyükşehir belediyeleri ve belediyeler evsel katı atık bertaraf tesislerini kurmak, kurdurmak, işletmek veya işlettirmekle görevlidirler*” maddesi yer almaktadır (Yaman ve Gül 2021).

Büyükşehir belediyesi kanunu

5393 sayılı Yerel Yönetimler Kanununda belirtildiği üzere Büyükşehir Belediyeleri Kanunun da, atık yönetimi konusu değerlendirilmiş ve kanununun 7. Maddesi şu şekilde açıklanmaktadır “*...Büyükşehir katı atık yönetim plânını yapmak, yaptırmak; katı atıkların*

kaynakta toplanması ve aktarma istasyonuna kadar taşınması hariç katı atıkların ve hafriyatın yeniden değerlendirilmesi, depolanması ve bertaraf edilmesine ilişkin hizmetleri yerine getirmek, bu amaçla tesisler kurmak, kurdurmak, işletmek veya işlettirmek; sanayi ve tıbbi atıklara ilişkin hizmetleri yürütmek, bunun için gerekli tesisleri kurmak, kurdurmak, işletmek veya işlettirmek; deniz araçlarının atıklarını toplamak, toplatmak, arıtmak ve bununla ilgili gerekli düzenlemeleri yapmak” (Büyükşehir Belediyesi Kanunu 2014) maddesi belirtilmektedir. Belirtilen madde aynı zamanda kent sınırlarındaki ilçe yerel yönetimlerini de ilgilendirmektedir. Büyükşehir belediyelerince uygulanacak yönetim programına uyacak şekilde katı atıkların toplanması ve nakil istasyonlarına ulaştırmak ile yükümlüdürler(Yaman ve Gül 2021).

Atık yönetimi yönetmeliği

02.04.2015 tarihinde oluşturulan Atık Yönetimi Yönetmeliği, atığın oluşmasının minimum seviyeye indirilmesi, atıkların çevresel ve insan sağlığına hasar göstermeden giderilmesi, tekrar kullanımı, geri dönüşümü ve doğal kaynakların tüketiminin minimum seviyeye indirilmesi gibi konuların hangi metotlarla ve kimler tarafından uygulanacağını bildirmektedir. Söz konusu yönetmelik gereğince, atık üretiminin son teknolojik gelişmelerinden yararlanılarak minimum doğal kaynağın tüketimi ve üretimi, tüketim, geri kazanımı, giderilmesinin sağlanma durumu, dayanıklılığı, tekrar tüketilebilen ve geri dönüştürülebilecek materyallerin dizayn edilmesi, atıkların; toplanımı, nakliye, geri dönüşümü, bertarafı gibi süreçlerinde, insanlık, çevresel ve diğer canlılar tarafından bakımından tehlike oluşturmayacak metotların uygulanması, denizler, göller, akarsular veya alıcı ortamlara, doğruca atık boşaltılmaması gibi bir kısım normları kabullenmiş haldedir (Atık Yönetimi Yönetmeliği 2015).

Atık elektrikli ve elektronik araçların kontrolü yönetmeliği

22.05.2012 tarihli Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği, elektrik ve elektronik aygıtların üretimi durumunda tüketilen zarar veren öğelerin kısıtlanması, bu kısıtlamalardan hariç tutulacak olanların seçilmesi, ithalat durumlarının denetiminin yapılması ve tekrar tüketim, geri kazanımın veya geri dönüşümün, tekniksel ve hukuksal kurallarının oluşturulması gayesi ile oluşturulmuştur. Söz konusu yönetmelik gereğince, teknik açıdan cazip olması durumunda öncelikli olarak geri dönüşümü yapılabilen malzemeden üretilmesi, büsbütün olarak tekrar tüketiminin yapılması, teknik olarak işlenmesinin ardından geri dönüşüm ve geri kazanımı muhtemel olmaması durumunda bertaraf işleminin yapılması gerekmektedir (Atık Elektrikli ve Elektronik Araçların Kontrolü Yönetmeliği 2012).

Atık pil ve akümülatörlerin kontrolü yönetmeliği

İçeriğinde barındıran kimyasal maddelerin tepkime oluşturmaları ile doğrudan enerji kaynaklarına çevrilen akümülatörler ve piller, içeriğinde bulunan nikel, kurşun, civa, sülfürik asit, kadmiyum şeklinde zararlı elementler sebebi ile insanın ve çevrenin sağlıklı olması bakımından risk oluşturmaktadır. 31.08.2004 tarihi olan yönetmeliğin, pillerin ve akümülatörlerin üretim durumundan kaynaklı bertaraf edilmesi durumundaki aşamada, takip edilecek teknik, ve hukuksal konuları biçimlendirmektedir. Yönetmelik gereğince, üretimi sağlanan pillerin ve akümülatör tipli cihazların, şarj edilebilir özellikte ve maksimum dayanıklılıktakileri öncelikli olarak seçilebilmekte, tüketiminin ardından geri kazanım durumları mevcuttur. Üreticiler ve ithalatçı kişiler, tehlikeli materyal barındıran pilleri ve akümülatör tipi malzemeleri üretmeyip ya da ithal etmeyip sorumlu olmaktadır. Atık pilin toplanımında, limit muamelesi mevcut olarak, her sene bakanlık tarafından bildirilen ölçeklerde, üretici kişiler muhatabından atık pillerin toplanması ya da toplatılması ve bertarafı sorumluluğu mevcuttur. Atık akümülatör cihazların için de üretici kişilerce kaparo verme mecburiyeti olup, ödenen ücret, akümülatör tipi cihazların kapasitesini esas alarak, bakanlığın, üretici kişilerin ve geri kazanımcıların aracılığıyla bir sene geçer olacak şekilde her sene Aralık ayında bildirilmektedir (Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği 2004).

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği

Tıbbi atığın ortaya çıktığı hasta haneler, toplumsal sağlık kuruluşları, diyaliz, kan ve otopsi merkezleri, morglar, laboratuvarlar, ambulanslar, akupunktur, veterinerler, eczaneler ve güzellik merkezleri gibi yerlerin çalışmaları sonucunda tıbbi atıkların meydana gelmesine sebep veren kişilerin, kurumların ve kuruluşların meydana getirdikleri atıklar, çevresel ve insan sağlığını hasara uğratmadan giderilmesine ilişkin esasları konu alan yönetmelik, 25.01.2017 tarihinde yürürlüğe girdi. Yönetmelik gereğince tıbbi atık imalatçıları aracılığı ile meydana getirilen; enfeksiyona sebep olan hastalık yapıcı atıklar, kesici ve delici atıkların meydana geldikleri anda kaynağında ayrıştırılması temel olup, diğer atık sınıfları ile karıştırılmasının önüne geçilmektedir.

Atıklar, özel bir biçimle eğitilen ve koruyuculuğu yüksek kıyafete sahip olan görevliler tarafından nakliye araçları ile sağlık kuruluşlarında yer alan geçici deponi alanlarına taşınmakta ve bu alanda maksimum 48 saat bekletilmesinin ardından, ilgili yerel yönetimlerce toplanıp, giderim aşamasının gerçekleştirileceği tesisler içerisinde işlem görmektedir (Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği 2017).

Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği

Besin maddesi olarak kullanılan katı-sıvı yağlar ve tüketilmiş kızartma amacıyla kullanılacak yağları içeren Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği 06.06.2015 tarihinde yayınlanmıştır. Yönetmelik gereğince, bitkisel kaynaklı yağlar, hanelerde, kamusal ya da özel kuruluşlarda ve yemek görevi veren firmalarda tüketiminin ardından, yetkili şahıs ya da kurumlar tarafından toplanıp, geri kazanım işletmelerinde gereken teknik çalışmalar uygulanmasının akabinde Enerji Piyasası Düzenleme Kurulunca bildirilen standartlarda biyodizel ile biyogaza dönüşümü yapılabilmektedir. İkincil tüketimi muhtemel olmayan atık yağların, yetkisiz şahıslar tarafından toplanması ya da kanalizasyona dökülmesi yasaklanmış olup, bitkisel nitelikli yağ ve yine bitkisel nitelikli atık yağ imalatçıları, belediyeler ile geri dönüşüm işletmeleri mevcut oluşumdan art arda yükümlü bulunmaktadır (Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği 2015).

Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği

Ambalajlar, bir materyalin, üreten kısımdan tüketici tarafına varıncaya kadar ki, korununu, saklanması, taşınımı, gibi işlemler için üretimi sağlanmakta olup; yönetmelik, kullanımdan sonra meydana gelecek atıkların engellenmesi, engellenmenin mümkün olmadığı halinde, tekrar kullanımı, geri dönüşümü veya geri kazanımı işlemleri ile bertaraf edilmesi prosesinde adım atılacak yollar ve yöntemler içermektedir. 26 Haziran 2021 tarihli yönetmelik yayımlanmıştır. Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği gereğince; ambalaj imalatçıları, dizayn sürecinden itibaren üretim ile kullanım safhasında minimum atık üretecek biçimde üretmeleri, tekrar kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanım gayeleri doğrultusunda üretim yapmalıdırlar. Oluşan atığın toplama noktalarında öbür atık tiplerinden farklı bir şekilde toplanımı ile başlamış olan atık yönetim süreci, belediyeler tarafından kurulan aktarım noktalarında toplanarak, yetkili işletmelere aktarılması, burada da atıkların sınıfına istinaden ayrıştırılması, geri dönüşümü veya geri kazanımı şeklinde ilerlemektedir.

Ambalaj

Ambalaj (Paketleme); içinde bulunan materyal ya da malzemeyi saran mahsulü güvenilir ya da temiz bir biçimde saklayıp, toplamak ve alıcıya ulaşımını yapan, mahsulün reklamını yapan önemli bir araçtır (Sayar 2012). Çevre ve Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı gereğince ambalaj (paketleme) “Hammadleden, işlem görmüş mahsule kadar, bir mahsul üreticiden kullanıcıya ve tüketiciye aktarılması sürecinde, saklanması, taşınması, korunması ve satış hazırlığı için tüketilen rastgele bir gereçten hazırlanmış geri dönüşü olmayanlarda dahil olmak üzere bütün ürünlerdir.” Ambalaj (Paketleme); içerisindeki ürünü zararsız bir şekilde

koruyabilmenin beraberinde ürünü tanıtımını sağlayan ve ürünün satılmasında etkisi olan önemli bir faktördür. Avrupa Birliği Ambalaj ve Ambalaj atıkları yönergesi gereğince ambalaj (paketlenme); hammaddeden işlenmiş ürünlere kadarki süreçte, üretilen ürünlerin üreticiden tüketiciye aktarma sürecinde, saklanması, korunması, taşınması ve satış hazırlığı için tüketilen rastgele bir gereçten hazırlanmış geri dönüştürülebilir ve geri dönüşümlü olmayan ürünlerin tamamıdır. Ürün üstünde yazılmış olan fiyat, gramaj, son kullanma tarihi, üretim tarihi, ürünün içindekiler, üretici firmanın adı, kullanım açıklaması gibi bütün bilgiler, satış yapana ve tüketiciye önemli derecede bilgilendirme yapmaktadır.

Ambalaj çeşitleri

Satış ambalajı

Herhangi bir mamulü, son kullanıcı ya da tüketici tarafına ulaşımını sağlayan, müşterinin satış merkezinden ürün ile beraber alındığı ambalaj şekline satış ambalajı ismi verilmektedir (Sayar 2012).

Dış ambalaj

Birden çok satış ambalajını beraber tutmak için kullanılan ambalaj şekline söylenmektedir. Dış ambalaj mamulden ayrıştırıldığında ürünün özelliği değiştirmez ve bu ambalajlar genel olarak tüketiciler tarafından alınmak istenmez (Sayar 2012).

Nakliye ambalajı

Satış ambalajları ve dış ambalajların depolanıp ve taşınımı anında zarar görmemesini sağlayan, dış ambalajların büyük miktarlar şeklinde bünyesinde bulundurmaya yarayan ambalajlara satış ambalajı şeklinde isimlendirilmektedir (Sayar 2012).

Malzeme cinsine göre ambalaj atıkları

Plastik ambalaj

Gelişmekte olan gıda yapısının ve teknolojilerin giderek azalması nedeniyle tüketilen besin ve besin harici ürünlerin daha küçük ölçülerde ortaya çıkarılması ürünlerin ambalajlanmasında başka ambalaj ürünlerinin çoğaltılmasına sebep olmuştur. Plastik ambalajın hafifliği, alışverişi meşakkatsiz ve hesaplı ürünler olmasından kaynaklı fazla popüler olan ve Türkiye’de son teknolojilerle meydana getirilen ambalaj türüdür (Sayar 2012).

Plastikler, yüksek molekül ağırlığına sahip organik polimerlerden ve moleküllerinden meydana gelmektedir. Plastik ambalaj petrol arıtma yerlerinden çıkarılan ve türlü türlü ürünlerin petrokimya endüstrilerinde işleme tabi tutulmasının ardından ortaya çıkmaktadır.

Dünya da oluşturulan bütün petrolün yalnızca %4 oranı plastik imali için tüketilmektedir. Plastik oluşumunda tüketilen %4'ünün yalnızca %3 oranı plastik ambalaj imali için tüketilmektedir. Plastikler daha çok ambalaj ve daha az malzeme üretilebildiği ve şekil vermenin kolay olmasından dolayı sektörde iyice tercih edilebilen bir hale gelmiştir (Sayar 2012).

Plastikleri, termal sertleşir plastikler (termoset), termal yumuşar plastikler (termoplastik) şeklinde iki grup altında toplayabiliriz. Termal sertleşir plastikler ısıya maruz kaldıklarında erimezler ve çözünmezler. Bunlar çaprazlama bağlantılar ile sertleştirilmişlerdir ve yeniden ısıtıldıklarında yumuşak hale gelirler fakat likit hale geri dönmezler. Termal yumuşar plastikler birçok defa yumuşatılıp tekrar katılaştırılabilir. Bunlar soğuduklarında şekil almış olurlar.

Metal ambalaj

Günümüzde metal ambalajın tercih ediliyor olmasında bazı önemli noktalar vardır. Bunlar;

Çağa uygun üretim metotları ve teknolojik makineler ile metal materyallere ihtiyaca göre uygun şeklin verilmesi, çeşitli dış yüzey tasarımları, kolay açılıma olanak sağlayan kapakların üretilmesi ve geliştirilmesi, sızdırmazlık ve yüksek dayanıklılık özelliğidir. Yeryüzünde oluşan birçok minerallerin saflaştırılması ile metal üretilmektedir. Element ve element alaşımlarından metaller oluşur. Böylece metaller bu elementin adını alırlar. Alüminyum ya da teneke şeklinde de isimlendirilen ince çelikten sac malzemeler, öncelik olarak iki tip materyalden metal ambalajlar imal edilir. Çelik sac malzemelerin dış yüzeyleri kalay, organik laklarla kaplanır böylece çeliğin direkt gıda ile temasına engel olunur. Bu durumda aşınmaya karşı sağlam metal ambalajlar üretilmiş olur. Özellikle Metal olan kutular maksimum süre durabilmesi gereken konserve gibi ürünlerin ambalaj aşamasında çok fazla kullanılmaktadır. Bilhassa içecek ve gıda sektöründe metal ambalaj uygulaması son on senede 2 kat artmış durumdadır. Metal ambalajların bir diğer kullanım alanı da besin haricinde boyar madde ile kimyevi madde ürünlerinin ambalajlanmasıdır. Metal ambalaj su, oksijen ve ışığa karşı kuvvetli bir set oluşturmaktadır. Böcek, kemirgen ve diğer canlılara karşı yeterince sağlam ve dayanıklı olması metal ambalaja olan ilgiyi artırmaktadır. Ayrıca Sterilizasyon için ısıtılma yapması daha sonra hemen soğutma işlemi yapılabilmesi kullanımı artırmıştır. Kullanılacak laklar gereken bir biçimde işlem görmüş ise içerisindeki malzeme ile zararlı reaksiyona girmemesi yönünden kullanımı yaygınlaşmıştır. Önceden ambalajın sadece teknik bileşeni olan metal günümüzde parfümeri ile kozmetik sektöründe yepyeni bir ambalajlı malzemeye dönüşmüş durumdadır. Bu varyasyonun sebebi son zamanlardaki metal görünüş tekniklerindeki ilerlemelerdir. Satış politikası bilirkişileri metal ambalajın yarattığı bu fırsatlardan yararlanarak

hali hazırdaki markaları canlandırılmayı hedeflemekte ve taptaze ürünlerin satışlarını hızlandırmaya çalışmaktadırlar. Aynı zamanda Metal ambalaj her türden malzemeye uygun kapak üretiminde de kullanılmaktadır (Sayar 2012).

Cam ambalaj

Cam materyalinin ham maddesi kum maddesidir. Fakat yalnızca kumun ergitilmesi ile imal edilen materyaller çok dayanıksız olduğundan dolayı, hem dayanıklılığının artması hem de ergitme sıcaklık unsurunun indirilmesi için soda maddesi takviyesi yapılır. Hazırlanmış olan karışıma dolomit, kalker vb. gibi maddelerde de ilave edilerek camın içerisine dahil olacak malzemeye karşı mukavemeti yükseltilir. Üretiminde harman ismi verilen bu karışıma cam kırıkları biçimindeki ikincil malzemelerde eklenerek, 15.000 °C'ye kadar ısıtılarak şekil verilir ve cam ambalaj imal edilmiş olur. Belli bir seviyede geri dönüşüm prosesinden geçmiş cam kırığı kullanımı teknik ve mali açıdan üstünlük göstermektedir. Cam ambalajın kimyasal maddeler ile tepkimeye girmemesi, yüksek mukavemet niteliği ve steril şekli ilaç ve parfümeri imalatçıları tarafından da tercih edilmesine sebebiyet verir. Günümüz yıllarında daha da gündeme gelen minimum materyal tüketimi çalışması neticesinde bilgisayar yardımlı tasarımlar ve yüzey uygulaması için keşfedilen teknikler yardımıyla camın teknik nitelikleri fazlaştırlırken, gramajı da önceki yıllara karşın indirilmiş olup, çok farklı formlarda imal edilmeye başlanmıştır. Cam ambalajın öbür ambalajlara göre çok daha üstün kabiliyetleri vardır. Söz konusu kabiliyetleri; doğa dostu olup, hammaddelerinin %100 doğal olduğu ve sonsuz bir şekilde tekrar tüketilebilir olması, insan sağlığına hiçbir zararının olmaması, içeriğindeki ürünle kimya olarak tepkimeye girmemesi, raf ömrünün çok fazla olması, yüksek ısı ve yüksek basınca karşı mukavemetli olması ve her türlü geliştirilmeye uygun olması biçiminde örneklendirilebilir (Sayar 2012).

Ahşap ambalaj

En eski ambalaj materyallerinden biri olmakta olan ahşap, sertlik aynı zamanda mukavemet kabiliyeti sebebiyle ağır ve ebatları büyük olan kırılmaya müsait yüklü malzemelerin, havalandırma kabiliyetinden dolayı ise taze meyve ve sebzenin muhafaza altına alınıp taşınmasında yaygın bir şekilde kullanılırken, günümüz içerisinde bunların dışında kalan daha geniş ebatlarda makinelerin, motorlu araçların ambalajlanıp taşınmasında ya da çok farklı malzemelerin ambalajlanıp taşınmasında kullanılabilmektedir. Ahşap eski zamanlarda ki gibi kolay bir biçimde düşük bütçeli imalat merkezlerinde üretimi sağlanacak bir ambalaj materyali olmaktan çıkmıştır. Ahşap ambalajların genel olarak sebzeler ve meyvelerin taşıma sırasında ve depolanması sırasında kullanılması sağlanmaktadır. Ahşap ambalajlar kutu, kasa ve de palet

biçiminde üretici ve tüketicinin karşısına çıkmaktadır. Bunun yanında ahşap ambalajlar uluslararası nakliyyede sandık, ahşap palet ve konteynerler günümüz zamanda Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO) standardının gereğinde deniz, hava ve kara nakliyeciliğinde de kullanıla bilinmektedir. Günümüz zamanında gelişmiş ülkelerde ahşap ambalajlar için çokça belge talep edilmekteydi. Adeta nefes alan bir ambalaj materyali olan ahşap ambalaj böceklenme yapmadığı ve kabiliyetini kaybetmediğinden dolayı özel metotlar kullanılabilmekle ilaılanması sağlanmaktadır (Sayar 2012).

Kompozit ambalaj

Kompozit ambalaj aynı özelliklerde olmayan en az iki maddenin bütün noktalarının, birleştirilmesi metodu ile elde edilmektedir. Birbirlerinden farklı özellikteki malzeme çeşitlerinin birlikte kullanımının amacı mukavemeti yükseltmek, esnekliğini yükseltmek ve materyallerin kendine özgü karakterlerini birleştirmektir (Sayar 2012).

- Alüminyum-Plastik ambalaj tipi
- Polietilen-Karton ambalaj tipi
- Polietilen-Kâğıt ambalaj tipi
- Alüminyum Kompozit-Kâğıt-Plastik tipi
- Alüminyum Kompozit-Kâğıt ambalaj tipi

Bu ambalaj tipleri genellikle evlerde kullanılan hazır çorba, meyve suları gibi materyallerde sıkça karşımıza çıkmaktadırlar. Bu ambalajların çokça malzemeyi bir arada barındırdığından dolayı insan gereksinimi için birçok farklı biçimlerde imal edilebilirler. Ayrıca çok türlü kapak kullanımı şekline müsait olmalıdırlar.

Yeni malzemeler, biyoplastikler ve oxo bozunur ambalajlar

Son dönemlerde biyoplastikler diye adını işittiğimiz malzemeler revize edilebilir hammaddelerden üretilen yenilikçi plastiklerdir. Pek çok uygulamada, önceden tüketilen fosil plastiklerinin (genellikle petrolden oluşturulan) ve öbür plastik gereçlerin yerine geçebilmektedirler. Bazı mühendisler ve bilim adamları ise, hem bunları günümüz makinelerine adapte etmeye çalışmaktalar; hem de biyoplastik gereçlerin yeni tüketim şekiller konusunda araştırma yapmaktadırlar. Biyoplastikler pek çok bitkisel ana maddeden oluşmakla birlikte, nişasta maddesi mühim bir yer tutmaktadır. Ayrıca şeker ve selüloz da diğer önemli hammaddelerdendir. Seçenek olarak biyoplastik tüketimine geçiş yapmak, şimdilik fazla maliyetli bir tercih olarak düşünülebilir (Sayar 2012).

Yenilenebilen hammaddelerden oluşturulan malzemelerin maliyetlerinin geleneksel plastik gereçlere kıyasla iki veya dört kat daha maliyetli olduğu görülmektedir. Yenilenebilen kaynaklardan meydana getirilen biyoplastikler, petrol veya doğalgazdan temin edilen, yoğun tüketilen öbür ticari polimerlerin bulunduğu plastik sanayisinde, biraz da olsa yer almış olarak görünmektedirler. EN 13432 numaralı standardına istinaden kompostlanması mümkün olan bu materyaller, istisnai şartlar oluşturulduğunda kompost maddesine dönüştürülebilir duruma gelirler. Fakat şu an için bildiğimiz üzere, dünya üzerindeki bütün tarım mecralarında bu gaye doğrultusunda yalnızca mısır gibi ürünler üretilerek biyoplastik ürünler ortaya çıkarmaya başlanmış olsa plastik talebini karşılayacak meblağda hammadde temin edilemeyecektir.

Diğer malzeme olan oxo bozunur plastikler, petrol ürünleri kullanılarak üretilen polimer esaslı malzemelere yardımcı maddeleri ilave edilerek dayanıklılığının artırılması gibi metotlar ile oluşturulmaktadır. Bu tip malzemelerin imalatında esas alınabilecek bir standart daha yayınlanmamıştır. Bundan dolayı imalatları esnasında dikkate alınacak hususlar, tüketiminin ardından ne şekilde bertaraf işleminin sağlanacağı, çevreye zararlı bir tesirinin meydana gelip gelmeyeceği hususları tartışmaya açıktır. Fakat oxo malzemelerin parçalama işlemi ile biyoplastikler gibi toprakta yok olmaları ve bakterilerin yapay plastikleri yemesi sonucu kompost haline dönüştürmeleri pek mümkün değildir.

Kağıt ambalaj- oluklu mukavva- karton ambalaj

İnsanlığın geçmişi incelendiğinde en fazla tüketilen ambalaj çeşidinin kağıt ambalaj olduğu görülmüştür. Kâğıt ve karton ambalajın hammaddesi selüloz olarak bilinen çok kıymetli bir materyaldir (Eğridici 2009). Karton kutu çeşitleri birtakım opsiyonlara sahiptir. Giderek yaygınlaşmakta olan ve kullanımı ile ambalaj sektörüne yön veren karton kutular, kartonun sağladığı işlenilebilir kolaylığı ile her boyda ve ölçüde, kalitede, baskı özelliği ve geometrik şekilde üretilmektedir. Kartonla birlikte plastik ve metal gibi yardımcı hammaddelerin kullanıldığı kutu türlerinin en fazla kullanılan seçenekleri şu şekilde maddelendirilmiştir (Sayar 2012).

- Kapaklı karton kutu
- Kraft kutu
- Renkli kutu
- Baskılı kutu
- Çerçevesiz kutu
- Asetat kutu
- Bölmeli kutu
- Silindir kutu

- Kraft poşet
- El geçmeli kutu

Ambalaj atıkları yönetimi ve geri dönüşümü

Ambalaj atıklarının geri dönüşümü

Türkiye Cumhuriyeti’nde Ambalaj Atıklarının Kontrolü yönetmeliği ile geri dönüşüm ihtimali mümkün olmayan maddelerin ambalaj üretimi içerisinde kullanımları yasaklanmıştır. Dolayısıyla geri dönüşümü olan materyallerden üretilen bu ambalajların tüketim sürelerinin tamamlanmasının ardından geri dönüşüm işlemine girmiş olması gerekir. Ambalaj ve Çevre konusu ile ilgili terimlerden bazıları aşağıda açıklanmıştır.

Geri Dönüşüm: Atıklara fiziksel ya da kimyasal işlemler uygulanmasının ardından ikincil hammadde şeklinde üretim sürecine dahil edilmesine geri dönüşüm ismi verilmektedir.

Yeniden Kullanım: Atıkların toplama ve temizleme haricinde hiçbir işleme tabi tutulmadan aynı haliyle ekonomik ömrü dolana kadar tekrar tekrar kullanılması işlemidir.

Geri Kazanım: Hem yeniden kullanımı hem de geri dönüşümü kapsayan üst kavramdır. Geri dönüşüm ile yeniden tüketimin daha da ötesinde, atıkların niteliklerinden faydalanarak içerisindeki unsurların kimyasal, fiziksel ve biyokimyasal metotlar ile farklı ürünlere ya da enerjiye dönüştürülmesidir.

Kâğıt/karton ambalajların geri dönüşümü

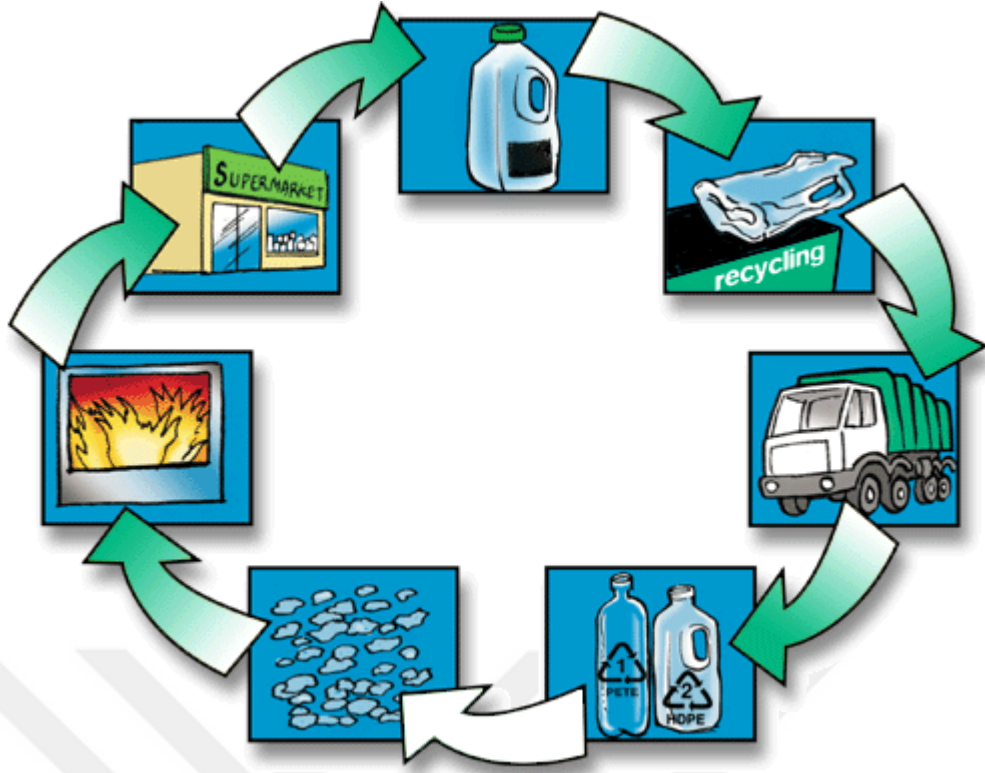
Karton ve kâğıt malzemelerden imal edilmiş ambalajların kullanımının ardından, yalnızca ambalaj tipi atıklar için tasarımı yapılan iç mekân kutularında toplandıktan sonra, dış mekân konteynerlere bırakılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Çok daha az yer tutması ve geri dönüşüm tesislerinde çok daha basit işlenebilmesi bakımından balyalar şekline getirilebilen kâğıt ve karton ambalaj materyallerin kırılması sağlanarak boyutları küçültülebilmektedir. İkinci aşamada ise bir eleme muamelesine tabii tutulmaktadır. Bu işlemin ardından kağıtlar hamurlaştırma aşamasına geçirilir. Kâğıt hamuru elde edildikten sonra hava ile beraber çeşitli beyazlatıcı özellikte kimyasal maddeler eklenerek kâğıtlar üzerlerinde bulunan baskı mürekkebinden ayrıştırılırlar. Bu adımda da kâğıt hamuru istenildiği gibi orijinal rengine getirilir. Kâğıt hamuru saflaştırma işleminin ardından artık yeni kâğıt için müsait hale getirilmektedir. İkincil hammaddeden üretimi sağlanan kâğıt, ilk hammaddeden üretilen kâğıda kıyasla %73 daha az hava kirliliğine neden olmaktadır. Şekil 2’de kâğıt/karton ambalajların geri dönüşümü verilmiştir (Sayar 2012).



Şekil 2. Kâğıt/Karton Ambalajların Geri Dönüşümü

Plastik ambalajların geri dönüşümü

Plastik ambalajların geri kazanımı için genellikle uygulanmakta olan yöntem, ilk önce plastik ambalajların konteynerlerde toplanması, daha sonra gönderildikleri toplama ve ayırma tesislerinde kaba eleme aşamasından geçirilmeleridir. Söz konusu aşamada cinslerine göre ayrımı gerçekleştirilen plastik ambalajlar, kırılma işlemine alınarak çok daha küçük parçalara indirildikten sonra yıkanıp kurutulma işlemi sonrasında depolanması sağlanır. Kırılma işlemi sonrası parçacıkların yoğunluk türüne göre ayrımının yapılmasının ardından Polietilen tereftalat (PET), Polietilen (PE), Polivinilklorür (PVC) gibi kimyasal maddeler ile birlikte ikinci defa yıkanma işlemi yapılmaktadır. Yıkanma işleminin ardından durulama ve metalik kontrol işlemlerinin ardından küçük parçalar kurutma işleminin ardından extruder makinesine gider. Extruder makinesi kırılma işlemi sağlanan, temizlenen plastik parçaların ergitilerek granülize duruma gelmesini yardımcı olan bir makine ekipmanıdır. Extruder makinesinden çıkış yapan plastik ambalajlar bu şekilde granülize duruma gelmiş olur. Ortaya çıkan bu granül malzemeler üretim hattına birincil hammadde şeklinde dahil edilebilir. Şekil 3’de plastik ambalajların geri dönüşümü verilmiştir (Sayar 2012).



Şekil 3. Plastik Ambalajların Geri Dönüşümü

Metal ambalajların geri dönüşümü

Ev tipi atıklardan ayrılarak toplanması sağlanan metal ambalajlar atıklarının öncelikle ayırma ve toplama tesisleri içerisinde malzeme tipine göre ayrılmaktadır. Daha sonra burada büyük mıknatıs sistemleri yardımıyla yığın içerisinde yer alan alüminyum, çelik çeşidindeki malzemeler birbirlerinden ayrılmaktadır. Toplanan bu ambalaj atıklarının taşınımı ve depolanması kolaylığı yönünden preslenmektedir. Böylece hacim küçültülebilir. Bu süreç sonunda metal ambalajlar işlenebilecekleri tesislere getirilirler. Burada ise ilk aşamada fiziksel öğütme işlemi yapılmaktadır (Sayar 2012).

Öğütülme işleminin peşinden yüksek dereceli fırınlarda eriyik hale getirilmektedir. Eriyik kalıba dökülerek metal bloklar oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu metal bloklar preslenerek istenilen kalınlığa getirildikten sonra aerosol, içecek kutusu, boya tenekesi vb. gibi çeşitli ambalaja uygun biçimlendirme yapılır. Daha sonra doluma hazır hale gelmektedir. Dolum ve ikincil ambalajlama aşmalarının ardından satışa hazır hale gelmektedirler.

Cam ambalajların geri dönüşümü

Kullanımlardan sonra geri dönüşüm konteynerlerinde lisanslı geri dönüşüm tesislerine getirilen ve toplanan, cam ambalajlar birtakım işlemlerden geçerek tekrardan üretime kazandırılabilir. Geri dönüşüm işletmelerine getirilen cam ambalajlar, renk tipine göre ayrılmasının ardından fiziksel işleminden geçerek ayrıştırılır Böylece Fırınlanacak şekilde cam

kırığı şekline gelir. Ardından Cam kırıkları yeniden üretime sokulur. Bu basamakta silisli kum, cam kırığı parçaları ve soda karıştırılarak yüksek dereceye ayarlı fırınlarda yumuşamış hale getirilmektedir. Akıcı hale gelen cam arzu edilen ambalajlara göre ideal kalplara dökülür ardından şekil kazandırılma işlemine tabi tutulur. Soğutulup ve doluma uygun duruma getirildikten sonra bu ambalajlara ikincil ambalajlama yapılır. Toplama ve ayırma işletmelerinde ise renkleri esas alınarak ayrılıp geri dönüşüme hazır hale getirilen cam malzemeler yüzde yüz ikincil hammadde imalatında kullanılmaktadır. Kırık camların eritilmesi ile tekrardan değerlendirilmesi süreci ve asıl işlemde daha az miktarda enerji tüketilmesi gerçekleşmektedir. Hammadde tüketimi ile üretilen camdan ile geri dönüşüm işlemi yapılarak üretilen cam üretimi esnasında sebep olunan hava ve su kirliliğine daha az sebep olunmaktadır. Kullanılan her üç cam ambalajdan en az biri, geri dönüşüm işlemi yapılan camdan yapılmıştır. Cam ambalaj üretiminde atık cam kavanoz ve şişe kullanılmaktadır. Öteki cam çeşitleri, içerdikleri hammaddenin farklı olması sebebi ile bu işleme dahil edilmemektedir. Şekil 4’de cam ambalajların geri dönüşümü gösterilmektedir.

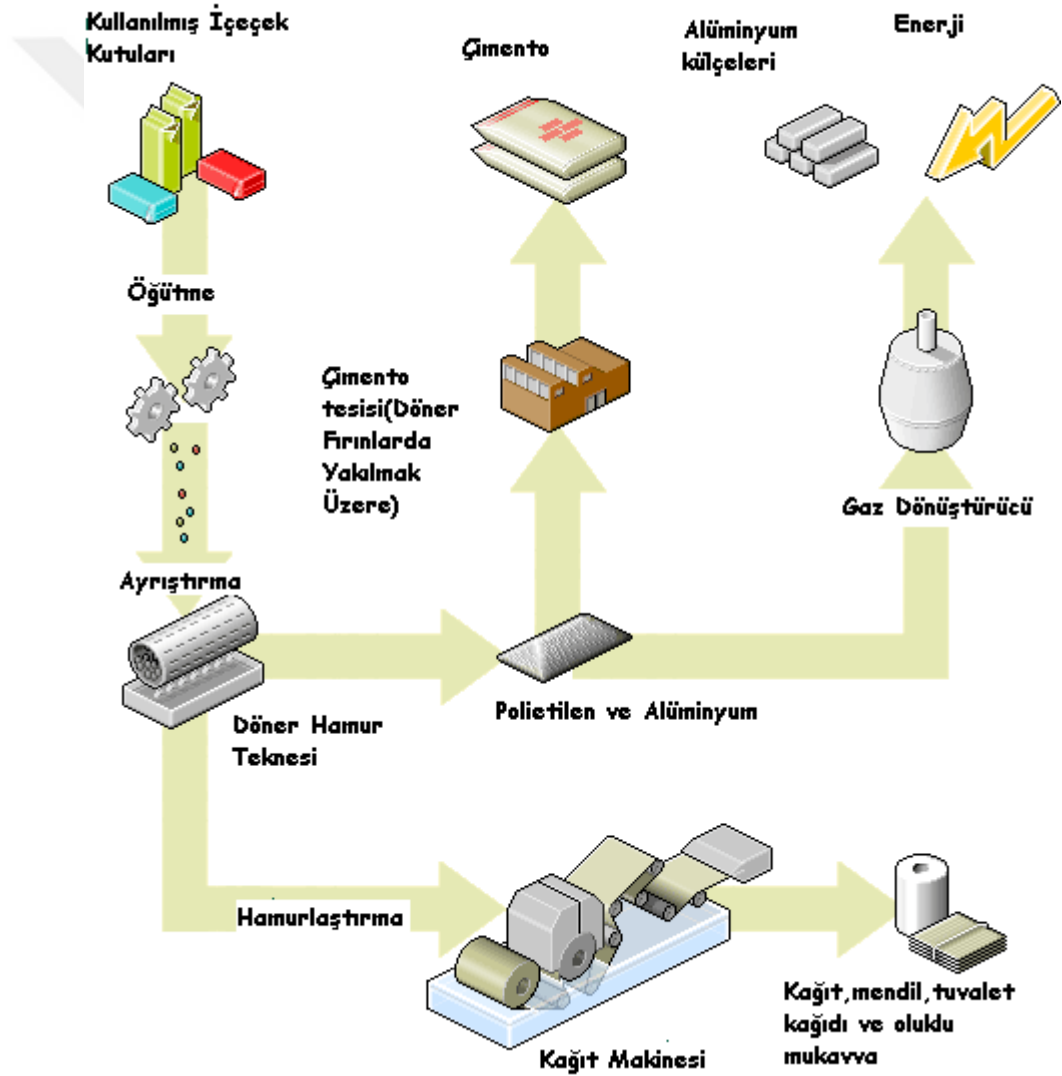


Şekil 4. Cam Ambalajların Geri Dönüşümü

Kompozit ambalajların geri dönüşümü

Toplanmakta olan kompozit ambalajlar birden çok malzemenin beraber kullanılması ile elde edildiğinden geri dönüşüm süreci de karmaşık basamaklardan meydana gelmektedir.

Öğütme ve ayırma süreçlerinin ardından kâğıt ve alüminyum/polietilen parça birbirlerinden ayrılmaktadır. Kâğıt geri dönüşüm süreçlerinden geçerek tuvalet kâğıdı, kâğıt mendil ve oluklu mukavva vb. gibi malzemelerin imalatında da kullanılmaktadır. Kâğıt parçanın ayrılmasının ardından kalan parça (alüminyum ve polietilen ya da başka bir ürün) çimento fabrikalarında kalorifik değerleri yüksek olduğundan ilave yakıt olarak kullanılma ihtimali vardır. Yine benzer biçimde enerji maksatlı yakarak geri kazanılabilir. Başka işlemde de ülkemizde yekpan ismi ile imal edilen malzemelerdir. Kompozit ambalajlar kırılıp öğütülmesinin peşine preslerde sıkıştırılarak sunta gibi bir malzeme üretilmektedir. Oluşan ürün bahçe mobilyası üretiminde kullanılabilecek sıcaklıkta suya ve neme dayanabilecek bir üründür. Şekil 5’de kompozit ambalajların geri dönüşümü verilmiştir.



Şekil 5. Kompozit Ambalajların Geri Dönüşümü (Sayar 2012).

Oluklu Mukavva

Tanımı

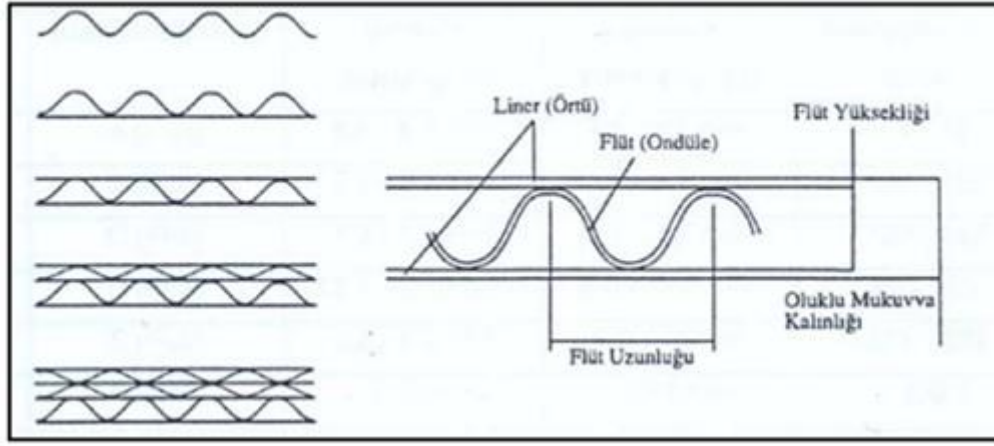
Oluklunun tarih başlangıcı Edward E. Allen ile Edward G. Healey'in 1856'da erkeklerin kullandığı şapkaların iç tarafındaki ter bantlarında kullanmak maksadıyla üretimi sağlanmış olup ve oluklu malzeme patentini almak maksadıyla İngiltere'de kaydı yapılmıştır. 1871 senesinde Amerika'da Albert L. Jones cam malzemelerin korunumu amacı ile oluklu malzemenin patentinin kayıtlarına rastlanılmaktadır. Bu iki icat, yalın oluklu mukavva üretimi ile doğrudan alakalıdır. Bu tarihten üç sene sonra 1874 yılında ABD'de Oliver Long adlı girişimci, ilk tek yüzölçümlü oluklu levha üretimini meydana getirerek şişe ve kavanozların ambalajlanmasında patent almıştır. 1875 senesinde ise Robert H. Thompson ile Henry D. Morris isimli girişimciler bu patente ithafen oluklu mukavva karton imalatını gerçekleştirmişlerdir. Bu tarihten kısa zaman sonra Robert Gair "Hinde and Dauch Paper" Şirketini kurarak Amerika Birleşik Devletleri'nde 1895 senesinde posta kolileri, ardından bunu takip eden yıllar olan 1897 senesinde gaz lambaları şişelerinin, 1903 senesinde hububat, 1905 senesinde cam şişe ve meyve nakliyatında oluklu mukavva kullanımına izin çıkmıştır. Endüstri devrimini takiben ürünlerin tüketiciye nakledilmesinde en ideal metot olarak karton mukavva kabul görerek kullanılması da hızlı bir hal almıştır. 1960 senelerinde Amerika Birleşik Devletleri'nde ambalaj yükünün tamamına yakını oluklu mukavva yardımı ile nakledilmeye başlandı. Ülkemizde ikinci Dünya Savaşı sonrasında ardından ambalaj materyali maksadıyla kullanılan oluklu mukavvaya talep, savaş bittikten sonra Avrupa ülkeleri ile fazlalaşan ticaret ilişkileri neticesinde daha da çok olmuştur. Bununla beraber 1954 senesinde ilk oluklu mukavva fabrikası Kocaeli ilinde İzmit Seka tesislerinde kurulmuş ve bu kurulumla beraber batı devletlerinden tam 75 yıl ardından mukavva sektörü ile tanışılmış, 83 yıl sonra ise üretimi yapılabilmektedir. Daha sonra 1966 senesinde Bomsaş, 1968 senesinde ise Olmuksa'nın açılmasıyla birlikte ülkemizde özel müteşebbis mukavvaları imal edilmiş ve günden güne sayısı çoğalarak bazı nedenlere bağlı bir şekilde büyüme göstermiştir. Bu nedenler; Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP), çevresel kirliliğe tedbir almak AT üyeliğine hazırlık, ihracat amacının artması ve nüfus çoğalması gibi sebeplerdir. DIN 55405 Bölüm 2'ye bakılarak karton mukavva, "tek ya da daha çok ondüle şekline gelmiş kağıtların, tek veya daha fazla kâğıda ya da kartona yapıştırılmış biçimi" şeklinde betimlenmektedir. Başka bir deyişle çok katmanlı kartondur. Ondüle ismiyle isimlendirilen sinüzoidal şekle gelmiş orta katmanın alt, üst ya da her iki tarafına düz bir liner (örtü) kâğıdın, oluklu mukavva arasına bir yapıştırıcı madde ile tutturulmasıyla en klasik oluklu mukavva üretilmiş olur (Tuncer 2010).

Genel yapısı

Oluklu mukavvanın yapısı bakır elementi veya başka bir şekle dönüştürülmüş selüloz liflerinden oluşmaktadır ve Oluklu mukavva (kaplaması) astar diye isimlendirilen iki düzlemsel plaka ile bu plakaların tam orta noktasında yiv ismiyle isimlendirilen oluklu kısmın birbirlerine yapışkan bir madde ile tutturulmasıyla oluşmaktadır. Her bir levhanın tek tek sahip olduğu mukavemetten daha çoğuna, bahsedilen bu üç tabakanın bir araya gelerek oluşturduğu ürün tek başına sahiptir. Yapısının art arda oluklardan oluşması malzemenin sertlik ve mukavemetli olmasını sağlamaktadır. Ayrıca olukların arasında hava sirkülasyonu olması yalıtım görevini üstlenerek sıcaklık değişimlerine karşı koruyuculuk sağlarlar. Değişik biçimlerdeki materyallerde kullanılmak maksadıyla oluk boyutu ve profili bakımından değişkenlik seyreden oluklu mukavva çeşitleri bulunmaktadır. Oluklu mukavva sınırsız sayıda biçim ve boyutta kesilerek katlanabilme özelliği sayesinde ambalaj olarak kullanılabilir ve ayrıca oluklu mukavva, türlü mamulleri paketlemesiyle, koruması ve sunması için imal edilmiş performansı iyi bir ambalaj materyalidir. Hammaddenin doğru bir biçimde tespiti oluklu mukavvanın oluşumuna katkıda bulunan seçenekler, mukavvanın yüzlerinde kullanılmış olan “Liner”, ondülede kullanılmış olan “Fluting” tipi kâğıt materyallerdir. Liner olarak isimlendirilen kâğıtlar, istenildiği zaman esmerimsi, beyaz ya da renkli olabilen “Kraft Liner”, “Test Liner” ve “Schrenz” (Recycled), ondülede kullanılanlar ise “NSSC Fluting”, “Saman Fluting” ve “Schrenz”dir. Oluklu mukavvayı oluşturacak olan dış kısım, iç kısım, ara kâğıtların ağırlık, tip ve karakteri, kutu başarısıyla doğrusal bir şekilde ilişki içerisinde olduklarından dolayı, fazlaca ehemmiyet arz eder. Üretilen ambalajların başarılı olmasına, pazarın gereksinim duyduğu kâğıtların temin edilmesi ve amacına uygun kullanılmasını etki etmektedir. Kullanılan kâğıt malzemelerin yanında kullanılacak yapıştırıcı maddenin, katkı maddelerinin cinsi de ideal olarak tespit edilmelidir fakat açık renkli baskılı mukavvalar için koyu renkli kraftlar, nem ağırlıklı ortamlarda bulundurulacak kutular için küçük ağırlıklı zayıf fluting kâğıtlar tercih edilmemelidir (Tuncer 2010).

Sınıflandırılması

Ondüle katmanında kullanılmakta olan kâğıtlar fluting kâğıtla, dış yüzeyler ve ara katmanlarda düzlemsel bir yüzey oluşturulması maksadıyla kullanılan kâğıtlara liner tipi kâğıtlar, Oluklu mukavvaların ondüle katmanını oluşturmakta olan dalga biçimine ise flute ya da dalga denir. Aşağıdaki Şekil 6’da oluklu mukavvanın sınıflandırılması gösterilmiştir (Tuncer 2010).



Şekil 6. Oluklu mukavvanın sınıflandırılması (Yar 2020).

Şekil 6’da gözlemlenen, bir tane ondüle tabakası ile bir tane liner tabakaya ait olan dalgalı mukavva tek yüze sahip olan dalgalı mukavva olarak adlandırılır. Tek ondüle tabaka ile iki tane liner tabakaya ait oluklu mukavvaya bir dalgalı oluklu mukavva, iki tane ondüle katmanına ve üç tane liner’e ait olan oluklu mukavva çift dalga oluklu mukavva (dopel), üç adet ondüle tabakasına ve dört adet liner tabakasına sahip oluklu mukavvaya ise üç dalgalı oluklu mukavva (triple) adı verilmektedir. Kartonların ondüle cinsleri aşağıda Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Oluklu Mukavva Dalga Özellikleri (Tuncer 2010).

Ondüle Cinsi	Kısa Gösterilişi	Ondüle Genişliği (t)	Ondüle Yüksekliği (h)	Metredeki Oluk Sayısı
İri Dalga	A (Flute)	8.5 - 8.9 mm	4.5 - 4.8 mm	104 - 125
İnce Dalga	B (Flute)	5.7 - 6.3 mm	2.1 - 3.2 mm	150-185
Orta Dalga	C (Flute)	7.2 - 7.4 mm	3.5 - 3.7 mm	120-145
İri Dalganın Üstü	D (Flute)	12.1 -21.6 mm	6.0 -10.0 mm	90-103
Mikro Dalga	E (Flute)	3.2 - 4.0 mm	1.1 -1.8 mm	275- 320
Süper Mikro Dalga	F (Flute)	2.38 mm	0.75 mm	~ 420.1
Süper İri Dalga	K (Flute)	12.40 mm	5.6 - 8.5 mm	-80.6

Üst tabloda belirtildiği şekilde kombine dopel ve triple mukavva tipleri imal edilebilmektedir. Doppel mukavva altı çeşitte üretilmektedir. Bunlar A+B, A+C, A+E, C+B, B+E, C+E dir. A harfinden E harfine isimlendirilen oluklu mukavva kartonların ambalaj imal edilmesinde seçim bazı kriterlere göre belirlenir. Bu kriterler taşıyımı sağlanan malzemenin kırılma durumu, taşıma uzaklığı ve koşullarıdır. Yüksek mertebede bir muhafaza, yastıklama, düşeyse dizme dayanıklılığı istenilen yerlerde tercih edilen D ondüledir. Bu özelliklerdeki düşme ile E ondüle ebatlarına doğru indirgenmektedir. A ile B ondüle kıyaslandığında, B ondülede bir birim mesafeye düşmekte olan ondüle adedindeki çokluk ve küçük ondüle

yükseltisinden ötürü daha sert olarak, ani emme oranı az olmaktadır. Yalnızca B ondüle birçok noktadan desteklendiğinden dolayı ezilme kuvveti daha fazla olmaktadır. Oluklu mukavvaya yapılabilecek ağırlık baskısında yüzeysel düzlemsellik ve ezilme dayanıklılığı fazlalaştıkça, baskı anında kontrolü basitleşmektedir. Bunun neticesinde oluk genişlik tipi arttığı zaman yastıklama, buna karşın oluk genişliği de azaldıkça da yüzeysel ezilme dayanıklılığı fazlalaşır.

Oluklu mukavvada dalga cinsleri

Oluklu mukavvanın dalga haline getirilmiş kâğıdın, iki düzlemsel katman aralığına yapıştırılması maksadı ile imal edildiğini belirtmiştik. Oluklu mukavvanın ana hatlarını oluşturan oluklar; düşeyden kolonlara takıldığında, yatay yönde ise kemerlere bakıldığında benzerlik gösterilmektedir. Bu kuvvetli strüktüre karşı oluklu mukavvalar, tüm yönlerde bir şekilde kesilip katlanabilmektedir.

Dalga (Flute) oluklara dik şekilde kesitinde görülmekte olan ondüle, şekil sebebiyle dalga (flute) ismiyle betimlenir ve bazı özelliklere göre sınıflandırılabilir. Bu özellikler; yükseklik, boy ve metre 'deki sayısıdır. Dalga biçimi, oluklu mukavvanın ondüle katmanına liner'e nazaran daha çok kağıt kullanımına sebebiyet vermektedir. 1 metre düzlemsel liner'e karşı, dalga tipine oranla kullanımı sağlanan fluting sayısı, ondüle katsayısı (take-up faktörü) ile bulunur. Dalga şekillerine göre ondüle katsayıları Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. Dalga Tiplerine Göre Ondüle Sayıları (Tuncer 2010)

Dalga Tipi	Ondüle katsayısı
A	1,48-1,53
B	1,28-1,43
C	1,42-150
E	1,22-1,29

A Dalga

Kalın duvarlı olması oluk yüksekliğine bağlı olmakla birlikte düşey yöndeki yükleri mükemmel bir şekilde taşımasını buna karşın yatayda basit bir şekilde ezilebildiği için çok iyi yastıklama yapmasına sebep olur. Yüzey ezilmesine karşı güçsüz biçimde bu cins, dalga aralıklarının çok olması sebebiyle, düzgün basım katmanı veremez. Bu karakterler, çift dalga birleşimlerinde A dalganın iç yüzeyde; birleşimini sağladığı bir başka dalganın, daha ince ve daha sık boşluklu olabilmesi sebebiyle dış yüzeyde kullanımını gerektirmektedir. Başlangıç olarak ülke genelinde de A dalga yaygın bir şekilde kullanılmaktaydı fakat şu anda yerini C

dalgaya bırakmıştır. Bunun nedeni ise kâğıt kullanımı açısından maliyetinin daha düşük olması sonucu çok iyi basım yüzeyi vermesidir (Tuncer 2010).

B Dalga

Düşeydeki yükleri taşımada dayanıksız olmasının sebebi duvar kalınlığının az olmasıdır. Buna karşın yüzey ezilmeye oldukça dayanıklıdır. Çünkü dalgaları daha sıktır. Sık olmasının özelliği sonucunda ise baskıda mükemmele yakın sonuç vermektedir. En yaygın kullanım alanına sahip olan tiptir (Tuncer 2010).

C Dalga

A ve B dalgalarının ardından meydana gelmiştir. Ayrıca iki dalganın da güçlü karakterlerini taşır. Bahsi geçen dalga türü, iyi bir taşıyıcı olup, mürekkep basımında iyi neticeler göstermektedir. Uzun zaman A dalgası ile savaş vermiştir ve sonuç olarak kullanımı global biçimde olduğu gibi Türkiye Cumhuriyeti'nde de günden güne yükselmektedir (Tuncer 2010).

E Dalga

Çok iyi yüzey ezilme dayanımı vardır. Bunun nedeni metredeki oluk sayısının fazla olmasıdır ve ayrıca mürekkep basımında, diğer bütün dalga tiplerine kıyasla en iyi neticeyi E dalga çıkarmaktadır. Kabiliyetleri ile hafif olması, karton ambalajdan daha başarılı biçimde kullanılmasını sağlamıştır. E dalga, diğer bir başka dalgayla birleşim gerçekleştirdiğinde, hiç kusuru olmayan ambalajlar getirerek tek basına taşıma ambalajı olarak kullanılmaz. E dalga ayrıca, ofset baskılı kartona lamine edilerek, tüketici ambalajı olarak kullanılır. Çift dalga: Yapısı güçlüdür. Bunun sonucunda büyük yükleri taşıyabilmekte, üst üste dizilmeye çok müsait olmakla birlikte yırtılmaya, delinmeye karşı mukavemeti iyidir. Kullanım alanları çeşitlidir. Bunlara örnek olarak Ağır ürünlerde, dökülebilen ürünlerin ambalajlarında teleskopik kutu diye betimlenen turuncgiller ile çiçek kutuları için kullanımını örnek verebiliriz.

Üç dalga: Farklı dalga tiplerinin niteliklerini bir arada toplar. Bu özelliği sayesinde hacmi ve ağırlığı fazla olan ürünler için taşıma ambalajı şeklinde kullanılmaktadır. Kalınlığı 12 mm sınırına kadar ulaşabilir. (Tuncer 2010)

Diğer ambalajlara göre üstünlükleri

Oluklu Mukavva Üreticileri Derneği'nin (OMÜD) oluklu mukavvaların artı yönlerini aşağıda belirtilen şekilde açıklamaktadır (Tuncer 2010).

- Farklı ambalajlar ile kıyaslandığında dalgalı mukavva %13 oranına kadar ekonomik olmaktadır.
- Her bir materyal ile imalatçısı için tek tek tasarlanmaktadır.
- Kirlilik oluşturmada, materyalin natürel yapısına dokunmadan, tahrip etmeden taşıyan, dağıtan ve depolayan bir ambalajdır.
- Steril şartlarda imal edildiği için, insan olumsuz etkisi yok denecek kadar azdır.
- Steril olduğu için, iş alanını kirliletmeyen, kokmayan ve ürünü kokutmayan ambalajdır.
- Doldurma, boşaltma ve depolama da süre ve güç tasarrufu sağlayan, ambalajdır.
- Albenisi olan ve türlü renklerle yapılan baskıları ile ürün ve ürünü ortaya çıkarıcı tanımlayan bir pazarlama görevlisi gibi hizmet verir.
- Dilendiği an, istendiği kadar ve dilenilen bölgeye teslimat yapılabildiği için, stok bedeli en az düzeylerde.
- Hafiftir ve bundan dolayı aynı taşıma bedeli karşılığında çok daha fazla ürün sevkiyatına olanak sağlayan, tahta ve plastik kasa gibi ağırlıklarınca tutar harcatmayan, bir ambalajdır.
- Depozitolardan ve iadeler nedeni ile ambalajlama işlemi yapılan ürün için ilave ücreti bulunmamaktadır.
- Ambalaj tüketicilerini komisyon alanlara bağlı bırakmayan bir ambalaj çeşididir.
- Kullanıcıların ambalajını da ambalajlayabilen endüstri çeşididir. Kullanılmasının ardından, geri kazanılarak tamamen hammaddeye dönüşebilen, çağdaş ve emin bir materyaldir.

Karton mukavvaların kullanılması hem bireysel bir şekilde hem de kurumsal bir alanda genişçe bir sahaya yayılmıştır. Ürünlerin ve eşyaların korunumu altına alınması, nakliyesinin sağlanması ve muhafaza altına alınabilmesi hususunda, ambalaj mukavvalarının tercih edilebileceği sektörler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Tuncer 2010).

- Oto aksesuar
- Giyim ve aksesuar
- Gıda
- Oyuncak
- Kitap ve kırtasiye
- Sağlık
- Hediyelik eşya
- Kozmetik

- Kargo
- Bebek giyim
- Fastfood
- Evden eve taşımacılık
- E-ticaret
- Ayakkabı
- Ev aletleri
- Beyaz eşya

Endüstriyel Atıksular

Belirli imalatların hayata geçirilmesi için gerek olan süreç, yardımcı tesis, hizmet ve bunlar arasında bulunan ilişkilerin bir bütünü endüstriyel sistemi oluşturmaktadır. Endüstriyel tesislerde, hammaddelerin işlenmesi ve işlenilen bu ürünlerin üretiminden kaynaklanmış olan atıksulara “endüstriyel atıksu” ismi verilmektedir. Endüstriyel oluşan atıksu endüstrinin cinsine ve işlenilen hammaddeye göre olmasının beraberinde birbirleri arasında büyük farklar belirlemektedir. Bir takım endüstriyel olan atıksu çokça fazla organik maddeler içermekte olup, kolay bir şekilde biyolojik olarak birbirinden ayrıştırılabilmektedir. Aşırı inorganik madde içermekle birlikte bu inorganik maddeler toksik özellikte de olabilmektedir (Çakmakçı 2010).

Atıksularda bulunan başlıca organik bileşikler proteinler, karbonhidratlar, yağlar, petrol artıkları ve üredir. Bunların yanında deterjanlar (süpfaktanlar), fenoller ve zirai ilaçlar (pestisitler) gibi çeşitli sentetik organik maddeler de atıksuların bünyesinde yer almaktadır. Endüstriyel atıksuların karakterizasyonunu belirlemek için kullanılan başlıca parametreler Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam organik karbon (TOK), teorik oksijen ihtiyacı (TeOİ), toplam oksijen ihtiyacı (TOİ), toplam katı madde (TKM), yağ-gres, ağır metaller, renk, bulanıklık, azot ve fosfor şeklinde sıralanabilmektedir.

Karton Kutu Üretiminde Oluşan Atıksu Karakterizasyonu

Atıksu, rastgele şekilde yağmur suyunun akışı birlikteliğinde sanayi ile endüstriyel, evsel ya da ticari atıksu ya da hepsinin su aracılığıyla aktarılan rastgele biçimde kombinasyon olması ile meydana gelmektedir. Meydana gelen atıksuyun tipi, debisi ve hacmi, popülasyon sayıları ile çevreleyen evsel, rekreasyonel/eğlenme, dinlenme ve endüstri çalışmalarının kombinasyonuna göre belirlenmektedir. Bütün bunların tamamı deşarj şekilleri ile arıtımı gerçekleşen atıksuyun fiziksel ve kimyasal halini etkiler (Üçüncü 2019).

Kâğıt endüstrisi, en fazla atıksuyun oluştuğu endüstriler arasındadır ve atıksuyun özellikleri üretilen kâğıdın tipine ve kalitesine bağlı olarak değişmektedir. Kâğıt sanayi

atıksuyu genellikle yüksek organik kirliliğe ve askıda katı madde konsantrasyonuna sahip olduğu için arıtımında çoğunlukla biyolojik arıtma işlemleri tercih edilmektedir. Ancak, içerdiği biyolojik olarak zor parçalanabilir maddeler nedeniyle biyolojik arıtım her zaman iyi bir giderim sağlayamamaktadır. Bu durumda kimyasal arıtma, kimyasal oksidasyon, anaerobik arıtma vb. alternatifler de değerlendirilmektedir. Uygun arıtma alternatifi belirlenirken en önemli hususlardan birisi de yatırım ve işletme maliyetidir (Köken ve Büyükkamacı 2010).

Karton üretimi proseslerinde belli bir miktar su kullanılmaktadır. Soğutma suyu, kazan besleme suyu ve çeşitli boya ve dolgu malzemelerinin imalatı sırasında su kullanımı önemli bir yere sahiptir. Su kullanımından sonra oluşan atıksuyunda doğru metotlarla belirlenen kriterlere göre arıtılıp alıcı ortama deşarj edilmesi gerekmektedir. Atıksuyun içeriğinde olan bazı parametrelerin kontrolü alıcı ortama sağlıklı deşarj için son derece önemlidir. Deşarj edilecek suyun kriterleri T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde açık bir şekilde belirtilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Selüloz, Kağıt, Karton ve Benzeri Sanayilerin Atıksularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2015).

Parametre	Birim	Anlık Numune	Kompozit Numune 24 Saatlik
Debi	(m ³ /t)	-	100
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (Koi)	(mg/L)	-	800
Askıda Katı Madde(Akm)	(mg/L)	-	50
Çökebilir Katı Madde	(mg/L)	3	-
Balık Biyodeneyi(Zsf)	-	-	8
(Ek Satır:RG-24/4/2011-27914)			
Renk	(Pt-Co)	280	26

Debi

Bir sıvının geçtiği bölümden seçilen kesit içinden geçen birim süredeki sıvı hacmine debi adı verilir. Fizik konularında Q harfiyle simgeleştirilir ve birçok formülde adı geçen bir ifadedir. Yalnızca durgun sıvılar için değil, aynı zamanda akarsular için de isimlendirilebilir. Pek çok etkene bağlı olduğundan ötürü debinin artması veya azalması olası bir durumdur.

Kimyasal oksijen ihtiyacı

Su ve atıksularda organik maddelerin konsantrasyonlarındaki değişimleri incelemek üzere kullanılan parametredir. Kimyasal oksijen ihtiyacı deneyi zehirli hallerin ortaya

ıkarılmasında ve biyolojik olarak indirgenmeyen organik maddelerin tespit edilmesinde oldukça faydalı bir parametredir.

Organik maddelerin yanma reaksiyonudur.



Askıda katı madde

Yerküredeki toprakların, çeşitli dış kuvvetlerle aşınma sonrası küçük parçalara ayrılması ve yerinden koparılması, bir mekândan başka bir mekâna taşınması ve orada birikim yapılması olayı olarak isimlendirilen erozyon en mühim doğa olaylarından bir tanesidir. Erozyonun bütün şekil ve düzeylerinin gözlemlendiği devletlerden biri olan Türkiye Cumhuriyeti'nin %83'ü su ve rüzgâr erozyonuna maruz kalmaktadır. Toplam erozyonun %99'u su, geriye kalan %1'i ise rüzgâr erozyonundan meydana gelmektedir. Bu nedenle akarsular genellikle fazla düzeyde sediment taşımaktadır (Dinçsoy 2013). Birçok akarsu havzasında toplam sediment yükünün %85-90 gibi büyük bir miktarını askıda katı madde (AKM) oluşturmaktadır (Beyazıt ve Avcı 2010).

Askıda katı madde miktarı, atıksularda filtre üzerinde kalan maddelerin etüvde kurutulmasının ardından desikatörde soğutulmasıyla tayin edilir. Atıksularda katı madde tayini oldukça mühimdir. Evsel atıkların kirlilik miktarı ve arıtma tesislerinin verimli çalışıp çalışmadığının tespit edilmesinde mühim bir parametredir. Katı maddeler, su ve atıksu içerisinde askıda bir şekilde veya kolloidal olarak bulunmaktadır. Katı maddeler su ve atıksu niteliğini olumsuz bir şekilde etkiler. Kolloidal katı madde içeren içme suların tatları kötü olmakla birlikte ve kısa süreli tüketicide elverişsiz fizyolojik reaksiyonlara sebep olabilmektedir.

Çökebilen katı madde

Su içerisinde bulunan bir takım katı maddeler filtre edilmesi mümkün olan veya filtre edilmesi mümkün olmayan özelliklere sahiptir. Filtre edilmesi mümkün olmayan katı maddelere askıda katı maddeler denilmektedir.

İçme sularında ve atıksularda gözlemlenebilen çökebilen katı maddeler, ağırlıklarının etkisi ile kendiliğinden suyun dibine çökebilen katı maddelerdir. Bu maddelerin çökme hızı, maddenin büyüklüklerine ve yoğunluklarına istinaden değişebilmektedir. Çökebilen katı maddelerin tayin edilmesi, evre mühendisleri açısından, içme sularında ve evsel ve sanayi atıksularında büyük önem arz etmektedir. Genellikle ökebilen katı madde miktarı hacimsel

olarak ölçülür ve litrede miligram olarak ifade edilmektedir (Eurolab Laboratory Services, 2022).

Balık biyodeneyi

Fiziksel ya da kimyasal yöntemler tek başına su organizmaları üzerine kirleticilerin etkilerini değerlendiremediği için su kirliliği değerlendirmelerinde, toksisite testleri gereklidir. Örneğin kompleks bileşiklerin toksik etkileri ve kimyasal maddelerin sinerjik etkileri fiziksel ve kimyasal yöntemlerle belirlenememektedir (NanoLab Laboratuvarlar Grubu 2020).

Toksisite testleri, çevreye toksik deşarjların verilmesinin kontrol edilmesinde ve denetlenmesinde EPA tarafından önerilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, ekosistem kirleticilerini denetlemek ve kontrol etmek için kimyasal analizler ve biyolojik analizler zehirlilik testleri ile birlikte kullanılmalı tezini ortaya çıkarmıştır. (Gerbardt 1998; Aruldoss and Viraraghavan 1998; Huber 1979). Balık biyodeneyi; atıksuyunun seyreltme suyu ile belirli oranlarda seyreltilmesi durumunda balığın 48 saatlik süre içerisinde hayatını sürdürebilip sürdüremeyeceğinin belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Atıksu içeriğinde bulunan zararlı maddeler balıkların yüzgeçlerine yapışarak solungaçlarına ve derisine veya sindirim sistemlerine geçerek zehirlenmelere sebebiyet vermektedir. Birim atı su miktarına göre bağl seyreltme suyu hacimlerinin bütünü şeklinde ifade edilen “Zehirlilik Seyreltme Faktörü (ZSF)” ile balıkların hayatlarını sürdürebileceği en küçük seyreltme değeri esas alınarak, atıksuların toksik etkileri ifade edilmektedir.

Balık biyodeneyi ön şartları şu şekilde sıralanabilir;

- Test balıkları yeterince oksijen kazandırılmış, klorsuz içme suyu bulunan akvaryumlarda muhafaza edilmektedir.
 - Su sirkülasyonuna azami dikkat edilmelidir.
 - 1 litre su içerisinde en fazla 5 balık bulundurulmalıdır.
 - *Lebistes Reticulatus*, *Lepomis Macrochirus*, *Oryzias Latipes*, *Pimephales Promelas* ve *Poecilia Reticulata* cinsi balıklar test balığı olarak kullanılmaktadır.
 - Test balıklarının ölçüleri 30 mm uzunluğunda ve 0,3 g ağırlığında olmalıdır.
 - Test balıkları 20 °C sıcaklığa 48 saat süre boyunca adapte edilmiş olmalıdır.
- (NanoLab Laboratuvarlar Grubu 2020)

Renk

Endüstrilerin faaliyetleri sonucu oluşan atıksular ile birlikte çevreye deşarj edilen boyar maddeler, içme sularına, yeraltı sularına veya sulama sularına karışarak meyve ve sebzelere

kadar ulaşabilmektedir. Kompleks yapıdaki atıksuda bulunan boyar maddelerin giderimi de zordur. Tek başına bir proses renk giderimi için yeterli olmaz, farklı proseslerin kombinasyonu şeklinde arıtım gerçekleşir. Hangi arıtma yönteminin kullanılacağı atıksuyun karakterine konsantrasyonuna, miktarına, deşarj limitlerine ve yeniden kullanılabilme özelliklerine göre değişmektedir.

Alıcı ortamda renk parametresi 300 birimden (Pt-Co) fazla ölçülür ise ortama deşarj yapan ilgili işletmelerin analizleri yeniden yapılır. Yapılan analiz sonucunda parametrelerde istenilen limitlerin sağlanmaması hâlinde gerekli işlem yapılır. Kâğıt ve karton üretim sanayiinde bu değer deşarj kriteri 280 (Pt-Co) olarak belirlenmiştir.

Karton kutu sanayi atıksularının kullanılan arıtım yöntemleri

Fiziksel arıtma

Farklı boyut ve ebatlarda ki yüzebilen çökebilin katı cisimlerin çözünmüş halde ki organik/inorganik madde ve gazların atıksudan uzaklaştırılması koşuluyla atıksuya uygulanan işlemlere denilmektedir.

Izgaralar

Arıtma tesisine gelen atıksuyun ilk maruz kalacağı işlem ızgaralardır. Izgaralar; atıksu içeriğinde bulunan katı materyallerin pompalar vb. tesisatlara tahribat oluşturmaması için bu tür materyalleri su içerisinden ayrıştırmak, böylece diğer arıtım aşamalarına giden yükü en aza indirmek maksadı ile kullanılmaktadırlar. Kaba boyutlardaki ızgara yatay bir şekilde 30-60°'lik ince boyutlardaki ızgara ise yine yatay bir şekilde ise 60-80°'lik açı olacak biçimde yerleştirilmektedirler (Muslu1974).

Çubuk aralıkları, kaba ızgaralar için 4 cm'lik mesafeden fazla, ince ızgaralar için ise 1,5-3,0 cm aralığında bulunmaktadır. Izgaraya yaklaşmakta olan kanalda su hızı 0,5 m/sn'den düşük olmamalıdır, ızgaraların çubuklar arasındaki hızı 1,0 m/sn'yi aşmamalıdır. Izgaraların paslanmaya dayanıklı malzemelerden imal edilmesi gerekmektedir. Temizleme metotlarına göre elle temizlenebilen veya mekanik olarak temizlenebilen ızgaralar olarak iki gruba ayrılmaktadırlar. Mekanik ızgaralar, düz tipte veya dairesel tipte imal edilebilir. Çalışma sistemi manuel bir şekilde veya otomatik şekilde olarak girip çıkabilme tiplidir. Tesisimizde bulunan mekanik arıtma yönteminde ızgaralarda toplanan katı maddeler mekanik olarak temizlenmektedir.

Dengeleme

Endüstriyel atıksu arıtma tesislerinde dengeleme prosesi biyolojik sisteme ani bir yüklenmenin oluşumunu engellemek maksadı ile tesise giren organik yükleri dengeleyerek yumuşatır. Bunun yanı sıra yeterli miktarda pH kontrolünü sağlayabilmek maksadı ile ya da nötralize edebilmek adına sisteme girecek olan kimyasal madde miktarını düşürmeye çalışmaktadır. Endüstriyel arıtmada dengeleme genel anlamda imalat proseslerinin düzgün olmadığı zamanlarda biyolojik sistemlere atıksu sağlamakta, kanalizasyon sistemlerine daha kontrollü bir biçimde dalgalı olmayan su deşarjını yapmaktadır. Aynı zamanda da biyolojik sisteme yüksek konsantrasyon oranlarına sahip olan toksik maddelerinde sisteme içerisine girişini engellemektedir (Eksen Arıtma, Dengeleme Havuzu Nedir? 2022).

Yüzdürme ünitesi

Yüzdürme işlemi sıvı halde sıvı partiküllerin veya katı partiküllerin birbirinden ayrıştırıldığı bir prosestir. Ayırma işlemi ince gaz baloncuklarının (genel olarak hava kullanılır) sıvı faza verilme durumu ile sağlanmaktadır. Hava baloncukları partiküllere tutunabilir ve partiküller ile birlikte su yüzeyine yükelebilirler. Atıksu arıtımın da flotasyon işlemi, askıda katı maddeleri uzaklaştırarak, biyolojik çamurun daha yoğun hale sağlamaktadır. Yüzdürme işleminin çökeltme işlemine göre en temel üstünlük durumu, yavaş çökebilen çok küçük taneli ve hafif partiküllerin çok daha hızlı ve tamamen sudan uzaklaştırılabilmesi durumudur. Bu işlem sonrası yüzeye çıkan partiküller su yüzeyinden bir seperatör yardımı ile sudan uzaklaştırılır.

Kimyasal arıtma

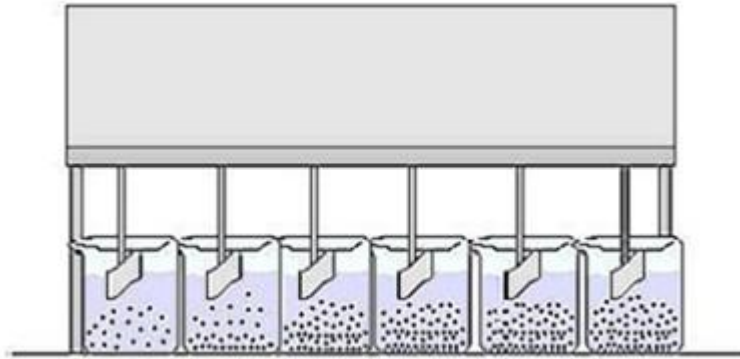
Kimyasal arıtımın maksadı, su içerisinde kolloidal durumda olan kirleticilerin kimyasal tepkimeler sonucunda çözünürlük oranı az bileşikler haline dönüşümünün sağlanması veya kolloidal ve askıda katı maddelerin floklar oluşturarak çökeltilmesi ile sudan giderilmesidir.

Nötralizasyon

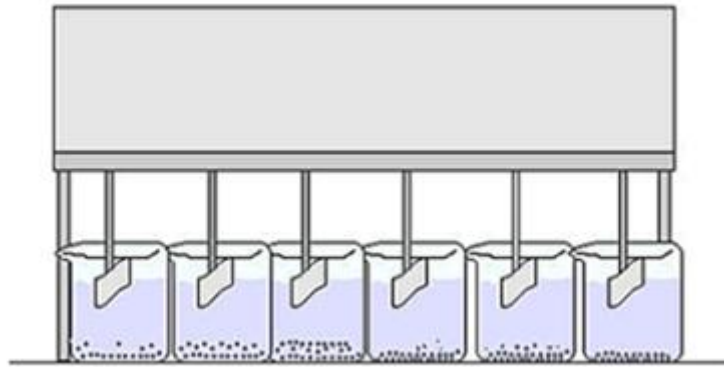
Asidik ve bazik tipteki endüstriyel atıksuların pH'sını ayarlama işlemidir. Atıksuyun pH'nın ayarlanma durumu atıksuyun alıcı ortama deşarj standartlarının sağlanması, biyolojik arıtım evvelinde uygun pH değerinin sağlanma durumu, kimyasal çökeltim prosesinde reaksiyonun gerçekleştiği uygun pH değerlerinin sağlanmasından dolayı gereklidir. Nötralizasyon sürecinde kullanılmakta olan ekipmanlar, mekanik karıştırıcı, kimyasal madde depolama tankı, kimyasal madde dozaj pompası, pH kontrol sistemlerinden oluşmaktadır.

Koagülasyon ve flokülasyon

Koagülasyon ve flokülasyon süreci üç ana başlıktan oluşmaktadır. Birincisi koagülant eklenmesi ile hızlı karıştırma işlemi, ikinci aşama ise yardımcı koagülant madde takviyesi ile yavaş karıştırma işlemi, son olan işlem ise oluşan flokaların çöktürülmesi için çökelme proseslerinden meydana gelmektedir. Bu proseste en uygun koagülant madde dozajının tespit edilmesi oldukça önemli bir seviyedir. Yüksek koagülant miktarı, çamurun susuzlaştırılma işlemini zor duruma sokarken, düşük miktarlar ise suyun içindeki askıda olan madde giderimini düşürmektedir. Başka bir mühim kısım ise en uygun pH değerinin seçiminin yapılmasıdır. Şundan dolayı hidroksil radikal cinsleri pH değeri ile alakalı şekilde meydana gelmektedir. Bir tür kimyasal arıtım süreci olan koagülasyon ve flokülasyon prosesleri; tekstil endüstrisinin atıksularını arıtım sürecinde (Bidhendi et al. 2007; Wang et al. 2007; Mahmoud 2009), tekstil endüstrisinin boyar maddelerini giderim sürecinde (Szygula et al. 2009; Najafi 2009), ağır metallerin sudan uzaklaştırılma sürecinde sızıntı suyunun arıtım sürecinde katı atıklardan fosfor ile ağır metal giderilme sürecinde kâğıt sanayisinin atıksularını arıtım sürecinde, süt prosesinin atıksularını arıtım sürecinde fosfor ile katı maddelerin giderimi sürecinde çokça kullanılıyor Şekil 7’de pıhtılaştırma aşaması Şekil 8’de yumaklaştırma aşaması gösterilmiştir.



Şekil 7. Pıhtılaştırma Aşaması (Tezakıl 2013)



Şekil 8. Yumaklaştırma Aşaması (Tezakıl 2013)

Elektrokoagülasyon

Elektrokoagülasyon (EC), elektroliz sonucunda anotun çözünmesi ile arıtılacak atıksu içeriğindeki metal hidroksit yumaklarının oluşturulmasından ibaret olan bir proses türüdür. elektrokoagülasyon prosesinin kirleticileri uzaklaştırmadaki prensibi koagülasyon, adsorpsiyon çökeltme ve flotasyon giderme enstürmanlarının biri veya daha fazlasına dayandığı, alüminyum ve demir gibi metal anotların anodik çözünme uğraması ve hidrolizi ile çok az çözünen Al(OH)_3 , Fe(OH)_2 ve Fe(OH)_3 gibi metal hidroksitlerin ortaya çıkması biçimindedir. Bu elektrotlardan çözünen metal iyonları ortam koşullarına göre metal-polimer kompleksleri ortaya çıkarmakta ve kirleticileri adsorplayarak koagüle olmaktadır. Bir elektrokimyasal arıtım prosesinde en önemli etkenlerden biri kullanılan elektrotun cinsidir. Elektrokoagülasyon prosesinde genellikle alüminyum (Al^{+3}) ve demir (Fe^{+3} veya Fe^{+2}) elektrotlar kullanılmaktadır. Proses işletim sırasında bu elektrotlar atıksuda reaksiyona girerek Al(OH)_3 , Fe(OH)_3 ve Fe(OH)_3 gibi metal hidroksit bileşikler meydana gelmektedir (Yılmaz ve Karagözoğlu 2019).

Biyolojik arıtım

Biyolojik sistemlere zehir (toksik)/engelleyici (inhibitör) etki gösteren ve biyolojik ayrıştırılmaya karşı güçlü madde içeren organik kökenli endüstriyel atıksular klasik biyolojik arıtım ünitelerinde tatmin edici bir verimle arılamazlar. Bu süreç organik maddenin molekül yapısının halinden kaynaklanmakta. Molekülün büyüklüğü, şekli ve yapısındaki fonksiyonel gruptan dolayı biyolojik etki engellenebilmektedir. Bu atıksuların birçok fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal arıtım prosesleri ile arıtılabilmesi mümkündür. Ancak organik nitelikte olan atıksular için ekolojik ve ekonomik açıdan kabul edilebilir arıtım prosesi biyolojik arıtım olarak isimlendirilebilir. Biyolojik arıtım aşamalarında parçalana bilirliği az, zehir/engelleyici etki gösterilebilen atıksuları arıtılabilmek için birleşik arıtım sistemleri tavsiye edilmektedir. Bu gibi sistemler içerisinde sisteme giren atıksu ön arıtım işleminden geçtikten sonra biyolojik arıtım sürecine dahil edilmektedir. Ön arıtım sürecinin amacı kirleticide bulunan fizikokimyasal veya biyokimyasal değişimler oluşturularak atıksuyun zehirlilik/engelleyici etkisini azaltmak ve biyolojik olarak arıtım verimini artırmaktır (Yüksekdağ; Yelmen;Gökpınar 2020).

Biyolojik arıtım atıksuyun içerisinde bulunan askıda veya çözünmüş organik maddelerin bakteriler tarafından parçalanması ve çökebilen biyolojik yumaklarla sıvının içerisinde kalan veya gaz olarak atmosfere bırakılan sabit inorganik bileşiklere dönüştürülmesidir. Biyolojik arıtımın amacı, organik kirleticilerin doğada yok edilmeleri için yer alan biyoflokülasyon ve mineralizasyon süreçlerinin kontrolü ile çevrede ve en uygun şartlarda tekrarlanmasıdır. Böylece doğadaki reaksiyonların daha da hızlandırılarak çok kısa bir sürede, emniyetli ortamda gerçekleştirilmeleri sağlanmaktadır. Biyolojik arıtım sistemleri

farklı biçimlerde sınıflandırılmaktadırlar. Ortamda oksijen durumuna göre havalı (aerobik) ve havasız (anaerobik) olarak sınıflandırılan bu sistemler kullanılan mikroorganizmaların sistemdeki vaziyetine göre askıda ve sabit film (biyofilm) prosesleri olarak da sınıflandırılmaktadırlar.

Biyolojik arıtımın gayesi, atıksudaki çökmesi mümkün olmayan koloidal katıları pıhtılaştırarak sudan uzaklaştırmak ve organik maddeleri kararlı duruma getirmektir. Evsel atıksu arıtımında organik madde içeriğinin yanında azot ve fosfor gibi besi maddeleri de biyolojik arıtımda giderilmektedir. Çoğu vaziyette toksik sayılabilecek eser miktardaki organik maddeleri gidermek de mühimdir. Tarım alanlarından geri giden sularda önemli olan azot ve fosforun arıtılması kritik önem taşımaktadır. Endüstriyel atıksular için, organik ve inorganik maddelerin arıtımı mühimdir. Bu bileşiklerden çoğu mikroorganizmalar üzerinde toksik etki yaptıklarından dolayı ön arıtma gerekebilir.

Kocaeli Hakkında Genel Bilgi ve İzaydaş

Kocaeli

Kocaeli şehri; Asya ve Avrupa kıtasını birbirine bağlamakla kullanılan karayolların kavşağında bulunmakta olan Marmara Denizi ve Marmara Bölgesi doğusu kısmında yer almakta olan bir şehirdir. Kuzey kısmında Karadeniz, doğu kısmında ve güneydoğu kısmında Sakarya ili, güney kısmında Bursa batı kısmında Yalova ili ve İstanbul ili yer almakta olup. Bir Büyükşehir Belediyesi, Derince, Körfez, İzmit, Karamürsel, Gölcük, Gebze, Başiskele, Kandıra, Darıca, Dilovası, Kartepe, Çayırova isimlerinde 12 ilçe belediyesi olarak toplamda 13 ilçe belediyesi var olmaktadır. İlk çağlardan beri süre gelen yerleşim yeri için sempati merkezi haline gelen Kocaeli 1924 yılı içerisinde şehir statüsü kazanmıştır. Türkiye'nin en büyük 6.şehri olan Kocaeli şehrinin yüzölçümü 3,623 km2 olarak ölçülmüştür. Kara, deniz, demir ve hava yolu ulaşım şekilleri ile Türkiye Cumhuriyeti'nin önemli merkezlerinden biri haline gelmektedir. Kocaeli, gerek sanayi sektöründeki üretime olan katkısı, gerekse çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren insan bakımından yalnızca Türkiye Cumhuriyeti için olmamakla birlikte, yaşamımızı sürdürdüğümüz dünya için de güzel bir örnek olmaktadır. Bünyesinde dahil olan 400 adet birinci derece ve yaklaşık olarak 7000 adet ikinci ve üçüncü derece Gayri Sıhhi Müessesesi (GSM) ile bir sanayi kenti, iki adet üniversite, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi ve TÜSSİDE Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü ile bir bilişim şehri olan Kocaeli, hâlihazırda faaliyet gösteren ve kurulma çalışması devam etmekte olan 16 adet Organize Sanayi Bölgesi' si ve bünyesinde barındırdığı 4 adet teknokenti ile ülke sanayisinin merkezi konumunda olmaktadır. Bu merkezden dolayı teknokent vizyonuna doğru hızla ilerleme kaydetmektedir. Türk üretim sanayisine yapmış olduğu yaklaşık %13' lük üretim katkısı ile

İstanbul'un ardından gelmekte olan en büyük şehir durumundadır. Kocaeli şehri, Karadeniz'e ve Marmara Denizi'ne olan sahilleri, Türkiye Cumhuriyeti'nin en büyük anakenti olup, İstanbul iline yakınlık, tarihi eserler, müzeler, imalatı Mimar Sinan'a ait camiler, tabii güzellikler, plajlar, yaylalar, yürüyüş parkurları, SEKA park, Kocaeli fuarı, Uluslararası İnterteks Fuarı, Kartepe kayak merkezi, yuvacık barajı, çeşitli piknik sahaları, Sapanca Gölü, Darıca hayvanat bahçesi ve botanik bahçes, harikalar sahili, alışveriş merkezleri, olimpik buz pateni salonu, gölkaypark, kültür merkezleri, alternatif turizm çeşitlerine imkan tanıyan, nitelikli turizm tesislerine sahip, sahillerinde bulunmakta olan balık restoranları, dünya çapında tanınmakta olan Hereke halıları, şehre özgü olan pişmaniye tatlısı, Karamürsel sepeti, Kandıra bezi, Çenesuyu ve bir çok kültür ve turizm değerleri ile ticaret, sanayi, kültür, bilim turizm ve sanat bakımından ayrı bir öneme sahip olan marka bir ildir.(Türkiye Cumhuriyeti Kültür ve Turizm Bakanlığı 2022)

İklim yapısı

Körfez kıyıları ile Karadeniz kıyısı arasında ılıman iklime sahip olup, dağlık kesimlerde ise daha sert bir iklim seyretmektedir. Kocaeli şehrinin iklimi, Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasında bir geçiş oluşturduğu söylenebilmektedir. İl merkezinde ise yazlar sıcak olmakla birlikte az yağışlı, kış mevsiminde ise yağışlı, ara ara karlı ve soğuk geçmektedir. Kocaeli ilinin Karadeniz tarafına bakan kıyıları ile İzmit Körfezi tarafına bakan kıyıları arasında iklimsel bazı farklılıklar göze çarpmaktadır. Yazın körfez kıyıları tarafında ara ara bunaltıcı sıcaklar yaşanmaktayken Karadeniz kıyıları çok daha serindir. Şehir merkezinde ölçülmüş olan en yüksek hava sıcaklığı 41,6°C iken (11 Ağustos 1970), yine şehir merkezinde ölçülmüş olan en düşük hava sıcaklığı -8,7°C (4 Şubat 1960), yıllık bazda ölçülmüş ortalama sıcaklık değeri 14,8°C'dir. Karadeniz kıyılarında yıllık ortalama yağış miktarı 1.000 mm'yi aşmaktadır. Bu miktar güney kıyılarına doğru gittikçe azalmaktadır. İzmit merkezde 800 mm'nin de altına düşmekte olup (784,6 mm). Samanlı Dağları'nın körfez kıyılarına bakan yamaçlarındaki iklim Karadeniz kıyılarına benzemektedir. Yağış miktarı aynı şekilde da bu kesimlerde farklılık göstermektedir. Rüzgarlar kışın kuzey yönde ve kuzeydoğu yönünde esmekte olup, yaz mevsimlerinde ise kuzeydoğudan esmektedir.

Kocaeli ekonomisinde sanayinin yeri

Kocaeli, yüzölçümü ve nüfus bakımından ülke içinde büyük bir kısımda yer almamasına rağmen üretim sanayisi bakımından ülkemizin ilk sıralarda yer alan şehirlerimiz içerisinde bulunmaktadır. Kişi başına GSYH'de 2020 yılında, 96 bin 745 ₺ ile Kocaeli, İstanbul'dan sonra ikinci olarak listelerde yerini aldı. Son 10 yıllık istatistiki verilere Kocaeli sanayisi Türkiye

Üretim sanayisine %13 oranında katkıda bulunmaktadır. Türkiye araç imalatının %36,4' Kocaeli hrinden karşılanmaktadır. Türkiye kimya sanayisi içindeki payı %27 oranındadır. Türkiye metal sanayisinin %19 oranını oluşturmaktadır.

İstanbul Sanayi Odası (İSO) 2020 senesi doneleri gereğince ülkemizin en büyük 500 sanayi yapılarının 75'i Kocaeli hrinde yer almakta, aynı dökümanın ilk 10'unda ise Kocaeli hrinden 3 kuruluş bulunmaktadır. İlk 1000 büyük kuruluş içinde ise 133 Kocaeli işletmesi mevcuttur. Türkiye'de var olan 81 ehir içerisinde yabancı sermayeli kuruluşların en çok kapasite raporu mevcut olan tesisinin yer aldığı hirdir. Sektörel bazda değerlendirildiğinde, otomotiv ana ve yan sanayi, makine imalat, demir-elik, kimya, plastik ve kauçuk, elektrikli makineler, metal ürünleri gibi katma değerli sektörlerin ilimizde ön plana çıktığı görülmektedir. Kocaeli hrinde beliren en büyük sanayi sektörleri ise kimya, otomotiv ve demir elik sektörüdür. İlimiz 35 tane liman işletmesi ve bir liman hri olma özelliğini de barındırmaktadır. Kocaeli Türkiye de sanayinin merkez ss konumundadır. Son yıllarda, Ar-Ge ve İnovasyonun merkez ss olma konusunda da hızla ilerlemektedir. Kocaeli Gmrklerinden alınan verilere göre 2020 yılında İlimizden; 26,6 milyar dolar ihracat, 49,1 milyar dolar ithalat gerçekleştirilmiştir. 2020 yılında gerçekleştirilen 75,7 milyar dolarlık dış ticaret ile Kocaeli Türkiye dış ticaretine yüzde 19,4 katkı vermiştir. Kocaeli zel sektör Ar-Ge Merkezi sayısında İstanbul'un ardından Türkiye ikincisidir. 2021 yılı sonu itibarıyla Türkiye genelinde Sanayi ve Teknoloji Bakanlığınca tescil edilmiş ve faaliyette olan 1254 Ar-Ge Merkezinden 132'si Kocaeli'de faaliyet göstermektedir. Tasarım Merkezlerinde ise Kocaeli 17 Tasarım Merkezi ile Türkiye'de 5. sırada bulunmaktadır. Deniz, hava ve karayollarında ülkede bulunan en büyük projelerin Kocaeli hrini barındıracak biçimde plan ve proje yapılması, ileride bölgenin yatırımlar bakımından iyice kıymetli bir bölge olacağını işaret ediyor. Marmaray Projesi, Kuzey Marmara Otoyolu Projesi ve bu projeyle entegre evre ve Otoyol Projeleri, İzmir-Bursa-İstanbul Otoyol Projesi ve bu projeyle bütünleşmiş Osmangazi Köprüsü, Karasu Limanı, Cengiz Topel Havaalanı ve daha plan yapılma sürecinde bulunan pek çok proje Kocaeli'nin ulaşım/erişim kavramındaki gücünü yükseltecek, bölgeyi ülkenin ulaşım/erişim ss statüsüne getirecektir.

Nüfus dağılımı

Kocaeli iline ait nüfus dağılımı Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4. Kocaeli İli Nüfus Dağılımı

İlçe Adı	Kocaeli	
	Nüfusu	Hektar
Başiskele	97.817	21.711,30
Derince	140.982	19.460,30
Dilovası	47.948	13.385,70
Gebze	371.000	42.514,50
Gölcük	162.584	22.629,40
İzmit	363.416	48.447,20
Kandıra	51.348	85.471,30
Karamürsel	56.604	25.460,10
Kartepe	118.066	26.913,80
Körfez	165.503	30.742,50
Çayirova	129.655	2.903,20
Darica	201.468	2.361,30
Toplam	1.906.391	342.001,30

Kocaeli'nin 1.906.391 kişilik nüfusunun %50,53'sı (963.326 kişi) erkek, %49,47'ü (943.065 kişi) kadındır. Yüzölçümü 342.001,3 ha olan Kocaeli ilinde kilometrekareye 557 insan düşmektedir. Kocaeli nüfus yoğunluğu ile Türkiye'de 3. sırada olup nüfus yoğunluğu 557/km²'dir.

İzmit atık ve artıkları arıtma yakma ve değerlendirme A.Ş (İZAYDAŞ)

1960 senesinden beri başlayan üretim, ticaretteki hızlı yükseliş ile diğer illerden göç durumlarının sebebiyet verdiği fazla nüfus artış eğilimi Kocaeli ilini nüfus yoğunluk açısından Türkiye Cumhuriyeti sıralaması içerisinde ikinci sıraya, tüm ülke imalatı içerisinde ise sanayi üretiminin %15-20'sini yapacak noktaya çıkarılmasına karşın yeterli bulunmayan ve çevresel tedbirlerin ve altyapı yokluğundan dolayı hava, yer altı suyu ve toprak kirliliğine sebebiyet vermiştir. Kocaeli ili Türkiye’de en çok sanayileşme gösteren ve bir o kadar da kirlenmiş bölgesi haline gelmişti. Mayıs ayının 1995 yılında yapılan araştırmalar gereğince km² başına 52 ton/yıl tehlike sınıfına giren atığın meydana geldiği hesaplandı.

1990 senelerinin başlarında Kocaeli Büyükşehir Belediyesi sondaj suyu, toprak ve hava kirliliklerinin engellenmesi maksadı ile İzmit Körfez’inde bulunan kirliliklerin engellenmesi, koku sorununun engellenmesi, kent tipi arazi kullanım durumunun iletilmesi ve değer

kaybetmesinin engellenmesi, toplumsal ve çevresel sağlığın korunumu maksadı ile İzmit Entegre Çevre Projesini hayata dâhil etme sonucuna varmıştır. İzmit Entegre Çevre Planı Dahilinde Klinik ve Tehlikeli Atık Yakma-Enerji Üretim Tesisleri

- Evsel-Endüstriyel Katı Atık Düzenli Deponi Tesisleri
- İzmit Doğu Kısmı Evsel ve Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesis
- Atıksu Kolektörü
- Derelerin ıslah edilmesi yapımı önerilmiştir (kapsam dahilinde sona dahil edilmiştir).

Yapılan İzmit Entegre Çevre Planı Bakanlar Kurulu kararınca onaylanarak 29.01.1993 yılı ve 21480 sayılı Resmi Gazetede 93 K 080390 proje numarası ile önem ve acele projeler içerisinde yayımlanmıştır.

Üretim çalışmasının ihale durumu, Başbakanlık Hazine, Dış Ticaret Müsteşarlığı, Başbakanlık Devlet Planlama Müsteşarlığı, İçişleri Bakanlığı, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının olumlu cevapları ile 3.050.000DM keşif karşılığı ile 24.05.1993 yılında uygulanmış ve Lurgi-Vinsan Şirketler birliğine verilip, gerçekleşen ihale 28.05.1993 yılında kabul edilmiştir.

İzmit ili Entegre Çevre Planı Endüstriyel ve Evsel kaynaklı oluşan sıvı atıklar ve tekrar endüstriyel ve evsel kaynaklı oluşan katı atıklar, sağlık merkezi ve tehlike içeren atıkların belirli süreç içerisinde değerlendirildiği, yasa ve yönetmelikler neticesinde bertaraf işleminin gerçekleştiği geniş kapsam içeren bir proje. Gelecek senelerde ülkemiz tarafınca uygulanacak benzer tür projelerin gerçekleşmesi için laboratuvar ile pilot proje vasfı taşımakta.

İzmit ili Entegre Çevre Projesi'ni barındıran projeleri işletmeye almak üzere Mayıs Ayı 1996 senesinde Büyükşehir Belediyesi tarafından İZAYDAŞ adı altında şirket kurulmuştur. 1996 yılında kurulan şirket 1997 senesinden beri yana tesisine atık kabulü yapmaktadır. İZAYDAŞ %100 oranında Kocaeli Büyükşehir Belediyesi iştirak şirkettir. İZAYDAŞ;

- Sağlık merkezi, tehlike içeren atıkların yakılması ile enerji eldesi imalat birimi
- Düzenli deponi sahaları
- Atıkların alımlarının yapıldığı gemi ve deniz hizmetleri
- Tıbbi atıkların sterilizasyonu birimi
- Biyogazın üretim işletmesi
- LFG, çöpten ortaya çıkan gazın enerji eldesi işletmesi
- Çöpten kaynaklı meydana gelen sızıntı suyunun arıtımı birimi
- Çevre için oluşturulan laboratuvarlar
- Ara deponi tesisleri

- Hidroelektrik santrali, yuvacık barajı kanal tipi hidroelektrik santrali
- Lisans çerçevesindeki atıkların sevkiyatı yapılmaktadır.

İZAYDAŞ işletmelerine,

- Patlayıcılar,
- Radyoaktifli malzemeler,
- Dışkılar ile cansız varlıklar,
- Pil ve akümülatörlerin kabulü yapılmamaktadır.
- Öte yandan tesis içerisine girmekte olan atıkların tamamı radyasyon denetiminden geçirilmektedir.

İZAYDAŞ'ın devamlılığını sürdüren projeleri şu şekildedir;

- Evsel nitelikli atık yakım ve bertaraf tesislerinin enerji eldesi için proje
- Gemilerden kaynaklı oluşan atıklar için atık kabul tesislerinin oluşturulması
- Denize gerektiğinde acilen müdahale edebilmek için yetki belgesi alımı
- Atığın hazırlanması rdf/ birincil işlemin uygulanması
- Erp (11.faz), software altyapı entegrasyon çalışmasını tamamlama
- Geri kazanımının yapılma faaliyetleri
- LFG işletmesi sera yapılışı
- Tamamlanmış olan deponi alanının yeşillendirme projesi
- ISO 14064 programı sera gazının yönetiminin sistemi için belgenin temin edilmesi
- CRM sistemlerinin kurulma çalışmaları (Kocaeli Büyükşehir Belediyesi 2022).

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Kocaeli ilinde bulunan tesis, oluklu mukavva ambalaj sektörünün önemli bir parçası olmaktadır. Üretim zinciri süresince mamullerin son tüketiciye ulaşana dek muhafaza edilmesini, nakliyesini ve sergilenmesini sağlayan karton kutuyu ve oluklu mukavva ürününün önde gelen bir üreticisi olarak faaliyet göstermektedir. Tesis Türkiye sınırları içerisinde birden fazla oluklu mukavva tesisi ve yine Türkiye sınırları içerisinde bulunan bir karton kağıdı üretim fabrikasının yanı sıra fabrika bünyesinde bir adette atık kağıt geri dönüşüm tesisi barındırmaktadır.

Tesis içerisinde 3 vardiya şeklinde ve toplam 320 personel ile uygulanan çalışma sistemi ve yıllık üretim kapasitesi 14.000.000 m² olan ve hâlihazırda çeşitli proseslerde kullanılan 15 adet makine ve 1 adet endüstriyel atıksu arıtma tesisi ve üretimi tamamlanmış ürünlerin sevkiyatından önce depolanması için 1 adet depo bulunmaktadır.

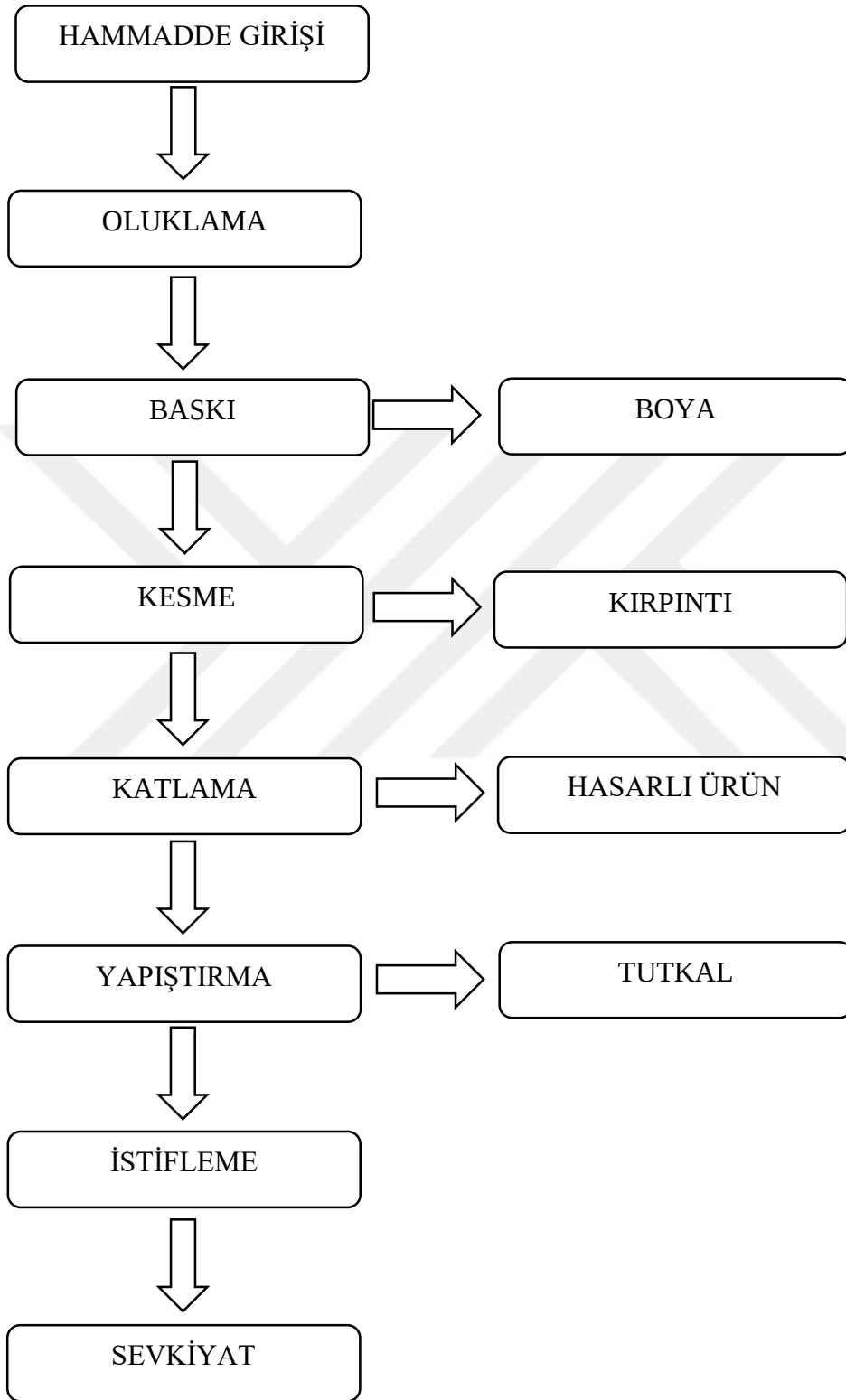
Tesiste bulunan makine çizelgesi Tablo 5’de gösterilmektedir.

Tablo 5. 2022 Yılı İtibariyle Tesis İçerisinde Bulunan Makine Teçhizat Tablosu

Makine Adedi	Makine Cinsi	Makinenin Kullanım Amacı
1	Oluklu Makinesi	Kağıda oluk şeklinin verilmesi amacı ile kullanılır.
4	In-Line	Kağıdın katlanması ve yapıştırılması amacı ile kullanılır.
2	Ofset Basım-Rotary Kesim	Kağıdın belirlenen şekilde kesilmesini ve mukavva üzerine normal kalitede basım yapılması amacı ile kullanılır.
3	Flexo Basım	Üretilen mukavvaların üzerine çok daha kaliteli, gerçekçi basım yapılması maksadı ile kullanılır.
3	Düz Kalıp Kesim	Mukavvanın ana hatları ile ilk şeklini alması için kullanılan makinedir.
3	Katlama-Yapıştırma	Kesimi tamamlanan mukavvanın katlanıp tutkal yardımı ile yapıştırılması sağlanan makinedir.
1	Mürekkep Makinesi	Kesimi yapılan mukavvanın basım işlemi sırasında ihtiyaç duyulan mürekkebin istenilen tonda hazırlanmasını sağlayan makinedir

İş akım şeması

Karton kutu üretimi yapan tesisin iş akış şeması Şekil 9'daki gibidir.



Şekil 9. Fabrikanın İş Akış Şeması

Proses özetı

Farklı özelliklerdeki hammadde olan kâğıt bobınler tesise gelir. Tesise kabulü sağlanan bobınler ısı altında oluklu makinelerinde oluk merdaneleri arasında sıkıştırılarak oluk hali aldırılır. Oluk halini almış olan kâğıdın altına ve üstü tutkal sürölerek düz kâğıt yapıştırılarak mukavva haline getirilir. Yapıştırma işlemi için sürölün tutkalın imalatı sırasında su içersine buğday veya mısır nişastası ve bunların yanında farklı maddeler eklenerek karıştırılır ve tutkal kullanıma hazır hale getirilir. İmal edilen mukavva müşterinin isteğı doğrultusunda birden fazla katmanla mukavemeti yükseltilebilir. Yapılacak olan kutu, açınım ölçölüne uygun olarak levha halinde kesilir. Bu levhalar, üst üste istiflenmiş olarak konfeksiyon bölümüne gönderilir. Konfeksiyon bölümünde müşterinin istemiş olduğı şekilde ve renkte resimler, fotoğraflar ve yazılar levhanın üzerine basılır. Daha sonra kutu halini akabilmesi için düz veya dairesel bıçaklı kalıplar yardımı ile kesilmesi gereken kısımlar kesilir. Kesim işlemi sırasında ortaya çıkan kırıntılar bir konveyör bant yardımı ile taşınıp geri dönüşüm işlemi için preslenir. Kesim işlemi bitmiş olan levhanın gerekli kısımlarına su bazlı tutkal sürölüldükten sonra katlanıp kutu şekli alınabilecek pozisyona getirilir. İsteğe göre 15-20 veya 25'li desteler halinde bir palet üzerine istiflenir ve streç ile muhafaza altına alınarak müşteriye sevki sağlanır.

Yöntem

Bu tez çalışmasında tesiste oluşan katı atıkların bertaraf süreci ve endüstriyel atıksuyun giriş, çıkış kirlilik parametreleri incelenmiş ve kâğıt, karton, selölöz üretim endüstrisi deşarj yönetmeliğı, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İSU (İzmit Su İşleri) AKDY (Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliğı), Çevre, Şehircilik ve İklim Değışikliğı Bakanlığı Atık Yönetimi Yönetmeliğıne göre değıerlendirilmesi yapılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada incelemesi yapılan tesisin genel yapısı, çalışan personel sayısı, makine teçhizat durumu bilgilerine yer verilmiştir. Aynı zamanda tesisin bir sene içerisindeki üretim prosesi, bu prosesin sonucunda ortaya çıkan tehlikesiz ve tehlikeli atık miktarları, ortaya çıkan bu tehlikeli atıkların bertaraf firmasına ne kadar ücret ile teslim edildiği. Tehlikesiz atıkların ise yine bertaraf firmasına ne kadar bir ücret talep edilerek gönderildiği bilgisine yer verilmiştir. Fabrika sınırları içerisinde bulunan atıksu arıtma tesisinin işleyişi hakkında bilgi verilmiş, atıksu arıtma tesisinde hangi parametreler incelendiği ve bu parametrelerin arıtım süreci incelenmiştir.

Kağıt ve Karton Üretim Tesisinde Oluşan Atık Miktarları

İncelenmesi yapılan tesiste yıllık oluşan katı atık miktarları Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Tesiste Genel Olarak Yıllık Oluşan Atık Miktarları

Atık Kodu	Atık Kodu Tanımı	Oluşan Atık Miktarı(kg/yıl)	Açıklama
19 08 13*	Arıtma Çamurları	242.381	M
08 03 14*	Mürekkep Çamuru	452.380	M
15 02 02*	Kontamine Atık	26.080	M
15 01 10*	Kontamine Ambalaj	24.580	A
20 01 21*	Floresan Lamba	292	A
18 01 13*	Tıbbi Atık	27	A
16 02 13*	Elektronik Atık	432	A
20 01 34*	Pil	18	A
20 01 01	Kağıt ve Karton	17.233.805	
15 01 06	Karışık Ambalaj	85.030	
15 01 02	Plastik Ambalaj	9.250	
20 01 40	Metaller	21.250	
15 01 03	Ahşap Ambalaj	66.540	
17 04 11	Plastik Kablo	340	

Yıldız(*) simgesi: Altı basamaklı atık kodunun sağ üst köşesinde bulunan yıldız(*) işaretli atıklar ise tehlikeli atık sınıfına dahil olmaktadır.

(A) işareti: Altı haneli atık kodu sırasında “Açıklama” kısmında bulunan M harfi, mevcut atığı kesinlikle tehlike içeren atık olarak göstermektedir. Bu şekilde işaretlenmiş olan atıklar için herhangi bir analiz yapılmaksızın kesin bir şekilde tehlikeli olarak sınıflandırılmaktadır.

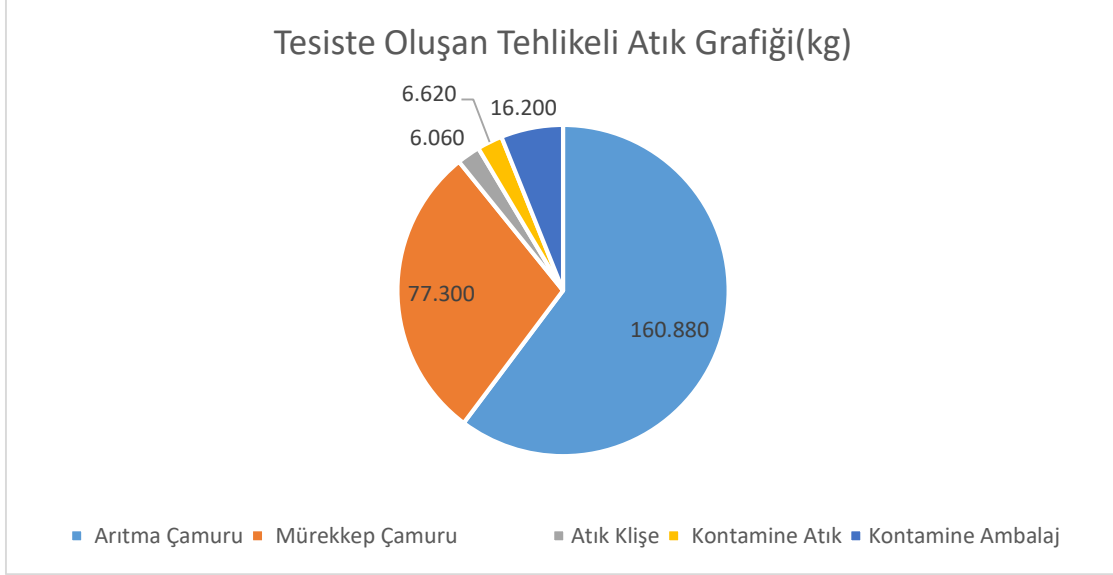
(M) işareti: Altı haneli atık kodu hizasında “Açıklama” kısmında bulunan M harfi, mevcut atığı olası tehlike içeren atık olarak belirtmektedir. Bu biçimde işaretlenmesi yapılmış olan atıkların, tehlikeli olup olmadığının tespit edilebilmesi için ilgili Yönetmeliğin 11 inci maddesinde öngörülen atığın tehlikeli özelliklerinin tespit edilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Belirli aralıklarla tesiste oluşan tehlikeli atıklar, tesis dışında yapılmış olan tehlikeli atık geçici depolama sahasında geçici depolanır. Belirli miktara ulaşan tehlikeli atıklar Kocaeli ili sınırları içerisinde faaliyet gösteren İZAYDAŞ(İzmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme A.Ş.) firmasına gönderilerek yönetmeliklere uygun bir biçimde bertarafı sağlanır. Tehlikesiz atıklar sınıfından hurda demirler lisanslı bir şekilde faaliyet gösteren tehlikesiz atık toplama ayırma firmalarına gönderilerek tesisten uzaklaştırılması sağlanır. Tesiste oluşan hurda kağıt kartonlar yeniden hammadde haline getirilmesi ve tekrar karton üretiminde kullanılması için fabrikanın bir başka tesisine gönderilmesi sağlanır. 2022 yılı itibariyle incelemesi yapılan tesiste oluşan tehlikeli ve tehlikesiz atık miktarları Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. 2022 Yılı İtibariyle Tesisten Oluşan Atık Miktarları

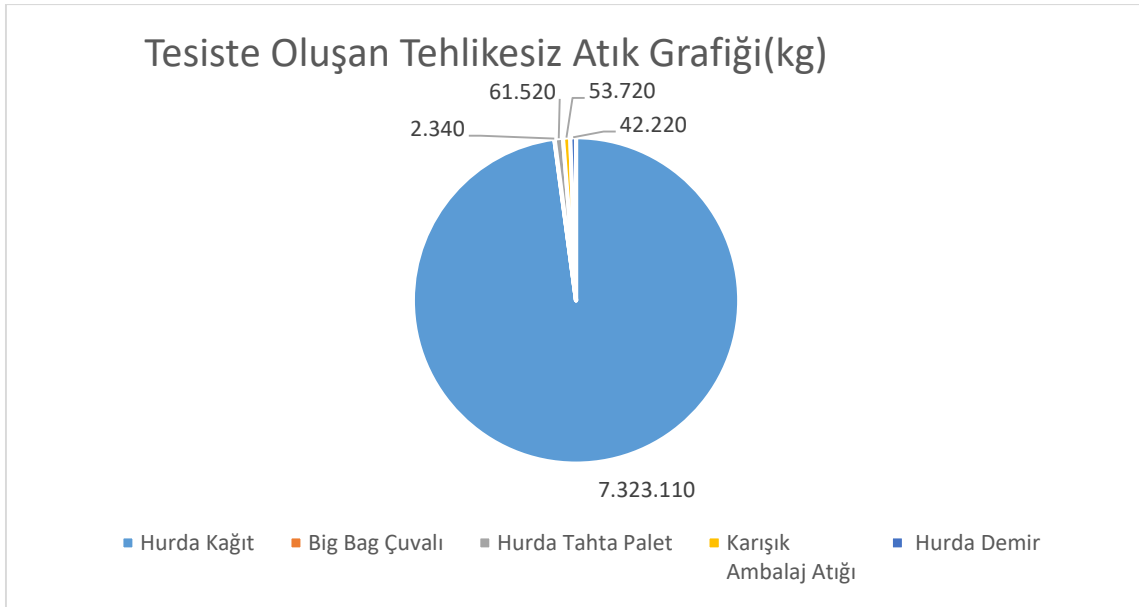
Tehlikeli Atıklar	Atık Miktarları (kg/yıl)	Tutar (₺)
19 08 13 Arıtma Çamuru (780 ₺/Ton)	160.880	126.046
08 03 14 Mürekkep Çamuru (780 ₺/Ton)	77.300	60.291
07 02 14 Atık Klişe (560 ₺/Ton)	6.060	3.392
15 02 02 Kontamine Atık (560 ₺/Ton)	6.620	3.706
15 01 10 Kontamine Ambalaj (1500 ₺/Ton)	16.200	24.300
TOPLAM	267.060	217.735
Tehlikesiz Atıklar	Atık Miktarları (kg/yıl)	Tutar (₺)
20 01 01 Hurda Kağıt (40 Kuruş/Kg)	7.323.110	2.929.244
15 01 02 Big Bag Çuvalı (3 ₺/Kg)	2.340	7.020
15 01 03 Hurda Tahta Palet (50 Kuruş/Kg)	61.520	30.760
15 01 06 Karışık Ambalaj Atığı (30 Kuruş/Kg)	53.720	16.116
20 01 40 Hurda Demir (6 ₺/Kg)	42.220	253.320
TOPLAM	7.482.910	3.236.460

Şekil 10'daki grafikte görüldüğü gibi fabrikada en çok oluşan atık türü kontamine olmuş ambalajdır. Bunun nedeni fabrikaya kaplar ve kalıplar içerisinde yoğun miktarlarda giriş yapan kaplar kimyasal maddelerdir.



Şekil 10. 2022 Yılı İtibariyle Tesisten Oluşan Tehlikeli Atık Miktarları

Şekil 11 incelendiğinde fabrikaya en çok kâr sağlayan tehlikesiz atık hurda kâğıt olduğu görülmektedir. Bunun nedeni ise hali hazırda fabrikanın kâğıt-karton üretim fabrikası olması sebebidir.



Şekil 11. 2022 Yılı İtibariyle Tesisten Oluşan Tehlikesiz Atık Miktarları

Tesiste atıksu arıtımı sonrasında oluşan arıtma çamuru tehlikeli atık sınıfına girmekte olup ton başına 780₺ ücret karşılığında atık bertaraf firmasına gönderilerek bertarafı

sağlanmaktadır. 2022 yılı içerisinde 160.880 kg arıtma çamuru gönderilmiş olup bu hizmet için toplam 126.046 ₺ fiyat ödemesi gerçekleştirilmiştir. Yine mukavva üretimi sırasında oluşan atık mürekkep çamuru ton başına 780₺ karşılığında atık bertaraf firmasına gönderilerek bertarafı sağlanmıştır. Bu işlem için 2022 yılı içerisinde tesisten çıkan arıtma çamuru miktarı 77.300 kg olup bertaraf firmasına ödenen tutar ise 60.291₺'dir. Mukavvaya baskı yapılmak üzere kullanılan klişeler belli bir süre kullanılıp ömrünü tamamladığında mürekkebe maruz kaldığı için tehlikeli atık sınıfına girmektedir. 2022 yılında kullanım süresi dolmuş ve tehlikeli atık olarak artık bertaraf gelmiş olan atık klişeler ton başına 560 ₺ karşılığında bertaraf firmasına teslim edilmektedirler. 2022 yılı içerisinde atık oluşan atık klişe miktarı 6.620 kg olup bertaraf firmasına ödenen tutar ise 3.706 ₺'dir. Tesiste kullanılan boya, vernik nişasta gibi maddelerin satın alınması sırasında kullanılan kaplar, içerisindeki malzemeler kullanıldıktan sonra tehlikeli ambalaj sınıfında değerlendirilip bertaraf firmasına gönderilmektedirler. 2022 yılı içerisinde fabrikadan çıkan tehlikeli ambalaj miktarı 16.200 kg olup ton başına 1500 ₺ ödenmektedir. Tehlikeli ambalajlar için ise bertaraf karşılığı 24.300 ₺'dir. 2022 yılında toplam oluşan tehlikeli atık miktarı 267.060 kg olup ödenen toplam tutar ise 217.734 ₺'dir.

Tesiste tehlikesiz atıklar fabrikadan uzaklaştırılırken tehlikeli atıklara nazaran ücret verilerek değil atıkların verilmesi neticesinde ücret alınarak fabrikaya kar sağlanarak tesisten uzaklaştırılır. Çizelgemize göz gezdirdiğimiz zaman üretim sonrası oluşan tehlikesiz hurda kağıtlar fabrikanın bir başka fabrikasına gönderilerek o fabrikada yeniden kâğıt olarak kullanılması sağlanmaktadır. 2022 yılı içerisinde oluşan hurda kâğıt miktarı 7.323.110 kg olup kg başına 40 krş tahsil edilmiştir. Atık kâğıt için elde edilen miktar ise 2.929.244 ₺'dir. Tesiste oluşan bir diğer tehlikesiz atık olan big bag çuvalları ise tehlikesiz atık firmalarına gönderilmektedir. 2022 yılı içerisinde tesiste oluşan tehlikesiz big bag çuvallarının miktarı 2.340 kg olup kg başına 3 ₺ ücret tahsil edilmiştir. 2022 yılı içerisinde tahsil edilen ücret miktarı 7.020 ₺'dir. Tesiste ofis içerisinde veya üretim sahası içerisinde oluşan karışık-kompozit tehlikesiz atık miktarı ise 53.720 kg'dır. Bu atık türü için bertaraf firmasından kg başına 30 krş toplam ise 16.116 ₺ ücret tahsile edilmiştir. Tesiste malzeme nakliyesi sırasında gelen ve daha sonra hurdaya ayrılan paletlerde tehlikesiz atık sınıfına girmekte olup 2022 yılı içerisinde toplam oluşan hurda tahta palet miktarı 61.520 kg'dır. Hurda tahta paletlerin kg başına 50 krş ücret tahsil edilmekte olup, bu atık türü için bertaraf firmasından 30.760 ₺ ücret tahsil edilmiştir. Üretim tesisinde muhtelif imalatların gerçekleştirilmesi esnasında demir kullanılmaktadır. Kullanılan bu demirlerin imalat hataları sırasında oluşan atıkları tehlikesiz atık sahasında depolanmakta olup yine ücret alımı karşılığında bertaraf firmasına gönderilmektedir. 2022 yılı içerisinde oluşan hurda demir miktarı 42.220 kg olup kg başına 6 ₺ karşılığında bertaraf firmasına teslim edilmektedir. 2022 yılı içerisinde hürde demirden 253.320 ₺ ücret alınmıştır.

Tesiste Oluşan Tehlikeli ve Tehlikesiz Atıkların Geçici Depolanma-Geri Kazanım Süreci

Tesiste üretim prosesleri süresince belirli miktarlarca oluşan kontamine ambalaj, kontamine atık ve tehlikesiz atıklar bulunmaktadır. Bu atıklar Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca yayımlanan atık yönetimi yönetmeliğine göre geçici depolanmakta ve geri kazanımı sağlanmaktadır. Tesiste oluşan kontamine olmuş boya, mürekkep kutuları tesisin dışında bulunan tehlikeli atık geçici depolama sahasında yönetmelikler çerçevesinde depolanıp geri kazanımı işlemi için belirli periyotlarla geri kazanım firmalarına, yeniden kullanımı, geri kazanımı için gönderilmektedir. Geri kazanım tesisine kabulü sağlanan kontamine ambalajların içeriğinin temizlenip yeniden kullanılması sağlanmaktadır. Geri kazanımı mümkün olmayan ezik veya kırık kontamine ambalajlar ise geri dönüşüm için farklı tesislere gönderilerek ergitme işlemi yapılır farklı bir materyale dönüştürülerek tekrardan kullanımı sağlanır. Tesiste oluşan bir başka atık türü olan kontamine atık ise yine belirli yönetmeliklere uygun bir şekilde küçük konteynerlerde depolanır daha sonra bu küçük konteynerler tesis dışında bulunan tehlikeli atık geçici depolama sahasına nakledilir. Belirli bir miktara ulaşan kontamine atıklar Kocaeli ilinde bulunan İZAYDAŞ (İzmit Atık Ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme A.Ş) firmasına gönderilerek bu tesiste atıkların geri kazanılması, bertarafı sağlanır. Tüm bu işlemler Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca oluşturulan MOTAT (Mobil Atık Takip Sistemi) üzerinden gerçekleştirilmektedir. Tesis karton kutu mukavva tesisi olduğundan dolayı üretim sırasında bol miktarda tehlikesiz atık olarak karton kırıntısı da oluşmaktadır. Bu karton kırıntıları makinelerin altında çalışan konveyör bant sistemi yardımı ile taşınarak balya makinesine transfer edilmektedir. Balya makinesine transferi sağlanan kağıt-karton kırıntıları preslenerek balya haline getirilmekte ve tesisin bir diğer fabrikasına gönderilerek tekrar kağıt-karton hamuru haline gelmesi sağlanmaktadır.

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Atıksu Kanalizasyon Deşarj Yönetmeliğine Göre Atıksu Deşarj Kriterleri

Kocaeli Büyükşehir Belediyesine ait kanalizasyon hattına atıksuyun deşarj edilebilmesi için belirlenmiş atıksu kanalizasyon deşarj yönetmeliği Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. KBB İzmit Su İşleri AKDY Kriterleri.

Parametre	Birim	AKDY
Askıda Katı Madde	mg/L	350
Bakır	mg/L	2
Çinko	mg/L	5
Demir	mg/L	5
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	800
Kurşun	mg/L	3
Sülfat	mg/L	1700
Toplam Krom	mg/L	5
Yağ ve Gres	mg/L	50
Toplam Azot	mg/L	100
Toplam Fosfor	mg/L	10

Tesiste oluşan atıksu Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İzmit Su İşleri (İSU) Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği (AKDY) ne göre gerekli kriterler sağlandıktan sonra İSU kanalizasyonuna deşarj edilmektedir.

Tesisin Atıksu Parametreleri ve Analizleri

Tesisin on iki aylık süre boyunca arıtma tesisine giriş yapan debi miktarı ve sıcaklık durumu

Fabrikaya 12 ay boyunca giriş yapan su debi miktarı Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. Tesisin Ay Bazında Debi ve Sıcaklık Durumu

Aylar	Su Sıcaklığı (°C)	Debi (m ³ /gün)
Ocak	8	30
Şubat	5	42
Mart	5	37
Nisan	10	42
Mayıs	14	48
Haziran	17	46
Temmuz	19	39
Ağustos	22	37
Eylül	14	35
Ekim	10	32
Kasım	8	35
Aralık	8	32

Tesisin aylık bazda sıcaklık ve debilerini incelersek sıcaklığın mevsim şartlarına göre değiştiği, debide ise genel anlamda büyük bir değişimin olmadığı gözlemlenmiş olup, üretim miktarının artıp veya azalmasına göre küçük değişimler yaşandığı gözlemlenmiştir.

İncelemesi yapılan kağıt ve karton üretim tesisinde oluşan atıksu kirlilik parametrelerinin aylara göre analizi

İncelemesi yapılan tesiste 12 ay boyunca oluşan atıksu analizleri Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Tesisin Atıksuyun Aylara Göre Kirlilik Parametreleri

Aylar	Giriş Su	Çıkış Su	Faz Su	Çıkış Su	Çıkış Su	Çıkış Su
	KOİ (mg/L)	KOİ (mg/L)	KOİ (mg/L)	Toplam Azot (mg/L)	Toplam Fosfat (mg/L)	AKM (mg/L)
Ocak	621	57,5	785	51	0,145	256
	874	62,4	687	68	0,324	148
	657	52,5	851	84	0,124	116
	878	65,9	931	69	0,241	185
Şubat	803	64,6	3946	60,9	0,579	312
	1267	119	879	37,9	2,52	1061
	1998	71,7	2095	146	1,79	721
	755	238	2094	11,5	0,266	703
Mart	845	169	329	102	1,25	531
	724	274	714	50,4	0,664	1548
	573	72,1	4544	60,4	0,211	65
	275	86,2	640	45,5	0,026	17
Nisan	269	100,8	416	58,8	0,152	27
	307	38,2	395	66,8	0,219	27
	388	139	1911	39	0,127	3
	811	30	695	60,2	0,423	128
Mayıs	769	56,2	1617	46,2	0,265	525
	322	82,9	769	1,57	0,464	128
	497	106	1212	45,6	0,769	46
	178	72,5	345	89,3	0,337	79
Haziran	175	71	851	23,5	0,14	24
	169	82	902	85,9	0,32	30
	419	50,5	680	18,7	0,113	67
	701	54,1	984	0,09	0,041	30
Temmuz	587	45,4	1215	0,654	1,87	256
	624	32,4	2241	0,784	1,22	218
	699	58,5	2314	0,664	1,45	355
	552	76,2	1684	66,8	0,78	312
Ağustos	921	124	1122	49	0,88	412
	852	101	925	41,5	0,82	521
	986	109	1761	50,2	0,89	453
	814	95	721	37	0,87	701
Eylül	882	77,5	1400	21,6	0,13	174
	722	188	1886	71	0,134	424
	680	97,7	2369	41,1	0,533	739
	642	71,7	822	36,6	0,236	136

Tablo 10. (Devamı)

Ekim	700	226	2981	44,3	0,165	84
	875	81	3203	89,3	0,713	92
	816	152	2148	71,3	0,442	21
	941	58,1	1598	84,5	1,15	295
Kasım	792	15,2	3194	53,7	2,45	148
	611	182	739	39,2	1,72	110
	353	57,4	742	37,8	1,29	63
	874	52,6	3837	32,7	1,59	27
Aralık	1182	60,3	1968	54,5	0,516	184
	898	122	1511	59,6	0,527	315
	964	109	1779	72,4	1,23	532
	804	136	1602	84,8	1,6	451

Genel bir şekilde inceleme sağlanırsa arıtma tesisine giriş yapan atıksuyun KOİ miktarının kış aylarında yükseldiği, yaz aylarında ise düşüşe geçtiği belirlenmiştir. Bunun en büyük sebebi ise arıtma tesisinde bulunan bakterilerin mevsimsel şartlardan dolayı su sıcaklığının düşmesi sebebiyle arıtma verimlerinin düştüğü söylenebilir.

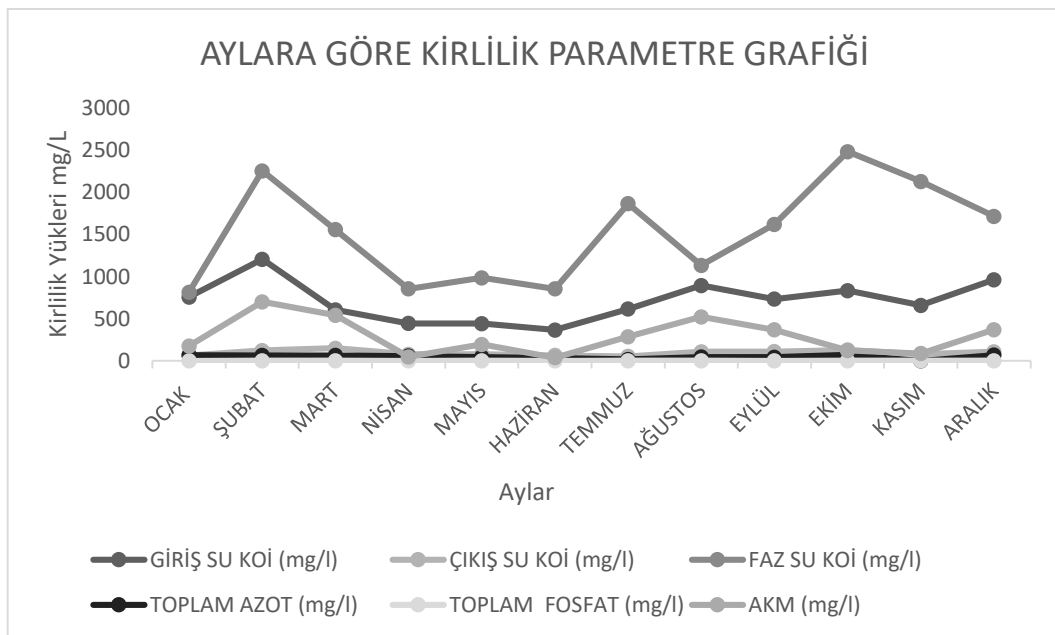
İncelemesi yapılan kağıt ve karton üretim tesisinde oluşan atıksu kirlilik parametrelerinin aylara göre ortalama analizi

Tesiste oluşan atıksuların aylık olarak ortalaması Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Tesisin Atıksuyun Aylara Göre Ortalaması

Aylar	Giriş Su	Çıkış Su	Faz Su	Toplam	Toplam	AKM
	KOİ (mg/L)	KOİ (mg/L)	KOİ (mg/L)	Azot (mg/L)	Fosfat (mg/L)	(mg/L)
Ocak	757,5	61,93	813,5	68	0,229	176,25
Şubat	1205,75	123,3	2253,5	64,07	1,28	699,25
Mart	604,25	150,3	1556,7	64,575	0,46	540,25
Nisan	443,75	77	854,2	56,2	0,23	46,25
Mayıs	441,5	79,4	985,75	45,6	0,45	194,5
Haziran	366	64,4	854,25	32,04	0,158	37,25
Temmuz	615,5	53,125	1863,5	17,22	1,33	285,25
Ağustos	893,25	107,25	1132,25	44,42	0,88	521,25
Eylül	731,5	108,7	1619,2	42,57	0,25	368,25
Ekim	833	129,2	2482,5	72,35	0,61	123
Kasım	657,5	76,8	2128	40,8	1,76	87
Aralık	962	106,8	1715	67,8	0,96	370,5

Tabloyu incelemeye aldığımız zaman ocak ayı içerisinde çıkış değerlerindeki KOİ, toplam azot, toplam fosfor ve AKM değeri AKDY standartlarına göre deşarj kriterleri içerisinde yer almaktadır. Şubat ve mart ayı analizlerine göz gezdirdiğimiz zaman çıkış KOİ değeri ocak ayı analizine göre bir miktar artma eğilimi göstermektedir. Bunun nedeni soğuk hava şartlarından dolayı arıtma tesisinin bakteri faaliyetlerinin sıcaklık ile doğru orantılı olmasıdır. Yine de soğuk havaya rağmen KOİ değeri deşarj kriterlerini sağlamaktadır. Toplam azot ve toplam fosfor parametreleri deşarj kriterini sağlarken AKM değeri bu kriteri sağlamamaktadır. Bunun nedeni olarak fabrikanın bu aylar içerisinde üretim miktarının artmış olması söylenmektedir. Üretim miktarı arttığından dolayı tesise gelen AKM miktarı buna bağlı olarak artmaktadır. Nisan ayında ise tesisin üretim miktarı en düşük seviyeye gelmektedir. Tablodan da anlaşılacağı gibi parametreler en düşük seviyeye ulaşmış arıtma tesisine gelen kirlilik yükü minimuma inmiştir. Mayıs ayında tesisin üretimi normal seviyelere ulaşmış çıkış KOİ, toplam azot, toplam fosfor ve AKM değerleri tesis yükü için normal seviyelere ulaşarak yine deşarj kriterini sağlamıştır. Haziran ayında fabrikanın üretimi yine azalmış olup, kirlilik parametreleri yine düşüşe geçmiştir. Ağustos ayında arıtma tesisi bakıma alınıp AKM değerinin bu bakımdan dolayı yine çıkış deşarj kriterini sağlamadığı görülmüştür. Kasım ayında kirlilik parametrelerinin düşüşe geçmesinin sebebi belirtildiği gibi üretim miktarının azalması gösterilmektedir. Özet olarak geçilebilirse tesisin substrat ve nütrient gideriminde hangi koşullar olursa olsun verimi hep yükseklerde olmuştur. Fakat askıda kat maddeler (AKM) gideriminde arıtma tesisine gelen kirlilik yükü arttığında veya tesis arızası, bakımı durumunda deşarj kriterini sağlamadığı görülmektedir. Tesis atıksuyunun aylara göre grafiği Şekil 12’de gösterilmiştir.



Şekil 12. Arıtma Tesisinin Aylara Göre Kirlilik Parametreleri

Grafik incelendiğinde giriş suyu KOİ ve çıkış suyu KOİ arasında ciddi bir fark gözlemlenmiştir. Arıtma tesisinin verimi yılın on iki ayı boyunca verimli bir şekilde organik maddeleri arıttığı söylenebilir.

İncelemesi Yapılan Kâğıt ve Karton Üretim Tesisinde Oluşan Atıksu Kirlilik Parametrelerinin Aylara Göre Verimleri

Tesisin atıksu verimleri Tablo12’de gösterilmiştir.

Tablo 12.Tesisin Atıksuyun Aylara Göre Verimleri

Aylar	Giriş Su KOİ (mg/L)	Çıkış Su KOİ (mg/L)	Verim KOİ % (mg/L)	AKDY Çıkış Suyu Standardı 800 (mg/L)
Ocak	757,5	61,93	91,8244	Deşarj edilebilir
Şubat	1205,75	123,3	89,774	Deşarj edilebilir
Mart	604,25	150,3	75,1262	Deşarj edilebilir
Nisan	443,75	77	82,6479	Deşarj edilebilir
Mayıs	441,5	79,4	82,0159	Deşarj edilebilir
Haziran	366	64,4	82,4044	Deşarj edilebilir
Temmuz	615,5	53,125	91,3688	Deşarj edilebilir
Ağustos	893,25	107,25	87,9933	Deşarj edilebilir
Eylül	731,5	108,7	85,1401	Deşarj edilebilir
Ekim	833	129,2	84,4898	Deşarj edilebilir
Kasım	657,5	76,8	88,3194	Deşarj edilebilir
Aralık	962	106,8	88,8981	Deşarj edilebilir

Tabloyu incelediğimizde tesisin atıksu arıtma verimi yüksek olup deşarj kriterlerini sağladığı gözlemlenmiştir. Mevsimsel, üretim sıklığı ve diğer nedenlerden dolayı bazı aylarda verimin azda olsa düştüğü tespit edilmiştir.

İncelemesi yapılan kâğıt ve karton üretim tesisinde oluşan atıksu kirlilik parametrelerinin mevsimlere göre ortalama analizi

Tablo 13’de tesiste oluşan atıksuyun mevsimlere göre ortalaması verilmiştir.

Tablo 13. Tesisin Atıksuyun Mevsimlere Göre Analizi

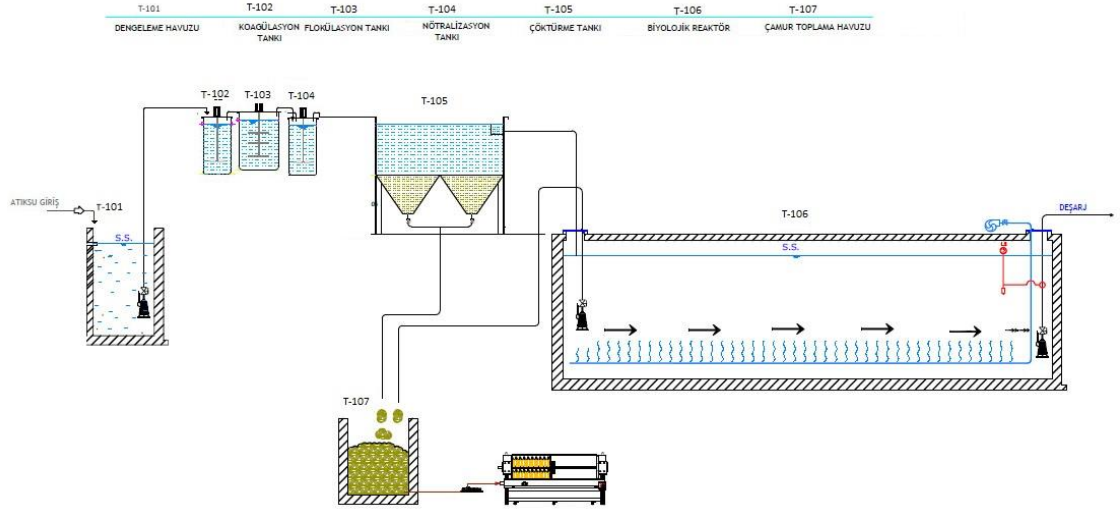
Mevsimler	Giriş Su KOİ (mg/L)	Çıkış Su KOİ (mg/L)	Faz Su KOİ (mg/L)	Çıkış Su Toplam Azot (mg/L)	Çıkış Su Toplam Fosfat (mg/L)	Çıkış Su AKM (mg/L)
-----------	---------------------------	---------------------------	-------------------------	--------------------------------------	--	---------------------------

Sonbahar	740,6	104,9	2076,5	114,92	0,87	192,75
Kış	832,5	98,66	1633,16	66,95	0,97	214,16
İlkbahar	550	102,23	1132,3	55,45	0,38	260,33
Yaz	651,7	77,18	1365,1	37,4	0,71	317,61

Tabloyu incelediğimiz takdirde giriş KOİ'nin hava sıcaklığının soğuk olduğu aylarda daha yüksek olduğu sıcak aylarda ise daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. AKM'nin de yaz ve ilkbahar mevsimlerinde üretim miktarının artması sebebiyle yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Atıksu Arıtma Tesisi İşleyişi ve Proses Özeti

İşletme içerisine kullanılan evsel ve endüstriyel nitelikli atıksular aynı arıtma tesisi içerisinde arıtımı sağlanmakta ve arıtım sonrasında deşarj kriterleri sağlandıktan sonra alıcı ortama deşarj edilmektedir. İşletmeden gelen evsel ve endüstriyel nitelikli atıksu üretim binası dışında bulunan arıtma tesisine ulaşır. PLC sistemi ile kontrol edilmekte olan arıtma tesisine gelen atıksu öncelikli olarak dengeleme havuzunda toplanır. Dengeleme havuzunda suyun kontrollü olarak sisteme girmesi için 2 adet şamandıra bulunmaktadır. Bu şamandıralardan üstte bulunan şamandıra kalktığı zaman sistemi otomatik olarak devreye almaktadır. Dengeleme havuzunda bekletimi sağlanan atıksu kimyasal arıtma işlemi için koagülasyon-flokülasyon tankına aktarılmaktadır. Bu kısımda suyun pH'sı 4 alana kadar sisteme FeCl_3 ilave edilmektedir. Koagülasyon işleminden sonra flokülasyon tankına geçiş sağlamadan önce atıksuyun pH'sı 4-4,5 arası olması gerekmektedir. Flokülasyon işlemi sonrası atıksu nötralizasyon tankına geçmektedir. Nötralizasyon işleminde atıksuyun pH'sını 8'e çıkarmak için kireç dozaj pompası yardımı ile hatta kireç basılmaktadır. Sistemde oluşan kimyasal çamurun birbirine daha iyi yapışması için polielektrolit kullanılmaktadır. Oluşan çamurun çöktürme havuzunun dibine çöktürmesi sağlanmaktadır. Havuz dibine çöken kimyasal çamur pompalar vasıtası ile 10 tonluk filtre press çamur tankına basılmaktadır. Filtre prese basılan çamur bu aşamadan sonra çamur kekine dönüşmektedir. Oluşan çamur kekleri atık konteynerine doldurulmakta konteyner dolduğu zaman MOTAT sistemi üzerinden atık gönderim talebi açılarak geri kazanım firmasına gönderilmektedir. Kimyasal çöktürme takında oluşan su biyolojik arıtım havuzuna alınıp bakteriler vasıtası ile biyolojik arıtmaya tabi tutulmaktadır. Biyolojik arıtmadan sonra son çöktürme tankının dibine çöken çamur biyolojik arıtma havuzunda geri basılmaktadır. Son olarak biyolojik arıtımı sağlanan atıksu savaklanarak İSU kanalizasyon sistemine deşarj edilmektedir. Aşağıda gösterilen Şekil 13'de incelemesi yapılan fabrikanın atıksu arıtma tesisinin akım şeması gösterilmiştir.



Şekil 13. Tesisin Atıksu Arıtım Akım Şeması

Atıksu Arıtma Tesisinin Üniteleri Hakkında Bilgiler

Dengeleme havuzu

Tesiste bulunan dengeleme havuzunun görevi, debi ve kirlilik yükü değerlerindeki büyük farklılıkları dengelemeyi ve birinci çöktürme havuzundaki hidrolik yük miktarını azaltabilmeyi amaçlar. Diğer bir deyişle sisteme giren şok debileri, şok kirlilik yüklerinin engellenmesi, stabil hale gelmesi maksadıyla kullanılır.

Koagülasyon tankı

Koagülasyon kimyasal arıtma yöntemi ise koagülant kimyasal maddelerin pH seviyesi düzenlenmiş suya aktarılarak askıda kalmış veya suda çözünmüş olan fiziksel ve biyolojik kirlerin birleşerek flok olarak tabir edilen çamurumsu bir yapıya bürünmesini sağlamaktadır.

Flokülasyon tankı

Flokülasyon tankı (yumaklaştırma) atıksuyun yavaş ve uygun şekilde bir süre karıştırılarak küçük tane ve pıhtıların büyümesi, birbirleriyle birleşmesi, yumaklaştırması sayesinde kolayca çökebilecek flokların (yumakların) meydana gelmesini sağlar.

Kimyasal hazırlama ve dozlama üniteleri ile flokülasyon için suyu polielektrolit çözeltisi dozlanarak koagülasyonda oluşan taneciklerin irileşmesi ve sudan ayrılabilir yapıya ulaşması sağlanır. Flokülant ile koagülantlar aracılığı ile şartlandırılmış olan atıksu çöktürme tankında dinlendirilmesinin ardından meydana gelen çamurun çöktürme ünitesinin taban kısmından alınarak, arıtımı sağlanmış suyun çöktürme tankının üst yüzeyine alınması ile gerçekleşir.

Nötralizasyon tankı

Suda çözünme işlemine uğramış durumda olan ve AKM'lerin çökeltilerek sudan giderilmesine yarayan kimyasal arıtım işletmelerinde, doğru pH aralığının sağlandığı bölüm nötralizasyon işlemidir.

Belirlenen alıcı yere deşarj edilecek atıksuyun standardının sağlanması kimyasal giderim işleminden önce uygun pH değerinin sağlanması bakımından gereklidir. Bu değeri ayarlama HCl, NaOH ve kireç yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çöktürme tankı

Son çökeltim havuzları biyolojik arıtmaya tabi olan atıksuyun deşarj edilmeden önce arıtılmış sudan biyokütlenin ayrıştırılması için arıtma tesislerinde tasarlanan ünitelerdendir. Sistem mantığı ön çökeltim havuzlarında olduğu gibidir. Yalnız son çökeltim havuzlarında artık arıtılmış olan sudaki çamur dibe çöktürülür ve arıtılmış suda savaklanarak deşarj edilmeye hazır hale getirilmiş olur. Havuz tabanında biriken çamur sıyrıcılar ile tabandan alınır ve sistemden uzaklaştırılır.

Biyolojik reaktör

Atıksu içerisindeki organik maddeleri (C, N ve P) mikroorganizmalar yardımıyla karbondioksit, su ve yeni mikroorganizma hücrelerine dönüştürmektir. Biyolojik Arıtma için mikroorganizmaların temel ihtiyaçları olan besin maddelerinin ve oksijenin sisteme verilmesi gereklidir. Oksijen sisteme blowerlar tarafından hava verilmesi ile temin edilmektedir. Sisteme verilen hava aynı zamanda atıksu ile mikroorganizma karışımının homojen olmasını sağlamaktadır.

Filtre press

Çamur arıtma mekanizması ya da susuzlaştırma mekanizması olarak da bilinen filtre presler farklı sektörlerde yaygın olarak tercih edilmektedir. Filtre presler fabrikasyonlarda ve çevre mühendisliğinde sıklıkla kullanılan mekanizmalardır. Filtre press endüstriyel ya da evsel atıksu arıtma tesisleri ve diğer üretim süreçleri nedeniyle meydana gelen katı partiküllerinin ayrıştırılmasını sağlayan filtrasyon sistemleridir. Filtre press sistemlerinde filtre press plakaları kullanılmaktadır. Filtrasyon işlemlerinde kullanılan filtre press plakaları, katı-sıvı ayrımının yapıldığı filtreleme ünitesini oluşturmaktadır. Filtre press ile atıksu arıtma sistemlerinde oluşan çamur, kum veya diğer katı maddelerin mekanizmadan ayrıştırılması sağlanmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Marmara bölgesinin Kocaeli ilinde bulunan tesiste ambalaj sektöründe sıklıkla kullanılan oluklu mukavva, diğer bir deyişle karton kutu üretimi gerçekleştirmektedir. Tesis bu üretimi gerçekleştirirken 3 vardiya çalışma şeklini kullanmakta ve toplam 320 personel ile uygulanan çalışma sistemi ve yıllık üretim kapasitesi 14.000.000 m² olan ve hâlihazırda çeşitli proseslerde kullanılan 15 adet makine ve 1 adet endüstriyel atıksu arıtma tesisi ve üretimi tamamlanmış ürünlerin sevkiyatından önce depolanması için 1 adet depo bulunmaktadır. Tesiste 1 adet tehlikeli atık geçici depolama sahası, 1 adet tehlikesiz atık geçici depolama sahası ve 1 adet endüstriyel ve evsel atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. Tesis ürettiği oluklu mukavvaları yurt içi ve yurtdışına satışını gerçekleştirmektedir. Aynı zamanda personellerin iş kazalarını en aza indirmek için bünyesinde 1 adet İSG uzmanı bulundurmakta rutin olarak da İSG eğitimleri uzman personel tarafından çalışanlara verilmektedir. Tesis üretimi gerçekleştirirken doğanın korunmasını amaçlamakta olup üretim sırasında oluşan hurda kağıtlar yine aynı fabrikaya bağlı bir başka merkeze naklederek burada kağıtların yeniden hammadde oluşmasına katkı sağlamaktadır. Tesiste üretim prosesinde ve personellerin kullanımı sırasında oluşan atıksu tesis sınırları içerisinde bulunan arıtma tesisinde sağlanmaktadır. Fabrikada oluşan tehlikesiz atıklar fabrikaya kar sağlanacak şekilde belli bir meblağ karşılığında geri dönüşüm-bertaraf firmalarına gönderilmekte olup tehlikeli atıklar yine tesis sınırları içerisinde bulun tehlikeli atık geçici depolama sahasında uygun koşullarda depolandıktan sonra belli bir ücret ödenerek bertaraf firmalarına gönderimi sağlanmaktadır. Arıtma tesisinde oluşan arıtma çamuru yine belt press filtrelerde susuzlaştırılmasının ardından yine bertaraf edilmek üzere bertaraf firmasına gönderilmektedir. Fabrikanın arıtma tesisine giriş yapan atıksuda görülen kimyasal oksijen ihtiyacının yıllık mevsimsel ortalaması sonbahar ayı için 740,6 mg/L iken çıkış kimyasal oksijen ihtiyacı ortalaması 104,9 mg/L olarak ölçülmüştür. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen azot miktarı ise 114,92 mg/L iken çıkış fosfat miktarı ise 0,87 mg/L'dir. Tesise en çok yük olan askıda katı madde parametresi 192,75 mg/L'dir. Kış ayından bahsettiğimiz zaman giriş suyu kimyasal oksijen ihtiyacı 832,5 mg/L çıkış suyu ise 98,66 mg/L'dir. Çıkış suyu azot miktarı 66,95 mg/L fosfat miktarı ise 0,97mg/L'dir. Askıda katı madde miktarı kış ayı içerisinde 214,16mg/L'dir. İlkbahar mevsimi içerisinde giriş kimyasal oksijen ihtiyacı 550 mg/L çıkış kimyasal oksijen ihtiyacı 102,23mg/L'dir. Çıkış suyu toplam azot miktarı 55,45 mg/L çıkış suyu toplam azot miktarı 0,38 mg/L olarak ölçülmüştür. Çıkış su askıda katı madde miktarı 260,33 mg/L'dir. Yaz mevsimi içerisinde giriş suyu kimyasal oksijen

ihtiyacı miktarı 651,7 mg/L çıkış suyu kimyasal oksijen ihtiyacı miktarı 77,18 mg/L'dir. Çıkış suyu toplam azot değeri 37,4 mg/L toplam fosfat değeri ise 0,71 mg/L'dir. Çıkış suyu askıda katı madde miktarı 317,61 mg/L'dir. Fabrikada 2022 yılı içerisinde oluşan toplam tehlikeli katı madde miktarı 267.060 kg olup bu atıkların bertaraf edilmesi için 217.735₺ maliyet oluşmuştur. 2022 yılı içerisinde fabrikadan çıkan toplam tehlikesiz atık miktarı ise 7.482.910 kg'a ulaşmış ve tehlikesiz atıklar bertaraf için geri dönüşüm firmasına gönderilerek fabrikaya 3.236.460₺ kâr sağlanmıştır.



KAYNAKÇA

- Anonim 2022a. 19 Mayıs Üniversitesi, Endüstriyel Katı Atıklar, Samsun.
- Aydın, E., ve Kara, G., 2006. Organize Sanayi Atıksularının Zehirliliği, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi,21(3),13-20.
- Beyazıt, M., ve Avcı, İ., 2010. Akarsularda Akım ve Sediment Taşınımı, Birsan Yayınevi.
- Bidhendi, N; G.R., Torabian; A., Ehsani, H; Razmhah, N; Abbasi, M., 2007. International Journal or Environmental Research, 1, 3, 242-247.
- Bozkurt, S., 2012. Evsel Nitelikli Katı Atıkların Geri Dönüşüm Olasılıkları ve Bertaraf Yöntemlerinin Araştırılması, (Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği A.B.D. Doktora Tezi)
- Cheremisinoff N.P., 2003. Handbook of Solid Waste Management and Waste Minimization Technologies. Elsevier Science, Burlington, USA
- Curran, T., and Williams, I.D., 2012. A zero waste vision for industrial networks in Europe. Journal of Hazardous Materials. (207-208), 3-7.
- Çakmakçı, M., 2010, Endüstriyel atıksuların geri kazanım teknolojileri, 2. Atık Teknolojileri Sempozyumu ve Sergisi, WOW, Convention Center, İstanbul,
- Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği,2022. Ankara
- Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Atık Yönetimi Yönetmeliği. Ankara 2015.
- Dinçsoy, Y., 2013. Yan derelerde erozyon ve rüsubat kontrolü, DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları.<https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/KonuIcerik/767/1115/DosyaGaleri/yan-derelerde-erozyon-ve-rusubat-kontrolu.pdf>,
- Eksen Arıtma, Dengeleme Havuzu Nedir?, 2022. <https://eksenaritma.com.tr/dengeleme-havuzu-nedir/>.
- Ercan, F., 2019.Atık Yönetimi Mevzuatı. İstanbul
- Ertugay, N., 2015. Katı Atık Yönetimi, Erzurum Örneği. Erzurum
- Escarus Sürdürülebilirlik Danışmanlığı, 2022.<https://www.escarus.com/cop-degil-atik-atik-yonetimi>
- Eurolab Laboratory Services, 2022.Çökebilen Katı Madde Tayini, <https://www.laboratuvar.net/gida-analizleri/fiziksel-analizler/cokebilen-kati-madde-tayini>
- Gündüzalp, A. A., ve Güven, S., 2016. Atık Çeşitleri, Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm Ve
- Karagözoğlu, B., ve Yılmaz, Z., 2019. Atıksuların Arıtılmasında Elektrokoagülasyon Uygulamaları, Bitlis.
- Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. 2018. What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development; Washington, DC: World Bank
- Kızılçam, G., 2020. Türkiye’de Atık Yönetimi Uygulamaları Ve Atıklardan Enerji Üretimi (Kocaeli-İzaydaş Örneği). (Yüksek Lisans Tezi), Şeyh Edebalı Üniversitesi, Bilecik.

- Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, İzaydaş, 2022. İzaydaş Genel Tanıtım, https://www.izaydas.com.tr/64-izmit_atik_ve_artiklari-aritma-yakma_ve_degerlendirme-icerikDetay-hakkimizda.html
- Köken E, Büyükkamacı N., 2010. Kağıt Endüstrisi Atık Su Arıtma Tesislerinde Çamur İşleme Ünitelerinin Toplam Maliyete Etkisi. İTÜ Dergisi, 20(1), 66-76.
- Mahmoud, E.K., 2009. Polish Journal of Environmental Studies, 18 (4), 651-655. Szygula, A., Guibal, E., Arino Palacin, M., Ruiza, A.M., 2009, Sastre, Journal of Environmental, 90, 10, 2979-2986.
- Muslu, Y., 1974. Kullanılmış Suların Tasfiyesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul Cilt 1.
- NanoLab Laboratuvarlar Grubu., 2020. Balık Biyodeneyi, <https://www.nano-lab.com.tr/tr/blog/detay/balik-biyodeneyi>
- Özçelik, Ö., 2017. Uluslararası Çevre Hukukunun Gelişimi Ve Türkiye’deki Atık Yönetimi Düzenlemeleri Ve Türkiye’nin Avrupa Birliği Mevzuatına Uyum Süreci,(4)-4
- Özoğlu, M., 1999. Çevre Bakanlığı’nın Atık Yönetim Politikaları ve Uygulamaya İlişkin Düzenlemeler, Sanayide Atık Yönetim Sempozyumu, İstanbul Sanayi Odası, 12-18, İstanbul.
- Sayar, Ş., 2012. Sakarya İli Entegre Atık Yönetimi Ve Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü. (Yüksek Lisans Tezi), Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Tezakıl, F., 2013. Oluklu Mukavva Endüstrisi Boya-Baskı İşlemlerinden Kaynaklanan Atıksuların Farklı Yöntemlerle Arıtılabilirliği. (Doktora Tezi), Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Tuncer, T., 2010. Karton Ambalaj Ve Oluklu Mukavva Üretiminde Kullanılan Kraft Liner Ve Saman Fluting Malzemelerinin Seçim Kriterlerinin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Tüketici: Çankaya Belediyesi Ve Semt Tüketicileri Örneği, Ankara.
- Türkiye Cumhuriyeti Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kocaeli İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü,2022. Kocaeli Hakkında Genel Bilgiler, <https://kocaeli.ktb.gov.tr/TR-69185/genel-bilgiler.html>
- Uzunoğlu, H., 2014. Çevremizi Kirlüten Atıklar ve Atık Yönetiminin Önemi, Ar&Ge Bülten 2014.Haziran, s.2.
- Üçüncü, O., 2019. Atıksu Arıtımı, Atıksu Deşarjı, Su Kirliliği ve Halk Sağlığı: Trabzon İli Örneği, Türk Hidrolik Dergisi,3(2),14-29.
- Wang, Y; Gao, B.Y; Yue, Q.Y; Wei, J.C; Zhou, W.Z; Gu, R., 2007. Color removal from textile industry wastewater using composite flocculants, Environmental Technology, 28, 6, 629-637.
- Yaman, K., ve Gül, M., 2021.Türkiye’de Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Projesinin Değerlendirilmesi, Ankara Örneği, Erzurum.
- Yar, D; 2020, Oluklu Mukavva Üretim İşletmesi Atıksularının Arıtımı, (Yüksek Lisans Tezi), Mersin Üniversitesi,Mersin.
- Yarar, B., 2019. Kağıt Ve Karton Fabrikası Atıksu Arıtma Tesisinin Enerji Analizi. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Üniversitesi, Tekirdağ.
- Yüksekdağ, M., ve Yelmen, B., Gökpınar, S., 2020. Atıksu Arıtma Tesislerinde Arıtma Çamurları ve Bertaraf Uygulamaları. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (18), 897.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Burak DAĞ
Doğum Tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	
Lisans:	
Yüksek lisans:	
Doktora:	
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	
Almanca:	
Rusça:	
Diğer	
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	