

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

*Əlyazması hüququnda*

**Dadaşlı Yusub Elşad oğlu**  
**Quliyev Murad Hüseyn oğlu**  
**Səfərova Ləman Şahin qızı**

**Bərk tullantıların təkrar emalında kompozit materialların alınması**  
**prespektivləri**  
**mövzusunda**

**MAGİSTRİK DİSSERTASİYASI**

**İxtisas: 060649 - Ekologiya Mühəndisliyi**

**İxtisaslaşma: Təbii ehtiyatların qorunması və təkrar emalı**

**Elmi rəhbər: g-m.e.n., dosent Natiq H.Paşa**

**Bakı -2023**

## MÜNDƏRİCAT

<b>GİRİŞ.....</b>	<b>5</b>
<b>I FƏSİL: BƏRK TULLANTILAR VƏ TƏKRAR EMALIN EKOLOJİ ASPEKTLƏRİ.....</b>	<b>7</b>
1.1. BƏRK TULLANTILAR VƏ ONLARIN İDARƏ OLUNMASI.....	7
1.1.1. Bərk tullantıların təsnifatı.....	7
1.1.2. Ətraf mühitin davamlığı üçün bərk tullantıların idarə edilməsi.....	9
1.1.3. Bərk tullantıların təkrar emalının ətraf mühitə təsiri .....	10
1.2. BƏRK TULLANTILARIN ƏTRAF MÜHİTƏ TƏSİRİ .....	12
1.2.1. Poliqonlar və onların ətraf mühitə təsiri.....	12
1.2.2. Havanın çirklənməsi və istixana qazı emissiyaları .....	13
1.2.3. Torpağın çirklənməsi və tükənməsi .....	14
1.2.4. Tullantılarla çirklənmənin iqlimə təsiri.....	15
1.2.5. Biomüxtəlifliyin itirilməsi və ekosistemlərə təsir .....	16
1.3. TƏKRAR EMALIN EKOLOJİ FAYDALARI .....	16
1.3.1. Enerjiyə qənaət və istixana qazlarının emissiyalarının azaldılması.....	16
1.3.2. Təbii ehtiyatların qorunması .....	17
1.3.3. Poliqon və yandırma zavodlarında tullantıların və ətraf mühitə təsirlərin azaldılması .....	18
1.4. BƏRK TULLANTILAR VƏ TƏKRAR EMALI İLƏ BAĞLI PROBLEMLƏR VƏ HƏLLƏR. 19	
1.4.1. Bərk məişət tullantılarının idarə edilməsi və təkrar emalı proqramlarının həyata keçirilməsində qarşıya çıxan problemlər.....	19
1.4.2. Yanlış utilizasiya və müvafiq infrastruktur problemləri.....	20
1.4.3. Tullantıların azaldılması və təkrar emalı təşəbbüslərinə olan maneələr....	21
1.4.4. İctimai savadlıq və maarifləndirmə problemləri.....	22
<b>II FƏSİL: TƏMİZ EMAL VƏ BƏRPA TEXNOLOGİYALARININ ƏTRAF MÜHİTİN SAĞLAMLAŞDIRILMASINDA ROLU.....</b>	<b>24</b>
2.1. TƏMİZ EMAL VƏ BƏRPA TEXNOLOGİYALARININ İCMALI.....	24

2.1.1.	Ətraf mühitin sağlamlığının əhəmiyyəti .....	24
2.1.2.	Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının ətraf mühitin və əhalinin sağlamlığının qorunmasında əhəmiyyəti .....	25
2.1.3.	Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının nümunələri (təkrar emal, kompostlama, təmiz enerji).....	26
2.2.	TƏMİZ EMAL VƏ BƏRPA TEXNOLOGİYALARININ XALQ TƏSƏRRÜFATINA, ƏTRAF MÜHİTƏ TƏSİRLƏRİ .....	27
2.2.1.	Ətraf mühitin çirklənməsi və təhlükəli tullantıların əmələ gəlməsinin azaldılması .....	27
2.2.2.	İqlim dəyişikliyinə yumşaldılmasında təmiz emal və bərpa texnologiyalarının rolu.....	28
2.2.3.	Təbii ehtiyatların qorunması .....	29
2.2.4.	İnsan sağlamlığının və ətraf mühitin qorunması.....	29
2.3.	TƏMİZ EMAL VƏ BƏRPA TEXNOLOGİYALARININ NÜMUNƏLƏRİ .....	30
2.3.1.	Bioremediasiya.....	30
2.3.2.	Suyun təmizlənməsi texnologiyaları .....	31
2.3.3.	“Tullantıdan enerjiyə” texnologiyaları.....	33
2.3.4.	Təkrar emal texnologiyaları .....	36
2.4.	TƏMİZ EMAL VƏ BƏRPA TEXNOLOGİYALARININ TƏTBİQİNDƏ ÇƏTİNLİKLƏR VƏ HƏLLİ YOLLARI.....	38
2.4.1.	Savadlıq və anlayışın olmaması .....	38
2.4.2.	İqtisadi və maliyyə çətinlikləri.....	39
2.4.3.	Texnoloji və infrastruktur maneələri.....	40
2.4.5.	Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının tətbiqində təhsil və ictimai məlumatlığın rolu.....	41
<b>III FƏSİL: BƏRK TULLANTILARDAN KOMPOZİT MATERİALLARIN ALINMASININ İQTİSADI VƏ EKOLOJİ SƏMƏRƏSİ.....</b>		<b>43</b>
3.1.	KOMPOZİT MATERİALLARIN XARAKTERİSTİKASI.....	43
3.1.1.	Kompozit materialların iqtisadi və ekoloji faydaları .....	46

3.1.2. Bərk tullantılardan kompozit materialların alınması səmərəli seçimdir ..	48
<b>3.2. BƏRK TULLANTILARDAN KOMPOZİT MATERIALLARIN ALINMASININ İQTİSADİ FAYDALARI.....</b>	<b>53</b>
3.2.1. Yerli iqtisadi inkişaf və iş yerlərinin yaradılması üçün potensial.....	55
3.2.2. Saxlanması bahalı ola bilən poliqon sahəsinə ehtiyacın azalması.....	56
<b>3.3. BƏRK TULLANTILARDAN KOMPOZİT MATERIALLARIN ALINMASININ EKOLOJİ FAYDALARI.....</b>	<b>58</b>
3.3.1. Saf materialların istehsalı ilə müqayisədə daha az karbon emissiyası.....	59
3.3.2. Odun və neft kimi təbii ehtiyatların qorunması .....	60
<b>3.4. BƏRK TULLANTILARDAN KOMPOZİT MATERIALLARIN ALINMASINDA PROBLEMLƏR VƏ HƏLL YOLLARI .....</b>	<b>62</b>
3.4.1. İnfrastrukturun və məlumatlılığın olmaması və həll yolu.....	63
3.4.2. Təkrar emal edilmiş materialların istifadəsinin təşviqi.....	64
3.4.3. Bərk tullantılardan alınan kompozit materialların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün innovativ texnologiyalar və proseslər .....	66
3.4.4. Bərk tullantılardan kompozit materialların alınmasının dünya təcrübəsi	68
<b>NƏTİCƏ VƏ TƏKLİFLƏR .....</b>	<b>70</b>
<b>İSTİNAD OLUNMUŞ MƏNBƏLƏR.....</b>	<b>72</b>

## GİRİŞ

**Mövzunun aktuallığı.** Qloballaşan dünyada sürətlə artan sənayeləşmə, urbanizasiya və texnoloji inkişaf təbii ehtiyatların tükənməsinə və ətraf mühitin çirklənməsi problemlərinin artmasına səbəb olmuşdur. Xüsusilə, tullantıları toplamaq üçün kifayət qədər yerə malik olmayan ölkələr üçün tullantıların təkrar istifadəsi və ya atılan tullantıların miqdarının və həcmnin azaldılması daha vacib məsələdir.

Bərk tullantılar ətraf mühitə və insan sağlamlığına mənfi təsir göstərərək qlobal problemlər yaradır. Bu təsirlərə torpağın, su ehtiyatlarının çirklənməsi və havaya zərərli qazların buraxılması daxildir.

Bərk tullantılardan istifadə etməklə kompozit materiallar istehsal etmək, tullantıların miqdarını azaltmaqla davamlı həll yolu təklif edir. Kompozit materiallar aerokosmik, tikinti, avtomobil və dənizçilik kimi müxtəlif sənaye sahələrində geniş tətbiq sahəsinə malikdir. Bərk tullantılardan kompozit materialların alınmasının əsas üstün cəhətləri istehsalda ənənəvi materiallarla müqayisədə daha az enerji və resurs tələb edilməsidir. Bərk tullantılardan kompozit materialların əldə edilməsinin əhəmiyyəti, davamlı istehsal prosesinə töhfə verərək bərk tullantıların idarə olunması ilə bağlı mühüm məsələləri həll etmək potensialına malik olması ilə yanaşı müəssisə və qurumları tullantıların davamlı idarə olunması həllərinin inkişafına təşviq etməkdir. Bu, sağlam mühitin qorunması üçün vacibdir. Bərk tullantılardan kompozit materialların hazırlanması üzrə tədqiqatları genişləndirməklə tullantı materiallarının təkrar istifadəsi və tullantıların idarə olunması təcrübələrinin ətraf mühitə təsirini azaltmaq üçün yeni həll yolları təklif edilə bilər. Bu sahədə tədqiqat və innovasiyaları dəstəkləməklə tullantıları azalda və ətraf mühitin qorunmasını təmin etmək mümkündür.

Azərbaycan da bir çox digər ölkələr kimi tullantılardan kompozit materiallar almaqla fayda əldə etmək potensialına malikdir çünki, tullantılardan kompozit material almaqla baha olan və ətraf mühitə mənfi təsir göstərən xammaldan asılılıq azaldıla bilər. Tullantıların təkrar və təyinatı üzrə istifadə edilməsi dövrü iqtisadiyyata da mühim töhfə verə bilər. Azərbaycanın bu sahədə əhəmiyyətli potensialı, xüsusən də

tikinti sahəsində tullantılardan alınan kompozit materiallardan faydalana biləcək sənaye sektoruna malik olması, tullantılardan istifadə edərək kompozit materialların istehsalı və səmərəli istifadəsini daha da aktual edir. Bundan əlavə, Azərbaycan daha dayanıqlı dairəvi iqtisadiyyatın inkişafı üçün müəyyən addımlar atmağı hədəfləyir və bu məqsədlə 2020-ci ildə dairəvi iqtisadiyyat üzrə milli strategiyaya start verilib, bu strategiya ilə tullantıları azaltmaq və davamlı materialların istifadəsini təşviq etmək məqsədi daşıyır.

**Tədqiqatın predmeti:** Bərk tullantıların təkrar emalında kompozit materialların alınmasının iqtisadi, ekoloji səmərəsi, bu sahədə çətinliklər və dünya təcrübəsi tədqiqatın predmetidir.

**Tədqiqatın məqsədi.** Bərk tullantılardan kompozit materialların alınmasının iqtisadi və ekoloji səmərəsinin qiymətləndirilməsi.

**Elmi yeniliklər:** Bərk tullantılardan kompozit materialların alınması sahəsində qarşıya çıxan problemlərin həll yolları təklif edilmiş, bərk tullantılardan kompozitlərin alınmasının iqtisadi səmərəsi kompozit beton istehsalı nümunəsində hesablanmışdır.

**Praktiki əhəmiyyəti:** Sənayedə və məişətdə istifadə edilən əksər məhsulları bərk tullantılardan əldə edilən kompozitlərlə əvəz etmək mümkündür. Tullantıların düzgün təmizlənməməsi, onlardan kompozit material alınmasının faydaları ilə bağlı məlumatların yetərincə yayılmaması və kompozitlərin dairəvi iqtisadiyyata tam inteqrasiya olunmaması hazırda bərk tullantılardan kompozit materiallar alınması sahəsinin inkişafına mane olur. Bu sahədə əsas problemlər infrastruktur və məlumat çatışmazlığıdır. Dissertasiya işində bərk tullantılardan kompozit materiallar alınmasının ekoloji və iqtisadi faydaları, həmçinin bu sahədə qarşıya çıxan problemlərin həll yolları təklif edilmişdir.

**İşin strukturu və həcmi:** Dissertasiya 79 səhifə, giriş, 12 şəkil, 5 cədvəl, 3 fəsil, 1 diaqram, nəticə, 93 adda istinad edilmiş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

## **I FƏSİL: BƏRK TULLANTILAR VƏ TƏKRAR EMALIN EKOLOJİ ASPEKTLƏRİ**

Bərk tullantılar və təkrar emal fərdlərin və icmaların sağlamlığına və rifahına təsir edə biləcək əhəmiyyətli ekoloji təsirlərə malikdir. Tullantıların düzgün atılmaması torpağın, suyun və havanın çirklənməsinə səbəb ola bilər, təkrar emal isə təbii resursların qorunmasına və istixana qazı emissiyalarının azaldılmasına kömək edə bilər.

Bərk tullantılar hər il təxminən 2,12 milyard ton istehsal olunmaqla bütün dünyada artan problemdir. Tullantıların idarə olunmasında zəif təcrübələr istixana qazlarının buraxılması, zərərli kimyəvi maddələrin torpağa və suya yuyulması və nəzarətsiz tullantılar vasitəsilə xəstəliklərin yayılması da daxil olmaqla əhəmiyyətli ekoloji təsirlərlə nəticələnə bilər.

Bərk tullantıların və təkrar emalın hərtərəfli və davamlı tullantıların idarə edilməsi strategiyalarını tələb edən əhəmiyyətli ekoloji təsirlər var. Təkrar emal bir çox faydalar təqdim etsə də, təkrar emal prosesinin özünün ətraf mühitə təsirlərini nəzərə almaq və mümkün olduqda tullantıların azaldılması və təkrar istifadəyə üstünlük vermək vacibdir (77).

### **1.1. Bərk tullantılar və onların idarə olunması**

#### **1.1.1. Bərk tullantıların təsnifatı.**

Bərk tullantıların təsnifatı tullantıların idarə olunması baxımından mühüm məsələdir. Tullantıların dəqiq təsnifatı təkrar emal, bərpa, bioloji təmizləmə və ya utilizasiya kimi tullantıların idarə olunması variantları üçün vacibdir.

Bərk tullantıların təsnifatı ümumiyyətlə beş kateqoriyaya bölünə bilər:

- a) Təkrar emal olunanlar,
- b) Üzvi tullantılar,
- c) Təhlükəli tullantılar,
- d) Tikinti tullantıları və s.

Bu təsnifat üsulu müxtəlif ölkələrdə fərqli olub, ümumi olaraq tullantıların bu təsnifata uyğun idarə edilməsi tövsiyə olunur.

Təkrar emal edilə bilən tullantılar təkrar emal oluna və təkrar istifadə edilə bilən materiallardır. Buna; kağız, şüşə, metal və plastik tullantılar, təkrar istifadə edilə bilən tullantılar aid edilə bilər.

Üzvi tullantılar bitki və heyvan mənşəli tullantılardır. Misal üçün; qida tullantıları, bağ tullantıları və heyvan tullantıları üzvi tullantılar sırasındadır. Bu tullantıların düzgün ayrılması və emalı onların bioloji parçalanmasını və gübrə kimi istifadə edilməsini təmin edir.

Təhlükəli tullantılar insan sağlamlığına və ya ətraf mühitə zərər verə bilən tibbi, kimyəvi, bioloji və ya digər tullantılardır. Misal üçün; Batareyalar, dərmanlar, tibb ləvazimatları, boyalar, turşular və qələvilər təhlükəli tullantılar sırasındadır. Təhlükəli tullantılar xüsusi olaraq yığılmalı, qablaşdırılmalı, daşınmalı və utilizasiya edilməlidir.

Tikinti tullantıları tikililərin sökülməsi və ya təmiri zamanı əmələ gələn tullantılardır. Misal üçün; beton, kərpic, şüşə, dəmir və taxta tikinti tullantıları sırasındadır. Tikinti tullantılarının təkrar emalı və ya təkrar istifadəsi resurslara qənaət etmək üçün vacibdir (8).

Təkrar emal edilə bilməyən və ya digər kateqoriyalara aid olmayan tullantılar; təkərlər, tekstil sənayesi tullantıları, kağız dəsmallar və salfetlər və s. kimi tullantılardır ki, bu tullantıların kompozit materialların emalında istifadəsi mümkündür.

Bərk tullantıların düzgün təsnifatı tullantıların idarə olunması prosesində mühüm addımdır. Düzgün təsnifatla təkrar emal edilə bilən materialları bərpa etmək, üzvi tullantıları biotəmizləmək və digər tullantıları lazımi qaydada utilizasiya etmək olar. Beləliklə, tullantıların idarə olunması prosesi daha səmərəli olur və ətraf mühitə dəyən mənfi təsir azalır (6).

Bərk məişət tullantılarının toplanması sahələri tullantıların idarə olunması prosesinin ən mühüm mərhələlərindən biridir. Bu mərhələ tullantıların mənbəyində toplanması və daşınmasını əhatə edir. Bu proseslər tullantıların miqdarına, sıxlığına və xüsusiyyətlərinə uyğun olaraq planlaşdırılmalıdır.

Tullantıların yığılması ümumiyyətlə yerli hakimiyyət orqanları tərəfindən həyata keçirilir. Tullantılar qapalı yük maşını və ya konteynerlər kimi uyğun nəqliyyat vasitələri ilə yığılıb və daşınmalıdır. Tullantıların yığılması zamanı ətraf mühitin



çirklənməsinin qarşısını almaq üçün müvafiq tədbirlər görülməlidir.

Tullantıların toplanması təkrar emal və tullantıların azaldılması strategiyaları üçün də vacibdir. Tullantıların mənbədən ayrı toplanması təkrar emal proseslərinin daha səmərəli həyata keçirilməsini təmin edir. Bundan əlavə, tullantıların azaldılması strategiyaları tullantıların mənbəyində toplanması ilə başlayır.

Tullantıların yığılma sahələri tullantıların miqdarından və sıxlığından asılı olaraq dəyişə bilər. Kiçik yaşayış məntəqələrində tullantıları qapalı yük maşınında toplamaq olar, böyük şəhərlərdə isə toplama prosesi daha mürəkkəb ola bilər. Tullantıların toplanması sahələri çox vaxt ekoloji cəhətdən təmiz materiallardan hazırlanmış və asan təmizlənən qapalı qablardan ibarətdir (41).

### **1.1.2. Ətraf mühitin davamlığı üçün bərk tullantıların idarə edilməsi**

Təkrar istifadə edilə bilən tullantıların düzgün toplanması və təkrar emal müəssisələrinə yönləndirilməsi tullantıların idarə olunması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Ətraf mühitin davamlılığı gələcək nəsillər üçün təbii ehtiyatların qorunması, tullantıların azaldılması və idarə edilməsi, enerji səmərəliliyi, ətraf mühitin çirklənməsinin və iqlim dəyişikliyinə qarşısının alınması kimi mövzuları əhatə edir. Bu kontekstdə bərk məişət tullantılarının idarə olunması da ekoloji davamlılıq üçün mühüm məsələdir.

Bərk tullantıların idarə edilməsi tullantıların düzgün şəkildə toplanması, daşınması, saxlanması, emalı və utilizasiyası prosesidir. Bu proseslərin düzgün həyata keçirilməsi ekoloji davamlılıq üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Çünki tullantıların yanlış idarə olunması ətraf mühitə zərər verən qazların, mayələrin və bərk maddələrin buraxılmasına səbəb ola bilər.

Tullantıların mənbəyində ayrılması təkrar emal və təkrar istifadə kimi tullantıların idarə edilməsi variantlarının həyata keçirilməsini asanlaşdırır. Tullantıların azaldılması və mənbəyində ayrılması ilə yanaşı, tullantıların toplanması, daşınması və saxlanması da vacibdir. Tullantıların yığılması və daşınması zamanı təbiətə dəyən zərəri minimuma endirmək, tullantıların saxlanması zamanı ətraf mühitin

çirklənməsinin qarşısını almaq lazımdır. Bu səbəbdən tullantıların toplanması, daşınması və saxlanması prosesləri ekoloji cəhətdən təmiz və davamlı üsullarla həyata keçirilməlidir (69).

Bərk məişət tullantılarının idarə edilməsi sıfır tullantı məqsədinə nail olmaq üçün bir çox müxtəlif üsullardan istifadə edir. Bu üsullara təkrar emal, kompostlama, enerjinin bərpası və zibilliyə atma daxildir.

Təkrar emal tullantıların təkrar istifadə üçün ayrılması və emalı prosesidir. Bu yolla yeni materialların istehsalı üçün tələb olunan təbii ehtiyatların istehlakı azaldıla bilər.

Kompostlaşma isə üzvi tullantıların təbii parçalanması və ondan torpağın münbitliyini artırmaq (gübrələmə) üçün istifadə edilməsidir.

Enerji bərpası tullantıların yandırma yolu ilə enerji istehsalı üçün istifadə edilməsidir.

Poliqon tullantıları nəzarət altında saxlamaq və ətraf mühitə zərər verməsinin qarşısını almaq üçün istifadə edilən üsuldur.

Bərk məişət tullantılarının idarə edilməsi təkcə ekoloji davamlılıq baxımından deyil, həm də iqtisadi və sosial aspektlər baxımından vacibdir. Təkrar emal yeni iş yerləri yarada və təbii ehtiyatların istehlakını azalda bilər, resurslardan daha səmərəli istifadə etməyə imkan verir. Bundan əlavə, tullantıların düzgün idarə edilməsi də əhəlinin sağlamlığı və həyat keyfiyyəti üçün vacibdir (8).

### **1.1.3. Bərk tullantıların təkrar emalının ətraf mühitə təsiri**

Bərk tullantılarının təkrar emalı bütün dünyada ətraf mühitin çirklənməsi problemlərinə qarşı mübarizədə mühüm rol oynayır. Bərk tullantıların təkrar emalı təbii ehtiyatların istehlakına qənaət etməklə bərabər ekoloji cəhətdən zərərli tullantıların miqdarının azalması ilə nəticələnir. Buna görə tullantıların təkrar emalı ətraf mühitin qorunmasında mühüm amildir.

Təkrar emalın ətraf mühitə təsiri bir çox müxtəlif amillərdən asılıdır. Bunlara təkrar emal edilmiş materialların növü, təkrar emal prosesinin növü, toplanan tullantıların miqdarı və təkrar emal edilmiş materialların istifadə imkanları daxildir.

Məsələn, təkrar emal edilmiş şüşə, plastik və metal materiallar təbii ehtiyatların istehlakını azaltmaqla ətraf mühitin qorunmasına kömək edir.

Şüşənin təkrar emalı xüsusilə ekoloji cəhətdən təmizdir, çünki şüşə təkrar emal edildikdə öz keyfiyyətini saxlayır və dəfələrlə təkrar emal edilə bilər.

Plastikin təkrar emalı ətraf mühitin çirklənməsi problemini azaltmağa kömək etsə də, plastik materialların məhdud təkrar istifadəsi səbəbindən daha az effektivdir (3).

Təkrar emal prosesinin özü də bir istehsal prosesi olduğu üçün ətraf mühitə təsir göstərir. Məsələn, təkrar emal zavodlarının istismarı üçün enerji tələb olunur ki, bu da istixana qazı emissiyalarını artırır. Bununla belə, təkrar emal zavodlarında istehsal olunan enerjinin bir hissəsi təkrar emal prosesinin özü üçün istifadə edilə bilər. Bundan əlavə, təkrar emal müəssisələrində təhlükəli tullantılar ola biləcəyi üçün işçilərin əməyinin təhlükəsizliyini təmin etmədikdə orada işləyən və ətrafda yaşayan insanların sağlamlığına mənfi təsir göstərə bilər.

Bununla belə, təkrar emal proqramlarının ətraf mühitə təsiri tamamilə müsbət deyil. Bəzi hallarda təkrar emal prosesi materialların daşınması və emalı üçün enerji istehlakını artırır. Bundan əlavə, təkrar emal prosesində istifadə olunan kimyəvi maddələr də ətraf mühitə mənfi təsir göstərə bilər (10).

Buna görə də təkrar emalın ətraf mühitə təsirlərini minimuma endirmək üçün təkrar emal prosesini planlaşdırmaq və effektiv şəkildə idarə etmək lazımdır. Təkrar emal edilə bilən materialları toplamaq və təsnif etmək, onları düzgün təkrar emal müəssisələrinə yönəltmək və təkrar emal prosesinin enerji səmərəliliyini artırmaq vacibdir.

Nəticədə təkrar emal ətraf mühitə təsirləri azaltmağa kömək edən mühüm üsuldur. Təkrar emal proqramlarının ətraf mühitə təsirini minimuma endirmək üçün onları effektiv şəkildə idarə etmək və düzgün planlaşdırmaq lazımdır.

## **1.2. Bərk tullantıların ətraf mühitə təsiri**

### **1.2.1. Poliqonlar və onların ətraf mühitə təsiri**

Poliqonlar tullantıların idarə olunan qaydada toplandığı və saxlandığı xüsusi sahələrdir. Bu sahələr tullantıların ətraf mühitə zərər verməsinin qarşısını almaq və insan sağlamlığını qorumaq üçün nəzərdə tutulub. Poliqonlar elə qurulmuşdur ki, müxtəlif növ tullantılar saxlanıla və tullantıların fiziki, kimyəvi və bioloji xüsusiyyətlərinə görə təsnif edilsin.

Poliqonlar adətən qapalı ərazilərdə yerləşdirilir və tullantıların saxlanması üçün xüsusi hazırlanmış çənlər, konteynerlər və digər avadanlıqlardan istifadə olunur. Bu sahələr həmçinin ətraf mühitə yayılma riskini azaltmaq və sızma suyunu nəzarət altında saxlamaq üçün sistemlərlə təchiz edilmişdir (11).

Müxtəlif ölkələrdə tullantıların saxlanması ilə bağlı hüquqi tənzimləmələr fərqlidir. Bəzi ölkələrdə zibilxanalar ciddi şəkildə tənzimlənilir, digər ölkələrdə isə daha az ciddi şəkildə tənzimlənilir. Lakin bütün ölkələrdə ətraf mühitə zərər verməmək və insan sağlamlığını qorumaq üçün zibilxanaların müəyyən standartlara uyğun olması tələb olunur (28).

Bir çox ölkələr zibilxanalar üçün müəyyən məhdudiyyətlər və qaydalar qoyublar. Məsələn, Avropa İttifaqı poliqonlar üçün ətraf mühitin mühafizəsi standartlarını müəyyən etmişdir. Bu standartlar zibilxanaların ətraf mühitə zərər vermədən və insan sağlamlığına məhdudiyyət qoymadan idarə olunmasını təmin edir. Bundan əlavə, ABŞ federal qanunla poliqonların yoxlanılmasını və idarə olunmasını təmin edir (85).

Poliqonlar ərazinin seçilməsi və ərazinin dizaynı, tullantıların qəbulu və təmizlənməsi, ətraf mühitin monitorinqi, süzülmə sularının idarə edilməsi, qazın idarə edilməsi və bağlanmasıdan tutmuş bir çox mərhələləri əhatə edən mürəkkəb prosesdir.

Bu problemlərin həlli üzrə beynəlxalq təcrübəni araşdırarkən inkişaf etmiş ölkələrdə tullantıların bərtəraf edilməsi və ətraf mühitin mühafizəsi məsələlərinə ciddi diqqət ayrıldığı müşahidə edilir. Məsələn, ABŞ Ətraf Mühitin Mühafizəsi Agentliyi

(EPA) tərəfindən müəyyən edilmiş qaydalar bərk məişət tullantıları poliqonlarının ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısını almaq üçün xüsusi dizayn edilməsini tələb edir. Bu qaydalara sızma suyu, qaz və toz nəzarəti daxildir (4). Kanadanın Ətraf Mühit Nazirliyi tərəfindən nəşr olunan bələdçidə tullantıları torpağın altına basdırmaq və torpağın üstündə bir örtük materialı ilə örtmək tövsiyə olunur (27).

Avropa İttifaqında bərk məişət tullantılarının poliqonlarına dair tələblər Avropa Parlamenti və Şura tərəfindən qəbul edilmiş 1999/31/EC sayılı Bərk Məişət Tullantıları Poliqonu Direktivi ilə müəyyən edilir. Bu direktiv üzv dövlətlərə zibilxanaların ətraf mühitə təsirini azaltmağa və gələcəkdə daha davamlı tullantıların idarə edilməsi üsullarını inkişaf etdirməyə imkan vermək məqsədi daşıyır (5).

Bir çox tədqiqatçılar zibilxanaların enerji istehlakına və istixana qazı emissiyalarına səbəb olduğunu bildirirlər. Məsələn, Gartner-ə görə, məlumat mərkəzləri və saxlama sistemləri qlobal istixana qazı emissiyalarının 2%-ni təşkil edir. Buna görə də, zibilxanaların ətraf mühitə təsiri o deməkdir ki, bu ərazilərə davamlılıq baxımından diqqət yetirilməlidir (38).

### **1.2.2. Havanın çirklənməsi və istixana qazı emissiyaları**

Tullantılar bütün dünyada ciddi ekoloji problemdir. Havanın çirklənməsi əsasən tullantıların yandırılması, poliqonların nəzarətsiz istifadəsi, sənaye fəaliyyəti və nəqliyyat vasitələrinin tullantıları kimi səbəblərdən baş verir. Havanın çirklənməsi insan sağlamlığına ciddi ziyan vurur və ətraf mühitə mənfi təsir göstərir.

Tullantıların yandırılması atmosfərə müxtəlif çirkləndiricilər buraxır. Xüsusilə üzvi tullantıların yanması nəticəsində ortaya çıxan qazların tərkibində çoxlu zərərli komponentlər var. Bunlara karbonmonoksit, metan və azot oksidləri və s. daxildir. Bu qazların atmosfərə buraxılması havanın keyfiyyətinə ciddi təsir göstərir (9).

Bəzən poliqonlar da havanın çirklənməsinə səbəb ola bilər. Müəyyən ərazidə zibillərin yığılması nəticəsində çürümə və parçalanma prosesləri başlayır. Bu proseslərdə əmələ gələn metan və karbon qazı atmosfərə atılır və havanın çirklənməsinə səbəb olur. Bundan əlavə, zibillərin düzgün ayrılmaması nəticəsində ətraf mühitə zərərli kimyəvi maddələr buraxıla bilər (7).

Sənaye fəaliyyəti da havanın çirklənməsinə səbəb olan mühüm amillərdəndir. Sənaye obyektlərindən atmosferə atılan qazların tərkibində bir çox çirkləndiricilər var. Xüsusilə kimya istehsalı, neft-kimya, sement, kağız və sellüloza kimi sektorlarda atmosferə atılan çirkləndiricilər insan sağlamlığına və ətraf mühitə ciddi ziyan vurur (Şəkil 1.1) (1).

Avtomobil emissiyaları da havanın çirklənməsi problemini artıran amildir. Xüsusilə böyük şəhərlərdə nəqliyyatın sıxlığı və nəqliyyat vasitələrinin sayı artdıqca atmosferə atılan zərərli qazların miqdarı da artır. Avtomobillərin işlənmiş qazlarından çıxan karbonmonoksit, azot oksidləri və kükürd dioksid kimi qazlar havanın çirklənməsinə səbəb olan mühüm çirkləndiricilərdir (2).



Şəkil 1.1 Sənayenin ətraf mühitə təsiri

Tullantıların idarə edilməsi çirkab su təmizləyici qurğular və heyvan tullantılarının utilizasiyası kimi digər sektorlarda da vacibdir. Bəzi tədqiqatlar çirkab su təmizləyici qurğulardan istixana qazı emissiyalarını azaltmaq üçün alternativ texnologiyalardan istifadə etməyi təklif edir (24).

### 1.2.3. Torpağın çirklənməsi və tükənməsi

Tullantılar torpağı birbaşa və ya dolayı yolla çirkləndirə bilər. Zibilxanalar, sənaye obyektləri və mədənlər kimi tullantılar yaradan yerlər torpağın mühüm

çirkləndirici mənbələridir. Bu tullantılar torpağı və yeraltı su ehtiyatlarını çirkləndirə, biomüxtəlifliyə və insan sağlamlığına mənfi təsir göstərə bilər.

Tullantıların idarə edilməsi torpağın çirklənməsinin qarşısının alınması və azaldılması üçün vacibdir. Təkrar emal, tullantıların azaldılması və enerji istehsalı üçün tullantıların istifadəsi kimi təcrübələr torpağın çirklənməsinin qarşısını ala bilər. Bundan əlavə, tullantıların düzgün saxlanması və utilizasiyası torpağın çirklənməsinin azaldılmasında mühüm rol oynayır.

Tullantıların torpağın çirklənməsinə təsiri ilə bağlı araşdırmalarla yanaşı, beynəlxalq təşkilatlar və hökumətlər də mövzu ilə bağlı araşdırmalar aparır. Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Ətraf Mühit Proqramı tullantıların idarə edilməsi haqqında məlumatlılığın artırılması və torpağın çirklənməsi ilə mübarizə üçün müxtəlif layihələr həyata keçirir (78).

#### **1.2.4. Tullantılarla çirklənmənin iqlimə təsiri**

İqlim dəyişikliyi tullantıların təbiətə vurduğu zərərlərdən biridir. İnsan fəaliyyəti nəticəsində buraxılan istixana qazları atmosferdə toplanır, planetimizi getdikcə daha çox isindirir və iqlim dəyişikliyinə səbəb olur. Tullantıların yandırılması, enerji istehsalı və sənaye fəaliyyətləri kimi insan fəaliyyətləri karbon qazı, metan və azot oksidi kimi istixana qazlarının atmosferə buraxılmasına səbəb olur. Bu istixana qazları atmosferdəki ozon təbəqəsinə mənfi təsir göstərir və Yer səthinin temperaturunu artırır.

Xüsusilə son illərdə global istiləşmə və iqlim dəyişikliyi ilə mübarizə ilə bağlı çoxlu beynəlxalq görüşlər və razılaşmalar qəbul edilmişdir. Paris İqlim Sazişi kimi beynəlxalq müqavilələrlə istixana qazlarının emissiyalarının azaldılması hədəflənir. Bununla belə, bu məqsədlərə nail olmaq üçün tullantıların azaldılması və təkrar emalın artırılması kimi addımlar fərdi qaydada həyata keçirilməlidir (80).

Tullantıların azaldılması, təkrar emalın artırılması və bərpa olunan enerji mənbələrinin istifadəsinin genişləndirilməsi ilə istixana qazı emissiyalarının azalda biləcəyi görülür. Bu məqsədlə ölkələrin ekoloji siyasətləri bu istiqamətdə formalaşır. Məsələn, Avropa Birliyi ölkələri tullantıların idarə edilməsi və təkrar emalı ilə bağlı ciddi siyasət həyata keçirir (34).

Tullantıların təbiətə vurduğu zərərlər arasında yer alan iqlim dəyişikliyi, ekoloji şüurla hərəkət edərək, tullantıların istehsalını azaltmaqla qarşısı alına bilən bir problemdir. Bu məqsədlə ölkələrin tullantıların idarə edilməsi siyasətləri və fərdləri tullantıların azaldılması və təkrar emalı kimi məsələlərə də əhəmiyyət verməlidir (73).

### **1.2.5. Biomüxtəlifliyin itirilməsi və ekosistemlərə təsir**

Tullantıların təbiətə vurduğu ziyan təkcə ekoloji və iqlim təsirləri ilə məhdudlaşmır. Tullantıların ətraf mühitə yayılması və poliqonların yaradılması da biomüxtəlifliyə ciddi təsir göstərir. Bu təsirlər bitki örtüyünə, su ehtiyatlarına və heyvan populyasiyalarına birbaşa ziyan vuran tullantılarla başlayır. Tullantıların tərkibindəki zərərli maddələr torpağı çirkləndirir, kənd təsərrüfatı məhsullarının məhsuldarlığını aşağı salır, su ehtiyatlarına ziyan vurur. Bundan əlavə, poliqonlar yaşayış mühitinin məhvinə səbəb olur, yerli ekosistemlərin sabitliyini pozur və vəhşi təbiətə təhlükə yaradır (51).

Tullantıların biomüxtəlifliyə təsiri ilə bağlı aparılan araşdırmada poliqonların yaxınlığında yaşayan növlərin populyasiyasının və növ müxtəlifliyinin azaldığı müşahidə edilmişdir. Tullantıların ətraf mühitə atılması, xüsusilə də tullantıların dənizlər və okeanlar kimi su mənbələrinə axıtılması su canlılarına ciddi təsir göstərir. Bunun nəticəsi kimi dəniz canlılarının qida zəncirindəki yerlərini dəyişə və hətta növlərin yox olmasına səbəb ola bilər (72).

Bioloji müxtəlifliyə təsirləri ilə yanaşı, tullantıların təbiətə vurduğu digər zərərlər də çoxdur. Tullantıların təsirlərini azaltmaq üçün milli və beynəlxalq səviyyədə ekoloji siyasət, eləcə də tullantıların azaldılması və təkrar emalı kimi fərdi addımlar müəyyən edilməlidir (71).

## **1.3. Təkrar emalın ekoloji faydaları**

### **1.3.1. Enerjiyə qənaət və istixana qazlarının emissiyalarının azaldılması**

Təkrar emal tullantıların azaldılması və ətraf mühitin qorunmasında mühüm addımdır. Təkrar emal zamanı enerjiyə qənaət etməyin bir neçə yolu var ki, bu da prosesin ümumi ətraf mühitə təsirini azaltmağa kömək edir.



Təkrar emal prosesində enerjiyə qənaət etməyin yollarından biri ilk növbədə istehsal olunan tullantıların miqdarının azaldılmasıdır. Daha az istehlak etməklə və daha az qablaşdırmalı məhsullar seçməklə, enerji və resurslara qənaət edərək, təkrar emala ehtiyacı tamamilə azalda bilərik.

Təkrar emal xammalın çıxarılması ehtiyacını və yeni materiallardan məhsulların istehsalı üçün tələb olunan enerjini azaldır. Məsələn, təkrar emal edilmiş materiallardan alüminium istehsalı xammaldan alüminium istehsalı ilə müqayisədə 95% az enerji tələb edir (32). Eynilə, kağız və kartonun təkrar emal edilməsi təmiz materiallardan kağız istehsalı ilə müqayisədə istixana qazı emissiyalarını təxminən 50% azaldır (29).

Tullantı materiallarının təkrar emal müəssisələrinə daşınması da istixana qazı emissiyalarına təsir edir. Bu təsir nəqliyyat marşrutlarının optimallaşdırılması və enerjiyə qənaət edən nəqliyyat vasitələrinin istifadəsi ilə minimuma endirilə və Bundan əlavə, təkrar emal prosesində bərpa olunan enerjiden istifadə istixana qazı emissiyalarını əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər (70). Təkrar emal müəssisələri günəş və külək enerjisi kimi bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə edərək onların qalıq yanacaqlardan asılılığını azalda bilər (74).

Təkrar emal prosesində ilk növbədə tullantıların azaldılmasından tutmuş daha səmərəli texnologiyaların tətbiqinə, prosesin optimallaşdırılmasına və dövrənin bağlanmasına qədər enerjiyə qənaət etməyin bir neçə yolu var. Bu enerjiyə qənaət strategiyalarını həyata keçirməklə biz təkrar emalın ətraf mühitə təsirini azalda və daha davamlı gələcəyə yaxınlaşa bilərik.

### **1.3.2. Təbii ehtiyatların qorunması**

Təkrar emal, təbii sərvətlərin qorunmasının təsirli üsuludur, təbii materiallara ehtiyacı azaltmaq və tullantıların ətraf mühitə təsirini minimuma endirməkdir. Təkrar emal prosesi su, enerji və xammal kimi təbii ehtiyatlara qənaət edir və zibilxanalarda başa çatan tullantıların miqdarını və hasil edilməli olan yeni resursların miqdarını azaltmaqla yerin ekosistemlərini qorumağa kömək edir.

Təkrar emal həm də təbii yaşayış yerlərinin və biomüxtəlifliyin qorunmasına kömək edir. Məsələn, yeni materialların çıxarılması yaşayış mühitinin məhvinə və

biomüxtəlifliyin itirilməsinə səbəb ola bilər, halbuki təkrar emal edilmiş materialların istifadəsi belə hasilata ehtiyacı azaldır. Bundan əlavə, təkrar emal zibilxanalara düşən tullantıların miqdarını azaldır ki, bu da torpağın və suyun çirklənməsi riskini azalda və təbii ekosistemlərin qorunmasına kömək edə bilər (35).

Təkrar emal prosesində təbii sərvətlərin qorunması təbii ehtiyatların davamlı istifadəsi üçün vacibdir. Təkrar emal həm də tullantıların təkrar istifadə oluna və təkrar emal oluna bilən resurs kimi göründüyü dairəvi iqtisadiyyatın inkişafına kömək edir. Bu, təbii sərvətlər üzərində təzyiqli azaltmağa və iş yerlərinin və yeni biznes imkanlarının yaradılması vasitəsilə iqtisadi faydaya kömək edə bilər (33).

Təkrar emal vasitəsilə təbii ehtiyatları qorumaq üçün təkrar emal dərəcələrini artırmaq, təkrar emal olunmuş materialların istifadəsini təşviq etmək və yeni təkrar emal texnologiyalarına investisiya qoymaq vacibdir. Qabaqcıl təkrar emal və kimyəvi təkrar emal kimi yeni texnologiyaların inkişafı təkrar emal prosesinin səmərəliliyini və keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa kömək edə bilər və təbii ehtiyatlardan istifadənin daha da azalmasına səbəb ola bilər (63).

### **1.3.3. Poliqon və yandırma zavodlarında tullantıların və ətraf mühitə təsirlərin azaldılması**

Poliqonlar və yandırma qurğuları tullantıların idarə olunması üçün ən çox yayılmış üsullardan ikisidir. Bununla belə, onların ətraf mühitə və insan sağlamlığına ciddi mənfi təsirləri var. Poliqonlar havanı, torpağı və suyu zəhərli maddələrlə çirkləndirə bilər, yandırma zavodları isə istixana qazları və digər zərərli çirkləndiricilər buraxır. Buna görə də, tullantıları azaltmaq və bu utilizasiya üsullarının ətraf mühitə təsirlərini azaltmaq vacibdir.

Tullantıları azaltmağın bir yolu, tullantıların azaldılması və təkrar emalın utilizasiyadan daha çox üstünlük təşkil etdiyi tullantı iyerarxiyasının tətbiqidir. Bu yanaşma əmələ gələn tullantıların miqdarının azaldılmasına, ardınca materialların təkrar istifadəsi və təkrar emalına və yalnız son çarə kimi tullantıların utilizasiyasına yönəlib. Tullantıların iyerarxiyasına riayət etməklə, poliqonlara və yandırma zavodlarına göndərilən tullantıların miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə azaldıla bilər ki, bu

da öz növbəsində bu utilizasiya üsullarının ətraf mühitə təsirini azaldır (30).

Kompostlama və anaerob mühit kimi alternativ tullantıların idarə edilməsi üsullarına keçid həm də tullantıların azaldılmasına və poliqonların və yandırma zavodlarının ətraf mühitə təsirlərinin azaldılmasına kömək edə bilər. Bu üsullar üzvi tullantıların poliqonlardan çıxarılmasına və onlardan kompost və bərpa olunan enerji istehsalı üçün istifadə edilməsinə diqqət yetirir. Kompostlama və anaerob çürütmə istixana qazları emissiyalarını və poliqonlar və yandırma zavodları ilə bağlı ətraf mühitə digər təsirləri əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər (93).

Tullantıların azaldılması və poliqonların və yandırma zavodlarının mənfi təsirlərinin azaldılması ətraf mühitin və insan sağlamlığının qorunması üçün çox vacibdir. Tullantıların iyerarxiyasının həyata keçirilməsi, çirklənmənin qarşısının alınması tədbirləri və alternativ tullantıların idarə olunması metodlarına keçid poliqonlara və yandırma zavodlarına göndərilən tullantıların miqdarını əhəmiyyətli dərəcədə azalda, eləcə də onların ətraf mühitə təsirlərini minimuma endirə bilər.

#### **1.4. Bərk tullantılar və təkrar emalı ilə bağlı problemlər və həllər**

##### **1.4.1. Bərk məişət tullantılarının idarə edilməsi və təkrar emalı proqramlarının həyata keçirilməsində qarşıya çıxan problemlər**

Bərk tullantıların idarə edilməsi və təkrar emalı proqramları insan fəaliyyətinin ətraf mühitə təsirini minimuma endirmək üçün çox vacibdir. Bununla belə, bu proqramların həyata keçirilməsi müxtəlif amillərə görə çətin ola bilər.

Bərk tullantıların idarə edilməsi və təkrar emalı proqramlarının həyata keçirilməsində ən böyük problemlərdən biri maliyyə və resursların olmamasıdır. Bir çox yerli hökumətlər və bələdiyyələr bu cür proqramların yaradılması və davam etdirilməsi üçün lazımı vəsaiti təmin etmək üçün mübarizə aparırlar. Bu, qeyri-adekvat infrastruktur, qeyri-kafi kadr təminatı və məhdud ictimai maarifləndirmə və təbliğat söyləri ilə nəticələnə bilər (74).

Digər bir problem isə ictimai savadlılığın və məlumatlılığın olmamasıdır. Effektiv tullantıların idarə edilməsi və təkrar emalı proqramları ictimaiyyətin fəal iştirakını tələb edir, lakin bir çox insanlar bu proqramların əhəmiyyətindən

xəbərsizdirlər və ya tullantılarını düzgün şəkildə utilizasiya etməyi başa düşmürlər. Bu, təkrar emal edilə bilən materialların çirklənməsinə və tullantıların əmələ gəlməsinin artmasına səbəb ola bilər (44).

Əlavə olaraq, siyasi və sosial amillər bərk tullantılarının idarə edilməsi və təkrar emalı proqramlarının həyata keçirilməsində çətinliklər yarada bilər. Bəzi icmalar əmlak dəyərləri, estetik təsirlər və ya yerli bizneslərə mənfi təsirlər barədə narahatlıqlar səbəbindən bu cür proqrama müqavimət göstərə bilər. Yerli siyasətçilər həmçinin xüsusi maraq qrupları və ya ziddiyyətli prioritetləri olan maraqlı tərəflərin müqaviməti ilə üzləşə bilərlər (68).

Bu çətinliklərə baxmayaraq, bərk məişət tullantılarının idarə edilməsi və təkrar emalı proqramlarının təşviqi və həyata keçirilməsinə davam etmək vacibdir. Təhsil və təbliğat səyləri, artan maliyyə və resurslar və ictimaiyyətin iştirakı ilə bu proqramlar insan fəaliyyətinin ətraf mühitə təsirini azaldaraq daha effektiv və davamlı ola bilər.

#### **1.4.2. Yanlış utilizasiya və müvafiq infrastruktur problemləri**

Bərk tullantılarının qeyri-düzgün utilizasiyası dünyanın bir çox yerlərində mühüm problemdir. Bərk tullantıları şəhər yerlərində ev təsərrüfatları, müəssisələr və müəssisələr tərəfindən yaradılan təhlükəli olmayan tullantılara aiddir. Bərk tullantıların düzgün atılmaması hava və suyun çirklənməsi, torpağın çirklənməsi və xəstəliklərin yayılması kimi çoxsaylı ətraf mühit və sağlamlıq təhlükələrinə səbəb ola bilər. Tullantıların idarə olunması infrastrukturunun çox vaxt qeyri-adekvat və ya mövcud olmadığı aşağı və orta gəlirli ölkələrdə bu məsələ xüsusilə ağırdır.

Bərk tullantılar ilə bağlı əsas infrastruktur problemi adekvat tullantıların idarə edilməsi vasitələrinin olmamasıdır. Dünyanın bir çox yerlərində tullantılar ətraf mühit və sağlamlıq üçün ciddi risklər yaradan açıq zibilliklərə atılır (90). Açıq zibilxanalar çox vaxt yaşayış məntəqələrinin yaxınlığında yerləşir və havaya və suya zərərli kimyəvi maddələr və qazlar buraxa bilər. Tullantıların saxlanması üçün nəzərdə tutulmuş poliqonlar daha yaxşı seçimdir, lakin onlar yeraltı suların çirklənməsinin və digər ekoloji problemlərin qarşısını almaq üçün astarlı sistemlər və süzülmə suyu toplama sistemləri kimi infraquruta əhəmiyyətli investisiyalar tələb edir (75).

Bu infrastruktur problemlərini həll etmək üçün hökumətlər və beynəlxalq təşkilatlar tullantıların idarə olunması infrastrukturuna və tullantıların azaldılması və təkrar emalına üstünlük verən siyasətlərə sərmayə qoymalıdırlar. Bura poliqlonlar və təkrar emal mərkəzləri kimi tullantıların idarə olunması obyektlərinin tikintisi, həmçinin toplama sistemlərinin tətbiqi və tullantıların düzgün utilizasiyası təcrübələri haqqında ictimaiyyətin maarifləndirilməsi daxildir (90). Hökumətlər həmçinin bizneslərdən tullantıları azaltmağı və təkrar emalı və digər tullantıların azaldılması təcrübələrini təşviq etməyi tələb edən qaydalar tətbiq edə bilər (75).

### **1.4.3. Tullantıların azaldılması və təkrar emalı təşəbbüslərinə olan maneələr**

Tullantıların azaldılması və təkrar emalı təşəbbüsləri bərk tullantılarının davamlı idarə olunması üçün çox vacibdir. Bununla belə, dünyanın bir çox yerlərində bu təşəbbüslərin uğurla həyata keçirilməsinə mane olan bir sıra maneələr mövcuddur. Tullantıların azaldılması və təkrar emalı təşəbbüslərinin qarşısında duran əsas maneələrdən bəziləri infrastrukturun olmaması, kifayət qədər maliyyələşdirmə, aşağı ictimai məlumatlılıq və iştirakdır.

İnfrastrukturun olmaması tullantıların azaldılması və təkrar emalı təşəbbüslərinin qarşısında duran əsas maneələrdən biridir. Bir çox aşağı və orta gəlirli ölkələrdə tullantıların effektiv azaldılması və təkrar emalı təşəbbüslərini dəstəkləyə bilən tullantıların idarə edilməsi vasitələri və toplama sistemləri yoxdur (21). Bu qurğular və sistemlər olmadan təkrar emal proqramlarını və ya digər tullantıların azaldılması strategiyalarını həyata keçirmək çətin ola bilər.

Qeyri-kafi maliyyələşdirmə tullantıların azaldılması və təkrar emalı təşəbbüsləri qarşısında digər mühüm maneədir. Tullantıların idarə olunması infrastrukturunu və proqramlarının həyata keçirilməsi və saxlanması baha başa gələ bilər və bir çox hökumətlər və bələdiyyələr bu təşəbbüslərə investisiya qoymaq üçün lazımı maliyyəyə malik olmaya bilər (90). Nəticədə, tullantıların azaldılması və təkrar emalı təşəbbüsləri uğurlu olmaq üçün lazım olan dəstəyi almaya bilər.

Aşağı ictimai məlumatlılıq və iştirakçılıq tullantıların azaldılması və təkrar emalı təşəbbüsləri qarşısında digər mühüm maneədir. Bir çox insanlar tullantıların

azaldılması və təkrar emalının ekoloji və sosial faydalarından xəbərsizdirlər və tullantılarını ayırmağın və ya təkrar emal proqramlarında iştirak etməyin dəyərini görməyə bilirlər (75). Bu məlumatlılığın və iştirakın olmaması tullantıların azaldılması və təkrar emalı təşəbbüslərinin uğurunu sarsıda bilər.

#### **1.4.4. İctimai savadlıq və maarifləndirmə problemləri**

Bərk məişət tullantılarının davamlı idarə olunmasında ictimai savad və məlumatlılıq mühüm rol oynayır. Tullantıların ekoloji və sosial təsirləri haqqında lazımi bilik və anlayış olmadan, fərdlər tullantıların azaldılması, təkrar istifadəsi və təkrar emalı üçün lazımi addımları ata bilməzlər. Bununla belə, bərk məişət tullantıları ilə bağlı ictimai savad və məlumatlılığa mane ola biləcək bir sıra problemlər var.

Bərk məişət tullantıları ilə bağlı əhalinin savadlılığının və maarifləndirilməsinin əsas problemlərindən biri maarifləndirmə və məlumatlılıqdır. Bir çox insanların tullantıların idarə olunması təcrübələri və tullantıların ətraf mühitə təsiri haqqında etibarlı məlumat əldə etmək imkanı olmaya bilər (75). Nəticədə, onlar tullantıların azaldılması, təkrar emal edilə bilənlərin ayrılması və ya üzvi tullantıların kompostlaşdırılmasının vacibliyindən xəbərsiz ola bilərlər.

Digər problem tullantıların idarə olunması təşəbbüslərində ictimaiyyətin iştirakının olmamasıdır. Bir çox icmalarda tullantıların idarə edilməsi hökumətin və ya yerli hakimiyyət orqanlarının yeganə məsuliyyəti kimi qəbul edilir və fərdlər özləri hərəkətə keçmək səlahiyyətinə malik olmaya bilərlər (50). Bu əlaqənin olmaması tullantıların azaldılması və təkrar emalı təşəbbüslərinə dəstəyin olmaması ilə nəticələnə bilər.

Nəticədə qeyd etmək mümkündür ki, infrastrukturun və resursların olmaması da bərk məişət tullantıları ilə bağlı ictimai savad və məlumatlılığa əhəmiyyətli maneə ola bilər. Adekvat tullantıların idarə edilməsi vasitələri və xidmətləri olmadan tullantıların azaldılması və təkrar emalı proqramlarının effektiv həyata keçirilməsi çətin ola bilər (90). Bu, bu təşəbbüslərə ictimai dəstəyi zəiflədə bilər və tullantıların idarə olunması təcrübələrini təkmilləşdirmək səylərinə maneə ola bilər.

Bu problemləri həll etmək üçün bərk məişət tullantıları ilə bağlı ictimai

maarifləndirmə və məşğulluğa üstünlük vermək vacibdir. Buraya tullantıların idarə olunması təcrübələri və tullantıların ətraf mühitə təsirləri haqqında dəqiq məlumat verən maarifləndirici kampaniyaların və ictimaiyyətlə əlaqə proqramlarının hazırlanması və həyata keçirilməsi daxil ola bilər (75). Hökumətlər və yerli hakimiyyət orqanları həmçinin tullantıların azaldılması və təkrar emalı proqramlarına resurslar və dəstək verməklə tullantıların idarə olunması təşəbbüslərində ictimaiyyətin iştirakını təşviq edə bilərlər (50). Nəhayət, icmaların tullantıların effektiv idarə olunması təcrübələrini dəstəkləmək üçün lazımi obyekt və xidmətlərə çıxışının olmasını təmin etmək üçün tullantıların idarə olunması infrastrukturuna sərmayə qoymaq çox vacibdir (90).

## **II FƏSİL: TƏMİZ EMAL VƏ BƏRPA TEXNOLOGİYALARININ ƏTRAF MÜHİTİN SAĞLAMLAŞDIRILMASINDA ROLU**

Təmiz emal və bərpa texnologiyaları çirklənmənin azaldılması, təbii ehtiyatların qorunması ilə ətraf mühitin sağlamlığının qorunmasında mühüm rol oynayır. Bu texnologiyalar tullantıları minimuma endirmək, qiymətli materialları bərpa etmək və enerji istehlakını azaltmaq məqsədi daşıyan bir sıra prosesləri və texnikaları əhatə edir.

Təmiz emal və bərpa texnologiyaları resurs səmərəliliyini artırmaq və tullantıların əmələ gəlməsini azaltmaqla resursların çıxarılmasının ətraf mühitə təsirini azaltmağa kömək edə bilər. Məsələn, yerində yuyulma və yığın yuyulması kimi qabaqcıl mədən texnologiyalarının istifadəsi su sərfini əhəmiyyətli dərəcədə azalda və mədən əməliyyatlarının ətraf mühitə təsirini minimuma endirə bilər (20).

Təmiz emal və bərpa texnologiyaları ətraf mühitin sağlamlığının və davamlı inkişafın təşviqində mühüm rol oynayır. Çirklənmənin azaldılması, təbii ehtiyatların qorunması və davamlı təcrübələrin təşviq edilməsi ilə bu texnologiyalar planeti qorumağa və insanların rifahını yaxşılaşdırmağa kömək edə bilər.

### **2.1. Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının icmalı**

#### **2.1.1. Ətraf mühitin sağlamlığının əhəmiyyəti**

Ətraf mühitin sağlamlığı təmiz emalın vacib aspektidir. Təmiz emal məhsul və xidmətlərin istehsalı üçün davamlı və ekoloji cəhətdən təmiz üsul və texnologiyalardan istifadəni nəzərdə tutur. Təmiz emalın çirklənmənin azaldılması və resursların qorunması da daxil olmaqla bir sıra faydaları olsa da, bu təcrübələrin insan sağlamlığına və ətraf mühitə mənfi təsir göstərməməsini təmin etmək üçün ətraf mühitin sağlamlığına üstünlük vermək vacibdir.

Təmiz emalda ətraf mühitin sağlamlığının prioritetləşdirilməsinin əsas yollarından biri təmiz istehsal üsullarının istifadəsidir. Təmiz istehsal üsulları səmərəli istehsal proseslərindən və texnologiyalarından istifadə etməklə mənbədə tullantıların və çirklənmənin minimuma endirilməsini nəzərdə tutur. İstehsal zamanı əmələ gələn tullantıların və çirkləndiricilərin miqdarını azaltmaqla təmiz emal ətraf mühitə və sağlamlığa təsirləri minimuma endirə bilər.



Təmiz emalda ətraf mühitin sağlamlığına üstünlük vermənin başqa bir yolu ekoloji cəhətdən təmiz materiallardan istifadə etməkdir. Ekoloji cəhətdən təmiz materiallar davamlı üsullarla istehsal olunur və ətraf mühitə və insan sağlamlığına minimal mənfi təsir göstərir. Bu materiallardan istifadə etməklə təmiz emal zərərli maddələrə məruz qalma riskini azalda və ətraf mühitə çirkləndiricilərin buraxılmasını minimuma endirə bilər (89).

Təmiz emal effektiv tullantıların idarə olunması təcrübələrini tətbiq etməklə ətraf mühitin sağlamlığını prioritetləşdirə bilər. Təkrar emalı və kompostlaşdırma kimi tullantıların idarə olunması təcrübələri poliqonlara göndərilən tullantıların miqdarını minimuma endirə və ətraf mühitə zərərli çirkləndiricilərin buraxılmasını azalda bilər (44). Bu təcrübələr həmçinin uzunmüddətli ətraf mühit və sağlamlıq faydalarına töhfə verə biləcək resurslardan davamlı istifadəni təşviq edir.

### **2.1.2. Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının ətraf mühitin və əhalinin sağlamlığının qorunmasında əhəmiyyəti**

Təmiz emal və bərpa texnologiyaları sənaye proseslərinin və tullantıların utilizasiyasının mənfi təsirlərini minimuma endirməklə ətraf mühitin və əhalinin sağlamlığının qorunmasında mühüm rol oynayır. Bu texnologiyalar çirklənməni azaltmaq, resurslara qənaət etmək və davamlı istehsalı təşviq etmək üçün davamlı və ekoloji cəhətdən təmiz metodların istifadəsini nəzərdə tutur.

Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının əsas üstünlüklərindən biri onların ətraf mühitə zərərli çirkləndiricilərin buraxılmasını minimuma endirməsidir. Bu texnologiyalar sənaye proseslərindən və tullantı axınlarından çirkləndiriciləri çıxarmaq üçün filtrasiya, təmizləmə və ayırma kimi proseslərdən istifadə edir (75). Bununla onlar havaya, suya və torpağa atılan və insan sağlamlığına və ətraf mühitə zərərli təsir göstərə bilən çirkləndiricilərin miqdarını azaldırlar.

Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının digər mühüm üstünlüyü onların resurslara qənaət etdirməsidir. Bu texnologiyalar tullantı axınlarından qiymətli materialların təkrar emalı, təkrar istifadəsi və bərpası kimi proseslərdən istifadə edir (33). Bununla onlar yeni materiallara ehtiyacı azaldır və zibilxanalara göndərilən

tullantıların miqdarını minimuma endirirlər. Bu, təkcə resurslara qənaət etmir, həm də resursların çıxarılması və tullantıların utilizasiyası ilə bağlı ətraf mühitə mənfi təsirləri azaldır.

Təmiz emal və bərpa texnologiyaları həmçinin sənaye proseslərinin mənfi təsirlərini azaltmaqla davamlı istehsalı təmin edir. Məsələn, bu texnologiyalar enerji istehlakını, istixana qazı emissiyalarını və sənaye istehsalı ilə bağlı su istifadəsini azaltmağa kömək edə bilər (81). Bununla onlar iqlim dəyişikliyinə azaldılmasına, təbii ehtiyatların qorunmasına və davamlı inkişafı təmin etməyə kömək edirlər.

### **2.1.3. Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının nümunələri (təkrar emal, kompostlama, təmiz enerji)**

Təmiz emal və bərpa texnologiyaları davamlı istehsalın təşviqi və ətraf mühitin qorunması üçün vacibdir. Bu texnologiyaların bir neçə nümunəsi var, bunlara:

- a) Təkrar emal
- b) Kompostlaşdırma
- c) Təmiz enerji

Texnologiyalarını göstərmək olar. Bu nümunələrin hər biri tullantıların və çirklənmənin azaldılmasında, resursların qorunmasında və davamlı inkişafın təminində mühüm rol oynayır.

Təkrar emal təmiz emal və bərpa texnologiyasının ən məşhur nümunələrindən biridir. Təkrar emal kağız, plastik və metal kimi tullantı materiallarının toplanmasını və yeni məhsullara çevrilməsini nəzərdə tutur. Bununla, təkrar emal yeni materiallara ehtiyacı azaldır və poliqonlara göndərilən tullantıların miqdarını minimuma endirir (85). Bu, təkcə resurslara qənaət etmir, həm də resursların çıxarılması və tullantıların utilizasiyası ilə bağlı ətraf mühitə mənfi təsirləri azaldır.

Kompostlama təmiz emal və bərpa texnologiyasının başqa bir nümunəsidir. Kompostlama qida qalıqları və həyət tullantıları kimi üzvi tullantı materiallarının qida ilə zəngin torpaq düzəlişinə parçalanmasını nəzərdə tutur (83). Bu materialları kompostlaşdırmaqla, onlar istixana qazı emissiyalarına və digər ekoloji problemlərə töhfə verəcək zibilliklərdən kənarlaşdırılır. Kompostlama həm də sintetik gübrələrə

ehtiyacı azaldır, sağlam torpaq və bitki böyüməsini təmin edir.

Təmiz enerji texnologiyaları həm də təmiz emal və bərpa texnologiyasının kritik nümunələridir. Təmiz enerji texnologiyalarına günəş, külək və hidroenerji kimi bərpa olunan enerji mənbələri daxildir ki, bu da istixana qazı emissiyaları və ya digər zərərli çirkləndiricilər yaratmadan elektrik enerjisi istehsal edir (76). Təmiz enerji texnologiyalarından istifadəni təşviq etməklə biz iqlim dəyişikliyinə və digər ekoloji problemlərə səbəb olan qalıq yanacaqlardan asılılığımızı azalda bilərik.

## **2.2. Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının xalq təsərrüfatına, ətraf mühitə təsirləri**

### **2.2.1. Ətraf mühitin çirklənməsi və təhlükəli tullantıların əmələ gəlməsinin azaldılması**

Ətraf mühitin çirklənməsinin və təhlükəli tullantıların əmələ gəlməsinin azaldılması davamlı inkişafın təmini və əhalinin sağlamlığının qorunması üçün çox vacibdir. Çirklənmə və təhlükəli tullantılar hava və suyun çirklənməsi, torpağın və qida mənbələrinin çirklənməsi, tənəffüs və digər sağlamlıq problemləri kimi ətraf mühitə və sağlamlığa çoxlu mənfi təsirlərə səbəb ola bilər.

Ətraf mühitin çirklənməsini və təhlükəli tullantıların əmələ gəlməsini azaltmaq üçün davamlı istehsal və istehlak təcrübələrini qəbul etmək vacibdir. Bu, təhlükəli kimyəvi maddələrin və materialların istifadəsinin azaldılmasını, bərpa olunan enerji və təmiz texnologiyaların istifadəsini təmin etməyi və tullantıların azaldılması və təkrar emalı proqramlarının həyata keçirilməsini əhatə edə bilər (76). Məsələn, birdəfəlik plastıkdən istifadənin azaldılması və təkrar istifadə edilə bilən alternativlərin təmini əmələ gələn tullantıların miqdarını azaltmağa və ətraf mühitdə plastik çirklənmənin qarşısını almağa kömək edə bilər.

Ətraf mühitin çirklənməsini və təhlükəli tullantıların əmələ gəlməsini azaltmaq üçün başqa bir yanaşma, resursların qapalı dövrdə istifadə edildiyi və təkrar istifadə olunduğu dairəvi iqtisadiyyat modelinin qəbul edilməsidir (25). Bu, məhsulların davamlı, təmir edilə bilən və təkrar emal edilə bilən dizaynını və tullantı axınlarından materialların bərpası və təkrar istifadəsi üçün proseslərin həyata keçirilməsini əhatə

edir. Bununla biz yaranan tullantıların miqdarını azalda və təbii sərvətlərə qənaət edə bilərik.

Ekoloji təhsil və maarifləndirmənin təşviqi fərdlərə və icmalara daha davamlı seçimlər etməyə və onların ətraf mühitə təsirini azaltmağa kömək edə bilər. Bu, davamlı istehsal və istehlak təcrübələri haqqında məlumatın verilməsini, təkrar emal və tullantıların azaldılması proqramlarının təşviqini, çirklənmənin və təhlükəli tullantıların ətraf mühitə və sağlamlığa təsirləri haqqında məlumatlılığın artırılmasını əhatə edə bilər (85).

### **2.2.2. İqlim dəyişikliyinə yumşaldılmasında təmiz emal və bərpa texnologiyalarının rolu**

Təmiz emal və bərpa texnologiyaları istixana qazları emissiyalarını azaltmaqla və təbii ehtiyatları qorumaqla iqlim dəyişikliyinə azaldılmasında mühüm rol oynaya bilər. Bu texnologiyalar tullantıların idarə olunması, enerji istehsalı və sənaye prosesləri daxil olmaqla müxtəlif sektorlara tətbiq oluna bilər.

Tullantıların idarə olunmasında təkrar emal və kompostlaşdırma kimi təmiz emal və bərpa texnologiyalarının qəbulu metan emissiyalarının əhəmiyyətli mənbəyi olan zibilxanalara göndərilən tullantıların miqdarını əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər. Metan 100 il ərzində karbon qazından 28 dəfə çox istiləşmə potensialına malik güclü istixana qazıdır (85). Poliqonlardan metan emissiyalarını azaltmaqla təmiz emal və bərpa texnologiyaları iqlim dəyişikliyinə azaldılmasına kömək edə bilər.

Təmiz enerji istehsalı təmiz emal və bərpa texnologiyalarının iqlim dəyişikliyinə azaltmağa kömək edə biləcəyi başqa bir sektordür. Külək, günəş və su enerjisi kimi bərpa olunan enerji mənbələrinin qəbulu enerji istehsalı ilə bağlı istixana qazı emissiyalarını əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər (48). Bundan əlavə, karbon tutma və saxlama kimi təmiz texnologiyaların istifadəsi qalıq yanacaq əsaslı enerji istehsalından emissiyaları azalda bilər (84).

Sənaye prosesləri də istixana qazı emissiyalarının əhəmiyyətli mənbəyidir. Effektiv enerji və material istifadəsi kimi təmiz emal və bərpa texnologiyalarının qəbulu sənaye proseslərindən istixana qazı emissiyalarını əhəmiyyətli dərəcədə azalda

bilər (82). Məsələn, enerjiyə qənaət edən texnologiyaların və proseslərin tətbiqi enerji istehlakını və əlaqəli istixana qazı emissiyalarını azalda bilər.

### **2.2.3. Təbii ehtiyatların qorunması**

Təmiz emal və bərpa texnologiyaları davamlı tullantıların idarə edilməsi təcrübələrini təşviq etməklə, xammaldan istifadəni azaltmaqla və enerjiyə qənaət etməklə təbii ehtiyatların qorunmasında mühüm rol oynayır.

Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının əsas üstünlüklərindən biri onların zibilxanalara göndərilən tullantıların miqdarını azaldan təkrar emal və kompostlaşdırma kimi davamlı tullantıların idarə edilməsi təcrübələrini təmin etməsidir. Bu, nəinki tullantıların atılması üçün tələb olunan torpağın həcmi azaldır, həm də yeni məhsulların istehsalında istifadə olunan xammala ehtiyacı azaltmaqla təbii ehtiyatları qoruyur (64).

Təmiz emal və bərpa texnologiyaları həmçinin bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadəni təşviq etməklə təbii ehtiyatların qorunmasına kömək edir. Külək, günəş və su enerjisi kimi bərpa olunan enerji mənbələri təmiz, davamlıdır və təbii ehtiyatları tükəndirmir. Bərpa olunan enerji mənbələrinə keçməklə biz qalıq yanacaq kimi məhdud resurslardan asılılığımızı azalda və təbii ehtiyatların qorunmasını təşviq edə bilərik (79).

### **2.2.4. İnsan sağlamlığının və ətraf mühitin qorunması**

Təmiz emal və bərpa texnologiyaları çirklənmənin və təhlükəli tullantıların azaldılması, davamlı tullantıların idarə edilməsi təcrübələrinin təşviqi və təbii ehtiyatların qorunması yolu ilə insan sağlamlığının və ətraf mühitin qorunmasında mühüm rol oynayır.

Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının əsas üstünlüklərindən biri ətraf mühitə zərərli maddələrin buraxılmasının qarşısını almaqla çirklənməni və təhlükəli tullantıları azaltmağa kömək etməsidir. Məsələn, tullantıların yandırılması və basdırılması zərərli çirkləndiriciləri havaya, torpağa və suya buraxa bilər, təkrar emal və kompostlama isə poliqonlara göndərilən tullantıların miqdarını azalda və bu

çirkləndiricilərin atılmasının qarşısını ala bilər (68).

Ümumiyyətlə, insan sağlamlığının və ətraf mühitin qorunmasında təmiz emal və bərpa texnologiyalarının rolu mühümdür. Çirklənməni və təhlükəli tullantıları azaltmaqla, davamlı tullantıların idarə edilməsi təcrübələrini təşviq etməklə və təbii resurslara qənaət etməklə, bu texnologiyalar gələcək nəsillər üçün daha təmiz və sağlam gələcək təmin etməyə kömək edə bilər.

## **2.3. Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının nümunələri**

### **2.3.1. Bioremediasiya**

Bioremediasiya çirklənmiş mühitlərdən çirkləndiriciləri azaltmaq və ya aradan qaldırmaq üçün bioloji agentlərin və ya proseslərin istifadəsidir. Bu texnologiya çirklənmiş ərazilərin qənaətcil və ekoloji cəhətdən təmiz müalicəsi potensialına görə son illərdə populyarlıq qazanmışdır. Bioremediasiya torpaq, yeraltı sular və hava kimi müxtəlif mühitlərdə müxtəlif çirkləndiriciləri müalicə etmək üçün istifadə edilə bilər.

Uğurlu bioremediasiya üçün ən vacib amillərdən biri müvafiq mikroorqanizmlərin seçilməsidir. Mikroorqanizmlər təbii olaraq çirklənmiş mühitdə ola bilər və ya sahəyə daxil ola bilər. Bəzi mikroorqanizmlər geniş spektrli çirkləndiriciləri parçalamaq qabiliyyətinə malikdir, digərləri isə müəyyən çirkləndiricilərə xasdır. Genetik cəhətdən dəyişdirilmiş mikroorqanizmlərin istifadəsi də bioremediasiya üçün potensial vasitə kimi araşdırılır.

Bioremediasiya in situ və ya ex situ istifadə edilə bilər. In situ bioremediasiya çirklənmənin yerində müalicə edilməsini nəzərdə tutur, ex situ bioremediasiya isə başqa yerdə müalicə üçün çirklənmiş materialın sahədən çıxarılmasını nəzərdə tutur. Yerində bioremediasiya bioventing, biosparging və biostimulyasiya kimi müxtəlif üsullarla həyata keçirilə bilər. Ex situ bioremediasiya üsullarına torpaq təsərrüfatı, biopiles və kompostlama daxildir (22).

Bioremediasiyanın üstünlüklərindən biri onun iqtisadi səmərəliliyidir. Bioremediasiya qazıntı və utilizasiya kimi ənənəvi remediasiya üsullarından çox vaxt daha ucuzdur. Bundan əlavə, bioremediasiya yerində həyata keçirilə bilər ki, bu da çirklənmiş materialların daşınması və utilizasiyası ilə bağlı xərcləri azaldır.

Bioremediasiya həm də ekoloji cəhətdən təmiz bir seçimdir, çünki təhlükəli tullantılar əmələ gətirmir (39).

Bununla belə, bioremediasiya məhdudiyətsiz deyil. Bioremediasiya bütün növ çirkləndiricilər üçün təsirli olmaya bilər və proses yavaş ola bilər. Bundan əlavə, bioremediasiyanın müvəffəqiyyəti temperatur, pH və zəhərli maddələrin olması kimi amillərdən təsirlənə bilər. Bioremediasiya prosesinin diqqətli monitorinqi və idarə edilməsi onun effektivliyini təmin etmək üçün vacibdir.

### **2.3.2. Suyun təmizlənməsi texnologiyaları**

Suyun təmizlənməsi texnologiyaları suyun təmizlənməsi, təmizlənməsi və istifadəsi və ya atılması zamanı təhlükəsiz olması üçün istifadə edilən müxtəlif üsul və proseslərə aiddir. Suyun keyfiyyəti insan sağlamlığı, ətraf mühitin davamlılığı və iqtisadi inkişaf üçün vacibdir. Nəticə etibarilə, təmiz suyun hazır olmasını təmin etmək üçün səmərəli və effektiv su təmizləmə texnologiyalarına böyük ehtiyac var. Bu bölümdə biz müxtəlif su təmizləmə texnologiyalarını, onların tətbiqlərini və təmin etdikləri üstünlükləri müzakirə edəcəyik.

Ən çox istifadə edilən suyun təmizlənməsi texnologiyalarından biri çöküntüdür. Çöküntü suda asılı hissəciklərin hövzənin dibində çökməsinə imkan verməklə bərk və mayelərin ayrılmasına imkan verir. Bu üsul sudan qum kimi böyük hissəciklərin çıxarılmasında xüsusilə təsirlidir. Sedimentasiya tez-tez suyun keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün filtrasiya və dezinfeksiya kimi digər təmizləmə texnologiyaları ilə birlikdə istifadə olunur (68).

Filtrasiya sudan çirkləri təmizləmək üçün istifadə edilən digər məşhur su təmizləmə texnologiyasıdır. Bu proses, asılı hissəcikləri, bakteriyaları və digər çirkləndiriciləri çıxarmaq üçün suyun qum və ya kömür kimi məsaməli mühitdən keçməsinə əhatə edir. Filtrləmə, içməli suyun təmizlənməsi, sənaye suyunun təmizlənməsi və tullantı sularının təmizlənməsi daxil olmaqla, müxtəlif tətbiqlərdə istifadə edilə bilər. Suyun optimal keyfiyyətinə nail olmaq üçün tez-tez kimyəvi təmizləmə və dezinfeksiya kimi digər texnologiyalarla birləşdirilir (49).

Kimyəvi təmizləmə, çirkləri təmizləmək və suyu dezinfeksiya etmək üçün suya

kimyəvi maddələrin əlavə edilməsini əhatə edən geniş istifadə olunan suyun təmizlənməsi texnologiyasıdır. Suyun təmizlənməsində istifadə olunan ümumi kimyəvi maddələrə xlor, ozon və hidrogen peroksid daxildir. Bu kimyəvi maddələr bakteriya, virus və digər zərərli mikroorqanizmləri sudan effektiv şəkildə təmizləyə bilər. Kimyəvi təmizlənmə xüsusilə içməli su və çirkab suların təmizlənməsində faydalıdır, çünki o, suyun keyfiyyətini yaxşılaşdırır və insanların istehlakı və utilizasiyası üçün təhlükəsiz edə bilər (86).

Son illərdə populyarlıq qazanan başqa bir su təmizləmə texnologiyası tərs osmosdur (RO). Tərs osmos, həll edilmiş duzlar, minerallar və üzvi maddələr kimi çirkələri çıxarmaq üçün suyun yüksək təzyiq altında yarı keçirici membrandan keçməsinə əhatə edən bir prosesdir. Bu texnologiya dəniz suyunun və duzlu suyun təmizlənməsində xüsusilə faydalıdır, çünki o, sudan duz və digər mineralları çıxara bilər, onu içmək və suvarma üçün yararlı edir. Tərs osmos həmçinin sənaye çirkab sularının təmizlənməsində və sənaye prosesləri üçün yüksək təmizlikli suyun istehsalında istifadə olunur (Şəkil 2.1) (59).



Şəkil 2.1 Tərs osmos

Ultrabənövşəyi (UV) dezinfeksiya bakteriya, virus və digər mikroorqanizmləri öldürmək üçün suyun ultrabənövşəyi radiasiyaya məruz qalmasını əhatə edən suyun təmizlənməsi texnologiyasıdır. Bu texnologiya xüsusilə içməli suyun təmizlənməsində



faydalıdır, çünki kimyəvi maddələrdən istifadə etmədən zərərli mikroorqanizmləri effektiv şəkildə aradan qaldıra bilir. UV dezinfeksiyası çirkab suların və sənaye sularının təmizlənməsində də istifadə olunur, çünki sudan patogenləri və digər çirkləndiriciləri effektiv şəkildə təmizləyə bilir (Şəkil 2.2).

Nəticə olaraq, suyun təmizlənməsi texnologiyaları təmiz, təhlükəsiz və dayanıqlı suyun mövcudluğunu təmin etmək üçün vacibdir. Sedimentasiya, filtrasiya, kimyəvi təmizləmə, tərs osmos və UV dezinfeksiyası bu gün mövcud olan bir çox suyun təmizlənməsi texnologiyalarından yalnız bir neçə nümunədir. Bu texnologiyaların müxtəlif tətbiqləri və üstünlükləri var və onlar tez-tez optimal suyun keyfiyyətinə nail olmaq üçün bir-biri ilə birlikdə istifadə olunur. Su getdikcə daha qiymətli bir mənbəyə çevrildikcə, suyun səmərəli və effektiv təmizlənməsi texnologiyalarına ehtiyac daha da artacaq.



Şəkil 2.2 Ultrabənövşəyi (UV) dezinfeksiya sistemi

### 2.3.3. “Tullantıdan enerjiyə” texnologiyaları

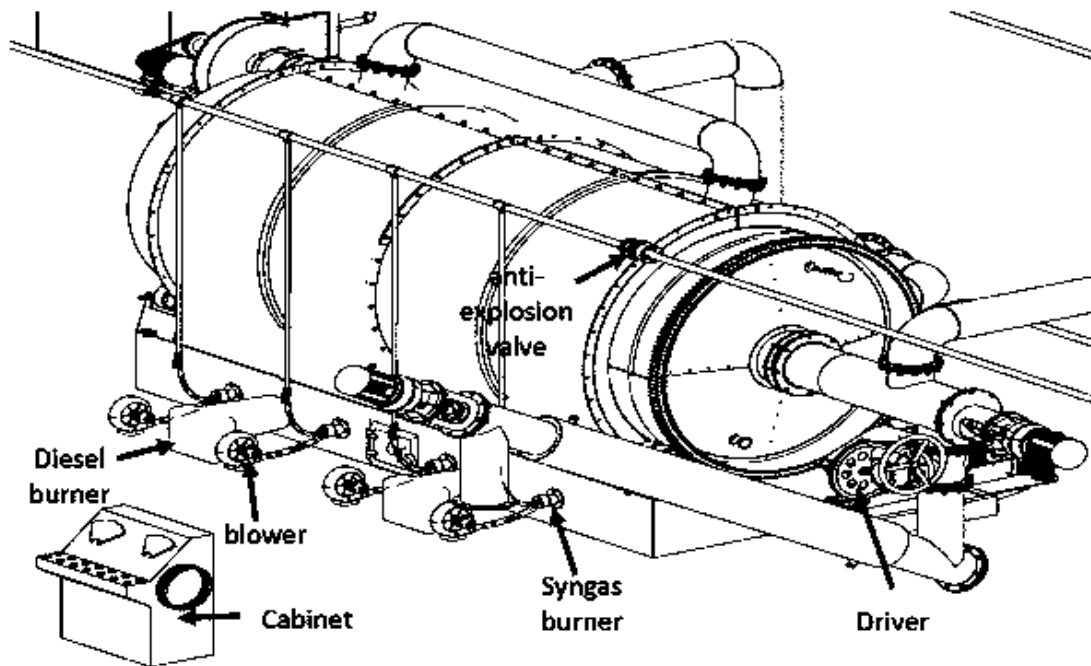
Tullantıdan enerjiyə texnologiyaları tullantı materiallarını elektrik, istilik və ya yanacaq kimi faydalı enerji formalarına çevirən proseslərə aiddir. Bu texnologiyalar tullantıların idarə edilməsi və bərpa olunan enerjinin yaradılması vasitəsi kimi getdikcə

populyarlaşır. Bu bölümdə də biz tullantıların enerjiyə çevrilməsi texnologiyalarının müxtəlif növlərini, onların üstünlükləri və çatışmazlıqlarını və müxtəlif sənaye sahələrində tətbiqlərini araşdıracağıq.

Tullantıdan enerjiyə texnologiyanın bir növü yanmadır ki, bu da buxar istehsal etmək üçün istifadə edilə bilən istilik yaratmaq üçün tullantı materiallarının yandırılmasını nəzərdə tutur, bu da öz növbəsində elektrik enerjisi istehsal etmək üçün bir turbin hərəkət etdirir. Bu texnologiya uzun illərdir ki, tullantıların yandırılması zavodlarında istifadə olunur və böyük həcmdə tullantıların idarə olunmasında xüsusilə effektivdir. Bununla belə, yanma prosesi ətraf mühitə və sağlamlığa mənfi təsir göstərə bilən azot oksidləri və dioksinlər kimi çirkləndiriciləri buraxır (68).

Tullantıdan enerjiyə çevrilən başqa bir texnologiya qazlaşdırma kimidir ki, bu da tullantı materiallarının yanacaq kimi istifadə oluna bilən qaza çevrilməsini nəzərdə tutur. Bu proses karbonmonoksit və hidrogenlə zəngin bir qaz hasil etmək üçün tullantıların aşağı oksigenli mühitdə qızdırılmasını nəzərdə tutur. Qaz birbaşa istilik və ya elektrik enerjisi üçün yandırıla bilər və ya etanol və ya metanol kimi maye yanacaq istehsal etmək üçün daha da emal oluna bilər. Qazlaşdırma yanma ilə müqayisədə daha az ətraf mühitə təsir göstərir, çünki daha az çirkləndirici əmələ gətirir (53).

Piroliz — qaz, neft və kömür hasil etmək üçün oksigen olmadıqda tullantı materiallarının qızdırılmasını nəzərdə tutan başqa bir tullantıdan enerjiyə çevrilən texnologiyadır. Qaz və neft yanacaq kimi, kömür isə torpaq düzəldici kimi istifadə edilə bilər. Piroliz cəlbedici bir texnologiyadır, çünki ondan plastik, rezin və biokütlə də daxil olmaqla geniş çeşiddə tullantı materiallarının emalı üçün istifadə edilə bilər. Bununla belə, o, hələ də nisbətən yeni texnologiyadır və onun effektivliyini optimallaşdırmaq üçün daha çox tədqiqat tələb olunur (Şəkil 2.3)(19).



Şəkil 2.3 Piroliz zavodunun komponentləri

Anaerob çürütmə, metanla zəngin olan bioqaz hasil etmək üçün oksigen olmadıqda üzvi tullantı materiallarının parçalanmasını nəzərdə tutan tullantıdan enerjiyə çevrilən texnologiyadır. Bioqaz birbaşa istilik və ya elektrik enerjisi üçün yandırıla bilər və ya sıxılmış təbii qaz və ya etanol kimi maye yanacaq istehsal etmək üçün əlavə emal edilə bilər. Anaerob çürütmə ətraf mühitə az təsir göstərir, çünki yanma və ya qazlaşma ilə müqayisədə daha az çirkləndirici istehsal edir. Qida tullantıları və kənd təsərrüfatı qalıqları kimi üzvi tullantı materiallarının idarə olunmasında xüsusilə effektivdir (58).

Tullantıdan enerjiyə çevrilən texnologiyaların üstünlükləri çoxdur. Onlar poliqonlara gedən tullantıların həcmi azalda bilər və bununla da yeni poliqon sahələrinə ehtiyacı azalda bilər. Onlar həmçinin bərpa olunan enerji istehsal edə bilər ki, bu da istixana qazı emissiyalarını və qalıq yanacaqlardan asılılığı azaltmağa kömək edə bilər. Bundan əlavə, tullantıdan enerjiyə texnologiyaları tullantıların idarə edilməsi və bərpa olunan enerji sənayesində iş yerləri yarada bilər.

Bununla belə, bu texnologiyaların çatışmazlıqları da var. Məsələn, bəzi tullantıların enerjiyə çevrilməsi prosesləri ətraf mühitə çirkləndiricilər buraxa bilər ki, bu da insan sağlamlığına və ətraf mühitə mənfi təsir göstərə bilər. Bundan əlavə, bu

texnologiyaların tətbiqi və saxlanması bahalı ola bilər və onlar bütün regionlarda iqtisadi cəhətdən sərfəli olmaya bilər. Nəhayət, tullantıların enerjiyə çevrilməsi texnologiyalarının tullantıların azaldılması və təkrar emalı səylərini maneə törədə biləcəyi ilə bağlı narahatlıqlar var (53, 19).

Nəticə olaraq, tullantıdan enerjiyə texnologiyaları bərpa olunan enerji istehsal edərkən tullantıların idarə edilməsi probleminə perspektivli həll yolu təklif edir. Yanma, qazlaşdırma, piroliz və anaerob çürütmə bu gün mövcud olan bir çox tullantıdan enerjiyə çevrilən texnologiyaların yalnız bir neçə nümunəsidir. Bu texnologiyalar çoxlu üstünlüklər təqdim etsə də, diqqətlə nəzərdən keçirilməli olan çatışmazlıqları da var. Cəmiyyət tullantıların idarə edilməsi və enerji ehtiyacları üçün davamlı həll yolları axtarmağa davam etdikcə, tullantıdan enerjiyə texnologiyaları getdikcə daha mühüm rol oynayacaq.

#### **2.3.4. Təkrar emal texnologiyaları**

Təkrar emal tullantı materiallarının yeni məhsullara çevrilməsi prosesidir və bununla da zibilxanalara və ya yandırma zavodlarına yığılan tullantıların miqdarını azaldır. Təkrar emal tullantıların idarə edilməsi və resursların qorunması üçün getdikcə daha vacib strategiyaya çevrilib və bu gün müxtəlif təkrar emal texnologiyaları mövcuddur.

Ən çox yayılmış təkrar emal texnologiyalarından biri tullantı materiallarının toplanması və çeşidlənməsi, onların təmiz, vahid axın halına salınması və daha sonra yeni məhsulların istehsalı üçün istifadə edilməsini nəzərdə tutan mexaniki təkrar emaldır. Mexanik təkrar emal plastiklərin idarə olunmasında xüsusilə effektivdir, çünki o, keyfiyyətcə yeni plastiklə müqayisə edilə bilən yüksək keyfiyyətli təkrar plastik istehsal edə bilər. Bununla belə, mexaniki təkrar emal tullantı axınının keyfiyyəti ilə məhdudlaşdırıla bilər, çünki qida tullantıları və ya kir kimi çirkləndiricilər təkrar emal edilmiş materialın keyfiyyətini aşağı sala bilər (65).

Kimyəvi təkrar emal getdikcə populyarlaşan başqa bir təkrar emal texnologiyasıdır. Bu proses tullantı materiallarının kimyəvi komponentlərinə parçalanmasını nəzərdə tutur ki, bu da daha sonra yeni məhsullar istehsal etmək üçün

istifadə edilə bilər. Kimyəvi təkrar emalı plastiklərin idarə olunmasında xüsusilə təsirli ola bilər, çünki o, çox qatlı qida tullantıları ilə çirklənmiş plastiklər kimi mexaniki şəkildə təkrar emal edilməsi çətin olan plastikləri parçalaya bilər. Bununla belə, kimyəvi təkrar emalı nisbətən yeni texnologiyadır və onun səmərəliliyini və ətraf mühitə təsirini optimallaşdırmaq üçün daha çox tədqiqat tələb olunur (91).

Bioloji təkrar emal populyarlıq qazanan başqa bir təkrar emal texnologiyasıdır. Bu proses qida tullantıları və ya həyət tullantıları kimi üzvi tullantıları kompost və ya digər faydalı məhsullara parçalamaq üçün mikroorqanizmlərin istifadəsini əhatə edir. Bioloji təkrar emal üzvi tullantı materiallarının idarə edilməsində xüsusilə təsirli ola bilər, çünki o, torpağı zənginləşdirmək və bitki böyüməsini dəstəkləmək üçün istifadə edilə bilən yüksək keyfiyyətli kompost istehsal edə bilər. Bununla belə, bioloji təkrar emal uyğun mikroorqanizmlərin mövcudluğu və tullantı axınının keyfiyyəti ilə məhdudlaşdırıla bilər.

Təkrar emal texnologiyalarının çoxlu üstünlükləri var. Poliqonlarda və ya yandırma zavodlarında başa çatan tullantıların miqdarını azaltmaqla, təkrar emalı resurslara qənaət etməyə və istixana qazı emissiyalarını azaltmağa kömək edə bilər. Təkrar emal həmçinin təkrar emal və istehsal sənayesində, eləcə də tullantı materiallarının toplanması və emalı sahəsində iş yerləri yarada bilər. Bundan əlavə, təkrar emal utilizasiya üçün başqa ölkələrə daşınan tullantıların miqdarını azaltmağa kömək edə bilər ki, bu da ətraf mühitə təsirləri və xaricdə tullantıların idarə olunmasından asılılığı azalda bilər.

Bununla belə, təkrar emal texnologiyalarının çatışmazlıqları da var. Məsələn, bəzi təkrar emal prosesləri enerji tutumlu ola bilər və ya ətraf mühitə mənfi təsir göstərə bilən kimyəvi maddələrin istifadəsini tələb edə bilər. Bundan əlavə, təkrar emal texnologiyalarının tətbiqi və saxlanması bahalı ola bilər, xüsusən təkrar emal dərəcələri aşağı olan və ya təkrar emal infrastrukturuna məhdud çıxışı olan regionlarda. Nəhayət, təkrar emal texnologiyalarının tullantıların azaldılması və təkrar istifadəsi səylərini maneə törədə, eləcə də diqqəti və resursları daha davamlı tullantıların idarə edilməsi strategiyalarından yayındıra biləcəyi ilə bağlı narahatlıqlar var (65, 91).

## **2.4. Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının tətbiqində çətinliklər və həlli yolları**

### **2.4.1. Savadlıq və anlayışın olmaması**

Təmiz emal sahəsində savad və anlayışın olmaması dünyanın bir çox yerlərində, xüsusən təhsil və təlimə çıxışın məhdud ola biləcəyi inkişaf etməkdə olan ölkələrdə mühüm problemdir. Təmiz emal xammalın hazır məhsula emalı zamanı ekoloji cəhətdən təmiz və davamlı təcrübələrdən istifadəni nəzərdə tutur. Buraya bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə, tullantıların və çirklənmənin azaldılması, işçilərin təhlükəsizliyi və sağlamlığının təmin edilməsi daxil ola bilər (87).

Təmiz emalın əsas problemlərindən biri müəssisələr və istehlakçılar arasında məlumatlılığın və anlayışın olmamasıdır. Bir çox şirkətlər təmiz emalın təkmilləşdirilmiş səmərəlilik, azaldılmış xərclər və davamlı məhsullara artan istehlak tələbi kimi potensial faydalarından xəbərsiz ola bilərlər. İstehlakçılar həmçinin istifadə etdikləri məhsulların ətraf mühitə təsirindən xəbərsiz ola bilər və davamlı alternativlər üçün əlavə ödəniş etmək istəməyə bilərlər. Bu savadsızlıq təmiz emal texnologiyalarına sərmayənin olmamasına və qeyri-davamlı təcrübələrə davamlı etibara səbəb ola bilər (14).

Digər problem təmiz emal üzrə məlumat və resurslara çıxışın olmamasıdır. Bir çox inkişaf etməkdə olan ölkələrdə davamlı təcrübələr üzrə təhsil və təlimə çıxış məhdud ola bilər. Buraya təmiz emal texnologiyaları üzrə texniki təlimlər, eləcə də davamlı təcrübələrin faydalarına dair biznes təlimləri daxil ola bilər. Bundan əlavə, təmiz emal texnologiyalarına sərmayə qoymaq istəyən bizneslər üçün maliyyə və digər resurslara çıxış məhdud ola bilər. Bu resurslar olmadan bizneslər yoxsulluq və ətraf mühitin deqradasiyası dövrünü davam etdirə bilən davamlı təcrübələri qəbul edə bilməyəcəklər (23).

Bununla belə, təmiz emalda savadlılığı və anlayışı yaxşılaşdırmaq üçün səylər göstərilir. Qeyri-hökumət təşkilatları (QHT-lər) və digər beynəlxalq təşkilatlar inkişaf etməkdə olan ölkələrdə biznes və icmalara davamlı təcrübələr üzrə maarifləndirmə və təlim vermək üçün çalışırlar. Buraya təmiz emal texnologiyaları üzrə texniki təlimlər,

eləcə də davamlı təcrübələrin faydalarına dair biznes təlimləri daxildir. Bundan əlavə, təmiz emal texnologiyalarına sərmayə qoymaq istəyən bizneslər üçün maliyyə və digər resurslara çıxış imkanlarını artırmaq təşəbbüsləri var (87).

#### **2.4.2. İqtisadi və maliyyə çətinlikləri**

Təmiz emal və ya ətraf mühitə minimal təsir göstərən əmtəə və xidmətlərin istehsalı prosesi iqtisadi və maliyyə çətinlikləri səbəbindən biznes üçün problem ola bilər. Təmiz emal tez-tez yeni texnologiyalara, infraqurulara və təlimlərə əhəmiyyətli investisiyalar tələb edir ki, bu da bizneslər, xüsusən də kiçik və orta müəssisələr (KOB) üçün baha başa gələ bilər. Bundan əlavə, təmiz emalın azaldılmış tullantı və artan enerji səmərəliliyi kimi faydaları dərhal görünməyə bilər və ya qısa müddətdə investisiyadan kifayət qədər gəlir gətirməyə bilər.

Təmiz emalın əsas iqtisadi problemlərindən biri yeni texnologiyaların və infraquruların qəbulu ilə bağlı yüksək ilkin xərclərdir. Məsələn, enerjiyə qənaət edən avadanlığın təkmilləşdirilməsi, tullantıların azaldılması tədbirlərinin həyata keçirilməsi və ya çirklənməyə nəzarət sistemlərinin quraşdırılması bir çox müəssisələrin imkanlarından kənar ola biləcək əhəmiyyətli investisiyalar tələb edə bilər. Bundan əlavə, bu investisiyalar dərhal maliyyə gəlirləri yaratmaya bilər ki, bu da biznesin xərclərini əsaslandırmasını çətinləşdirə bilər. Nəticə etibarilə, bir çox müəssisələr uzunmüddətli faydaları tanırsalar belə, daha təmiz prosesləri qəbul etməkdən çəkinə bilərlər.

Təmiz emalın digər maliyyə problemi yeni texnologiyalara və infraqurulara sərmayə qoymaq istəyən bizneslər üçün mövcud maliyyə imkanlarının olmamasıdır. Ənənəvi kreditör, qəbul edilən risk və ya texnologiya ilə tanışlıq olmaması səbəbindən təmiz emal layihələri üçün maliyyə təmin etməkdə tərəddüd edə bilərlər. Bu, müəssisələrin daha təmiz proseslərə investisiya etmək üçün lazım olan kapitalla çıxışını çətinləşdirə bilər. Bununla belə, hökumət qrantları və kreditləri, özəl kapital və təsirli investisiyalar kimi alternativ maliyyələşdirmə variantları mövcuddur ki, bu da bizneslərə daha təmiz prosesləri tətbiq etmək üçün lazım olan maliyyə dəstəyini təmin edə bilər (37).

Müəssisələr arasında təmiz emalın maliyyə faydaları haqqında anlayış çatışmazlığı ola bilər. Tullantıların azaldılması və səmərəliliyin artırılmasının uzunmüddətli faydaları aydın olsa da, müəssisələr daha təmiz proseslərlə bağlı potensial xərclərə qənaət barədə məlumatlı olmaya bilər. Məsələn, enerjiyə qənaət edən avadanlıq enerji xərclərinin əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına gətirib çıxara bilər, tullantıların azaldılması tədbirləri isə utilizasiya xərclərini azalda bilər və təkrar emal və ya resurs bərpasının digər formaları vasitəsilə potensial olaraq gəlir əldə edə bilər. Müəssisələri bu potensial xərclərə qənaət haqqında məlumatlandırmaq daha təmiz proseslərin mənimsənilməsini stimullaşdırmağa kömək edə bilər (88).

### **2.4.3. Texnoloji və infrastruktur maneələri**

Təmiz emal, sənaye emalında davamlı və ekoloji cəhətdən təmiz üsullardan istifadə təcrübəsi, əhəmiyyətli texnoloji və infrastruktur dəstəyi tələb edən mürəkkəb bir prosesdir. Təmiz emal ətraf mühitə təsirin azaldılması və işçilərin təhlükəsizliyinin yaxşılaşdırılması da daxil olmaqla çoxsaylı faydalar təklif etsə də, texnologiya və infrastrukturla bağlı əhəmiyyətli maneələrlə də üzləşə bilər.

Təmiz emala maneə ola biləcək texnoloji maneələrdən biri emissiyaları və tullantıları azalda bilən qabaqcıl texnologiyalara çıxışın olmamasıdır. Bir çox hallarda sənaye prosesləri səmərəsiz və əhəmiyyətli tullantı və çirklənmə yaradan köhnəlmiş avadanlıq və texnologiyalara əsaslanır. Daha təmiz texnologiyalara təkmilləşdirmək baha başa gələ bilər və bir çox şirkət investisiya etmək istəməyə bilər. Bununla belə, daha təmiz texnologiyalara sərmayə qoymaqla şirkətlər tullantıları azaltmaqla və səmərəliliyi artırmaqla ətraf mühitə təsirlərini azalda və nəticələrini yaxşılaşdıra bilərlər (52).

Digər texnoloji maneə təmiz emal texnologiyaları üçün standartların və qaydaların olmamasıdır. Aydın təlimatlar və qaydalar olmadan şirkətlər üçün hansı texnologiyaların ən effektiv olduğunu və onları həm qənaətcil, həm də ekoloji cəhətdən təmiz şəkildə necə tətbiq edəcəyini bilmək çətin ola bilər. Hökumətlər və sənaye təşkilatları bu təlimat və qaydaların yaradılmasında və təmiz emal texnologiyalarının qəbulunun təşviqində mühüm rol oynaya bilər (36).



İnfrastruktur təmiz emal prosesində də əhəmiyyətli maneə ola bilər. Bir çox şirkətlərin təmiz emal təcrübələrini dəstəkləmək üçün tullantıların təmizlənməsi qurğuları və ya bərpa olunan enerji mənbələri kimi zəruri infraquruluşa çıxışı olmaya bilər. Hökumətlər təmiz emalın dəstəklənməsi üçün infraquruluşun inkişafına sərmayə yatırmaqla və bu təcrübələri mənimsəyən şirkətlərə təşviqlər təqdim etməklə bu maneəni aradan qaldırmağa kömək edə bilər (52).

Texnoloji və infraquruluş maneələrlə yanaşı, təmiz emal təcrübələrinin qəbul edilməsində mədəni və təşkilati maneələr də ola bilər. Bir çox şirkətlər təmiz emal təcrübələrini effektiv şəkildə həyata keçirmək üçün lazımi təcrübə və ya biliyə malik ola bilməzlər. Bəzi hallarda, yeni təcrübə və ya texnologiyaları mənimsəməkdə tərəddüd edən işçilər və ya rəhbərlik tərəfindən dəyişikliklərə müqavimət ola bilər. Təhsil və təlim proqramları işçilərə təmiz emal təcrübələrini effektiv şəkildə həyata keçirmək üçün lazım olan bacarıq və biliklərlə təmin etməklə bu maneələrin aradan qaldırılmasında mühüm rol oynaya bilər.

#### **2.4.5. Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının tətbiqində təhsil və ictimai məlumatlığın rolu**

Təmiz emal və bərpa texnologiyalarının uğurla həyata keçirilməsi, xüsusən də maarifləndirmə və ictimai məlumatlandırma baxımından cəmiyyətin fəal iştirakından çox asılıdır. Fərdləri təmiz texnologiyaların əhəmiyyəti və onların tətbiq edilməməsinin mümkün nəticələri haqqında maarifləndirmək lazımdır. Ekoloji təhsil və maarifləndirmə proqramlarını birləşdirən məktəb kurikulumları vasitəsilə təhsil erkən yaşlardan başlaya bilər. Bu proqramlar tələbələrə ekoloji anlayışlar və davamlı təcrübələr haqqında təməl biliklər verə bilər. Bundan əlavə, universitetlər və texniki məktəblər fərdləri sənayeyə töhfə vermək üçün praktiki bacarıq və biliklərlə təchiz edilən təmiz texnologiyalar üzrə ixtisaslaşdırılmış kurslar və proqramlar təklif edə bilərlər (43).

İctimai maarifləndirmə kampaniyaları da təmiz texnologiyaların təşviqində mühüm rol oynaya bilər. Bu kampaniyalar karbon emissiyalarının azaldılması, tullantıların minimuma endirilməsi və resurslara qənaət kimi təmiz texnologiyalardan

istifadənin faydaları və üstünlükləri haqqında ictimaiyyətə məlumat verə bilər. Bundan əlavə, ictimaiyyətin maarifləndirilməsi kampaniyaları ətraf mühitin pisləşməsi, iqlim dəyişikliyi və resursların tükənməsi kimi təmiz texnologiyaların qəbul edilməməsinin potensial mənfi nəticələri haqqında məlumatlılığı artırmaq üçün də istifadə edilə bilər. Kampaniyalar daha geniş auditoriyaya çatmaq üçün sosial media, televiziya və çap mediası kimi müxtəlif platformalardan istifadə edə bilər (40).

Nəhayət, özəl sektor da təhsil və maarifləndirmə kampaniyaları vasitəsilə təmiz texnologiyaların təşviqinə töhfə verə bilər. Şirkətlər təmiz texnologiyaların tədqiqatına və inkişafına sərmayə qoya və işçilərini bu texnologiyalardan istifadə etmək üçün lazımı bacarıq və biliklərlə təchiz etmək üçün təlim proqramları təklif edə bilərlər. Bundan əlavə, şirkətlər təmiz texnologiyaların mənimsənilməsini təşviq etmək və təhsil təşəbbüslərini və maarifləndirmə kampaniyalarını dəstəkləmək üçün hökumətlər və digər maraqlı tərəflərlə də əməkdaşlıq edə bilərlər (15).

Nəticə etibarilə, təhsil və ictimai məlumatlandırma təmiz emal və bərpa texnologiyalarının tətbiqində həlledici rol oynayır. Təhsil və maarifləndirmə kampaniyaları vasitəsilə fərdlər, hökumətlər və özəl sektor təmiz texnologiyaların əhəmiyyətini və onların tətbiq edilməməsinin potensial nəticələrini daha yaxşı başa düşə bilərlər. Birgə işləməklə özümüz və gələcək nəsillər üçün daha davamlı gələcək yarada bilərik.

### III FƏSİL: BƏRK TULLANTILARDAN KOMPOZİT MATERİALLARIN ALINMASININ İQTİSADI VƏ EKOLOJİ SƏMƏRƏSİ

#### 3.1. Kompozit materialların xarakteristikası

Hazırkı dövrdə texnoloji inkişaf materiallar sahəsindəki yeniliklərdən asılıdır. Əgər materiallar xidmət keyfiyyətini və şərtlərini ödəyə bilmirsə, hətta ən qabaqcıl turbin və ya təyyarə dizaynı belə faydasızdır. Hansı sahədə olursa olsun, inkişafda son sərhəd materiallardan asılıdır. Bu kontekstdə, kompozit materiallar, materiallarda davamlı optimallaşdırmanın həyata keçirilməsi sahəsində irəliyə doğru böyük bir addımdır.

Kompozit material, fərqli fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərə sahib iki və ya daha çox materialın kombinasiyasından yaranan məhsuldur. Kompoziti yaradan materiallar bir-birilə qarşılıqlı təsirdə olmur, lakin kompozitə unikal xüsusiyyətlər vermək üçün birlikdə işləyir. Kompozit materiallar özəl kimyəvi və mexaniki xüsusiyyətlərə malikdir. Hansıki bu xüsusiyyətləriylə kompozitlər materialın səmərəli istifadəsini həyata keçirərək təkrar emal prosesinin effektivliyini artırır. Yüksək korroziyaya davamlılığı, sərtliyi və aşağı çəkisi sayəsində kompozit materiallar az qulluq tələb edir və uzun ömürə sahibdirlər (42).

Kompozit materiallar yüksək mexaniki xüsusiyyətləri, ətraf mühitə davamlılığı, daha yüngül çəki və qulluq az tələb edən xassələrinə görə, hansısa başqa bir materialdan tək başına əldə edilə bilinməyən funksiyalara nail olmaq üçün istifadə olunur. Kompozit materiallar əsasən metal, keramika kimi məhsulların müxtəlif birləşmələrindən alınır və bu materialların tək başına sahib olmadığı xüsusiyyətlərə sahib olur. Həmin bu xüsusiyyətlər sayəsində kompozit materiallar dövrümüzün ən mühüm mühəndislik məhsullarıdır. Kompozit materialların istifadəsi neft, idman, avtomobil və dəniz sənayesi, istehlak malları və aerokosmik sənayedə iqtisadi və ekoloji səmərə gətirir. Unikal strukturu sayəsində, kompozit materiallar bərpa olunabilən enerji sahəsində də geniş istifadə olunurlar. Buna misal külək turbinləri və fotovoltaiq (PV) panellərdə kompozitlərdən istifadəni göstərə bilərik (42). Şəkil 3.1-

də müxtəlif sahələrdə kompozit materialların istifadəsi göstərilib.



avtomobil komponentləri



təyyarə komponentləri



kompozit xalça



kompozit mebel

Şəkil 3.1 Hibrid polimer kompozitlərin müxtəlif tətbiqləri

Əslində kompozit materiallar ideyası yeni deyil. Təbiət, kompozit materiallar ideyasının istifadə edildiyi bir çox nümunə ilə doludur. Məsələn, odun, sellüloza lifləri və liqnin matrisinin birləşməsindən ibarət lifli kompozitdir. Sellüloz lifləri yüksək dartılma gücünə malik olsalar da, aşağı sərtliyə malikdirlər. Liqnin matrisi isə lifləri bir-birinə bağlayır və sərtliyi təmin edir. Sümük və diş bədəndəki kompozit nümunələrdir. Sümük bədənin müxtəlif hissələrinin ağırlığını dəstəkləyən təbii kompozit nümunəsidir. Sümükdə qısa və yumşaq kollagen liflər apatit adlanan mineral matrisdə yerləşmişdir.

Kompozit materialın əsası plastik bazadan (matris) və ona əlavə möhkəmlilik, sərtlik, yüngüllük və s. verən gücləndirici doldurucudan ibarət olur. Kompozitlərdə matris və möhkəmləndirici kimi istifadə olunan əsas materialların kompozit birləşmələrini əks etdirən sxemi aşağıdakı kimi təsvir etmək olar(Şəkil 3.2)(42).

Nəticədə qeyd olunur ki, kompozit materiallar ənənəvi materialların bir və ya bir neçə xüsusiyyətini yaxşılaşdırmaq məqsədilə yaradılır. Qeyd olunan xarakterik xüsusiyyətlər bunlardır:

1. Müqavimət-Kompozitlərin yüksək müqavimət-çəki nisbəti onların istifadəsində çox böyük avantajdır. Karbon lifli kompozitlər, poladın təxminən %25-i

və alüminyumun %70-i qədər ağırlığa malikdir olsada hər iki materialdan daha üstün müqavimətə malikdir.

2. Korroziyaya davamlılıq-Kompozit materialların hava və ya kimyəvi maddələrlə təması nəticəsində korroziyaya qarşı davamlılığı digər materiallardan daha yüksəkdir. Buna görə də açıq ərazidəki strukturlar üçün kompozitlərin istifadəsi daha əlverişlidir. Bura külək turbinlərini misal göstərə bilərik.

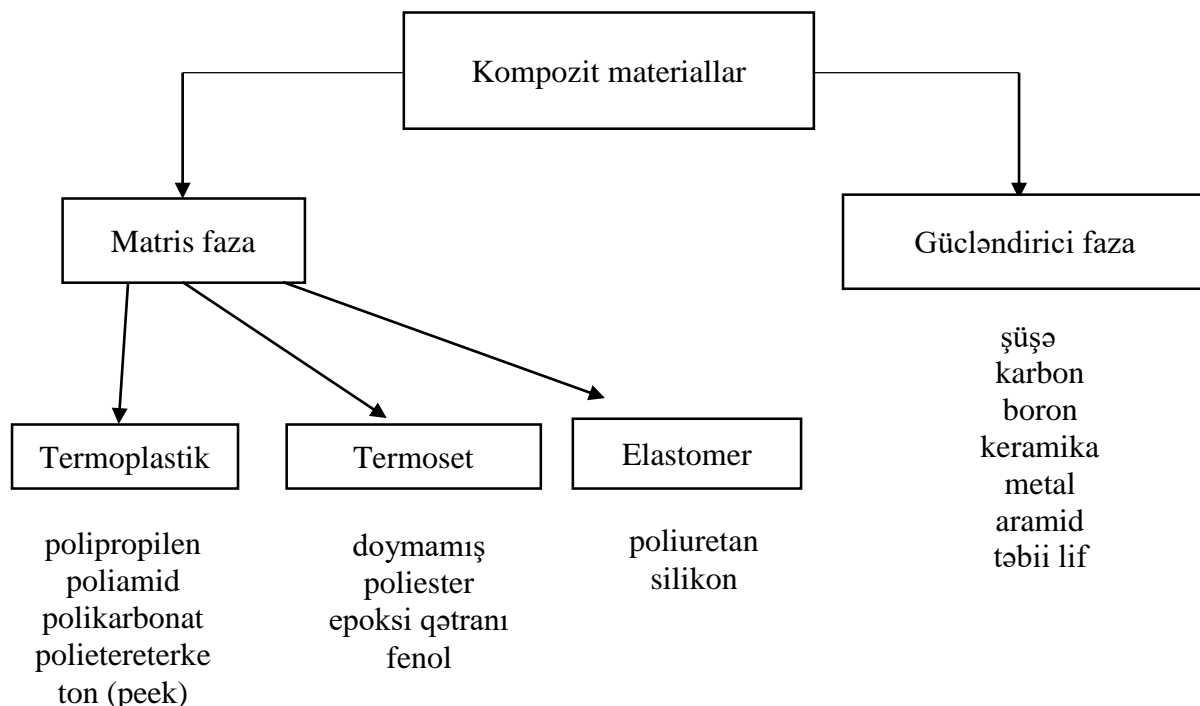
3. Səs keçiriciliyi- Səsin azaldılması adətən intensivliklə bağlıdır. Bir çox təkrar emal materialları səs-küyə nəzarət strukturu kimi də istifadə olunur. Selüloz tullantıları, kənaf, kətan, çətənə, qoyun yunu, bambuk və ya hind qozu lifləri kimi bir çox təbii materiallardan hazırlanan kompozitlər yaxşı səs udma qabiliyyətlərinə görə otaq akustikası və səs-küy maneələri üçün səs uducu kimi istifadə edilə bilər.

4. Ağırlıq- Kompozit materiallar əksər ənənəvi materiallardan daha yüngül çəkiyə malikdirlər. Kompozit materiallar həm yüngül, həm də davamlı olduğu üçün onların təyyarə və avtomobil sənayesində istifadə olunmasına üstünlük verilir. Təyyarə və avtomobillərin yüngüllüyü həm də yanacağa qənaət etməyə səbəb olur. Avtomobillərdə kompozitlərin istifadəsi avtomobil ağırlığını 60% azaldır və qəza təhlükəsizliyini artırır. Kompozit materiallardan hazırlanmış kommunal dirəklər, körpü göyərtələri kimi obyektərin çəkisi az olduğu üçün onların daşınması və quraşdırılması daha rahatdır.

5. Estetik görünüş-Kompozitlərlə ənənəvi materiallarla əldə edilə bilməyən dizaynları yaratmaq mümkündür. Kompozitin səthini hamardan teksturalıya qədər istənilən formada dəyişdirmək olar. Xüsusəndə termoset kompozitlərdən müxtəlif formalar dizayn etmək daha rahatdı deyə onlar dizaynerlər tərəfindən daha çox istifadə olunurlar. Kompozit dəzgahlar istənilən forma və rəngə rahatlıqla uyğunlaşdırıla bilindiği üçün istehsalçılar tərəfindən daha çox rəğbət görürlər. Məişət cihazlarında kompozitlərdən hazırlanan tutacaqlar və düymələr həm görünüşünə, həm teksturasına, həm də toxunanda yaratdığı hissə görə yaxşı hiss etdirir. Dizaynerlərin kompozit materiallar istifadə etməklə gözəl məhsullar yaratmaq üçün sonsuz variantları var.

6. Qiymət- Kompozit materialların qiyməti tərkibindən və istifadə edildiyi

sahədən asılıdır. Məsələn, termoset kompozitlərin tərkibi aşağı neft əsaslı olduğu üçün neft əsaslı məhsullarda yaşanan qiymət dəyişkənliyinə məruz qalmırlar. Xüsusəndə tullantıların təkrar emalından alınmış materiallarla hazırlanan kompozitlərin istehsal xərcləri aşağı olur. Kompozit materiallar uzun ömürlü olduqları üçün mühəndislər təmir xərclərini azaltmaq üçün ənənəvi materiallar yerinə kompozitlərdən istifadəyə üstünlük verirlər.



Şəkil 3.2 Həm matris, həm də möhkəmləndirmə mərhələsində kompozit materialların istehsalı üçün istifadə olunan əsas komponentlərin kompozisiya sxemi.

### 3.1.1. Kompozit materialların iqtisadi və ekoloji faydaları

Kompozit materialların güclü, davamlı, yüngül olması, korroziyaya və aşınmaya davamlılığı, uzun ömürlülük kimi xarakteristikaları onları iqtisadi və ekoloji cəhətdən istehsalçılar və istehlakçılar üçün səmərəli edir.

Kompozit məhsullar ölçü, forma və rəng baxımından asanlıqla fərdiləşdirilə bilər ki, bu da onları fərdi ehtiyaclara uyğunlaşdırmağa imkan verir. Bundan əlavə, onlar polad və ya alüminium kimi ənənəvi materiallardan daha ucuzdur və hava şəraitinə və zədələnməyə davamlı olduqları üçün daha az texniki xidmət tələb edirlər. Nəhayət, kompozit məhsullar ekoloji cəhətdən təmizdir, çünki onlar istehsalda daha az

resurs tələb edir və digər materiallardan istifadə ilə müqayisədə daha az tullantı əmələ gətirirlər.

Kompozit materiallar unikal xassələri ilə iqtisadi səmərə potensialı yaratdıqlarına görə müxtəlif sənaye sahələrində getdikcə populyarlaşırlar. Hazırda dünyada kompozit bazarının həcmi 2022-ci ildə 113,7 milyard ABŞ dollar dəyərində qiymətləndirilib və 2022-ci ildən 2027-ci ilə qədər 8,2% artaraq 168,6 milyard ABŞ dollarına çatacağı proqnozlaşdırılır. Xüsusəndə külək enerjisinə tələbatın artması səbəbindən kompozit bazarı böyüyür. Aerokosmik, müdafiə, avtomobil və nəqliyyat sənayesində də kompozitlərdən istifadə gündən günə artır. Avropa kompozit bazarı 2021-ci ildə 17,5 milyard ABŞ dolları dəyərində olmasına baxmayaraq bazarın 2022-ci ildən 2027-ci ilə qədər 4,9% səviyyəsində böyüməsi gözlənilir.

Kosmik bazarda kompozit istifadəsinin 2020-ci ildəki 846 milyon ABŞ dollarından 2031-ci ildə 2,9 milyard ABŞ dollarına yüksələcəyi gözlənilir. Təyyarə və aerokosmik sənayedə karbon lifli kompozitlərin istifadəsi əhəmiyyətli dərəcədə geniş yayılıb. Qabaqcıl kosmik kompozitlərin istifadəsi üzrə dünya üzrə gəlirin 2031-ci ilə qədər təxminən 846 milyon ABŞ dollarından 2,9 milyard ABŞ dollarına yüksələcəyi gözlənilir. Airbus təyyarələrini nümunə götürsək, kompozit materialların istifadəsi təyyarənin növündən asılı olaraq istehsal materiallarının təxminən 5-55% -i arasında dəyişir və Airbus A350 üçün kompozitlər xarici qanadların, burunların, qanad qabırğalarının 53% -ni təşkil edir (42).

Materialların daha az istifadə edilməsi ilə təbii sərvətlərin tükənməsinin azalması, təkrar istifadəyə təkan vermək və daha az enerji, sərmayə tükətmək kompozit materialların əsas üstün cəhətlərindəndir.

Kompozit sənayesi kompozit məhsulların sosial-ekoloji təsirini azaltmaqla yanaşı, insanların rifahını yaxşılaşdıran həllərin işlənilib hazırlanmasına sadıqdır. Ətraf mühitə daha az mənfi təsir göstərən daha qiymətli məhsullara istehlakçı tələbi həmişə olacaq.

Dediklərimizi nəzərə alaraq kompozit materialların əsas üstünlüklərini aşağıdakı kimi sadalamaq olar:

1. Müxtəlif tətbiq sahələrində kompozit materiallar fiziki və mexaniki

xüsusiyyətlərinə görə bir çox metal komponentlərini əvəz edə bilər.

2. Kompozit materiallarla lazım olan məhsulu birbaşa istehsal etmək mümkündür. Buda bir çox əlavə istehsal proseslərinə ehtiyacı aradan qaldırır. Beləliklə, istehsal xərcləri azala və istehsal dövrünün müddəti qısaldıla bilər.

3. Kompozitlərin istehsalında metallarla müqayisədə daha aşağı temperatur və təzyiq tələb etməsi istehsal prosesi üçün investisiya xərclərinin daha az olmasını təmin edir.

4. Kompozit materialların müqavimət-çəki nisbəti çox yüksəkdir. Polimer matrisli kompozitlərdə müqavimət-çəki nisbəti polad və alüminium ərintilərindən 3-5 dəfə yüksəkdir. Yüksək xüsusi güc dəyərlərinə görə, kompozit hissələr ənənəvi materiallardan çox daha yüngüldür. Bu xüsusiyyətlər sayəsində daha az yanacaq sərf edərək təyyarə və avtomobillərin daha sürətli hərəkət etmələrini təmin etmək mümkün olmuşdur.

5. Bəzi hallarda ənənəvi materiallarla əldə edilə bilinməyən məhsullar kompozitlərlə əldə edilə bilinir. Məhsulun tək parça şəklində hazırlanması etibarlılığı artırır və istehsal xərclərini azaldır.

### **3.1.2. Bərk tullantılardan kompozit materialların alınması səmərəli seçimdir**

Hazırda dünyada ən aktual məsələlərdən biri tullantıların düzgün idarə olunması və resurslardan kompleks istifadədə yeni yanaşmaların tapılmasıdır. Bərk tullantılardan kompozit materialların alınması bu sahədə yeni bir yanaşma kimi ön plana çıxır. Bu yanaşma özü ilə ekoloji, iqtisadi və sosial səmərələr gətirir. Tullantılardan yeni kompozit xammal əldə etmək tətbiqləri getdikcə artır və böyük trendə çevrilməkdədir. Bərk tullantılardan kompozit materialların alınması təbii resursların azalmasının qarşısını almaqla yanaşı istehsalatda xammal və enerjiyə qənaət edilməsinə səbəb olur. Bundan başqa, müxtəlif sektorların son məhsulu olan aşağı əlavə dəyərli tullantıların istifadəsi yaxın gələcəkdə tendensiya kimi görünə bilər. Məsələn, tekstil sənayesində istehsal zamanı yaranan iplik tullantıları doldurucu material kimi aşağı əlavə dəyər yaratsa da, kompozit materialda lifdən istifadə etmək mümkündür və o bu zaman daha çox səmərə göstərir. Beləliklə, tullantı, kompozit



materialın tərkib hissəsi kimi daha yüksək əlavə dəyərli məhsula çevrilə bilər.

Cədvəl 3.2

## Bərk tullantıların potensial tətbiqləri

Bərk tullantılar	Kompozit materialın tərkib hissəsi kimi potensial tətbiqləri
Polad şlakları, tikinti qalıqları, kül	Kərpic, sement, boya, kafel, taxta əvəzedici məhsul, beton, keramika məmulatları
Pambıq tullantı hissələri, düyü və buğda samanı, mişar dəyirmanı tullantıları, banan sapı, qoz qabığı, jüt, sisal və tərəvəz qalıqları	Çap kağızı və büzməli material, izolyasiya lövhələri, hissəcik lövhələri, divar paneli, dam örtükləri, lifli tikinti paneli, turşuya davamlı sement, kərpic, liflər ilə gücləndirilmiş kompozit
Dəmir, mis, qızıl, sink, alüminium sənayesinin dağ-mədən tullantıları.	Yüngül aqrekat yanacaq, plitələr, kərpiclər
Gips tullantıları, əhəng şlamı və əhəngdaşı tullantıları, mərmər emalı tullantıları, şüşə və keramika qalıqları	Gips, lövhələr, kərpiclər, bloklar, sement klinkeri

OSB materialı tikintidə əsasən dam örtükləri, döşəmələr, divar arakəsmələri kimi istifadə olunur. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunubki ağacdan hazırlanan bu materialı tullantı plastik və tekstil materiallarından hazırlanan kompozitlərlə əvəz etmək mümkündür. Tədqiqatçılar bu kompozitin mexaniki xassələrinin OSB-nin xassələrindən daha yaxşı olduğunu müəyyən ediblər. Hazırlanan kompozitin matrisini tullantı plastik, qeyri-polipropilen teksturalı materialların tullantıları təşkil edir. Doldurucu kimi isə tekstil tullantılarından istifadə edilir (Şəkil 3.3) (47).

Polistirol köpük, plastik lif, saman, pambıq tullantıları, düyü qabığı külü, toxuculuq tullantı sularının təmizlənməsi qurğusunun yaratdığı atıq lil, rezin və sair tullantılarından kərpic kompoziti istehsal etmək mümkündür. Həmin bu kompozitlər daha yüngül çəkili, təzyiqə qarşı daha müqavimətli və ekoloji, iqtisadi cəhətdən daha səmərəlidirlər.

Tullantı plastik və ağacdan tikinti materialı kimi istifadə edilən kompozit istehsal etmək mümkündür. Hazırlanan taxta-plastik kompozitinin istehsalı zamanı karbon emissiyası sıfır olur. Bu kompozitlər inşaatda sement və bambuku əvəz edə bilər. Cədvəl 3.1-də ağac-plastik kompozitinin tez tez istifadə edilən materiallarla müqayisəsi təsvir edilib (66).



Şəkil 3.3 Tullantı əsaslı kompozit panellər : (a) ilkin versiya, (b) son versiya.

Cədvəl 3.1

Taxta-plastik kompozitlərin tez-tez istifadə olunan materiallarla müqayisəsi

Materiallar	İqlim şəraitinə dözümlülük	İzolyasiya qabiliyyəti	Ömür uzunluğu	Quraşdırma rahatlığı
Bambuk	Zəif	Zəif	1-2 il	Çətin
Sement	Zəif	Zəif	Asand dağılma	Çox çətin
Ağac-plastik kompoziti	Güclü	Yüksək	10 il və daha çox	Asan

Əvvəllər döşəmə və masalarda istifadə olunan taxtada qoruyucu kimi mis-gümüş-arsenat birləşməsindən istifadə olunurdu. Lakin sonradan müəyyən olundu ki bu qarışım kanserogendir və insan bu qarışımla təmas etməməlidir. 2006-cı ildən Avstraliya, Yaponiya, ABŞ, Almaniya və İsveçrə mis-gümüş-arsenatdan istifadəyə məhdudiyyət gətirdi. Əvəzedici kimi istifadə edilə bilən taxta qoruyucuları isə istehsal xərclərini 10-30 faiz artırdı. Lakin taxta-plastik kompozitlərdə belə bir qoruyucuya ehtiyac olmadığı üçün bu kompozitlərə maraq dahada artdı.

Taxta-plastik kompozitlərin taxtadan əsas üstün cəhətləri çürüməyə və həşəratlara qarşı daha davamlı olması və 100 % təkrar edilmiş tullantı materiallardan hazırlandığı üçün ekoloji və iqtisadi cəhətdən səmərəli olmasıdır (Şəkil 3.4) (67).

Biokompozitlər bioloji və ya bərpa olunan mənbələrdən olan polimerlərin təbii lif, sellüloza və ya liqnin kimi biomənbəli materiallarla birləşməsindən əmələ gələn

materiallardır. Bu biomənbəli materiallar adətən kənd təsərrüfatı tullantıları, kağız tullantıları, qida tullantıları kimi üzvi tullantılardan əldə edilə bilər.



Şəkil 3.4 Təkrar emal edilmiş xammaldan hazırlanmış taxta-plastik kompozitlər

Biokompozitlərdə biokarların istifadəsi unikal strukturu sayəsində, biokompozitin xassələrinin yaxşılaşdırılmasını və xərclərin minimuma endirilməsini təmin edir. Biokarbon kimi də adlandırılan biokar nəzarət olunan şəraitdə oksigensiz və yüksək temperaturda üzvi materialların qazlaşdırılması və ya pirolizi yolu ilə əldə edilir. Nəcis, heyvan sümükləri, kənd təsərrüfatı və meşə təsərrüfatı tullantıları kimi bütün üzvi bərk tullantılar karbonlaşma və ya piroliz yolu ilə termokimyəvi proses vasitəsilə biokarların istehsalı üçün xammal kimi istifadə oluna bilər. Xammal bolluğu biokompozitlərdə biokömürün tətbiqi xərclərini azaldır.

Tullantı ağac qalıqları və polilaktik turşudan alınan biokompozitlərlə kənd təsərrüfatında pomidor saplarının qırılmasının qarşısını almaq üçün bioloji parçalana bilən dayaq istehsal edilir. Bu dayaqın 1000 ədədinin istehsalı üçün çəkilən xərc 23 dollardır. Nəzərə alsaqki bu dayaqı polietiləndən hazırlasaq 1000 ədədi üçün təxminən 50 dollar xərc çəkmiş olarıq. Hazırlanan biokompozit dayaq 2 il müddətində tamamilə çürüdüyü üçün ekoloji cəhətdə digər plastiklərdən daha təmizdir (Şəkil 3.5) (31).



Şəkil 3.5 Pomidor saplarının qırılmasının qarşısını almaq üçün bioloji parçalana bilən dayaqqlar

Ümumiləşdirdikdə bərk tullantılardan kompozit materialların alınması səmərələri bunlardır:

1)Tullantıların utilizasiyası xərclərinin azaldılması: Bərk tullantıları xammal kimi istifadə etməklə, tullantıların utilizasiyası xərclərini azaltmaq və ya aradan qaldırmaq olar. Bu, utilizasiya xərclərinin yüksək olduğu ərazilərdə xüsusilə faydalı ola bilər.

2)Xammal xərclərinin azaldılması: Bərk tullantılardan hazırlanan kompozit materiallar çox vaxt xammaldan hazırlanan materiallardan daha ucuz başa gəlir. Çünki tullantı materialları xammaldan daha ucuzdur və bəzi hallarda pulsuz olaraq əldə edilir.

3)Ekoloji faydalar: Bərk tullantıların kompozit materiallara təkrar emalı zibilxanalara və yandırma zavodlarına göndərilən tullantıların miqdarını azaltmaqla təbii ehtiyatların qorunmasına və istixana qazı emissiyalarının azaldılmasına kömək edə bilər. Həmçinin, təkrar emal edilmiş materiallardan istifadə xammalın hasilatı, daşınması və emalı proseslərində ətraf mühitə təsiri azaltmağa kömək edə bilər.

4)Bazar tələbi: Davamlı məhsullara və materiallara artan tələb təkrar emal edilmiş materiallardan hazırlanmış kompozit materiallar üçün bazar yaratdı. Bərk tullantılardan yüksək keyfiyyətli, sərfəli kompozit materiallar istehsal edə bilən şirkətlər bu tələbatdan və mənfəətdən istifadə edə bilərlər.

### 3.2. Bərk tullantılardan kompozit materialların alınmasının iqtisadi faydaları

Aşağı çəkili betonda metal əvəzinə təkrar emal edilmiş şüşə və poliprolilen liflərinin istifadəsi və sementin 15 %-nin təkrar emal edilmiş metakaolinlə əvəz edilməsi məhsulun iqtisadi və ekoloji səmərəsini xeyli artırır. Hazırlanan bu betondan binaların balkonlarının, səkilərin, prefabrik divar panelləri, yüngül dam sistemləri və portativ konstruksiyaların hazırlanmasında istifadə edilə bilər.

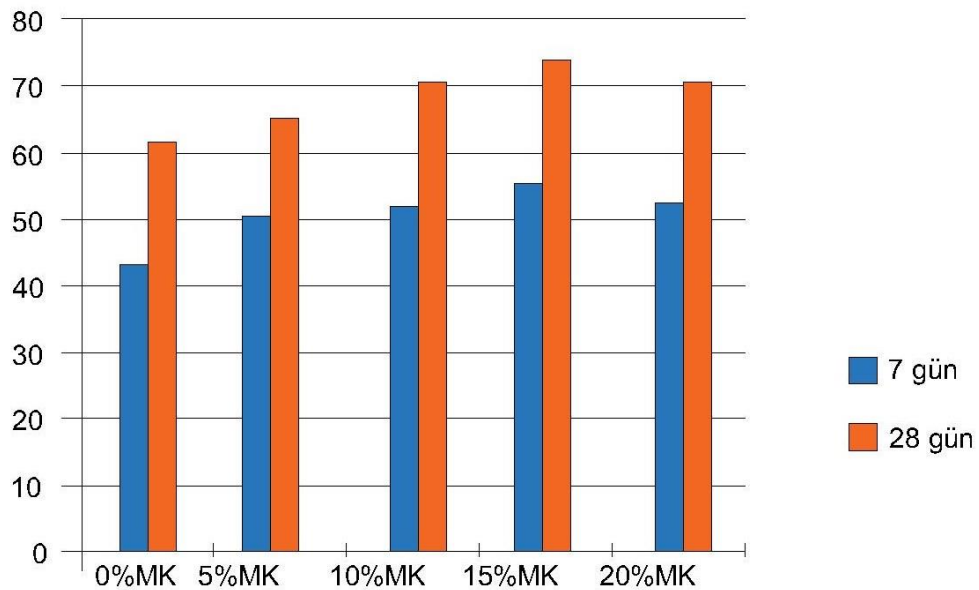
Betonun hazırlanmasında istifadə edilən sementin 15%-ə qədərini metakaolinlə (MK) əvəz etmək mümkündür. Metakaolin təbii halda kaolinit gilindən əldə edilir lakin, kağız emalı sənayesində yaranan tullantı gil və ya sənaye tullantı külü kimi materiallardan da metakaolin istehsal oluna bilər. Metakaolin betonun daha tez sərtləşməyini təmin etməklə yanaşı, çatların əmələ gəlməsinin qarşısını alır və betonun istilik izolyasiya xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırır (56). Diaqram 3.1 də sementin 20%-ə qədərini metakaolinlə əvəz edilməsi zamanı 7 və 28 gün müddətində qarışımın möhkəmlik həddinin müqayisəsi verilmişdir. Müqayisədən aydın olduğu kimi sementin 15%-nin metakaolinlə əvəz edilməsi onun 28 gündə 70 MPa-dan çox möhkəmliyə nail olmasına gətirib çıxardır (57).

Cədvəl 3.3

Sementin möhkəmlik həddinin müqayisəsi (MPa)

Günlər	0% MK	5%MK	10%MK	15%MK
7 gün	45,1	50,9	51,9	54,8
28 gün	61,9	64,6	70,4	72,7
Səmərə %-lə	-	4,36%	13,73%	17,45%

Aşağı çəkili beton standart betondan daha az sıxlığa malikdir. Onun tərkibində metal əvəzinə müxtəlif aqreqlər olur. Hansıki bu aqreqləri tullantılardan almaq mümkündür. Aşağı çəkili betona superplastikləşdirici məhsul əlavə etmək mümkündür. Bu birləşmənin tərkibində müxtəlif polimerlər mövcuddur. Superplastikləşdirici, betonun qarışdırılması mərhələsində əlavə olunur və suyu əvəz edərək qarışımın möhkəmliyinin artmasına təsir edir.



Diaqram 3.1. Möhkəmlik həddi diaqramı (MPa ilə)

Cədvəl 3.4

Aşağı çəkili beton istehsalında dəmirin tullantı şüşə və plastiklə əvəz edilməsinin iqtisadi göstəriciləri

Məhsul	İstifadə edilən Material	Materialın miqdarı (kq)	Məhsulun möhkəmlik həddi (MPa)	İstifadə olunan materialın qiyməti (\$)	Məhsulun qiyməti (\$)
1 m <sup>3</sup> dəmir-beton	Dəmir	80	30	56	138
1 m <sup>3</sup> ŞL-beton	Şüşə lifi	15	35	10	92
1 m <sup>3</sup> PPL-beton	Polipropilen lifi	12,5	33	11	93

Cədvəldən də aydın olduğu kimi ənənəvi yolun istehsal olunan betona nisbətə tullantı şüşə və plastiklərdən istifadə edilərək istehsal olunan aşağı çəkili beton iqtisadi cəhətdən ardıcıl olaraq 33,3% və 32,6% daha sərfəlidir (17) (55) (61).

Kompozit istehsalında təkrar emal edilmiş materialların iqtisadi faydaları istehsalçının təchizat zəncirindəki mövqeyindən və tələb olunan materialın miqdarından asılıdır. Aşağı qiymətli təkrar emal edilə bilən materialların daşınma məsafələri minimuma endirilməlidir əks halda təkrar emal edilmiş materiallardan hazırlanan məhsulların maya dəyərinin strukturu əhəmiyyətli rəqabət üstünlüyünü itirə

bilər.

Tullantılardan kompozitlərin istehsalının iqtisadi faydaları aşağıdakılardır:

1)Tullantılardan kompozit istehsalı poliqon xərclərini azaltmaqla tullantıların idarə olunması xərclərini azaldır.

2)Kompozitlərin istehsalı üçün lazım olan xammalın bir hissəsi tullantılardan alındığı üçün yeni xammalın alınması xərcləri azalır.

3) Tullantılardan alınan kompozit materiallardan təkrar istifadə oluna bilən yeni məhsullar istehsal etmək olarki, bu da müəssisələrə yeni bazarlara çıxmağa və gəlirləri artırmağa imkan verir.

4)Tullantılardan kompozitlərin istehsalı ekoloji cəhətdən təmiz bir yanaşma olduğundan, həssas istehlakçıların üstünlük verdiyi məhsullar sırasındadır. Bu da müəssisələrə məhsullarının satışında rəqabət üstünlüyü əldə etmək imkanı verir.

5)Kompozit məhsulların istehsalı üçün tələb olunan enerjinin miqdarı tullantı xammalından istifadə etməklə azaldılır və bununla da müəssisələrin enerji xərcləri azalır.

6)Tullantılardan alınan kompozit materiallar müəssisələrin ekoloji dayanıqlığına və bununla bağlı sosial öhdəliklərini yerinə yetirməsinə töhfə verir.

### **3.2.1. Yerli iqtisadi inkişaf və iş yerlərinin yaradılması üçün potensial**

Tullantılardan kompozit materialların alınması xüsusilə təkrar emal və istehsal sektorlarında yeni iş yerlərinin yaradılmasını stimullaşdırmaq potensialına malikdir. Tullantılardan hazırlanan kompozit materiallara tələbat artdıqca, daha çox şirkət tullantı materiallarını toplamaq, çeşidləmək və emal etmək üçün işçiləri işə götürməli olur. Həmçinin, kompozit materialların istehsalı prosesi tez-tez bu sahələrdə maşın və avadanlıqları idarə etmək üçün ixtisaslı işçilər tələb edir. Bu sahə üçün yeni texnologiyaların və proseslərin inkişafı tədqiqat, mühəndislik və digər əlaqəli sahələrdə iş imkanları yarada bilər.

Tullantılardan kompozit materialların alınması sahəsi təkrar emal və istehsal sənayesindən kənar da sənaye sahələrində yeni iş yerlərinin yaradılmasını təmin edir. Məsələn, tikintidə kompozit materialların istifadəsi tikinti sənayesində iş yerlərinin

yaradılmasına səbəb olur, çünki bu materialların quraşdırılması və istifadəsi üzrə təlim keçmiş işçiləri tələb olunur. Bundan əlavə, avtomobil və aerokosmik kimi sektorlarda da kompozit materialların istifadəsi günü gündən artırdığı üçün bu sahələrdə həm müəssələrin böyüdülməsi, yeni sektorların açılması həm də işçi sayının artırılması tələb olunur. Tullantılardan kompozitlərin alınması ekoloji səmərəsinə görə bu sahədə işlər görən müəssələri rəqabətdə önə çıxarır.

Yeni iş yerlərinin yaradılması dərhal baş vermir, çünki tullantılardan kompozit materialların alınması üçün infrastruktur və təchizat zəncirinin qurulması vaxt tələb edir. Lakin bu materialların istifadəsi genişləndikcə, iş yerlərinin yaradılması potensialı artır.

### **3.2.2. Saxlanması bahalı ola bilən poliqon sahəsinə ehtiyacın azalması**

Poliqon xərcləri torpağın xüsusiyyətləri, torpağın növü, iqlim, ərazi məhdudiyyətləri, tənzimləyici məsələlər, atılan tullantıların növü və miqdarı, ilkin təmizləmə fəaliyyətləri və yeraltı suların çirklənmə potensialı kimi amillərdən asılı olaraq sahəyə xasdır. Poliqon xərcləri aşağıdakı kateqoriyalara bölünür: sahənin işlənməsi, tikinti, avadanlıqların alınması, poliqonun bağlanması. Sahənin işlənməsinə potensial sahənin uyğun olub olmadığını müəyyən etmək üçün tələb olunan sahə tədqiqatları, mühəndislik və layihələndirmə işləri və icazə üçün müraciəti haqqı daxildir. Ölkəmizdədə poliqonların tikintisi və istifadəsinə külli miqdarda xərc çəkilir. Hansıki tullantılardan maksimum istifadə bu poliqon xərclərinin əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına səbəb ola bilər. Əldə edilən iqtisadi faydanı bərk tullantılardan kompozitlərin alınması sahəsinə və ya alternativ sahələrin inkişafı üçün xərcləmək mümkündür. Hansıki bu yolnan ölkəmizdəki ekoloji tarazlığı qoruyaraq iqtisadi cəhətdəndə fayda əldə edə bilərik.

Poliqonun istismarı ofis binaları kimi əlavə strukturlar tələb olunur. Hər bir bina strukturunun dəyəri onun funksiyasından asılı olaraq dəyişə bilər və hər kvadrat metr üçün 10-100 dollar arasında olur. Ofis binaları daha bahalı, texniki xidmət binaları və nəqliyyat vasitələrinin anbarları isə daha ucuzdur. Bundan əlavə, bu strukturların ətrafında hasarlar və yollar tələb olunur ki, bu da xərcləri artırır. Ümumilikdə poliqon



və əlavə strukturların tikintisinə 1.165.000-1.770.000 \$ arasında xərc çəkilir.

Poliqonların istismar xərclərinə isə işçi əmək haqqı, texniki avadanlıq, sızıntı suyunu toplayan qurğunun baxımı mailiyyətləri aiddir. Avadanlıq xərci, işçilərin əmək haqqı və ümumi texniki qurğulara çəkilən xərc illik orta hesabla 500.000 \$-dır. Sızıntı suyunu toplayan qurğuların illik baxımına çəkilən xərc orta hesabla 10.000 \$-dır. Ümumi mühəndislik xidmətlərinə (hansıki bura məsləhətçi firmalarda daxildi) çəkilən illik xərc isə orta hesabla 60.000 \$-dır.

### Cədvəl 3.5

Poliqon tikintisində hər bir mərhələdə bir m<sup>2</sup> sahə üçün çəkilən ümumi xərclər.

Mərhələ və komponent-lər	Ən aşağı qiymət (\$)	Ən yüksək qiymət (\$)
Ərazinin təmizlənməsi	1000	3000
Sahə tədqiqatları	5000	8000
Qazıntı işləri	100.000	330.000
Beton sədd	10.000	16.000
Gil təbəqəsi	32.000	162.000
Geokompozit	57.000	44.000
Qranul torpaq	48.000	64.000
Sızıntı suyunu toplama sistemi	8000	12.000
Keyfiyyətə nəzarət	75.000	100.000
Ümumi	336.000	774.000

Poliqon artıq tullantı qəbul etmirsə poliqonun üzəri bağlanırkı bunada çəkilən xərc kvadrat metrə 80.000-500.000 \$ arasında dəyişir. Bağlandıqdan sonra tələb olunan texniki xidmət müddəti sahə bağlandıqdan sonra 30 ildir və insan sağlamlığını və ətraf mühiti qorumaq üçün təsdiq edilmiş dövlət proqramının direktoru tərəfindən ehtiyac olduqda qısaldıla və ya uzadıla bilər. 30 illik bir müddət ərzində, bağlandıqdan sonra texniki xidmət və saxlama xərcləri bir m<sup>2</sup> üçün 64.000 \$-dan 88.000 \$-a qədər dəyişə bilər (60).

Tullantıların poliqonlarda basdırılma xərci ölkədən asılı olaraq orta hesabla 25-100\$ arasında dəyişir. Tullantıların poliqonlardan uzaqlıq məsafəsi artdıqca basdırılma mailiyyətinə çatdırılma mailiyyətidə əlavə olunduğundan bu qiymətdə artır. Tullantılardan kompozitlərin alınması prosesi poliqon sahəsinə ehtiyacın azalmasına səbəb olur. Buda bu sahədə çəkilən xərcin azalmasıyla ölkə iqtisadiyyatına fayda verir

(12).

### **3.3. Bərk tullantılardan kompozit materialların alınmasının ekoloji faydaları**

Sənaye, kənd təsərrüfatı və ya digər mənbələrdən gələn bərk tullantılar dünyada böyük ekoloji problem yaradır.

Araşdırmalar nəticəsində müəyyən olunubki, təkrar emal edilmiş mineral yun, və mineral dolduruculardan istifadə etməklə hazırlanan polimer kompozit tikinti tətbiqlərində ekoloji cəhətdən təmiz bir seçimdir. Tikinti və söküntü tullantılarından əldə edilən polipropilenin təkrar emalı üçün ekoloji cəhətdən ən əlverişli variant hər bir hal üçün ayrı-ayrılıqda müəyyən edilməlidir. Polimer kompozitlərin ekoloji göstəriciləri təkrar emal edilmiş xammalın istifadəsi ilə daha da yaxşılaşdırıla bilər ki bu da kompozitlərin gələcək istifadəsini müəyyən edən mühüm amildir.

Tikinti materialları olan keramika, kərpic, betonun tullantı materiallarının yeni məhsulların istehsalında təkrar istifadəsi təbii aqreqlərin tükənməsini, enerji sərfiyyatını və ətraf mühitin çirklənməsini azaltmaq üçün davamlı yanaşmadır. Bu tullantılar çox vaxt söküntü və ya təmir işləri zamanı yaranır və kompozit kimi sement və aqreqlərini effektiv şəkildə əvəz edə bilər. Bu tikinti materialları tullantıları xırdalanaraq kiçik və ya böyük aqreqlər kimi istifadə olunur. Tikinti materialları tullantıları sement və aqreqlərini 1%-dən 50%-ə qədər əvəz edə bilər.

Bərk tullantılardan kompozit materialların istehsalının ekoloji səmərələrini aşağıdakı kimi sadalaya bilərik :

1) Resursların qorunması: Bərk tullantılardan kompozit materiallar üçün xammal kimi istifadə etməklə təbii ehtiyatları qoruya bilərik. Tullantı materiallarından təkrar istifadə etməklə, zibilliklərə və ya yandırma zavodlarına gedən materialların azalmasının qarşısını ala bilərik. Tullantı odun, plastik, tikinti materialları və başqa bərk tullantılardan kompozit materialların alınması ənənəvi materialların istifadəsini azaltmaqla təbii resursların tükənməsinin azalmasına səbəb olur.

2) Tullantıların azaldılması: Bərk tullantı materiallarından kompozit materialların hazırlanması poliqonlara və ya digər tullantıların utilizasiya sahələrinə getməli olan tullantıların miqdarını azaldır. Bu, tullantıların idarə olunması

sistemlərinin yükünü yüngülləşdirə və poliqonlarda üzvi tullantıların parçalanması nəticəsində yaranan metan kimi qazların ətraf mühitə təsirləri azalda bilər.

3) Enerjiyə qənaət: Kompozit materialların istehsalında bərk tullantı materialların istifadəsi çox vaxt yeni materiallardan kompozitlər istehsal etməkdən daha az enerji tələb edir. Bu, enerjiyə qənaət səbəb olur.

4) Karbon emissiyalarının azaldılması: Tullantılardan kompozit materialların istehsalı karbon emissiyalarının azaldılmasına səbəb olur. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, kompozitlərin istehsalı üçün təkrar emal edilmiş və ya tullantı materiallarından istifadə çox vaxt daha az enerji tələb edir ki, bu da enerji istehsalı ilə bağlı karbon emissiyalarını azaldır. Həmçinin bərk tullantı materiallarını kompozit materiallara çevirməklə, onların zibillikdə çürüməsinin bununlada zərərli qazların atmosfərə buraxılmasının qarşısı alınır (26).

### **3.3.1. Saf materialların istehsalı ilə müqayisədə daha az karbon emissiyası**

CO<sub>2</sub> emissiyaları qalıq yanacaqların yanması, poliqon fəaliyyəti və sənayedəki proseslər nəticəsində yaranır.

Araşdırmalar nəticəsində müəyyən olunubki, tikintidə tullantı ağac məhsullarından istifadə polad və beton kimi bərpa olunmayan alternativlərlə müqayisədə istixana qazı (İQ) emissiyalarının əhəmiyyətli dərəcədə azalması ilə nəticələnir. Yeni Zellandiyada binaların təkrar emalla əldə olunan odundan hazırlanan kompozit tərkibinin 17% artırılması bütün tikinti materiallarının istehsalı zamanı atmosfərə buraxılan karbon emissiyalarının 20%, ümumi qalıq yanacaq istehlakının 20%, Yeni Zellandiyanın ümumi karbon emissiyalarının təxminən 1,5% azalmasına səbəb olub. Emissiyaların azalması kərpic və alüminium əvəzinə təkrar emal edilmiş odundan, eyni zamanda polad və betondan minimum istifadə ilə əlaqələndirilir.

Müəlliflər oxşar istilik və soyutma rejimləri olan, lakin bir qismi ağacdan digər qismi isə ənənəvi tikinti materiallarından istifadə edilərək tikilən evləri müqayisə etdilər. Fərqlər 100 illik dövr ərzində qiymətləndirildi. Nəticələr göstərir ki, ağac əsaslı materiallarla tikilmiş evlərin ümumi enerji tələbatları ənənəvi materiallarla tikilmiş evlərə nisbətən 10-15% aşağıdır və xalis İQ emissiyaları istilik baxımından ekvivalent

polad və ya beton əsaslı tikinti materiallarından istifadə edilən evlərdən 20-50% azdır (18).

Tədqiqatlar nəticəsində kərpicə əvəz edən qələvi-aktivləşdirilmiş kərpic adlanan məhsul hazırlanmışdır. Bu kərpiclər alüminosilikat qaynaq materialının qələvilərlə aktivləşdirilməsi (natrium hidrokسيد (NaOH) və ya kalium hidrokسيد (KOH)) ilə istehsal olunur. Kompozit düyü qabığı, uçucu kül, dib külü, sement sobası tozu, yüksək soba şlakları və mədən tullantıları kimi tullantılardan istifadə edilərək hazırlanır. Hazırlanan qələvi-aktivləşdirilmiş kərpicin istehsalına sərf olunan enerji isə ənənəvi kərpic istehsalına sərf olunan enerjinin 22%-ni təşkil edir. Buda təqribən 1 ton məhsul istehsalına 1 GC enerji sərf edilməsi deməkdir (26).

### **3.3.2. Odun və neft kimi təbii ehtiyatların qorunması**

Hər il təxminən 15 milyard ağac kəsilirki buda gündə 41 milyondan çox ağacın kəsildiyi deməkdir. Kəsilən ağacın cəmi 50%-i məhsula, qalan hissəsi isə tullantıya çevrilir. Bu məhsulların əsas hissəsini mebel və kağız təşkil edir. Meşələrin qırılmasının azaldılması yollarından biridə tullantılardan mebel sənayesində istifadə edə biləcəyimiz kompozitlərin alınmasıdır.

Tekstil tullantılarını pambıq, yun, polyester, neylon, akril, qarışıqlar və digər növlər kimi təsnif edirlər. Tekstil tullantıları və nişastadan kompozit almaq mümkündür. Həmin bu kompoziti mebel istehsalında istifadə edirlər. Hazırlanan kompozitlər yüksək davamlılıq xüsusiyyətinə malikdir. Nişasta-tekstil kompoziti kobud səthə malik olur. Lakin dizayner kobud səthi saxlaya bilər və ya üyüdərək və cilalayaraq hamarlaya bilər.

Nişasta-parça kompoziti yüksək davamlılığa və daşıma qabiliyyətinə malik möhkəm məsaməli materialdır və mebel strukturunun tələblərinə yaxşı uyğundur. Bu əsas keyfiyyətlərə əlavə olaraq, nişasta və əlavələrin müxtəlif nisbətləri bu materialları bir az fərqli edə və mebel dizaynının müxtəlif ehtiyaclarını ödəyə bilər. Kompozit materialın masa, stul, şkaf, rəf və divar bəzəkləri kimi məhsulların alınması üçün uyğun olduğu müəyyən edilmişdir. Nişasta-tekstil kompozitləri həmçinin bölücülər, səs uducu panellər və sendviç panellər istehsalında da istifadə edilə bilər (Şəkil 3.6 ) (13).

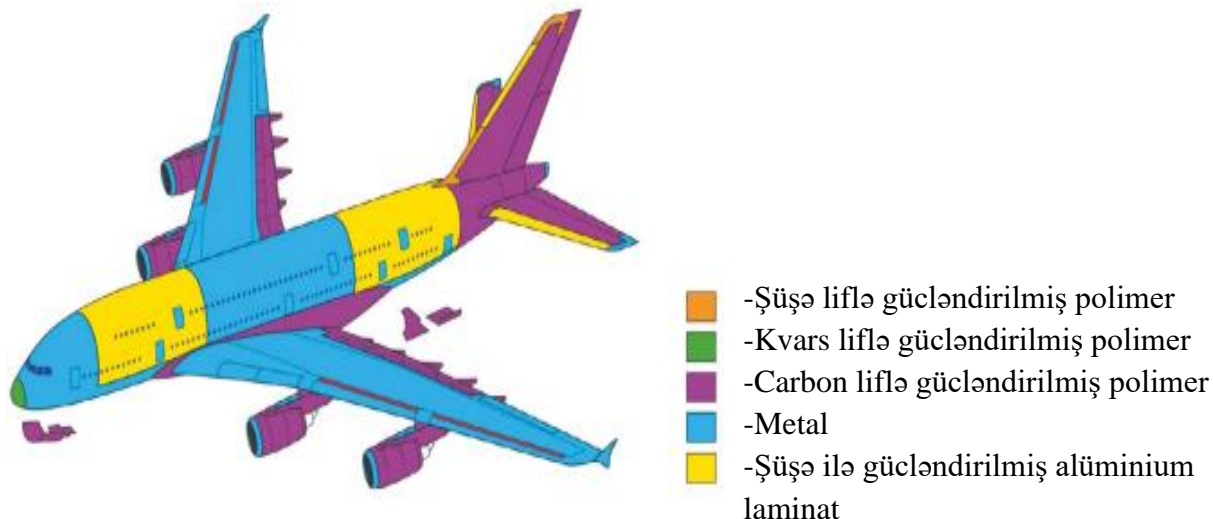


Şəkil 3.6 Tullantı tekstil-nişasta kompozitindən istifadə edilərək hazırlanan mebellər

Tullantılardan kompozit materialların alınması neft ehtiyatlarının istifadəsini azaldır. Kompozit materiallar poladdan və digər ənənəvi materiallardan daha yüngül və davamlı olduğu üçün onun tətbiqi, çəkiyə qənaəti və yanacaq sərfiyyatının azalmasını təmin edir. Bundan əlavə, tullantıların təkrar emalı nəticəsində istehsal olunan kompozit materiallar yeni materialların istehsalı üçün tələb olunan neft istehlakını azaltmaqla neft ehtiyatlarına qənaət etməyə kömək edir.

Aviasiya sənayesi kompozit materiallardan istifadə etməklə təyyarələrin çəkisini azaltmaq və yanacaq səmərəliliyini artırmaq üçün illərdir tədqiqatlar aparır. Federal Aviasiya Administrasiyasının (FAA) araşdırması göstərdi ki, kommersiya təyyarələrində kompozit materialların istifadəsi alüminium kimi adi materialların istifadəsinə nəzərən yanacağa 20%-ə qədər qənaət edilməsinə səbəb olur (46).

Kompozit materialların təyyarələrdə istifadəsi adi alüminium ərintiləri ilə müqayisədə çəkiyə 20% qənaəti təmin edir. Hər təyyarənin çəkisinin 580 kiloqram azaldılması adi təyyarə ilə müqayisədə yanacağa təxminən 10-15% qənaət etməyə səbəb olur ki, bu da ildə 5700 ton qənaətə bərabərdir. Bu gün kompozit materiallar bir təyyarədə istifadə olunan materialların çəkisinin 50%-dən çoxunu təşkil edir (45).



Şəkil 3.7 Sərnişin təyyarəsində istifadə olunan materiallar

Avtomobil panelində və ya avtomobilin ikinci dərəcəli strukturlarında polad və ya alüminiumun təkrar emal edilmiş bərk tullantılarla hazırlanan kompozitlərlə əvəz edilməsi yanacaq sərfiyyatını əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər. Avtomobil tətbiqində yanacaq qənaətinə təsir edən amillər elastik sərtlik və polad avtomobil kuzov panellərinin təkrar emal edilmiş plastik-şüşə lifi kompozitlərlə əvəz edilməsidir.

### 3.4. Bərk tullantılardan kompozit materialların alınmasında problemlər və həll yolları

Bərk tullantılardan kompozit materialların alınmasının iqtisadi ekoloji səmərəsi olduğu qədər bu sahədə müxtəlif çətinlik və çatışmamazlıqlar mövcuddur. Bərk tullantılardan kompozit materiallar hazırlanmasında əsas problemləri və bu sahədə həll yollarını aşağıdakı kimi ümumiləşdirə bilərik :

Fərqli səviyyədə keyfiyyət: Tullantılardan hazırlanan kompozit materiallarda istifadə olunan tullantıların ölçüsü, forması və tərkibi fərqli keyfiyyətə malik ola bilər.

Bu, kompozit materialın davamlılığında, möhkəmliyində və digər xassələrində dəyişikliklərə səbəb ola bilərki buda əsaslı tam keyfiyyət tələb edən istehlakçılara satışı çətinləşdirə bilər. Məsələn tullantı materialların kimyəvi maddələrlə və ya digər materiallarla çirklənməsi kompozit materialın xüsusiyyətlərinə təsir edir. Bu, müəyyən tətbiqlər üçün uyğun olmayan və ya təhlükə riski yaradan kompozit materialların istehsalı ilə nəticələnə bilər. Problemin həlli üçün tullantı materialların mənbəyindən asılı olaraq, ekoloji qaydalar və ya sağlamlıq və təhlükəsizlik standartları kimi normativ uyğunluq məsələləri nəzərə alınmalıdır. Bu tələblərin yerinə yetirilməsi tullantı materiallarından kompozit materialların istehsalının mürəkkəbliyini və xərclərini artırma bilər.

**Emal dəyəri:** Tullantı materiallarının kompozit materiallara çevrilməsi prosesi bahalı ola bilər, xüsusən də zibilin istifadəyə yararlı olması üçün onu təmizləmək, çeşidləmək və emal etmək lazımdırsa. Bəzəndə tullantının emalı dəyəri aşağı qiymətli və ya pulsuz xammaldan istifadə ilə eyni dərəcədə və ya ondan çox olur. Ona görə də düzgün maarifləndirmə aparmaqla zibilliyə atılan tullantıların ilkin mərhələdə əhali tərəfindən çeşidlənməsi, müəssələrin emal zavodlarına yaxın olması və s. kimi tədbirlər həyata keçirmək lazımdırki tullantının yenidən emalına çəkilən xərc azalsın.

**Tələbatın olmaması:** Tullantı materiallardan hazırlanan kompozitə tələbat kifayət qədər olmadığı üçün bu sahə çoxda gəlirli sayılmır. Müştərilər son məhsullarında təkrar emal edilmiş materiallardan istifadə etmək əvəzinə yeni materiallara üstünlük verir və ya təkrar emal edilmiş materiallara görə əlavə ödəniş ödəməkdən çəkinirlər. Bu problemin həll yolu bu sahədə tədbirlər təşkil etməklə əhalini və müvafiq müəssələri məlumatlandırmaqdır.

### **3.4.1. İnfrastrukturun və məlumatlılığın olmaması və həll yolu**

Kompozit materiallar ənənəvi materiallara nisbətən artan davamlılıq və möhkəmlik kimi bir çox üstünlüklər təklif etsədə onların istehsalı da baha başa gələ bilər. Bu problemin həlli kimi tullantı materialların kompozit materialların mənbəyi kimi istifadə edilməsi nəzərdə tutulur. Bununla belə, tullantılardan kompozit materialların alınmasında infrastrukturun və məlumatlılığın olmaması davamlı

təcrübələrin aparılmasına mane olur.

İnfrastruktura tullantı materialların yığılması, daşınması və kompozit materiallara çevrilməsi üçün tələb olunan fiziki strukturlar və sistemlər aiddir. Bir çox regionlarda tullantı materialların toplanması və emalı üçün lazımı infrastruktur mövcud olmadığı üçün tullantılardan kompozit materialların alınması çətinləşir. İnfrastruktur mövcud olsa belə, onların çoxu istifadə edilə bilən tullantı materialların xüsusiyyətlərinə uyğun olaraq dizayn edilməmiş olur.

Tullantılardan kompozit materialların alınmasında növbəti problem bu sahədə maarifləndirmənin aparılmamasıdır. Bir çox istehsalçı kompozit istehsalında istifadə ediləcək tullantı materialların potensialından xəbərsizdir və ya bu materialların necə istifadə oluna biləcəyini bilmirlər. Nəticədə, tullantı materialların daha davamlı alternativ olmasına baxmayaraq onlar ənənəvi materiallardan istifadə etməyə davam edirlər. Bu problemləri həll etmək üçün bir neçə həll yolu tətbiq edilə bilər.

Birincisi, hökumətlər və digər təşkilatlar tullantı materialların toplanması və emalı, xüsusilə kompozit istehsalı üçün infrastrukturun inkişafına sərmayə yatıra bilər.

İstehsalçılara kompozit istehsalında tullantı materiallardan istifadənin faydalarını və bu materialları necə əldə etməyi başa düşməyə kömək etmək üçün maarifləndirmə kampaniyaları həyata keçirilə bilər.

Nəhayət, istehsalçıları kompozit istehsalında tullantı materiallardan istifadə etməklə davamlı təcrübələri qəbul etməyə təşviq etmək üçün qaydalar və mükafatlar tətbiq edilə bilər.

### **3.4.2. Təkrar emal edilmiş materialların istifadəsinin təşviqi**

Son illərdə kompozit istehsalında təkrar emal edilmiş materialların istifadəsi istehsalda davamlı təcrübələr əldə etmək üçün qiymətli bir yol kimi diqqət cəlb edir. Plastik butulkalar və metal qırıntıları kimi tullantılar təkrar emal edilərək, istehsalın ətraf mühitə təsirini azaltmaqla yanaşı, ənənəvi materiallara oxşar və ya üstün xüsusiyyətlərə malik kompozit materialların istehsalı üçün istifadə edilə bilərlər.

Kompozit istehsalında müəssələri təkrar emal edilmiş materialların istifadəsinə təşviq etmək üçün bir neçə strategiya həyata keçirilə bilər. Bunlara daxildir:



Maarifləndirmə kampaniyaları: Kompozit istehsalında təkrar emal edilmiş materialların istifadəsinin unikal faydalarını bilməmək bu materialların istifadəsində ən böyük maneələrdən biridir. Bu maneəni aradan qaldırmaq üçün istehsalçıları və istehlakçıları təkrar emal edilmiş materialların ekoloji və iqtisadi faydaları haqqında məlumatlandırان maarifləndirmə kampaniyaları həyata keçirilə bilər. Bu kampaniyalar insanlara kompozitlərin hazırlanmasında istifadə oluna bilən tullantıların müxtəlif növləri və onların toplanması, çeşidlənməsi və emal edilməsi ilə bağlı müxtəlif məlumatların çatdırılması ilə bağlı ola bilər.

Sertifikatlaşdırma və standartlar: Kompozit istehsalında təkrar emal edilmiş materialların istifadəsinə təşviq etmək üçün başqa bir strategiya davamlı təcrübələrə əsaslanan sertifikatlaşdırma və standartların işlənilib hazırlanmasıdır. Məsələn, təkrar emal olunmuş materialların müəyyən faizindən istifadə edən istehsalçılara özəl sertifikatlaşdırma proqramı hazırlana bilər. Bu, istehsalçılar üçün marketing strategiyası yaratmaqla yanaşı, istehlakçılara davamlı istehsal olunan ekoloji təmiz kompozit məhsulları müəyyən etməyə kömək edə bilər.

İstehlakçıları təkrar emal edilmiş materiallarla hazırlanan kompozitlərin istifadəsinə təşviq etmək üçün kompozit materialların dizaynına xüsusi diqqət yetirilə bilər. Bu dizaynın hazırlanması təkrar emal edilmiş materialların xüsusiyyətlərinə uyğun xüsusi emal üsullarının işlənilib hazırlanmasını və ya müxtəlif növ təkrar emal edilmiş materialların kompozit istehsalında innovativ yanaşmalarla birləşdirilməsini tələb edir.

Hökumət siyasətləri və təşviqləri: Nəhayət, hökumətlər kompozit istehsalında təkrar emal olunmuş materialların istifadəsinə təşviq etmək üçün müxtəlif siyasi addımlar ata bilər. Məsələn, hökumətlər kompozit istehsalı üçün təkrar emal edilmiş materiallardan istifadə edən istehsalçılara vergi güzəştləri və ya subsidiyalar verə bilər. Onlar həmçinin istehsalçılara təkrar emal olunmuş materialların müəyyən faizindən kompozitlərin istehsalında istifadə etmələrini və ya müəyyən sənaye sahələrində təkrar emal olunmuş materiallardan istifadə etmələrini tələb edən qaydaları tətbiq edə bilərlər.

Nəticədə, kompozit istehsalında təkrar emal olunmuş materialların istifadəsinin təşviqi təhsil, sertifikatlaşdırma, tədqiqat və inkişaf, hökumət siyasəti və təşviqləri

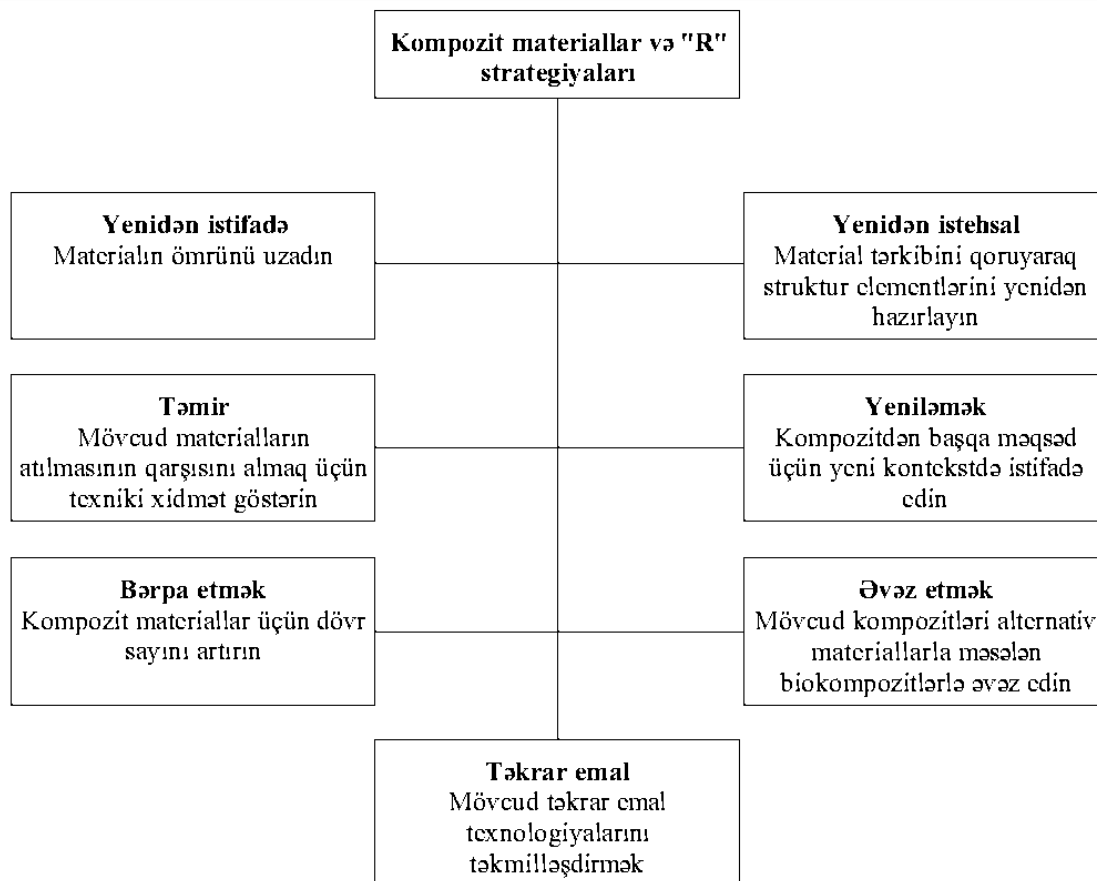
daxil olmaqla çoxşaxəli yanaşma tələb edir. Bu strategiyaları həyata keçirməklə biz istehsalatda davamlı təcrübələrin mənimsənilməsinə təşviq edə və daha ekoloji təmiz gələcəyə töhfə verə bilərik.

### **3.4.3. Bərk tullantılardan alınan kompozit materialların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün innovativ texnologiyalar və proseslər**

Kompozitlərin hazırlanması bəzən alternativ materiallara nisbətən daha maliyyətlə ola bilər. Məsələn aerokosmik konstruksiyalarda kompozitlərin istifadəsi hər kiloqram üçün 300 avroya qədər ola bilər. Burada istifadə olunan liflə gücləndirilmiş polimer kompozitlərin kiloqramının dəyəri çox dəyişir və digər yüngül materialların qiymətindən bir neçə dəfə çox ola bilər. Şüşə liflə gücləndirilmiş polimerlər karbon lifi ilə gücləndirilmiş polimerlərdən daha ucuz olduğu üçün ondan istifadə daha səmərəlidir. Həmçinin şüşə liflə gücləndirilmiş polimerlər digər materiallarla müqayisədə eyni mexaniki xüsusiyyətlərə nail olmaq üçün daha az material tələb edir. Bu kompozitlərin qiyməti mexaniki performans və lif uzunluğundan asılı olaraq fərqlilik göstərir (45).

Bəzi hallarda xammaldan asılı olaraq təkrar emal edilmiş materiallarda məhsulun qoxusu və digər sensor xüsusiyyətləri hazırlanan kompozitin keyfiyyətinə neqativ təsir göstərir. Hal-hazırda təkrar emal edilmiş material, ümumiyyətlə, ilkin xammala nisbətən daha aşağı keyfiyyətli hesab olunur. Həqiqətən, bəzi təkrar emal texnologiyaları liflərin dartılma gücünü azaldır. Doldurucuların istifadəsi məhsulun görünüşünə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə bilər. Təkrar emal edilmiş xammaldan xoşagəlməz qoxuları maskalamaq, hətta dezodorasiya edən vasitələrlə də həmişə mümkün olmur. Nəticədə, kompozit məhsulların istifadə sahələri məhdudlaşa bilər. Qoxu materialın tərkibindən, çirklənmədən və emal temperaturundan asılıdır. Bu halın qarşısını almaq üçün təkrar emal prosesi və təkrar emal məhsulu istehsalçı tərəfindən daim yoxlanılmalı və müvafiq testlərdən keçməlidir. Bundan əlavə qoxu ilə bağlı problemləri azaltmaq üçün resursların ayrılması və təkrar emalı proseslərini təkmilləşdirmək, daha təmiz materiallar əldə etmək, tullantıların sınaq üsullarını və qəbulu meyarlarını hazırlamaq mümkündür (62).

Kompozit materiallar böyük mühəndislik imkanları təqdim etsələr də, onların dairəvi iqtisadiyyata inteqrasiyası çətin olaraq qalır. Buna görə də, yüksək keyfiyyətli təkrar emal edilmiş materialların dəyər zənciri yanaşmalarını artırmaq və materialları dairəvi iqtisadiyyat düşüncəsinə inteqrasiya etmək üçün kompozit tullantıların yeni üsullarla utilizasiyasına ehtiyac var.



Şəkil 3.8 Kompozit material tullantılarının idarə edilməsi üçün "R" strategiyalarının istifadəsi.

Kompozit materialların istifadəsi indiki qaydada davam edərsə, 2030-cu ilə qədər onların utilizasiyası ilə bağlı xeyli problemi yaranacaq. Avropada 2025-ci ildə 683 min ton kompozit tullantı yaranacağı təxmin edilir. Dairəvi iqtisadiyyatın əsas sütunları (yenidən istifadə etmək, təkrar emal etmək, bərpa etmək, təmir etmək, yenidən istehsal etmək, əvəz etmək üçün alternativ materiallar (yəni, biokompozitlər)) kompozitlərdən istifadənin bütün sahələrdə maksimuma qaldırılması və tullantıların yenidən istifadəsi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir (Şəkil 3.8) (42).

### **3.4.4. Bərk tullantılardan kompozit materialların alınmasının dünya təcrübəsi**

Artan sənayeləşmə, urbanizasiya və texnoloji inkişaf təbii ehtiyatların tükənməsinə və ətraf mühitin çirklənməsi problemlərinin artmasına səbəb olmuşdur. Xüsusilə tullantıları toplamaq üçün kifayət qədər yerə malik olmayan ölkələr üçün tullantıların qiymətləndirilməsi və ya atılan tullantıların miqdarının və həcmnin azaldılması daha vacib məsələdir. Dünyada bir çox dövlət tərəfindən sərvətlərin qorunması və ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısının alınması üçün tədqiqatlar aparılır və layihələr hazırlanır.

Hollandiyada FiberCore Europe adlı şirkət təkrar emal edilmiş plastik tullantılardan kompozit körpülər istehsal edir. Körpülər yüngül, davamlı və uzunömürlüdür. Onlar Hollandiyada və digər ölkələrdə müxtəlif layihələrdə istifadə olunub (47).

Hindistanda ECO-BOARD Industries adlı şirkət düyü qabığı və saman kimi kənd təsərrüfatı tullantılarından kompozit panellər istehsal edir. Panellər tikinti və mebel kimi müxtəlif tətbiqlərdə istifadə olunur.

ABŞ-da 3form adlı şirkət təkrar emal edilmiş qətran və şüşə digər materiallardan hazırlanmış kompozit materiallar istehsal edir. Materiallar memarlıq və daxili dizayn kimi müxtəlif tətbiqlərdə istifadə olunur.

Çində CETC Solar Energy Holdings adlı günəş panelləri istehsalında təkrar emal edilmiş şəşədən istifadə edir. Panellər yüksək səmərəliliyə malikdir və uzun ömürlüdür.

Böyük Britaniyada EcoCortec adlı şirkət təbii liflərdən və biopolimerlərdən bioloji parçalana bilən kompozit materiallar istehsal edir. Materiallar qablaşdırma və avtomobil komponentləri kimi müxtəlif tətbiqlərdə istifadə olunur.

Nike firması Move to Zero proqramını başlatdı. Proqramın əsas məqsədi plastik, ip, parça kimi tekstil tullantılarından istifadə edərək aldıkları kompozit birləşmələrdən yeni məhsullar istehsal etməkdir. Bu proqram çərçivəsində tərkibinin 70 % -i təkrar emal edilmiş məhsul olan paltar və ayaqqabılar istehsal edilir. Paltarlar kompozit parçalardan hazırlanır. Hazırda İngiltərədə Nike Town da bu məhsullar istehlakçıya təkrar emal edilmiş materialları, emal və son məhsulları nümayiş etdirərək satılır.

Bundan əlavə, Rua Carlota, Everlane, Baserange GAP, Levi's, C&A, Inditex

group və Nude Jeans daxil olmaqla bir neçə geyim firmalarında kompozit parçalardan istifadə edərək məhsullar istehsal edirlər.

Qlobal kompozitlər bazarının əsas oyunçuları Owens Corning (ABS), Tray Industries, Inc. (Yaponiya), Teijin Limited (Yaponiya), Mitsubishi Chemical Holdings Corporation (Yaponiya), Hexcel Corporation (ABS), GL Group (Almaniya), Nippon Electrical Glass Co. Ltd. (Yaponiya), Huntsman International MMC. (ABS) və Solvay (Belçika) şirkətləridir. Bu şirkətlər kompozit sənayesində öz mövqələrini artırmaq üçün müxtəlif strategiyalar qəbul edirlər. Bu strategiyalar arasında tullantılardan kompozit materialların alınması da var.

General Electric və Mrc Polymers kimi şirkətlər son illərdə 50-60% tullantı PET-dən avtomobil bəmperləri (tampon), təkər örtükləri və külək qoruyucuları istehsal edir.

## NƏTİCƏ VƏ TƏKLİFLƏR

Gəldiyimiz nəticəyə görə bərk tullantıların təkrar emalında kompozit materialların alınması prespektivli bir sahədir. İkinci fəsildə qeyd edildiyi kimi təkrar emal texnologiyalarından fərqli olaraq tullantılardan kompozit materiallar əldə etməklə aşağı dəyərli və ya təkrar emal olunmayan tullantıları yüksək dəyərli məhsullara çevirmək və bununla da tullantı resurslarından maksimum istifadə etmək mümkündür. Kompozitlər alternativ təkrar emal texnologiyalarına nisbətən daha geniş məhsul çeşidliliyi təklif edir. Tullantılardan kompozit materialların əldə edilməsi, resursların mümkün qədər uzun müddət istifadədə saxlanıldığı dairəvi iqtisadiyyatın prinsiplərinə uyğundur. O, tullantıların yeni məhsullara çevrilməsi yolu ilə dövrəni bağlamaq ideyasını təbliğ edir, bununla da tullantıların əmələ gəlməsini azalır və mövcud tullantılar uzun müddətli tətbiq olunur.

Hazırda şüşə və polipropilen lifi beton-dəmir birləşməsində əlavə gücləndirici kimi istifadə olunur. Lakin aşağı çəkili betonun tərkibindəki dəmiri tamamilə şüşə və polipropilen lifi ilə əvəz etməyin mümkün olduğu variantın iqtisadi səmərəsi dissertasiya işində hesablanaraq səmərələşdirici təklif kimi təqdim edilmişdir. Belə ki;

1. Tullantı şüşənin kompozitin tərkib hissəsi kimi istifadəsini günəş panellərinin istehsalında, betonun və digər polimer birləşmələrin gücləndirilməsində istifadəsi ilə göstərilib.
2. Aşağı çəkili betonun istehsalında metal əvəzinə şüşə və polipropilen lifinin istifadəsinin iqtisadi cəhətdən müvafiq olaraq 46 \$ və 45 \$ daha səmərəli olması hesablanmışdır.
3. Bərk tullantılardan kompozit materialların alınması sahəsində tənzimləyici qanunların işlənilib hazırlanması, hazırki texnologiyaların optimallaşdırılması və eləcə də yeni texnologiyaların yaradılması, tullantılar üçün keyfiyyət protokollarının hazırlanması kimi çatışmazlıqlar və həll yolları göstərilib.

Bununla belə, Azərbaycanın tullantıdan kompozit material almaq proqramının həyata keçirilməsində üzləşə biləcəyi bəzi çətinliklər də var. Bu problemlərə tullantıların effektiv idarə olunması infrastrukturunun inkişaf etdirilməsi, tullantı

materialları üçün səmərəli təchizat zəncirlərinin yaradılması və tullantılardan kompozit materialların tələb olunan keyfiyyət standartlarına cavab verməsinin təmin edilməsi daxildir.

Yekun olaraq qeyd edək ki, Azərbaycanda tullantılardan kompozit materialların alınması ilə bağlı əhəmiyyətli potensial var, bu sahədə beynəlxalq təcrübənin öyrənilməsi, müvəffəqiyyət səmərəli planlaşdırma aparmaq, müvafiq infrastrukturun yaradılması, mütərəqqi texnologiyaların tətbiqi ilə sənaye və sektorlar arasında əməkdaşlığın inkişaf etdirilməsi ilə mümkün olacaqdır.

## İSTİNAD OLUNMUŞ MƏNBƏLƏR

1. "Air pollution from industrial sources", World Health Organization.
2. "Air pollution from transportation", United States Environmental Protection Agency.
3. "Environmental Benefits of Recycling." Environmental Protection Agency.<https://www.environment.nsw.gov.au/resources/warrlocal/100058-benefits-of-recycling.pdf>
4. "EPA Solid Waste Disposal Site Minimum National Criteria" <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-03/documents/landbig.pdf>
5. "Landfills." United States Environmental Protection Agency, 2021
6. "Municipal Solid Waste Management." The World Bank, 2018
7. "Solid waste disposal and air pollution", ScienceDirect.
8. "Solid Waste Management." United Nations Environment Programme, 2020
9. "The effects of waste disposal on air quality", Environmental Protection Agency.
10. "The Environmental Benefits of Recycling." Stanford University. <https://lbre.stanford.edu/pssistanford-recycling/frequently-asked-questions/frequently-asked-questions-benefits-recycling>
11. "The Environmental Impact of Recycling." The Balance Small Business. <https://open.library.ubc.ca/media/stream/pdf/52966/1.0075499/3>
12. Aaron James B. Eng. (Hons). Development of composites materials from waste paper and plastic. Thesis Submitted for the Degree of Doctorate of Philosophy. Industrial Research Institute of Swinburne (IRIS) Swinburne University of Technology August 2006, 1-10
13. Alireza Ashori, Amir Nourbakhsh. Bio-based composites from waste agricultural residues. *Waste Management* 30 (2010) 680–684
14. Anastas P. T. and Warner J. C. *Green Chemistry: Theory and Practice*. 1998.
15. Ansari A. M., Fulara M., & Mahmood T. Corporate Social Responsibility in the Context of Sustainable Development: Exploring Different Perspectives and Approaches. In *Sustainable Development Goals and UN Goals* (2016). (pp. 55-70)



16. Ayman Ababneha, Faris Matalkahb, Ruba Aqel. Synthesis of kaolin-based alkali-activated cement: carbon footprint, cost and energy assessment. *Journal of Materials Research and Technology* Volume 9, Issue 4, July–August 2020, Pages 8367-8378
17. Babar Ali, Liaqat Ali Qureshi, Rawaz Kurda. Environmental and economic benefits of steel, glass, and polypropylene fiber reinforced cement composite application in jointed plain concrete pavement. *Composites Communications* 22 (2020) 100437
18. Boitumelo Makgabutlane, Manoko S. Maubane-Nkadimeng, Neil J. Coville, Sabelo D. Mhlanga. Plastic-fly ash waste composites reinforced with carbon nanotubes for sustainable building and construction applications: A review. *Results in Chemistry* 4 (2022) 100405
19. Bridgwater A. V. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. *Biomass and Bioenergy*, 38, 68-94.
20. By Ellen MacArthur Foundation "Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition".
21. By Tchobanoglous G., and Vigil Solid Waste Management: Principles and Practice (2013).
22. Clesceri N.L.. *Bioremediation and Sustainability: Research and Applications*. CRC Press (2017).
23. Cunningham W. P. and Cunningham M. A. *Environmental Science: A Global Concern*. 2019.
24. E. K. Akunna et al. (2020). Greenhouse gas emissions from wastewater treatment plants: sources and reduction strategies. *Environmental Science and Pollution Research*
25. Ellen MacArthur Foundation. (2021). *Circular Economy*.
26. Emma Arussi, Johanna Reiland, Marcos Ierides, Luca Borghero. *Composite Materials: A Hidden Opportunity for the Circular Economy*. *New Materials & Circular Economy Accelerator* (2022)
27. Environment and Climate Change Canada "Municipal Solid Waste Landfills"

- 28.Environmental Protection Agency (EPA). (2021). Hazardous Waste Management Facilities. <https://www.epa.gov/hw/learn-basics-hazardous-waste>
- 29.Environmental Protection Agency. (2022). Paper Recycling Saves Energy, Reduces Greenhouse Gas Emissions. <https://archive.epa.gov/wastes/conserved/materials/paper/web/html/index-2.html>
- 30.EPA. (2021). Waste Management Hierarchy. United States Environmental Protection <https://www.epa.gov/smm/sustainable-materials-management-non-hazardous-materials-and-waste-management-hierarchy>
- 31.Eugen Constantin Ailenei, Savin Dorin Ionesi, Ionut Dulgheriu, Maria Carmen Loghin, Dorina Nicolina Isopescu, Sebastian George Maxineasa and Ioana-Roxana Baci. New Waste-Based Composite Material for Construction Applications. *Materials* 2021, 14, 6079.
- 32.European Aluminium. (2021). Recycling. [https://european-aluminium.eu/wp-content/uploads/2022/12/14-12-2022\\_European-Aluminium\\_Report-aluminium-beverage-can-recycling-rates-2020.pdf](https://european-aluminium.eu/wp-content/uploads/2022/12/14-12-2022_European-Aluminium_Report-aluminium-beverage-can-recycling-rates-2020.pdf)
- 33.European Commission. (2020). A New Circular Economy Action Plan for a Cleaner and More Competitive Europe.
- 34.European Commission. Circular Economy. [https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.html](https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.html)
- 35.European Environment Agency. (2016). The European environment – state and outlook 2015: country briefing – Denmark.
- 36.Farag M. M. Sustainable Industrial Design and Waste Management: Cradle-to-Cradle for Sustainable Development (2018).
- 37.Ferreira S., Lewis J., and Nagori V. Financing Energy Efficiency: Lessons from Brazil, China, India, and Beyond. 2018.
- 38.Gartner. (2020). Gartner says global IT spending to reach \$3.9 trillion in 2020. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-01-15-gartner-says-global-it-spending-to-reach-3point9-trillion-in-2020>
- 39.Gavrilescu M. (2015). Environmental Biotechnology: Volume 2. Springer International Publishing.

40. Geng Y., Fu J., Sarkis J., Xue B., & Zhang Q. Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production* (2012). 23 (1), 216-224
41. George Tchobanoglous, Hilary Theisen, and Samuel Vigil. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. 3rd Edition, 2013.
42. Georgia Chatziparaskeva, Iliana Papamichael, Irene Voukkali, Pantelitsa Loizia, Georgia Sourkouni, Christos Argirusis and Antonis A. Zorpas. End-of-Life of Composite Materials in the Framework of the Circular Economy. *Microplastics* 2022, 1, 377–392
43. Han K., & Park S. Education for Sustainable Development: A Systematic Review. *Sustainability* (2017). 9 (12), 2146
44. Hoornweg D., & Bhada-Tata P. *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. World Bank Publications.
45. <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=22570>
46. [https://www.faa.gov/news/fact\\_sheets/news\\_story.cfm?newsId=15659](https://www.faa.gov/news/fact_sheets/news_story.cfm?newsId=15659)
47. <https://www.fibercore-europe.com/products/parcelbridges/>
48. International Renewable Energy Agency. (2021). *Renewable Energy*.
49. John C. Crittenden, R. Rhodes Trussell, David W. Hand, Kerry J. Howe, and George Tchobanoglous. *Water treatment: principles and design*. Hoboken (2012).
50. Juan M. Diaz and Thomas H. Eggen *Municipal Solid Waste Management: Strategies and Technologies for Sustainable Solutions* (2021)
51. Kaza, S., & Alagöz, A. Z. (2017). The impacts of solid waste on biodiversity: a review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14 (5), 961-974.
52. Kruschwitz P. and Göttelmann J. F. *Cleaner Production: Technologies and Tools for Resource Efficient Production*. 2016
53. Kumar A., & Samadder S. R. A review on technological options of waste to energy for effective management of municipal solid waste. *Waste Management*, (2017). 69, 407-422.

54. Qingfa Zhang, Hongzhen Cai, Weiming Yi, Hanwu Lei, Haolu Liu, Weihong Wang and Roger Ruan. Biocomposites from Organic Solid Wastes Derived Biochars: A Review. *Materials* 2020, 13, 3923
55. Lecturer Dr. Eethar Thanon Dawood, Ali Jihad Hamad. High performance lightweight concrete reinforced with glass fibers. *AL-Mansour Journal / No.20/ Special Issue* 2013
56. M.Narmatha, Dr.T.Felixkala. Meta kaolin –The Best Material for Replacement of Cement in Concrete. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)* e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X, Volume 13, Issue 4 Ver. I (Jul. - Aug. 2016), PP 66-71
57. Malindu Sandanayake , Yanni Bouras, Robert Haigh and Zora Vrcelj. Current Sustainable Trends of Using Waste Materials in Concrete—A Decade Review. *Sustainability* 2020, 12, 9622
58. Mata-Alvarez J., Macé S., & Llabres P. Anaerobic digestion of organic solid wastes. An overview of research achievements and perspectives. *Bioresource Technology*, 74 (1), 3-16.
59. Mulder M. Basic principles of membrane technology. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
60. Municipal Solid Waste Landfills Economic Impact Analysis for the Proposed New Subpart to the New Source Performance Standards U.S. Environmental Protection Agency Office of Air and Radiation Office of Air Quality Planning and Standards Research Triangle Park, NC 27711 (2014)
61. P.Eswaramoorthi, G.E.Arunkumar. Fibers Study On Properties Of Geopolymerconcrete With Polypropylene. *International Refereed Journal of Engineering and Science* 2319-1821 Volume 3, Issue 2 (February 2014), PP.60-75
62. Petri Sormunen, Timo Kärki. Recycled construction and demolition waste as a possible source of materials for composite manufacturing. *Journal of Building Engineering* [Volume 24](#), July 2019, 100742

63. PlasticsEurope. (2020). Plastics - The Facts 2020. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2020/>
64. Rathore N. S.. Solid Waste Management: Principles and Practice. (2019)
65. Rhyner C. R., Gerber R. T., & Theodore L. (2019). Waste Management and Resource Recovery.
66. Shahnaz Shahani, Zhongquan Gao, Mumtaz A. Qaisrani, Naveed Ahmed, Haseeb Yaqoob, Fuad Khoshnaw and Farooq Sher. Preparation and Characterisation of Sustainable Wood Plastic Composites Extracted from Municipal Solid Waste. *Polymers* 2021, 13, 3670
67. Suveer Chandra Dubey, Vivek Mishra, Abhishek Sharma. A review on polymer composite with waste material as reinforcement. *Materials Today: Proceedings* [Volume 47, Part 11](#), 2021, Pages 2846-2851
68. Tchobanoglous G., Theisen H., & Vigil S. A. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill Education (2014).
69. Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. *Sustainable Solid Waste Management: A Systems Engineering Approach*. 2017.
70. Thakur G., & Das M. Environmental impact assessment of solid waste management practices: A review. *Sustainable Cities and Society*
71. UN Environment Programme. (2019). *Global Environment Outlook 6: Summary for policymakers*. Nairobi, Kenya: UN Environment Programme.
72. UNEP/MAP (2015). *State of the Mediterranean marine and coastal environment*. Athens, Greece: United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan.
73. United Nations Environment Programme (UNEP). (2018). *Global Environment Outlook 2019*. <https://www.unep.org/resources/global-environment-outlook-6>
74. United Nations Environment Programme. (2017). *Waste Management Outlook for Mountain Regions: Sources and Solutions*. <https://www.unep.org/ietc/resources/publication/waste-management-outlook-mountain-regions-sources-and-solutions>

75. United Nations Environment Programme. (2019). Global Environment Outlook 6: Healthy Planet, Healthy People.
76. United Nations Environment Programme. (2021). Clean Energy.
77. United Nations Environment Programme. Solid Waste Management. 2021
78. United Nations Environment Programme. Waste Management. <https://www.unep.org/resources/report/global-waste-management-outlook>
79. United Nations Framework Convention on Climate Change. (2021). Renewable Energy.
80. United Nations Framework Convention on Climate Change. Paris Agreement. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
81. United Nations Industrial Development Organization. (2020). Clean Production and Resource Efficiency.
82. United Nations Industrial Development Organization. (2021). Resource Efficient and Cleaner Production.
83. United States Department of Agriculture. (2015). Composting At Home.
84. United States Department of Energy. (2021). Carbon Capture, Utilization and Storage.
85. United States Environmental Protection Agency (EPA). (2021). Landfills. <https://www.epa.gov/landfills/municipal-solid-waste-landfills>
86. Van der Bruggen B., & Vandecasteele C. Distillation vs. membrane filtration: overview of process evolutions in seawater desalination. *Desalination*, 156 (1-3), 263-284.
87. Webster K. and Fedato C. Sustainable Manufacturing: Shaping Global Value Creation. 2019.
88. Willard M. The Business Guide to Sustainability: Practical Strategies and Tools for Organizations. 2015.
89. Williams A., & Mulligan C. Eco-friendly materials for sustainable construction. (2010).

90. World Bank. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.
91. Worrell E., & Reuter M. A. (2014). Handbook of Recycling: State-of-the-art for Practitioners, Analysts, and Scientists.
92. Yaolin Wang, Chenyang Liu, Xi Zhang and Shaoting Zeng. Research on Sustainable Furniture Design Based on Waste Textiles Recycling. Sustainability 2023, 15, 360
93. Zero Waste Scotland. (2020). Composting and Anaerobic Digestion. Zero Waste Scotland. <https://www.zerowastescotland.org.uk/resources/anaerobic-digestion>