



TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİNDE ÇEVRE
KİRLİLİĞİNİ MINİMİZE EDİCİ
TEKNOLOJİLERİN VE MALİYET
BOYUTLARININ BELİRLENMESİ

YDABÇAG-264/G YÖNETİCİ ÖZETİ

1997-1338

Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve
Çevre Araştırma Grubu

Earth Marine Atmospheric Sciences and
Environmental Researches Grant Group

ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİNDE ÇEVRE
KİRLİLİĞİNİ MİNİMİZE EDİCİ
TEKNOLOJİLERİN VE MALİYET
BOYUTLARININ BELİRLENMESİ

YDABÇAG-264/G YÖNETİCİ ÖZETİ

1997-1338

ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİNDE

ÇEVRE KİRLİLİĞİNİ MİNİMİZE EDİCİ TEKNOLOJİLERİN

VE MALİYET BOYUTLARININ BELİRLENMESİ

TÜBİTAK PROJELERİ

(1991 - 1995)

KOD NO: DEBAG 151/G

DEBAG 85/G

DEBAG 126/G

YDABÇAG 264/G

YÖNETİCİ ÖZETİ

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Çevre Mühendisliği B1.

Dokuz Eylül Üniversitesi

İstanbul Teknik Üniversitesi

Çevre Mühendisliği Bölümleri

1-43

Ankara 1996

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
I. GİRİŞ	1
II. PROJENİN AMACI	8
III. SEÇİLEN ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİNİN TANITIMI	15
III.1. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çalışma Bölgesi	15
III.2. Dokuz Eylül Üniversitesi Çalışma Bölgesi	18
III.3. İstanbul Teknik Üniversitesi Çalışma Bölgesi	22
IV. GENEL MALİYET ANALİZİ	27
V. ARITMA SİSTEMİ SEÇİMİ VE MALİYET ANALİZİ	29
VI. MALİYETLERE KATILIM PAYLARININ HESAPLANMASI	33
VII. SONUÇLAR	37

I. GİRİŞ

Organize Sanayi Bölgeleri (OSB'ler), altyapısı önceden ortaklaşa inşa edilmiş, kent dışındaki tahsisli alanlarda üyelerine parsel satışı yoluyla yapıldıkları yörelerde daha düzenli bir ekonomik gelişmeyi sağlayan sanayi siteleridir. Bu bölgeler

- * Yatırımların yönlendirilmesi
- * Dengeli kalkınmanın sağlanması
- * Düzenli şehirleşmenin sağlanması
- * Sanayileşmenin çevre sorunlarına yol açmayacak veya bu sorunları minimum düzeye indirecek şekilde gerçekleştirilmesi

amacıyla DPT tarafından bir "Planlama Aracı"olarak kullanılmaktadır. Bu konuda oldukça büyük başarılar sağlanmış, bugüne kadar bitmiş ve hizmete açılmış OSB sayısı 36'ya ulaşmıştır.

Türkiye'de OSB'lerin Sayıları ve Dağılımı

Ülkemizde OSB'lerin kurulma çalışmaları 1960 yıllarında şekillenmiş, 1962 yılında kurulmaya başlayan OSB'ler Türkiye'nin ekonomik kalkınmasında büyük bir rol oynamıştır. Kurulan ilk OSB Bursa 'dadır ve inşaatı 1962 yılında başlamıştır. 1964 de Bursa OSB'de yer alan firma sayısı sadece bir iken 1984 'de bu sayı 87' ye, 1996' da da 141'e ulaşmıştır. Sanayi ve Ticaret Bakanlığından alınan Ocak 1996 verilerine göre Türkiye'deki OSB projelerinin durumları aşağıdaki tablo'da gösterilmiştir:

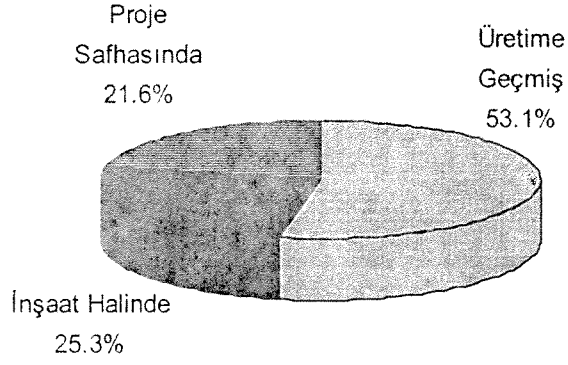
Tablo 1. OSB Projelerinin Durumları (Temmuz 1996)*

OSB Projelerinin Durumları	OSB Sayısı	OSB Alanı (ha)
1. 1962-1995 Yılları Arasında Hizmete Sunulanlar	36	8582
2. 1996 Yatırım Programında Olanlar		
A. İnşaatı Devam Edenler	55	14742
B. Kamulaştırma Safhasında Olanlar	30	5080
GENEL TOPLAM	121	28404

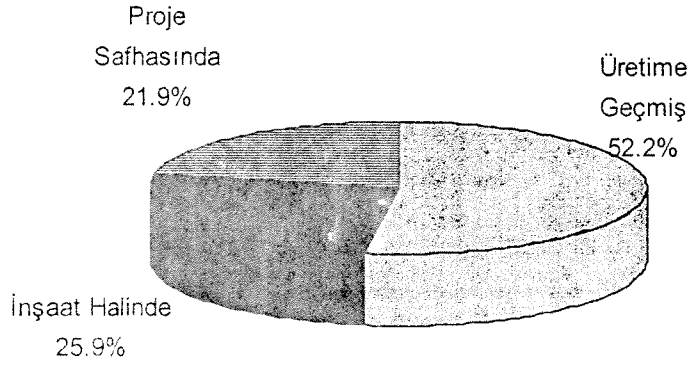
* Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'ndan alınan değerler.

Hizmete sunulan OSB'lerde toplam sanayi parsel sayısı 5404 dür. Bu parsellerin 5144 ü tahsisi yapılmış parseller, 260 ıda henüz tahsisi yapılmamış parsellerdir. Tahsisi yapılmayan parsellerin oranı %4.8 dir. Tahsisi yapılmış parsellerin dağılımı Şekil 1 de gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi hizmete açılmış OSB'lerde tahsis edilen parsellerin %53.1 i üretime geçmiş tesislere, %25.3 ü inşa halinde olanlara ve %21.6 sı proje safhasında olan tesislere aittir. Bu yüzdeler tesis sayıları bazında Şekil 2 de gösterilmiştir. Üretime geçmiş tesis sayısı 2221 (%52.2), inşa halindeki tesis sayısı 1102 (%25.9) ve proje safhasındaki tesis sayısı 932 (%21.9) dir.

1962-1995 yılları arasında hizmete sunulan OSB'lerin coğrafik bölgelere dağılımı Şekil 3'de verilmiştir. Ayrıca, Türkiye genelinde hizmete sunulmuş OSB'lerdeki tesislerin sektörel dağılımı Şekil 4'de gösterilmiştir. Şekil 4'ün incelenmesinden ülkemizde OSB'lerdeki en yaygın sanayi türünün dokuma ve giyim olduğu, ondan sonra sırasıyla demir ve çelik işleme, gıda, deri ve deri mamullerinin geldiği görülmektedir.

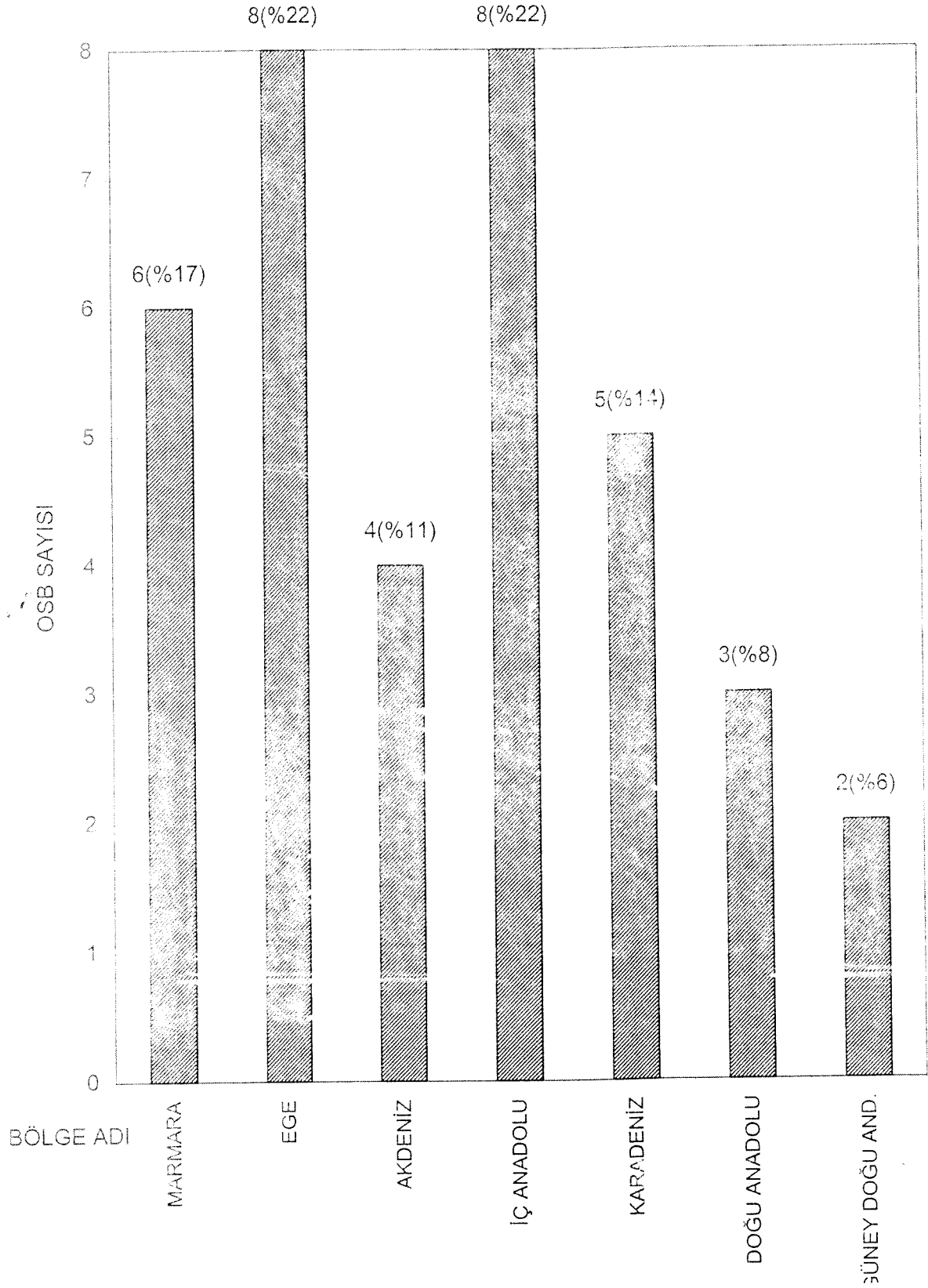


Şekil 1 : Hizmete Sunulan OSB'lerde Tahsisi Yapılmış Parsellerin Dağılımı



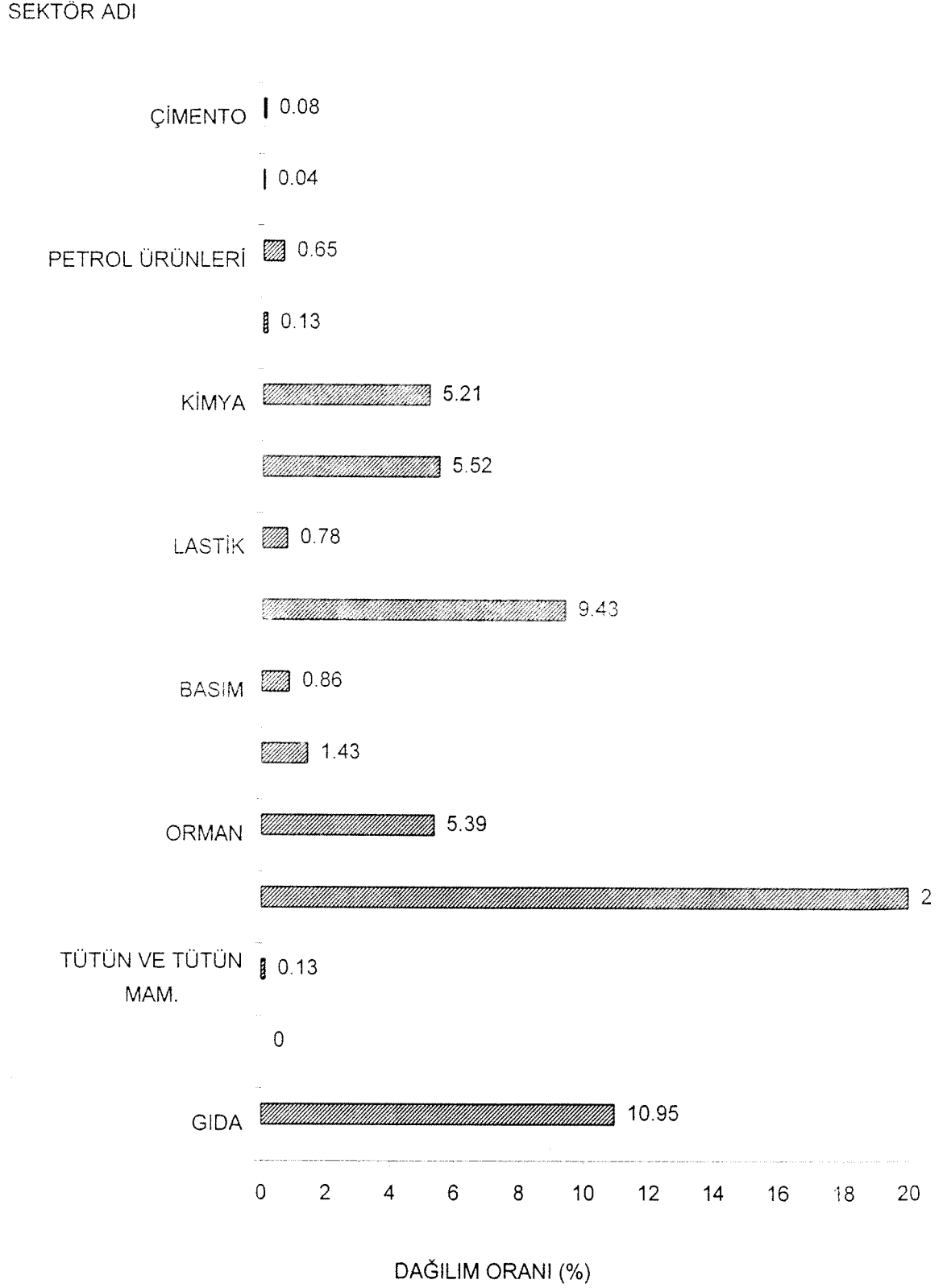
Şekil 2 : Hizmete Sunulan OSB'lerde Tesis Sayılarının Dağılımı

OSB'lerin kurulmaya başlandığı yıllarda ve daha sonraki 10-15 yıl içinde OSB'lerde yaratılan çevre kirliliği problem olarak görülmemiştir. Fakat 1980 yıllarından sonra OSB'lerin yaratabilecekleri çevre sorunlarıyla beraber ele alınması gerektiği daha iyi anlaşılmaya başlanmış ve Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından özellikle çevresel kıstasların belirlenmesi yoluyla Organize Sanayi Bölgeleri uygulamasına getirilebilecek bazı yeni düzenlemelerin neler olabileceğine yönelik çalışmalar başlatılmıştır.

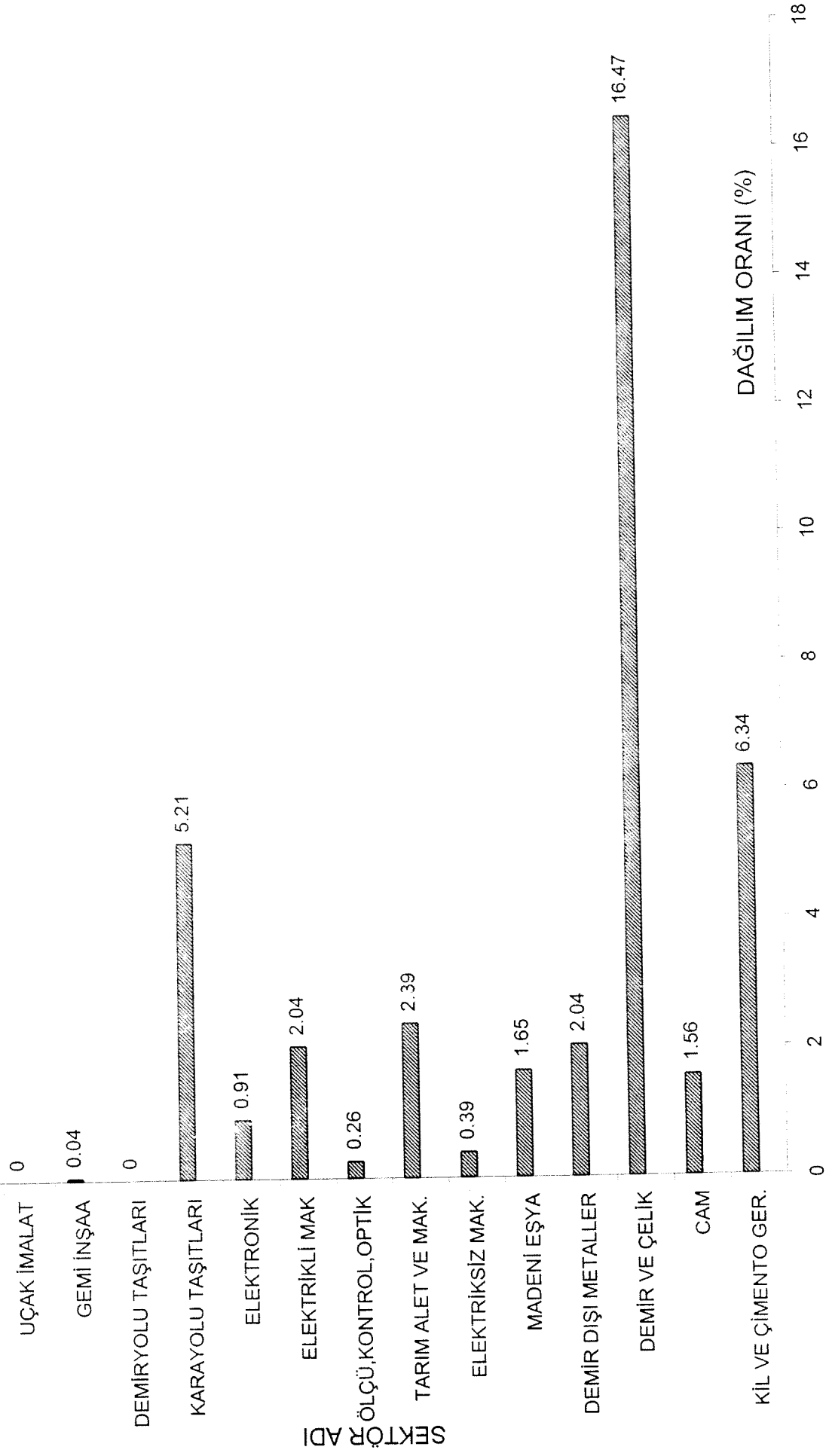


Şekil 3: 1962 - 1995 Yılları Arasında Hizmete Sunulan OSB' lerin Bölgelere Göre Dağılımı (Ref: Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Ocak 1996 verileri)

Şekil 4:Türkiye Genelinde OSB'lerde Üretime Geçen Tesislerin Sektörel Dağılımı (Ocak 1996)



Şekil 4: Türkiye Genelinde OSB'lerde Üretim Geçen Tesislerin Sektörel Dağılımı
(Devam)



1980 lerden itibaren giderek artan çevre bilinci ve sanayicimizin çevre kirliliğini önleme yolundaki olumlu katkıları, bugün OSB yönetimlerini kendi atık sularını arıtmak üzere atıksu arıtım tesislerini yapma noktasına getirmiştir. Gerek inşaatı tamamlanmış ve üretime geçmiş, gerekse yapımı süren OSB'lerde arıtma tesisleri için yatırım kararlarının verilmesi ve arıtım teknolojilerinin seçilmesi gündemdedir. Bu durumdaki OSB'lerde kurulacak arıtma ve çevre yönetim esaslarının (gaz, sıvı, katı atıklar için) belirlenmesi, uygulanacak arıtım teknolojilerinin neler olması gerektiği, OSB'lerin özelliklerine ve buldukları coğrafik bölgelere göre arıtımda öncelikli veya farklı durumlarının bilinmesi önem kazanmaktadır. Özellikle arıtma tesisleri ihale aşamasına gelen OSB'lerde ihale hazırlıkları bakımından sağlıklı çevresel hedeflerin ve maliyetlerin bilinmesi gereklidir.

Bu nedenle DPT, 1991 yılı içinde "Organize Sanayi Bölgelerinde Çevre Kirliliğini Minimize Edici Teknolojilerin ve Maliyet Boyutlarının Belirlenmesi" adı altında bir sektör projesi başlatmıştır. Bu projede Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) ; Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) ve İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Çevre Mühendisliği Bölümlerindeki araştırmacı ekipler görev almışlardır.

II. PROJENİN AMACI:

DPT tarafından başlatılan projenin amacı:

- * Organize Sanayi Bölgelerinde mevcut Çevre Sorunlarının belirlenmesi
- * Organize Sanayi Bölgelerindeki kirlilik yüklerinin tesbiti
- * Atıksu arıtımı için arıtma teknolojilerinin incelenmesi
- * Arıtma tesisi yatırımları için kapasite-maliyet ilişkilerinin çıkarılması
- * Organize Sanayi Bölgelerinde hava, su ve katı atık yönetim planlarının hazırlanması

için önerilerin geliştirilmesidir.

Proje Kapsamında Yapılan Çalışmalar

Projenin birinci yılı için öngörülen Alt Proje I, "Organize Sanayi Bölgelerinin Mevcut Yapısının incelenmesi" ni ele almaktadır. Bu çerçevede, OSB'lerde kurulmuş ve/veya proje safhasında olan fabrikalarda gerçekleştirilen bir anket çalışması ile işe başlanmıştır. Anket çalışmalarının Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından yürütülmesi kararlaştırılmıştır. Üç Üniversite tarafından ortaklaşa hazırlanan bir anket formu, Bakanlık tarafından OSB'lere gönderilerek OSB'lerde yer alan tesislerin üretim kapasitesi, kullandıkları hammaddeler, çalışan işçi sayısı, su ve elektrik tüketimi, katı, sıvı ve gaz atıklar hakkında sorular sorulmuştur. Gelen anket sonuçları ilgili Üniversitelerce değerlendirilmiş, böylece OSB'lerde yer alan sanayi türlerinin dağılımı ve OSB'lerin doluluk oranları hesaplanmıştır.

Anket çalışmaları sonucunda derlenen verilerin bir bilgi bankasına aktarılabilmesi amacıyla, ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından DBASE III Plus

yazılımı kullanılarak bir veri tabanı formatı hazırlanmıştır. Hazırlanan format disketlere kopyalanmış ve formatın kullanımı ile ilgili olarak her araştırma grubunun göz önünde tutması gereken noktalar bir föy halinde hazırlanarak yine her üniversiteye gönderilmiştir. Ayrıca, değişik sanayi kolları ve alt kolları için tesbit edilen kod numaraları diğer üniversitelere aktararak, homojen bir veri tabanı oluşturulmasına çalışılmıştır. Sanayi kollarına ait kodların tesbit edilmesinde Dünya Sağlık Teşkilatının kullandığı kodlama sistemi esas alınmıştır. Sanayi alt kollarına ait kodlar da Devlet İstatistik Enstitüsü "İktisadi Faaliyetler Sınıflandırılması" raporundan alınmıştır.

Projenin ikinci yılı olan 1992 yılı içerisinde Alt Proje II olarak tanımlanan "Organize Sanayi Bölgelerinin Kirililik Yüklerinin Çıkarılması" ele alınmıştır. Bu projenin amacı, doluluk oranı fazla olan OSB'lerden her üniversite için pilot olarak seçilen bir OSB'de ayrıntılı araştırma ve inceleme yapmak, 1991 yılında anketler yoluyla elde edilemeyen bilgileri bizzat yerinde ölçerek tamamlamak olmuştur. Böylece, OSB'lerde bulunan değişik sanayi sektörleri için kirililik parametreleri, mümkünse emisyon faktörleri ve kirililik yükleri belirlenerek ön arıtma gerektiren sanayi sektörlerinin belirlenmesi, ön arıtım teknolojileri için seçenekler ortaya konması hedeflenmiştir.

Bu amaçla,

- a) Anket formlarından elde edilen bilgilerden,
- b) Literatürden elde edilen bilgilerden (iç ve dış kaynaklı)
- c) Daha önce proje çalışmaları sırasında yapılmış tez, proje, bitirme ödevi, kirlenme etüdü gibi

çalışmalardan yararlanılmış; eksik verilerin tamamlanması amacıyla OSB'lere gidilerek bizzat proje personeli tarafından yerinde ölçüm ve incelemeler yapılmış; çalışmalar hem kuramsal hem de deneysel bazda yürütülmüştür.

Proje çalışmalarına katılan her üniversite için , bu üniversiteye yakın bir OSB bölgesi “ pilot çalışma bölgesi “ olarak seçilmiş ve ayrıntılı çalışmalar bu OSB 'lerde devam ettirilmiştir. Pilot OSB'ler, doluluk oranı %70'den fazla olan ve sanayi türleri bakımından karma yapıda olan OSB'ler arasından seçilmiştir. Böylece, üniversitelerin ayrı ayrı inceleyecekleri OSB'lerdeki endüstri tiplerinin bir araya toplanmasıyla, yaklaşık olarak OSB'lerde yer alan tüm endüstri çeşitlerinin (sektörlerin) kapsanması hedeflenmiştir. ODTÜ Eskişehir OSB (I +II)' yi , DEÜ Manisa OSB (I+II) 'yi, İTÜ ise Bursa OSB 'yi incelemiştir. Plot OSB seçimi yapıldıktan sonra,

- * Her pilot OSB'de yer alan sanayi tesislerinin prosesleri ve teknolojileri incelenmiştir.
- * Sanayi tesislerinde filen çalışmalar yapılmış, hava ve atıksu örnekleri alınarak analiz edilmiş, debi ölçümleri yapılmıştır.
- * Bazı OSB'lerde sanayi tesisleri, kapasitelerine ve yarattıkları kirliliğe göre gruplara ayrılmıştır.
- * Kirlilik yaratan sanayi tesisleri için yapılan atık karakterizasyonu ve debi ölçümlerinden yararlanarak "kirlilik yükleri" hesaplanmıştır. Böylece, hiç arıtım yapılmadığında doğaya verilecek kirlilik yükleri tespit edilmiştir.
- * Sanayi tesislerinden çıkan atıksuların bir toplu arıtma tesisine gönderilmesi durumunda her pilot OSB için nasıl bir arıtma şeması izleneceği belirlenmiştir.

- * Pilot OSB'lerde toplu arıtma tesisine gönderilmeden önce ön arıtma yapması gereken sanayi türleri tespit edilmiştir. Bunlar için ön arıtma sistemleri belirlenmiştir.
- * Pilot OSB'lerde arıtma ve ön arıtma işlemlerinin kolaylığı açısından, hangi tür endüstrilerin fiziksel olarak daha yakın konumda olmaları gerektiği saptanmıştır.
- * Pilot OSB'lerde hava kirliliği ölçüm çalışmaları yapılmış, hangi tür yakıtların ne ölçüde hava kirliliği yarattığı belirlenmiştir.
- * Pilot OSB 'lerin katı atıkları incelenmiş, katı atık envanteri çıkarılmıştır.

Projenin ikinci yıl çalışmaları sonunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

A. Eskişehir OSB'deki tesis sayısının %45'ini Metal Eşya, Makina ve Teçhizat Sanayiinin; %10'unu Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayiinin; %8'ini Taş ve Toprağa Dayalı Sanayiinin; %7'sini Kimya ve Plastik Sanayiinin; %7'sini de Kağıt Ürünleri Sanayiinin oluşturduğu bulunmuştur. Bu sanayilerden oluşan atıksu miktarı da

* Endüstriyel atıksular	4 090 m ³ /gün
* Evsel atıksular	380 m ³ /gün
TOPLAM	4 470 m ³ /gün

olarak bulunmuştur. Atıksudan kaynaklanan yük hesaplandığında, hiç bir arıtma yapılmadan atık yükleri,

* BOİ ₅	= 1 300 kg/gün
* KOİ	= 5 910 kg/gün
* AKM	= 3 840 kg/gün
* Yağ ve Gres	= 550 kg/gün

olarak bulunmuştur. Eskişehir OSB'de oluşan atıksuların düşük olduğu, atıksuların AKM ve yağ giderimi sonrası arıtılabileceği gözlenmiştir. Metal Eşya, Makina ve Teçzelebilecek metal kirleticilerin konsantrasyonlarının düşü sistemlerinde herhangi bir olumsuz etki yapmalarının edilmektedir.

B. Manisa OSB için yapılan çalışmalarda bu OSB'de Metal Eşya, Makina ve Teçhizat Sanayiinin; %13'ünü Ürünleri Sanayiinin; diğer %13'ünü Dokuma, Deri ve I %9'unu Kağıt ve Basım Sanayiinin; diğer bir %9'unu %10'unu ise Metal Ana Sanayiinin oluşturduğu bulunı sanayi kuruluşlarında yapılan ölçümler sonunda bulunar gibidir:

* BOI ₅	= 1 300 kg/gün
* KOI	= 5 910 kg/gün
* AKM	= 3 840 kg/gün
* Yağ ve Gres	= 550 kg/gün

olarak bulunmuştur. Eskişehir OSB'de oluşan atıksuların ağır metal yükünün oldukça düşük olduğu, atıksuların AKM ve yağ giderimi sonrasında biyolojik yöntemlerle arıtılabileceği gözlenmiştir. Metal Eşya, Makina ve Teçhizat Sanayii işyerlerinden gelebilecek metal kirleticilerin konsantrasyonlarının düşük olduğu, biyolojik arıtma sistemlerinde herhangi bir olumsuz etki yapmalarının beklenemeyeceği tahmin edilmektedir.

B. Manisa OSB için yapılan çalışmalarda bu OSB'deki tesis sayısının %39'unu Metal Eşya, Makina ve Teçhizat Sanayiinin; %13'ünü Kimya, Plastik ve Petrol Ürünleri Sanayiinin; diğer %13'ünü Dokuma, Deri ve Diğer Eşyalar Sanayiinin; %9'unu Kağıt ve Basım Sanayiinin; diğer bir %9'unu Gıda ve İçki Sanayiinin; %10'unu ise Metal Ana Sanayiinin oluşturduğu bulunmuştur. Manisa OSB'deki sanayi kuruluşlarında yapılan ölçümler sonunda bulunan atıksu debileri aşağıdaki gibidir:

* Endüstriyel atıksular	12 560 m ³ /gün
* Evsel atıksular	3 410 m ³ /gün
TOPLAM	15 970 m ³ /gün

Atıksuların getirdiği kirlilik yükü hesaplandığıında aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

* BOI ₅	= 17 800 kg/gün
* KOI	= 39 460 kg/gün
* AKM	= 23 800 kg/gün
* Fenoller	= 21 kg/gün

C. Bursa OSB'deki tesis sayısının %37'sini Dokuma, Deri ve Diğer Giyim Eşyaları Sanayiinin; %28'ini Metal Eşya, Makina ve Teçhizat Sanayiinin; %19'unu Kimya ve Plastik Sanayiinin; %3'n ise Metal Ana Sanayiinin oluşturduğu bulunmuştur. Bursa OSB'deki sanayi kuruluşlarında yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlara göre de aşağıdaki debiler bulunmuştur.

* Endüstriyel atıksular	18 260 m ³ /gün
* Evsel atıksular	3 220 m ³ /gün
TOPLAM	21 480 m ³ /gün

Atıksuların getirdiği kirlilik yükü hesaplandığıında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

* BOI ₅	= 11 000 kg/gün
* KOI	= 33 450 kg/gün
* AKM	= 6 430 kg/gün
* Yağ ve Gres	= 3 850 kg/gün

zerinde alışılan OSB'lerde hava kirliliği ölçümleri yapılmış, özellikle ısınma ve prosesler için gerekli buhar ve sıcak hava üretiminde kömür kullanan tesislerin önemli ölçüde hava kirliliğine sebep olduğu bulunmuştur. Ayrıca, yanma sonucu

oluşan cüruf ve kül de katı atık problemi yaratmaktadır. Yakıt olarak doğal gazın kullanılması, doğal gazın olmadığı, kömür ve fuel-oil kullanımının gerekli olduğu bölgelerde kükürt oranı düşük olan fuel-oil ve kömür kullanılmalıdır.

Projenin üçüncü yılı olan 1993 yılında da Alt Proje III kapsamında "Organize Sanayi Bölgeleri Atıksu Arıtma Tesislerinin Boyutlandırılması ve Maliyet Analizi" çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çeşitli debi değerlerine karşı arıtma sistemlerinin maliyet analizleri, mekanik arıtma için İTÜ, kimyasal arıtma için DEÜ ve biyolojik arıtma için ODTÜ çalışma grupları tarafından yapılmıştır. Daha sonra İTÜ grubunca yukarıda bahsedilen arıtma sistemleri için kapasite-maliyet eğrileri geliştirilmiştir. Bu konuda ayrıntılı bilgi Maliyet Analizi kısmında verilmiştir.

Diğer taraftan, 1993 yılı çalışmaları sonucu belirlenen esaslar çerçevesinde, pilot olarak seçilen her OSB için atıksu arıtma tesisi boyutlandırma çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla daha önce belirlenmiş olan alternatif arıtma senaryoları gözönünde bulundurulmuştur.

III. SEÇİLEN ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİNİN TANITIMI

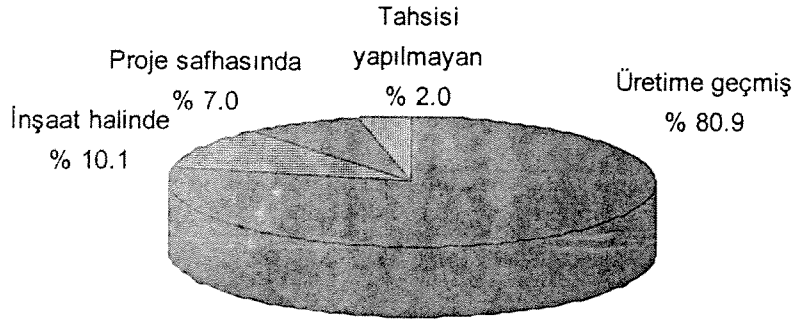
III.1 Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çalışma Bölgesi

ODTÜ tarafından pilot bölge olarak seçilen Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi (I ve II), Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı kredi desteği ile Eskişehir Sanayi Odası sorumluluğu altında kurulmuş ve hızlı gelişmekte olan bir OSB'dir. Bölgenin Eskişehir Sanayi Odası'nca 1969 yılında başlatılan girişimlerinin ana hedefi, bir yandan çevresel kirliliğin kontrolü amacıyla değişik alanlara dağılmış olan çeşitli sanayi tesisleri için tüm altyapı ihtiyaçları ile birlikte modern bir site kurmak, öte yandan sanayi tesisleri arasında teknoloji ve bilgi alışverişine dayanan karşılıklı dayanışmayı sağlamaktır.

Eskişehir-Ankara Devlet Karayolunun, kuzey tarafında, Eskişehir'den 10 km uzakta ve 100 hektarlık bir alana yayılmış bulunan Eskişehir OSB'nin birinci kısmının altyapı çalışmaları 1973'te başlamıştır. 1975'te altyapı çalışmaları tamamlandıktan sonra parseller işletmeye açılmıştır.

Hızlı sanayileşme bölgenin kısa zamanda dolmasına sebep olmuş, bölgede yer almak isteyen yeni işletmelerin taleplerine cevap veremez duruma gelmiştir. Mevcut talepleri göz önünde bulunduran Eskişehir Sanayi Odası, OSB'yi 200 hektarlık bir alana genişletmiş ve Eskişehir-II OSB oluşturulmuştur. Bu kısımdaki altyapı çalışmaları 1982'de başlamış ve parseller kısa zamanda sanayicilerin kullanımına açılmıştır. Parsel sayısına göre 1992 yılında doluluk oranı %69.7 dolayında olan bu bölgenin Ocak 1996 daki doluluk oranı %78.1 dir. 1996 yatırım programında olan ve yapımı devam eden OSB'ler arasına Eskişehir III de girmiş bulunmaktadır.

Bölgenin brüt alanının %80-85'i sanayi parseli, geri kalanı da yeşil alan ve altyapı genel hizmet binaları için ayrılmıştır. Eskişehir OSB'de halen sanayi parselleri büyük bir oranda dolu olup, birinci kısımda hiç boş parsel bulunmamaktadır. Eskişehir OSB (I+II) de parsellerin doluluk oranı Şekil 5'de gösterilmiştir.



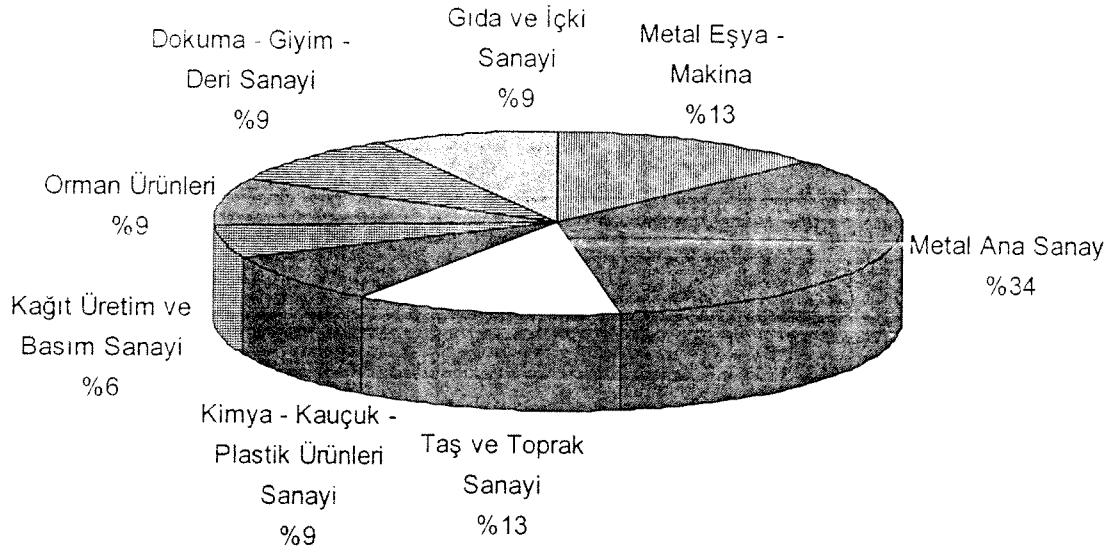
Şekil 5 :Eskişehir OSB (I+II)nin parsel sayılarına göre doluluk oranı (Temmuz 1996)

Altyapı çalışmaları sırasında her parsel için içme ve kullanma suyu getirilmiş, yağmur sularını ve pis suyu toplayacak kanalizasyon ve drenaj şebekesi bağlanmıştır. Yine bu çerçevede her parsel için 34.5 KV'luk elektrik enerjisi sağlanmıştır.

Bölge yönetmeliğine göre, küçük sanayi grubuna giren tamirci, mobilyacı, hızarıcı ve deri ile ilgili her türlü üretim yapan kuruluşlara ve belirli bir üretim programı bulunmayan atölyelere Eskişehir OSB'de yer verilmemektedir. Ayrıca, yine Bölge yönetmeliğine göre, sanayici işletmesinin meydana getireceği titreşim, gürültü, duman, toz, kül, kötü koku, zehir ve korozif gaz gibi çevresini tedirgin edebilecek problemleri ve maddeleri çevresine zarar vermeyecek orana indirmek için her türlü önlemi almakla yükümlüdür. Eskişehir OSB'de yer alan endüstri türleri ve tesis sayıları Tablo 2'de verilmektedir. Bölgedeki genel endüstri tür dağılımı Şekil 6'da gösterilmiştir.

Tablo 2. Eskişehir OSB'de Yer Alan Endüstrilerin Sektörel Dağılımı

Endüstri Türü	Tesis Sayısı	%
Metal Eşya, Makina ve Teçhizat Sanayii	16	12.7
Metal Ana Sanayii	43	34.2
Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayi	11	8.7
Gıda İçki Sanayi	11	8.7
Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi	16	12.7
Kimya, Kauçuk ve Plastik Sanayii	11	8.7
Kağıt, Kağıt Ürünleri ve Basım Sanayii	7	5.6
Dokuma - Giyim ve Deri Sanayii	11	8.7
TOPLAM	126	100.0



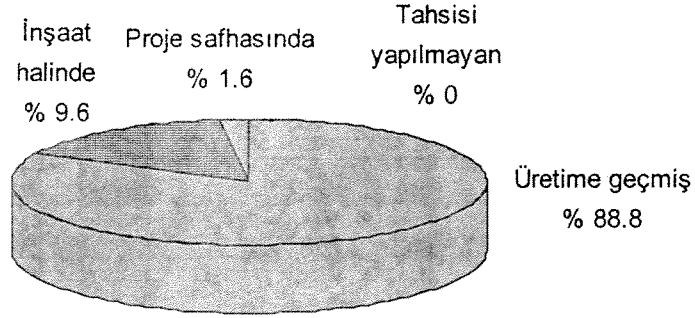
Şekil 6: Eskişehir OSB (I+II)'deki Kuruluşların Sanayi Türlerine Göre Dağılımı (Temmuz 1996)

III.2 Dokuz Eylül Üniversitesi Çalışma Bölgesi

1991 yılında yapılan anket sonuçlarına göre yörede gerek Manisa I, gerekse hemen bitişiğinde yeni kurulan Manisa II Organize Sanayi Bölgeleri, ülkemizde karışık yapıdaki en dolu ve faal OSB'lerin başında yer almaktadır. Dokuz Eylül Üniversitesi'ne karayoluyla sadece yarım saat mesafedeki bu bölge, üniversiteye yakın oluşu nedeniyle çalışma kolaylığı sağlamaktadır.

Manisa Organize Sanayi Bölgesi, Manisa'nın batısında İzmir yolu üzerinde yer almaktadır. İzmir-İstanbul karayolu üzerinde, Manisa'ya 5.5 km, İzmir'e 31.5 km mesafededir. Karaçay, Safrançayı, Eski Menemen Yolu ve İzmir-İstanbul Karayolu arasında kalan 1 739 000 m² alan üzerine kurulmuştur. Tarıma elverişli olmayan, % 1.5 eğimli, 2.5 kg/cm² zemin taşıma gücüne ve 72 cm/saat geçirgenlik katsayısına sahip arazi üzerinde yer almaktadır.

Bölgede yerleşim, İzmir-İstanbul karayolundan giren iki ana arter yardımıyla sağlanmaktadır. Bunları birbirine bağlayan ara yollarla Bölge 12 adaya ve 151 parsel bölünmüştür. Parselasyon başlangıçta 2100 m² -4500 m² -7500 m² -12000 m² ve daha büyükler olarak planlanmış ve tatbikat buna göre yapılmışsa da, sonraları görülen gelişmenin niteliği icabı, 2100 ve 4500m²'lik parseller birleştirilerek parsel ölçeği büyütülmüş ve orta çaplı yatırımlara cevap verir duruma getirilmiştir. Büyük parsellere duyulan ihtiyaç nedeniyle diğer gruplarda da yapılan birleştirmeler sonucu tesis kurulabilecek parsel sayısı 76'ya inmiştir. Parsellerin doluluk oranı 1992 yılında %85.6 iken 1996 yılında %87.2'ye ulaşmıştır. 1996'daki doluluk oranı Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7: Manisa OSB (I+II) nin parsel sayılarına göre doluluk oranı (Temmuz 1996)

Halen altyapı olarak bölgede, çeşitli genişliklerde toplam 9.5 km'lik beton-asfalt yol ağı mevcuttur. Su, bölgeye tahsis edilen 6.5 km mesafedeki Gürle Su kaynağından cazibe ile temin edilmektedir. Ayrıca mevsimlik dalgalanmaları karşılamak üzere, bölge içinde toplam 80 l/sn kapasitede dört adet su kuyusu bulunmaktadır.

T.E.K. Manisa Trafo Merkezi'nden alınan elektrik, yeniden inşa edilen Terfi Merkezi vasıtasıyla 31.5 KV olarak dağıtılmaktadır. Bunun yanında üç ayrı trafodan beslenen alçak gerilim dağıtım şebekesi de bulunmaktadır. Yüksek ve alçak gerilim enerji nakil hatları da parsellerin arka sınırlarını takibederek yayılmakta, kuruluş sırasında gerekli alçak gerilim ihtiyaçları karşılandıktan sonra her kuruluş, kendi üretim tekniğine ve ihtiyaçlarına göre 31.5 KV enerjiyi kendi transformatör merkezini kurmak suretiyle kullanmaktadır.

Güneyden kuzeye doğru % 1.5 eğimle açılan Organize Sanayi Bölgesi arazisinin 199 000 m²'lik kısmı yol, kaldırım, sosyal tesisler alanı olarak kullanılmış; yatırımlar için net 1 540 000 m²'lik alan ayrılmıştır.

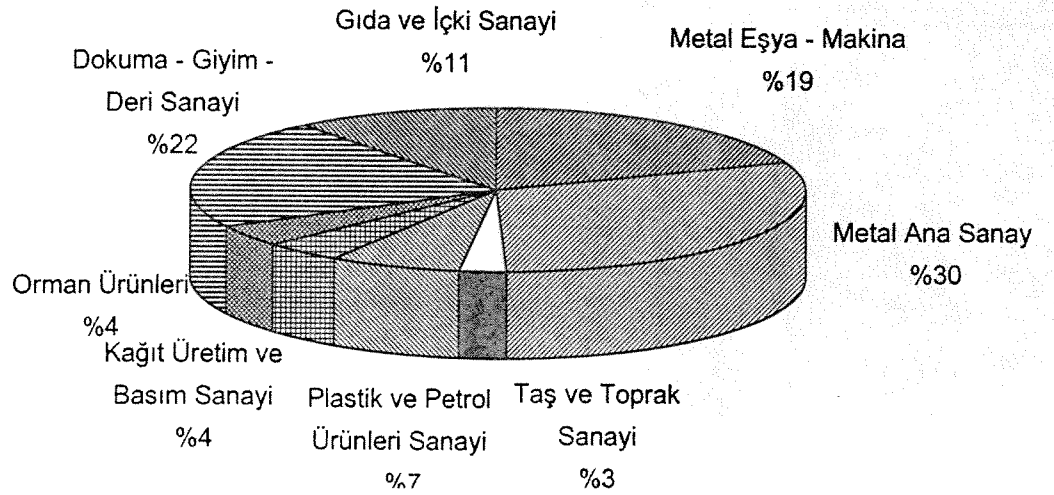
Organize Sanayi Bölgesi dışında inşa edilmiş olan Gürle kaynağı kaptaj tesisi ve 3000 tonluk iki adet su deposu dışında kalan enerji tevzi merkezi, üç adet trafo merkezi, su klorklama merkezi ve dört adet su pompaj istasyonu, bölge içinde sıralanmış bulunmaktadır.

Bütün parsellerin önünden su, kanalizasyon ve drenaj şebekeleri geçmektedir. Bölgenin atık suları, kanalizasyon şebekesi ve toplayıcı kanal ile toplanmakta ve ortak arıtma esasına göre kurulmuş merkezi arıtma tesisine gönderilmektedir. Ayrıca Bölgeye düşen yağmur sularını iki yan dereye tahliye eden bir drenaj şebekesi de mevcuttur. Bu altyapının yanında sanayicilerin ihtiyaç duyacağı sosyal yapı ve hizmet yapıları mevcuttur.

Manisa OSB'nin sektörel dağılımı Tablo 3'de verilmiştir. Bölgedeki genel endüstri tür dağılımı Şekil 8'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Manisa OSB'de Yeralan Endüstrilerin Sektörel Dağılımı

Endüstri Türü	Tesis Sayısı	%
Dokuma, Giyim ve Deri San.	16	22.0
Gıda ve İçki San.	8	11.0
Metal Eşya, Makina ve Teçhizat San.	14	19.2
Orman Ürünleri San.	3	4.1
Kimya, Kauçuk ve Petrol Ürünleri San.	5	6.8
Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi.	2	2.7
Metal Ana San.	22	30.1
Kağıt, Kağıt Ürünleri ve Basım San.	3	4.1
TOPLAM	73	100.0



Şekil 8: Manisa OSB(I+II)'deki Kuruluşların Sanayi Türlerine Göre Dağılımı (Temmuz 1996)

III.3 İstanbul Teknik Üniversitesi Çalışma Bölgesi

Türkiye'de 1961 yılında "Checci and Company " isimli bir müşavirlik firmasına yaptırılan araştırmadan sonra Bursa ili, Organize Sanayi Bölgesi kurulması için en uygun yer olarak seçilmiştir.

Bursa'da OSB kurulması fikrine önce Ticaret ve Sanayi Odası sahip çıkarak, projeyi düşünceden fiiliyata geçirmiştir. Bursa OSB, Türkiye'de ilk modern uygulama olarak 1962 yılında, Milletlerarası Kalkınma Teşkilatı Artık Paralar Fonundan Maliye Bakanlığı'nca sağlanan 26 200 000 TL. kredi ve Ticaret ve Sanayi Odasının da % 10 katkısı ile kurulmaya başlanmış, işletilmesi de daha sonra oda tarafından gerçekleştirilmiştir.

Bursa-Mudanya yolu üzerinde 12. km'de bulunan Bursa OSB, kuruluşundan sonra yapılan genişletme çalışmaları ile birlikte toplam alanı 3 200 000 m²'ye ulaşmış, bunun 950 000 m²'si altyapı tesislerinde, 2 250 000 m²'si de fabrika sahaları olarak değerlendirilmiştir.

Resmi olarak 1966 yılında faaliyete geçen OSB'de, başlangıçta dört firma mevcut iken, 1996'da firma sayısı 140'ı geçmiştir. OSB'nin faaliyete geçişinden bu yana firma sayısında gerçekleşen artış hızı, Bursa ilinin gelişmeye yatkın sanayi potansiyelini ve sosyo-ekonomik özelliğini de yansıtmaktadır.

OSB'nin kuruluş yıllarından bugüne kadar, firma sayısındaki artış aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir:

Yıllar	Firma Sayısı	Yıllar	Firma Sayısı
1964	1	1985	95
1966	4	1986	95
1968	11	1987	104
1972	30	1988	114
1976	51	1989	114
1980	69	1990	120
1982	75	1991	120
1983	86	1992	127
1984	87	1996	141

Bölgede faaliyet gösteren firmaların sektörlere göre sınıflandırması yapıldığında, başlıca sektörlerin tekstil, otomotiv sanayii, metal ve makine sanayii

olduğu görülmektedir. Bursa OSB'de en ağırlıklı sanayi sektörünün tekstil sanayii olduğu müşahade edilmektedir. Ancak son on yılda otomotiv sanayiinde de önemli bir gelişme olduğu ve sektör olarak ağırlığını hissettirdiği görülmektedir.

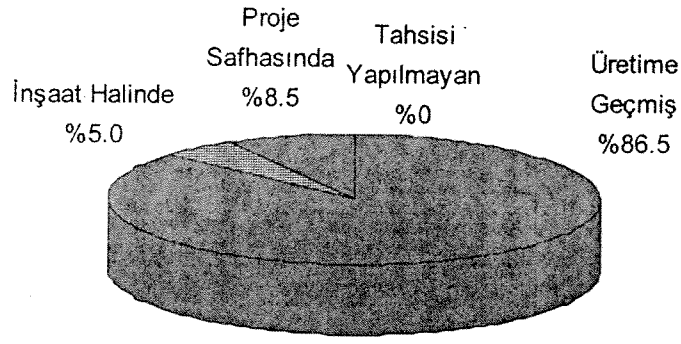
OSB'de firma sayısının zaman içindeki artışına paralel olarak, firmalarda çalışan personel sayısı da artmıştır. 1970'de 3164 kişi istihdam edilirken, 1991'de bu sayı 23 826 kişiye yükselmiştir.

Sanayi Bölgesinde, yıllara göre çalışanlara ödenen ücretler (normal ücretin yanında fazla mesai, ikramiye ve ayni yardımlar da dahil) sürekli artış göstermiştir. 1972'de çalışanlara ödenen ücret miktarı 150 milyon TL. civarında iken, günümüzde bu rakam trilyonu geçmiştir. Bölgenin devlete ödediği vergiler de aynı şekilde artış göstermiş, 1972'de 300 milyon TL. civarında ödenen vergi tutarı, günümüzde trilyonlu rakamlara ulaşmıştır. Bursa OSB, dışarıya yaptığı ihracat ve ülkemize kazandırdığı döviz ile de kendini göstermiştir. Rakamlarla ifade edildiğinde OSB'nin 1978'de yaptığı ihracat 12 milyon dolar civarında iken, 1996'da bu değer 200 milyon doları geçmiştir.

Bursa OSB'nin yıldan yıla gösterdiği gelişmeyi, bölgede tüketilen elektrik enerjisi ve su miktarlarından da görmek mümkündür. 1966'da 3 milyon kWh olan elektrik tüketimi, 1996'da 500 milyon kWh'a yükseltilmiştir. Yine 1966'da 50 bin ton olan su tüketimi, 1996'da 8 milyon ton civarına gelmiştir.

OSB Müdürlüğü, firmalara alt yapı hizmeti olarak yol, su, elektrik, kanalizasyon, PTT hizmetlerini götürmüş, 1992 yılı içerisinde de birçok tesiste doğal gaz kullanımına geçmeyi amaçlayan çalışmaları tamamlamış ve firmaların hizmetine sunmuştur.

Bursa OSB'deki parsellerin doluluk oranı şekil 9'da gösterilmiştir.

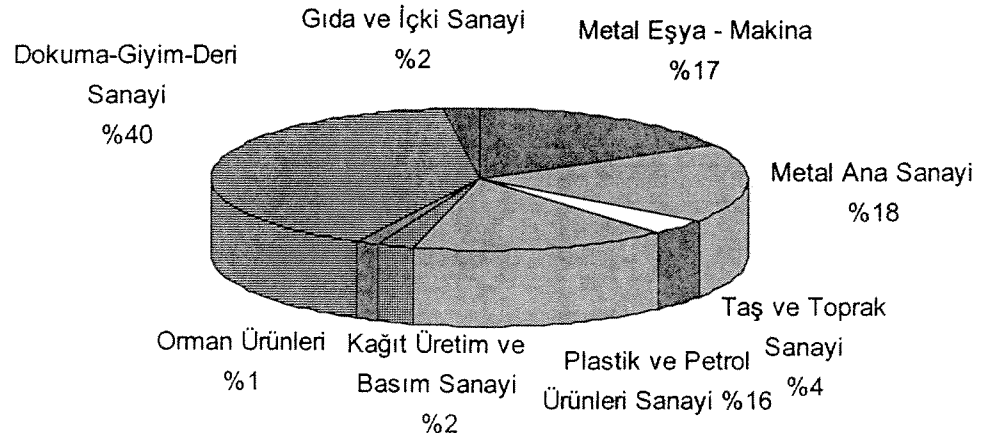


Şekil 9: Bursa OSB nin parsel sayılarına göre doluluk oranı

Bursa OSB'de yer alan endüstri türleri ve tesis sayıları Tablo 4'de verilmektedir. Bölgedeki genel endüstri tür dağılımı da Şekil 10 da gösterilmiştir.

Tablo 4. Bursa OSB'de Yeralan Endüstrilerin Sektörel Dağılımı

Endüstri Türü	Tesis Sayısı	%
Dokuma ve Giyim Sanayii	57	40.4
Metal Eşya, Makina Sanayi	24	17.1
Kimya, Kauçuk ve Plastik Sanayii	22	15.6
Demir, Çelik Metal Ana Sanayii	25	17.8
Taş ve Toprağa Bağlı Sanayii	5	3.5
Gıda Sanayii	3	2.1
Kağıt, Kağıt Ürünleri ve Basım Sanayii	3	2.1
Diğerleri	2	1.4
TOPLAM	141	100.0



Şekil 10: Bursa Merkez OSB' deki Kuruluşların Sanayi Türlerine Göre Dağılımı (Temmuz 1996)

IV. GENEL MALİYET ANALİZİ:

OSB'lerinde kurulacak atıksu arıtma tesisinin maliyetinin hesaplanmasında, bazı temel adımların takip edilmesi gerekmektedir. Bunların başında atıksu miktar ve özelliklerinin tayin edilmesi gelmektedir. Bunun hem tesis veya tesis grupları bazında, hem de OSB'nin genelinde yapılması gereklidir. Bu belirleme işleminden sonra tesis bazında ön arıtmaya gerek olup olmadığı, gerek varsa hangi ön arıtma işlemleri ile bunun başarılacağı belirlenir. Ön arıtma ihtiyacı olan tesislerde bu işlem yapılmadığı takdirde, OSB genel atıksu arıtma tesisini oluşturan birimler özellik ve kapasite bakımından farklılık gösterecek, bu ise doğrudan maliyeti etkileyecektir.

Arıtma tesisinin ilk yatırım maliyeti içerisinde yer alan başlıca bileşenler:

- a. inşaat maliyetleri
- b. mekanik ekipman maliyetleri
- c. elektrik aksam maliyetleri
- d. işçilik
- e. borulama
- f. nakliye
- g. arsa maliyeti
- h. proje maliyeti'dir.

Bu maliyet bileşenlerinin daha alt bileşenleri incelendiğinde, inşaat maliyetleri bileşenlerinin içinde hafriyat, beton işleri, demir, kalıp, blokaj, sıva, tecrit malzemesi, boya v.b.; mekanik ekipman maliyetleri içinde pompalar (su ve çamur, kimyasal madde dozaj), karıştırıcılar, havalandırıcılar, savaklar, ızgara, elekler, yürüme yolları, korkuluklar v.b.; elektrik ekipman maliyetleri içinde manual elektrifikasyon, yarı otomatik elektrifikasyon ve tam otomasyonlu elektrifikasyon sistemlerine göre değişen

malzeme ve ekipmanların yer aldığı görülecektir. Yukarıda belirtilmeyen, fakat yabancı ekipman kullanılması durumunda önemli bir maliyet bileşenini oluşturan gümrük giderleri, mekanik ekipman kısmı içinde değerlendirilmiştir.

Arıtma tesisinin işletme giderlerini oluşturan başlıca bileşenler ise;

- a. kimyasal madde giderleri (alum, demir sülfat, kireç kaymağı, kostik, asit, besi maddeleri)
- b. elektrik giderleri
- c. personel
- d. bakım-onarım

olarak sınıflandırılabilir.

Yukarıda sayılan gerek ilk yatırım, gerekse işletme giderlerinde yer alan bileşenlerin herbiri kendi içerisinde değerlendirildiğinde farklı durumlar için farklı maliyet değerleri ortaya çıkacaktır. Örneğin, inşaat maliyet bileşenlerinden hafriyat kalemi zeminin yumuşak, orta sert veya taşlı olmasına bağlı olarak çok farklı değerler alır. Aynı şekilde seçilecek malzemelerin yerli ve yabancı olmasına ve kalitesine göre de inşaat maliyeti değişimler gösterecektir. Aynı şekilde arazi maliyeti, arazinin yeri ve kullanım değerine göre çok fazla değişebilmektedir. Bu nedenle, çalışma kapsamında bu maliyet bileşeni genel değerlendirmeye dahil edilmemiştir. Ayrıca, ilk yatırım maliyetinin bir bileşeni olan proje maliyeti de bu çalışmada hesaba katılmamıştır.

İşletme maliyeti bileşenleri hakkında yapılacak bir değerlendirmede de, ön arıtma tesislerinin olup olmadığı, varsa iyi çalıştırılıp çalıştırılmadığı veya atıksuda spesifik kirleticilerin konsantrasyonu gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Sayılan bu faktörlerin herbiri, arıtma tesisinde kullanılacak kimyasal madde, elektrik v.b. diğer giderlerin maliyetini doğrudan etkileyecektir.

V. ARITMA SİSTEMİ SEÇİMİ VE MALİYET ANALİZİ

Bir OSB'de oluşan atıksu karakterine bağlı olarak kurulabilecek arıtma sistemleri;

1. Mekanik arıtma
2. Kimyasal arıtma
3. Merkezi arıtma (mekanik + Kimyasal + Biyolojik)

şeklindedir. Bunlardan mekanik ve kimyasal arıtma üniteleri, OSB'de kurulacak merkezi arıtma sistemi öncesi giriş yükünü azaltmak üzere bazı tesislere ön arıtma kademesi olarak uygulanabileceği için, bu birimlerin maliyet analizi ayrıca verilmiştir.

1. Mekanik Arıtma:

Maliyet analizinde, mekanik temizlemeli ızgara, terfi merkezi, havalandırılmalı kum ve yağ tutucu ve dengeleme tankı üniteleri esas alınmıştır. Bu birimlerin inşa maliyetleri belirlenirken; beton, temel, sıva, şap, blokaj, kalıp, demir ve hafriyat birimleri dikkate alınmıştır. Her bir birimde kullanılan ekipmanların fiyatları piyasa değerleri gözönüne alınarak belirlenmiştir. Elektrik aksam maliyetleri olarak inşa+ekipman maliyetinin %11'i, borulama maliyeti olarak ise yine inşa+ekipman maliyetinin %15'i alınarak toplam ilk yatırım maliyeti elde edilmiştir.

2. Kimyasal Arıtma:

Kimyasal maliyet boyutlarının belirlenmesinde; nötralizasyon, hızlı karıştırma, yavaş karıştırma, son çökeltim tankı, çamur yoğunlaştırıcı ve plakalı pres filtre birimleri esas alınmıştır. Belirtilen birimlerin inşa maliyetleri belirlenirken beton, blokaj, kalıp, sıva, sika, demir giderleri dikkate alınmış, bu maliyetlere ekipman, borulama ve bağlantı parçaları ve elektrik aksam maliyetleri ilave edilerek ilk yatırım maliyetleri elde edilmiştir. Ekipman, borulama, elektrik aksamı ve inşa giderlerinin toplam ilk yatırım maliyetine katkı yüzdelerinin debilere göre değişimi Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Kimyasal Arıtmada Toplam İlk Yatırım Maliyeti İçinde Maliyet Bileşenlerinin Payları (%).

Q(m ³ /G)	İnşa	Borulama	Ekipman	Elektrik
500	18	8	63	11
1000	25	11	53	11
5000	28	14	47	11
10000	32	16	41	11
15000	33	18	38	11
20000	34	19	36	11
30000	35	20	34	11
40000	36	21	32	11
50000	37	22	30	11

3. Merkezi Arıtma

Merkezi arıtmanın maliyet boyutunu belirleyebilmek için biyolojik arıtmanın maliyetinin bilinmesi gerekmektedir. Biyolojik arıtma birimlerinin maliyet hesapları, uzun havalandırılmalı aktif çamur prosesi havalandırma havuzu, son çökeltim tankı ve çamur yoğunlaştırma için yapılmıştır. Bu birimlerin inşa maliyetlerinde beton, tecrit ve hafriyat fiyatlandırması yapılmış, bu maliyetler ekipman maliyetleri ile toplanmıştır. İnşa ve ekipman maliyetlerinin toplam değerlerinden hareketle, bu değerlerin %5'i alınarak borulama, %15'i alınarak nakliye, %20'si alınarak işçilik ve %11'i alınarak elektrik aksam maliyetleri belirlenmiştir. Sonuçta, toplam ilk yatırım maliyeti, herbir debi değeri için tüm bu bileşenlerin toplamı olarak hesaplanmıştır.

Yukarıda her bir arıtma sisteminin maliyet analizinde açıklandığı gibi gerek maliyet bileşeni ve bu bileşenlerin toplam ilk yatırımdaki katkı paylarının farklılığı, gerekse aynı arıtma birimlerinin tekrarlanması (çamur yoğunlaştırma, dengeleme-nötralizasyon gibi) veya hiç dikkate alınmaması (çamur çürütme gibi) nedeniyle merkezi arıtmanın maliyeti, mekanik, kimyasal ve biyolojik arıtma sistemlerinin doğrudan toplamı olarak alınmak yerine bu toplam değerlerin 1.5 katkayısı ile çarpılarak alınması uygun görülmüştür. Tablo.6'da bu üç arıtma alternatifi için hesaplanan ilk yatırım maliyetleri topluca verilmiştir.

Tablo 6. OSB'ler İçin Hesaplanan Atıksu Arıtma Tesisi İlk Yatırım Maliyetleri
(x1000 US\$)

Q(m ³ /G)	Mekanik Arıtma	Kimyasal Arıtma	Merkezi Arıtma
5000	180	400	1018
10000	273	567	1495
15000	366	733	1959
20000	447	903	2423
40000	708	1667	4225
50000	820	2000	5021

Tablo 6'da verilen ilk yatırım maliyetleri esas alınarak her bir arıtma sistemi için maliyet eğrileri oluşturulmuştur. Her üç sistem için de $M = a.Q^b$ şeklindeki ifadenin hesaplanan maliyet değerlerini çok yüksek bir korelasyon ($r^2 > 0.9$) ile yansıttığı görülmüştür. $M = a.Q^b$ denklemini yansıtan eğriler için a, b ve korelasyon değerleri Tablo.7'de özetlenmiştir.

Tablo 7. $M = a.Q^b$ Tipi Eğri Denklemi İçin a, b ve Regrasyon Katsayıları

Arıtma Sistemi	a	b	r ²
Mekanik Arıtma	1.769	0.5582	0.9887
Kimyasal Arıtma	7.547	0.4922	0.9449
Merkezi Arıtma	2.343	0.7052	0.9915

* M = Maliyet, Q = Debi (M³/gün)

**M = a.Q^b denkleminde bulunan değerler US\$ cinsinden olup 1000 ile çarpılacaktır.

Yukarıda verilen maliyet analizi ile ilgili değerlendirmeler genel bir değerlendirme olup spesifik bir OSB için doğrudan alınıp uygulanması hatalı sonuç verebilir. Bilhassa çevre yatırımlarının dinamik, yani zaman zaman tekrar değerlendirilmesi ve yeni kararlar alınmasını gerektiren bir süreç olması atıksu ve diğer kirliliklerin nicelik ve niteliklerinin sürekli olarak izlenmesini gerektirir. Üretim çeşitlerini mevsimden mevsime veya hammaddeye göre (kimyasal madde vb.) değiştiren tesislerin bulunduğu bir OSB'de yukarıda bahsedilen izlemenin yapılması gerekliliği daha iyi ortaya çıkacaktır.

VI. MALİYETLERE KATILIM PAYLARININ HESAPLANMASI

OSB içerisinde yer alan tesislerin arıtma tesisi ilk yatırım giderleri ve işletme maliyetlerine katılım şeklinin nasıl olacağı önemli bir husustur.

Katılım paylarının belirlenmesine ait bir çalışmada, OSB'lerde mevcut tesislerin arıtma tesisinin işletme giderlerine katılım paylarının belirlenmesi için bir yaklaşım önerilmiştir. (Kerestecioğlu v.d., 1994). Bu yaklaşıma göre; tüm kirletici kaynak sahipleri atıksu katılım payı ödemekle yükümlüdür. Atıksu katılım payı; K1(kirlilik katsayısı) ve K2(debi katsayısı) katsayılarının ortalaması alınarak belirlenen ortalama katılım payı katsayısı (K) ile orantılıdır. Bu katsayıların esasları aşağıda verilmiştir.

K1, kirlilik katsayısı; yoğun ölçüm programı içerisinde ölçülen ve kirletici kaynağı karakterize eden KOI parametresinin günlük yük cinsinden (kg/gün) değerinin, atıksu arıtma tesisine giriş KOI parametresinin günlük yük cinsinden (kg/gün) değerine bölümü,

K2, debi katsayısı; yoğun ölçüm programı içerisinde ölçülen ve kirletici kaynağı karakterize eden günlük debinin, atıksu arıtma tesisinin çıkışında ölçülen günlük debiye bölümü

K, ortalama atıksu katılım payı katsayısı; $(K1+K2)/2$

K1, K2 ve K katsayıları belli periyodlarla her bir kirletici kaynak için belirlenecektir. Yapılan ölçümlerde herhangi bir değişiklik olması halinde bu katsayılar değiştirilecek ve kirletici kaynak için yeni atıksu katılım payı hesaplanacaktır.

OSB yönetiminin her ay itibarıyla atıksu arıtma tesisi işletme maliyeti çıkarılacaktır. Bu işletme maliyetine, kimyasal madde, personel, enerji, su, numune alma, ölçüm, analiz, bakım, onarım, amortisman, çamur uzaklaştırma gibi genel ve görünmeyen giderler dahil olacaktır. Her ay itibarıyla hesaplanacak olan işletme maliyeti, her kirletici kaynak için hesaplanmış olan ortalama katsayı (K) ile çarpılarak atıksu katılım payı hesaplanacaktır.

Yukarıda arıtma tesisi işletme giderlerine katılım payının belirlenmesi için önerilen yaklaşım, OSB'lere uygulanabilirliği açısından uygun bulunarak bu çalışmaya baz alınmıştır. Ancak, K1 katsayısı belirlenirken sadece KOI katsayısı değil de, AKM parametresinin de göz önüne alınması öngörülmüştür. Bunun nedeni yüksek AKM yükü yada sadece bu kirletici parametreye kaynak oluşturan Mermerciler, Toprak Ürünleri ve Alçı Üretimi, Beton Ürünleri gibi endüstri kategorilerinin de OSB'de mevcut olabileceğidir. Diğer önemli bir konvansiyonel parametre olan yağ ve gres parametresi KOI içerisinde değerlendirilebildiği için ayrıca değerlendirmeye alınmamıştır. Bu durumda K1, kirlilik katsayısı;

$$K1 = \text{Tesisin } (R \cdot \text{KOI} + \text{AKM}) \text{ yükü} / \text{Toplam } (R \cdot \text{KOI} + \text{AKM}) \text{ yükü}$$

şeklinde belirlenecektir. Burada,

$$R = 1 \text{ gr KOI giderme maliyeti} / 1 \text{ gr AKM giderme maliyeti}$$

ni ifade etmektedir.

K2, debi katsayısı, ise yukarıda öngörüldüğü şekilde, yani

$$K2 = \text{Tesisin debisi (m}^3/\text{gün)} / \text{Aritma tesisi çıkış debisi (m}^3/\text{gün)}$$

olarak belirlenecektir. Bu durumda, ortalama işletmeye katılım katsayısı, I:

$$I = (a \cdot K1 + b \cdot K2) / (a + b) \quad a, b \text{ sabit katsayılar}$$

olarak hesaplanacaktır. Buradaki a, b katsayıları 1-1.5 aralığında kabul edilen sabit değerler olup işletmeye katılım payı için a = 1.5 ve b = 1 olarak alınacaktır.

İk yatırım maliyetine katılım payı katsayısı, Y'nin yine işletmeye katılım payı katsayısı, I'nın belirlendiği şekilde hesaplanabileceği esas alınmıştır. Bu durumda, debi daha önemli bir faktör haline geldiği için a = 1, b = 1.5 olarak alınacaktır.

Tablo 8'de birden fazla fabrika hali için K1, K2, I ve Y katsayılarının belirlenmesine ait bir örnek verilmiştir. Hesaplama R = 1 alınmıştır.

Tablo 8. Tesislerin Maliyetlere Katılım Paylarının Belirlenmesi

Tesis	Debi M3/g	KOI mg/l	AKM mg/l	KOI yükü kg/g	AKM yükü kg/g	K1	K2	I	Y
1	100	1000	200	100	20	0.052	0.083	0.064	0.07
2	200	2000	400	400	80	0.207	0.166	0.19	0.182
3	300	1000	600	300	180	0.207	0.250	0.212	0.233
4	300	3000	100	900	30	0.4002	0.250	0.34	0.311
5	400	500	250	200	100	0.129	0.330	0.21	0.249
TOPLAM	1300			1900	410	1.00	1.00	1.00	1.00

Farklı sanayi tesislerinin bulunduğu bir OSB'de, çevre yatırım kararlarının sağlıklı verilebilmesi için, her tesisin ayrı ayrı incelenmesi, atıksu miktar ve karakterizasyonunun çıkarılması gerekir. Bu şekilde yapılacak kapsamlı bir çalışmanın sonucunda atık kontrolü için hangi arıtma teknolojilerinin kullanılacağına karar verilebilir. Bu şekilde alınacak çözümler, doğrudan maliyeti de etkileyecektir. Atıksu kompozisyonunda veya miktarında yapılacak yanlışlıklar, yanlış atık kontrolüne, dolayısıyla gereksiz veya fazla masraf yapılmasına yol açacaktır. Tesis bazında incelemede ön arıtmaya ihtiyaç olduğu ortaya çıkarsa bundan kaçınılmamalı, mutlaka uygulamalıdır. Çünkü, ön arıtma nihai arıtma alternatiflerini ve dolayısıyla maliyeti doğrudan etkileyecek önemli bir faktördür.

VII. SONUÇLAR

Organize Sanayi Bölgeleri (OSB), ülkemizin planlı kalkınma anlayışı içerisinde tercih ettiği bir sanayileşme modelidir. Bu anlayış içerisinde gerçekleştirilen sanayileşmede altyapı sorunlarının çözümlendiği, bu sayede çevre sorunlarına yol açabilecek faktörlerin en aza indirilmiş olması beklenir. Ancak, ülkemizin sosyo-ekonomik, coğrafik şartlarının zorlaması sonucu genellikle tesislerin kanalizasyon, su, elektrik ve benzeri gibi altyapı ihtiyaçları başlangıçta karşılanabilirken, faaliyetler sonucu ortaya çıkan su, hava, toprak kirliliğinin önüne geçecek çevre yatırımları göz ardı edilmektedir. Bir takım ekonomik gerekçelerle, bu ihmalkarlığa mazeretler üretilebilir. Ancak, hiç bir mazeret toplumun ortak kullandığı su, hava, toprak gibi doğal değerlerin göz göre göre elden çıkmasını, kirli sularla tarlaların sulanamaz hale gelmesini, insanların ve hayvanların içecek temiz su, soluyacak temiz hava bulamamasını haklı gösterecek gerekçe olamaz. O halde, OSB'lerin kuruluş amacına uygun olarak çevreyi kirliletmeden, doğal kaynakları daha sonra geri döndürülemez şekilde tahrip etmeden gerekli yatırımların yapılması gerekmektedir.

Proje çalışmaları sonucunda, OSB'lerle ilgili bir veri tabanı oluşturulmuş, seçilen OSB'lerde atık karakterizasyonu çalışmaları tamamlanmış , kirlilik yükleri hesaplanmış ve OSB'lerde yapılması gerekli ön arıtma ve arıtma sistemlerine ilişkin genel öneriler geliştirilmiştir. Tüm bu değerlendirmeler, OSB'lerde atık yönetimine ilişkin pek çok hususu ortaya çıkartmıştır.

Atıksu Yönetimi

Atıksu yönetimine ilişkin olarak yapılan tüm çalışmalar, öncelikle her OSB'nin coğrafik konumuna ve ekonomik özelliklerine göre incelenmesi gereğini gündeme

getirmiştir. Yapımına henüz başlanmış, ya da kısmen dolmuş olan OSB'lerde, bölge tamamlandığında oluşacak sanayi tür dağılımının tahmin edilmesi ve bu tahminlerin OSB yöneticilerinin kararlarına ışık tutucu olması gerekmektedir. Şöyle ki; her OSB yönetimi boş parsellerini dağıtırken, bir ölçüde beklenen veya hedeflenen tür dağılımına göre hareket etmeli ve hedeflenen yapıya aykırı düşecek sanayi kuruluşlarına yer vermemelidir. Diğer taraftan, her OSB yönetimi kurulma aşamasında beklenen sanayi tür dağılımına göre bir Atıksu Yönetim Planı veya plan esasları oluşturmalı ve parsel dağıtımında bu plana göre hareket etmelidir. Örneğin, bir OSB'de gıda vb. sektörlerin ağırlıklı olarak yer alması bekleniyor ve organik madde arıtımına yönelik bir merkezi atıksu arıtma tesisi planlanıyorsa, bu koşullarda tekstil, metal, kağıt gibi sanayi kollarına parsel ayrılırken dikkatli olunmalı ve bu sektörlerde faaliyet gösterecek tesislerin ön arıtma yapmak durumunda kalacakları hatırlatılmalıdır.

Bu planlamalar sırasında ortaya çıkabilecek diğer bir durum da, bölgenin özellikleri gereği atıksu özellikleri açısından iki farklı kategorinin aynı anda bir OSB'de yer alıyor olmasıdır. Örneğin, bir OSB'de gıda ve metal işlemleri ağırlıklı olarak yer alıyorsa, metal işlemleri kategorisi için ön arıtma gerekebilir. Bu durumda, parsel dağıtımını sırasında bu sektörde faaliyet gösterecek kuruluşlar biraraya toplanıp, bunların kendi aralarında bir ön arıtma yapmaları planlanabilir. Bu açıdan, OSB'lerin kuruluş aşamasında bir atıksu yönetim planı oluşturmaları ve bu plan çerçevesinde parsel dağıtımını yapmaları gereksinimi bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

Tüm bu yaklaşımların yanında, atık yönetimi açısından en pratik çözüm, bir OSB'de yalnızca aynı sanayi kategorisindeki işyerlerine yer verilmesidir. Ancak, bunun her zaman uygulanabilir bir yaklaşım olmayacağı da kesinlikle bilinmektedir.

Çok özel koşullarda, bir OSB'nin tek bir sanayi kategorisine ayrılması planlanabilmektedir (örneğin; İzmir Menemen-Deri ve İstanbul Tuzla-Deri OSB'lerinde yalnızca deri dabalama tesislerinin yer alması gibi). Bu durumda atıksu yönetimi en kolay ve en ekonomik şeklini almaktadır. Tüm OSB'den yaklaşık olarak tek bir karakterde atıksu çıkmakta ve atıksu arıtımı nispeten daha kolay ve ucuz olarak yapılabilmektedir.

Projenin 1993 yılı çalışmalarında, OSB atıksularının arıtıldığı tesislerde yer alabilecek arıtma ünitelerinin boyutlandırılması ve fiyatlandırılması çalışmaları da öncümle ele alınmıştır. Bu aşamada, projeyi yürütmekte olan üç araştırma grubu aralarında bir iş bölümü yaparak ve değişik karakterde atıksuların arıtılmasını göz önüne alarak, söz konusu olabilecek tüm arıtma birimlerinin tasarımını ve maliyet analizini gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmalarda, yine üç araştırma grubunun birlikte yaptığı değerlendirmeler sonucunda 5,000-50,000 m³/gün'lük debiler için bir OSB atıksu arıtma tesisinin toplam olarak ilk yatırım maliyeti hesaplanmış ve arıtma tesisinde bulunan her bir ünite için kapasiteye göre ilk yatırım maliyetini veren grafikler çıkarılmıştır. İlk yatırım maliyetlerinin hesaplanması iki kademedele alınmıştır. Önce belirtilen birim fiyatlar kullanılarak inşaat maliyetleri hesaplanmış, daha sonra bu maliyetlere ekipman maliyetleri de eklenerek toplam ilk yatırım maliyetleri bulunmuştur.

Farklı sanayi tesislerinin bulunduğu bir OSB'de, çevre yatırım kararlarının sağlıklı verilebilmesi için, her tesisin ayrı ayrı incelenmesi, atıksu miktar ve karakterizasyonunun çıkarılması gerektir. Bu şekilde yapılacak kapsamlı bir çalışmanın sonucunda atık kontrolü için hangi arıtma teknolojilerinin kullanılacağına karar verilebilir. Bu şekilde alınacak çözümler, doğrudan maliyeti de etkileyecektir. Atıksu kompozisyonunda veya miktarında yapılacak yanlışlıklar, atık kontrolüne, dolayısıyla gereksiz veya fazla masraf yapılmasına yol açacaktır. Tesis bazında

incelemede, ön arıtmaya ihtiyaç olduğu ortaya çıkarsa, bundan kaçınılmamalı, mutlaka uygulanmalıdır. Çünkü, nihai arıtma alternatiflerini ve dolayısıyla maliyeti doğrudan etkileyecek önemli bir faktördür.

Hava Kalitesi Yönetimi

OSB'lerde hava kirliliği konusunda yapılan çalışmalar sonunda, kurulmuş ve bundan sonra kurulacak olan OSB'lerde hava kirliliğini önlemek için bir Hava Kirliliği Yönetim Planı hazırlanması gereği ortaya çıkmıştır. Öncelikle, bölgenin kurulma aşamasında seçilecek arazideki meteorolojik ve topografik koşulların göz önünde bulundurulması, OSB faaliyete geçtikten sonra oluşan hava kirliticilerinin daha çok hangi yönlere taşınacağıının belirlenmesi gereklidir. Bugüne kadar kurulmuş ve işletmeye açılmış olan OSB'lerde bu konuya dikkat edilip edilmediği bilinmemektedir. Ancak, bundan sonra kurulacak olan OSB'ler için yer seçiminde bu konunun önemle ele alınması gereklidir.

Halen kurulmuş ve işletmeye açılmış OSB'lerde de, OSB Müdürlüklerince bir Hava Kalitesi Yönetim Planı'nın hazırlanması tavsiye edilmektedir. OSB'lerde kurulu tesislerin büyük bir kısmı proseslerinde sıcak hava veya buhar kullanmaktadırlar. Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi, hava kirliliğinin önemli bir kısmı yakma tesislerinden kaynaklanmaktadır. Yakıt olarak kullanılan maddeler doğal gaz, kömür, fuel-oil, odun ve odun talaşıdır. Doğal gaz temiz bir yakıttır. Yakıt olarak doğal gaz kullanılan tesislerin baca gazı emisyonları, standartlarda belirlenen değerlerin çok altındadır. Fuel-oil yakan tesislerde de kirlilik, fuel-oil içinde bulunan kükürtten ve yanma veriminin iyi olmamasından kaynaklanmaktadır. Yakma tesislerinde kükürt oranı yüksek olan fuel-oil kullanılırsa standartlarda belirlenen SO₂ değeri aşılmaktadır. Bu nedenle fuel-oil yakma, SO₂ emisyonu açısından problem yaratmaktadır.

Odun ve talaş kullanımı ise gaz emisyonları açısından problem oluşturmamaktadır.

Kullanılan yakıtlardan en problemli olanı kömürdür. Kömür yakan tesislerde hem kömür, hem de kömürün yanmasıyla oluşan kül ve cüruf için bir depolama sahası gerekmektedir. Bu sahalarda çoğunlukla tozuma olmakta, tozun havayı kirletmemesi için özel önlem almak gerekmektedir. OSB'lerde kullanılan kömürler genellikle kül ve kükürt içeriği yüksek olan yerli linyit kömürleridir. Bu linyitlerin yakılması aşırı ölçüde SO₂, partikül emisyonunu, ve islilik problemini gündeme getirmektedir.

OSB'lerde ısınma ve proses için gerekli buhar ve sıcak hava üretiminde mümkünse doğal gaz kullanımına ağırlık verilmelidir. Doğal gazın olmadığı, kömür ve fuel-oil kullanımının gerekli olduğu bölgelerde kükürt oranı düşük olan fuel-oil ve kömür kullanılmalıdır. Gerekirse kükürt oranı düşük olan taşkömürü kullanımına ağırlık verilmelidir.

Tuğla ve benzeri kaba seramik ürünlerinin pişirildiği tesislerde toz emisyonlarının yanısıra baca gazlarında bulunan inorganik flor bileşikler de hava kirliliği problemi yaratmaktadır. Bu tesislerin bulunduğu OSB'lerde gerekli önlemlerin alınması elzemdir. OSB müdürlüklerince hazırlanacak ve uygulanacak Hava Kalitesi Yönetim Planı, bu tür emisyonları olan tesislerin ancak emisyonları için önlem aldıkları takdirde o OSB'de yerleşmesine izin vermelidirler. Daha iyi bir uygulama ise, ateşe dayanıklı tuğla, seramik borular, yapı tuğlası, kiremit, klinker ve benzeri seramik maddeleri yapan tesisleri belli OSB'lerde toplamak; bu mümkün olmuyorsa, OSB alanı içinde sadece bu tür tesislere ayrı bir yer göstermektir.

Proses atığı ve/veya kaçağı olan gaz ve kimyasal madde buharları da yine önemli ölçüde hava kirliliğine neden olmaktadır. Bu tür hava kirliliği daha çok "iç mekan

hava kirliliği" denilen ve işçi sağlığı ile de çok yakından ilgili olan bir kirlilik yaratmaktadır. Özellikle elektronik ve beyaz eşya sanayii önemli miktarda organik çözücü maddeler kullanmakta ve ülkemizde çoğunlukla çözücü buharlarını geri kazanmak için herhangi bir yöntem kullanılmamaktadır. Oysa, çözücü buharları hem sağlık için zararlı olmakta, hem de geri kazanılmayan maddeler ürün maliyetini arttırmaktadır. OSB müdürlüğü, OSB'de yer alacak bu tür tesisler için ancak organik buhar vb. atıklarına önlem alma koşuluyla parsel tahsisi yapmalıdır.

Katı Atık Yönetimi

OSB'lerde katı atıkların yönetimi konusunda yapılan çalışmalar sonunda halen kurulmuş ve bundan sonra kurulacak OSB'lerde bir katı atık yönetim planında olmasının gerekli olduğu ortaya çıkmıştır. Genellikle OSB'lerde katı atık problemi her tesisin kendi aldığı önlemlerle çözülmeye çalışılmaktadır. Metal-metal işleme ve makina sanayi sektörüne ait olan tesislerden çıkan hurda sac, demir ve çelik talaşı, kırpıntı demir, vb. hurdacılara satılarak değerlendirilmektedir. PVC doğrama ve profil yapan tesislerden çıkan atıklar üretici firmaya geri satılmaktadır. Doğrama ve mobilya işlerini yapan tesislerden çıkan odun ve talaş gibi maddeler ise yakacak olarak kullanılmaktadır. Buna karşın bazı gıda sanayi tesislerinden çıkan ambalaj atıkları çöpe atılmaktadır. Tekstil sanayiinden çıkan çatlamış, hasar görmüş, kullanılmaz nitelikteki iplik bobinleri ve naylon torbalar fabrika sahasında depolanarak zaman zaman hurdacılara satılmaktadır. Boş kimyasal madde bidonları da önemli bir katı atık kaynağı olmaktadır. Bu bidonlar plastik ise kısmen hurdacılar tarafından satın alınmaktadır. Bazı OSB'lerde her tesis kendi katı atıklarını biriktirmekte ve bu atıklar haftanın belirli günlerinde OSB araçlarıyla toplanarak şehir çöplüğüne atılmaktadır. Buradan anlaşılacağı gibi bu atıklar herhangi bir ön işleme tabi tutulmamaktadır. Ancak bazı firmalar geri kazanılabilir nitelikteki atıklarını kendileri değerlendirmektedir.

Yukarıda anlatılan bazı katı atıkların değerlendirilme yöntemlerine karşın özellikle katı yakıt yakan tesislerden çıkan kül ve cüruf, tuğla ve kiremit fabrikalarından kül ve cürufa ek olarak çıkan kiremit ve tuğla kırıkları genelde OSB sahasında büyük bir kirliliğe neden olmaktadır. Bu atıklar için çoğu zaman Belediyeler tarafından belli bir döküm sahası gösterilmemekte, atıkların fabrika sahasında beklemeleri tozuma ve hava kirliliğine neden olmaktadır.

Diğer taraftan OSB katı atık yönetiminde düşünülmesi gereken başka bir hususta özellikle atıksu arıtımından gelecek olan kimyasal ve biyolojik arıtma çamurlarının bertarafıdır. Bugüne dek OSB'lerin çoğunda atıksu arıtım tesisi olmadığından bu problem henüz gündeme gelmiş değildir. Fakat arıtma tesisleri kurulmuş ve kurulmakta olan tesislerin bu problemle karşılaşmaları büyük olasılıktır. Bundan sonra kurulacak OSB'lerde katı atık yönetimi için de planların yapılması gereklidir.

Özet Olarak

OSB'lerde çevre sorunları bir "çevre yönetim planı" oluşturularak, gaz, sıvı ve katı atıklar için birlikte çözüm bulmayı gerektirmektedir. Örneğin, sıvı atıkların arıtılması sonucu ortaya çıkacak arıtma çamurları aynı zamanda bir katı atık olarak çözüm bekleyecektir. Bu amaçla, planlanan hedeflerine ulaşmış veya yakın bir sürede ulaşacak olan OSB'lerde çevre sorunlarını profesyonelce ele alacak ekiplerin kurulma zamanı gelmiş, hatta geçmektedir. Yapılacak yatırımların doğru bir biçimde çalıştırılabilmesi, bu sayede harcamaların boşa gitmemesi için her bir OSB'nin atık kontrolünde yetişmiş elemanları bünyesinde barındırması ve bunlardan istifade etmesi gerekmektedir.