

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PLASTİK ATIKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ,
GERİ KAZANILMASI VE SAĞLIĞA ETKİLERİ**



**Yüksek Lisans Tezi
ÇEVRE MÜH. EYÜP NAFİZ KORKUT**

**Tez Yöneticisi
PROF.DR. ADEM BAŞTÜRK**

İSTANBUL 1993

ÖNSÖZ

Plastik, çevre ve insan arasındaki ilişkiyi çeşitli yönleri ile ortaya koymak için hazırlanan bu çalışma, öğrenim hayatım boyunca elde ettiğim tecrübelerin bir göstergesidir. Bu çalışmanın konu ile ilgilenenlere belli sınırlar dahilinde yardımcı olacağına inanıyorum.

Çalışma süresince her türlü yardımı esirgemeyen hocam Sayın Prof.Dr. Adem BAŞTÜRK'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca bu çalışma sırasında veri toplama aşamasında bana yardımcı olan T.C. Başbakanlık devlet İstatistik Enstitüsü çalışanlarına ve çalışmanın hazırlanması aşamasında yardımlarını gördüğüm Hürrem BAYHAN, Gülseven UBAY ve Bülent İlhan GONCALOĞLU'na teşekkür ederim..

Eyüp Nafiz Korkut

Temmuz 1993

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

ÖZET

SUMMARY

BÖLÜM 1.GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. PLASTİKLERİN YAPISI VE KULLANIM ALANLARI	4
2.1. POLİETİLEN (PE)	5
2.2. POLİPROPİLEN (PP)	5
2.3. POLİVİNİLKORÜR (PVC)	5
2.4. POLİSTREN (PS)	6
2.5. POLİETİLEN TEREFTALAT (PET)	6
BÖLÜM 3. PLASTİKLERİN SINIFLANDIRILMASI	8
3.1 PLASTİKLER	8
3.1.1. Termoplastikler	8
3.1.2. Termoelastik Plastikler	9
3.1.3. Südo Plastikler	9
3.1.4. Termoset Plastikler	9
3.1.5. Alaşımlar	9
3.2. KATKI MADDELERİ	9
BÖLÜM 4. PLASTİK ÜRETİM TÜKETİM İLİŞKİSİ	12
BÖLÜM 5. PLASTİKLERİN GERİ KAZANILMA (RECYCLE)	
ALTERNATİFLERİ	26
5.1. PLASTİK MALZEMELERİN GERİ KAZANILMASI	26
5.2. KİMYASAL ÜRÜNLERİN GERİ KAZANILMASI	27
5.3. ATIKLARDAN ENERJİNİN GERİ KAZANILMASI	30
BÖLÜM 6. ATIK PLASTİKLERİN KULLANILDIĞI YERLER	32

BÖLÜM 7. GIDA AMBALAJINDA KULLANILAN PLASTİKLERİN	
ARAŞTIRILMASI	33
BÖLÜM 8. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	36
8.1. MATERYAL VE METODLAR	36
8.2. DENEYSEL SONUÇLAR	37
8.2.1. SAF VE ATIK PLASTİKLERDEKİ AĞIR METALLER	37
8.2.2. ATIK PLASTİKLERİN DİSTİLE SUYA GEÇİRDİKLERİ	
AĞIR METALLER	38
BÖLÜM 9. SONUÇLAR	54
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	58



ÖZET

Çevre kirlenmesinin boyutları nüfusun artması, sanayi ürünlerinin çeşitlilik kazanması, refah seviyesindeki gelişmeler v.b. gibi çeşitli parametrelere bağlı olarak her geçen gün biraz daha artmaktadır. Gelişen sanayiye bağlı olarak yeni yeni maddeler kullanıma sunulmaktadır. Plastikler de kazandıkları çeşitlilik ve kullanımlarındaki geniş alan nedeniyle endüstriyel olarak büyük önem kazanmışlardır. Plastikler, günümüzde ucuzluk, kolay işlenebilme, kullanma açısından uygunluk, temiz görünüm gibi sebeplerden dolayı artan hızda üretilmekte ve tüketilmektedir. Buna bağlı olarak sonuçta, plastikler doğada bırakıldığı zaman yaklaşık 450-500 sene bozulmadan kalabilmekte ve çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Bu nedenle yapılacak olan plastiklerin toplanması, biriktirilmesi ve yeniden değerlendirilmesi ile hem çevre kirliliğinin en aza indirgenmesi hem de ülke ekonomisine katkı sağlanması temin edilir. Çalışmada ayrıntılı olarak beş temel termoplastiğin yapısal özellikleri ve kullanıldığı yerler verildikten sonra bunlara ait sınıflandırma yapılmıştır. Daha sonra 1980-1992 yılları arasında plastiklerin Türkiye üretimleri, ihracaat-ithalat değerleri olayın boyutlarını belirlemek bakımından verilmiştir. Bundan sonra atık plastik malzemelerden kimyasal ürünlerin geri kazanılması, enerjinin geri kazanılması, plastik malzemelerin geri kazanılması alternatifleri üzerinde durulmuştur. Elde edilen geri kazanılmış plastik malzemelerin kullanıldığı yerler araştırıldıktan sonra gıda ambalajı olarak kullanılan plastiklerin meydana getirdiği sağlık problemleri üzerinde durulmuştur. Çalışmanın 8. Bölümünde atık plastikler üzerinde yapılan ağır metal tayinlerinin sonuçları verilmiş ve tartışılmıştır.

SUMMARY

The dimensions of environmental pollution are ever increasing depending on the different parameters. New materials are being introduced to the market in parallel to the developing industry. An important group of these materials is plastics. Plastics are produced and used on a vast scale. Productions and consumptions of plastics are rapidly increasing depending on the reasons like low prices, easy processing and clean appearance etc. When we put the plastics in the nature, they do not undergo biodegradation for about 400-500 years. This results in environmental pollution problems. With renovation and recycle of plastics, environmental pollution is reduced at the same time additional resources is generated to the countries economy. In this study, after given structural properties and the uses of five basic thermoplastics (LDPE, HDPE, PP, PS, PVC) classifications are presented. In order to show the dimensions of the issue, import and export values of plastics between 1980-1992 in Turkey are given. The procedures to recycle the plastic materials, conversion to the chemical basic products, and to obtain energy are discussed. The effect of food packing using plastics on health are discussed. In chapter 8. the experimental procedures, heavy metal content of the recycled plastics, the results and their evaluations are presented.

BÖLÜM 1.GİRİŞ

Ülkemizde plastik malzeme üretimi ve tüketimi, PETKİM Petrokimya A.Ş nin ALPET (Aliağa) ve YARPET (Yarımca) tesislerinin kurulmasıyla belirginleşmiş ve günümüze kadar hızlı bir tempo içinde artmıştır. Buna paralel olarakta plastik hammaddeden mamul madde imal eden firmaların sayısı çoğalmıştır. Çok değişik kullanım alanlarına sahip olan plastiklerin, bu süreç içinde artan miktardaki üretim ve tüketimine rağmen Avrupa ve gelişmiş ülkelerdeki gibi yüksek üretim ve buna paralel olan tüketim değerlerini yakalaması mümkün olamamıştır.

Plastikler, ucuzluk, kolay işlenebilme, dayanıklılık, hafif olmaları, temiz görünümleri, esnek olmaları, su ve ortam koşullarına karşı mukavim olmaları ve benzer özellikleri nedeniyle, klasik hammaddelere göre büyük üretim-tüketim ve kullanım avantajlarına sahiplerdir. En yaygın olarak kullanılan plastik türleri Alçak Yoğunluklu Polietilen (LDPE), Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE), Polistren (PS), Polipropilen (PP) ve Polivinil Klorür (PVC) dür.

Yukarıda sayılan bu plastik türleri toplam üretim ve tüketimin yaklaşık % 96'sını oluşturmaktadır.

Plastikler, inşaat sektöründe, otomotiv sanayinde, sulamada, tarımda, elektronik sanayinde, tekstil endüstrisinde, gıda endüstrisinde ve buna benzer sayılamayacak kadar çok sektörde bazen temel hammadde bazen de yardımcı madde olarak kullanılmaktadır. İşte buna benzer sosyal ve ekonomik faydalarının yanı sıra zamanla daha iyi görülmeye başlanan gerçek, plastiklerin insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileridir. Yoğunlukları sebebiyle katı atıklar içinde en çok göze görünen plastikler insan sağlığına çeşitli yollarla kimi zaman zarar verebilmektedirler. Çevreye olan zararlarının minimize edilmesi için son

yıllarda büyük kampanyalar başlatılmıştır. Bunun için hurda ve kullanılmış plastiklerin toplanması ve geri kazanılması (RECYCLE), hem ekonomik bakımdan hem de çevre kirliliğinin azaltılması bakımından çok önemli bir parametre olmuştur. Plastiklerin geri kazanılması, genellikle onları granül yaparak temin edilir.

Atık plastiklerin türlerine göre ayrı ayrı toplanması, hurda olarak geri kazanılmasında daha sağlıklı ve kaliteli ürün oluşumunu temin eder. Bunun için plastikler türlerine göre sınıflandırılır. Plastiklerin ayrılması daha çöpe karışmadan evvel yapılırsa hem ekonomik yönden hem de kalite yönünden fayda sağlanmış olur. İnsan, gerek ambalaj gerekse diğer şekillerde dolaylı veya doğrudan plastiklerle temasa geçmektedir. Bu da insan da çeşitli sağlık problemlerine sebebiyet vermektedir. Atık plastiklerin kullanılması sonucu temasın olduğu durumlarda daha büyük problemler ortaya çıkmaktadır. Mesela, gıda ambalajlarında gıdaya geçen monomerler insan bünyesinde kanserojen etki yapabilmektedirler. Bu nedenle, gıda sanayinde kullanılan plastikler için geliştirilmiş bir kavram olan " FOOD GRADE " (Gıdalarda kullanılabilirlik derecesi) kavramı, plastiklerin özellikle gıda amaçlı kullanımları açısından kalitesini ortaya koymaktadır. Görüldüğü gibi plastiklerin saf hammadde olarak öncelikle gıda amaçlı kullanımları çok dikkatle takip edilmektedir. Bunun için geri kazanılmış plastiklerin özellikle gıda amaçlı ve buna benzer şekilde kullanımlarının önüne geçilmesi zorunludur. Zaten Gıda Maddeleri Tüzüğünde geri kazanılmış plastiklerin tekrar gıda amaçlı kullanılamayacağı kesinlikle belirtilmiştir.

Yalnız burada dikkati çekici bir nokta, her ne şekilde olursa olsun atık plastiğin insanla temasıdır. Bu temas özellikle çocuklarda ağız tükrük yoluyla olmaktadır. Bu sebeple önemsiz gibi görünen çocuk oyuncaklarında da bu çeşit atık plastiklerin kullanılması bazı problemler ortaya çıkarmaktadır. Hatta atık plastik ve bunun yanında ağır metal içerikli boyaların kullanılması problemin büyüklüğünü birkez daha ortaya koymaktadır. Literatürde saf plastiklerin

geçme (Migration) ve diğer yollarla insan sağlığını nasıl tehdit ettiği ne dair araştırmalar günümüzde yoğun yer tutmaktadır. Hurda plastiklerden yararlanma da günümüzde çevre ve ekonomi açısından müracaat edilen önemli bir konu olmuştur. Fakat, hurda plastiklerin insan sağlığı ile doğrudan ilgili olduğu yerlerde kullanılması ile daha fazla sağlık riski sözkonusu olabilecektir.

Yukarıda ifade edilen sağlık riski taşıyan atık plastiklerin geri kazanılması sonucu elde edilen ikincil malzememin kullanılması ile meydana gelebilecek durumlar bu çalışmada araştırılmıştır. Atık plastikler su ile belirli sıcaklık ve pH değerlerinde belirli süreler için temasa getirilmiş ve sonuçta suya geçen ağır metal değerleri araştırılmıştır. Bu maksatla ilk aşamada plastikler hakkında genel bilgi verilmiş ve laboratuvarında kullanılmış (Atık) plastik malzemeler üzerinde ağırlıklı olarak ağır metal tayinleri yapılmış ve sonuçlar tablo ve grafikler halinde sunulmuştur.

BÖLÜM 2. PLASTİKLERİN YAPISI VE KULLANIM ALANLARI

Belli bir sıcaklıkta istenen şekle ve kalıba sokulabilen sentetik polimer maddelere plastik denir. Bu maddeler kullanılabacakları yere göre bazen sert bazen de çok esnek yapılabilirler. Plastikler küçük moleküllerin polimerleşmesi ile meydana gelir.

Polimerleşen moleküller bir cins ya da iki ayrı cins olabilirler. Bazı plastikler oluşurken, polimerleşme sırasında su, amonyak gibi küçük moleküller ayrılabilir. Çeşitli plastiklerin ortak özelliklerinden başka değişik, hatta birbirine tamamen zıt özellikleri vardır. Vinil plastikleri sünger kadar yumuşak olmasına rağmen , akril plastikleri cam kadar serttir.

Plastik madde üretiminin ilk basamağı polimerleşecek küçük molekülleri yani monomerleri elde etmektir. Bu monomerlerin ilkel maddeleri petrol, maden kömürü, hava, su ve yemek tuzu gibi maddelerdir. İkinci basamak monomerlerin uygun reaksiyon şartları altında katalizörler etkisi ile polimerleşmesidir. Plastik endüstrisi son yıllarda çok gelişmiştir. BU yönden çağımıza plastik çağı da denilebilir. Bugün plastik maddelerin kullanıldığı yerler insanı hayrete düşürecek derecede çoktur.

Plastikler, çoğunlukla ambalaj malzemesi olarak kullanılmakta ve kısa sürede atık haline gelmektedir. Son yıllarda kullanımlarının artması ve buna karşılık doğal şartlarda yaklaşık 450 500 sene kadar bozulmadan kalabilmeleri dolayısıyla çevre kirliliğine sebebiyet vermektedirler. Bu durum plastiklerin uygun yerlerde ve şekilde kullanılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Temel plastik türleri olan Polietilen(PE), Polipropilen(PP), Polivinilklorür(PVC), Polistiren(PS) aşağıda sırasıyla ele alınmış ve fiziksel özellikleri, atık kullanım şekilleri verilmiştir.

2.1. POLİETİLEN (PE): $[_{CH_2}CH_2_]_n$ formülü ile verilen PE yüksek yoğunluklu (YYPE) ve alçak yoğunluklu (AYPE) olmak üzere iki şekilde elde edilir. Bunların dışında birde Lineer Alçak Yoğunluklu Polietilen (LAYPE) mevcuttur. Bunlar birbirlerinden tamamen farklı üretim ve bünyesel özelliklere sahiptirler. Polimerizasyon türü olarak katılma reaksiyonu vermektedirler. Kristal şeklinde bir yapıya sahip olan PE oda sıcaklığında hemen hemen hiçbir çözücüde çözünmez. PE için erime noktası 137 °C olarak tesbit edilmiştir. 0.94-0.96 gr/cm³ yoğunluklu PE en çok tüketilen plastik türü olup çok değişik kullanım alanlarına sahiptir. Bunlar arasında; ambalaj malzemeleri, paketlenme, kablo yalıtımı, film, oyuncak, tüp, ev eşyası, şişe, boru, asit kapları ve benzeri kullanımlar sayılabilir.

2.2. POLİPROPİLEN (PP): $[_{CH_2}CH_2CH_3_]_n$ formülü ile verilen ve 0.90 gr/cm³ yoğunluklu PP için erime noktası 176°C olarak belirlenmiştir. PP nin yüksek sıcaklık ve bazı kimyasallara karşı mukavemetinin yüksek olması sebebiyle özellikle yalıtım gibi alanlarda kullanımı artmıştır. Bunun yanı sıra PP, menteşe, fiber, kap, su boruları, sterilizasyonu gereken sağlık malzemeleri, hastane eşyası, jüt eşyası ve benzeri kullanım amaçları içinde üretilmektedir.

2.3. POLİVİNİKLORÜR (PVC): $[_{CH_2}CHCl_]_n$ formülü ile verilen PVC (Valven), 1.35-1.45 gr/cm³ yoğunluğa sahiptir. Polimerizasyon türü olarak süspansiyon ve emülsiyon yöntemleri ile katılma reaksiyonları

verilmektedir. Sağlam, aşınmaya karşı dirençli ve çok geniş aralıkta değişen renklere sahip olan PVC'nin erime noktası 212 °C olarak belirlenmiştir. Diğer temel plastikler gibi PVC de çok değişik maksatlar için kullanılmaktadır. Özellikle, tüp, şişe, izole edilmiş kablo, taban döşemesi, yer kaplama, sentetik deri, köpük, film, paketlenme, otomobil, plak yapımında, elektrik ve inşaat sanayinde çok ça kullanılmaktadır.

2.4. POLİSTREN (PS): $[_{CH_2-CH-C_6H_5}]_n$ formülü ile verilen PS'nin yoğunluğu 1.05 gr/cm³ dür. Polimerizasyon türü olarak katılma, serbest radikal, anyonik, katyonik yollar verilmektedir. PS kolay işlenebilmektedir ve erime noktası olarak 240°C verilmiştir. PS, paketlenme, oyuncak, izolasyon köpüğü, sinema filmleri, elektrik yalıtımı ve ev eşyası yapımı alanlarında kullanılmaktadır.

2.5. POLİETİLEN TEREFTALAT (PET): $[_{CO-C_6H_4-COO(CH_2)_2O}]_n$ formülü ile verilen PET, terilen dakron olarakta bilinmektedir. PET özellikle Türkiye'de yeni sayılabilecek bir kullanım alanına sahiptir. PET için erime noktası 240 °C olarak verilmiştir. Bu özelliklerinden dolayı yüksek sıcaklıklara karşı mekanik özelliklerinde pek değişme olmaz. Kimyasal maddelere ve çözücülere karşı dayanımları dolayısıyla elyaf yapımında kullanılmaktadır. Son zamanlarda içme suyu şişelemede artan hızla kullanılmaktadır. Bazı meşrubat firmaları da pet şişe kullanımına geçmek için çeşitli çalışmalar yapmaktadır.

Yukarıdaki açıklamalardan temel termoplastik maddelerinin ambalaj sektöründe ağırlıklı olarak kullanıldığı ifade edilebilir. Tablo 2.1'de Ülkemizdeki termoplastik kullanımları verilmiştir.

**TABLO 2.1: Termoplastik Hammaddelerin Ülkemizde Son Yıllardaki
Kullanım Durumları**

<u>Hammadde</u>	<u>Kullanım Amacı ve Yüzdesi</u>
AYPE	Seralık örtü, torba, hortum: % 58.8, Ambalajlık film torba: % 25, Şişirme ürünler: % 5.1, Enjeksiyon ürünleri: % 8.1, Kablo ve diğerleri: % 3.
YYPE	Çuval, monoflamen: % 26, Enjeksiyon: % 17, Şişirme: % 52, Boru: % 2, Film: % 3.
PVC	Enjeksiyon şişe, levha: % 3.9, Rijid boru, profil: % 61, Fleks ekst, fleks inj: % 15, Yer karosu, müzik plağı: % 2.7, Pasta tatbikatı: % 12.3, Akü spare: % 6, Kablo: % 4.5 .
PP	Çuval, halatlık: % 60.8, Enjeksiyon: % 24, Ambalajlık film: %5.2, Elyaf: % 6.5, Çember, şerit: % 3.5.
PS	Enjeksiyon ürünleri: % 36.9, Köpük: % 8.6, Vakum ile şekillendirme: % 54.5
PET	Şişirme şişeler, kaplar ve elyaf.

BÖLÜM 3. PLASTİKLERİN SINIFLANDIRILMASI

Çok değişik şekillerde sınıflandırılabilen plastikler genel olarak iki grupta toplanabilmektedir. Bunlar plastikler ve katkı maddeleridir. Aşağıda bu gruplar ayrıntılı bir biçimde sunulmuştur.

3.1 PLASTİKLER: Bunlar beş gruba ayrılabilir.

3.1.1. Termoplastikler;

- Alçak Yoğunluklu Polietilen
- Lineer Alçak Yoğunluklu Polietilen
- Yüksek Yoğunluklu Polietilen
- Klorlandırılmış Polietilen
- Polivinil ve Vinil Kopolimerleri
- Polistren
- Polipropilen
- Termoplastik Poliamid
- Poliamid-amid
- Sülfon Polimerleri
- Polimetil Penten
- Fenilin Oksit Kökenli Reçine
- Epoksi
- Asetal Homopolimeri
- Polikarbonat
- Termoplastik Poliester (PET)
- Termoplastik Kopoliester
- Polibütilen
- Poliüretan
- Selülozikler

- Stren Akrilonitril
- ABS
- Poliakrilat
- Naylon
- Nitril Reçine
- Polifenilin Sülfid
- Termoplastik Elastomerler
- Alil

3.1.2. Termoelastik Plastikler;

- Akrilik

3.1.3. Südo Plastikler;

- Floroplastikler
- İyonomerler

3.1.4. Termoset Plastikler;

- Alkid
- Slikon
- Amino
- Termoset Poliamid
- Furan
- Doymamış Poliester
- Fenolikler

3.1.5. Alaşımlar;

3.2. KATKI MADDELERİ:

- Dolgu ve Güçlendirme Maddeler
- Stabilizörler ve Antioksidantlar
- Plastikleştiriciler
- Renklendiriciler
- Yağlayıcılar
- Katalizler

- Antistatik Katkılar
- Ateş Almasını Önleyiciler
- Köpürtücüler

Bu sınıflandırma dışında yine plastikler için geçerli olan üç tür sınıflandırma daha sözkonusudur. Bunlar;

- a) Yapılarına Göre Sınıflandırma
- b) Menşelerine Göre Sınıflandırma
- c) Fiziksel Özelliklerine Göre Sınıflandırma

olup aşağıda sıra ile verilmiştir.

a) Yapılarına Göre Sınıflandırma

Polimerler		
<u>Organik Polimerler</u>	<u>İnorganik Polimerler</u>	<u>Organometalik Polimerler</u>
Örnekler	Örnekler	Örnekler
1- Polietilen	1-Silika	1-Polisilikonlar
2- Selüloz	2-Alümina	2-Polifosfazenler
3- Kauçuk		

b) Menşelerine Göre Sınıflandırma

Polimerler

Dozaj ve Modifiye Doğal Polimerler

Örnekler

- 1-Selüloz
- 2-Pektin
- 3-Protein
- 4-Etil Selüloz
- 5-Karboksimetil Selüloz

Yapay Polimerler

Örnekler

- 1-Polietilen
- 2-Sentetik Kauçuk
- 3-Naylon
- 4-PS
- 5-Poliester

c) Fiziksel Özelliklerine Göre Sınıflandırma

Polimerler

Plastikler

Termoplastik	Termoset	Elastomerler	Elyaf
Örnekler	Örnekler	Örnekler	Örnekler
1-PE	1-Poliester Reçinesi	1-SBR	1-Poliamid
2-PS	2-Üre-Formaldehit Reçinesi	2-Cis-Polibütadien	2-Poliester
3-PP	3-Fenol Formaldehit Reçinesi	3-Doğal Kauçuk	3-PP
4-Poliamid 6		4-Nitril Kauçuk	4-Poliakrilo Nitril
5-PVC		5-Klor Kauçuk	5-Selüloz(Pamuk)
		6-Silikon Kauçuk	6-Yün

Yukarıda sınıflamasını çeşitli şekillerde verdiğimiz termoplastiklerin geri kazanımı söz konusu iken, termoset plastikler bunun dışındadır. Ayrıca plastiklerin sınıflarına göre ayrılıp toplanması atık plastiklerin tekrar işlenmesi aşamasında hem kolaylık ve ekonomi hemde kaliteli mal temini sağlar.

BÖLÜM 4. PLASTİK ÜRETİM TÜKETİM İLİŞKİSİ

Plastikler sahip oldukları çeşitlilikleri ve buna bağlı olarak çok farklı yerlerde kullanılabilme gibi özellikleri sebebiyle her geçen gün artan miktarlarda üretilmekte ve tüketilmektedir. Aşağıda Tablo 4.1’de termoplastik tüketimi türlerine göre kantitatif olarak incelenmiştir.

TABLO 4.1. Toplam Termoplastik Tüketiminin Yurtiçi Dağılımı[7]

Termoplastik Türü	LDPE	HDPE	PP	PVC	PS	Toplam
%	35	11	16	28	10	100

Bu tablo yıllara göre bazı değişiklikler göstermektedir. Bu değerler bir yaklaşım olarak verilmiştir. Tablo 4.1’den görüleceği üzere LDPE % 35’lik en yüksek tüketim oranına sahiptir. Bu plastik türü çoğunlukla ambalaj sanayinde kullanılmakta ve kısa sürede atık olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle bu maddenin sürekli olarak izlenmesi ve bertarafı gerekmektedir. Bunun dışında mesela, PVC %28’lik tüketim oranına sahip olmasına rağmen atık olarak da geri dönmesi uzun yıllar almaktadır. Yani PVC uzun yıllar kullanılabilir. Bu sebeple geri dönüşü uzun sürmektedir. Bu noktalar dikkate alınarak olay izlenmelidir.

Aşağıda sözkonusu termoplastik türlerinin insan başın tüketim miktarları 1978 yılından başlamak üzere 1990 yılına kadar belirlenmiş ve 1995 ve 2000 yılları için de tahmini değerler bulunmuştur.

**TABLO 4.2. Kişi Başına Düşen Termoplastiğin Yurtiçi Tüketimi
(kg/kişi)[7]**

Tür	1978	1980	1985	1987	1990	1995	2000
PE	2.09	1.05	2.85	4.07	4.87	6.75	9.29
PP	0.47	0.46	1.15	1.59	1.92	2.53	3.25
PVC	1.69	1.14	1.80	2.53	2.89	3.77	4.89
PS	0.46	0.20	0.57	0.95	1.15	1.61	2.32
Toplam	4.71	2.85	6.35	9.13	10.82	14.65	19.75

Bu tabloya göre verilen ve artan yönde projeksiyon değerleri ile 1990 yılına ait gerçekleşmiş değerler karşılaştırıldığı zaman; bazı plastik türlerinde artış hızlı olurken bazılarında bu artışın az olduğu görülmüştür. Bu da çöp içindeki plastiklerin oranının artabileceğini göstermektedir. Bu artışa sebep olarak, aşağıdaki ithalat ihracaat değerleri incelendiği zaman polietilen için ithal edilen miktardan çok ihraç edildiği ve böylece tüketim miktarının aşırı artışının olmadığı göze çarpmaktadır. Bu arada 1990 yılı kişi başına tüketilen termoplastiklerin miktarlarını hesaplamak için aşağıda verilen 1990 yılına ait Türkiye üretimleri ve ithalat ihracaat rakamları incelenmiş ve 1990 yılı 56,473 milyon kişi nüfus esas alındığında miktar olarak elde olunan değerler; PE = 4.30 kg/kişi, PP = 2.37 kg/kişi, PVC = 3.12 kg/kişi, PS = 1.29 kg/kişi ve toplam = 11.08 kg/kişidir. Buradan da anlaşılacağı üzere plastiklerin artış hızı beklenenden de fazla olmuştur. 1978 - 2000 yılı arasında plastik tüketiminin takriben 4 kat artacağı tahmin edilmektedir.

Burada sırasıyla Devlet İstatistik Enstitüsünün verilerinden araştırılarak elde edilen beş temel termoplastiğe ait hem Türkiye üretimleri hemde Türkiye

için geçerli olan ithalat ve ihracaat rakamları miktar ve TL baz alınarak aşağıda tüm ayrıntıları ile verilmiştir.

Aşağıda verilen tablo ve şekillerden de görülebileceği gibi genelde PE en yüksek üretim-tüketim ve ithalat-ihracat oranlarına sahiptir. Ancak son yıllarda PP ithalatı PE'yi geçmiş durumdadır. PP uzun kullanım süresine sahip olduğu için geri dönüşü zaman almaktadır. PS ise hemen hemen en düşük üretim-tüketim ve ithalat-ihracat oranlarına sahiptir. Bunun için yurt dışında olduğu gibi bizde de bunun kullanım oranının artması için teşvik edilmektedir.



TABLO 4.3. Başlıca Plastiklerin Türkiye Üretimi

YIL	MİKTAR,DEĞER	PE	PS	PVC	PP
1980	MİKTAR(TON)	12,964	10,962	29,507	---
	DEĞER(TL*1000)	2,843,997	2,523,524	5,083,843	---
1981	MİKTAR(TON)	19,003	12,302	41,473	---
	DEĞER(TL*1000)	3,933,390	2,857,962	6,916,083	---
1982	MİKTAR(TON)	26,832	10,236	41,257	---
	DEĞER(TL*1000)	6,877,134	3,295,653	8,852,410	---
1983	MİKTAR(TON)	30,269	15,913	42,250	---
	DEĞER(TL*1000)	9,343,237	5,865,602	11,340,301	---
1984	MİKTAR(TON)	25,846	15,232	37,777	---
	DEĞER(TL*1000)	12,854,224	7,821,666	15,632,592	---
1985	MİKTAR(TON)	63,893	16,438	40,903	---
	DEĞER(TL*1000)	28,978,074	8,708,522	17,055,643	---
1986	MİKTAR(TON)	151,506	15,822	65,746	31,829
	DEĞER(TL*1000)	88,464,835	11,769,324	38,837,974	22,777,515
1987	MİKTAR(TON)	209,882	15,364	109,536	63,008
	DEĞER(TL*1000)	182,232,061	21,479,037	102,210,633	71,323,308
1988	MİKTAR(TON)	232,514	19,064	130,839	65,102
	DEĞER(TL*1000)	518,468,868	50,167,014	255,480,155	144,340,172
1989	MİKTAR(TON)	249,509	22,982	129,198	68,075
	DEĞER(TL*1000)	575,830,529	71,989,246	288,215,038	156,081,437
1990	MİKTAR(TON)	241,927	21,878	136,658	64,553
	DEĞER(TL*1000)	697,883,001	89,057,159	322,278,274	183,345,933
1991	MİKTAR(TON)	256,001	19,625	131,638	64,942
	DEĞER(TL*1000)	1,082,592,548	104,395,194	457,383,745	269,395,579
1992(İLK 6 AY)	MİKTAR(TON)	120,682	8,984	69,716	32,197
	DEĞER(TL*1000)	677,856,666	57,778,000	290,257,000	174,143,000

TABLO 4.4. Yıllara Göre Beş Termoplastiğin İthalatı-İhracatı

İTHALAT		İHRACAT				
1980						
ÜRÜN	BİRİM(TON)	DEĞER		BİRİM(TON)	DEĞER	
		TL(1000)	\$ (1000)		TL(1000)	\$ (1000)
POLİETİLEN(PE)	30,621	2,673,345	32,723	---	---	---
POLİPROPİLEN(PP)	19,336	1,489,611	18,745	---	---	---
POLİSTREN(PS)	2,210	222,613	2,618	---	---	---
POLİVİNİLKLOÜR(PVC)	14,058	1,050,768	13,318	103	12,588	146---
DİĞER	---	---	---	467	48,065	594
TOPLAM	99,011	9,280,387	---	3,772	400,675	---
1981						
POLİETİLEN(PE)	48,161	4,816,418	44,122	64	7,741	63
POLİPROPİLEN(PP)	22,155	2,016,718	18,140	20	2,654	20
POLİSTREN(PS)	3,040	435,116	3,797	---	---	---
POLİVİNİLKLOÜR(PVC)	29,395	2,331,469	21,161	2,479	454,889	4,444
DİĞER	---	---	---	1,854	266,271	2,211
TOPLAM	148,649	18,133,434	162,372	24,796	5,465,881	47,560

TABLO 4.4.(DEVAM)

İTHALAT		İHRACAT				
1982						
ÜRÜN	BİRİM(TON)	DEĞER		BİRİM(TON)	DEĞER	
		TL(1000)	\$ (1000)		TL(1000)	\$(1000)
POLİETİLEN(PE)	---	---	---	---	---	---
POLİPROPİLEN(PP)	---	---	---	---	---	---
POLİSTREN(PS)	---	---	---	---	---	---
POLİVİNİLKLORÜR(PVC)	---	---	---	---	---	---
DİĞER	---	---	---	---	---	---
TOPLAM	160,234	27,680,459	167,737	34,220	7,063,640	43,243
1983						
POLİETİLEN(PE)	---	---	---	---	---	---
POLİPROPİLEN(PP)	---	---	---	---	---	---
POLİSTREN(PS)	---	---	---	---	---	---
POLİVİNİLKLORÜR(PVC)	---	---	---	---	---	---
DİĞER	---	---	---	---	---	---
TOPLAM	170,597	38,697,078	167,974	51,738	9,705,543	43,537

TABLO 4.4. (DEVAM)

İTHALAT		İHRACAT				
1984						
ÜRÜN	BİRİM(TON)	DEĞER		BİRİM(TON)	DEĞER	
		TL(1000)	\$ (1000)		TL(1000)	\$ (1000)
POLİETİLEN(PE)	85,317	22,981,502	62,751	1,943	638,439	1,813
POLİPROPİLEN(PP)	54,889	16,064,827	43,613	1,595	677,565	1,865
POLİSTREN(PS)	4,808	1,543,418	4,180	103	55,616	151
POLİVİNİLKLORÜR(PVC)	51,718	11,341,649	31,038	245	82,987	224
DİĞER	---	---	---	---	---	---
TOPLAM	275,272	95,007,637	258,383	54,095	15,849,060	42,813
1985						
POLİETİLEN(PE)	64,488	20,742,159	39,238	5,603	2,314,290	4,268
POLİPROPİLEN(PP)	63,765	26,362,412	49,678	734	340,577	616
POLİSTREN(PS)	10,973	6,758,635	12,598	1,107	476,624	875
POLİVİNİLKLORÜR(PVC)	49,568	14,574,391	27,290	3,364	1,617,343	3,074
DİĞER	---	---	---	---	---	---
TOPLAM	259,177	130,591,186	246,081	70,496	29,401,968	55,300

TABLO 4.4. (DEVAM)

İTHALAT		İHRACAT				
1986						
ÜRÜN	BİRİM(TON)	DEĞER		BİRİM(TON)	DEĞER	
		TL(1000)	\$ (1000)		TL(1000)	\$ (1000)
POLİETİLEN(PE)	34,263	16,681,843	24,679	37,568	15,341,745	22,360
POLİPROPİLEN(PP)	39,437	22,026,768	33,337	3,331	2,195,367	3,243
POLİSTREN(PS)	23,319	17,912,154	26,074	467	300,239	459
POLİVİNİLKLOÜR(PVC)	50,717	23,527,770	35,139	3,617	2,397,998	3,661
DİĞER	---	---	---	---	---	---
TOPLAM	213,609	173,576,597	255,934	119,648	58,477,547	86,458
1987						
POLİETİLEN(PE)	41,644	30,815,287	35,195	51,084	34,741,990	39,743
POLİPROPİLEN(PP)	29,248	28,865,969	33,643	9,728	12,749,637	13,905
POLİSTREN(PS)	34,958	40,093,467	45,044	3,095	4,052,120	4,508
POLİVİNİLKLOÜR(PVC)	38,626	27,153,066	31,886	22,565	28,467,467	32,119
DİĞER	---	---	---	---	---	---
TOPLAM	233,313	292,178,107	335,129	193,192	168,878,309	191,223

TABLO 4.4. (DEVAM)

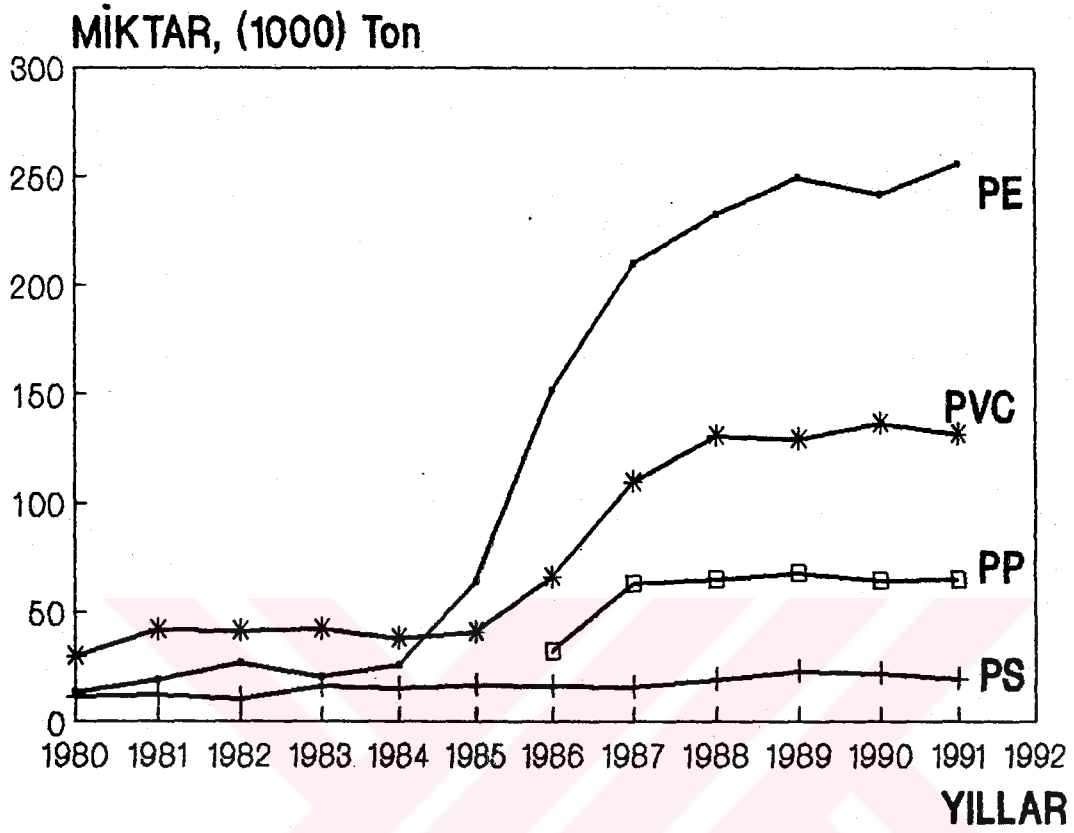
İTHALAT		İHRACAT				
1988						
ÜRÜN	BİRİM(TON)	DEĞER		BİRİM(TON)	DEĞER	
		TL(1000)	\$ (1000)		TL(1000)	\$ (1000)
POLİETİLEN(PE)	29,417	42,337,832	30,506	80,810	152,327,048	103,807
POLİPROPİLEN(PP)	28,051	54,232,741	39,735	8,957	21,703,851	16,022
POLİSTREN(PS)	34,210	75,302,795	55,561	7,473	19,936,955	17,255
POLİVİNİLKLORÜR(PVC)	28,726	46,974,043	33,613	32,132	54,853,729	38,597
DİĞER	---	---	---	---	---	---
TOPLAM	197,394	489,605,897	352,661	228,507	367,370,248	263,466
1989						
POLİETİLEN(PE)	23,373	57,626,862	26,762	99,444	180,875,992	88,686
POLİPROPİLEN(PP)	40,202	78,402,919	36,354	6,524	13,720,559	6,632
POLİSTREN(PS)	25,323	82,660,729	38,232	402	1,161,276	583
POLİVİNİLKLORÜR(PVC)	20,268	38,556,833	17,564	36,767	69,388,667	32,581
DİĞER	---	---	---	---	---	---
TOPLAM	190,020	710,334,779	329,850	245,335	460,084,052	219,053

TABLO 4.4. (DEVAM)

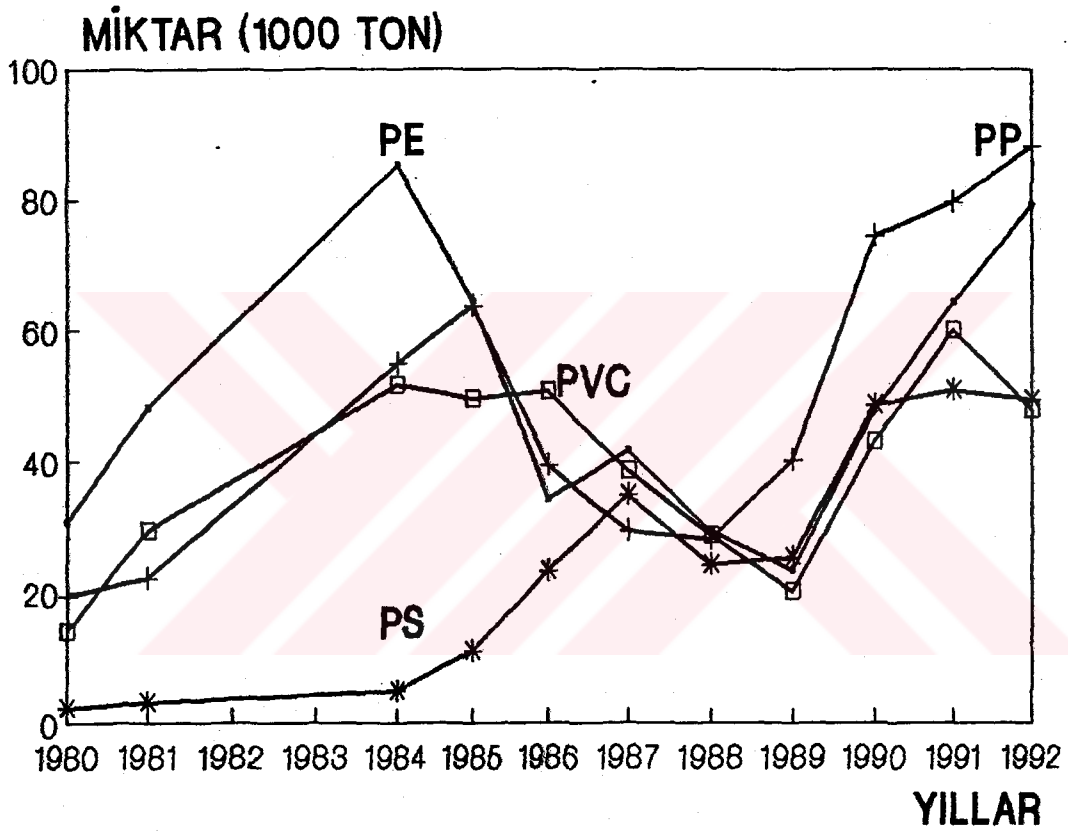
İTHALAT		İHRACAT			
1990					
ÜRÜN	BİRİM(TON)	DEĞER		BİRİM(TON)	DEĞER
		TL(1000)	\$ (1000)		
POLİETİLEN(PE)	47,789	142,120,336	53,793	47,891	97,264,729
POLİPROPİLEN(PP)	74,378	172,578,145	65,720	5,310	7,710,843
POLİSTREN(PS)	48,615	173,355,135	66,279	442	2,102,233
POLİVİNİLKLORÜR(PVC)	43,154	91,308,392	34,839	43,018	74,929,171
DİĞER	---	---	---	---	---
TOPLAM	318,285	1,477,605,337	562,986	221,766	450,352,250
1991					
POLİETİLEN(PE)	64,259	270,071,046	61,716	47,360	149,433,581
POLİPROPİLEN(PP)	79,574	284,250,829	67,096	10,947	20,893,707
POLİSTREN(PS)	50,811	287,642,461	68,647	27	75,968
POLİVİNİLKLORÜR(PVC)	59,997	162,329,815	38,031	20,355	59,863,972
DİĞER	---	---	---	---	---
TOPLAM	358,141	2,510,305,565	592,379	228,307	729,135,182
					176,008

TABLO 4.4. (DEVAM)

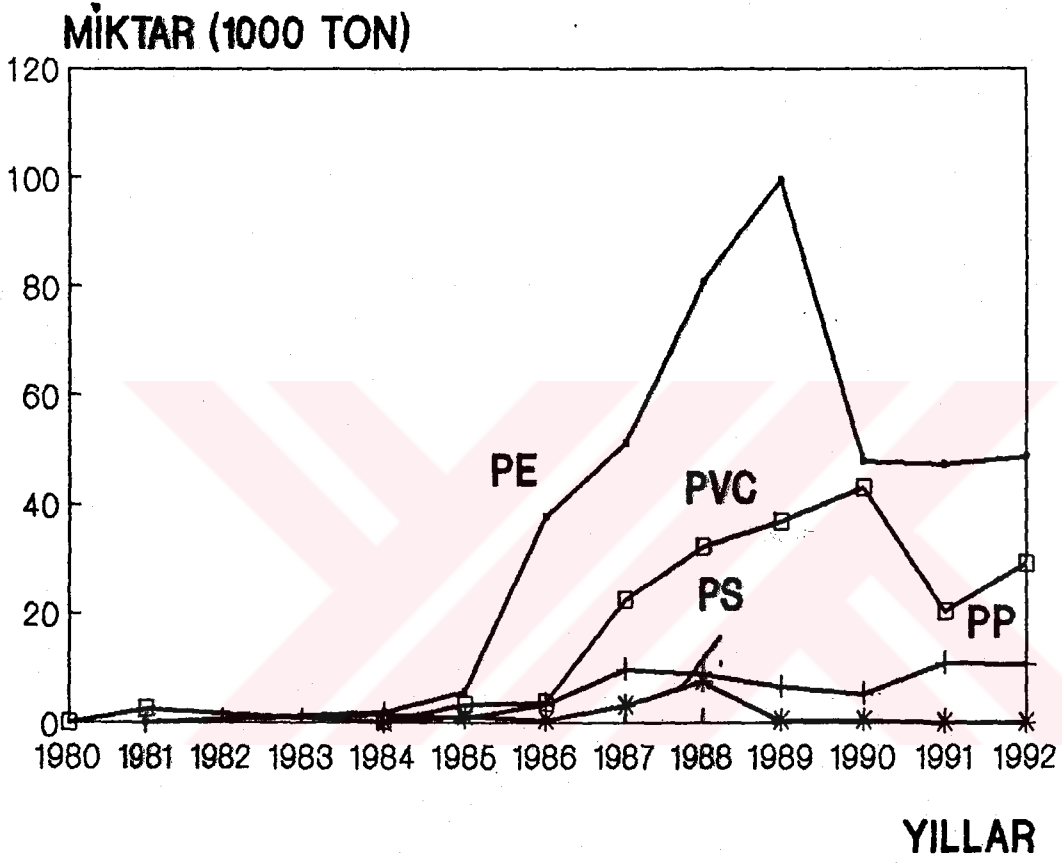
İTHALAT		İHRACAT				
1992(İLK 9 AY)						
ÜRÜN	BİRİM(TON)	DEĞER		BİRİM(TON)	DEĞER	
		TL(1000)	\$ (1000)		TL(1000)	\$(1000)
POLİETİLEN(PE)	79,160	405,033,832	60,993	48,607	224,232,986	33,363
POLİPROPİLEN(PP)	88,096	441,892,252	65,979	10,632	33,970,281	5,103
POLİSTREN(PS)	49,414	356,738,560	53,599	68	384,954	63
POLİVİNİLKLORÜR(PVC)	47,928	198,339,178	29,417	29,132	110,316,985	16,439
DİĞER	---	---	---	467	48,065	594
TOPLAM	---	---	---	---	---	---



Şekil 4.1. Yıllara Göre Termoplastiklerin Türkiye Üretimi



Şekil 4.2. Yıllara Göre Termoplastiklerin İthalatı



Şekil 4.3. Yıllara Göre Termoplastiklerin İhracatı

BÖLÜM 5. PLASTİKLERİN GERİ KAZANILMA (RECYCLE) ALTERNATİFLERİ

Plastiklerin tüketimi çoğunlukla ambalaj sanayine yönelik olmakta ve çok kısa sürede atık haline dönmektedir. Bu sebepten dolayı bunları bir an önce toplanması hem çevre kirlenmesinin önüne geçecek hemde ülke ekonomisine kazandırılacaktır. Böylece mesela; 1 ton AYPE üretimi için yaklaşık 2.24 ton ham petrol eşdeğeri enerjiden tasarruf sağlanmış olacaktır. Yukarıda 4. bölümde de açıklandığı gibi plastiklerin üretim tüketim açısından bir sıralamasını yapacak olursak; AYPE>PVC>PP>PS>YYPE olduğu görülecektir. Bunların dışında kalan PET için 1985 de 2100 tondan 1989 da 6950 ton seviyesine ulaşması bu plastik türünde artış miktarı hakkında bize bilgi vermektedir. 1985 de İstanbul'da yapılan bir araştırmada katı atık içindeki plastiklerin % 70 yakın bölümünün PE esaslı olduğu ortaya konulmuştur. Aynı tarihte günde yaklaşık 5700 ton çöp toplandığı ve bu çöp içinde yılda 148,000 ton plastik atık oluştuğu tahmin edilmiştir. Yani bu değer yaklaşık toplam katı atıkların %7 sidir. Bu plastiklerin geri kazanılması çevreye bırakılacak bu miktarı azaltacaktır. Plastik atıkların değerlendirilmesi genelde üç farklı şekilde olmaktadır. Bunları sıralayacak olursak;

5.1. PLASTİK MALZEMELERİN GERİ KAZANILMASI:

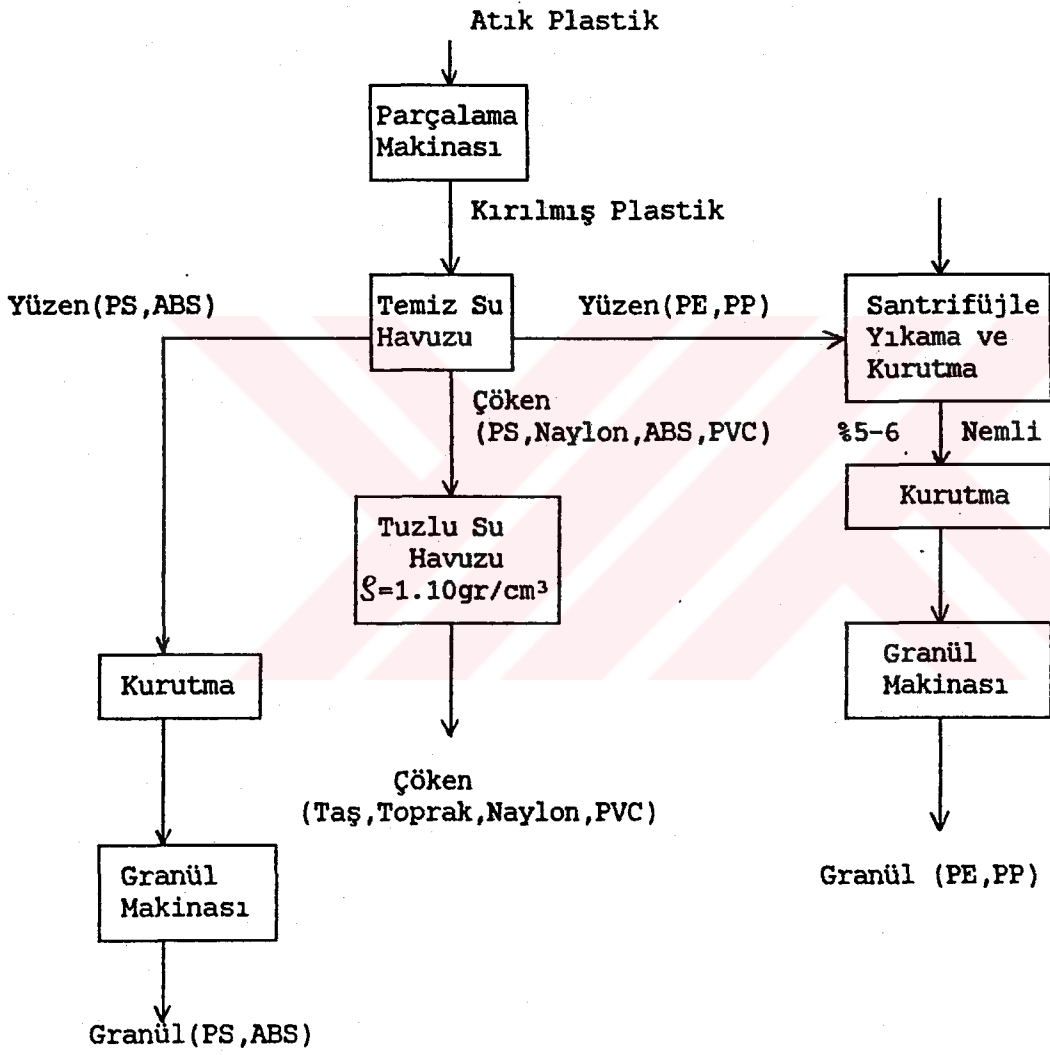
Plastik atıkların tekrar işlenerek 1. veya 2. kalite mamul madde eldesi diye de isimlendirilen bu yöntemde plastikler parçalanıp ya karışık yada cinslerine göre ayrıldıktan sonra granül hale getirilmektedir. Burada yer alan önemli bir nokta ise kullanılmış plastiklerin sınıflandırılmasıdır. Bunun zorluğundan dolayı hala dünyada plastikleri karışık olarak işleyebilmek için yoğun çaba sarfedilmektedir. Plastikler içinde AYPE en yüksek geri dönme

oranını sahiptir. Sert PVC ise geri dönme oranı en düşük plastik türüdür. Pet şişe üretiminde ortaya çıkan hurdalardan granül imal edilmekte ve bu granüllerde votka ve benzeri kullanımında kullanılmaktadır. Atık pet şişeler toplanıp safsızlaştırıldıktan sonra aynı gaye ile kullanılmaktadır.

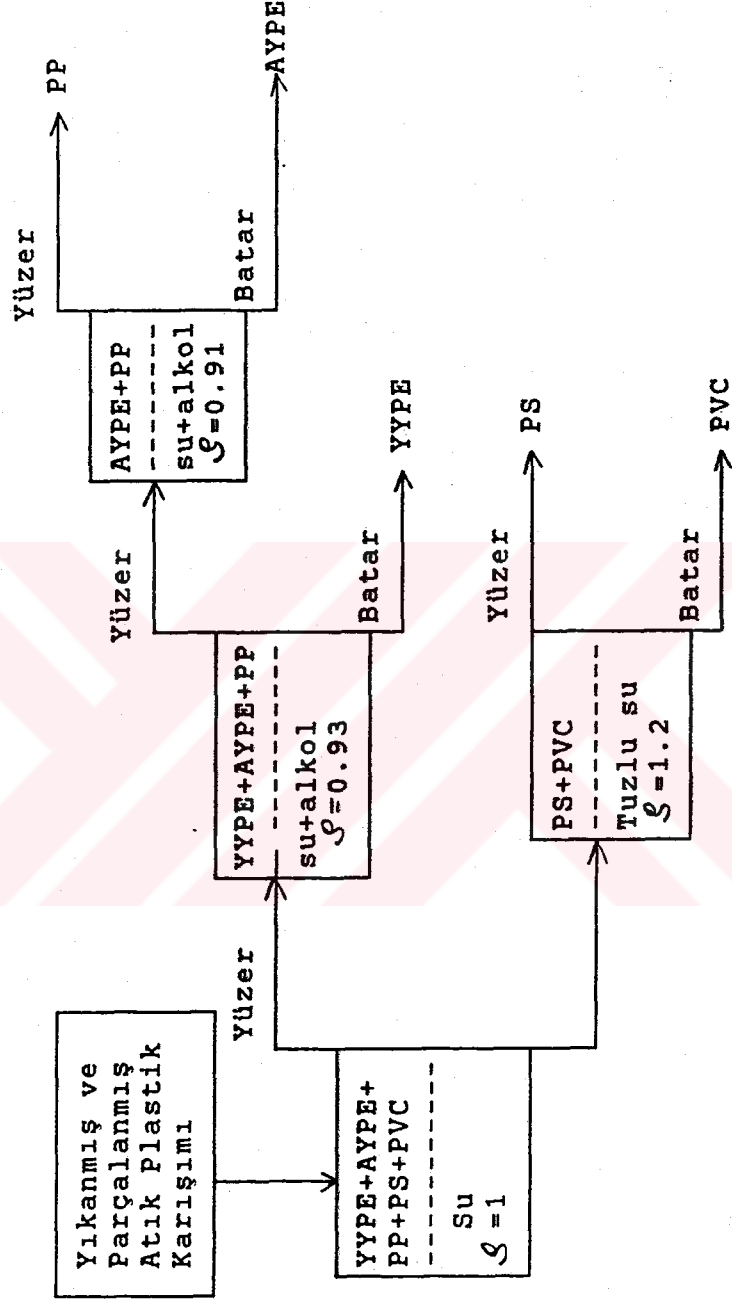
Atık plastikleri elle ayırmanın dışında, yoğunluk farklılıklarından faydalanarak çeşitli sulu solventler veya çözeltiler kullanarak ayırabiliriz. Aşağıda verilen şekil 5.1.1. ve şekil 5.1.2. bu ayırma işlemi için gösterilen yöntemlerdir. Atık plastikler tamamen ayrılırlar bile mekanik ve fiziksel özelliklerinde bir miktar kötüleşme görülmektedir. Bu kötüleşmeye paralel olarak geri dönüşen plastiklerin pazar payı azalmakta ve tüketim için talep oluşmamaktadır. Hidrosiklon teknolojisinde ise plastikler su ile karıştırılıp hızla döndürülmekte ve birbirlerinden ayrılmaktadırlar. Plastiklerin işlenmesinde sıcaklığın homojen olması, ürün eldesinin kalitesinde önemlidir. Karışık plastiklerin işlenmesi için, geliştirilmiş bazı yöntemler olmasına karşın yukarıda da belirtildiği gibi ürün kalitesinin düşük olmasından dolayı kaba kullanımlara uygundur. Karışık malzemelerin işlenmesinde çeşitli güçlüklerle karşılaşılır. Bunlardan biride PVC'nin karışımda düşük miktarda olmasından dolayı bozunarak korozyif HCl gazını oluşturmasıdır. Bunun için PVC'yi karışıma yüksek derişimde vererek reaksiyonu düşük sıcaklıkta gerçekleştirmek bu tehlikeyi ortadan kaldırabilir. Karışık plastiklerin işlenmesi PET'in 1978 de ortaya çıkması ile daha da güçleşmiştir. Çünkü PET 220 °C sıcaklıkta erimekte, fakat bu sıcaklıktada PVC bozunmakta ve az önce açıklandığı üzere HCl gazını oluşturmaktadır. Atık plastiklerin ayrı ayrı toplanması hem bu gibi problemleri ortadan kaldırmakta hemde daha kaliteli ürün eldesini temin etmektedir.

5.2. KİMYASAL ÜRÜNLERİN GERİ KAZANILMASI:

Kimyasal ürünlerin geri kazanılması yöntemi daha karmaşık ve ileri teknoloji isteyen bir yöntemdir. Isıl Parçalanma (Thermal Krasing), Hidrojen



ŞEKİL 5.1.1. Atık Plastiklerin Geri Kazanılması İçin Bir Akım Şeması



ŞEKİL 5.1.1.2: Temel Plastik Atığının Batma Yüzme Yöntemiyle Ayrılması

Ortamında Parçalanma (Hydro Krating) ve Hidroliz bu geri kazanım yöntemi için verilmiş üç prosestir. Bu amaçla kullanılan thermal krating (Piroliz), oksijensiz ortamda yüksek sıcaklıklarda moleküllerin ısı olarak parçalanması veya polimerlerin ısı etkisiyle hidrokarbon fraksiyonları ayrılmasıdır. Pirolizle gaz, sıvı ve katı ürünler elde edilir. Bu maddelerde saflaştırmadan sonra tekrar hammadde olarak kullanılabilir.

Plastik atıklardan, onları oluşturan temel kimyasal ürünleri geri kazanmak için kullanılan diğer bir yöntemde kimyasal parçalanmadır. Burada kontrollü kimyasal tepkimeler yoluyla yeni kimyasal maddeler elde edilir. Yani hidroliz (Kimyasal Parçalanma) polimerlerin tekrar polimer üretiminde kullanılmak üzere başlangıç maddelerine veya benzerlerine dönüştürülmesidir. Hidrolizleme reaksiyonları buna örnek oluşturmaktadır.

Bunlara ek olarak hidro-krating ise polimerlerin yüksek basınç ve ısı altında aynı zamanda hidrojen mevcudiyetinde değişik fraksiyonlara ayrılmasıdır.

5.3. ATIKLARDAN ENERJİNİN GERİ KAZANIMI :

Bu yöntem plastik atıkların yakılarak enerjiye dönüştürülmesidir. Yakma işlemi, yakma fırınlarında gerçekleştirilir ve ısı enerji elde edilir. Burada göze çarpan iki husus önemlidir.

- a) Aşırı ısıdan dolayı yakma fırınları zarar görmektedir.
- b) Hava kirliliğine yol açarak çevre ve insan sağlığını tehdit edebilmektedir.

Yukarıda görüldüğü gibi plastikler üç yolla geri kazanılmaktadır. Bu yöntemler halen uygulanmakta olup ,plastiklerin çevreye verdiği zararın azaltılması için yoğun çalışmalara devam edilmektedir. Bunu teşvik etmek içinde plastiklerin çevreye verdiği kirliliğin azaltılması için üreticiler sorumlu tutulmuştur. Zaten

Katı Atıklar Kanununun 8. maddesinde aynen şöyledir. " Termoplastik türü maddelerden imal edilen sıvı kabı ve ambalaj malzemesi kullanarak kendi ürünlerini piyasaya sürenler atıklarını bertaraftan sorumludurlar. "



BÖLÜM 6. ATIK PLASTİKLERİN KULLANILDIĞI YERLER:

Ham plastik maddeler büro mobilyasından çocuk oyuncağına kadar değişik kullanım alanlarına sahiptirler. Ham plastik maddelerin işlenmesi kolaydır. Homojen oldukları için kaliteli ürün eldesi kolaylıkla temin edilir. Buna karşılık atık plastikler homojen olmamaları, kirli görünümleri mukavemetlerinin zayıf olması gibi sebeplere bağlı olarak kısıtlı bir kullanım alanına sahiptirler. Bu ve bunlara benzer sebeplerden dolayı geri kazanılmış atık plastikler genelde kaba kullanımlar için uygun görülmektedir. Bunun yanında safsızlaştırmaya tabi tutulan plastik türleri orjinal hammaddenin yerini almasına karşılık çoğu zaman karışık olarak işlendiklerinden kalite düşmekte ve yeterli kullanım sahası bulamamaktadırlar. Atık plastik maddeler dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Genelde kaba kullanım olarak sayabileceğimiz türler arasında şunlar yer almaktadır; Otoyol, durak, deniz kıyısı düzenlemesi, dalga kıran, bahçe malzemesi, çit, çatı kaplamaları, çiçek saksıları, atık su boru imalatı, yol kenarı korkulukları, dolgu malzemeleri v.b.

BÖLÜM 7.GIDA AMBALAJINDA KULLANILAN PLASTİKLERİN ARAŞTIRILMASI

Gıda Maddeleri ile Temasta Bulunan veya Bulunmak Üzere İmal Edilen Plastikler Hakkındaki Yönetmelikte de belirtildiği gibi a) Gıda maddeleri ile temasta bulunacak plastiklerin imalinde kullanılan monomerler ve mamül maddede bulunabilecek monomer oranı , bu yönetmelikte saptanan sınırları aşmasına izin verilmemektedir. b) Gıda maddeleri ile temasta kullanılacak plastiklere üretim sırasında katılan katkı maddeleri ; plastifiyan (yumuşatıcı), antioksidan (koruyucu), stabilizan (dayanıklılık sağlayacak), emülgatör (homojenleştirici), librififiyan (parlatici, kaydırıcı), boya katalizör (hızlandırıcı), yine bu yönetmelikte verilen sınırları aşamaz. c) Plastiklerle temasta bulunacak gıda maddeleri aşağıda belirtilen gruplara ayrılırlar.

- 1) Sulu Maddeler (su, maden suyu, meyva suyu v.b.)
- 2) Alkollü Maddeler (bira, şarap v.b.)
- 3) Yağlı Maddeler (yağlar, süt, mayonez, ayran, et, v.b.)
- 4) Kuru, Katı Maddeler (ekmek, pirinç, et, sebze, v.b.)
- 5) Asitli Maddeler (sirke, kola, gazoz, ayran, v.b.)

Bazı gıda maddeleri iki gruba birden girebilirler. d) Gıda maddeleri ile temasta bulunan plastiklerin yapısında bulunan maddeler sağlığa zararsız dahi olsa, bitirilmiş ürünlerin yiyecek maddelerinin kokusu ve tadı üzerine bir etkisi olmamalıdır. e) Plastiklerin yapısına giren kimyasal maddeler, gıda benzeri çözücülerle yapılan deneyler sonucu 60 ppm , yada gıda ve benzeri çözücülerin temas ettiği yüzeyde 10 mg/dm² den daha fazla çözünürlük vermediği ve aşağıda görülen deneylere olumlu cevap verdiği sürece kullanılabilir.

Genellikle geçme ve ekstraksiyon çalışmaları kendi kategorilerindeki gıdalarda 10 güne kadar süreli ve normal koşullardaki en yüksek sıcaklığın üzerinde bir sıcaklıkta yapılır. Her zaman gıdalardaki eser miktardaki ekstrakte

edilmiş maddelerin analiz olanağı yoktur, bu yüzden gıda benzeri bazı ekstrakte edicilerin kullanılması gerekir. Ekstrakte edici maddeler dört sınıfta toplanırlar;

- a) Damıtık Su
- b) Seyreltik Asit
- c) Etanol Su Çözeltisi
- d) Yağların Karakterinde Bir Çözücü

f) Gıda maddeleri ile temasta kullanılacak plastik maddeler kolay kırılmaz, yırtılmaz ve biçim bozulmasına uğramaz bir yapıda olmalıdır.

Plastiklerin eritilerek gıda ambalajında yeniden kullanılması;

Molekül yapısının bozulması,

Temiz olmamaları,

Koku yapması,

Üretimde kullanılan bazı katkı maddelerinin ambalajlanan besine geçebilmesi, nedeniyle tüm dünyada ve yurdumuzda yasaklanmıştır. Ayrıca bazı plastiklerin yapımında kullanılan katkı maddelerinin, sağlığa zararlı olması nedeniyle sınırlama ve yasaklamalar getirilmiştir. Gıda ambalajlamasında kullanılan özellikle PVC ve PS gibi termoplastikler üzerine araştırmalar yapılmış ve örneğin içinde gıda malzemesi (Sıvı yağ, yoğurt vb.) bulunan bu maddelerin monomerlerini gıda maddesine geçirdikleri yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Geçme yada Migration dediğimiz olay plastik malzemeden gıdaya bir kütle transferi şeklinde ifade edilebilmektedir. Gıda maddesiyle ambalaj malzemesinin temas ettiği yüzeyde devamlı olarak fiziksel ve kimyasal bir etkiye vardır. Bu etkiye olayı gıda ambalaj arasında bir denge sağlanıncaya kadar devam etmektedir. Buna örnek vermek gerekirse PVC ile şişelenmiş alkollü içkilerde görülen değişmelerin nedeni olarak VC düşünülmüş ve likörde 10-20 ppm VC ortaya çıkarılmıştır. Olayın böyle olduğunun görülmesi ve VC'nin kanserojen etkisinin bilinmesi üzerine VC'nin belirlenmesi için analitik yöntemler geliştirilmiştir. Plastik maddelerden geçiş yapabilecek maddelerin belirlenmesinde öncelikle plastiğin bileşiminin bilinmesi zorunludur. Kantitatif

analizler ise, geçme yapan bileşiklerin toplam miktarının saptanmasıdır. Toplam Geçme (Global Migration) ambalaj maddeleri ve kaplardan gıdaya geçebilen tüm bulaşma için bir ölçüt olabilmektedir. Toplam geçme için gelişi güzel bir değer olmasına rağmen 60 mikrogram/kg sınırlaması yukarıdaki yönetmelikte de belirtildiği gibi verilmiştir. PS içinde hemen hemen aynı durum geçerlidir. PS ile ambalajlanmış gıdaların bu malzemelerden kuvvetli tat ve koku geçebilmektedir. Uçucu bileşiklerden oluşan bu arzu edilmeyen bu durum depolama sürecine bağlı olarak gıda ile malzeme arasında denge buluncaya kadar devam eder. Ayrıca her gıda için değişik tehlike sınırlarına ulaşılabilmektedir. Bunun için ambalaj maddelerinde bulunan monomerlerin ve katkı maddelerinin gıda maddelerine kolayca geçişleri söz konusu olabilmektedir. Buda sağlık yönünden sorunları beraberinde meydana getiren bir durumdur. Bu nedenle gıda ambalajlamasında kullanılan plastik maddelerin çok sıkı kontrolü gerekmektedir. Plastik bir malzemenin gıda ambalajı olarak kullanılıp kullanılamayacağına karar vermek için gözönüne alınması gereken bazı hususlar;

- a) Plastik ambalaj malzemesinin, gıdalarda kullanılması için gıda ambalaj maddeleri ile ilgili tüzüklerde belirtilmiş olmalıdır.
- b) Kullanılan katkı maddesinin gıda ambalaj maddeleri ile ilgili tüzüklerde belirtilen cins ve miktarlarda olması zorunludur.
- c) Uygun işleme teknolojisi yanında boya maddeleri, solvent geçişi gibi sorun meydana getirecek etkenlerin geçme oranlarıda belirlenmelidir.

Burada yukarıdan çıkarabileceğimiz bir sonuç olarak temiz hammadde plastiklerin dahi gıda amaçlı kullanımlarının problem meydana getirebileceği sözkonusudur. Buradan hareketle geri kazanılmış atık plastiklerinde gıda ve benzeri amaçla kullanılmaları halinde olumsuz sonuçlar meydana getirebilecektir. Bu nedenle verilmiş deneysel çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

BÖLÜM 8. DENEYSEL ÇALIŞMALAR:

8.1 MATERYAL VE METODLAR

Bu deneysel çalışmada, geri kazanılmış termoplastik türlerinin farklı pH ve sıcaklıkta olabilecek sulu gıda mamülleri ile belirli süreler için temasa gelmesi sonucunda ağır metallerin gıdaları kirletme potansiyeli araştırılmıştır. Bu maksatla değişik türde saf ve atık termoplastik malzemeler (PP, PE, PS, PVC) toplanarak bunların ihtiva ettiği ağır metal miktarları ve suya geçebilen ağır metal kısımlarını mukayese etmek için laboratuvarında direk atık plastik malzemeler üzerinde ve atık plastiklerle temasta bulundurulmuş su numuneleri üzerinde analizler yapılmıştır. Bu analizler için aşağıda açıklanan deneyler yapılmıştır. Önce saf ve atık plastik malzemelerdeki ağır metal içeriğini tespit edebilmek için, metaller önce çözündürülmüştür. Öğütülmüş veya granül haldeki plastik malzemelerden (PE, PS, PVC, PP) belli miktarlarda alınarak deneye başlanır. Atık PE, PP ve PS deneylerde granül halde kullanılmasına karşın PVC toz ve çapak halinde kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan atık plastik malzemeler, temsil edici olması bakımından, ilgili bir kuruluştan temin edilmiştir. Bu deneylerden faydalanarak atık plastik malzemeler içinde ağır metal miktarları tesbit edilmeye çalışılmıştır. Başlangıçta belirli bir miktar atık malzeme alınarak erlenmeyere konulmuş, üzerine 5 ml sindirim reaktanı (2 kısım HNO_3 + 1 kısım HClO_3) ilave edilmiş ve buharlaşana dek bir laboratuvar ısıtıcısında (sand-heat) ısıtılmıştır. Bundan gaye plastiklerin çözündürülmesidir. Kabin içinde kalan kısım ısıtıcının kuruluk noktasına buharlaştırılmadan önce, kapta sadece beyaz bir kalıntı kalına kadar işlem tekrarlanmıştır. Daha sonra 100 ml'lik volumetrik bir kaba, kül bırakmayan filtreden süzülerek numune içinden kaba malzeme ayrılmıştır. Bunun sebebi atomik adsorbsiyonda ölçümün kolaylıkla temin edilmesidir. Daha sonra süzülen numune 0.1 normal nitrik asitle 100 ml'ye seyreltilir. Bundan sonra aletle ölçüm yapılarak atık plastikler

içindeki ağır metal konsantrasyonları tesbit edilmiştir.

İkinci olarak ise atık termoplastiklerle belirli sıcaklık ve pH değerinde belirli süreler için su numuneleri temasa getirilmiş ve bu su numuneleri üzerinde analizler yapılmıştır. Bu kısımda değişik pH, sıcaklık ve sürede termoplastikler su ile temasa getirilmiş ve daha sonra yine atomik adsorbsiyonda ağır metal analizleri yapılmıştır.

8.2. DENEYSEL SONUÇLAR:

8.2.1. SAF VE ATIK PLASTİK MALZEMELERDEKİ AĞIR METALLER

Burada önce saf termoplastik numuneler üzerinde ağır metal konsantrasyonları araştırılmış, daha sonra geri kazanılmış termoplastik numuneler ele alınarak bunlar üzerinde ağır metal tayinleri analiz edilmiştir. Böylece saf ve geri kazanılmış termoplastik numunelerin ağır metal bakımından farklılıkları ortaya konulmuştur. PE, PP, PVC, PS ve piyasada atık polietilen mamül torbalar üzerinde Bölüm 8.1. de anlatılan deney yapılmış, saf ve geri kazanılmış numuneler için ağır metal içerikleri verilmiştir. Aşağıda görüleceği üzere özellikle çinko, kurşun ve demir üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bunun sebebi çalışmanın başında atık plastiklerin hangi ağır metalleri ağırlıklı olarak bulundurduklarını belirleyebilmek için hemen hemen bütün ağır metal analizleri atomik absorpsiyon cihazında okunmuş ve burada belirtilen üç ağır metal göze çarpıcı bulunmuştur. Daha sonra bu üç metal baz alınarak çalışmalara yoğunluk kazandırmıştır.

İlk olarak piyasada çok miktarda kullanılmakta olan yeşil ve siyah renkli atık polietilenden imal edilmiş poşetlerden alınarak bunların boyutu 2-3 mm'ye kesilerek küçültülmüştür. Bu arada Bölüm 8.1. de bahsedilen asit karışımı ile 1 gr'lık plastik numuneler ısı altında çözündürülmüştür. Perkin Elmer atomik adsorbsiyon cihazıyla membran filtreden süzölmüş filtratlarda adsorbansın okunmasıyla ağır metal iyonu konsantrasyonları belirlenmiştir.

işlem PVC ve PP içinde yapılarak aşağıdaki Tablo 8.2.1.verilen aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

Tablo 8.2.1. Değişik Plastik Türlerinde Belirlenmiş Ağır Metaller.

Plastik türü	Demir miktarı mg/kg	Kurşun miktarı mg/kg	Çinko miktarı mg/kg
Atık yeşil PE	360	85	84
Atık siyah PE	140	55	20
Atık PP	120-175	45	54-67
Atık PVC	600-820	---	184-187

Buradan da görüldüğü gibi tablodaki değerler atık plastikler içindeki ağır metal varlığını göstermektedir.

8.2.2. ATIK PLASTİKLERİN DİSTİLE SUYA GEÇİRDİKLERİ AĞIR METALLER

100 ml pH'sı 7 ye ayarlanmış distile suya 3 gram atık PVC ve granül PP koyularak iki gün bekletilmiş ve aşağıdaki Tablo 8.2.2. deki sonuçlar elde edilmiştir.

TABLO 8.2.2. 2 Gün Süre İle Plastiklerin Bekletildiği Distile Sudaki Ağır Metaller.

Plastik Türü	Zn Miktarı mg/kg	Pb Miktarı mg/kg	Fe Miktarı mg/kg
Atık PP	0.66	11.70	10
Atık PVC	2.83	8.30	25

Buradaki değerler küçük olmasına rağmen ağır metallerin normal distile suya geçişini göstermek bakımından önemlidir.

500 ml distile su ($\text{pH} = 7$) üzerine 50'er gram çapak PVC, toz PVC granül PP, granül PE ilave edilmiş daha sonra Bölüm 8.1. de anlatılan deneye tabi tutulmuş yani 40°C lık fırında yaklaşık 10 saat bekletilmiştir. Elde olunan sonuçlar aşağıdaki Tablo 8.2.3. de verilmiştir.

TABLO 8.2.3. 40°C da 10 Saat Süre İle Bekletilmiş Plastiklerin Distile Suyu Verdikleri Ağır Metaller.

Plastik Türü	Zn Miktarı mg/kg	Pb Miktarı mg/kg	Fe Miktarı mg/kg
Atık Çapak PVC	5.60	37	135
Atık toz PVC	7.0	90	---
Atık PE	---	---	140
Atık PP	15	---	6

Son olarakta belirli sıcaklık ve 0.1 N H_2SO_4 , 0.2 N NaOH kullanılarak belirli pH değerlerine getirilen distile su örnekleri üzerine çeşitli atık plastik malzemeler ilave edilmiş ve atık plastik malzemelerin suya bıraktığı ağır metal konsantrasyonları belirlenmeye çalışılmıştır.

İlk olarak asit ve baz ilavesi ile pH değerleri 1, 4, 7, 11 ve 14'e ayarlanmış distile sulardan 100' er ml 150 ml'lik kaplara konmuş, daha sonra üzerlerine 10'ar gram atık karışık plastik, atık toz PVC, atık çapak PVC, atık PP ve atık PE ilave edilmiştir. Farklı pH değerlerindeki distile su numuneleri içinde bulunan değişik plastik türlerinin bir kısmı normal oda sıcaklığında yaklaşık 8 gün süre ile tutulmuş, diğer bir kısımda 40°C da fırında yaklaşık yine 8 gün süre ile bekletilmiştir. Daha sonra elde edilen değerler aşağıda sırasıyla verilmiş ve grafikleştirilmiştir.

Tablo 8.2.4. Oda Sıcaklığında Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonunda Atık Plastiklerin Distile Suya Verdiği Ağır Metal Miktarları

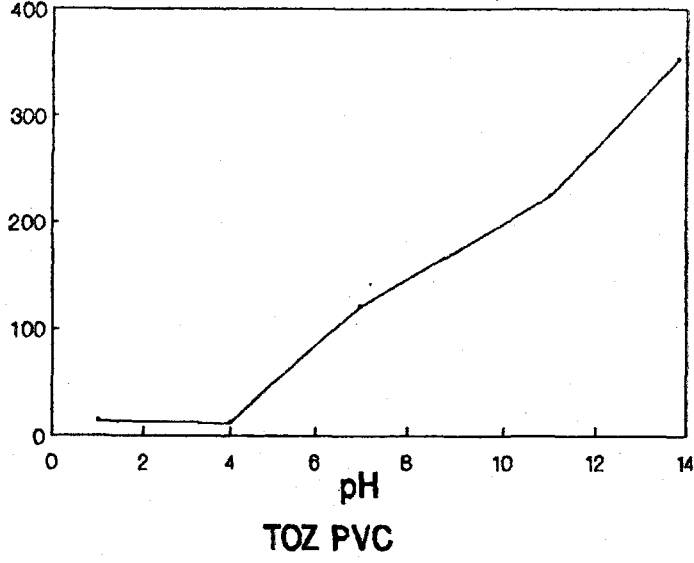
pH = 1			
Plastik Türü	Fe Miktarı(mg/kg)	Pb Miktarı (mg/kg)	Zn Miktarı (mg/kg)
Toz PVC	14 236	63	529
Çapak PVC	3530	35	141
PP	147	18	9
PE	50	13	15
Karışık Plastik	215	31	24
pH = 4			
Toz PVC	12	6	19
Çapak PVC	50	9	5
PP	65	11	15
PE	24	10	9
Karışık Plastik	21	11	7
pH = 7			
Toz PVC	121	11	15
Çapak PVC	41	10	11
PP	3	11	7
PE	-	11	4
Karışık Plastik	18	10	5
pH = 11			
Toz PVC	224	6	10
Çapak PVC	283	4	10
PP	177	7	5
PE	171	7	2
Karışık Plastik	183	7	11
pH = 13,8			
Toz PVC	353	62	159
Çapak PVC	303	52	50
PP	250	46	11
PE	250	48	12
Karışık Plastik	238	51	15

Tablo 8.2.5. 40 °C Sıcaklıkta Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonunda Atık Plastiklerin Distile Suya Verdiği Ağır Metal Miktarları

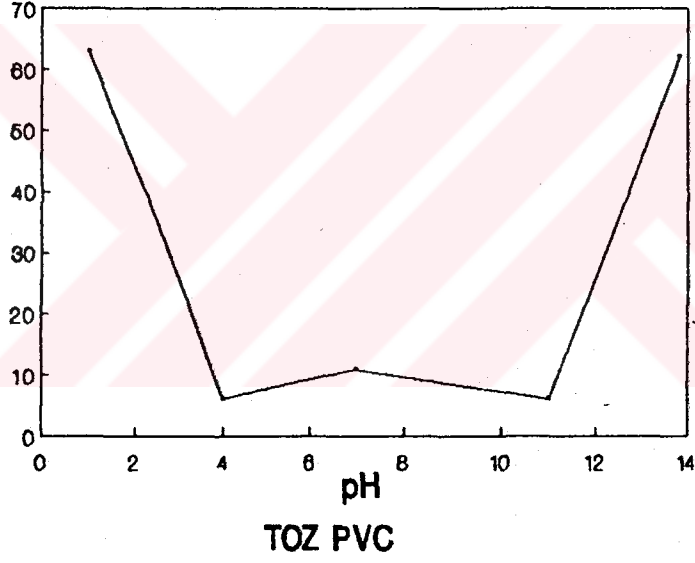
pH = 1			
Plastik Türü	Fe Miktarı(mg/kg)	Pb Miktarı (mg/kg)	Zn Miktarı (mg/kg)
Toz PVC	16 177	62	552
Çapak PVC	7 294	38	180
PP	359	21	13
PE	236	16	14
Karışık Plastik	568	51	29
pH = 4			
Toz PVC	215	14	10
Çapak PVC	159	11	11
PP	138	11	6
PE	118	11	4
Karışık Plastik	136	16	6
pH = 7			
Toz PVC	297	13	10
Çapak PVC	171	14	10
PP	88	47	3
PE	88	13	2
Karışık Plastik	91	16	3
pH = 11			
Toz PVC	206	16	11
Çapak PVC	147	14	9
PP	88	11	0.35
PE	80	13	0.35
Karışık Plastik	80	11	1.5
pH = 13.8			
Toz PVC	268	66	120
Çapak PVC	212	62	50
PP	200	52	10
PE	177	41	10
Karışık Plastik	177	51	14

Oda Sıcaklığında ve Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonucunda

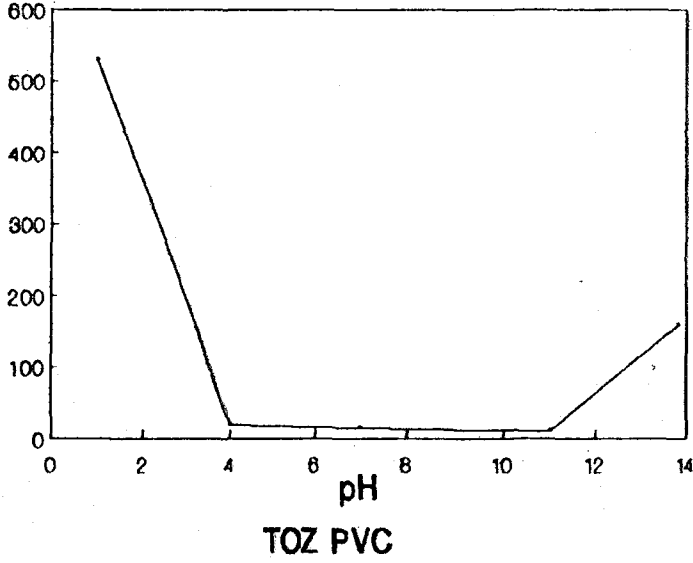
Fe Miktarı(mg/kg)



Pb Miktarı(mg/kg)

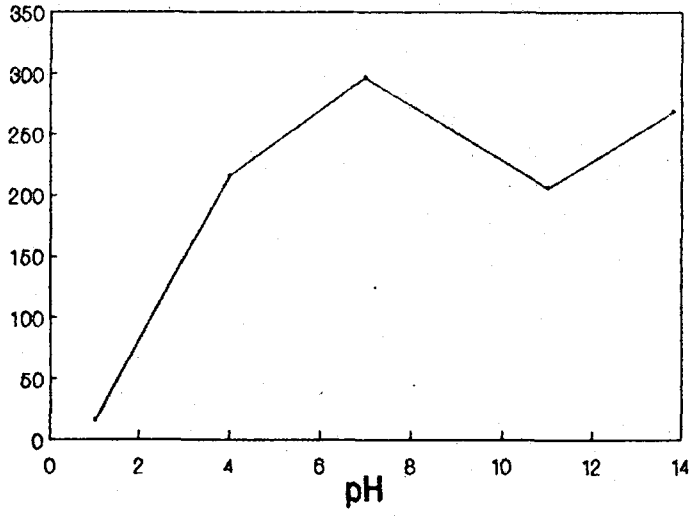


Zn Miktarı(mg/kg)



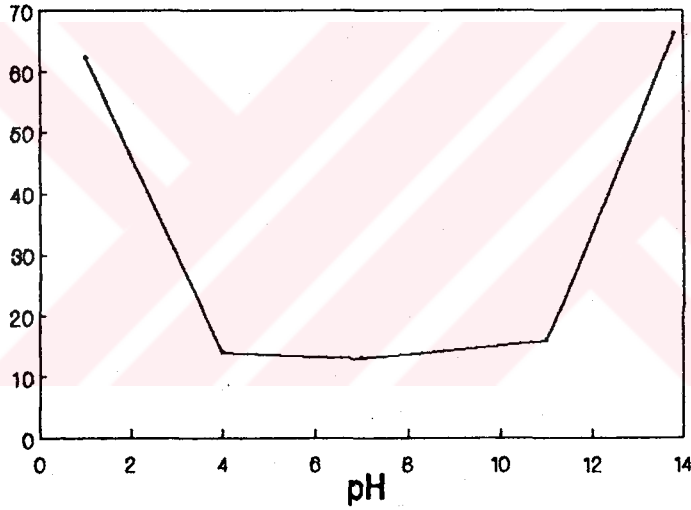
40°C Sıcaklıkta ve Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonucunda

Fe Miktarı(mg/kg)



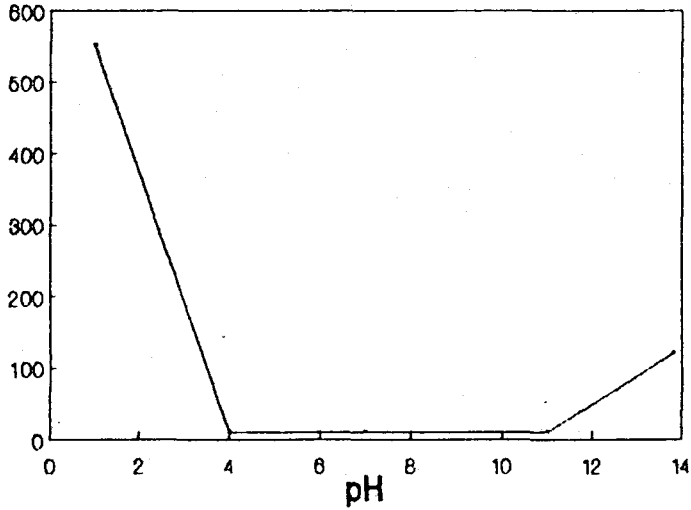
TOZ PVC

Pb Miktarı(mg/kg)



TOZ PVC

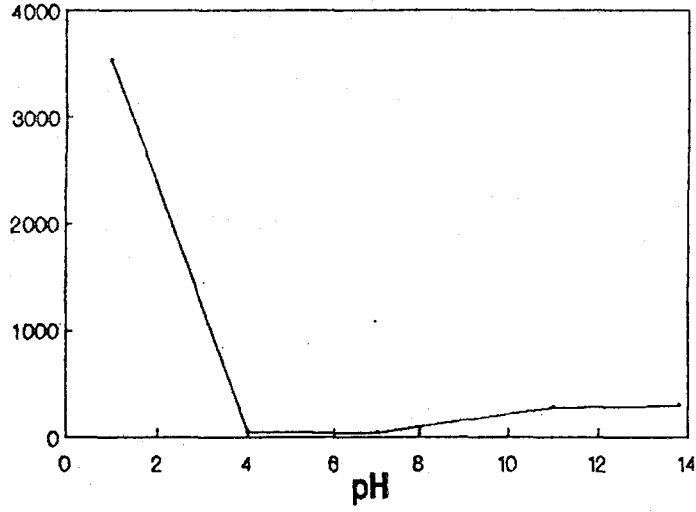
Zn Miktarı(mg/kg)



TOZ PVC

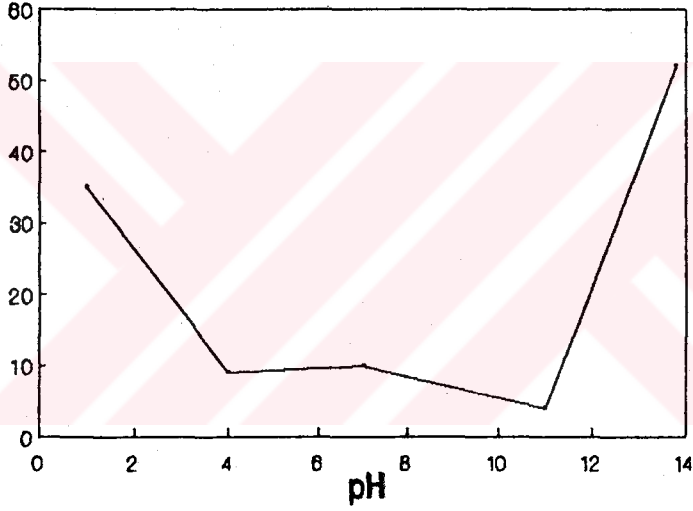
Oda Sıcaklığında ve Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonucunda

Fe Miktarı(mg/kg)



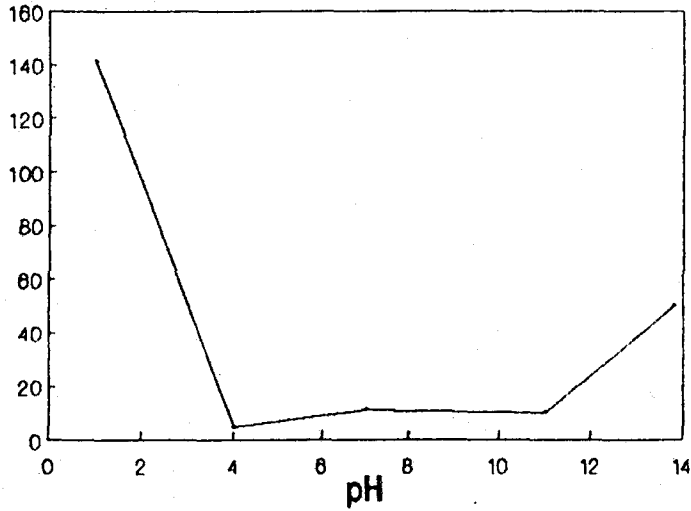
ÇAPAK PVC

Pb Miktarı(mg/kg)



ÇAPAK PVC

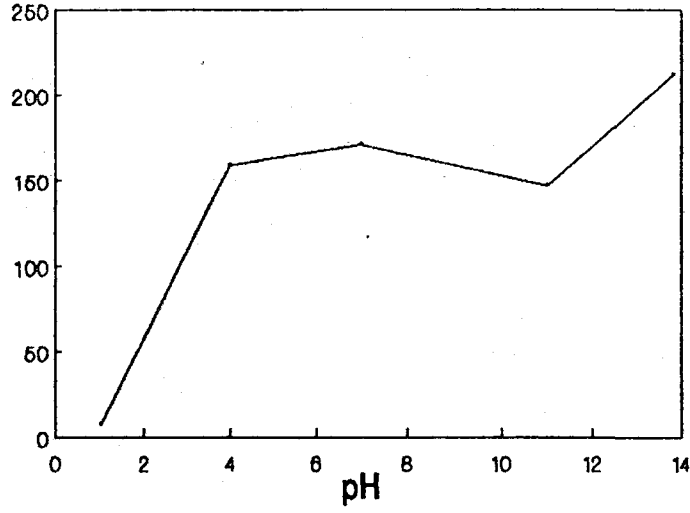
Zn Miktarı(mg/kg)



ÇAPAK PVC

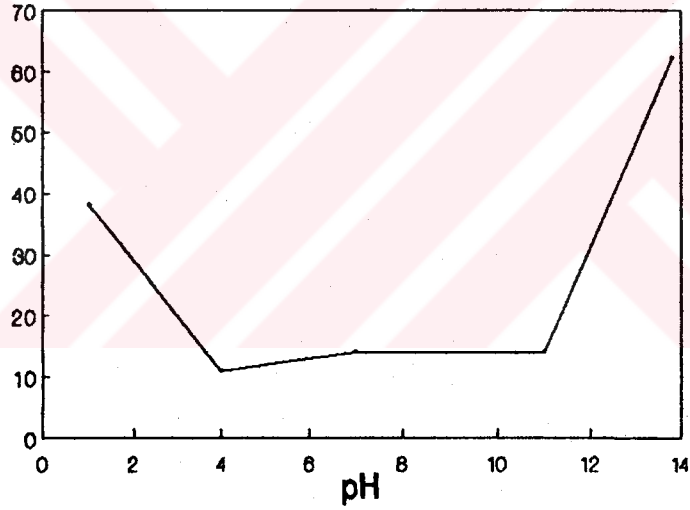
40°C Sıcaklıkta ve Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonucunda

Fe Miktarı(mg/kg)



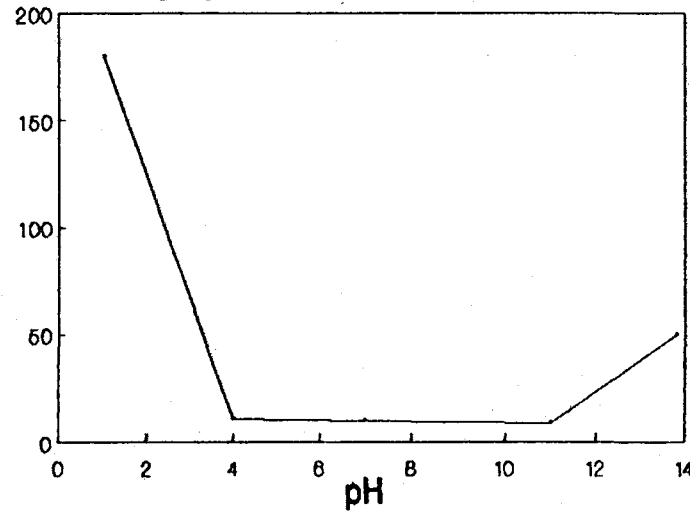
ÇAPAK PVC

Pb Miktarı(mg/kg)



ÇAPAK PVC

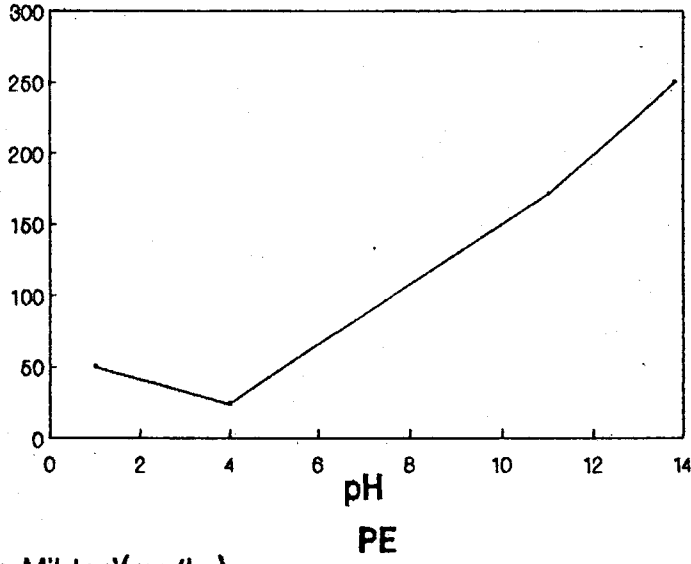
Zn Miktarı(mg/kg)



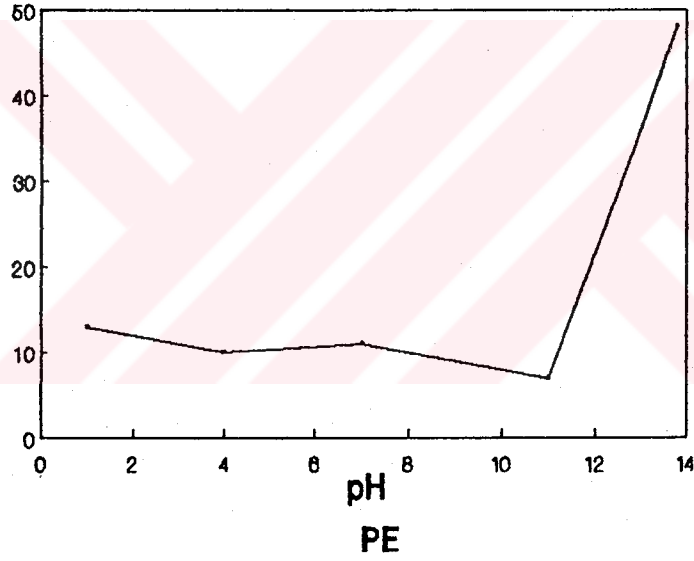
ÇAPAK PVC

Oda Sıcaklığında ve Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonucunda

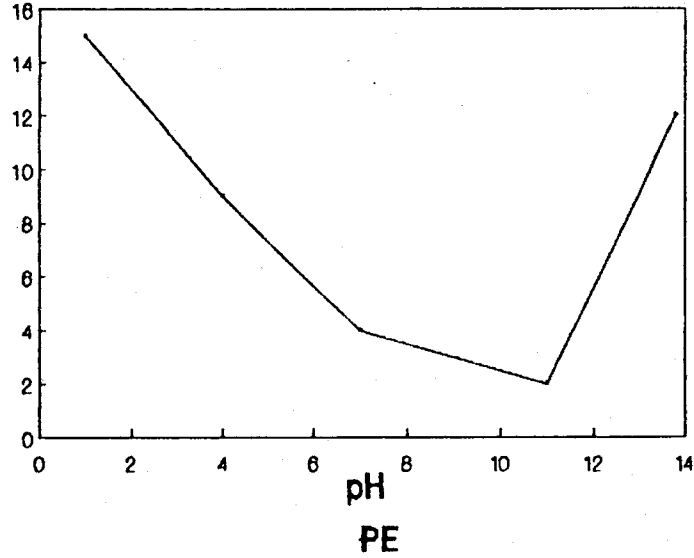
Fe Miktarı(mg/kg)



Pb Miktarı(mg/kg)

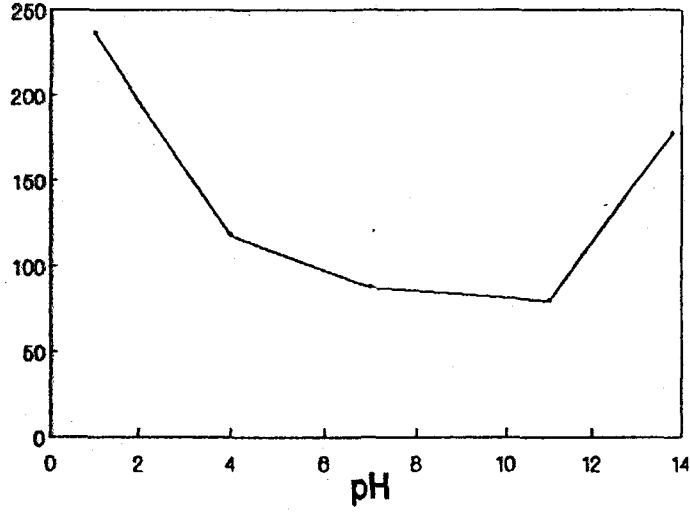


Zn Miktarı(mg/kg)

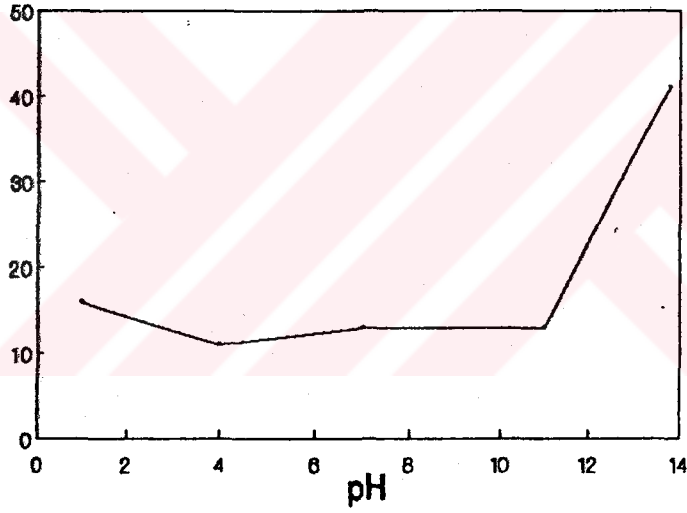


40°C Sıcaklıkta ve Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonucunda

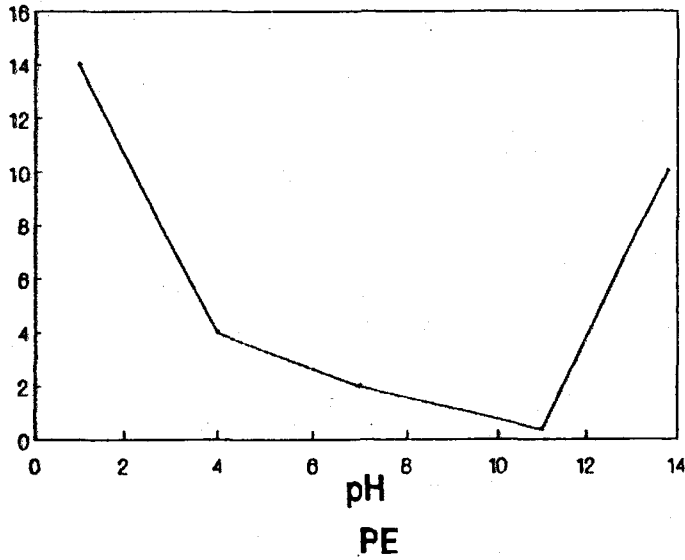
Fe Miktarı(mg/kg)



Pb Miktarı(mg/kg)

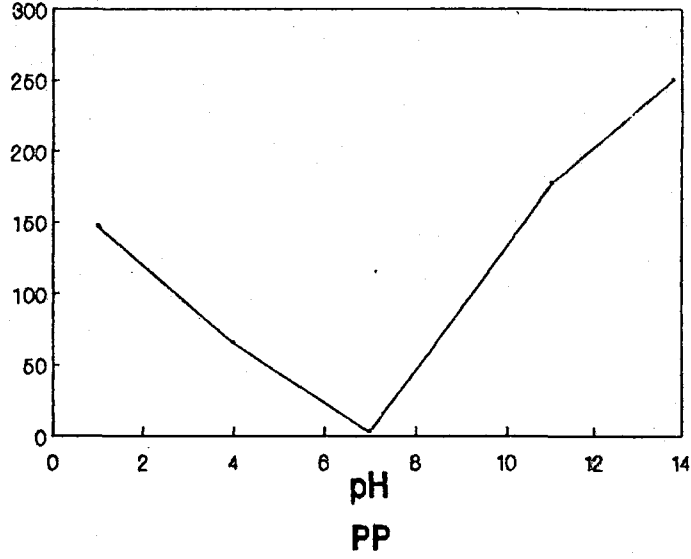


Zn Miktarı(mg/kg)

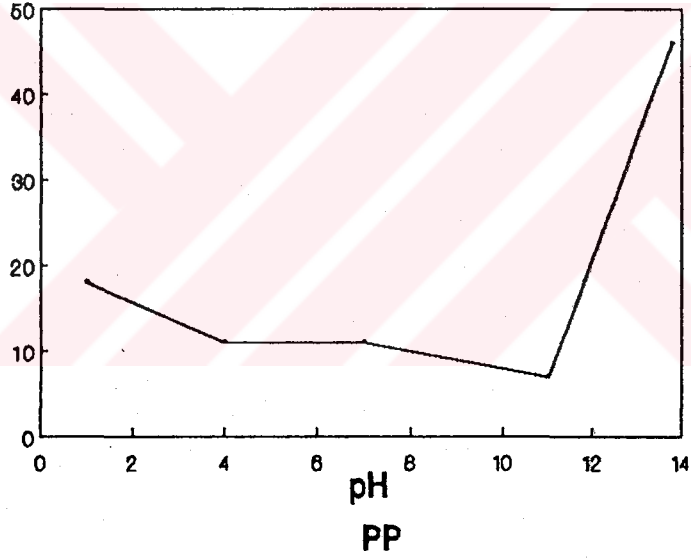


Oda Sıcaklığında ve Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonucunda

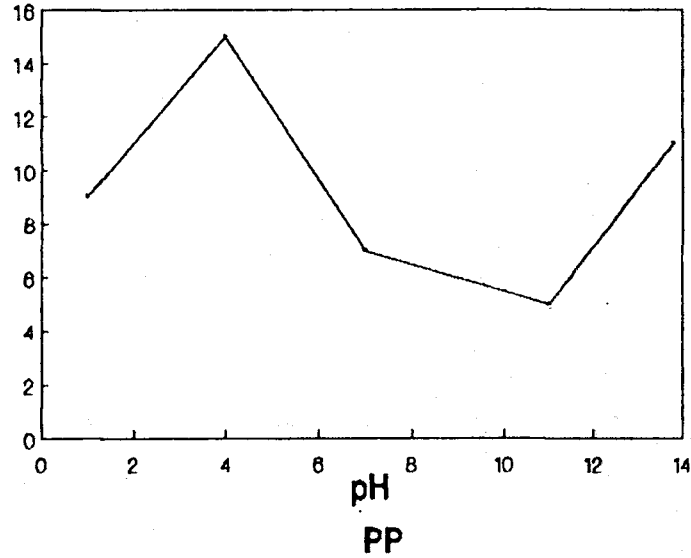
Fe Miktarı(mg/kg)



Pb Miktarı(mg/kg)

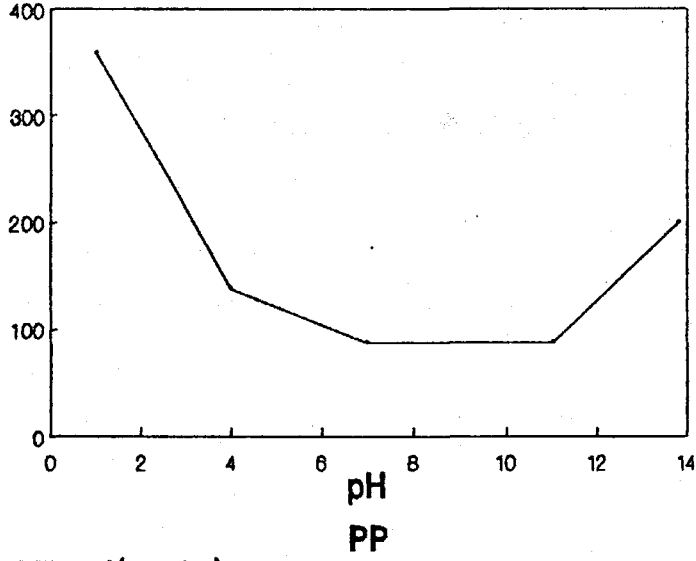


Zn Miktarı(mg/kg)

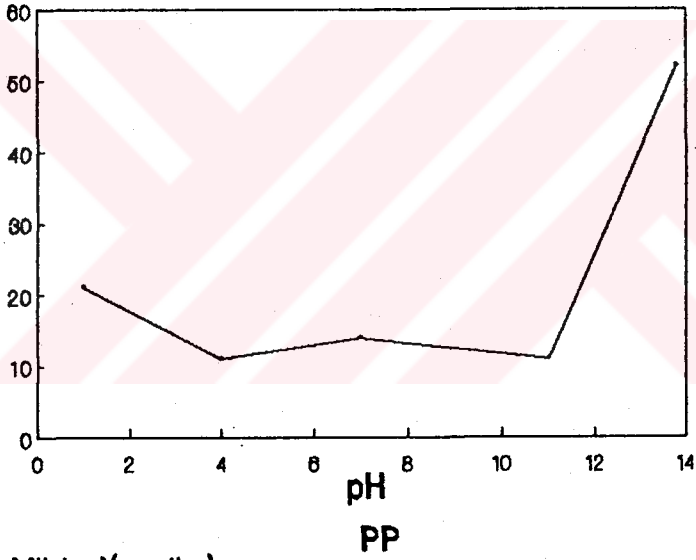


40°C Sıcaklıkta ve Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonucunda

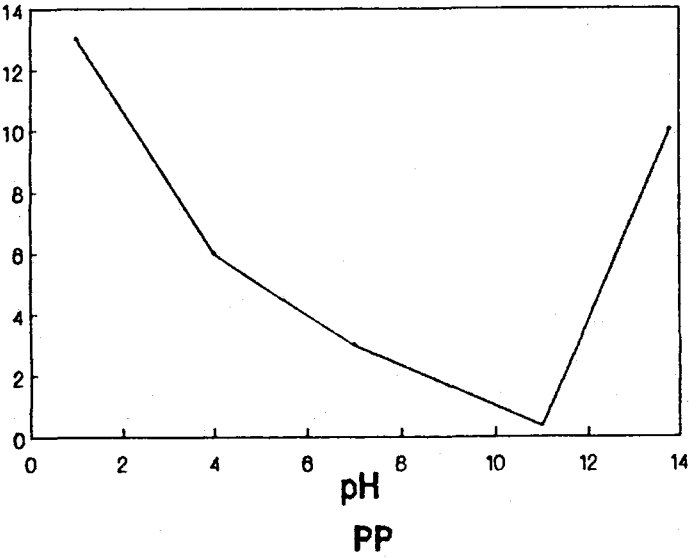
Fe Miktarı(mg/kg)



Pb Miktarı(mg/kg)

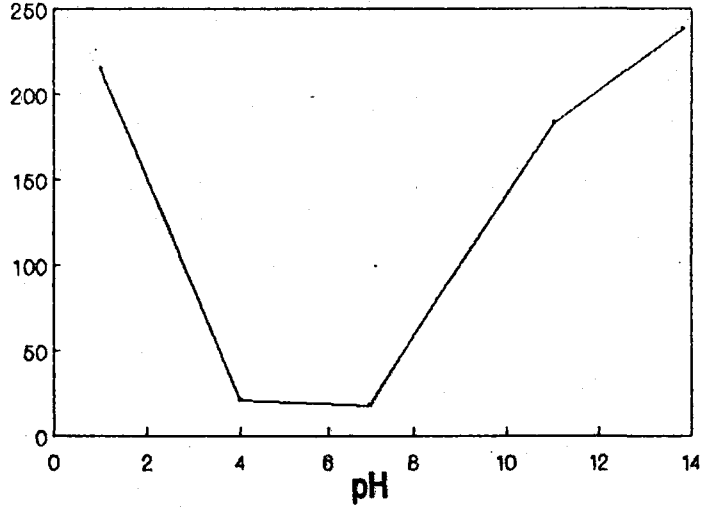


Zn Miktarı(mg/kg)



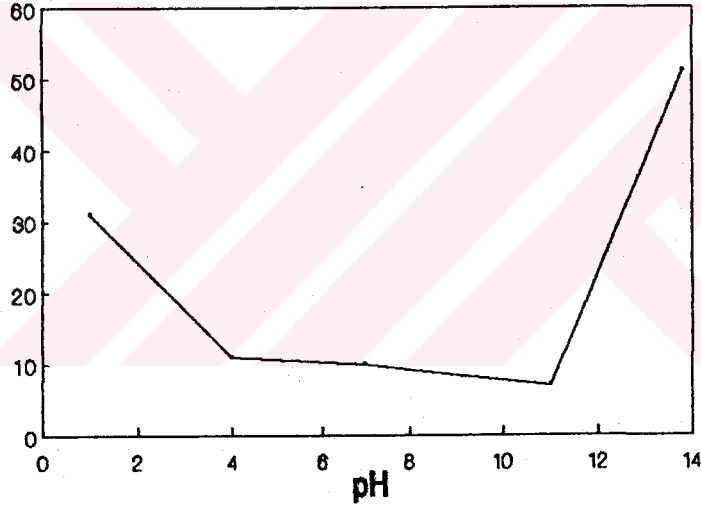
Oda Sıcaklığında ve Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonucunda

Fe Miktarı(mg/kg)



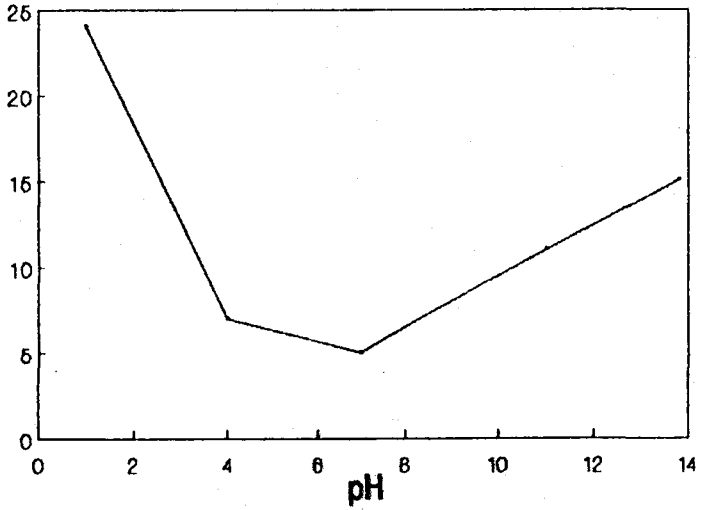
KARISIK PLASTIK

Pb Miktarı(mg/kg)



KARISIK PLASTIK

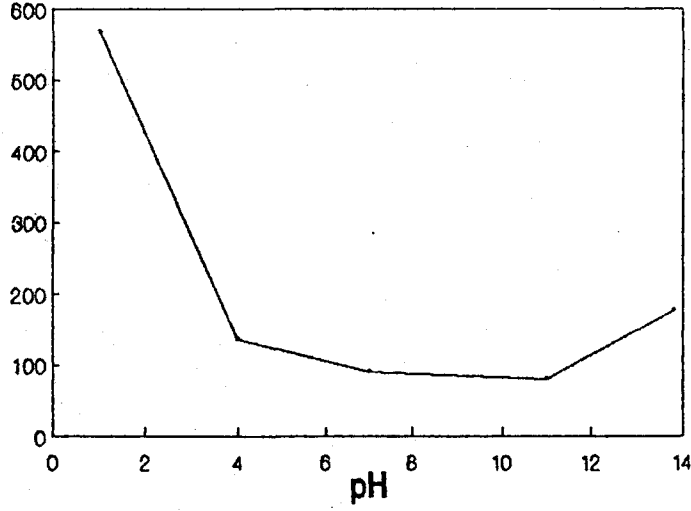
Zn Miktarı(mg/kg)



KARISIK PLASTIK

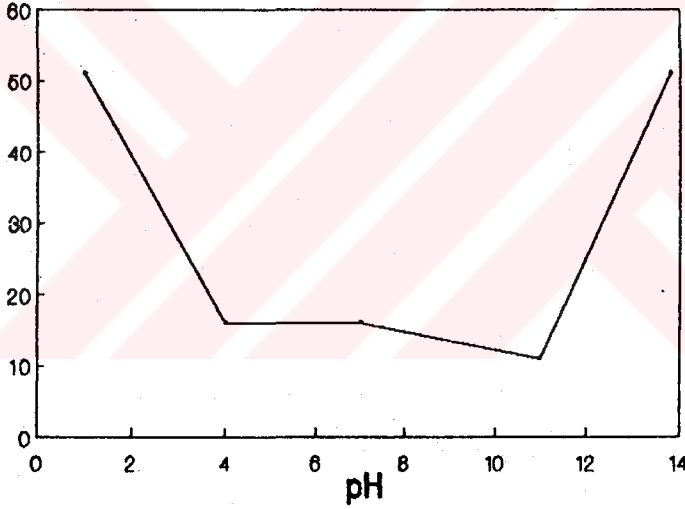
40°C Sıcaklıkta ve Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonucunda

Fe Miktarı(mg/kg)



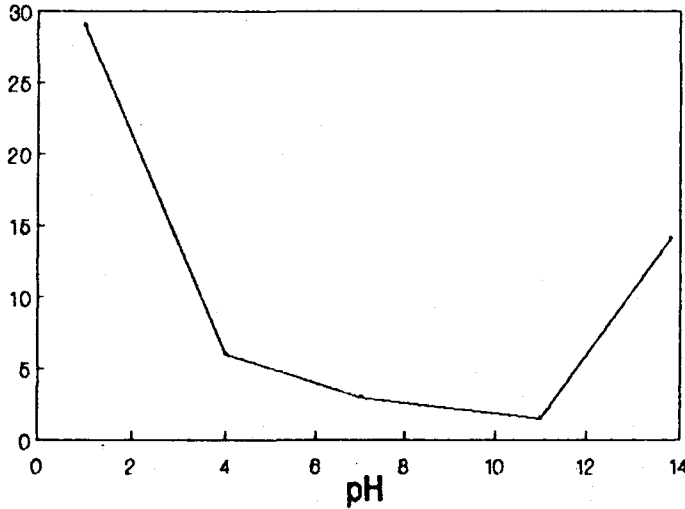
KARISIK PLASTİK

Pb Miktarı(mg/kg)



KARISIK PLASTİK

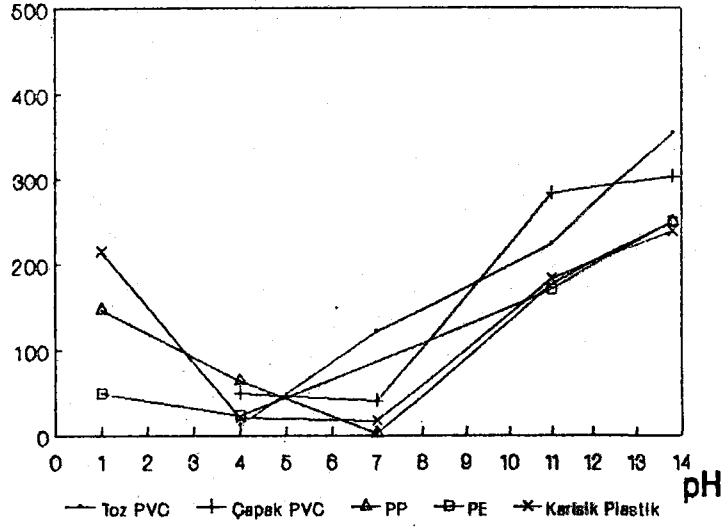
Zn Miktarı(mg/kg)



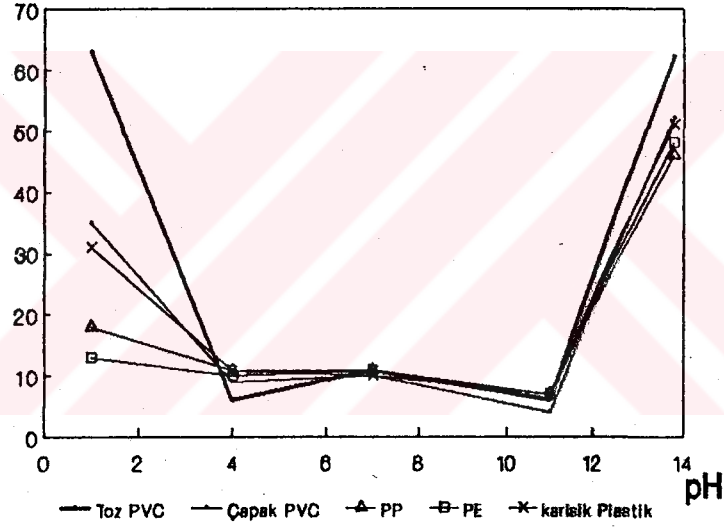
KARISIK PLASTİK

Oda Sıcaklığında ve Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonucunda

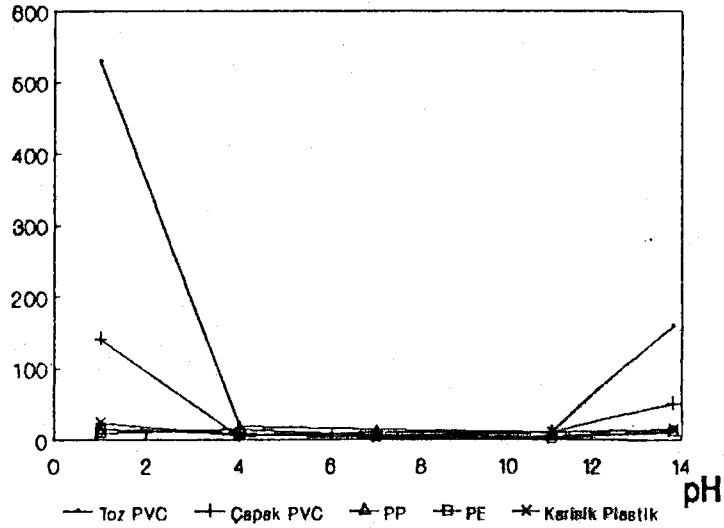
Fe Miktarı(mg/kg)



Pb Miktarı(mg/kg)

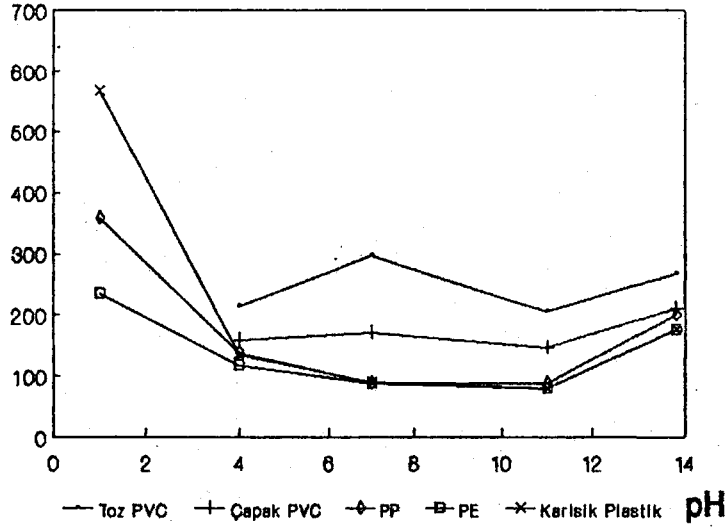


Zn Miktarı(mg/kg)

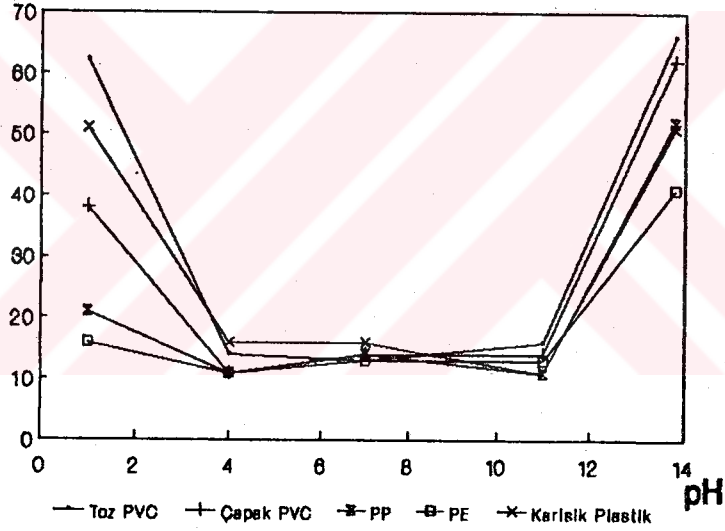


40°C Sıcaklıkta ve Yaklaşık 8 Günlük Temas Süresi Sonucunda

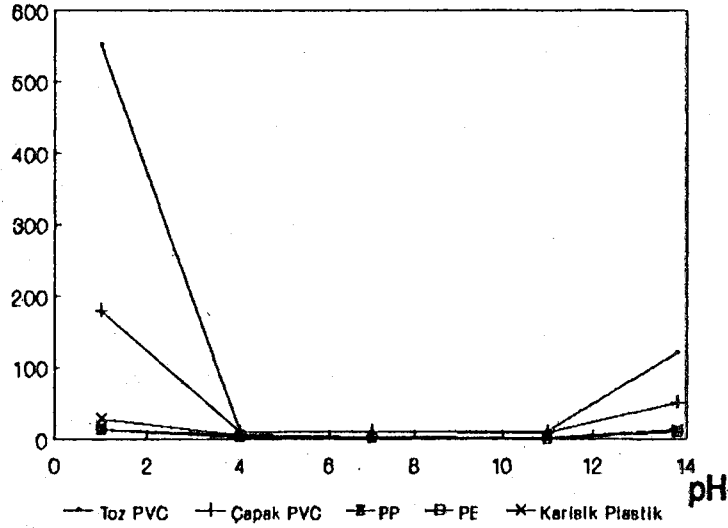
Fe Miktarı(mg/kg)



Pb Miktarı(mg/kg)



Zn Miktarı(mg/kg)



BÖLÜM 9. SONUÇLAR

Atık plastik numuneleri üzerinde yapılan deneysel çalışmaları iki kısımda toplayabiliriz. Birincisi direk olarak plastikler üzerinde yapılan çalışmalardır ki burada atık plastikler çözündürülerek ağır metal tayinleri yapılmıştır. Bu kısımda verilen tablolardan atık plastiklerin çeşitli miktarlarda ağır metalleri içerdikleri görülmektedir. İkinci olarakda belirli sıcaklıklar, belirli pH ve belirli süre ile atık plastiklerle temasa getirilen distile suya geçen ağır metal miktarları üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Distile suya geçen ağır metal miktarları tablo ve şekiller halinde verilmiştir. Buradan çıkarabileceğimiz sonuçlar;

- 1) Her türlü atık plastik belirli pH ve sürede temas ettiği suya ağır metal geçirmektedir.
- 2) Her türlü atık plastik belirli pH, süre ve sıcaklıkta temas ettiği suya ağır metal geçirmektedir.
- 3) 40 °C daki suya verilen ağır metal miktarları oda sıcaklığındaki değerlerden fazladır.
- 4) Oda sıcaklığında ve 40 °C de kurşun için elde edilen değerler hemen hemen birbirine yakındır.
- 5) pH'nın asit ve baz değerlerinden elde edilen ağır metal miktarları büyük artışlar gösterebilmektedir.
- 6) Atık toz PVC için elde edilen sonuçlar diğer atık plastik türlerine göre daha fazla ağır metal miktarı vermektedir.
- 7) Her türlü atık plastiğin suya verdiği ağır metal miktarından dolayı bu maddelerin gıda ve benzeri maksatlı kullanımları çok tehlikelidir. Zaten atık plastiklerin gıda maksatlı kullanımları da yasaklanmıştır. Bunun yanısıra plastikler çocuk oyuncakları ve benzeri maksatlar için günümüzde kullanılmakta olup çeşitli sağlık problemlerini beraberinde getirmektedir.

K A Y N A K L A R

1. Gıda Ambalajlanmasında Kullanılan Plastikler Üzerinde Araştırmalar, Dr.V.YİĞİT, Ö. EVRANOS, Tübitak, Yayın No. 29, Gebze.
2. Eylül 1992'de Türkiye Ekonomisi İstatistik ve Yorumlar, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, Eylül 1992.
3. Recycling the Plastic Beverage Bottles, J. Milgrom, Beverage World, February 1984.
4. Methods to Manage and Control Plastic Wastes, EPA, Report to Congress, February 1990.
5. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
6. Katı Atıklar Sorunu ve Bu Atıklardan Plastiklerin Geri Kazanılması, Y. BAŞAR, Ö. TUNÇSAVAŞÇI, Petkim Araştırma Merkezi, İzmit.
7. Plastik Atıkların Değerlendirilerek Çevre Kirliliğinin Önlenmesi, Prof. Dr. S. DİNÇER.
8. Lets Reduce and Recycle: Cirriculum for Solid Waste Awareness, EPA, August 1990.
9. Methods of Analysis of Sewage Sludge Solid Waste and Compost, WHO International Reference Centre For Waste Disposal, CH-8600 DUBENDORF (SWITZERLAND), 1978.
10. Standart Methods for The Examination of Water and Wastewater, 1989.

11. Polietilen, Prof.Dr. A.AKAR, Plastik ve Kauçuk Dergisi, Mart-Nisan 1990.
12. 1980-1992 (ilk 6 ay) Türkiye Üretim Yıllığı, T.C. Başbakanlık DİE, Ankara.
13. 1980-1992 (ilk 9 ay) Türkiye İthalat-İhracat Verileri, T.C. Başbakanlık DİE, ANKARA.
14. Subsurface Migration of Hazardous Wastes, J.S. DEVINNY, L.G. EVERTT, J.C.S.LU, R.L.STOLLAR, Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
15. Packaging Legislation in Europe, David Perchard Associates, 3 December 1990.
16. Recommendations for Building up the Dual System for Avoiding and Reducing Packaing Waste, AGVU, 1990.
17. Synergetic Effects of Municipal Solid Waste Collection, Recycling and Disposal, R.SCHERTENİELB and W. MEYER, IRCWD News, No. 26, March 1992.
18. Katı Artık Teknolojisinde Gelişmeler, P.K.PATRICK, Kurs Notları I. Cilt, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, 1979.
19. Draft Regulation for Avoiding Packaging Waste, The Federal Minister for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, November 6, 1990.
20. Industry Helps Householders Recycle, European Recovery & Recycling Association, 20 March 1990.
21. Forced Deposit Laws, National Soft Drink Association, 1989.

22. Polymer Handbook, 1987.
23. Düzenli Katı Atık (Çöp) Sahalarının İnşası ve İşletilmesi, T.C. Çevre Bakanlığı, tarihsiz.
24. İstanbul Metropöiten Bölgesi Katı Artıkları Uzaklaştırma Projesi Katı Artık Analizi Çalışmaları Raporu, İTÜ İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Aralık 1980.
25. Gıda Maddeleri İle Temasta Bulunan veya Bulunmak Üzere İmal edilen Plastikler Hakkında Yönetmelik



Ö Z G E Ç M İ Ş

Eyüp Nafiz KORKUT, 1968 yılında İstanbul'da doğmuştur. İlk, orta tahsilini muhtelif okullarda lise tahsilini ise İstanbul Pertevniyal Lisesi'nde tamamlamıştır. 1986 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünü 1991 yılında iyi derece ile bitirmiştir. 9 ay bir arıtma şirketinde çalıştıktan sonra Aralık 1991'de İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çevre Teknolojisi Anabilim Dalına Araştırma Görevlisi olarak girmiştir. 1991 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Müh. Anabilim Dalı Çevre Programında yüksek lisans öğrenimine başlamış olan Eyüp Nafiz KORKUT, halen İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çevre Teknolojisi Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak görevine devam etmektedir.