

ÇEVRE BİLİM & TEKNOLOJİ

T E K N İ K

D E R G İ

ISSN: 1302-5627

Cilt: 2

Sayı: 4

Temmuz 2007



TMMOB
Çevre Mühendisleri Odası



TMMOB Çevre Mühendisleri Odası

Sahibi

TMMOB Çevre Mühendisler Odası adına
Ertuğrul ÜNLÜTÜRK

Yayın Sorumlusu

Burçak KARAMAN UYSAL

Yayın Sekreteri

Sanem YARDIMCI

Yayın Kurulu

Deniz DÖLGEN
Kerem GÜNGÖR
Bülent HALİSDEMİR
Yılmaz KİLİM
Eda ÖZBAYRAK
Ethem TORUNOĞLU
Ozan Devrim YAY

Hakem Kurulu

Gökem AKINCI (Dokuz Eylül Üniversitesi, Yrd. Doç. Dr.)
Necdet ALPASLAN (Dokuz Eylül Üniversitesi, Prof. Dr.)
Nuri AZBAR (Dokuz Eylül Üniversitesi, Doç. Dr.)
Gülfem BAKAN (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Prof. Dr.)
Ulusoy BALI (Cumhuriyet Üniversitesi, Doç. Dr.)
Müfide BANAR (Anadolu Üniversitesi, Yrd. Doç. Dr.)
Atilla GÖKTÜRK (Muğla Üniversitesi, Prof. Dr.)
Talha GÖNÜLLÜ (Yıldız Teknik Üniversitesi, Prof. Dr.)
Çağatay GÜLER (Hacettepe Üniversitesi, Prof. Dr.)
Orhan GÜNDÜZ (Dokuz Eylül Üniversitesi, Yrd. Doç. Dr.)
Feza KARAER (Uludağ Üniversitesi, Doç. Dr.)
Enver Yaser KÜÇÜKGÜL (Dokuz Eylül Üniversitesi, Yrd. Doç. Dr.)
Aysen MÜEZİNOĞLU (Dokuz Eylül Üniversitesi, Prof. Dr.)
Mustafa ODABAŞI (Dokuz Eylül Üniversitesi, Doç. Dr.)
Adem ÖZER (Dokuz Eylül Üniversitesi, Prof. Dr.)
Hülya BÖKE ÖZKOÇ (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yrd. Doç. Dr.)
Ayşegül PALA (Dokuz Eylül Üniversitesi, Prof. Dr.)
Delya SPONZA (Dokuz Eylül Üniversitesi, Prof. Dr.)
İlhan TALINLI (İstanbul Teknik Üniversitesi, Prof. Dr.)
Bülent TOPKAYA (Akdeniz Üniversitesi, Prof. Dr.)
Beyza ÜSTÜN (Yıldız Teknik Üniversitesi Prof. Dr.)
Orhan YENİGÜN (Boğaziçi Üniversitesi, Prof. Dr.)
Ülkü YETİŞ (ODTÜ, Prof. Dr.)

Yazışma Adresi:

Sanem YARDIMCI (ÇBT Yayın Sekreteri)
Konur 2 Sokak 34/4 Kızılay/ ANKARA
Telefon: 0312 419 80 71
Faks: 0312 419 80 74
E-Posta: cbt@cmo.org.tr

Baskı

Mattek Matbacılık
G.M.K Bulvarı Akyol İşhanı 83/23 Maltepe / Ankara
Tel: 0312 229 15 02

ÇEVRE BİLİM & TEKNOLOJİ

T E K N İ K

D E R G İ

AMAÇ:

Çevre Bilim ve Teknoloji (ÇBT), TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Tarafından yılda iki kez (6 ayda bir) yayımlanan hakemli bilimsel bir dergidir. Bu dergiyle ülkemizde çevre sorunları alanında yapılan özgün, nitelikli ve kapsamlı çalışmaların ilgili kişi ve kuruluşlara ulaştırılabilmesi; konu üzerinde ortak bir tartışma platformu oluşturulabilmesi ve karşı karşıya olduğumuz çevre sorunlarına ülkemiz koşullarına uygun, çağdaş ve bilimsel çözümler üretebilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Yukarıda açıklanan amaca uygun nitelikteki makalelere ek olarak bunlara atfen yazılan tartışma/eleştirme notları ile çevre bilimlileri ve teknolojileri alanında gerçekleştirilen yayın ve etkinlik tanımlarında da ÇBT' de yer verilmektedir.

YAZIM KURALLARI

- 1- Çevre Bilim Teknoloji (ÇBT) dergisinin yazım dili Türkçe'dir.
- 2- Dergiye gönderilecek makaleler A4 (210x297) veya standart mektup (220x280) boyutlu kağıtlarda çift aralıkla ve 12 punto Times New Roman karakteriyle yazılmalıdır. Şekil ve tablolar dahil olmak üzere makale uzunluğu 30 sayfa aşmamalıdır.
- 3- Makale, çalışmanın özetini, konu üzerinde bir literatür taraması ve/veya altyapı bilgilerini, kullanılan yöntem ve materyalleri ve bulguları içermelidir.
- 4- Makalenin Giriş Bölümü'nden önce, kısa bir Özet Bölümü yer almalıdır. Özet Türkçe ve İngilizce olarak, 100-150 sözcük arasında ve somut bulguları özetler nitelikte hazırlanmalıdır.
- 5- Anahtar Sözcükler, en fazla altı sözcükten oluşan bir anahtar sözcükler listesi Türkçe ve İngilizce olarak özetin sonuna eklenmelidir.
- 6- Makalede incelenen konunun yeri, önemi, çalışmanın amacı kısaca açıklandıktan sonra bu konuda daha önce yapılan çalışmalara atıfta bulunulmalı ve makaledeki konunun hangi boşluğu dolduracağı, katkısının ne olacağı belirtilmelidir. Bu bölümde, genel ve makale ile ilgisi az bilgiler verilmemesine özen gösterilmelidir.
- 7- Yapılan çalışma, ilgili literatür ışığında irdelenmeli ve sonuçlar kritik edilmelidir.
- 8- Yapılan çalışmada kullanılan yöntem açık ve net ifadelerle belirtilmeli, bunlarla ilgili kaynaklar verilmelidir.
- 9- Uzun literatür ve/veya altyapı bölümlerinden kaçınılmalıdır.
- 10- Araştırmada elde edilen sonuçlar yalın bir şekilde ifade edilmelidir.
- 11- Çalışma ile ilgili bir teşekkür yazılacaksa (destekleyen kurumlara veya yardımda bulunan kişilere) kaynaklar kısmından önce verilmelidir.
- 12- Makalelerde son bölüm olarak, atıfta bulunulan daha önceki çalışmaların bir listesini içeren kaynaklar bölümü olmalıdır.
- 13- Makale içerisindeki atıflar yazar isimleri ve tarihini belirtir şekilde, örneğin (Angelidaki ve Ahring, 1995) olarak yapılmalıdır. Üç ya da daha fazla yazarlı çalışmalara atıflar, makale içinde (Bhattacharya ve diğerleri, 1996) şeklinde verilmelidir. Aynı anda birden fazla atıf söz konusu olduğunda her bir çalışma (Angelidaki ve Ahring, 1995; Bhattacharya ve diğerleri, 1996) şeklinde noktalı virgülle ayrılmalıdır.
- 14- Kaynakça bölümünde ise atıfta bulunulan çalışmalar yazarların soyadlarına göre alfabetik olarak sıralanmalı ve atıfta bulunulan her çalışma için çalışmanın yazarları, ismi, yayımlandığı dergi, cilt, sayı ve sayfa numarası ile birlikte yayınlanma yılı aşağıdaki şekilde belirtilmelidir:

Randall, A.W. ve Dague, R.R. (1996) "Enhancement of Granulation and Start-Up in the Anaerobic Sequencing Batch Reactor", Water Environment Research, 68/5:883-892.
Snoeyink, V.L. ve Jenkins, D. (1980) Water Chemistry, John Wiley Sons Inc., New York.

Hamner, B. (1996) "What is the relationship between Cleaner Production, Pollution Prevention, Waste Minimization and ISO 14000?"
<http://www.cleanerproduction.com/misc/Pubs/CP%20Concepts.html> (9 Aralık 2003).

Çöp Hizmetleri Yönetimi, Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü –TODAİE, Yerel Yönetimler Araştırma ve Eğitim Merkezi, No: 11, Ankara, Nisan 2001.
Devlet Planlama Teşkilatı, Ulusal Çevre Eylem Planı, DPT Yayınları, Ankara, 1998.

Kamu Yönetimi "Reformu", Bölge Kalkınma Ajansları Yasa Tasarısı Sempozyumu, YAYED- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, Ankara, 4 Mart 2005.

- 15- Yazarı belli olmayan kaynaklarda belge adı ilk önce yazılmalı, daha sonra tarih, yayıncı veya belgenin alındığı eser, rapor ya da web sitesi belirtilmelidir.
- 16- Şekil ve tablolar makale içinde uygun yerlere numaralandırılarak yerleştirilmelidir. Tablo başlıkları tablonun üst kısmında ve şekil başlıkları şeklin alt kısmında verilmelidir. Şekil ve tablo başlıkları mümkün olduğunca kısa ve açıklayıcı olmalıdır. Tablo yazıları, 12 punto Times New Roman olmalı ve şekillerde de aynı karakterin kullanılması tercih edilmelidir. Şekiller iyi kalitede ve kolay anlaşılabilir netlikte olmalıdır.
- 17- Makale içerisindeki formüller numaralandırılarak verilmeli, formüllerde geçen sabit ve değişkenler formülde hemen sonra birimleri ile birlikte açıklanmalıdır.
- 18- Dergide yayımlanacak makalelerde SI birimleri kullanılmalıdır. Farklı birimler kullanmanın zorunlu olduğu koşullarda büyüklüğün SI sistemindeki eşdeğeri parantez içerisinde belirtilmelidir.
- 19- Yukarıda belirtildiği şekilde yazılan makaleler 1 asıl ve 4 kopya olarak, makalenin MS Word veya Text Only formatında kaydedildiği 1 adet diskette birlikte ÇBT Yayın Sekreterliği'ne gönderilmelidir.

ATIK TAŞIT LASTİKLERİNİN DEPOLANMASINA YÖNELİK ÇEVRESEL SORUNLARIN İRDELENMESİ

Bülent YEŞİLATA*, Feridun DEMİR, Paki TURGUT ve Hüsamettin BULUT

* Sorumlu Yazar

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Osmanbey Kampusu Şanlıurfa.

Özet - Yıllık üretilen ve hurdaya atılan taşıt lastiklerinin miktarı son on yılda hızla artmıştır. Atık lastiklerin, diğer katı atıklardan farklı olarak toprak altına gömülmesi uygun değildir. Bu nedenle büyük miktarda atık lastik yasal olmayan biçimde arazilerde yıllarca bekletilmektedir. Bu durum, çevre ve toplum sağlığı açısından çeşitli tehlikeler oluşturmaktadır. Bu çalışmada; hurda otomobil lastiklerinin genel yapısı ve bilinçsiz depolanması ile ilgili çevre sorunları incelenmekte olup, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan bazı illerde konu ile ilgili yapılan gözlemler aktarılmaktadır. Bu gözlemler sırasında güvenilir sayısal verilere ulaşılamadığından, çevre açısından tehdit oluşturabilecek genel depolama yanlışlıklarına dikkat çekilmektedir.

Anahtar kelimeler: Atık lastik, Depolama, Çevresel sorunlar.

EXAMINATION OF THE ENVIRONMENTAL PROBLEMS DUE TO SCRAP TIRE STOCKPILING

Abstract - The amount of yearly production of new tires and disposal of waste tires have both been increasing dramatically in the last decade. Unlike most types of solid waste, scrap tires cannot be simply landfilled without first being processed. This contributes to illegal dumping and the development of tire stockpiles. Discarded tires present a variety of hazards for the environment and public health. In this study, environmental problems associated with accumulations of discarded tires examined, after introducing conventional structure of tires. As a case study, existing waste tire stockpiles observed in some large provinces of South Eastern Anatolia Region are presented. Due to the lack of quantitative data related with the subject, only qualitative observations obtained from these observations are reported.

Keywords: Waste tire, Stockpiling, Environmental problems.

GİRİŞ

Araç lastiklerinin üretim teknolojisi tüm dünyada 1900'lü yıllardan başlayarak gelişme göstermiştir. Bu kapsamda üretilen araç lastiklerinin kullanımı, geniş bir endüstriyel çerçeveye oluşturmuştur. Araç lastiği endüstrisi kendi içerisinde bazı temel sektörlerle ayrılmakta olup, bu sektörler aşağıda sıralanmıştır.

- i) binek otomobil ve minibüs lastikleri,
- ii) kamyonet ve hafif kamyonet lastikleri,
- iii) traktör ön ve arka lastikleri,
- iv) iş makineleri lastikleri,

- v) bisiklet ve motosiklet lastikleri,
- vi) iç lastikler,
- vii) sırt lastikleri ve kaplanmış araç lastikleri.

Bu sektörlerde kullanıldıktan sonra geri dönen araç lastiklerinin biriktirilmesi ve imha edilmesi; tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de önemli bir sorun oluşturmaktadır. Belediyeler tarafından belli bölgelerde yapılan atık lastik depolarında meydana gelen yangınlar ve sivrisineklerin lastikler içinde yuva yaparak çoğalmaları ciddi bir çevre tehdidi oluşturmaktadır. Taşıt lastikleri; oldukça

dayanıklı, yüksek molekül yapılı, polimerlerden ibaret doğal ve sentetik kauçuklardan üretilmektedir. Bu nedenle, faydalı ömürlerini tamamlamaları ile çevrede kendiliğinden yok olması yaklaşık bir asır süren atık lastikler oluşmaktadır (Adhikari ve diğerleri 2000; Gönüllü, 2004). 2003 yılı itibarıyla 20 milyon

tona yakın doğal ve sentetik kauçuk üretilmiştir. Üretilen kauçuğun çok önemli bir kısmı araç lastikleri üretiminde kullanılmıştır (Gönüllü, 2004). DPT verilerine göre; 2005 yılında ülkemizdeki araç lastiği üreten firmaların beyan ettiği üretim kapasiteleri adet olarak Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Türkiye'nin 2005 yılı araç lastiği üretim kapasitesi (KSÖİK, 2006)

Kuruluş Adı	2005 yılı kapasite (Adet)
Türk Pirelli Lastikleri A.S.	10.141.000
Goodyear Lastikleri T.A.S.	7.163.029
Petlas Lastik San. Tic. A.S.	1.463.000
Brisa Bridgestone Lastik San. ve Tic. A.S.	7.500.000
Öz-Ka Lastik ve Kauçuk San. Tic. Ltd. Sti.	12.170.000

Kullanılmış araç lastiklerinin artışı ve uygun koşullarda depolanmaması, olumsuz çevresel etkilere yol açtığından dolayı, bu yönde yapılan araştırmalar hızla artmaktadır. Günümüzde atık lastiklerin bertaraf edilmeleri genellikle; toprak altına gömülmesi, atık lastik çöp yığınlarının oluşturulması, mekanik proseslerden geçirilip geri kazanımı, lastik kaplamada kullanılması, enerji elde etmek amacıyla yakıt katkısı olarak kullanılması ve kauçuk üretiminde tekrar kullanılması yoluyla yapılmaktadır (Paul 1985, Adhikari ve diğerleri 2000; Sharma ve diğerleri 2000). Ancak, atık lastiklerin bertaraf için gömüldüğü uygun yerler, atık lastiklerin miktarındaki artıştan dolayı, sürekli olarak azalmaktadır. Bu nedenle lastikler, hurdalıklarda ve endüstriyel lastik çöplüklerinde depolanmaktadır. Bu uygulamalar; lastiklerin çevreye zararlı toksik maddeler yaymasına ve kontrolü güç lastik yangınlarına neden olmaktadır (Xiang-guo ve diğerleri, 2006; Chang 2006; Sharma ve diğerleri, 2000). Atık lastik çöplükleri aynı zamanda,

hastalık taşıyıcı sivrisineklere ve büyük farelere ev sahipliği yapmaktadır.

Atık lastiklerin kontrollü olarak yakılmalarının, diğer bertaraf yöntemlerine kıyasla oldukça fazla avantajları bulunmaktadır (Chen ve diğerleri, 2007; Adhikari ve diğerleri 2000). Bu yöntem, oldukça büyük miktarda atık lastiğin hacimce azalmasına, büyük miktarda enerji üretimine ve zehirli organik bileşikler ile patojenlerin yok edilmesine katkı sağlamaktadır. Ancak bu metodun dezavantajı ise; yanma sırasında çevreye NO_x, iz elementleri ve dioksin gibi zararlı gazları yaymasıdır (Xiang-guo ve diğerleri 2006; Chen, ve Qian 2003; Courtemanche ve Levendisaf 1998).

Atık lastikler diğer katı atıklardan farklı olarak, ön işlemden geçirilmeden basitçe yeraltına gömülüp imha edilemezler. Bunların ayrışması için öncelikle boyut küçültme işleminden geçirilmeleri, yani küçük parçalara ayrılmaları gerekmektedir (Adhikari ve diğerleri, 2000;

Sharma ve diğerleri, 2000). Aksi takdirde, yasal olmayan çöplüklerin ve atık lastik stoklarının oluşmasına neden olurlar. Bu lastik stokları; yukarıda bahsedildiği üzere, sıçan, fare, sivrisinek ve bazı haşerelerin yaşamalarına barınak sağlanmasına sebep olduğu gibi, atıldığı yasal olmayan yerlerde veya depolandığı stoklarda kontrolü güç büyük yangınlar için bir potansiyel oluşturmaktadır (Adhikari ve diğerleri, 2000; Sharma ve diğerleri, 2000).

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde, her yıl yaklaşık 270 milyon adet taşıt lastiği çöpe atılmaktadır (RMA, 2000). Bu sayı, kişi başına yaklaşık bir lastik anlamına gelmektedir. Bu atık lastiklerin yaklaşık %85'i otomobil lastiği, kalanı ise kamyon lastiğinden oluşmaktadır. Yıllık ortaya çıkan atık lastiklerin yanı sıra;

önceki yıllardan birikmiş ve verilere dahil edilmemiş, 2-3 milyar civarında atık lastiğin ülkenin farklı bölgelerinde bulunduğu tahmin edilmektedir. 2000 yılı verilerine göre, ABD'de atık araç lastiklerinin durumunu gösterir bilgiler Tablo 2'de verilmiştir.

Hurdaya çıkan 270 milyon adet lastiğin; 15 milyon adedi ihraç edilmekte, 10 milyon adedi endüstriyel üretimde kullanılmak üzere geri kazanılmakta ve 125 milyon adedi de yakıt katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Önemli miktarda atık lastik (30 milyon adet) ise, inşaat mühendisliği uygulamalarında kullanılmaktadır. Yaklaşık 30 milyon atık lastik ise üretici firmalar tarafından geri alınmakta ve bu miktarın üçte biri yeni lastiklerin üretiminde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

Tablo 2. A.B.D.'deki araç lastikleri hakkında bilgiler. (RMA, 2000)

Yıllık atık lastik sayısı	270 milyon adet
Atık lastiklerin yaklaşık ağırlığı	3,6 milyon ton
Stoklardaki atık lastik sayısı	300 milyon adet
Lastik işleyen tesis sayısı	498 adet
İnşaat mühendisliği uygulamalarında kullanılan lastik sayısı	30 milyon adet

Atık Lastik Yönetimi Konseyi (Scrap Tire Management Council)'ne göre, bir lastiğin pirolizi ile ortalama; 4 litre yağ, 3 kg karbon siyahı, 1,5 kg gaz ve toplam 1 kg çelik ve kül elde edilmektedir (BCM, 2007). Lastikten elde edilen yağ ve gaz, düşük kaliteli yakıt olarak kazanlarda ve diğer kapalı ocaklarda kullanılabilir özelliktedir (Boxing ve diğerleri, 2007). Atık lastiklerden ayrıca; yer kauçukları, zemin altlıkları, halı dolgu malzemeleri, araba çamurlukları, plastik ürünler gibi kauçuk ürünlerin yapımında ve asfalt

içerisinde ince agrega katkısı olarak yararlanılmaktadır. Kırıntı kauçuklar ise asfalt bağlayıcı olarak, sıcak karışımla asfalt döşenmiş yüzeylerin içerisinde kullanılmaktadır (Naik ve diğerleri, 1995; Naik ve Singh, 1995).

Avrupa Birliği ülkelerinde de ortaya çıkan atık lastik miktarları önemli seviyededir. Örneğin Fransa'da, yıllık atık lastik miktarı, 10 milyon adedin üzerindedir (Siddique ve Naik, 2004). Lastiklerin yeraltına gömülmesini ülkede yasaklayan yeni kanun yüzünden, 2002'den baş-

layarak atık lastiklerin uygun şekilde imha edilmesini sağlayacak çözümler üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır. Bu çözümlerden bazıları şunlardır: i) lastik kauçuğunun asfalt ve beton içerisinde kullanılması, ii) buhar üretmek için atık lastik tesislerinde yakılması, iii) lastiğin plastik ve kauçuk içerisinde tekrar kullanılması. Bunlara ek olarak; atık lastikler çimento fırınlarında yakıt, karbon siyahı yapımı için ham madde ve deniz ortamında rüzgar etkisini azaltmak için şerit olarak kullanılmaktadır (Naik ve Singh, 1995).

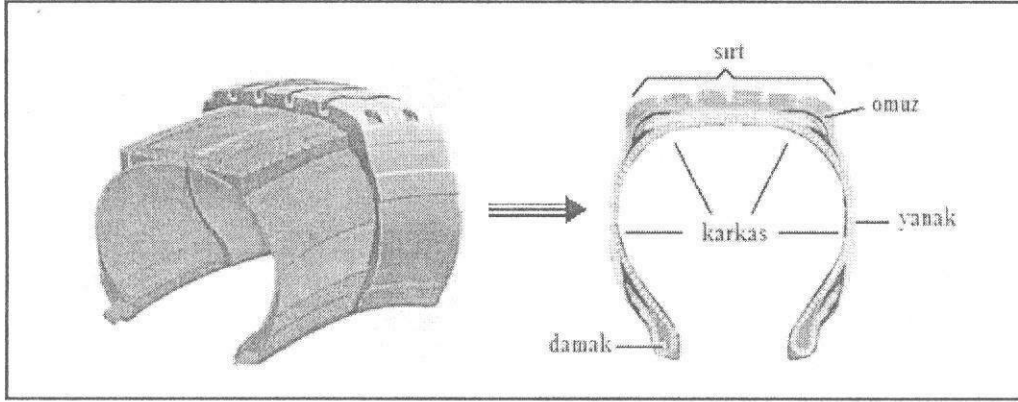
Özetle, atık taşıt lastiklerinin depolanması ve yönetimi konusunda tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de etkili çözümler oluşturma arayışı söz konusudur. Çözüm oluşturmada önemli adımlardan biri, söz konusu lastik yapısının ve depolama sorunlarının iyi anlaşılmasıdır. Bu çalışmada öncelikle; atık taşıt lastiklerinin önemli bir kısmını oluşturan otomobil lastiklerinin, kimyasal ve mekanik yapısı konusunda temel bilgiler verilmiştir. Daha sonra atık lastiklerin uygun olmayan koşullarda depolanması nedeniyle ortaya çıkan çevresel sorunlarla ilgili genel bir irdeleme yapılmıştır. Son olarak, ülkemizde atık lastik depolanması konusundaki yanlış uygulamalara dikkat çekmek amacıyla, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan bazı illerde yapılan gözlemler aktarılmıştır. Bu gözlemler sırasında; atık lastik ile ilgili güvenilir sayısal verilere ulaşılamadığından dolayı, depolama sorununun sadece niteliksel yönüyle ilgili bir değerlendirme yapılmıştır.

OTOMOBİL LASTİKLERİNİN YAPISI

Otomobil lastiğinin çevrede kendiliğinden çürümesi zor olduğundan, imhası ciddi bir çevre sorunu oluşturmaktadır. Yapısındaki polimerik çapraz bağdan, bileşimindeki kararlaştırıcı maddelerden ve diğer katkı maddelerinden dolayı, dayanıklı bir yapıya sahiptir (Terry ve Hammer, 2004). Kauçuk, kord bezi ve çelik teller ile çeşitli kimyasal maddelerin birleşiminden oluşan lastik; aracın yer ile temasını sağlayan tek ve önemli parçasıdır. Lastik, içerisine basılan hava vasıtası ile takılı olduğu aracın ve üzerindeki yükün taşınmasını sağlar. Bu nedenle mekanik açıdan da dayanımı yüksektir. Çevreye atılan hurda lastiğin uygun şekilde bertarafı ya da etkin bir şekilde yeniden kullanımı için mekanik ve kimyasal yapısının bilinmesinde fayda vardır.

Otomobil Lastiklerinin Mekanik Yapısı

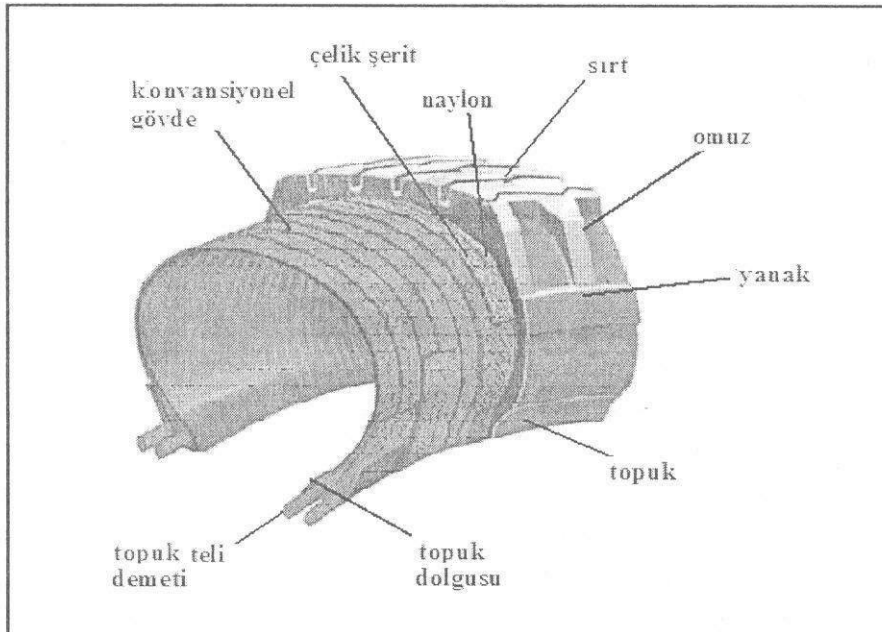
Lastik üretiminde kullanılan materyaller olağanüstü kuvvetlidir. Seyir esnasında binlerce kilometre uzunluğundaki asfalt ve asfalt olmayan yollardaki sürtünmelere dayanıklı olacak şekilde imal edilirler. Oto lastikleri; üzerine gelen darbelere dayanımlı ve titreşim ile darbeleri büyük ölçüde sönümleyip yutan, esnek ve elastiki bir yapıya sahiptir. Oto lastikleri ayrıca sesi absorplama özelliğine sahiptir. Bu özelliklerin sağlanması amacıyla oto lastiklerinin Şekil 1'de gösterilen ve sırt, omuz, karkas, yanak ve damak olarak adlandırılan mekanik kısımlarının çok dikkatli tasarlanması gereklidir.



Şekil 1. Otomobil lastiklerinin mekanik kısımları (GY, 2007).

Oto lastiklerinin Şekil 2’de detayları ile gösterilen konvansiyonel yapısı; merkez hattından geçtiği düşünülen bir doğruya göre, kord bezlerinin bir damaktan, diğer bir damağa 30°-40°’lik açılarla üst üste konulmasıyla oluşur. Otomobil lastiklerinin radyal yapısı ise; merkez hattından geçtiği düşünülen bir doğruya göre, kord bezlerinin bir damaktan diğer bir damağa 90°’lik açılarla üst üste konulmasıyla

oluşur. Otomobil lastiklerinin boyutları genellikle araç tipine ve mevsim koşullarına göre değişmektedir. Ancak tipik bir yolcu otomobilinde, yanal yüzeyler arasındaki genişlik (w), topuk-sırt arası yükseklik (h) ve jant takılı durumdaki çap (d) değerleri sırasıyla; w : 19-22 cm, h : 12-15 cm ve d : 62-75 cm sınırları arasındadır (GY, 2007).



Şekil 2. Oto lastiklerinin konvansiyonel yapısı (Terry ve Hammer, 2004).

Otomobil Lastiklerinin Kimyasal Yapısı

Oto lastiklerinin hammaddesi olan kauçuk 19. yüzyıl sonundan itibaren kullanılmaya başlanılmıştır. Kullanımı ve geliştirilmesi 20. yüzyılda en üst seviyeye ulaşmış ve devamlı olarak gelişimini sürdürmüştür. Oto lastiklerinin yapısında kauçuk, karbon karası, kord bezleri, çelik teller ve kimyasal maddeler bulunmaktadır (KSÖİK, 2006). Yüksek

mukavemeti karşılamak amacıyla naylon, rayon, polyester gibi elyaf esaslı kordlarla, çelik kordlar bulunmaktadır. Topuk dayanımları ise çelik tellerle sağlanmaktadır. Ayrıca karışımın işlenmesi ve homojenliği için kimyasal yağlar kullanılmaktadır. Araç lastiğini oluşturan temel hammaddeler ve ağırlık yüzdeleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Araba lastiği üretiminde kullanılan tipik malzemeler (RMA, 2000).

Temel Hammadde	Hammadde Detayı	Ağırlıkça Yüzde (%)	
		Otomobil lastiği	Kamyon lastiği
1. Sentetik kauçuk	-	14	27
2. Doğal kauçuk	-	27	14
3. Karbon siyahı	-	28	28
4. Çelik teller	-	14-15	14-15
5. Kumaş ile çeşitli dolgu, hızlandırıcı ve antiozonant malzemeler	Kumaş • polyester • naylon Kükürt ve kükürt bileşikleri Fenolik reçine Petrol • aromatik • naftenik Parafinik Petrol mumları Boya maddeleri • çinko oksit • titanyum oksit Yağ asitleri İnert maddeler	16-17	16-17

Lastiğin bileşimi, lastik ya da lastik parçacıklarının içindeki takviye malzemelerinin oranına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu bileşim, üreticiden üreticiye ve lastiğin aşınma payına göre de değişmektedir. Tipik lastik bileşenlerine yönelik sınır değerler, Tablo 4'de verilmiştir (Ünlü, 2006). Lastik üretimi sırasında; karışım

hızlandırıcı ve lastik dişlerinin dayanıklılığını arttırmak amacıyla çinko-oksit kullanılmaktadır. Kullanılacak çinko için sınır bir değer belirtilmemektedir. Ancak tipik otomobil lastiklerinde; çinko-oksit kütleli yüzdesi için sınır değerinin %2.79 olduğu belirtilmektedir (CIWMB, 1996).

Tablo 4. Lastik bileşenlerine yönelik sınır değerler (Ünlü, 2006).

Parametre	Kontrol sınırı	Lastik parçacıkları için tipik seviye
Brüt Isıl Değer (kJ/kg)	> 21.000	> 26.000
Kükürt (%w/w)	< 2	< 1,8
Klor (%w/w)	< 0,2	< 0,07
Cıva (mg/kg)	< 10	< 2
Kadmiyum ve Talyum (toplamda mg/kg)	< 80	< 79
Antimuan, Arsenik, Krom, Kobalt, Bakır, Kurşun, Manganez, Nikel, Kalay ve Vanadyum (toplamda mg/kg)	< 1200	< 640

ATIK LASTİKLERİN AÇIK ARAZİDE DEPOLANMASINA YÖNELİK SORUNLAR VE ÖNLEMLER

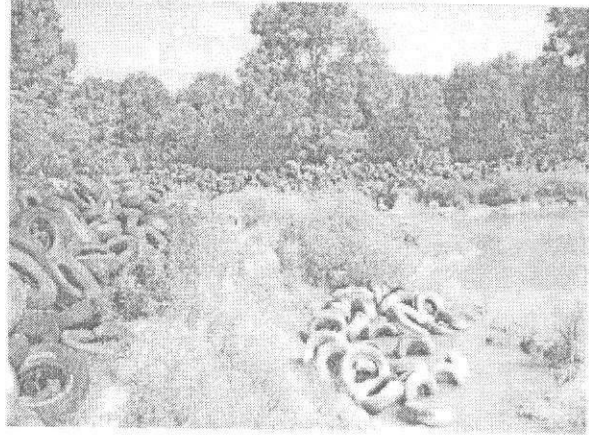
Günümüzde hızla artan taşıt sayısı, atık araç lastiklerinin sayısının artmasına da neden olmuştur. Bu durum, çevre kirliliği ve ekolojik dengenin bozulması gibi önemli sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu nedenlerden dolayı lastik tamirhaneleri, kaplamacıları, oto sanayicileri, lastik satış noktaları gibi yerlerde biriken atık lastiklerden dolayı çevre bilincinin sağlanması ve çevreyle uyumlu olan taşıma sistemleri kurularak, bu atık lastiklerin geri kazanımı ve geri dönüşümü bir zorunluluk

haline gelmiştir. Atık otomobil lastiklerinin depolanması ve yok edilmesi tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir sorundur. Belediyeler tarafından belli bölgelerde yapılan atık lastik depolarında meydana gelen yangınlar ve sivrisineklerin lastikler içinde yuva yaparak çoğalmaları ciddi bir çevre tehdidi oluşturmakla kalmayıp, doğaya atılan atık otomobil lastiklerinin kendiliğinden yok olması da mümkün gözükmemektedir. Konunun önemini sergilemek üzere ABD'nin farklı eyaletlerine ait bazı görüntüler, açıklamaları ile birlikte aşağıda Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.

(a)

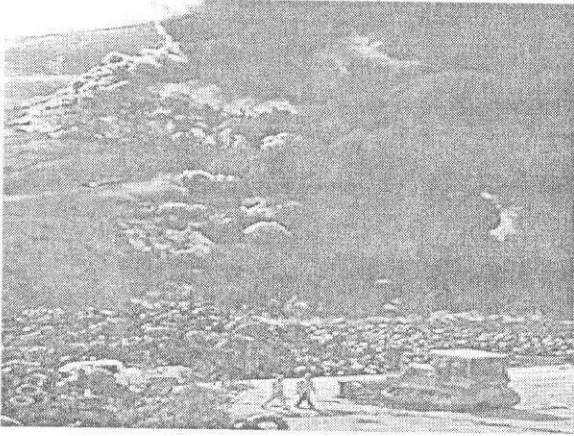


(b)

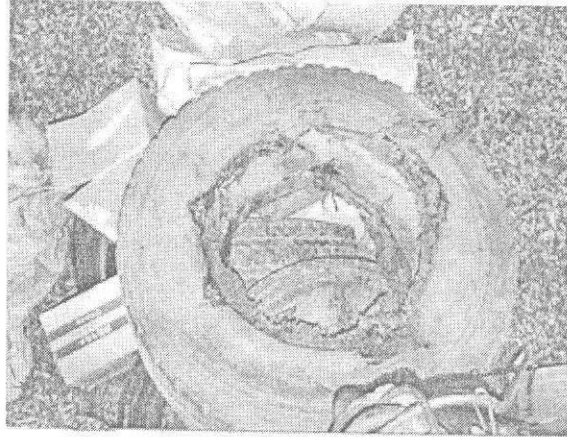


Şekil 3. (a) Atık lastiklerin hurdalık alanlarda bilinçsizce depolanması, (b) Atık lastiklerin bilinçsizce ağaçlık alan ve su kenarlarında yığılması (<http://images.google.com.tr>).

(a)



(b)



Şekil 4. (a) Atık lastik yığınlarının büyük yangınlara sebebiyet vermesi, (b) Atık lastiklerin sivrisinek ve haşerelere barınak oluşturması (<http://images.google.com.tr>).

Depolama sahasında bulunan atık lastikler çevre ve toplum sağlığı ile ilgili çeşitli problemler oluşturur (Şekil 3a ve 3b). Depolama sahasında bertaraf edildiğinde, zehirli gazlar oluşur. Lastiklerin yapısında bulunan yanıcı yağ nedeniyle, büyük lastik

yığınlarında aylarca sürebilecek yangınlar oluşabilmektedir (Şekil 4a). Ayrıca lastik bileşiminde bulunan yağdaki toksik maddeler, sivrisinek, haşere ve kemirgenler için ideal yerleşme ortamı sağlamaktadır (Şekil 4b). Bu nedenle atık lastikler eğer geri kazanım için

kullanılmayacaksa, lisanslı bertaraf tesislerine gönderilerek imha edilmeleri gereklidir. Bu işlemten önce, toplandıkları geçici depolama yerlerinde ise aşağıda belirtilen tasarım kriterlerinin uygulanması gereklidir:

- Depolama alanları; taşkın, heyelan, yangın riski taşıyan alanlar ile tarım ve orman arazileri gibi yerlerde kurulmamalıdır.
- Depolama alanlarının zemini; beton, sıkıştırılmış kil veya yangına meydan vermeyecek maddelerle kaplanarak, sızdırmazlık koşulu sağlanmalıdır.
- Depolama sahasının etrafı en az 1,5 metre yüksekliğinde tel çit ile çevrilmeli, giriş ve çıkışlar kontrol altına alınmalıdır.
- Depolama yerlerinde yangına karşı gerekli tedbirler alınmalı, depolanan atık lastik toplam hacmi 2000 m³'ü geçecek olursa, 250 litre/dakika suyu 6 saat boyunca sağlayabilecek su kaynağı bulundurulmalıdır.
- Binalar, araçlar, yanıcı malzemeler dahil her türlü yangına açık cisim, lastik yığınlarından en az 60 metre uzakta olmalıdır.
- Lastik yığınları gerilim hatları civarında veya altında olmamalıdır.
- Atık lastikler depolama alanlarında 90 günden fazla tutulmamalı, bu süre içinde lisanslı geri kazanım veya bertaraf tesislerine gönderilmelidir.

Bu kriterlere ek olarak; lastik yığınlarına 300 metre mesafeden daha yakın noktalarda açık alanda ateş yakılmaması ve 60 metre mesafeden daha yakında ise ısı üreten cihazlara izin verilmemesi gereklidir (ÖTL Kontrolü Yönetmeliği, 2006).

ATIK LASTİKLERİN TOPRAK ALTINDA YIĞILMASINA YÖNELİK SORUNLAR

Atık lastiklerin bertarafında kullanılan yaklaşımlardan biri, atık lastiklerin toprak altında yığılmasıdır. Ancak, atık lastiklerin tüm olarak gömülmesi sonrasında, boş arazilerin hızla tükenmeye başlaması ve lastiklerin toprak yüzeyine hareket ederek, arazi tahribatına sebep olmasından dolayı bu uygulama birçok ülkede yasaklanmıştır. Bu nedenle, lastiklerin küçük parçalara indirgendikten sonra, toprak altına doldurulması zorunluluğu getirilmiştir. Parça ve kırıntı halindeki hurda lastiklerin toprak altında biriktirilmesi konusundaki en önemli endişelerden biri yeraltı sularına sızabilecek toksik maddelerdir.

Toprağa gömülü atık lastiklerin çevreye ve toplum sağlığına etkilerini araştıran birçok çalışma yapılmıştır. Gönüllü (2004) tarafından bildirildiğine göre; bazı araştırmacılar atık lastikleri tümüyle inert madde olarak ifade etmelerine karşılık, Liu ve diğerleri (1998) tarafından tam tersi sonuçlar rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, laboratuvarı suya geçebilecek toksik maddelerin tayini için kabul edilen TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) yöntemine göre belirlenmiş ve Tablo 5'de verilmiştir. TCLP sonuçları, EPA (Environmental Protection Agency) standart değerleri ile kıyaslanmıştır (Gönüllü 2004).

Tablo 5'deki sonuçlara göre; parçalanmış lastiklerden sızan sular tehlikeli atık özelliğine sahip değildir. Yapılan deneyler, asidik şartlarda metal iyonlarındaki çözünmenin ve pH=8 gibi alkali bir koşulda, organiklerin çözünmesinin arttığını ortaya koymuştur. Bu çalışma sonuçlarına dayanarak; bu tür atıkların

sıhhi kullanım yerlerinde olamayacağı, buna karşılık örneğin çöp depo yeri sızıntı suyu toplama tabakası olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Yine Gönüllü (2004) tarafından belirtildiği üzere, Draper (2002) tarafından

yapılan araştırmada, lastik tozu 10 gün gibi uzun bir süre aynı suyla temasta tutularak oluşan sızıntının, sucul mikroorganizmalar ile böcek ve kurtçuk boyutundaki canlılara zarar verdiği belirtilmiştir.

Tablo 5. Lastikten suya geçen madde miktarları (mg/l olarak; Liu ve diğ. 1998)

	TCLP* Yönetmelik Limiti	Minnesota Lastikleri			
		pH=5,0	pH=5,0	pH=7,0	pH=8,0
As	5				
Ba	100	0,488	0,205	0,174	0,265
Cd	1	0,125	0,007	< 0,005	< 0,005
Cr	5	0,235	0,002	< 0,005	< 0,002
Fe		500	41,2	0,531	0,718
Hg	0,2				
Ni					
Se	1	0,203	< 0,054	< 0,045	< 0,028
Ag	5				
Zn		23,5	17,5	3,38	< 0,005

* Toxicity Characteristic Leaching Procedure

Küçük parçalara ayrılmış araba lastiklerinin sızıntı çözeltisi içerisinde, insan sağlığına zararlı maddeler olmadığına ilişkin literatürde çok sayıda çalışma mevcuttur (Örneğin; Downs ve diğerleri, 1997; Ealding 1992; Zelibor 1991). Downs ve diğerleri (1997) sızıntı çözeltisi içerisinde; metallerin düşük pH değerlerinde, organiklerin ise yüksek pH değerlerinde geçtiğini gözlemlemişlerdir. Bu sonuç, küçük parçalara ayrılmış olan araba lastiklerinin, toprak ve yeraltı suyu pH değerinin, doğal değere (pH=7) yakın olduğu ortamlarda biriktirilmesi gerektiğini doğrulamaktadır.

Ufalanmış lastiklerin sızıntı çözeltisi, su tabakasının altında ve üzerinde incelenmiş; her iki durumda da, demir ve manganez

konsantrasyonları, ikincil içme suyu standardını aştığı belirlenmişti (Downs ve diğerleri, 1997; Humphrey ve diğerleri, 1997; Edil ve Bosscher, 1992). İkincil standartların estetik dışı ve sağlıksız su kalitesini ifade etmesi yüzünden, bu küçük bir sorun oluşturmaktadır. Sızıntı çözeltisi içerisindeki organik bileşiklerin su tabakası üzerinde ve altındaki değerleri ise ölçüm limitlerinin altında kalmıştır. ASTM D 6270-98 (2002), ufalanmış lastik parçalarının, insan sağlığını tehdit etmediği için, su tabakalarının üzerindeki kotlarda uygulanabileceğini belirtmektedir. Daha sonra yapılan diğer çalışmalar da (Groenevelt ve Grunthal, 1998; Reddy ve Quinn, 1997) atık parça lastiklerin sızıntı çözeltisindeki değerlerinin, çevreye karşı zararlı etkileri

oluşturmayacak seviyede bulunduğunu göstermiştir. Ancak bu araştırmaların sonuçları, atık lastik kauçuklarının, canlı organik bileşikler absorblayarak hapsettiğini ortaya koymaktadır (Al-Tabbaa ve Aravinthan, 1998).

GAP BÖLGESİNE AİT BAZI İLLERDE ATIK LASTİKLERİN DEPOLANMASINA YÖNELİK GÖZLEMLER

Türkiye yüzölçümü ve nüfusunun yaklaşık % 10'unu oluşturan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi amacıyla başlatılan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) daha sonra çok sektörlü, entegre, bölgesel bir yatırım programı olarak ele alınmış, günümüzde ise insan odaklı sürdürülebilir bir kalkınma projesi olarak yürütülmektedir. Türkiye'nin ekonomik olarak sulanabilir arazi varlığının ve su rezervlerinin önemli bir bölümüne sahip bölge, nüfus-kaynak dengesi açısından oldukça büyük bir kalkınma potansiyeline sahip olmasına rağmen gelişmişlik düzeyi göstergeleri açısından ülke ortalamasının altında bulunmaktadır.

Toplum sağlığı ve çevre için büyük önem taşıyan Katı Atık Yönetimi ülke için olduğu kadar GAP Bölgesi'nin de önemli sorunları arasındadır. Günümüzde nüfus artışına, teknolojik gelişmeye, sanayileşme ve kentleşmeye paralel olarak gerek miktar, gerekse içerik açısından hızla artan katı atıkların doğaya olumsuz etkileri önemli bir çevre problemi haline gelmiştir. Kentsel katı atıkların uygun biçimde biriktirilmesi, toplanması ve uygun değerlendirme tesislerine veya noktalarına taşınması, bu noktadaki alıcı ortamda çevresel etki yönünden sakınca yaratmayacak biçimde bertaraf edilmesi,

yerleşim biriminde yaşayan halkın ve çevrenin sağlığı için en önemli unsurlardan birisidir. Yerel yönetimlerin katı atık bertarafı konusundaki yasal yükümlülüklerini yerine getirebilmelerine, halk ve çevre sağlığı açısından önemli bir sorun haline gelen katı atık yönetim sistemlerini oluşturmalarına yardımcı olmak ve uygulamaya yönelik bir proje stoku oluşturma amacıyla GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı tarafından, 2001 yılından itibaren "GAP Bölgesi Katı Atık Yönetimi Projesi" uygulamaya konulmuş olup, dört aşamalı projenin üçüncü aşamasına yönelik çalışmalar halen sürmektedir.

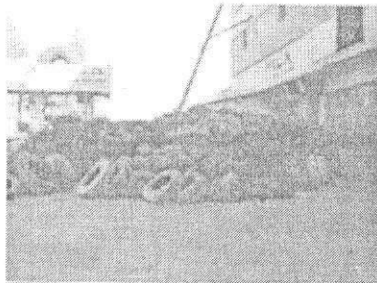
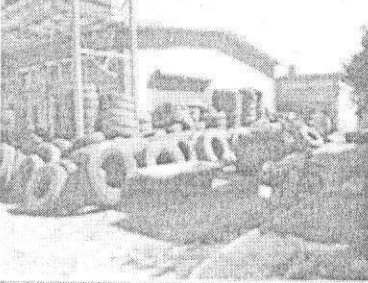
Bu çalışmada, GAP Bölgesinin önemli illerinden Diyarbakır, Gaziantep, Şanlıurfa ve Mardin'de atık lastik depolama sorunları yerinde gözlenmiştir. Gözlemler sırasında, belediyeler tarafından belirlenmiş geçici depolama yerlerinin kullanılmaması nedeniyle güvenilir sayısal veri elde edilememiştir. Bu nedenle sadece niteliksel amaçlı gözlem yapılmıştır. Mayıs – Eylül 2006 tarihleri arasında yapılan bu gözlemler sırasında çekilen çok sayıda fotoğrafı seçilen görüntüler Şekil 5'de sunulmuştur.

Gözlem sonuçları, atık araç lastiklerinin çok az bir bölümünün belediyeler tarafından şehir dışında oluşturulan büyük çöp alanlarına transfer edildiğini göstermektedir. Atık lastiklerin önemli bir kısmı; araç lastiği tamirâtı ile yasal prosedürlere dikkat etmeden sıcak-soğuk kaplama yapan işyerlerinde, tedbirsiz olarak biriktirilmektedir (Şekil 5(a)). Bu işyerlerinin bir kısmı şehir merkezlerine ve ana caddelere çok yakın olduğundan; yol kenarı ve kaldırımlarda kontrolsüz yığılma söz konusudur

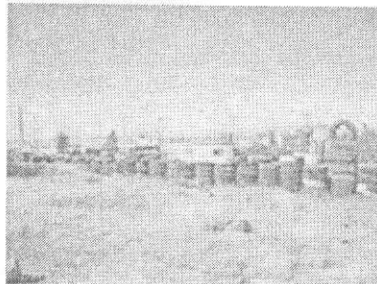
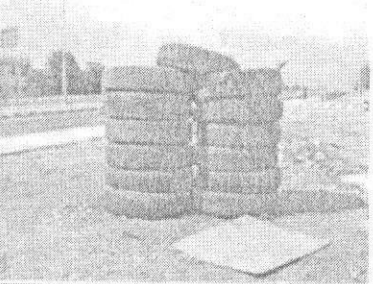
(Şekil 5(b)). Benzin istasyonu gibi atık lastik yangınının facia ile sonuçlanacağı uygunsuz yerlerde depolamanın yaygın olması yanında, sokak aralarındaki boş arsalar ve hatta turistik surlar içerisi gibi yerlere izinsiz atık lastik bırakılması gibi uygulamalar da az değildir

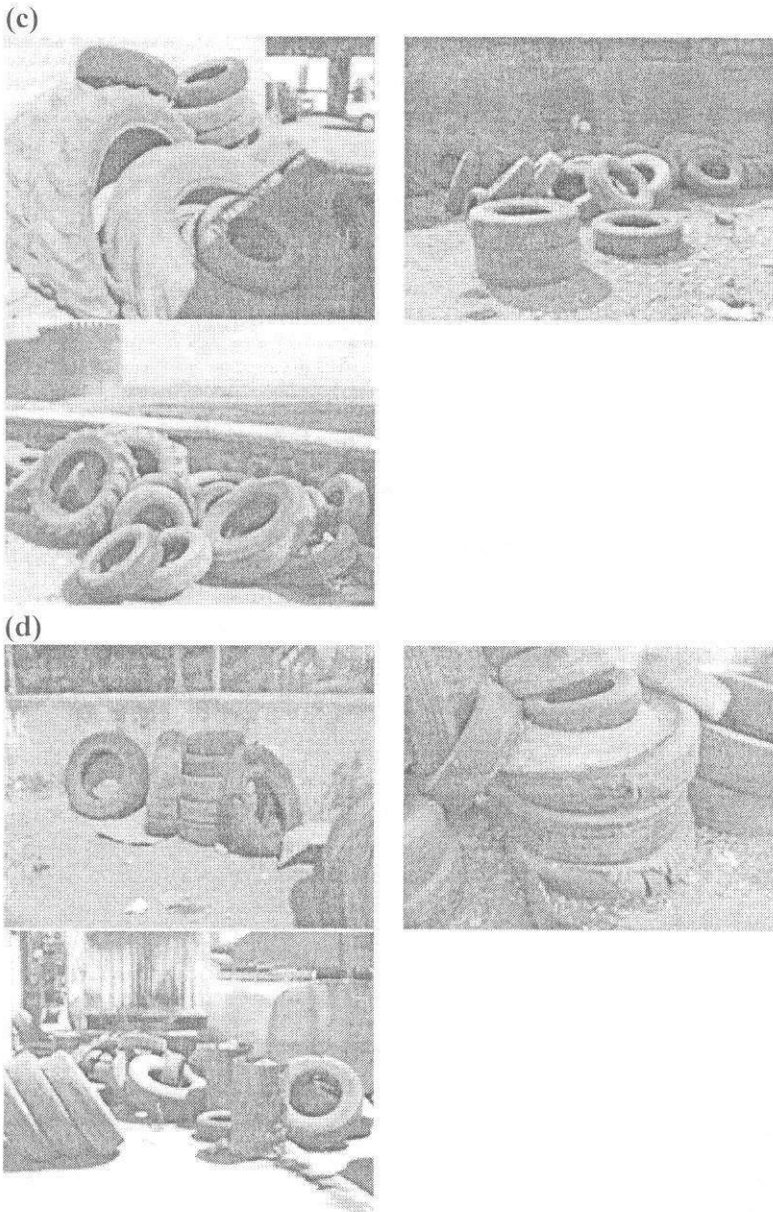
(Şekil 5(c)). Çevre ve halk sağlığını direkt tehlikeye atan yaygın bir uygulama da; mutlaka bertaraf edilmesi gereken lastiklerin, uzun yıllar biriktirildiği yerlerde çürümeye terk edilerek, sivrisinek ve kemirgen hayvanlar için barınak oluşturmalarıdır.

(a)



(b)





Şekil 5. GAP Bölgesinde (Diyarbakır, Gaziantep, Şanlıurfa ve Mardin illerinde çekilmiş çok sayıda fotoğraftan derlenmiş) atık lastik depolama sorunlarına yönelik görüntüler; a) lastik tamir ve kaplama işyerlerinde tedbirsiz depolama, b) ana yol kenarları, tali yol kenarları ve kaldırımlara yığılma, c) benzin istasyonu, sokak içi boş arsa ve turistik surlar içerisinde depolama, d) yıllarca bertaraf edilmeden çevrede bekletilen lastikler.

DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, çevre ve toplum sağlığı açısından önemli bir sorun haline gelen atık lastiklerin depolanmasına yönelik sorunlar ve çevresel etkileri incelenmiş olup, GAP bölgesindeki mevcut duruma yönelik niteliksel gözlem sonuçları sunulmuştur. Çalışmanın genel değerlendirmesi kısaca şu şekildedir:

- i) Belediyelerin atık lastik depolanması ve bertarafı konusunda yeterli alan, tesis ve denetim kadrosuna sahip olmamaları nedeniyle, atık lastikler yerleşim yerlerine yakın noktalar dahil, çevrede uygunsuz koşullarda biriktirilmektedir. Bu denetim boşluğu nedeniyle, atık lastik sayısı ve yönetimi ile ilgili güvenilir sayısal veri temin edilememiştir.
- ii) Atık lastiklerin etkin yönetimi ve geri kazanımı için bu verilerin yerel yönetimlerce sağlıklı bir şekilde oluşturulması gereklidir. Ülke genelinde elde edilen bu veriler daha sonra tek bir merkezde toplanmalıdır. Çünkü ABD ve AB ülkelerinin büyük çoğunluğunda, atık lastik sayısal veri tabanlarının oluşturulması yönünde getirilen zorunluluklardan sonra, atık lastik yönetiminde önemli başarılar sağlanmıştır.
- iii) "GAP Bölgesi Katı Atık Yönetimi Projesi" evsel atıklara ek olarak, atık lastik gibi kullanılmış endüstriyel ürünlerin bertarafına yönelik tesisleri de içerecek şekilde

genişletilmelidir. Ayrıca; belediyelerin bireysel çalışma yerine konuya bölgesel sorun olarak yaklaşmaları ve özel sektörü bertaraf tesisleri kurma yönünde teşvik etmeleri çözümü hızlandıracaktır.

Teşekkür

TÜBİTAK tarafından 105M021 nolu proje kapsamında sağlanan desteğe ve yol gösterici değerlendirmelerinden dolayı hakemlere teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Adhikari, B., De, D. ve Maiti, S., (2000) "Reclamation and recycling of waste rubber", Prog. Polym. Sci. 25 sayfa 909-948.
- Al-Tabbaa ve Aravinthan, (1998) "Natural clay-shredded tire mixtures as landfill barrier materials", Waste Management, 18 (1), 9-16.
- Boxiong, S., Chunfei, W., Cai, L., Binbin, G., Rui, W., (2007), "Pyrolysis of waste tyres: The influence of USY catalyst/tyre ratio on products", J. Anal. Appl. Pyrolysis 78, 243-249.
- Bursa Çevre Merkezi (BCM), (2007). Lastiklerin Geri Kazanımı, (<http://www.bcm.org.tr/pdf/lastiklerin%20geri%20kazanimi.pdf>, erişim tarihi 03.08.2007)
- California Integrated Waste Management Board (CIWMB), (1996) "Effects of Waste Tires, Waste Tire Facilities, and Waste Tire Projects on the Environment", Technical Report, Publication Number: 432-96-029, 82 pages.
- Chang, N., (2006) "Economic and policy instrument analyses in support of the scrap tire recycling program in Taiwan", Journal of Environmental Management.
- Chen, S., Su, H., Chang, J., Lee, W., Huang, K., Hsieh, L., Huang, Y., Lin, W., Lin, C., (2007) "Emissions of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from the pyrolysis of scrap tires", Atmospheric Environment 41, 1209-1220.
- Courtemanche, B. ve Levendisaf, Y.A., (1998) "A laboratory study on the NO, NO₂, SO₂, CO and CO₂ emissions from the combustion of pulverized

- coal, municipal waste plastics and tires", *Fuel* 77(3),183-196.
- Downs, L.A., Humphrey, D.N., Katz, L.E., Blumenthal, M., (1997) "Water Quality Effects of Using Tire Chips Below the Groundwater Table", A Report Prepared by the Department of Civil and Environmental Engineering, University of Maine, Orono, Maine for the Maine Department of Transportation.
- Ealding, W., (1992) Final Report on Leachable Metals in Scrap Tires. Virginia Department of Transportation Materials Division, Virginia Department of Transportation Scrap Tire Task Force.
- Edil, T.B., Bosscher, P.J., (1992) Development of Engineering Criteria for Shredded or Whole Tires in Highway Applications, Report No. WI 14-92. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Wisconsin, Madison, WI.
- Goodyear (GY), (2007) Lastik Danışmanı, (http://eu.goodyear.com/tr_tr/advice/tiretutor/makingatire/www.goodyear.com.tr; erişim tarihi 03.08.2007).
- Gönüllü, M.T., (2004), "Atık Lastiklerin Yönetimi", Katı Atık Geri Dönüşüm Teknolojileri Semineri, 9 Haziran 2004, İSO, İstanbul.
- Groenevelt ve Grunthal, (1998) "Utilisation of crumb rubber as a soil amendment for sports turf", *Soil and Tillage Research*, 47(1-2) 169-172.
- Humphrey, D.N., Katz, L.E., Blumenthal, M., (1997). Water quality effects of tire chip fills placed above the groundwater table. Testing Soil Mixed with Waste or Recycled Materials, ASTM STP 1275, ASTM 453-464.
- Kimya Sanayi Özel İhtisas Komisyonu (KSÖİK), (2006) Araç Lastiği Çalışma Grubu Raporu, Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013), Ankara.
- Naik, T.R., Singh, S.S., Wendorf, R.B., (1995) Applications of scrap tire rubber in asphaltic materials: state of the art assessment. Report No. CBU-1995-02, UWM Center for By-products Utilization, University of Wisconsin-Milwaukee, Milwaukee, sayfa 49.
- Naik, T.R., ve Singh, S.S., (1995) Effects of scrap tire rubber on properties of hot-mix asphaltic concrete-a laboratory investigation. Report No. CBU-1995-02, UWM Center for By-products Utilization, University of Wisconsin-Milwaukee, 93.
- Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin (ÖTL) Kontrolü Yönetmeliği, (2006) Resmi Gazete (Tarih: 25/11/2006, Sayı: 26357).
- Reddy, C.M., ve Quinn, J.G., (1997) "Environmental chemistry of benzothiazoles derived from rubber", *Environmental Science and Technology* 31 (10), 2847-2853.
- Rubber Manufacturers Association (RMA), (2000) Scrap Tire Report – 1999 Edition, <https://www.rma.org/>.
- Sharma, V.K., Fortuna, F., Mincarini, M., Berillo, M., Cornacchia, G., (2000) "Disposal of waste tyres for energy recovery and safe environment", *Applied Energy* 65,381-394.
- Siddique, R., Naik, T. R., (2004) "Properties of concrete containing scrap-tire rubber – an overview", *Waste Management* 24, 563-569.
- Terry, A.G., Hammer, C., (2004) Designing Building Products Made With Recycled Tires, Contractor's Report to the Board, Integrated Waste Management Board, California, USA.
- Tikalsky, P.J., Smith, E., Regan, R.W., (1998) "Proportioning spent casting sand in controlled low-strength materials", *ACI Materials Journal* 95 (6), 740-746.
- TMMOB, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Lastik Sanayi ve Petlas, Sektörel Rapor Dizisi (1994), Ankara.
- Ünlü, H., (2006) Otomotiv Endüstrisinde Oluşan Tehlikeli Atıkların Geri Kazanım, Y. Lisans tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Xiang-guo, L., Bao-guo M., Li X., Zhen-wu, H., Xin-gang, W., (2006) "Thermogravimetric analysis of the co-combustion of the blends with high ash coal and waste tyres", *Thermochimica Acta* 441,79-83.
- Zeliber J.L., (1991) Leachate from Scrap Tires: RMA TCLP Report, Education Seminar on Scrap Tire Management. Scrap Tire Management Council, Washington, DC, September, 382-391.