

Türkiye’de Otomobillerden Kaynaklanan Lastik Atık Miktarının İncelenmesi

Murat ALTIN*, Atilla KOCA*, Hamit SOLMAZ**, Emre YILMAZ*

*Otomotiv Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fak., Gazi Üniversitesi 06500 Beşevler ANKARA

**Makine Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fak., Gazi Üniversitesi 06500 Beşevler/ANKARA

ÖZET

Otomobil sayısının giderek artmasıyla birlikte çevreye atılan gerek egzoz emisyonları gerekse katı atık miktarları artmıştır. Bu çalışmada, karayollarındaki otomobillerden kaynaklanan katı lastik atık miktarı deneysel olarak incelenmiştir. Ankara içerisinde 1065 adet otomobilin lastik diş derinliği dijital bir kumpas ile ölçülmüş ve lastik değişim kilometreleri alınmıştır. Bu işlem yapılırken üzerinden ölçüm alınanlar içerisinde en çok kullanılan üç adet lastik referans alınmış ve bunların kütleli lastik atığı miktarı hesaplanmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu verileri ışığında Türkiye ve yedi coğrafi bölge üzerindeki otomobil sayılarından yararlanılarak çevreye atılan lastik atık miktarları tespit edilmiştir. Bir lastiğin ömrü boyunca çevreye 1,479 kg katı halde lastik atığı atıldığı tespit edilmiştir. İllere göre dağılıma bakıldığında en fazla lastik atığı otomobil sayısı ile doğru orantılı olarak İstanbul’da meydana geldiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lastik atıkları, otomobil sayısı, otomobil lastikleri

Investigation of the Tyre Waste from Automobiles in Turkey

ABSTRACT

With the increasing number of automobile, exhaust emissions and solid waste that created by the vehicles are increasing rapidly. In this study, solid rubber waste from automobiles on roads were investigated. Tire tread depth was measured with a digital caliper on 1065 automobile in Ankara and tire change kilometers was taken from the drivers. While the measurement process the three widely using tire was considered as a reference tire and their mass of waste tire was calculated. Amount of tire waste was determined that discarded the environment in Turkey seven geographical regions by the Turkish Statistical Institute’s datas of automobile numbers. It was determined that a tire was discarded 1,479 kg tire waste in solid form throughout the life. Looking at the distribution by province, it is determined that the most tire waste has been occurred in İstanbul in proportion to the number of automobile.

Key Words : Tyre waste, automobile number, automobile tyres

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Otomobillerde performans geliştirme çalışmalarının yanı sıra, çevre üzerindeki olumsuz etkilerin en aza indirgenmesi giderek daha önemli bir hal almaktadır. Sıvı yakıt kullanan araçların çevreye çok fazla zarar verdikleri bilinmektedir. Bunun yanında taşıtlardan kaynaklanan ve göz ardı edilmeyecek kadar önemli bir çevre kirleticisi etmen daha vardır. Bu etmen otomobil lastiklerinin aşınmaları sonucunda çevreye atmış oldukları katı lastik atıklarıdır. Otomobil lastikleri aracın yükünü taşımakla birlikte performansını ve yakıt tüketimini direkt olarak etkileyen, zemin ile temasını sağlayan en önemli hareketli aksamıdır [1]. Lastiklerin zemin ile temasları sırasında meydana gelen aşınmalar sonucu ortaya çıkan büyüklükleri mikron mertebesinde olan çeşitli partiküller havaya karışmakta ve oradan değişik yollarla, özellikle solunum ile insan vücuduna girmektedir. İnsan vücuduna giren bu zararlı partiküller, vücut içerisinde çeşitli hastalıklara yol

çabileceği gibi bazen de ölüm ile sonuçlanan durumlara sebebiyet vermektedir.

Lastik atıklarının belirlenebilmesi için çeşitli ülkelerde çalışmalar gerçekleştirilmiş ancak ülkemizde bu yönde yapılan bir araştırmaya rastlanılmamıştır. İsveç’te yılda 60000 ton lastik kullanılmaktadır. 1994 yılında Ahlbom ve Duus İsveç’te yaptıkları çalışma sonucunda yeni bir lastiğin ömrü boyunca kütleli kısmının yaklaşık %12-17’sini çevreye attığını belirlemişlerdir. Buna bağlı olarak İsveç’te yılda ortalama 10000 ton lastik partikülü çevreye atılmaktadır ve bir lastikten oluşan toplam atık kütleli kısmının yaklaşık %10’luk kısmını çinkonun oluşturduğu belirlenmiştir [2,3].

1999 yılında Amerika’da 54 milyondan fazla otomobilin kullanıldığı ve bu otomobiller için kullanılan lastik miktarının yaklaşık 430000 ton olduğu belirtilmektedir [4]. Ortalama 8-10 kg ağırlığında olan yeni bir otomobil lastiğinin servis ömrü yaklaşık 3 yıl yada 50000-60000 km arasındadır. Bu lastikler ömürleri boyunca kütlelerinden yaklaşık 1-1,51kg kısmını kaybetmekte ve yüzdesel olarak kütlelerinin %10-%20’sini çevreye bırakmaktadır [5].

* Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: atikoca@gazi.edu.tr

Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2013.16.2, 51-56

Lastiklerden atılan partiküller çeşitli mikron mertebesinde büyüklüklere sahiptirler. Farklı ortam ve koşullarda yapılan çalışmalarda otomobil lastiklerinin bir kilometrede çevreye atmış oldukları lastik atık miktarı belirlenmiştir. Gottle'ye göre bir otomobil lastiği kilometrede 30 mg lastik atığı atmaktadır. Dannis'e göre ise bu miktar kilometrede 60-90 mg arasında değişmektedir [4]. Fauser'e göre lastik atık partiküllerinin yaklaşık % 90'ı 1nm çapındadır. USEPA ve TNO verilerine göre ise lastik atık egzoz emisyonlarından daha kaba olmasına rağmen lastik aşınmalarının % 70'i PM2.5, % 10'u PM1 ve %8'i PM0.1 olarak sınıflandırılmaktadır. Taşıt hızı arttıkça ana partikül çapının azaldığı belirtilmektedir [6,7,8,9,10]. Aatmeeyata ve Sharma'a göre lastiklerden çevreye atılan atık lastikler üç farklı boyuttur. Bunların % 0.02'si PM10, % 44.20'si PM10-100 ve % 55.78'i PM100-2000'den oluşmaktadır[11]. Cadle ve Williams laboratuvar ortamında yaptıkları bir çalışmada lastiklerin zemin ile temasları sırasında oluşan sürtünmeler neticesinde çevreye attığı partikül boyutlarını incelemişlerdir. Elde ettikleri verilere göre atılan lastik atık boyutunun 0.01 mikron ile 30 mikron arasında olduğunu belirtmişlerdir. Lastiklerden koparak havaya karışan kauçuk miktarının 0.5 µg/m3'den veya toplam lastik atık miktarının % 5'inden daha az olduğunu tespit etmişlerdir [12]. Bu çalışmada otomobil lastiklerinin aşınarak çevreye atmış oldukları lastik atık miktarı hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar ile Türkiye'deki araç sayıları göz önünde bulundurularak çevreye atılan toplam lastik atık miktarı belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

Lastik atık miktarı belirlenirken Ankara içerisindeki çeşitli mekanlarda bulunan 1065 adet otomobilin lastikleri üzerinden özel dijital bir kumpas yardımıyla lastik diş derinliği ölçüm işlemi yapılmış ve ölçüm sırasında lastiklerin değişim kilometreleri belirlenmiştir. Bu işlemde lastik üzerinde ki tek bir noktadan üç ayrı ölçüm yapılarak, ölçüm sonucunda elde edilen değerler doğruluğu tespit edilmiştir. Lastik atığı miktarının tespit edilebilmesi için lastiğin araç üzerinde ilk takıldığı durumdan TSE standardı olan 1,6 mm ye düşünceye kadar olan bölgenin kütlelerinin bulunması işlemi yapılmıştır [13]. Bu işleme öncelikle üzerinde ölçüm yapılan 1065 adet otomobilde en çok kullanılan üç adet lastik referans alınarak yapılmaya başlanılmıştır. Lastik atığı kütlelerini bulurken lastiğin 1,6 mm diş derinliğine düşünceye kadar bölgenin lastik hacmi belirlenmiş ve lastik öz kütlesi ile çarpılarak tespit edilmiştir.

2.1. Referans Lastiklerden Atılan Kütlelerin Hesaplanması (The Calculation of Mass of Discarded Tire From Reference Tyres)

Lastiklerin nominal genişlikleri çeşitli marka ve modellerdeki araçlara göre farklılık göstermektedir. Lastik atığı hacmini hesaplamak için referans olarak 175/70R 13, 195/65R 15 ve 185/60R 14 ölçülerine sahip

üç adet lastik ele alınmıştır. Hiç kullanılmamış bir lastik testere yardımıyla ortadan ikiye ayrılmıştır. Daha sonra lastik düz konuma getirilmiş ve düz haldeki boyunun uzunluğu ölçülmüştür. Bunun yapılmasındaki amaç, lastik üzerinde üretici firma tarafından verilen rakamlar ile hesaplama işlemi yapılacağından elde edilen değerlerin teyit edilmesidir. Yapılan ölçüm sonucunda elde edilen lastik uzunluğu 1,8 m olarak bulunmuştur.

Referans lastiklerin düz konuma getirildikten sonraki uzunluğunun bulunması için öncelikle lastik yanak genişliği Eş 1.'deki formülden bulunmuştur. Lastik yanak genişliği bu lastik için nominal lastik genişliğinin % 70'dir.

$$L_y = N_k \times K_o \quad (1)$$

Elde edilen değer lastik üzerindeki tek bir yanak genişliğini vermektedir. Lastik üzerinde iki yanak olduğundan dolayı bu değer iki ile çarpılarak lastik yanak genişliği tespit edilmiştir. Bulunan yanak genişliklerine ilave inç olarak verilen lastik jant çapı mm ye çevrilmiş ve yanak genişlikleri ile toplanmıştır. Sonuç itibariyle lastiğin çapı bulunmuştur. Bulunan lastik çapı π sabiti ile çarpılarak lastiğin düz konuma getirildikten sonraki uzunluğu elde edilmiştir. Elde edilen değer kesilerek düz konuma getirilmiş lastik ile aynı olduğu teyit edilmiştir. Kesilen lastik üzerinde ölçümlerin daha rahat alınabilmesi için lastik Şekil 1'de görüldüğü gibi 5 ayrı parçaya ayrılmıştır.



Şekil 1 Referans lastiğin hesaplamalar için parçalara ayrılmış bölümleri (The reference for the calculations fragmented parts of the tire)

Şekil 1'de 1 numara ile gösterilen parçanın lastik diş derinliğinin 1,6 mm'ye düşünceye kadar olan kısmının hacmi hesaplanırken öncelikle parça üzerinde dolu bölgenin alanı belirlenmiştir. Eş.2'de verilen formülden yararlanılarak lastik genişliği ile lastik uzunluğu çarpılmış ve dolu bölgenin alanı bulunmuştur. Bu işlem için gerekli ölçümler belirlenirken özel dijital bir kumpastan yararlanılmıştır.

$$P_{dal} = P_{ul} \times P_{gl} \quad (2)$$

Dolu kısmın alanı belirlenen 1 numaralı parça üzerindeki lastik desenlerinden kaynaklanan boşlukların alanını belirleme işlemi Eş. 3'deki formülden yararlanılarak parça genişliği, parça uzunluğu ve parça sayısı çarpılarak bulunmuştur.

$$P_{ba1} = P_{g1} \times P_{u1} \times P_{ad1} \quad (3)$$

1 numaralı parça üzerindeki dolu kısmın ve boş kısımların alanı belirlendikten sonra aradaki fark tespit edilmiş ve parça genişliğine bölünerek parçanın net uzunluğu Eş. 4'deki bağıntıyla bulunmuştur.

$$P_{net1} = \frac{P_{da1} - P_{ba1}}{P_{g1}} \quad (4)$$

Yapılan hesaplamalar sonucunda net uzunluğu tespit edilen 1 numaralı parçanın hacmi, Eş. 5 gibi parça net uzunluğu, parça genişliği ve lastiğin sirtünmeler sonucunda çevreye atılacağı düşünülen 6,4 mm lastik diş derinliği çarpılarak parçanın üzerindeki boşluklar çıkarıldıktan sonraki net hacim $3,23967 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ olarak belirlenmiştir.

$$V_{T1} = (P_{g1} \times P_{net1} \times P_{diş}) \quad (5)$$

6,4 mm'lik diş derinliği sabit olarak kabul edilen 8 mm'lik lastik diş derinliğinin minimum lastik diş derinliği olan 1,6 mm çıkarıldıktan sonra elde edilmiştir.

Aynı hesaplama yöntemi Şekil 1'de görülen dört parça ve referans olarak alınan her iki lastiğe de uygulanmıştır.

Yapılan ölçümler sonucunda 1065 adet otomobilde en çok kullanıldığı tespit edilen üç adet referans alınan lastiğin, yer ile teması sırasında çevreye atacağı lastik atığının hacmi yukarıdaki yöntem ile hesaplanmıştır.

Elde edilen bu üç lastiğin hacimlerinin ortalaması alınmış ve $1286,45 \text{ cm}^3$ olarak bulunmuştur. Lastikler çok çeşitli malzemelerin karıştırılması sonucunda elde edilmektedir. Bundan dolayı bir lastiğin malzeme yoğunluğu tam olarak bilinmemektedir. Fakat genel olarak bir lastiğin ortalama yoğunluğu $1,15 \text{ g/cm}^3$ 'tür [6]. Bu veriler dikkate alındığında Eş. 6'da belirtildiği gibi hacim ile yoğunluk çarpılmış ve lastik atığı atık kütlesi bulunmuştur.

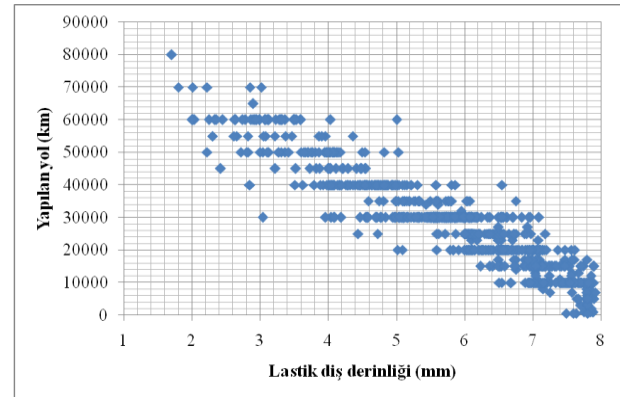
$$m = d \times V_{GT} \quad (6)$$

Bir otomobilde dört adet tekerlek bulunduğu için elde edilen m değeri dört ile çarpılmış ve bir otomobilin lastik ömürleri boyunca çevreye atmış olduğu lastik atık kütlesi tespit edilmiştir.

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME (RESULTS AND DISCUSSIONS)

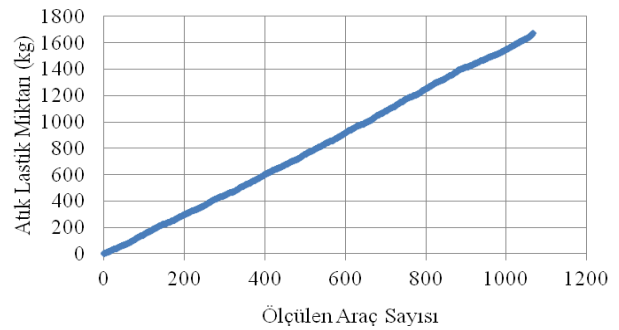
Lastikler belli bir süre kullanıldıktan sonra özellikle zemin ile arasındaki sürtünmelerden dolayı aşınmaya uğramaktadırlar. Normal şartlarda bir otomobil 40000 ile 50000 km yaptığında lastikler kullanılmaz hale gelmeye başlamaktadır. Bu mesafelerdeki araçlar normal diş derinliklerinin yaklaşık olarak % 90'nını kaybederler [1]. Özellikle zemin şartları bakımından daha pürüzlü yollara sahip bölgelerde bu mesafe daha da aşağıya düşmektedir. Ölçüm yapılan 1065 adet otomobil üzerinden alınan

lastik diş derinlikleri ile bu derinliklere ulaşılan kadar yapmış oldukları mesafeler Şekil 2'de görülmektedir.



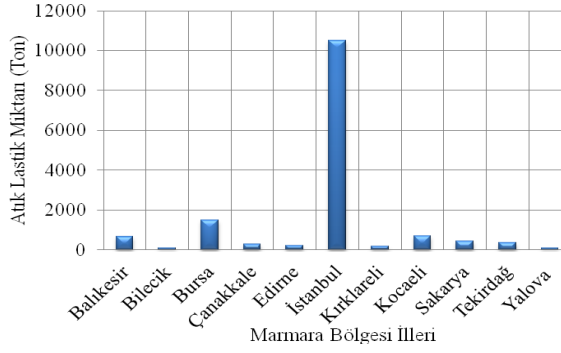
Şekil 2. Yapılan yol mesafesi ve lastik diş derinliği bağıntısı (Car kilometers and tire tread depth)

Diş derinliği ölçümlerinden, bazı otomobillere ait lastiklerin farklı aşınma miktarlarına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin ön lastiklerin diş derinliğinin arka lastiklere ait diş derinliğinden daha fazla veya daha az olduğu görülmüştür. Bu gibi durumlara araçların önden veya arkadan çekişli olmalarının neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca motor aksami ve araç üzerindeki yükün fazla olduğu kısımların daha fazla sürtünmeye maruz kaldığından aşınmalarının daha fazla olduğu görülmüştür. Yapılan bu çalışma neticesinde lastik aşınma miktarlarının araç sayısı ile doğru orantılı olarak arttığı tespit edilmiştir. Şekil 3'te üzerinden ölçüm yapılan 1065 adet aracın otomobil sayısına bağlı olarak lastik atığı miktarının değişimi görülmektedir.



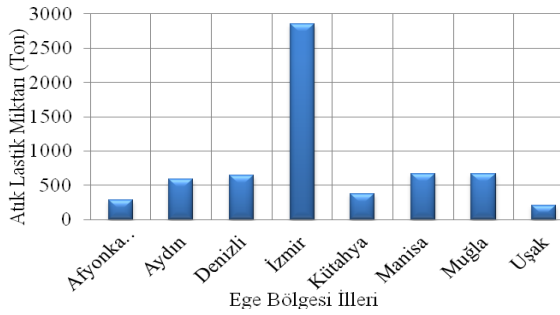
Şekil 3. Lastik atık miktarlarının araç sayısına bağlı değişimi (The amount of waste tire change on the number of vehicle)

2009 yılı Eylül ayı verilerine göre Türkiye'de toplam 7027524 adet otomobil trafiğe kayıtlıdır [14]. Bu otomobil sayısına bağlı olarak Türkiye'de hali hazırda 28110096 adet lastik aktif olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında Türkiye'de lastik ömürleri boyunca otomobillerden kaynaklanan lastik atık miktarının toplam 41586,31 ton olduğu tespit edilmiştir.



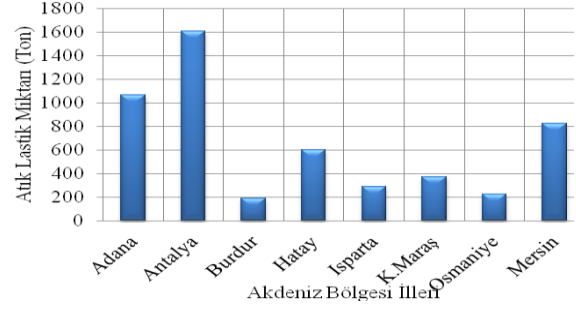
Şekil 4. Marmara bölgesinde illere göre lastik atığı miktarı (The amount of waste tire by provinces in the Marmara region)

Bölgelere göre bu lastik atık miktarı incelendiğinde, Şekil 4'te görüldüğü gibi Marmara bölgesi içerisindeki lastik atığı miktarı, İstanbul ilinde en fazla oranı oluşturmaktadır. İstanbul'da 2009 Eylül ayı itibarıyla 1775759 otomobil trafiğe kayıtlıdır [14]. Otomobil sayısı ile orantılı olarak İstanbul'da 10508,29 ton lastik atığının aşınmalar sonucunda çevreye atıldığı tespit edilmiştir.



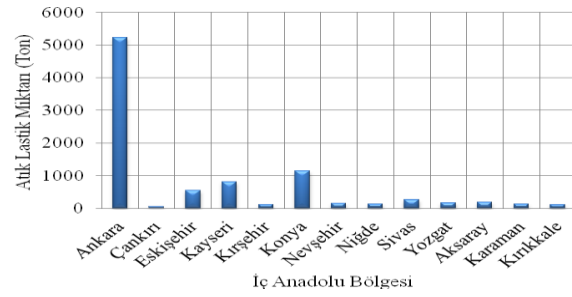
Şekil 5. Ege bölgesinde illere göre lastik atık miktarı (The amount of waste tire by province in Aegean region)

Ege Bölgesi'nde en fazla lastik atık miktarı 2853,57 ton ile İzmir'dir. Şekil 5'te görüldüğü gibi İzmir'i otomobil sayısı birbirlerine çok yakın olan 671,12 ton ile Manisa, 669,21 ton ile Muğla, 647 ton ile Denizli ve 593,15 ton ile Aydın'ın takip ettiği belirlenmiştir. Ege bölgesi içerisinde çevreye en az miktarda lastik atığı olan il 209,35 ton ile Uşak olarak belirlenmiştir. Bölge içerisinde en fazla lastik atık miktarına sahip olan İzmir ile en az atık miktarına sahip olan Uşak arasında 8 kat fark olduğu görülmüştür. Akdeniz bölgesine bakıldığı zaman en fazla otomobile sahip olan ilin Antalya olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmaya göre değerlendirildiğinde Şekil 6'da görüldüğü gibi Antalya da çevreye atılan lastik atık miktarının 1608,29 ton ile Akdeniz bölgesindeki diğer illere göre daha fazla olduğu görülmüştür.



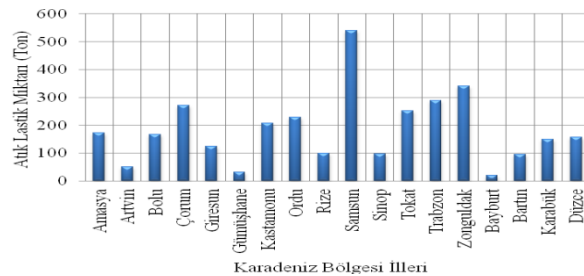
Şekil 6. Akdeniz bölgesinde illere göre lastik atığı miktarı (The amount of waste tire by provinces in the Mediterranean region)

Antalya'yı 1064,35 ton ile Adana ve 822,61 ton ile diğer bir büyük şehir olan Mersin'in takip ettiği belirlenmiştir. Akdeniz bölgesinde çevreye atılan lastik atıkları bakımından en az miktarda sahip ilin ise 193,41 ton ile Burdur olduğu tespit edilmiştir.



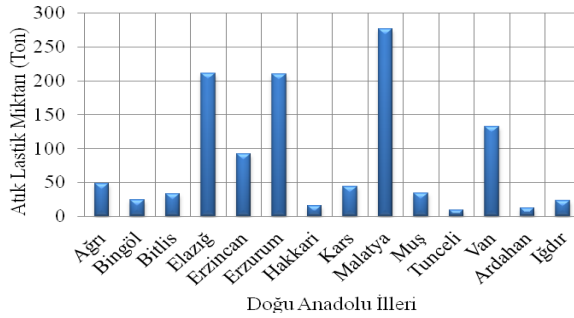
Şekil 7. İç Anadolu bölgesinde illere göre lastik atığı miktarı (The amount of waste tire by province of Central Anatolia)

Şekil 7'de İç Anadolu bölgesinde lastik atığı miktarının değişim grafiğine bakıldığında Ankara'nın diğer illere göre çok daha fazla miktarda lastik atığının çevreye atıldığı açık olarak görülmektedir. Bölgede lastik atığı miktarında Ankara'yı 1144,05 ton ile Konya, 800,36 ton ile Kayseri ve 551,73 ton ile Eskişehir'in takip ettiği belirlenmiştir. İç Anadolu Bölgesinde yer alan bu iller dışında diğer illerin lastik atık miktarlarının benzer oldukları belirlenmiştir. Bölge içerisinde en az atık miktarına sahip il ise 49,20 ton ile Çankırı olarak belirlenmiştir.



Şekil 8. Karadeniz bölgesinde illere göre lastik atığı miktarı (The amount of waste tires in the Black Sea provinces)

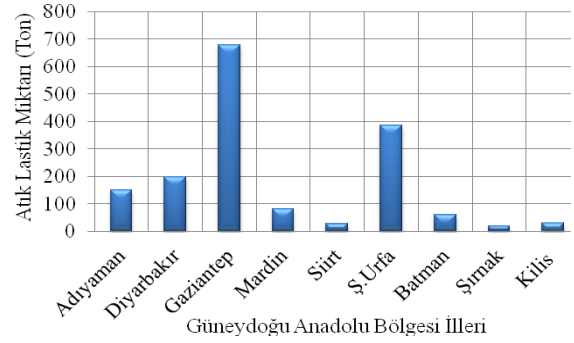
Karadeniz Bölgesi, Türkiye’de en fazla il sayısına sahip olan bölgedir. Elde edilen verilere göre değerlendirildiğinde Şekil 8’de görüldüğü gibi Karadeniz Bölgesinde lastik atığı miktarı bakımından birinci sırada Samsun’u 540,04 ton ile Samsun olduğu belirlenmiştir. Samsun’u 340,42 ton ile Zonguldak, 288,40 ton ile Trabzon ve 271,58 ton ile Çorum takip etmektedir. Bu dört ilin dışındaki Karabük ile Düzce, Kastamonu ile Ordu, Rize ile Sinop ve Bayburt ile Gümüşhane illerinin çevreye atmış oldukları lastik atık miktarlarının hemen hemen aynı olduğu tespit edilmiştir. Karadeniz Bölgesinde en az lastik atık miktarına sahip olan il ise 20 ton ile Bayburt’tur.



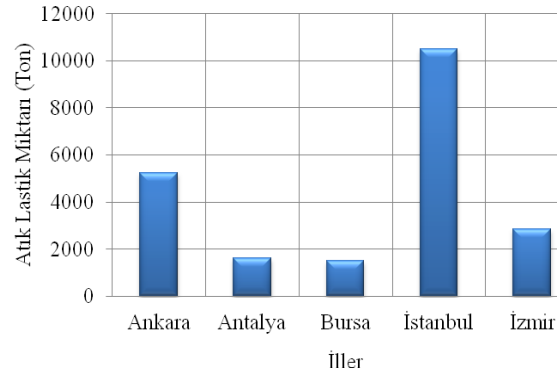
Şekil 9. Doğu Anadolu bölgesinde illere göre lastik atığı miktarı (The amount of waste tires in the provinces of Eastern Anatolia)

Doğu Anadolu sınırları içerisinde en fazla otomobil sayısına sahip olan ilin Malatya olduğu Türkiye İstatistik Kurumunun verilerinde belirtilmektedir. Yapılan çalışmaya göre değerlendirildiği zaman Doğu Anadolu Bölgesinde lastik atığı 276,88 ton ile Malatya birinci sıradadır. Şekil 9’da görüldüğü gibi Malatya’dan sonra en fazla lastik atığına sahip diğer Doğu Anadolu illeri 211,11 ton ile Elazığ, 210,05 ton ile Erzurum ve 132,05 ton ile Van gelmektedir. Doğu Anadolu Bölgesi içerisinde en az lastik atığına sahip il 9,3 ton ile Tunceli olarak tespit edilmiştir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sanayinin gelişmemiş ve nüfusun fazla olmamasından dolayı otomobil sayısı diğer bölgelere göre daha azdır. Şekil 10’da görüldüğü gibi Güneydoğu illerinde otomobil sayısına paralel olarak en fazla lastik atığına sahip olan ilin 677,29 ton ile Gaziantep’in olduğu belirlenmiştir. Gaziantep’in hemen arkasından 385,83 ton ile Şanlıurfa, 197,60 ton ile Diyarbakır ve 148,86 ton ile Adıyaman’ın geldiği tespit edilmiştir.

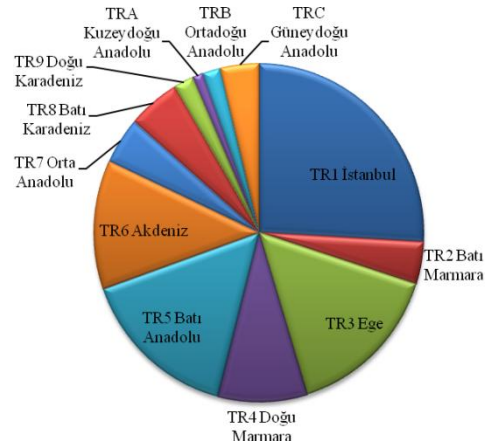


Şekil 10. Güneydoğu bölgesinde illere göre lastik atığı miktarı (The amount of waste tires in the Southeastern provinces)



Şekil 11. Lastik atığı miktarı en fazla olan iller (Counties with the greatest amount of emissions of waste tire)

Türkiye’de mevcut otomobil sayısına bakıldığı zaman en fazla otomobile sahip olan İstanbul, Ankara, İzmir, Antalya ve Bursa illeri göze çarpmaktadır. Şekil 3.10’de verilen bu 5 büyük ilin otomobil lastiklerinden kaynaklanan lastik atık miktarı toplam 21691,48 ton olarak bulunmuştur. Bu rakam Türkiye genelindeki otomobillerin oluşturmuş olduğu lastik atık miktarının 41586,31 ton olduğu düşünüldüğünde neredeyse yarısını oluşturmaktadır.



Şekil 12. Bölge birimlerine göre lastik atığı miktarının değişimi (The amount of waste tyre change classification of statistical region)

Bölge birimlerine göre tespit edilen değerler Şekil 12’de görüldüğü gibi dairesel grafik şeklinde gösterilmiştir. Grafiğe göre en çok atık miktarı %26 ile TR1 İstanbul bölgesinde olduğu görülmektedir. Bunun en büyük nedeninin bu bölgenin sanayileşmiş ve nüfusunun diğer bölgelere göre daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

TR1 İstanbul bölgesinden sonraki en yüksek lastik atık miktarına sahip diğer bölge %16 ile TR5 Batı Anadolu bölgesidir. Bu bölgeyi %15 ile TR3 Ege bölgesi takip etmektedir. Bununla birlikte en az lastik atık miktarına sahip bölge ise %1 ile TRA Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi olarak tespit edilmiştir.

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada, otomobil lastiklerinin zemin ile temasları sırasında meydana getirdikleri aşınmalar sonucunda çevreye atılan lastik atık miktarı hesaplanmıştır. Ankara içerisinde çeşitli mekânlarda 1065 adet otomobilin dört adet lastiği üzerinden özel dijital bir sürgülü kumpas yardımıyla lastik diş derinlikleri, aynı nokta üzerinden üç defa ölçülerek tespit edilmiştir. Bu lastik diş derinliği tespit işlemi sırasında lastiklerin değişim kilometreleri belirlenmiştir.

Otomobillerde bir lastiğin aşınmalar sonucunda çevreye 1,479 kg katı halde lastik atığı tespit edilmiştir. Bir aracın dört lastiği olduğu düşünüldüğünde toplam 5,917 kg katı lastik atığının çevreye atıldığı belirlenmiştir. Otomobil sayısının artış miktarına bağlı olarak çevreye atılan katı lastik atık miktarının doğru orantılı arttığı ve 2000 ile 2009 yılları arasında çevreye atılan katı lastik atıklarında % 64,9 artış olduğu görülmüştür. Çevreye en fazla zarar veren bölgenin Marmara bölgesi, iller bazında ise İstanbul olduğu belirlenmiştir. İstanbul, Ankara, Antalya, Bursa ve İzmir illerinin lastik atık miktarlarının yaklaşık yarısını oluşturduğu tespit edilmiştir. Lastik üretiminde kullanılan malzemelerin kalitesinin artırılması ve sürtünmelere karşı direncinin oluşturulması lastik atık miktarının azalmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5. SEMBOLLER (SYMBOLS)

d	Lastik özkütlesi, g/cm ³
K _o	Lastik yanak genişliği kesit oranı, %
L _y	Lastik yanak genişliği, mm
m	Lastiğin aşınmalar sonucunda çevreye atılmış olduğu katı lastik atık miktarı, kg
N _k	Lastik nominal kesit genişliği, mm
P _{ba1}	Lastik üzerindeki bir numaralı parçanın boş kısım alanı, m ²
P _{da1}	Lastik üzerindeki bir numaralı parçanın dolu kısım alanı, m ²
P _{diş}	Lastik diş derinliği, mm

P _{g1}	Lastik üzerindeki bir numaralı parçanın parça genişliği, mm
P _{net1}	Lastik üzerindeki bir numaralı parçanın net uzunluğu, mm
P _{u1}	Lastik üzerindeki bir numaralı parçanın uzunluğu, mm
V _{GT}	Lastik üzerindeki bir numaralı parçanın dolu hacmi, m ³
V _{T1}	Lastik üzerindeki bir numaralı parçanın hacmi, m ³

6. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Altın, M., “Taşıtlardan kaynaklanan lastik emisyonlarının deneysel incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2-10, (2011)
- Ahlbom, J., Duus, U., “A Product Study of Rubber Tires in Swedish”, Federal Bar Association, 6: 94-105, (1994).
- Evans, J. J., “Rubber tire leachates in the aquatic environment”, Rev. Environ. Contam. Toxicol. **151**:67–115, (1997).
- European Commission, “Characterisation of Exhaust Particulate Emissions from Road Vehicles”, Directorate General Transport and Environment 3-4, (2004).
- Environment Agency, “Tyres in the Environment”, Environment Agency Reports, Bristol, (1998).
- Rubber Manufacturers Association, “Tri-REgional Scrap Tire Conference” Washington, Aralık, (2002)
- Fausner P., “Particulate air pollution with emphasis on traffic generated aerosols. Riso-R-1053(EN)”, Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark, (1999).
- Dannis M L., “Rubber dust from the normal wear of tyres. Rubber Chemistry and Technology”. Vol 47,pp 1011-1037, (1974).
- TNO, Particulate Matter Emissions (PM10, PM2.5, PM0.1) in Europe in 1990 and 1993. TNO Institute of Environmental Sciences, Energy Research and Process Innovation, Apeldoorn, The Netherlands, (1997).
- USEPA, “Compilation of Air Pollutant Emission Factors”, USEPA Report AP-42, Volume I, 5th Edition, (1995).
- Aatmeeyata, Sharma M., “Contribution of Traffic-Generated Nonexhaust PAHs, Elemental Carbon, and Organic Carbon Emission to Air and Urban Runoff Pollution”, (2010)
- Cadle S.H., Williams R.L., “Gas and Particle Emissions from Automobile Tires in Laboratory and Field Studies”, (2012)
- Türk Standartları Enstitüsü, “Motorlu Taşıtlar ve Römorklarının Havalı Lastiklerinin Onayı İle İlgili Hükümler”, TSE ECE R 30 / Ankara, (2005)
- İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu, “Kullanım Amacına Göre Motorlu Kara Taşıt Sayısı”, http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=52&ust_id=15, Ankara, (2009).