

Donatılı Toprak Duvar (Toprakarme) İmalatında Beton Panel Yerine Atık Lastiklerin Kullanılmasının Araştırılması

Hasan SÖYLEMEZ¹⁺, Oğuzhan Yavuz BAYRAKTAR^{2*}

¹Fen Bilimleri Enstitüsü/Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Yüksek Lisans, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

²Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi/İnşaat Mühendisliği, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

*Corresponding author: obayraktar@kastamonu.edu.tr

⁺Speaker: hasansoylez89@gmail.com

Presentation/Paper Type: Full Paper

Özet – Tüm dünyada evsel ve endüstriyel üretim işlemlerine bağlı olarak atık maddeler üretilmektedir. Atık maddelerin miktarı her geçen gün artmaktadır. Ayrıca atık maddelerin depo edileceği alanlar azalmakta ve tekrar kullanım alanları sınırlıdır. Atık maddeler çeşitli yöntemler kullanılarak tüketilmeye çalışılmaktadır. Atık lastikler genelde yakılarak tüketilmektedir. Hurda-atık lastiklerin geri dönüşümünü sağlama ve daha çevre dostu, uygun maliyetli bir donatılı toprak duvar (toprakarme) tasarlama ihtiyacı, çalışmayı hurda-atık lastikleri toprakarme duvar yapı elemanı olarak kullanma olasılığını araştırmaya yöneltmiştir. Bu araştırmamızda; toprakarme duvar ön yüzey elemanı olarak kullanılan prekast beton panel yerine hurda-atık lastik kullanarak ekonomik bir duvar elde etmeyi amaçlamaktadır.

Donatılı toprak duvar (toprakarme) yapımında hurda-atık lastikleri kullanabilmemiz için yaygın olarak kullanılan binek araç lastiklerinin fiziksel ve mekanik dayanım özellikleri üzerinde deneysel bir araştırma yapılmalı, sistemin bir bütün olarak çalışması için lastikleri birbirine bağlanma tasarımının belirlenmesi gerekir. Sonuç olarak öngördüğümüz sistemde; artan beton ve demir maliyetinden kurtulan (ekonomik), hurda- atık lastiklerin geri dönüşümünü sağlayan (temiz çevre), görünümü güzel (bitki ekilerek veya boyanarak) bir duvar sistemi elde edilecektir.

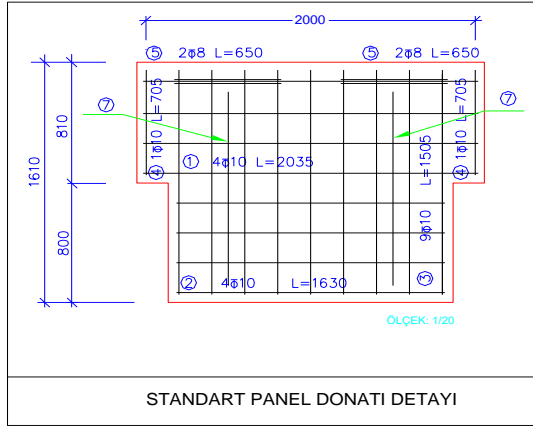
Anahtar Kelimeler –Donatılı Toprak Duvar, Lastik Duvar, Polimer Şerit, Atık Lastik, Geri Dönüşüm

GİRİŞ

1900'lü yılların başlarında ham petrolden asfaltı rafine etmenin keşfedilmesi ve motorlu araç üretiminin artması yol yapımında asfalta olan ilgiyi artırmıştır. Günümüzde kullanım amacı, trafik yükü ve çevre koşullarına göre değişik tipte asfalt kaplamalar yapılmaktadır [1]. Ülkemizde 2004 yılında lastik üretimi adedi 24 milyonu geçmiştir. Bunların 13 milyonu ihraç edilirken, 11 milyonu iç pazarda tüketilmiştir. Üretilen lastiklerin 2,75 milyon adedi yeni araba ve taşıtlara takılırken, 8,5 milyon adedi lastik yenilenmesinde kullanılmıştır. Bu rakamlara göre 2009 yılında değiştirme sonucu yaklaşık 8,5 milyon lastik atığa çıkmıştır. Her lastiğin ortalama 10 kg. geldiği varsayılırsa bu yılda 85.000 ton atık oluşması demektir. Atık lastiklerin geri kazanılmadığı, üretim ve tüketim rakamlarının önümüzdeki 10 yıl içinde değişmeyeceği varsayıldığında, bu süre sonunda 850.000 ton atık lastik oluşacaktır [2-3]. Türkiye'de son yıllarda yol yapım maliyeti yükselmiştir. Atık maddelerin, üretimine katıldıkları asfalt betonlarının performans özelliklerine katkı sağlamaları sonucu, araştırmalar bu atık maddelerin yeniden kazanımı konusundaki çalışmalara yönlenmiştir [4-5-11-12-13-14]. Polimer şeritli donatılı toprak duvar (toprakarme); imalat projesine göre hazırlanan temel betonunu (45 cm x 15 cm) üzerine, önceden dökümü yapılmış ve uygun kür ile bakımı yapılmış prekast beton panellerinin yerleştirilmesine dayanır. Bu panellere yüksek çekme dayanımlı polimer şeritleri bağlayarak, geri dolgunun tabakalar halinde serilip sıkıştırılması sonucunda duvar genel

hatları itibari ile oluşmuş olur. Oluşan bu istinat duvarı üstüne harpuşta imalatı ve montajı ile inşa edilen sistemdir.

Toprakarme istinat yapıları, yol, yapı, altyapı tasarımları başta olmak üzere inşaat mühendisliğinin bütün uygulama alanlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Öncelikli olarak yol inşaatlarında topoğrafik koşulların bir sonucu olarak dayanma yapılarının kullanılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu noktada alternatif yapıların tasarım ve kullanımı önem kazanmaktadır. Toprakarme yapıların önemli bir özelliği, konvansiyonel sistemlere göre daha büyük deformasyonları karşılayabilmesidir [6-10]. Toprakarme uygulama alanlarından olan duvar imalatında birçok malzeme kullanılmaktadır. Bunlardan en önemlisi ve maliyetli olanı sırasıyla beton, demir, kalıp ve kancadır. Kanca; dolgu içerisine yerleştirilecek olan polimer şeritleri, panele bağlamak için kullanılan semerli polimer sarımdır. Standart bir panelde 4 adet bulunmaktadır. Toprakarme duvar yapımında kullanılan prekast panellerin bir adedinin donatı detayı (Şekil 1), örnek resmi (Resim 1) ve üretiminde beton, demir, kalıp ve kanca maliyetini içeren maliyet analizi Tablo 1' de görüldüğü gibi verilmiştir.



Şekil 1. Standart panel donatı detayı



Resim 1. Örnek duvar

Ürün Adı	Panel Alan	Birim Miktar	Toplam	Fiyatı	Maliyeti
Beton	3,2 m ²	0,15 m ³ /m ²	0,48 m ³	250,00 TL/m ³	120,00 TL
Demir	3,2 m ²	4,95 kg/m ²	15,84 kg	4,40 TL/kg	69,70 TL
Kalıp	3,2 m ²	1,45 m ² /m ²	4,64 m ²	15,00 TL/m ²	69,60 TL
Kanca	3,2 m ²	1,25 adet/m ²	4,00 adet	8,00 TL/adet	32,00 TL
TOPLAM					291,30 TL
KDV					52,43 TL
GENEL TOPLAM					343,73 TL

Tablo 1. Standart prekast panel maliyet analizi (01.11.2018 fiyatlarına göre)

Yukarıda verilen maliyet analizinde de görüldüğü gibi standart 3.20 m² olan bir panelin maliyeti oldukça fazladır. Karayollarında, köprülülü kavşaklarda, şev stabilitesinde, zemin ıslahında ülkemizde yılda yaklaşık 100.000 m²toprakarme duvar imalatı yapılmaktadır.

Bu araştırmamız; toprakarme duvar ön yüzey elemanı olarak kullanılan prekast beton panel yerine hurda-atık lastik kullanarak ekonomik bir duvar elde etmeyi amaçlamaktadır.

1. İNCELEME VE MALZEME ANALİZİ

Her yıl araçlardan çok fazla lastik kullanım ömrünü doldurup hurda-atık oluşturmaktadır ve dünya çapında büyük çevresel tehlikelere neden olmaktadır. Hurda-atık lastiklerinin mevcut geri dönüşüm teknikleri sadece çok az miktarda istenmeyen lastik tüketebilir. Geri dönüştürülmüş atık lastiğin yüzdesi hurda-atık lastiğinin oluşmasıyla uyumlu değildir. Bu durum ülkemizde başta olmak üzere birçok ülkede ciddi bir problem haline geldi.

Hurda-atık lastiklerin inşaat sektöründe kullanılmasına yönelik araştırmalar, Amerika, Avustralya ve Avrupa gibi gelişmiş ülkelerde birkaç yıl önce başlamıştır [15]. İnşaat Mühendisliği uygulamaları için, hurda lastikleri temel doldurma ve dolgular, duvar ve köprü dayanakları, boşaltma alanları, plaj erozyonu kontrolü ve ses azaltma sistemleri olarak kullanılabilir [16-22].

Parçalanmış-kıyılmış lastikten ziyade, hurda-atık lastiğin tamamının kullanılması muhtemelen daha fazla tercih edilir, çünkü parçalama ve kırma işlemlerinde ciddi bir enerji gerekir. Bu açıklamaya uygun bir uygulama örneği lastiklerin istinat duvarı olarak kullanılmasıdır [23].

Bir lastik, çok yüksek çekme dayanımı, esneklik ve yüksek sürtünme direnci gibi benzersiz özelliklere sahip bir malzemedir. Sentetik elyaf, yüksek dayanımlı çelikle kuvvetlendirilmiş kauçuk veya polimer malzemelerden oluşur. Mekanik özellikleri, bir otomobil tekerleği kullanım süresi doldurmuş olsa bile, normal ömründen sonra bile kullanılabilir durumda kalır.

Hurda-atık lastiklerin yardımcı eleman olarak kullanılması, özellikle yamaç onarımı için, yamaç arızalarının (toprak kaymaları) yaygın olduğu ve hurda lastiklerinin bol olduğu ülkeler için özellikle yararlı olacaktır[24]. Hurda lastiklerin yardımcı eleman olarak kullanılması için, fiziksel ve mekanik dayanım özelliklerinin ve lastiğin dayanıklılığının iyi bir şekilde anlaşılmasını gerektirir. Bu konuda şu an çok az bilgi var. Ayrıca, böyle bir uygulama için hurda lastiğinin çekme dayanımını test etmek için uygun bir test standardı veya kılavuzu da görünmemektedir. Malezya gibi ülkelerde, hurda lastikleri bazen istinat duvarının yüzey elemanı olarak kullanılır, ancak tüm sistem olarak kullanılmaz [25].

2. SONUÇ

Çalışmada atık plastik ve lastik parçalarının asfalt betonunda kullanımına yönelik çalışmaların sonuçlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Donatılı toprak duvar (toprakarme) yapımında hurda-atık lastikleri kullanabilmemiz için yaygın olarak kullanılan binek araç lastiklerinin fiziksel ve mekanik dayanım özellikleri üzerinde deneysel bir araştırma yapılmalı, sistemin bir bütün olarak çalışması için lastikleri birbirine bağlanma tasarımının belirlenmesi gerekir. Ayrıca;

- Hurda-atık lastiklerin geri dönüşümü,
- Çevre kirliliğinin azaltılması,
- Artan beton ve demir maliyetlerinin önüne geçmek (ekonomi),
- Estetik bir görünüm (boyanarak veya çimlenmesini sağlayarak) meydana getirecektir.

3. KAYNAKÇA

1. M. Ilıcalı, S.Tayfur, H. Özen, İ. Sönmez, K. Eren, "Asfalt ve Uygulamaları", İsfalt, İstanbul, 2001.
2. A. Eren, "Dönüştürülen Lastikler", Buğday Dergisi, (www.bugday.org), 2005.
3. R. Siddique, T.R. Naik, "Properties of Concrete Containing Scrap-Tire Rubber-an Over View", Waste Management, Vol.24, pp. 563-569, 2004.
4. H. İbrahim, A. Wahhab, J. Hasnain, "Laboratory study of asphalt concrete durability in Jeddah", Building and Environment, Vol.33, pp.219-230, 1998.
5. A. Tortum, C. Celik, A.C. Aydın, "Determination of the Optimum Conditions for Tire Rubber in Asphalt Concrete", Building and Environment, Vol.40, pp.1492-1504, 2005.
6. Anderson, P.L., Gladstone, R.A., Sankey, J.E., (2012). "State of the Practice of MSE Wall Design for Highway Structures" Geotechnical Engineering State of the Art and Practice: Keynote Lectures from Geo Congress: Geotechnical Special Publication No.226
7. Choufani, C., Wu, P., Gagnon, G., Macintosh, M., (2011). "A Precast Faced Mechanical Stabilized Earth Solution for a 20 Metre High Mining Crusher Wall with Various Technical and Site Challenges" 2011 Pan-Am CGS Geotechnical Conference, Canada
8. Ercan, A., Kuruoğlu, Ö., Akman, M.K., (2009). "Düzce – Akçakoca – Ereğli Yolu Km: 23+770 23+995 Dayanma Yapısı Taban Zemini İyileştirme Analizi" Yüksel Proje Uluslar arası A.Ş. Teknik Makaleler
9. Han, J., Gabr, M., (2002). "Numerical Analysis of Geosynthetic-Reinforced and Pile-Supported Earth Platforms Over Soft Soil." J. Geotech. Geoenviron. Eng., 128(1), 44–53.
10. Janbu, N., (1967). "Settlement Calculations Based on The Tangent Modulus Concept" Norwegian Institute of Technology, University of Trondheim, Trondheim
11. A. Yüceer, O.N. Çelik, "Polimerlerin Asfalt Betonunda Kullanılması ve Atık Plastiklerin Değerlendirilmesi", İ.M.O Dergisi, Ocak 1991, ss. 227-234.
12. Y. Yıldırım, "Polymer Modified Asphalt Binders", Construction and Building Materials, Vol.21, pp.66-72, 2005.
13. F.J. Navarro, P. Partal, F. Martinez-Boza, C. Gallegos, "Thermo-rheological behaviour and Storage Stability of Groundtire Rubber-Modified Bitumens", Fuel, Vol.83, pp.2041-2049, 2004.
14. Y. Ruan, R.R. Davison, C.J. Glover, "The effect of Long-Term Oxidation on the Rheological Properties of Polymer Modified Asphalts", Fuel, Vol.82, pp.1763-1773, 2003.
15. Long, N.T. (1996) İnşaat Mühendisliğinde Kullanılan Lastiklerin Kullanımı - Pneusol 'Tyresoil'. 2. Uluslararası Çevre Geotekniği Kongresi Bildirileri. Osaka, Japonya, s. 809-814.
16. RMA (2007) İnşaat Mühendisliği Uygulamalarında Hurda Lastik Kullanımı. Lastik Üreticileri Birliği, Washington D.C. Temmuz 2007.
17. Ghani, A.N.A., Ahmad, F. & Hamir, R. (2002) Sıkıştırılabilir Katmanların İstinat Duvarı Dolumunda Değişen Etkisi. 2. Dünya Mühendislik Kongresi Bildirileri, Selangor: (Huat vd.) UPM Press, s. 114-116. ISBN 967-960-142-0.
18. Okba, S.H., El-Died, A.S., Abdel-Wahab, M.M. ve Abdel-Hameed, M.E. (2001) Kauçuk Lastik Parçacıkları Kullanarak Betonun Performansı. Uluslararası Geri Dönüşüm ve Kullanılmış Lastiklerin Yeniden Kullanımı Sempozyumu. Dundee Üniversitesi, İngiltere. 19-20 Mart 2001
19. Abbott, G.M.P. (2001). Spor ve Oyun Alanında Yaşam Sonu Kırılmış Kauçuk Kullanımı. Uluslararası Geri Dönüşüm ve Kullanılmış Lastiklerin Yeniden Kullanımı Sempozyumu. Dundee Üniversitesi, İngiltere. 19-20 Mart 2001
20. Amirhanlı, S.N. (2001). Asphaltik Beton Karışımlarında Kırıntı Kauçuk Kullanımı - Güney Carolina Deneyimi. Uluslararası Geri Dönüşüm ve Kullanılmış Lastiklerin Yeniden Kullanımı Sempozyumu. Dundee Üniversitesi, İngiltere. 19-20 Mart 2001
21. ASTM D4595-05. (2007). Geotekstillerin Çekme Özellikleri için Geniş Geniş Bantlı Şerit Yöntemi ile Standart Test Yöntemi. ASTM Uluslararası.
22. Drescher, A. ve Newcomb, D. (1994). Parçalanmış Lastiklerin Yol Altı Tabakasında ve İstinat Duvarlarında Hafif Bir Dolgu Olarak Kullanımı İçin Tasarım Kılavuzunun Geliştirilmesi. Minnesota Ulaştırma Bakanlığı Raporu MN / RC-94/04.
23. Garga, V.K. & O'Shaughnessy, V. (2000) Lastik Takviyeli Topraklama. Bölüm 1: Bir Testin Doldurulması, Performansı ve İstinat Duvarı Tasarımı. Kanada Geoteknik Dergisi 37: 75-96.
24. Bujang B. K. Huat, Azlan A. Aziz, Loh Wooi C. (2008) Hurda Lastiklerin Tropikal Artık Toprak Eğim Onarımı İçin Toprak Takviyesi Olarak Uygulanması, s. 2.
25. Huat, B.B.K., Han, K.K., Loh W.C., Ali, F. & Aziz, A.A. (2006) İstinat Yapıları: Tropikal Topraklarda Tasarım ve Yapılar. University Putra Malaysia Press.