



Geosentetik türlerinin inşaat mühendisliğindeki uygulamaları ve sağladığı kolaylıklar

Mehmet Hayrullah AKYILDIZ*

Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır
hayrullah.akyildiz@dicle.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7239-3518

Geliş: 21.12.2018 Kabul Tarihi: 15.05.2019

Öz

Geosentetik malzemelerin son yıllarda getirdiği hızlı ve ekonomik çözümler Dünya üzerindeki kullanımlarını giderek arttırmakta ve geoteknik mühendisliği uygulamalarında oldukça kullanılmaktadır. Geosentetikler yol inşaatlarında ve birçok inşaat alanında kullanılmaktadır. İnşaat mühendisliği uygulamalarında geosentetiklerin kullanımı hızlı bir şekilde gelişme göstermektedir. Geosentetiklerin, inşaat mühendisliği ve geoteknik mühendisliğine ekonomik ve çevresel yönden sağladıkları katkılardan dolayı kullanımları artış göstermektedir. Diğer yapı malzemelerine göre kolay taşınabilmeleri, hafif olmaları, kolay uygulanabilmesi, proje sürelerini kısaltmaları ve uzun ömürlü olması sebebiyle geosentetiklerin kullanım alanları giderek hızlanmaktadır. Yol inşaatının her aşamasında (altyapı, üstyapı, sanat yapıları) geosentetiklere rastlamak mümkündür. Geosentetikler yol inşaatlarında drenaj, filtrasyon, ayırma, koruma, güçlendirme, geçirimsizlik gibi çeşitli inşaat kısımlarında kullanılabilirlerdir.

Anahtar kelimeler: Geosentetikler, İnşaat Mühendisliği Uygulamaları, Geoteknik, Ekonomi

* Yazışmaların yapılacağı yazar

Giriş

GEOSENTETİK TÜRLERİ

Geotekstilller

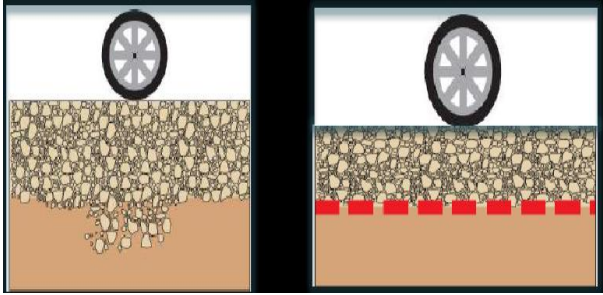
Geotekstilller; polyester, polipropilen, poliamid, polietilen, polivinil klorid hammaddelerinden üretilen geçirgen örtülerdir.

Örgülü Geotekstilller

Çift taraflı ve dik dokundukları için diyagonal mukavemet göstermektedirler. Yüksek çekme dayanımına sahiptir. Düşük uzamalarda yüksek dayanımlara ulaşırlar.

Örgüsüz Geotekstilller

Örgüsüz geotekstilller; polipropilen ve polyester hammaddelerinden oluşmaktadır. Çekme dayanımları çok düşük olduğundan dolayı filtrasyon ve ayırma alanlarında kullanılmaktadır (Özkol 2006).



Şekil.1. Yol inşaatında geosentetikler

Şekil 1'de yol altyapısına geotekstil uygulandığında ayırma fonksiyonu sayesinde tabakaların birbirine karışması engellenmiştir. (Yoder 1975) Örgüsüz geotekstilller; drenajda, zayıf zeminlerde ve erozyon kontrolü gibi kısımlarda tercih edilmektedir. Drenaj, zayıf zeminlerde ve yol inşaatlarında daha çok ayırma amaçlı kullanılırken erozyon kontrolünde ise filtrasyon amacıyla kullanılmaktadır.

Geotekstilller, zemine nazaran çok geçirgendir. Özellikle gözenekli olduklarında ve yeterli eğim sağlandığında, kendi düzlemlerinde su akımı sağlanabilir. Suyun tahliye edilmesi gereken inşaat uygulamalarında tercih edilebilmektedir (Öztekin 1992).

Geogridler

İnşaat Mühendisliği uygulamalarında, geogrid malzemelerin temel görevi zeminin taşıma kapasitesini arttırmasıdır. Geogridlerin en önemli özelliklerinden biri de zemin tabakalarının bütün halinde çalışmasını

sağlamasıdır. Geogridler bu nedenle, şev stabilizasyonu, yolun altyapı ve üstü yapısı gibi kısımlarında kullanılmaktadır.

Geogrid malzemeler zemin iyileştirme yöntemi olarak da kullanım alanı bulmaktadır. Geogrid malzeme zemindeki oturmaları engeller.

Yolların bozulmasına neden olan bir diğer etkende, yol çalışanlarının imalat sırasında yaptıkları sorumsuz ve bilinçsiz uygulamalardır. Örneğin, yol dolgusu yapılırken uygun olmayan dolgu malzemesi kullanılması, dolgu tabakalarının yüksek tutulması, yetersiz sıkıştırma ve sıkıştırma işlemi yapılırken dolgu malzemesinin yetersiz sulanması yolun ömrü açısından yola zarar veren etkenlerdir.

Yol üstü yapısı açısından zarar veren etkenler ise alltemel ve temel tabakalarının kalınlığının düşük tutulması, uygun olmayan malzeme kullanılması, asfalt karışımında yetersiz bitüm kullanılması ve imalat sırasında finişer ekibinin hatalı işçiliği de yola zarar veren etkenlerdendir. Bu nedenle yol tabakalarının belli kısımlarında zemin taşıma gücüne katkıda bulunma ve zemin güçlendirme amacıyla değişik türlerde geogrid malzeme kullanılmaya başlanmıştır.

Geomembranlar

Geomembran hammaddesi üç şekilde işlenebilir. Hammadde olarak Polivinil Clorür (PVC), Thermoplastic Olefin (TPO), Polipropylene plastic (PP), High Density Poliethylene (HDPE), Lineer Low Density Poliethylene (LLDPE), Very Low Density Poliethylene (VLDPE) kullanılabilir (Koerner 1999).

Yapılarda geçirimsizliği sağlamak için kullanılırlar. Yalıtım ve yüzey koruma sağlamak amacıyla kullanılan geosentetik çeşidi olan geomembranlar, kimyasal maddelere ve UV ışınlarına karşı son derece dayanıklı sentetik malzemelerden oluşmaktadır.



Şekil.2. Geomembran uygulaması

Şekil 2’de HDPE geomembran örneği gösterilmiştir. HDPE geomembranların kullanım alanlarına çöp toplama ve geri dönüşüm sahaları, atık depolama mühendislik projeleri örnek gösterilebilir (www.geomembran.net).

Katı atık depolama sahalarında geçirimsizliği sağlamak için kullanılan geomembranların üstüne gelecek yüklerin geomembranlara zarar vermemesi, delinme ve yırtılmalara sebep olmaması için geomembranların üzerinde geotekstiller kullanılır (Akyıldız 2010).

Geonetler

Polietilenden üretilen geonetler, genellikle geotekstiller, geomembranlar ve diğer geosentetiklerle beraber kullanılarak geokompozitler gibi beraber hareket ederler. Geonetler, sıvı veya gazı istenilen çıkış noktasına kendi düzlemi boyunca istenilen noktaya doğru taşıyarak yapılarda drenajı sağlarlar. Geonetler, şekil itibariyle geogridlere benzerler. Sadece, geonetler geogridlerden görevi itibariyle farklıdır (Dernek 1998). Geogrid daha çok güçlendirme görevinde kullanılırken, geonetler drenaj için tercih edilmektedir.

Geosentetik Kil Kaplama

Geosentetik kil kaplamalar, tipik olarak iki geotekstil arasında ince bir kuru bentonit tabakası içeren ürünlerdir. Bentonit ıslanınca sızdırmaz bir tabaka teşlik eder. Alttaki ve üstteki geotekstil, dikiş veya iğneleme yöntemiyle birbirine tutturulur. Geomembrana yapıştırılmış bentonit tabakası şeklinde de geosentetik kil kaplama vardır (Akyıldız 2010).

Geosentetik kil kaplama, geçirimsizliği sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Orta tabakada yer alan bentonit şilte neme maruz kaldığında genişir. Bu şekilde, malzeme üzerine uygulanan basınç kuvveti ile geçirimsizlik sağlanır.

Geotüp

Geotüp sentetik malzemesi, geotekstil rulolarının bir araya getirilmesi ile oluşan kapsül şeklindeki elemandır. Geotüpler, gözenekli yapıdadırlar. Suyu doymuş malzeme veya sulu çamurla dolduruldukları zaman içerisindeki su, geotüpü oluşturan geotekstillerin gözeneklerinden dışarı atılıp katı malzeme geotüplerin bünyesinde tutulur (Leschinsky ve ark. 1996).

Son yıllarda geotekstil tüpler ile yüksek su içeriğine sahip tarama çamurlarının susuzlaştırılması oldukça etkili bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır (Moo-Young ve ark. 2002).

Geohücre (geocell)

Zemin güçlendirme ve erozyon kontrolü sağlamak için kullanılan U.V ışınlarına dayanıklı üç boyutlu yapıda geosentetik malzemelerdir. Hücresel dolgu sistemi (HDS) olarak da nitelendirilmektedir. Karayolu şevlerinde, derelerde, kanallarda, hendeklerde, zemin iyileştirmede kullanılmaktadır. Geohücreler, zemin taşıma gücünü artırır ve oturmasını minimize eder. Şekil 3’de eğimli yüzeylerin güçlendirilmesi amacıyla geocell kullanılmıştır. Geocell kullanılması ile birlikte zemin güçlendirilmiş ve erozyon kontrolü sağlanmıştır. (www.kartugplastik.com)



Şekil.3. Yol şevlerinde erozyon koruması

Geofoamlar

Geosentetik türlerinden geofoam, geoteknik uygulamalarında kullanılan köpük malzemesidir. Geofoamlar gazlara karşı geçirgen yapıdadır. Pek çok geoköpük malzemesi polimerik (plastik) veya camsı köpük esaslıdır (Yılmaz ve ark 2005). Geofoam dolgu uygulamaları çok hızlıdır. İstenilen ölçülerde kesilip şekillendirilebilir. Şaşırtmalı olarak uygulanır. Dolgu uygulamalarında proje süresini etkileyen faktörlerden biri toprak dolgu malzemelerinin oturma süresidir. Bu durum yıllar alabilmektedir. Geofoam dolgu malzemeleri diğer toprak dolgu malzemelerine oranla daha çabuk uygulanabilir. Geofoam dolguların kolay uygulanabilmesinin nedenlerinden biri diğer toprak malzemesine oranla 100 kat daha hafif olmasıdır. 1 m³ geofoam dolgusu yaklaşık 20-30 kilografa karşılık gelmektedir.



Şekil.4. Geofom bloklor

Şekil 4’de geofom bloklorun imalat aşaması gösterilmiştir. İşçilerin geofom blokloru hafif oldukları için rahat bir şekilde kaldırdıkları görülmektedir. Ancak aynı boyutlardaki bir toprak malzemenin ağırlığı geofom bloklorun ağırlığından 100 kat ağır olduğundan ağır iş makinelerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Geofomlar yapılardaki zemine gelen yükleri büyük miktarda azaltır. Taşıma kapasitesi ve şev kayması problemlerinde güvenliği artırır.

Geofomlar istinat yapılarında ve köprü yaklaşım dolgu kısımlarında da sıkça kullanım alanı bulmaktadır.

Diğer toprak malzemelere göre geofom dolguların yoğunluğu az olduğu için istinat duvarına çok az yanıl basınç uygulanmaktadır. Bu nedenle istinat duvarlarında geri dolgu imalatında kullanılmaktadır.

Ülkemizde ilk geofom yol dolgusu İstanbul Çevre Yolu’nun Uzunçayır çıkışının Harem yönü trafiğinin bir kısmının Acıbadem Mahallesiine yönlendirilmesi projesi kapsamında yol dolgusu olarak kullanılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Geosentetik malzemeler sahadaki geoteknik problemleri anında çözen aynı zamanda pratik, ucuz ve imalatı kolay olan malzemelerden meydana gelmektedir. Diğer yapı malzemelerine göre kolay taşınabilmeleri, hafif olmaları, kolay uygulanabilmesi ve uzun ömürlü olması sebebiyle geosentetiklerin kullanım alanları giderek hızlanmaktadır.

Geleneksel yöntemlerle uygulama zorluğu, hatta imkansızlığı, tatminkar olmayan performans veya tasarımda, uygulamada karşılaşılan sorunlar geosentetikli alternatif çözümü gündeme getirebilmektedir. (Akyıldız 2010).

Geosentetikler bazen kısa vadede geleneksel yöntemlere göre daha maliyetli olabilmektedir.

Ancak proje sürelerindeki önemli kısalmalar, kullanılan malzeme miktarında azalmaya gidilmesi ve geleneksel yöntemlere göre daha uzun süreli dayanım sağlaması, 3-5 yılda bir tekrar sökülüp tekrar yapılmayacağı düşünüldüğünde uzun vadede geosentetikler ekonomik olarak daha cazip duruma gelebilmektedir (Yetiz 2018).

Geosentetik malzemeler şev stabilizasyonlarında zemin güçlendirme ve iyileştirme uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Geosentetikler; geomembran, geofom, geotekstil, geogrid, geohücre, geotüp, geonet, geotekstil kil kaplama ve geokompozitler olarak sıralanabilir. Geotekstilller, ince ve kaba daneli zemin arasına yerleştirildiğinde ayırma görevi görmektedir. Bu şekilde yolun üstünden geçen dinamik ve tekrarlı yükler altında kaba ve ince daneli zemin birbirine karışmamış olur. İnce ve kaba daneli zeminlerin birbirine karışması durumunda zemin üst yapısında bozulmalar ve çökmeler meydana gelebilmektedir. Zeminin güçlendirilmesi sağlanarak yumuşak zeminlerde agrega miktarında azalmaya gidilebilir. Geotekstilller drenaj amacıyla kullanıldığında bünyesinde bulundurduğu sıvı veya gazları istenilen çıkışa doğru sürükler. Zemine yerleştirilen geotekstilller, zemini trafik ve olumsuz hava koşullarından koruyarak yüzeysel koruma da sağlamaktadır.

Tekrarlı yüklere maruz kalan kaplamasız yollarda, tabakalar geotekstil malzemeler ile korumaya alınırsa yapının ömrü uzamakta ve basınca karşı gösterdiği direnç artmaktadır. Şekil 4’de dolgu malzemesiyle geogrid birlikte kullanılarak zeminin taşıma gücüne katkıda bulunulmuştur.



Şekil.4. Geogridle yapılan dolgu uygulaması

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada geosentetik türleri ve görevleriyle ilgili bilgilere genel bir bakış yapılmıştır. Geosentetik türlerinin inşaat mühendisliği uygulamalarındaki kullanım nedenlerine ve özellikle yol inşaatlarında sağladığı ekonomik, hızlı ve pratik çözümlere değinilmiştir. Geosentetik malzemelerin güçlendirme, ayırma, drenaj, koruma, filtrasyon, geçirimsizlik gibi görevlerine ve bu görevleri hangi geosentetik türleriyle sağladığına değinilmiştir. Ayrıca geosentetik malzemelerin diğer doğal inşaat malzemelerine göre daha hızlı ve pratik çözümler sunduğu görülmüştür. Geosentetik malzemeler kullanılarak proje süresi kısalabilmektedir. Geosentetik malzemeler kullanıldığında geleneksel inşaat uygulamalarında kullanılan ağır makinelere ihtiyaç duyulmayabilmektedir. Bu sayede makinelerin kira, amortisman ve mazot giderleri de maliyet kaleminden düşülebilir. Mazot, benzin vb. yakıtlar kullanılmadığı için geosentetik malzemeler çevreye daha az zarar vermektedirler. Bu nedenler ışığında geosentetiklere duyulan ihtiyaç gün geçtikçe artacak ve gelecekte kullanımları giderek yaygınlaşacaktır.

Kaynaklar

Akyıldız, M.H. 2010. Katı atık düzenli depolama alanlarında geçirimsizliğe etki eden parametrelerin araştırılması. Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Aksoy, M. 1993. Modern Yol İnşaatında Geotekstil ve Geogrid Uygulaması Konularında Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Bayram, A. 2006. Hava alanları pist dolgularının geosentetik malzemeler kullanılarak güçlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bouzza, A. 2002 'Geosynthetic clay liners', Geotextiles and Geomembranes, Elsevier Pub.Co.17 p

Dernek, Ö. 1998. Jeosentetikler ve karayollarında kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Koerner, R.M. 1999. Designing with geosynthetics, Prentice Hall, New Jersey.

Leshchinsky, D., Leshchinsky, O., Ling, H.I., Gilbert, P.A. 1996. Geosynthetic tubes for confining pressurized slurry: Some Design Aspects, Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 122, No.8.

Moo-Young, H.K., Douglas, A.G., Mo, X. 2002. "Testing procedures to assess the viability of dewatering with geotextile tubes", Geotextiles and Geomembranes 20(5): 289-303.

Özer, A.T., Akınay, E. 2017. Geofoam blok yol dolgusunun kısa vadede performansının aletsel gözlemler ışığında değerlendirilmesi. İTÜ 7. Geoteknik Sempozyumu

Özkoç, O. 2006. Geosentetik donatılı istinat yapılarının analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Öztekin, A. 1992. Geotekstil üzerine bir inceleme. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 106 s.

Yetiz, F. 2018. Akçakale-Ceylanpınar karayolunda geofoam ve zemin dolgu alternatifleri arasındaki stabilite analizi ve maliyet karşılaştırması

Yılmaz, H.R., Eskişar, T., Aklık, P. 2005. Geofoam malzemesinin geoteknik mühendisliğinde kullanım alanları ve önemi., TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, s. 14-19.

Yoder, E.J., Witczak, M.W. 1975. Principles of pavement design

www.geomembran.net. Erişim tarihi: 05.10.2017

www.istanbulteknik.com/geosentetikler

www.kartugplastik.com

Applications of geosynthetic types in civil engineering and facilities provided

geosynthetic types of these tasks to provide these tasks and civil engineers in the field how the benefits and contributions are presented in the field.

Extended abstract

The rapid and economical solutions of geosynthetic materials in the recent years are increasing their use on the world and are widely used in geotechnical engineering applications. Geosynthetics are used in road construction and many construction sites. The use of geosynthetics in civil engineering applications is rapidly developing.

In the light of these reasons, the need for geosynthetics will increase day by day and their use in the future will become increasingly widespread.

Keywords: *Geosynthetic, Civil Engineering Works, Geotechnics, Economy*

The use of geosynthetics due to their economic and environmental contributions to civil engineering and geotechnical engineering is increasing. The usage areas of geosynthetics are getting faster due to their easy transportation, light weight, easy application, shortening of project times and long life.

Geosynthetics can be found at every stage of the road construction (infrastructure, superstructure, art structures). Geosynthetics can be used in various constructions such as drainage, filtration, separation, protection, strengthening, impermeability in road constructions.

Geosynthetic materials are composed of materials that can solve the geotechnical problems in the field at the same time as practical, inexpensive and easy to manufacture. Due to its easy transportation, light weight, easy application and long service life according to other building materials, the usage areas of geosynthetics are accelerating.

Geosynthetics can sometimes be seen more costly in the short term than traditional methods. however, due to significant shortening of project times, decreasing the amount of materials used and providing longer term durability than traditional methods, it can be economically more attractive in the long term when it is considered that it will not be removed again after 3-5 years.

As a result; In this study, the reasons of the use of geosynthetic types in civil engineering and especially the economic, fast and practical solutions provided in road construction are mentioned.

Geosynthetic products such as strengthening, separation, drainage, protection, filtration, the