

GEOSENTETİK ÜRÜNLERİN GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİ SORUNLARININ ÇÖZÜMÜNDE KULLANIMI VE SAĞLANAN FAYDALAR

H. Recep, YILMAZ

Doçent Doktor

Ege Üniversitesi

İzmir, Türkiye

Tuğba, ESKİŞAR

Araştırma Görevlisi

Ege Üniversitesi

İzmir, Türkiye

USAGE OF GEOSYNTHETIC PRODUCTS TO SOLVE GEOTECHNICAL PROBLEMS AND THEIR ADVANTAGES

ABSTRACT

Geosynthetics have been in the last decade a product with a constant growing interest in the building industry. From the first projects (already back in the late fifties) that were carried out with geotextiles, mostly on a trial and error basis, until now a tremendous increase of knowledge on the mechanism governing the proper functioning of the geotextile can be noticed. Especially in the last 15 years theoretical models have been developed which give very good results when correlated to actual site conditions.

Geosynthetics, including geotextiles, geogrids, geomembranes, geonets, geocomposites, and geosynthetic clay liners, often used in combination with conventional materials, offer the following advantages, space savings, material quality control, construction quality control, cost savings, technical superiority, construction timing, material development, material availability, environmental sensitivity.

ÖZET

Geosentetikler son yıllarda özellikle inşaat sektöründe giderek artan bir ilgi gören ürünler olmuştur. 50'li yıllardaki ilk projelerden bu yana geotekstiller deneme yanılma yöntemi ile kullanılmışlar ancak bu ürünlerin doğru ve beklenen davranışı, fonksiyonları daha iyi kavranarak açıklanmıştır. Özellikle son 15 yıldan bu yana gerçek arazi koşullarını çok iyi tanımlayabilen teorik modeller geliştirilmiştir.

Geotekstiller, geogridler, geomembranlar, geonetler, geokompozitler ve geosentetik kil kaplamaları ve diğer bazı ürünleri de kapsamına alan geosentetikler geleneksel malzemelerle birlikte kullanılmakta ve başlıkları ile özetle şu avantajları sağlamaktadır: yer kazanma, malzeme kalite kontrolü, imalat kalite kontrolü, maliyetteki kazanımlar, teknik üstünlük, inşaat süresini kısaltma, malzemede gelişim, malzemede tedarik edilebilirlik ve çevresel duyarlılık.

GİRİŞ

Günümüzde geoteknik mühendisliğinde sıklıkla kullanılan ve en hızlı şekilde gelişim ve değişim gösteren malzemelerin başında adı geçen polimerik malzemeler gelmektedir. Fabrika koşullarında üretilen polimerik malzemeler zemin ile birlikte kullanılarak geoteknik projelerin hayata geçirilmesinde önemli rol oynamakta ve ortam performansını arttırarak geleneksel yöntemlere göre maliyetleri de düşürerek estetik çözümler sunabilmektedir. Bahsi geçen polimerik malzemelerin başında ise geniş bir malzeme ailesi ile yer edinmiş olan geosentetikler yer almaktadır.

AMAÇ

Hazırlanan bildiri kapsamında geosentetik ürünler ailesinin, fonksiyonlarının ve çok çeşitli kullanılma yerlerinin tanıtılması hangi klasik uygulamaların ve malzemelerin yerini aldıklarının belirtilmesi ve bu ürünlerin kullanılması ile kullanılma yerlerine de bağlı olarak edinilen avantajlar ve sağlanan ekonomi hakkında özlü bilgi ve tecrübelerimizin aktarılması amaçlanmıştır.

GEOSENTETİĞİN TANIMI VE ÇEŞİTLERİ

ASTM, geosentetiği “bir inşaat projesi, yapı veya sistemin parçası olarak zemin, kaya, toprak veya diğer geoteknik mühendisliği ile ilgili bir malzeme ile beraber kullanılan, polimerik malzemelerden üretilen düzlemsel ürünlerdir” olarak tanımlanmaktadır.

Çeşitleri ise geotekstil, geogrid, geonet, geomembran, geosentetik kil kaplama, geoboru, geokompozit, geofoam, geotüp, geohücre, geo diğerleri olarak gruplandırılabilir. Bildiri kapsamında bu aile içinde özellikle öne çıkan ve en çok kullanılan geotekstil, geogrid ve geomembranlarla ilgili özlü bilgiler aktarılabilecektir.

Geotekstil

ASTM, geotekstili “bir inşaat projesi, yapı veya sistemin parçası olarak zemin, kaya, toprak veya diğer geoteknik mühendisliği ile ilgili bir malzeme ile beraber kullanılan geçirimli tekstil ürünü” olarak tanımlamaktadır. Son yıllarda kullanımı giderek artmıştır. Üretim tekniği açısından temel olarak iki tip geotekstil yapısı vardır. Bunlar: örgülü geotekstiller ve örgüsüz geotekstillerdir. Ayrıca elyafların bir araya getirilme yöntemlerine göre mekanik, ısı ve kimyasal birleştirme gibi özel işlemler görmüş geotekstiller de mevcuttur. Geotekstillerin 100’den fazla özel uygulama alanı bulunmaktadır; ama genelde geotekstiller aşağıda belirtilen altı fonksiyonu göz önünde bulundurularak kullanılmaktadır. Bu fonksiyonlar ayırma, filtrasyon, drenaj, güçlendirme, koruma, yalıtım olarak sıralanabilir (1).

Geogrid

Yüksek deformasyon modüllü bu polimer malzemelerin hazırlanması için gerekli yöntemlerdeki gelişmeler sayesinde, özellikle de soğuk işleme yöntemindeki gelişmeler, bu malzemelerin donatı olarak kullanılmasını sağlamıştır. Günümüzde, geogridlerin en önemli kullanım alanları güçlendirmedir. Zeminlerin güçlendirilmesinde farklı bir çok yöntem, malzeme ve yaklaşımlar olmasına karşın, geogridlerin bu alandaki kullanımları da hızla artmaktadır. Geogridlerin en önemli özelliği, açıklık olarak adlandırılan, zeminin içinden geçmesine izin verecek kadar genişlikte, enlemesine ve boylamasına olan şeritler arasındaki mesafelerdir. Geogridlerin şeritlerinin dayanımları yanında, aynı zamanda bağlanma dayanımları da önemlidir. Geogridler, zeminin deliklerinden geçmesine izin verdikleri için yükün uygulandığı boyuna şeritleri dik kesen enine şeritlerde bir pasif dayanım ve zahiri bir

kohezyon oluşur. Aynı zamanda geogridin zemine bağlanması da bu şeritler sayesinde olur (2).

Geogridlerin bir çok kullanım alanı bulunmaktadır. Bunlar, kaplamasız yollarda agreganın altında, toprak dolguların ve dolgu barajların güçlendirilmesinde, şev yenilmeleri ve heyelanlarının onarılmasında, kaplamalarda asfalt donatısı olarak sıralanabilir (2).

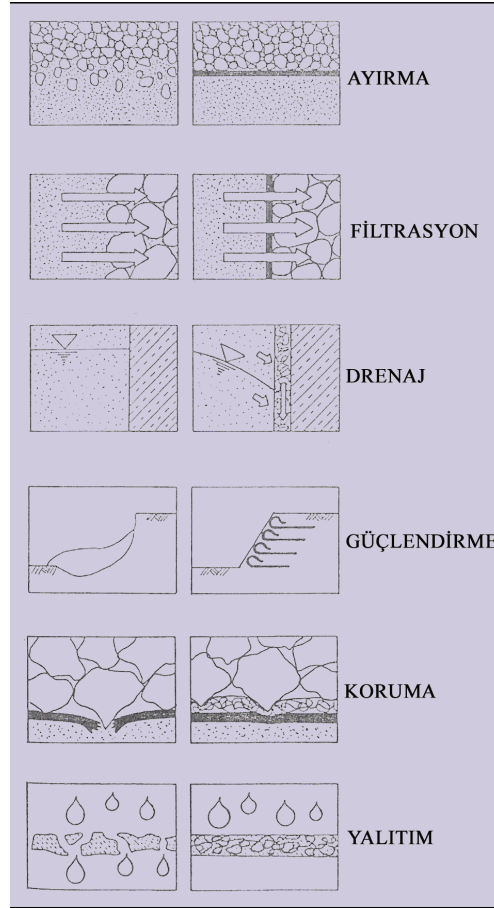
Geomembran

ASTM, geomembranı “geoteknik mühendisliği ile ilgili insan yapısı bir proje, yapı ve sistemde sıvı akımını kontrol altına alabilecek kadar düşük geçirgenlikte asfalt, polimer ve bunların karışımından mamul sürekli membran tipi kaplama ve izole bariyeri” olarak tanımlamaktadır.

Geomembranlar esas olarak geçirimsizliğin sağlanmasında kullanılmaktadır. Saha uygulamalarında geçirimsizliğin sağlanması yine geomembranlar sayesinde olmaktadır. Geomembranların çevre, geoteknik ve hidrolik alanlarında kullanımları şu şekilde sıralanabilir: Sıvı atıklar için kaplama malzemesi olarak, su kanalları için kaplama malzemesi olarak, tünellerin içinde geçirimsizliği sağlamak için, kaya dolgu barajların geçirimsizliğinin sağlanmasında, şişen zeminlerin kontrolünde, dona hassas zeminlerin kontrolünde, asfalt üst kaplamaların altında sızdırmazlığı sağlayan tabaka olarak.

Geotekstillerin Fonksiyonları

Geotekstillerin altı adet fonksiyonu göz önünde bulundurularak projelendirme çalışmaları yapılmaktadır. Bu bölümde geotekstillerin projelendirmede kullanılan fonksiyonları incelenecektir (Şekil 1).



Sekil 1. Geotekstillerin fonksiyonları (3)

Ayrırma Fonksiyonu

Geotekstil, ince daneli zemin ile kaba daneli zemin ara yüzeyine yerleştirildiğinde ayırma fonksiyonu görür. Böylece, üst yapıdan gelen dinamik veya statik yükten dolayı oluşacak malzeme karışımını önlemiş olur. Geotekstillere, süreklilik, esneklik, deforme olabilme, permeabilite ve yüksek çekme dayanımı özelliklerinin sonucu olarak suyun doğal sirkülasyonuna engel olmadan değişik geoteknik özelliklere sahip iki zemini birbirinden ayırır (3).

Ayrırma amacıyla kullanılan geotekstilin, bu fonksiyondan başka birçok ikincil faydası olmaktadır. Bunlara örnek olarak; dinamik yükler altındaki ince daneli zeminlerin hareketini engellediği ve fazla suyun drenajına izin verdiği için, yolların servis ömrünün ve taşıma kapasitesinin artması; kaliteli malzeme ile ince daneli zeminin birbirine karışmasını önlediği için, inşaatın durabileceği hava şartlarında bile inşaatın devam etmesi; özellikle yol inşaatlarında daha az agrega kullanılması ve daha iyi sıkışma oluşmasını sağlaması gösterilebilir (4).

Filtrasyon Fonksiyonu

Geotekstil, bir filtre gibi davranarak, suyun geçişine izin verir ama buna karşın belirlenmiş en küçük dane çaplı zemini tutar ve sürüklenmesine izin vermez. Geotekstil, su akımına karşı yerleştirilir. Filtrasyon isinde kullanılacak geotekstilin uygun maksimum gözenek açıklığı, yeterli su geçirgenliği, sıkışmadan az etkilenme ve yüksek poroziteye sahip olması istenir. Geotekstilin yerleştirilmesinden sonra zemin içindeki su ile birlikte bir miktar ince daneli zemin de taşınır. İlk etapta taşınan bu malzeme geotekstilden mutlaka geçmelidir. Böylece, geotekstilin karşısında içerisinde ince daneli malzemenin bulunmadığı bir tabaka oluşur. Bu doğal olarak elenmiş filtre tabakası işlevi görerek küçük parçacıkların geotekstile doğru hareketini önler. Eğer bu ince daneler geotekstil bünyesinde tutulursa, az geçirimli bir tabaka oluşur ve suyun akışı engellenir. Su akısına engel olmamak ve boşluk suyu basıncı oluşumunu önlemek için, geotekstilin geçirgenliği en az zeminin geçirgenliği kadar olmalıdır. Tıkanma riskini ve geotekstilin sıkışabilirliğini de göz önüne alarak güvenlik faktörü 10 veya 100 (önemli barajlarda) olarak alınır (3).

Drenaj Fonksiyonu

Geotekstil, kendi düzlemi boyunca (bünyesindeki) sıvı veya gazı istenilen çıkışa doğru taşır. Bu iletim sırasında, sıvı ya da gaz geotekstilin bünyesinde toplanır ve kendi düzlemi içersinde aktarılır (3). Geotekstiller zemine nazaran, çok geçirgendir. Özellikle gözenekli olduklarında ve yeterli eğim sağlandığında, kendi düzlemlerinde su akımı sağlanabilir. Tünel, düşey dren, rezervuar kaplamaları, temel duvarları gibi suyun tahliye edilmesi gereken inşaatlarda bu nedenle kullanımı faydalı olmaktadır (4).

Drenaj amacı ile kullanılacak geotekstiller, kendi düzleminde yüksek geçirgenlik, basınca karşı yüksek dayanım ve iyi filtre özelliklerine sahip olmalıdır (4).

Güçlendirme Fonksiyonu

Noktasal yüklerin eşit olarak geniş bir alana yayılması ve oluşan gerilme kuvvetlerine direnerek, zemin kütleini güçlendirmesidir (4).

Zeminlerin aksine, geotekstilller çekme direncine sahiptir. Çekme direncini ve kopmadan önce deformasyon kabiliyetini arttırarak, zeminin güçlendirilmesini sağlarlar. Güçlendirme sayesinde yumuşak zeminlerde, önemli derecede agrega tasarrufu yapılarak yol yapımı gerçekleştirilebilmektedir.

Koruma Fonksiyonu

Geotekstil, deformasyonu ve gerilmeyi azaltarak ya da yayarak istenilen malzemeyi korur. İki malzeme arasına yerleştirilen geotekstil (örneğin asfalt kaplama ile eski yol kaplaması arasına veya geomembran ile agrega arasına) malzemelerden birini korur (asfalt kaplama veya geomembran) (3).

Yalıtım Fonksiyonu

Geotekstil, geçirimsiz bir tabaka oluşturmak için bitüm veya plastik yalıtım malzemeleriyle doygun hale getirilir. Bir çeşit membran görevi görür. Özellikle yeni kaplama yapılacak eski kaplamalı yolların üzerine serilir. Geotekstilin, yeterli miktarda bitümü tutma özelliği olması gerekir (3).

KULLANILMA YERLERİNE BAĞLI OLARAK GEOSENTETİK KULLANIMININ GETİRDİĞİ KAZANIMLAR

Geosentetiklerin Yollarda Kullanımının Sağladığı Faydalar

Amerikan Karayolları Teşkilatı, geosentetiklerin, yollarda kullanımı ile sağlanan faydaları aşağıda sıralanan 10 maddede özetlemekte olup, geosentetiğin hangi fonksiyonlarının etkin olduğunu ayrıca belirtmektedir:

- Doğal zeminde oluşan gerilme değerinin azaltılması ve temel tabanı agregasının doğal zemine karışmasını önlemek (Ayırma fonksiyonu),

- Doğal zeminin ince malzemesinin temel zemini içine su etkisi ile pompalanmasını (taşınmasını önlemek) (Ayırma ve Filtrasyon fonksiyonları),
- Zamanla doğal zemin mukavemetinde artış sağlanması (Filtrasyon fonksiyonu),
- Yol üst yapısının bütünlük ve üniformluğunu korumasını sağlamak üzere farklı oturmaları önlemek (Donatı fonksiyonu) (Not: Toplam ve konsolidasyon oturmaları geosentetik donatı kullanımı ile azaltılamaz. Karışık kesitlerde dolgu ve yarma bölümlerinde oluşabilecek oturmaların farkını azaltır.),
- Dona duyarlı zeminlerde kapilarite nedeniyle oluşabilen etkileri azaltır (Drenaj fonksiyonu) şişebilen killi ortamlarda mevsimsel su seviyesi değişimlerinin etkilerini azaltır,
- Serbestçe drene olabilen agregaların tasarımda kullanılmasına müsaade ederek temel malzemesinin karışmasını önlemek (Filtrasyon fonksiyonu),
- Uygun olmayan doğal zemin malzemesinin kaldırılması için gereken hafriyat derinliğini azaltmak (Ayırma ve Donatı fonksiyonları),
- Temel zeminini stabilize etmek üzere serilecek agreganın kalınlığı azaltmak (Ayırma ve Donatı fonksiyonları),
- Yapım esnasında doğal zeminde oluşabilecek örselenmeyi en aza indirmek (Ayırma ve Donatı fonksiyonları),
- Kaplamanın hizmet ömrünü arttırmak ve bakım maliyetlerini en aza indirmek (Tüm fonksiyonlar) (5, 6, 7, 8).

Yol imalatı için gerekli olan agreganın kalitesi ve miktarındaki azalma ile hafriyat ve dolgu maliyetlerinin azalması direkt kazanımlar; sayılan diğer kazanımlar ise indirekt kazanımlar olarak kabul edilmektedir (9).

Geosentetiklerin Demiryollarında Kullanımının Sağladığı Faydalar

Karayollarına benzer olarak aşağıdaki maddeler ile sıralanabilir:

- Taşıma gücünün arttırılması,
- Boşluk suyu basıncının hızla sönümlenmesi,
- Daha kısa bir konsolidasyon süresi elde edilmesi,
- Daha hızlı imalat,
- Granüler dolgu malzemesi ihtiyacının azaltılması,
- Taşıma gücünü sağlayan ana tabakaya zarar veren zemin kirlenmesinin önlenmesi,

- Daha uzun bir yapı ömrü ile,
- Dona karşı dayanımda gözle görülür bir artış sağlanması(10).

Geosentetiklerin Toprak Dolgu Barajlarda Kullanımının Sağladığı Faydalar

Geotekstillerin drenaj sistemlerinde kullanımı pek çok fayda sağlamaktadır. Maliyette önemli azalmalar sağlandığı gibi gelişmiş ve çağdaş çözüm yöntemleri uygulanmış olmaktadır. Sağlanan faydalar:

- İhtiyaç olan kazı ve agrega miktarı azalır,
- Daha ucuz, gradasyonu uygun olmayan vasıfsız agreganın kullanımı da mümkün olur,
- Yerleştirilmesinin kolaylığı nedeniyle zamandan tasarruf sağlanır,
- Filtrasyon özellik ve yetenekleri fabrika kontrollüdür,
- Dayanım özellikleri net rakamlarla ifade edilmektedir,
- Nakliye ve taşınmaları kolay ve ucuzdur,
- Doğal zemin için gerekebilecek kazı miktarı minimize edilmiştir,
- Temel zemini agregasının doğal zemine karışması veya doğal zeminin ince malzemelerinin temel zeminine taşınmasına mani olur,
- Yumuşak ve kötü temel zemini şartlarının etkisi azalır,
- Geleneksel inşa yöntemleri ile inşaat yapımı mümkün veya ekonomik olmayan arazilerin kullanılabilmelerini mümkün ve ekonomik kılan malzemelerdir.,
- Mineral (doğal) filtreler nazaran geotekstille oluşturulan filtrelerin kaliteleri daha uygun ve garantili olmaktadır. Kaliteden sapma çok fazla değildir.
- Geotekstillerin sahip oldukları elastisite ve sağlamlıkları baraj gövdesinde oluşabilecek deformasyonlara rahatça uyabilmektedir. Yapılan uygulamalarla erozyon tehlikesine karşı sürekli bir garanti sağlandığı kabul edilmektedir.
- Filtre amacıyla kullanılan geotekstiller mineral filtreler nazaran zaman ve maliyette önemli miktarda ekonomi sağlamaktadır (11, 12)

Geosentetiklerin Şevlerde Kullanımının Sağladığı Faydalar

Geosentetikler, özellikle şev donatısı olarak donatılı zemin prensipleri ile kullanıldıklarında şev açıları dik veya dike yakın yapılabilmekte ve muhtelif kazançlar

sağlanmaktadır. Bu kapsamda kullanıldıkları zaman elde edilen ekonominin sebepleri şu şekildedir:

- Gerek şev tepesinde gerekse topukta kullanılabilir alanların yaratılması,
- Gereken dolgu hacminin azaltılması,
- Kaliteli dolgu kullanma gereksiniminin azaltılması,
- Donatılı zemin duvarlardaki ön yüz elemanları kullanımının elimine edilebilmesi,
- Mevcut karayolu seddelerinin genişletilebilmesinin sağlanması,
- Göçmüş şevlerin tamir edilebilmesi,
- İstinat duvarlarına alternatif çözümlerin üretilebilmesi,
- Estetik ve yeşil şevlerin oluşturulması
- Değişik karakterdeki dolguların donatılı zemin uygulamalarında kullanılabilmesi,
- Geleneksel yöntemlere göre oluşan önemli maliyet farkları,
- Geliştirilen dayanım parametreleri ve yaratılan zahiri kohezyon nedeni ile yüksek şevlerin daha dik açılarla yapılabilmesi, kayma ve göçmeye karşı dayanımın artırılması,
- Kaya şev yüzeylerinin korunmasında ve kaya düşmelerinde geogridlerin parçalanmış kayaları tutabilmesi de önemli derecede can güvenliği sağlayabilmektedir (13, 11, 14).

Geosentetiklerin Dayanma Yapılarında Kullanımının Sağladığı Faydalar

Geosentetiklerin, donatılı zemin uygulamalarında kullanımı dayanma yapıları için önemli olanaklar yaratmış olup bu kapsamda sağlanan yararlar da aşağıda söz konusu edilmektedir:

- Donatı kullanılarak klasik yollarla örneğin betonarme olarak kesinlikle yapılamayan yükseklikteki duvarlar bu yeni teknikle inşa edilebilmektedir.
- Şevlerin donatı sayesinde zahiri bir kohezyon kazandırılarak daha dik veya dik olarak oluşturulması çok önemli yer kazanımları sağlamakta, istimlak masraflarını azaltabilmektedir.
- Bitkilendirilmiş yaşayan duvar uygulamaları ile estetik görünüşler ve güzel bir çevre elde edilmektedir.

Bu nedenlerle, donatılı zemin uygulamaları giderek artış olup bunun nedenleri arasında

- Donatılı zemin uygulamalarının çok çeşitli uygulamalarda kullanılabilmesi,
- Maliyetinin ucuzluğu (%20-50 arasında tasarruf sağlar),
- Zemin oturmalarına uyum sağlayabilmesi,
- İmalatta önemli derece hız sağlanması (günde 75 m² ye varan ve sadece geri dolgu hızıyla sınırlı inşaat sürati; istinat duvarı inşasının dolgu işlemlerine paralel olarak ilerlemesi, istinat duvarı yapısının inşası için ayrıca süre kaybedilmemesi) (15, 16),
- Geotekstil veya geogrid donatı kullanılarak oluşturulan dayanma yapılarının duvar yüksekliğine göre kısmen değişse de ağırlık veya betonarme konsol duvarlara nazaran önemli maliyet avantajları sağladığı ayrıca belirtilmelidir (15).

Geosentetiklerin Dinamik Yüklere Karşı Kullanımının Sağladığı Faydalar

Aşağıda muhtelif dinamik etkileri ifade eden durumlarda geosentetiklerin etkin olarak kullanıldıkları ve kullanılmaları gerektiği belirtilmekle sağladıkları yararlar da açıklanmış olmaktadır:

- Suya doymun kumlu ortamlarda depremle oluşabilecek sıvılaşmaya karşı kullanımı,
- Statik ve dinamik şev stabilitesini sağlamak amacıyla kullanımı, şevlerde ve duvarlarda sismik etkilere karşı kullanımı,
- Demiryolu alt yapısında güçlü dinamik etkilere karşı kullanımı,
- Temel altı zemininin yeterli bir kısmının iyileştirilmesinde kullanımı ile statik ve dinamik taşıma gücünün arttırılması,
- Drenajlı önyüklem projelendirilmesinde kum kazık ve drenaj battaniyesi yerine fitil dren ve geotekstil kullanımı önemli derecede avantaj sağlamaktadır,
- Geofoam köpük malzemeleri de geosentetik ürünler ailesinden olup istinat duvarları arkasında sismik etkileri sönmülmesi sağlanan çok önemli bir avantaj olarak kabul edilmelidir,
- Esnek istinat yapılarının depreme karşı dayanımı ve dünya üzerinde mevcut kanıtlanmış performansları bilinmekte olup bu hususta en önemli avantajlar arasındadır (17).

Geosentetiklerin Hidrolik İmalat Uygulamalarında Kullanımının Sağladığı Faydalar

Akarsu şevleri statik su etkisindeki muhtelif sedde şevleri nehir, deniz, göl veya kanal dipleri, dalga hareketi nedeniyle yaratılan erozyondan etkilenmekte olup bu şevlerin korunması geotekstiller sayesinde çok daha ekonomik olarak yapılabilir. Çünkü uygun bir geotekstil suyu geçirmekte ancak zemin danelerini tutabilmektedir.

Geotekstiller ile oluşturulan, silt kapanları (çitleri) sayesinde yüzeysel akışa geçen yağmur suları tarafından şevlerden kaçan zemin daneleri tutulabilmektedir. Silt kapanları geçici bir baraj görevi görüp yağmur sularını yeterli bir süre tutarak su içinde askıda bulunan ince kum ve kaba silt danelerinin çökmesini sağlar burada geotekstilin filtre görevi ön plandadır.

Geotekstillerin yağmur suyu, yüzey akışı, içsel sızıntı ve borulanma sebebiyle oluşan erozyonu azaltmak amacıyla kullanılabilmeleri en önemli avantajları arasındadır.

Uygun bir geotekstil geleneksel agrega filtrelerinin yerine kullanılabilmekte ve aynı görevi görebilmektedir. Sağlanan avantajlar arasında agrega filtresinin fazla olan kalınlığının oldukça azaltılabilmesi, geotekstilin kolayca yerleştirilmesi filtre kalitesinin kontrolü, ucuz nakliye ve daha az doğal agrega ihtiyacı yaratılması sıralanabilir.

Geotekstillerin drenaj sistemlerinde kullanılmaları şu avantajları sağlar: geotekstil kullanımı ile toplayıcı boruya olan ihtiyaç azalır, uygun derecelenmemiş agrega kullanımı mümkün hale gelir.

Önemli bir maliyet tasarrufu söz konusudur. Bu yöntemlerle yeni proje boyutları sağlanabilir. Örneğin akış kapasitesinde bir düşme olmaksızın toplatıcı drenlerin boyutları oldukça azaltılabilir. Böylece, hafriyat hacmi, gerekli filtre malzemesi hacmi ve yapım süresi azaltılabilir (18).

SONUÇ

Mekanik ve hidrolik olarak iki ana grupta incelenebilen; donatı, güçlendirme, ayırma, yalıtım, filtrasyon ve drenaj fonksiyonlarına sahip olabilen geosentetiklerin son 20-30 yılda kullanımlarının giderek artmakta ve inşaat mühendisliği ile ilgili problemlerin çözümlerinde etkin oldukları bir gerçektir. Geleneksel yöntemlerin yerine çok çeşitli işlerde kullanılabilen bu malzemeler zemine doğal olarak sahip olmadığı yeni özellikler kazandırıp mühendislik parametrelerini geliştirmekte, direkt ve indirekt avantajlar sağlamak ve muhtelif geri kazanımlara neden olmaktadır. Bu bildiri kapsamında kullanıldıkları yerlere göre sağlanan faydalar da kapsamlı bir şekilde irdelenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Wasti, Y., 1992, İnşaat Mühendisliğinde Geotekstil ve Geomembran Uygulamaları Eğitim Semineri, 98 s.
2. Koerner, R.M., 1999, Designing With Geosynthetics, Prentice Hall, New Jersey, 4th ed., 761 p.
3. Aksoy, İ.M., 1993, Modern Yol İnşaatında Geotekstil ve Geogrid Uygulaması Konularında Arastırma, Yüksek Lisan Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 115 s.
4. Öztekin, A., 1992, Geotekstil Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 106 s.
5. Yılmaz H.R., Aklık P., Eskişar T. 2003(a), Geosentetiklerin Karayollarında Kullanım Olanakları ve Sağladığı Avantajlar Üzerine Bir Araştırma, 7-9 Mayıs, TRODSA, II. Yol Güvenliği Kong., Gazi Üniversitesi, Ankara.
6. Yılmaz H.R., 1995, Uygun Bir Geotekstil Kullanımı ile Yol İnşaatında Maliyetlerin Düşürülmesi Üzerine Bir Uygulama, TMMOB İstanbul Şubesi, 3. Ulaştırma Kong., İstanbul.
7. Yılmaz H.R., Eskişar T., Aklık P., 2006(b), Kaplamasız Yollarda Geotekstil Kullanımının Yararları Üzerine Çeşitli Uygulamalar ile Maliyet Fayda Analizleri, İkinci Ulusal Geosentetikler Konf., 16-17 Kasım Boğaziçi Üniversitesi İstanbul, 191-200.
8. Yılmaz H.R., Aklık P., 2005(a), Yol üst Yapısında Geotekstil ve/veya Geogrid Donatılarının Kullanım İmkanları, Yöntem ve Kriterleri ve Sağlanan Yararlar Üzerine Bir İnceleme, 4-7 Mayıs, TRODSA, III. Yol Güvenliği Kong., Gazi Üniversitesi, Ankara.
9. Yılmaz H.R., Eskişar T., 2003(b), Cost Considerations on the Economy of Using Geotextiles and an Improvement Application Example for İzmir – Melez Delta, Nonwoven Technical Textiles Technology, June, 28-33.

10. Yılmaz H.R., Aklık P., Eskişar T., 2006(a), Use of Geosynthetics in Railroad Track Construction and Rehabilitation, Trodsa 2006, Traffic and Road Safety 3rd Int. Congress, Ankara, 17-19 May 2006, (in CD).
11. Yılmaz H.R., 1993, Geotekstillerin Toprak Dolgu Barajlarda Kullanım İmkan ve Avantajları Üzerine Bir Araştırma, Dolgu Barajlar Yönünden Zemin Mek. Problemleri Semp. Bil., 163-175.
12. Yılmaz H.R., Eskişar T., 2004(a), Toprak Dolgu Barajlarda Geosentetik Desteği Üzerine Bir İnceleme, Birinci Ulusal Barajlar ve HES Semp., 1-3 Haziran, DSİ, İstanbul.
13. Holtz, R.D., Christopher, B.R., and Berg R.R., 1998, Geosynthetic Design and Construction Guidelines, NHI, FHWA HI-95-038, 460p.
14. Yılmaz H.R., 1990, Geogridlerin ve Geotekstillerin Şev Stabilizasyonunda Kullanılmaları Üzerine Son Gelişmeler ve Bu Yöntemin Ekonomikliği Üzerine Bir İnceleme, II. Ulusal Kaya Mekaniği Semp., Ankara, 349-362.
15. Yılmaz H.R., Aklık P., 2002, Geotekstil veya Geogrid Kullanılarak Oluşturulan Dayanma Yapılarında Sağlanabilen Ekonomi Hakkında Bir İnceleme, ZMTM 9. Kongresi, Eskişehir, 1/312-321.
16. Yılmaz H.R., Eskişar T., Aklık P., 2005(b), Donatılı Zemin Uygulamaları Kapsamında Donatılı İstinat Duvarlarının Tanıtımı ve Sağladığı Avantajlar Üzerine Bir İnceleme, İMO İzmir Şubesi Dergisi, 122/20-24.
17. Yılmaz H.R., Aklık P., 2006 (c), Geosentetiklerin Muhtelif Dinamik Yükler ile Sıvılaşmayı Önlemeye Yönelik Kullanım İmkanları, Sağladığı Faydalar ve Ekonomi Hakkında Bir Araştırma, ZMTM 11. Kongresi, Trabzon.
18. Yılmaz H.R., Eskişar T., 2004(b), Geosentetik Kullanımının Ekonomisi ve Avantajları ile Maliyet Unsurları Üzerine Bir İnceleme, Birinci Ulusal Geosentetikler Konf., 21-22 Ekim Boğaziçi Üniversitesi İstanbul, 53-63.

EKLER

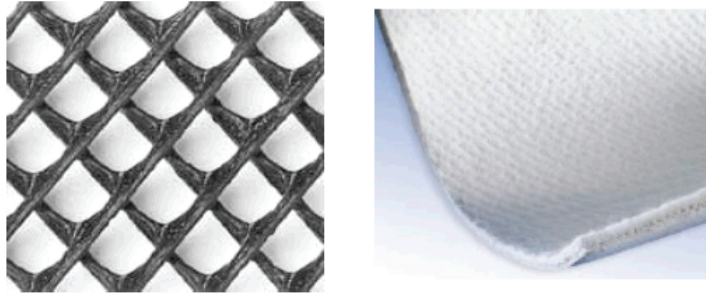
Geosentetiklerin tanımına ve uygulamalarına ilişkin çeşitli resimler konunun daha iyi anlaşılması amacı ile sunulmuştur.



Şekil 1. Geotekstil türlerine örnekler.



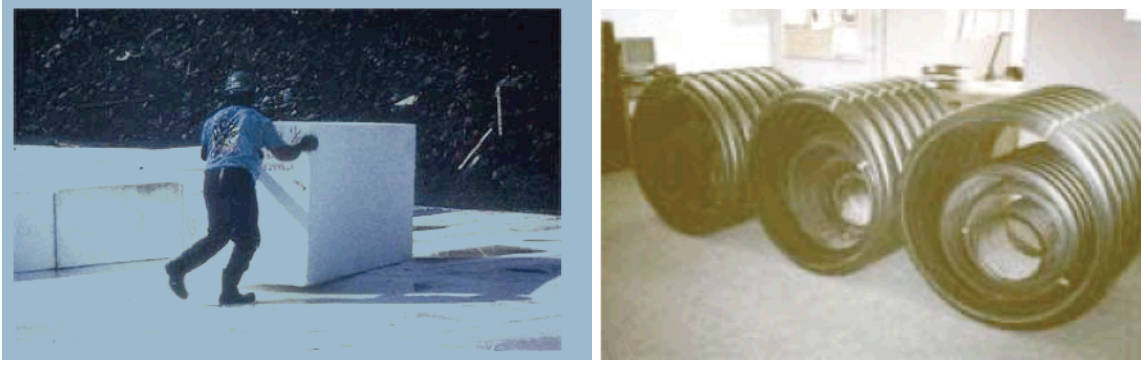
Şekil 2. Geogrid örneği ve kohezyonsuz bir zemin ortamında kullanımı; bir geonet örneği.



Şekil 3. Geonet ve geosentetik kil kaplama örnekleri.



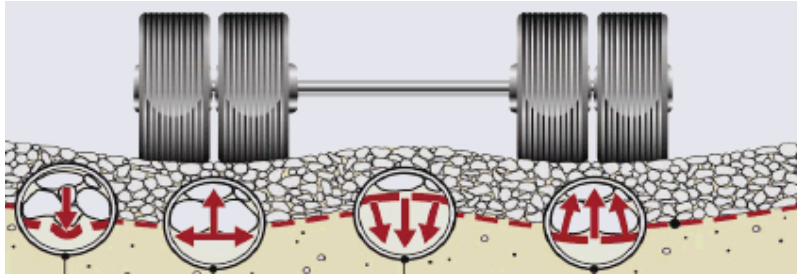
Şekil 4. Geomembran uygulaması ile bir şevde geosentetiğin donatı olarak kullanımı.



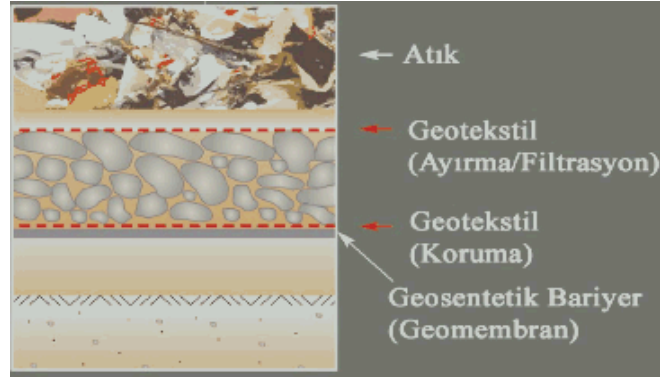
Şekil 5. Geofoam ve geoboru örnekleri



Şekil 6. Geotekstil ile drenaj uygulaması ve bodrum kat duvarlarının geokompozit drenlerle drenajı.



Şekil 7. Geotekstilin yollarda kullanımı sırasında oluşan etkileşimler.



Şekil 8. Membran ve geotekstilin katı atık deponisi altında müşterek kullanımı.

**BENTONİT, UÇUCU KÜL VE SİLİS DUMANI KATKILI ÇİMENTO
ENJEKSİYONLARININ DANELİ ZEMİNLERİN TEK EKSENLİ BASINÇ
DAYANIMI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

Özcan TAN
Doç. Dr.

Gökhan GÜNGÖRMÜŞ
İnş. Yük. Müh.

A. Şahin ZAIMOĞLU
Yrd. Doç. Dr.