

GEOGRİDLERİN KARAYOLLARINDA KULLANIM YÖNTEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE ŞARTNAMESİNİN HAZIRLANMASI

Serdal TERZİ¹ Mehmet SALTAN² Süleyman GÖKOVA³ Erol TUTUMLUER⁴
Mustafa KARAŞAHİN⁵ Volkan Emre UZ⁶ Onur PEKCAN⁷
Murat Vergi TACİROĞLU⁸ Şenol ÇÖMEZ⁹ Ahmet SAĞLIK⁹ Sina KİZİROĞLU⁹
Hüseyin KANAT⁹ Ergun YALÇIN¹⁰

ÖZET

Bu çalışmada, KGM tarafından belirlenen Adana – Kozan yolu üzerinde 12 adet geogridli ve 4 adet de geogridsiz referans olmak üzere toplam 16 adet 50’şer metre uzunluğunda test kesimi inşa edilmiştir. Geogrid kullanımının, üstyapı tabaka kalınlıklarının azaltılarak, üstyapı performansına olan etkisinin araştırılabilmesi için; bir kısmı şartnameye uygun şekilde, diğer bir kısmı da bir üstyapı tasarım programı aracılığıyla tasarlanarak test kesimleri üretilmiştir. İnşa edilen üstyapı kesimlerinin yapısal performansları, inşaat aşamasında tabakalar arasına yerleştirilen sensörler ve belirli zaman aralıklarında yapılan yerinde testler ile gözlemlenmeye başlanmıştır. Bu şekilde tabaka kalınlıklarının azaltılması ile sağlanacak ekonomik kazanım, geogrid için harcanacak maliyet ile karşılaştırılacak ve böylece fayda maliyet analizi yapılabilecektir.

GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, karayolu üstyapısında geogrid kullanımı ile tabaka kalınlıklarının azaltılmasının üstyapının yapısal performansına olan etkilerinin incelenmesi ve tabaka kalınlıklarının azaltılması ile ekonomik kazanım sağlanmasıdır. Bu çalışmanın amacına ulaşması neticesinde doğacak geogrid kullanımı ile ne gibi kazanımlar elde edildiği ve bu kazanımların geogridin üstyapı içerisinde kullanılma yeri ile nasıl değiştiği çalışmanın çıktıları ile açıkça belirlenebilecek parametreler olacaktır.

Mühendislik yaklaşımı gereği, bir üstyapı mühendisi üstyapıdan iyi bir yapısal performans ve konforun yanı sıra ekonomik olmasını da beklemektedir. Bu parametreler

¹ Prof. Dr., SDÜ, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta

² Prof. Dr., SDÜ, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta

³ Dr., SDÜ, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta

⁴ Prof. Dr., Illinois Üniversitesi, İnşaat ve Çevre Müh. Bölümü, Urbana-Champaign

⁵ Prof. Dr., İstanbul Gelişim Üniversitesi, MMF, İnşaat Müh. Bölümü, İstanbul

⁶ Dr. Öğr. Üyesi, ADANABTÜ, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, Adana

⁷ Dr. Öğr. Üyesi, ODTÜ, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, Ankara

⁸ Öğr. Gör. Dr., Mersin Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Mersin

⁹ T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü Ar-Ge Dairesi Başkanlığı, Ankara

¹⁰ T.C. Karayolları 5. Bölge Müdürlüğü, Mersin

dikkate alındığında çalışma sonucunda alınacak tüm olumlu çıktılarına ek olarak geogrid kullanımının tabaka kalınlıklarında azaltma yapılmasına imkân vermesi, çok büyük miktarlarda işgücü, malzeme ve doğal kaynak tasarrufu yapılması anlamına gelir.

Geosentetikler, koruma, ayırma, filtrasyon, erozyon kontrolü, drenaj ve güçlendirme gibi bir veya daha fazla fonksiyonun yerine getirilmesini sağlar. Geosentetiklerin farklı uygulamalarda çok farklı kullanım amaçlarını üstlenmesi ve çeşitli işlevleri yerine getirebilmesi için belirli özelliklere ihtiyaç duyulmaktadır. Öncelikle uygulamanın yapılış nedenin belirlenmesi için yukarıda belirtilen fonksiyonlardan hangilerine ihtiyaç duyulduğunun bilinmesi gerekmektedir. Hangi tip geosentetiğin kullanılacağı ve uygulamanın yapılacağı yerdeki şartlara göre hangi özelliklerinin nasıl olacağı belirlenmelidir. Bu nedenle, kullanılacak olan geosentetiğin, uygulamanın yapılacağı kesimin gerekliliklerine göre belirlenmesine dikkat edilmelidir (McGown, 2008).

Geosentetik, geniş bir ürün yelpazesi için kullanılan genel terimdir. Bunlar çok sayıda farklı polimer kullanan birçok özel yöntemle üretilmektedir (Koerner, 1998). Geosentetik, inşaat mühendisliği uygulamalarında zemin ve/veya diğer malzemelerle temas halinde kullanılan, en az bir bileşeni doğal veya sentetik bir polimerden imal edilmiş tabaka, şerit veya üç boyutlu bir yapı içeren ürünleri tanımlayan genel bir terimdir.

Başlıca geosentetik türleri geçirgen olan geotekstil (geotextile) ve pratik olarak geçirimsiz olan geomembrandır (geomembrane). “Geotekstille ilgili ürünler” olarak adlandırılan geçirimli ürünler altında geoızgara (geogrid), geoağ (geonet), geohücre (geocell), geoşerit (geostrip), geohasır (geomat) ve geoboşluk (geospacer/spacer core) yer almaktadır. Geomembranlar, polimerik (termoplastik ve elastomerik) ve bitümlü olabilmektedirler. Kil (bentonit) içeren geosentetik kil kaplamalar da geçirimsiz ürünlerdir. Birden fazla geosentetik kullanılarak imal edilen türler geokompozit (geocomposite) olarak adlandırılmaktadır. IGS (International Geosynthetic Society) bir sınıflandırma vermemekle beraber, yukarıdakilere ilaveten geoşilte (geomattress), geoköpük (geofoam), geokalıp (geofom), geoçubuk (geobar) gibi diğer bazı türler de tanımlanmaktadır (Wasti, 2007). Bu çalışmaya konu olan geogridler kullandıkları bölgeye göre kenetlenme ve güçlendirme sağlayarak alt tabakalara ulaşabilecek gerilmeleri en aza indirmektedir (Webster, 1993; Perkins, 1999; Visser vd., 2010; İbrahim vd., 2017).

Geosentetiklerin işlevleri

İşleve göre tasarım yaklaşımı, projelerin çoğunda izlenecek genel yaklaşımdır. Geosentetiklerde temel fonksiyonlar, ayırma, güçlendirme, filtrasyon, drenaj, sızdırmazlık veya koruma olabilir. Bununla birlikte, belirli bir geosentetik ürünü farklı işlevleri de yerine getirebilir veya benzer şekilde, aynı işlevi farklı geosentetik türleri de gerçekleştirilebilir. Geosentetik uygulamalar genelde birincil veya esas fonksiyonu ile tanımlanır.

Pek çok uygulamada geosentetiklerin öne çıkan bir işlevi olmakla beraber geosentetikler bir veya daha fazla ikincil işlevi de aynı anda yerine getirebilirler. Örneğin hemen hemen bütün uygulamalarda geosentetiklerin ayırma işlevi vardır (Wasti, 2007).

Geosentetiklerin özellikleri

Genel özellikler:

- Geosentetiğin tipi ve imal yöntemi (örneğin örgüsüz, ısıt bağlamalı geotekstil),
- Polimer tipi/yoğunluk (örneğin yüksek yoğunluklu polietilen),
- Kalınlık,
- Birim alan kütlesi (g/m²),
- Ticari sunum rulo uzunluğu, genişliği ve ağırlığı.

Mekanik özellikler:

- Çekme dayanımı, çekme dayanımı-deformasyon dayanımı/çekme modülü, kopma yükünde (en büyük yükte) uzama
- Uzun vade çekme dayanımı (çekmede sünme/krip dayanımı)
- Yırtılma (tear), delinme (puncture), patlama (burst), darbe (impact) ve aşınmaya (abrasion) karşı dayanım
- Zemin-geosentetik veya farklı geosentetikler arasında kayma dayanımı/sürtünme (interface shear strength/friction)
- Basınç dayanımı

Hidrolik özellikler:

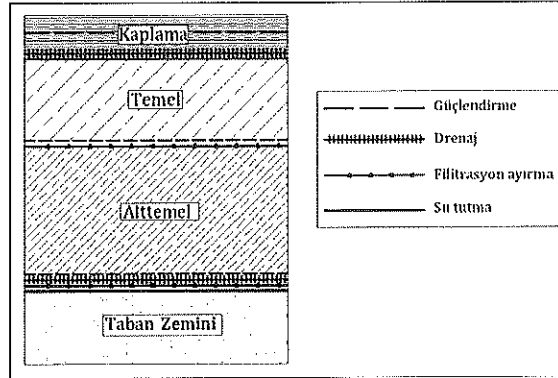
- Geotekstillerin görünen/karakteristik gözenek boyutu (apparent/effective opening size, AOS/EOS)
- Porozite (örgüsüz geotekstiller için), açık alan yüzdesi (percentage open area, POA-örgülü geotekstiller için)
- Geotekstilin düzlemine dik yönde geçirgenliği – permeabilite / permittivite (permittivity)
- Kalın geotekstil ve drenaj geokompozitlerinin kendi düzlemi içinde geçirgenliği – transmissivite (transmissivity)

Geosentetik Ulaştırma Uygulamaları

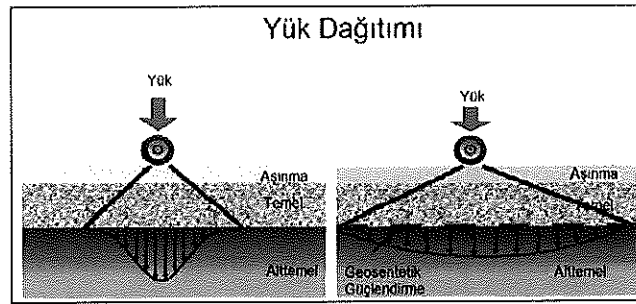
Geosentetikler gerek yeni yol yapımında gerekse mevcut yolların tamirinde ayırma, filtrasyon ve/veya güçlendirme amacı ile kullanılmaktadır. Geosentetiklerin bu uygulamalarda maliyet – etkin kullanımı (cost – effective), doğru analiz, araştırma ve tecrübeye dayandırılan bir yaklaşım gerektirir.

Geosentetiklerin uygulamaları açısından karayolları kaplamalı (paved) ve kaplamasız (unpaved) yollar olarak iki kategoride ele alınabilir (Wasti, 2007).

Geosentetiklerin yol üstyapısında potansiyel uygulamaları Şekil 1’de görülmektedir. Şekil 2’de ise, trafik yükleri altında üstyapıda oluşan yük dağılımında, geosentetik kullanılması ve kullanılmaması durumları arasındaki fark görülmektedir.



Şekil 1. Geosentetiklerin yol üstyapısında potansiyel uygulamaları (Tutumluer, 2012)

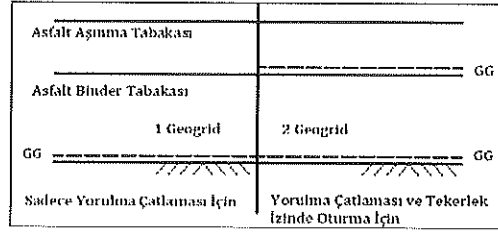


Şekil 2. Yük dağılım farklılıkları (Zornberg, 2012)

Geosentetiklerin asfalt güçlendirmesindeki faydaları aşağıdaki gibidir:

- Yorulma çatlağı oluşumunun geciktirilmesi,
- Asfaltın çökmesinin/oturmasının azaltılması,
- Asfalt takviye tabakasının güçlendirilmesi,
- Takviyelerde oluşan yansıma çatlaklarını önleme.

Fazla esnekliği olmayan sert geogridler asfalt güçlendirmesinde en etkili geosentetiklerdir. Asfalt takviye tabakasında çatlak oluşursa geotekstiller özellikle su yalıtımı sağlaması açısından fayda gösterirler (Tutumluer, 2012). Şekil 4'de, asfalt güçlendirmesinde geogrid kullanımı görülmektedir.



Şekil 4. Asfalt güçlendirmesinde geogrid kullanımı (Tutumluer, 2012)

Granüler temel, alttemel ve zemin güçlendirmesi geosentetik uygulamalarının faydaları aşağıdaki gibidir:

- Agreganın hareketlerini ve üstyapı deplasmanını engellemek için temel tabakasının içine veya altına yerleştirilir.
- Mekanik kenetlenme ile agregaların hareketlerinin sınırlandırılmasını sağlar.

TEST KESİMLERİNİN İNŞASI

Test kesimlerinin yerine karar verilmesi ve inşaat sürecinin başlatılması

Yapılan ön çalışmalar sonucunda temel ve alttemel tabaka kalınlıkları, Tablo 1’de gösterildiği gibi bir kısmı şartnameye uygun şekilde, diğer bir kısmı da bir üstyapı tasarım programında yapılan modelleme ve analizler sonucunda azaltılarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan tabaka kalınları ve tabaka kalınlıklarının azaltıldığı kesimler

		Uygulama Kesimleri															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Tabakalar ve Kalınlıkları (cm)	Binder	11	11	11	11	11	11	11	11	7	7	7	7	7	7	7	7
	Bitümlü Temel	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	9	9	9
	Plentmiks Temel	15	15	15	20	20	20	20	20	10	10	10	20	20	20	20	20
	Plentmiks Alttemel	15	15	15	20	20	20	20	20	15	15	15	20	20	20	20	20

Temel ve alttemel tabakalarının kalınlıklarının azaltılarak uygulandığı kesimler Tablo 1’de gösterildiği gibi 1, 2, 3, 9, 10 ve 11. kesimlerdir. İlk sekiz kesimden sonra da binder tabaka kalınlığı 4 cm azaltılarak 7 cm’ye düşürülmüş ve 10 cm olarak belirlenmiş plentmiks temel üzerine 9 cm kalınlığında bitümlü temel uygulaması yapılmıştır.

Belirlenen kesimlerdeki, tabaka kalınlıklarının azaltılmasıyla meydana gelecek

plastik deformasyonlar ile tabaka kalınlıklarının azaltılmadığı kesimlerde meydana gelecek plastik deformasyonların karşılaştırılarak tip-1 ve tip-2 geogrid kullanımı sonucunda elde edilecek verilerin değerlendirilebilmesi planlanmıştır. Ayrıca çalışmada aynı tabaka kalınlıklarına sahip geogrid kullanılmadan hazırlanmış ve tip-1, tip-2 geogrid kullanılarak hazırlanmış kesimler kendi aralarında da karşılaştırılarak verimlilik analizlerinin yapılabilmesi düşünülmüştür.

Kesimlerde uygulaması yapılan tip-1 ve tip-2 geogridler:

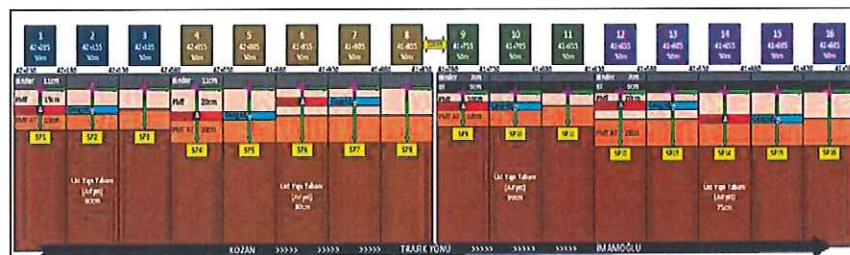
- 1, 2, 3, 4, 9, 10, 14 ve 15 numaralı kesimlerde temel ve alttemel tabakaları arasına,
- 6, 7, 12 ve 13 numaralı kesimlerde temel tabakaları ortasına yerleştirilmişlerdir.

Geogrid kullanımı ile tabaka kalınlıkları azaltılan kesimlerde görülebilecek olumlu sonuçlar neticesinde, yapılacak benzer uygulamalarda kullanılacak malzeme miktarları ve iş gücünün azaltılarak hem zaman hem de ekonomik olarak kazanç sağlanması öngörülmüştür.

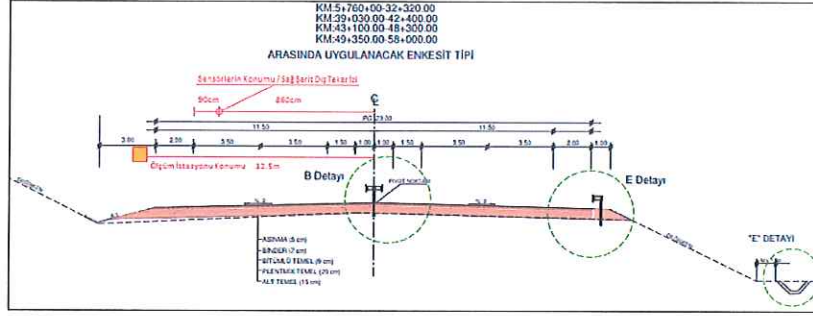
Çalışmada kullanılacak sensörler, sayıları ve teçhizatı belirlenmiş, teminleri T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) tarafından gerçekleştirilmiştir. Test kesimlerinin uygulanacağı bölge, uygulamanın amacı doğrultusunda belirlendikten sonra inşaat süreci tamamlanmış ve sensörlerden veri alma işlemine başlanılmıştır.

Yol profilleri, geogrid yerleşimleri, sensör tipleri ve yerleşimleri gibi temel bilgiler Şekil 5’ de gösterilen 850 m. olarak inşa edilmiş test yolunda:

- 4 farklı yol kesiti (Şekil 6)
- 16 test bölgesi ve ölçüm istasyonu
- 2 tip geogrid
- Özel sunucu ve kontrol panosu
- 8 kanallı fiber optik veri toplama cihazı ve 92 adet sensör bulunmaktadır.



Şekil 5. Yapılan deneme yoluna ait şematik gösterim



Şekil 6. Yapılan deneme yolundaki kesimlere ait en kesit tipi

Ölçüm noktalarında kullanılan sensör tipleri ve sayıları şunlardır:

- 16 adet toprak basıncı sensörü (Taban zeminleri üzerine ulaşan gerilmelerin belirlenebilmesi için taban zeminleri üzerine yerleştirilmişlerdir) (Şekil 7).



Şekil 7. Toprak basınç sensörleri (Sensör Yüzeyi: Taban Zemini - 10mm)

- 16 adet düşey deplasman sensörü (Taban zemini ile kaplama tabakası arasındaki düşey yer değiştirmelerin belirlenebilmesi için her kesime yerleştirilmiştir) (Şekil 8).



Şekil 8. Düşey deplasman sensörüne ait çelik telin geçeceği kanalın temel tabakası yüzeyine kadar olan kısmının yerleştirilmesi ve düşey deplasman sensörüne ait telin temel tabakası yüzeyine sabitlenmesi

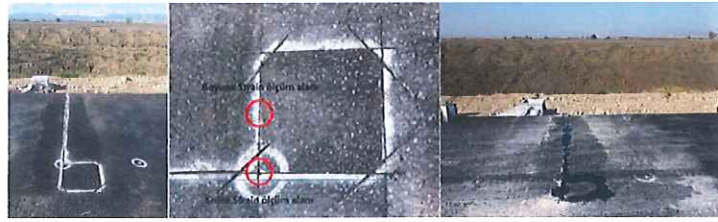
- 16 adet yatay deplasman sensörü (Yatay yer değiştirmelerinin

belirlenebilmesi için kaplama tabakasının altına yerleştirilmişlerdir) (Şekil 9).



Şekil 9. Yatay deplasman sensörlerine ait çelik tellerin geçeceği kanalların montajlarının yapılması ve çelik telin yüzeye sabitlenmesi

- 16 adet enine ve boyuna strain sensörü (Kaplama yüzeyine yerleştirilecek kablo tipi gerilim ölçerler için asfalt kesme makinesi kullanılarak kanallar açılmış ve kablo tipi strain sensörler bu kanallara yerleştirilerek bitüm ile sabitlenmişlerdir) (Şekil 10).



Şekil 10. Kablo tipi strain sensörlerinin kaplama tabakasına ince kanallar açılarak yerleştirilmesi

- 12 adet sıcaklık sensörü (Taban zeminine, alttemel tabakasına, temel tabakası ve kaplama tabakası ara yüzeyine yerleştirilecek olan sıcaklık sensörleri için kanallar açılmış ve sensörler yerleştirilip ve sabitlenmiştir) (Şekil 11).



Şekil 11. Sıcaklık sensörlerinin montaj işlemlerinin yapılması (Kaplama tabakasına yerleştirilen sıcaklık sensörleri kaplama tabakası kesilerek ara yüzeyine yerleştirilmiştir)

Test kesimlerinin inşasında kullanılacak olan ve çalışmanın temelini oluşturan geogridler kullanım amacı doğrultusunda belirlenerek firmalardan örnekler temin edilmiştir. Bu örneklerin dayanım testleri laboratuvar ortamında gerçekleştirildikten sonra çalışmanın amacına uygun olan iki farklı tip geogrid (Tip-1 ve Tip-2) inşaatın yapılacağı bölgeye rulolar halinde sevk edilmiştir.

Çalışma kapsamında yapılan test yolunun yapısal performansının izlenebilmesi için temin edilen fiber optik sensörler ve veri toplama sistemleri, yapılacak arazi uygulaması öncesinde deneme amaçlı olarak Süleyman Demirel Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ulaştırma Laboratuvarında mevcut bulunan Hızlandırılmış Üstyapı Test Cihazında test edilmiştir. İlgili teçhizatın uygulanabilirliği görüldükten sonra tüm teçhizat uygulamanın yapılacağı alana getirilerek montaj işlemleri yapılmıştır.

Test kesimlerinin inşaat aşamaları

- Belirlenen güzergâh üzerinde yapılacak deneme yolunun yapılabilmesi için hâlihazırda bulunan kaplama tabakası kazınarak taban zemine ulaşılmış ve yeni yolun inşaatına başlanabilmesi için gerekli kontroller yapılmış ve taban zemini güçlendirme işlemleri dolgu malzemesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.
- Taban zemini güçlendirilmeden önce ve sonra taban zemini düzeyinde, LWD ve DCP deneyleri 50’şer metre aralıklarla yapılarak kayıt altına alınmıştır.
- Taban zemini, dolgu malzemesi ile güçlendirilmesi aşamasında prensip şemada belirtilen kesimlerin taban zemini kotları dikkate alınarak hazırlanmıştır.
- Taban zeminin hazırlanması ile birlikte çalışma kapsamında kullanılacak olan sensörlerin kurulum işlemleri büyük bir özen ile yapılmıştır. Sensörler gerçekleştirilmeden önce kurulumların yapılacağı bölgeler işaretlenmiş, kabloların geçeceği kanallar açılmış ve ara ölçüm istasyonlar için deneme yolunun kenarlarında hazneler inşa edilmiştir. Önceden laboratuvar ortamında (SDÜ Ulaştırma Laboratuvarı) sensörlerin yerleşim ve çalışmaları konusunda yapılan ön çalışmalar ışığında sensörlerin kurulumları tamamlanmıştır.
- Taban zemini üzerinde yapılan kurulumlar sonrasında kurulumların yapıldığı noktalar işaretlenip güvene alınarak prensip şemada belirtilen kriterler dikkate alınarak alttemel tabakası serim işlemi gerçekleştirilmiştir. Alttemelin sıkıştırılması sırasında taban zemini üzerine yerleştirilen basınç sensörleri test edilmiş ve çalıştıkları teyit edilmiştir.
- Alttemel inşaatının tamamlanmasından sonra taban zemini üzerine kurulumu yapılan ve temel tabakası yüzeyine kadar çıkacak olan düşey deplasman sensörü teli için taban zemini kotunda bulunan kanal alttemel kotuna ek aparatlar ile yükseltilmiştir.
- Alttemel serim işlemleri ve sensörlerin kurulum ayarlarının yapılması ile bu tabaka yüzeyine serilecek olan geogridlerin, prensip şemada belirtilen esaslara göre serimleri ve sabitleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Geogridler yerleştirildikten hemen sonra temel tabakasının da serim işlemleri yapılmıştır. Temel tabakası inşasında temel tabakası arasına yerleştirilecek geogridler de serildikten sonra temel tabakası serim işlemi tamamlanmıştır.
- Taban zemini üzerine yerleştirilen düşey deplasman sensörünün bir önceki aşamada alttemel tabakası yüzeyine çıkarılan ve sabitlenen kanallarının, serimi

tamamlanan temel tabakası yüzeyine çıkarılması işlemleri özel kanallar kullanılarak yapılmıştır. Kanalları hazırlanan düşey deplasman sensörüne ait çelik tel kanal içerisinde geçirilerek temel tabakası yüzeyine özel bir aparat ile sabitlenmiştir.

- Düşey deplasman sensörü montajı tamamlandıktan sonra taban zemini üzerine, alttemel tabakasına ve temel tabakası ara yüzeyine yerleştirilecek olan sıcak sensörleri için kanallar açılmış ve sensörler prensip şemada belirtilen esaslara göre yerleştirilmiş ve sabitlenmiştir.
- Yatay yer değiştirmelerinin belirlenebilmesi için yerleştirilecek yatay deplasman sensörüne ait telin içerisinde geçirileceği kanallar için temel tabakası yüzeyinde küçük kanallar açılmış ve kanal montajı yapılarak düşey deplasman sensörüne ait tel bu kanal içerisinde geçirilerek yüzeye sabitlenmiştir.
- Temel tabakası yüzeyinde yapılacak sensör montaj işlemleri tamamlandıktan sonra sensörler yol kenarlarında bulun ölçüm istasyonlarına sabitlenerek fiber optik kablo bağlantıları yapılmıştır. Ana istasyona gidecek fiber optik kablolar ara istasyonda bulunan sensörlerden çıkan kablolarla özel yöntemlerle kaynaklanarak birleştirilmiştir.
- Temel tabakası yüzeyinde yapılacak işlemler tamamlandıktan sonra kaplama tabakalarının prensip şemada belirtilen şekilde serimi tamamlandıktan sonra kaplama yüzeyine yerleştirilecek kablo tipi gerilim ölçerler için asfalt kesme makinesi kullanılarak kanallar açılmış ve kablo tipi strain sensörler bu kanallara yerleştirilerek bittim ile sabitlenmişlerdir. Aynı işlemler kaplama tabakasına yerleştirilecek olan sıcak sensörleri için de yapılmıştır.
- Sensör montajlarının ve kaplama tabakalarının serim işlemlerinin tamamlanarak üstyapının trafiğe açılmasının hazır hale getirilmesinden sonra sensörlerin ana istasyon ile bütün bağlantıları tamamlanmış ve ölçümlerinin bir düzen içerisinde alınabilmesini sağlayan yazılım ara yüzleri hazırlanmıştır. Yolu trafiğe açılması ile birlikte sensörlerin hepsinden veri toplanması işlemi başlatılmıştır

SONUÇ

Yapılan bu çalışmada, test yolu için uygulanacak esaslar ve kullanılacak malzemeler çalışmanın amacına yönelik olarak özenle belirlenmişlerdir. Çalışmada hedeflenen amaç, geogridlerin kullanımı ile tabaka kalınlıklarının azaltılması sayesinde yapım maliyetlerinin düşürülmesidir. Amaca yönelik yapılan çalışmanın verimini artırmak ve sonrasında oluşabilecek olumsuzlukların önlenmesi açısından kullanılacak malzemeler, yerleşimleri ve nasıl sonuç verecekleri inşaat başlamadan önce Süleyman Demirel Üniversitesi Ulaştırma Laboratuvarında deneyleri yapılarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılacak üstyapı tabaka kalınlıklarının bir kısmı KGM şartnamesine uygun olarak diğer bir kısmı ise bir üstyapı tasarım programı kullanılarak belirlenmiştir.

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen veriler ışığında belirlenen aşamalar izlenerek Adana – Kozan yolu üzerindeki 850 m’lik yol kesimine uygulama gerçekleştirilmiş ve problemsiz bir şekilde istenen verilerin alınabildiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda elde edilecek veriler ile geogrid kullanılan / kullanılmayan

kesimler ve tabaka kalınlıkları azaltılan / şartnameye uygun yapılan kesimler karşılaştırılarak oluşan tekerlek izi oturmalarına göre elde edilecek parametrelere göre bu konu özelinde yeni bir şartname oluşturulması planlanmaktadır.

Teşekkür

Çalışmanın gerçekleşmesinde KGM-ARGE/2013-24 numaralı proje ile maddi destek sağlayan T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Ibrahim, E. M., El-Badawy, S. M., Ibrahim, M. H., Gabr, A., Azam, A., (2017) Effect of geogrid reinforcement on flexible pavements, Innovative Infrastructure Solutions. 2 (1-15), Chen D.H.; ElZahaby K.M. (Ed), Springer International Publishing
2. Koerner, R.M., (1998) Designing With Geosynthetics – 4th Edition. Prentice Hall. New Jersey, USA.
3. McGown, A. and Brown, S.F., (2008) Applications of reinforced Soil for Transport Infrastructure. Advances in Transportation Geotechnics (27-36), Ellis, Yu, McDowell, Dawson and Thom (Ed), CRC Press, 786s, Nottingham, UK.
4. Perkins, S. W., (1999) Geosynthetic reinforcement of flexible pavements: Laboratory based pavement test sections. Final Report, FHWA/ MT-99-001/8138, 140s.
5. Tutumluer, E., (2012) Geosentetiklerin Demiryollarında, Karayolu ve Havaalanı Kaplamalarında Kullanımı. Uluslararası 1. Ankara Geosentetik Semineri. Ankara.
6. Visser, R., Tinnelly, B. and Fairbrother, S., (2011) Installation of geogrid to improve forest roads construction. 44th International Symposium on Forestry Mechanisation (FORMEC 2011), In Pushing the boundaries with research and innovation in forest engineering, Graz, Austria.
7. Wasti, Y., (2007) Geosentetikler – Teori ve Uygulama. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Ankara.
8. Webster, S. L., (1993) Geogrid Reinforced Base Courses for Flexible Pavements for Light Aircraft: Test Section Construction, Behavior under Traffic, Laboratory Tests, and Design Criteria. Technical Report GL-93-6, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
9. Zornberg, J.G., (2012) Geosentetikle Güçlendirilmiş Zemin Yapılarında Gelişmeler: Amerikan Tecrübesi. Uluslararası 1. Ankara Geosentetik Semineri. Ankara.

