



Ülkemizde geoföam teknolojisinin geleneksel kullanım alanları ve yenilikçi uygulamalar



**DOÇ. DR.
TOLGA ÖZER**

Gebze Teknik Üniversitesi İnşaat
Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi

2016 yılında geoföam teknolojisi uygulamalarının kurumsal çatı altında yürütülmesi, tasarımından saha uygulamasına, üretiminden kalite kontrolüne sistematik bir yaklaşımla bir geoteknoloji olarak ülkemizde geliştirilmesi adına Austrotherm Türkiye “İnşaat Mühendisliği Uygulamaları” departmanını kurmuştur. Geoföam teknolojisi ile ilgili sektörel farkındalık yaratmak, inşa edilen projelerinin detaylarını ve geoföam teknolojisinin altyapı projelerindeki farklı kullanım alan-

larını tanıtmak amacıyla *Austrotimes* haber dergisi serisinde özel sayılar yayınlanmıştır. Bu özel sayılardan Aralık 2016’da yayınlanan *Austrotimes*’ın 12. sayısında dünyadan geoföam blok altyapı uygulamaları, Eylül 2017’de yayınlanan 14. sayısında yapılarada EPS teknolojisi ile özel çözümler ve Aralık 2017’de yayınlanan 15. sayısında ise ülkemizde geoföam teknolojisi kullanılarak inşa edilen mühendislik yapıları tanıtılmış, teknolojinin sağladığı faydalar son kullanıcıların görüşleri ve teknik analizlerle birlikte sunulmuştur. Eylül 2019’da yayınlanan 18. sayısında ülkemizde geoföam blok teknolojisi kullanılarak inşa edilmiş özgün projelere geoföam blokların kullanım fonksiyonları ve neden tercih edildiklerine dair analizlerle birlikte yer verilmiştir. Haziran 2020’de yayınlanan 19. sayısında ise ülkemizde Karayolları Ge-

nel Müdürlüğü bünyesindeki ilk geoföam blok uygulaması olan Kayseri, Boğazköprü geoföam blok köprü yaklaşım dolguları için hazırlanmış, yerel zemin koşullarından, proje tasarımına, proje imalatından uzun vade enstrümantasyon planına kadar çok geniş bir yelpazede detayların yer aldığı bir özel sayıdır. Bu özel sayılarda genişletilmiş polistiren (EPS) blok’ların otoyol dolgularında kullanılması (*Austrotimes* 12. Sayı, Aralık 2016, 5), ülkemizde geoföam teknolojisinin gelişimi ve güncel uygulamalar (*Austrotimes* 15. Sayı, Aralık 2017, 22-23) ve geoföam blokların inşaat mühendisliği uygulamaları konusunda (*Austrotimes* 19. Sayı, Haziran 2020, 16-18) paylaşımların olmuştur. Ülkemizdeki geoföam teknolojisinin gelişmesindeki tarihsel adımlar, bir geoteknoloji olarak geleneksel yöntemlere göre sağladığı teknik ve ekono-



mik faydalar yukarıda bahsi geçen özel sayılarda kapsamlı olarak tartışılmıştır. Kronolojik olarak 12. sayıdan itibaren adım adım uygulama alanlarındaki gelişmeler izlenebilir ve takip edilebilir içerikte ele alınmıştır.

Ülkemizde bir geofoam blok yol dolgusu henüz inşa edilmemişken, *Austrotimes*'in Aralık 2016'da yayınlanan 12. sayısında EPS blok teknolojisinin inşaat mühendisliği uygulamalarında kullanımı dünyadan vaka örnekleri ile tanıtılmıştır. Çeşitli teknik eğitim, seminer ve farkındalık faaliyetlerinin ve geofoam teknolojisinin dünyadaki kanıtlanmış uzun süreli proje performanslarına dayalı bu özel sayının ardından ülkemizde ilk geofoam blok yol dolgusu Nisan 2017'de trafiğe açılmıştır (*Austrotimes* 15. Sayı, Aralık 2017, Geofoam Mega Projeler). Bu uygulama ile ülkemizde ilk defa fiziki olarak geofoam teknolojisi ile tanışılarak, Geoteknik Mühendislerimizin çözüm yelpazesine yeni bir geoteknoloji tanıtılmıştır. Bu proje ile birlikte uygulama ve teknik altyapısının oluşturulduğu geofoam blokların yol dolgularında hafif dolgu malzemesi olarak kullanılması uygulamalarına bir diğer proje de Mayıs 2019'da Kuzey Marmara Otoyolu (KMO) Projesi kapsamında İstanbul Havalimanı kavşağında inşa edilmiştir. Ka-

rayolları Genel Müdürlüğü bünyesindeki ilk geofoam blok uygulaması ise bir köprü yaklaşım dolgusu olup Ekim 2019'da trafiğe açılmıştır (*Austrotimes* 19. Sayı, Haziran 2020, Kayseri-Boğazköprü geoBLOCK® projesi).

Nisan 2017 ve Mayıs 2019'daki projelerde geofoam blokların inşa edileceği bölgeden geçen altyapılara dolgu inşaatından dolayı ilave bir gerilme artışı meydana gelmeden, bir başka deyişle mevcut altyapılardaki servis yüklerini izin verilir sınırlar içerisinde kalacak şekilde yol ve otoyol dolgularının imalatı için geofoam teknolojisi tercih edilmişken, Ekim 2019'da trafiğe açılan köprü yaklaşım dolgularında ise taşıma gücü çok düşük, oturma potansiyeli yüksek organik killi bir yerel zeminde herhangi bir zemin ıslahına gerek duyulmadan başlangıç istasyonunda 2 m köprü kenar ayak arkasında ise 10 m yüksekliğe erişen yaklaşım dolgularının inşasında geofoam teknolojisi tercih edilmiştir (*Austrotimes* 19. Sayı, Haziran 2020, Kayseri-Boğazköprü geoBLOCK® projesi). Tüm bu yol, otoyol ve köprü yaklaşım dolguları uygulamalarından da görüleceği üzere, ülkemizdeki İnşaat ve Geoteknik Mühendislerine yeni bir geoteknoloji 2017 yılından itibaren inşa edilen mühendislik yapıları ile tanıtıla-

rak, teknolojinin ülkemiz koşullarına adaptasyonu sağlanmıştır.

Tüm bu bahsi geçen geleneksel geofoam blok otoyol dolgusu uygulamalarında yerleştirilen saha enstrümanları sayesinde toplanan aletsel veriler ile de servis yükleri altındaki davranışları kayıt altına alınmaktadır. Sonuçta ülkemizde geofoam teknolojisi ile inşa edilmiş yol dolgularının servis yükleri altında aletsel gözleme dayalı Nisan 2017 tarihinden itibaren yaklaşık 4.5 yıllık kanıtlanmış saha performansı bulunmaktadır. Taşıma gücü, toplam ve farklı oturma kriterlerine göre özel çözümler gerektiren sahalara inşa edilecek yol dolgularının herhangi bir zemin ıslahına gerek duyulmadan geofoam teknolojisi ile inşa edilmesine ek olarak, gömülü altyapı sistemleri (boru, menfez vb.) üzerine inşa edilecek yol dolgularının da mevcut altyapıda herhangi bir servis kaybına ve deplase maliyetine gerek duyulmadan inşa edilmesine, bu yapılarla ilave servis yükleri etkitemeden inşasına olanak sağlayan geofoam teknolojisinin yol, otoyol ve köprü yaklaşım dolgularının inşasında kullanımı ülkemizde son 4.5 yıldaki gelişmelerin ışığında hızla olgunlaşmış bir teknoloji olma yolunda ilerlemektedir.





Bu karayolu uygulamalarına ek olarak ayrıca teknolojinin geleneksel uygulama alanlarından istinat yapılarının geri dolgularında, düz çatı ve teraslarda yapısal ve yapısal olmayan dolgu imalatlarında, bodrum perdesi geri dolguları ve benzeri projelerde ülkemizde kullanıldığı bilinmektedir.

Son yıllardaki başarılı yol dolgusu projeleri ile birlikte geofoam teknolojisine olan farkındalığın artması sonucunda yenilikçi uygulamalar da beraberinde gelişmektedir. Bu uygulamalardan ilki taşıma gücü düşük, oturma potansiyeli yüksek killi zemin üzerine yaklaşık 7,5 m yüksekliğinde bir merdiven yapısının inşasıdır. Bu projede geofoam bloklar yamaç dolgusu konseptinde, fore kazık iksa sistemi ile stabilitesi sağlanmış bir şev topuğunda, bir merdiven yapısının inşasında kullanılmıştır. Geleneksel olarak betonarme bir merdiven inşası tercih edilmesi alternatifine karşı geofoam blokların bu projede kullanılması ile hem taşıma gücü hem de oturmalar karşı bir temel altı kazık sisteminin önüne geçilmiştir. Ayrıca ağır işçilik ve makine gerektirmeden imal edilen geofoam blok merdiven yapısı çok hızlı bir şekilde tamamlanarak hem ilk maliyet hem de proje tamamlanma süresinden tasarruf edilmiştir.

Bu uygulamalar arasında ikincisi ise hibrit geoteknoloji olarak nitelendirilebileceğimiz geosentetik ailesi ürünlerinden biri olan geofoamun diğer geosentetiklerle inşa edilmiş mühendislik yapıları ile olan birlikte kullanımlarıdır. Bu kapsamda üç farklı proje hayata geçirilmiştir. Bunlardan ilki Şubat 2019'da bir stabil kaya yamacın topuğuna üst kottaki konutlar için teras-bahçe yaratmak amacıyla inşa edilen toprakarme dolgunun kret kotunun yükseltilmesi projesidir. Bu proje kapsamında toprakarme teknolojisi kullanılarak dolgu yüksekliği toprakarme donatısının efektif uzunluğunun mevcut kaya yamaç şevi tarafından sınırlandırılmasından dolayı belirli bir yüksekliğe kadar inşa edilebilmiştir. Bu sınır koşulundan ötürü toprakarme teknolojisi ile belirli bir yükseklikten sonra projenin geri kalan kısmı mevcut toprakarme yapıya ilave bir servis yükü gelmeden geofoam bloklar ile tamamlanmış ve iki farklı geosentetik teknolojinin birlikte kullanıldığı hibrit bir mühendislik yapısı inşa edilmiştir. Bu projelerden bir diğerinde mevcut toprakarme bir duvarın kret kotunun yaklaşık 9 m yükseltilmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu amaçla dolgunun geri kalan kısmının toprakarme olarak inşa edilmesi durumunda meydana gelecek ilave yük artışları mevcut sistem-

de stabilite sorunları yaratacağından dolayı geofoam teknolojisi kullanılarak mevcut toprakarme yapıda herhangi bir servis kaybına sebebiyet verilmeden tamamlanmıştır. Bu iki projede de imal edilen dolgunun kret kotu peyzaj alanı olarak kullanılmaktadır. Bu projelere ek olarak KMO Akyazı mevkiinde yer alan bir üst geçit köprüsünün çift yönlü geogrid kullanılarak ön yüzeyi eğimli esnek donatılı duvar sistemi tekniği ile inşa edilen köprü yaklaşım dolgularının sürüş konforunu artırmak amacıyla eğimlerinin düşürülmesi için gereken ilave dolgu işlerinde toplam-farklı oturumları izin verilen sınırlarda tutmak ve taşıma gücü yenilmesine karşı önlem almak adına geofoam teknolojisi kullanılarak Haziran 2021'de trafiğe açılmıştır. Bu proje ülkemizde hareketli yükler altında hizmet veren ilk hibrit yaklaşım dolgusu olarak kayıtlara geçmiştir. Tıpkı geleneksel geofoam blok yol dolgularında olduğu gibi bu hibrit sistem dolgunun da servis yükleri altındaki davranışı sahada kurulan enstrümantasyon istasyonları ile kayıt altına alınmaktadır. 2017 yılında ülkemizdeki ilk geleneksel geofoam yol dolgusunun inşasından 4 yıl sonra bu yenilikçi hibrit yaklaşımla sahanın yerel zemin koşullarına bağlı olarak iki farklı geoteknolojinin bir arada kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi teknolojinin teknik çözüm potansiyeline ek olarak hacim ve ekonomik optimizasyonu açısından da iyi uygulama örneği teşkil etmiştir.

Son yıllarda ülkemizdeki ulaştırma altyapısı yatırımları ivme kazanmıştır. Önümüzdeki yıllarda ülkemizin ihtiyacı olan karayolu ulaşım altyapımızda yeni yatırımlarla mevcut yol ağımızın zenginleşmesi, mevcut yol ağımızın standartlarının iyileştirilmesi ve bakım projelerinin ortaya konması açıktır. Sadece yeni güzergâhlarda inşa edilecek olan yol inşaatlarında değil aynı zamanda yol genişletilmesi gibi projelerde yurt dışından itibaren başarıyla kullanılan geofoam teknolojisi, ülkemizin altyapı projelerinde de geleneksel metotlara alternatif ve ekonomik bir metot olarak tasarım mühendislerimizin çözüm yelpazelerinde değerlendirilebilir. Geofoam teknolojisi ile ilgili farkındalığın artması, hali hazırda inşa edilmiş dolguların servis yükleri altındaki uzun vade performanslarının gözlemlenmesi ile birlikte otoyol dolgularının yanı sıra demiryolu ve havaalanı dolgularında, şev stabilitesi ve rehabilitasyonu projelerinde, gömülü boru hatları, menfezler ve istinat yapılarına gelen yüklerin sıkışabilir içerik konsepti ile azaltılması projeleri gibi pek çok özel çözüm gerektiren sanat yapılarında da ülkemizde yeni ve yenilikçi uygulamalarda geofoam teknolojisi kullanımı gelişme gösterecektir.