

DÜZCE-ZONGULDAK KARAYOLUNDA (D-655 KARAYOLU ÇİÇEKPINAR MEVKİİ) MEYDANA GELEN GÖÇMEYE İLİŞKİN İNCELEME VE DEĞERLENDİRME RAPORU

NİSAN 2021

Düzce-Zonguldak karayolunda (D-655 karayolu Çiçekpınar mevkiinde), Akçakoca'dan Düzce istikametine giden yolda 26 Mart 2021 günü gece saatlerinde yol üzerinde yaklaşık 85 m. uzunluğunda bir kesimde göçme meydana gelmiştir. Meydana gelen göçme, istinat yapısı çeşitlerinden olan toprakarme duvar (donatılı toprak duvar) olan bölgede görülmüştür.

1. SAHADA YAPILAN TESPİTLER

Göçmenin meydana geldiği sahada yapılan incelemede aşağıdaki hususlar tespit edilmiştir:

- Rapor konusu göçmenin meydana geldiği Düzce- Akçakoca karayolu, 2 gidiş ve 2 dönüş olmak üzere toplam 4 şeritten oluşan bir bölünmüş yoldur. Yol kabaca kuzey-güney doğrultusunda uzanmakta olup Google Earth hava fotoğrafı üzerinden yapılan ölçüme göre kuzeyle doğuya doğru 19 derece açı yapmaktadır (Şekil-1).
- Yolun Çiçekpınar mevkiindeki yaklaşık 85 – 90 m'lik kısmında Akçakoca'dan Düzce'ye gidiş yönündeki iki şeridi tamamen göçmüş durumdadır (Şekil-2).
- Göçmenin yaşandığı kısımda arazi kotları yolun hem doğu hem de batı tarafında yoldan uzaklaştıkça alçalmaktadır. Bu durum Google Earth'ten alınan 3 boyutlu hava fotoğrafında da gözükmemektedir (Şekil-3). Ancak yolun batı tarafında topoğrafya doğu tarafına göre daha dik bir eğimle alçalmaktadır. Yolun her iki tarafında yola eşit mesafedeki noktalardeki göçme öncesi arazi kotları Şekil-3'te yaklaşık olarak verilmiştir. Buna göre göçen bölgede yol kotu yaklaşık +169 m, batı tarafında 60 – 70 m kadar mesafede yaklaşık +150 m, doğu tarafında aynı mesafede ise yaklaşık +161 m olarak gözükmemektedir.
- Göçen kısmın kuzey ve güney taraflarında da yol kotlarının giderek yükseldiği, yaklaşık olarak Düzce istikametindeki güney kesiminde +203 m'ye, Akçakoca istikametindeki kuzey keisminde ise +183 m'ye kadar çıktığı anlaşılmaktadır. Burada belirtilen kotlar Google Earth programından alınmıştır.
- Yolun bulunduğu kesimde bugünkü kotuna (+169 m) ulaşabilmek için arazinin dolgu yapılarak yükseltildiği, ve yol dolgusunun her iki tarafında dolguyu tutmak için "toprakarme sistem" istinad duvarı inşa edildiği görülmüştür. Düzce – Akçakoca karayolu da bu toprakarme istinad duvarlarının arka dolgusu üzerine inşa edilmiştir. Toprakarme istinad duvarı göçen bölgenin kuzey ve güney istikametlerinde yüksekliği azalarak devam

etmektedir (Şekil-4). Bölgenin genel topoğrafyası dikkate alındığında göçen bölge, kuzey-güney doğrultusunda uzanan iki vadinin arasındaki sırtı oluşturan tepelerden iki tanesinin ortasındaki en alçak kotta bulunmaktadır.

- Toprakarme istinad duvarında zemin donatısı olarak 45 mm genişliğinde ve yaklaşık 5 mm kalınlığında galvanizli çelik şeritler kullanıldığı görülmüştür (Şekil-5). Zemin donatı şeritlerinin bir paneldeki yatay aralığı 105 cm, düşey aralığı ise 75 cm olarak ölçülmüştür (Şekil-6). Duvar cephe elemanı olarak ise yaklaşık 17 cm kalınlığında, altıgen şekilli prekast betonarme paneller kullanıldığı görülmüştür (Şekil-7).
- Donatı şeritlerini çevreleyen dolgu tabakası yakından incelenmiş ve elle muayeneler yapılmıştır. Basında yer alan uzaktan çekilmiş fotoğraflarda kahverenkli olması nedeniyle kil ağırlıklı olduğu düşünülen donatılı dolgu tabakasında bu nedenle Hand Vane (El Veyni) deneyi yapılmak istenmiş, ancak dolgunun granüler yapısı ve bünyesinde bulunan orta - iri çakıllar nedeniyle Vane aleti dolgu zemine batırılamamıştır. Donatılı dolgu zemin tabakasının içeriği aşağıda Şekil-8’de görülmektedir. Dolgunun uzaktan çekilen resimlerden tahmin edildiği gibi killi değil, granüler bir yapıya sahip olduğu anlaşılmıştır. Ancak granülometri belirlemek amacıyla numune alma imkanı bulunamamıştır. Dolgunun sıkışma oranı hakkında da sadece görsel inceleme ile sağlıklı bir yorum yapılması söz konusu değildir. Öte yandan göçme sonrası oluşan yığının içinden alınmış olan dolgu malzemesi numunelerinde ise kil oranının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum duvar imalatında kullanılmış olan dolgu malzemesi granülometrisinin homojen olmadığı ve bölümden bölüme değiştiği izlenimini vermektedir.
- Göçen bölgenin güney tarafında ayakta kalan toprakarme duvar prekast cephe elemanlarının bazılarında çatlaklar bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil-9, Şekil-10).



Şekil-1: Göçme öncesinde yolun durumu – Eylül 2020 (Kaynak: Google Earth)



Şekil-2: Göçmenin ertesi günü yolun durumu – 28 Mart 2021 (Kaynak: <https://www.memurlar.net/haber/962709>)



Şekil-3: Yolun her iki tarafındaki arazi topoğrafyası ve yaklaşık kotlar (Kaynak: Google Earth)



Şekil-4: Göçme bölgesinin kuzey ve güney tarafında devam eden toprakarme duvar



Şekil-5: Zemin donatı şeritleri genişliği ve et kalınlığı



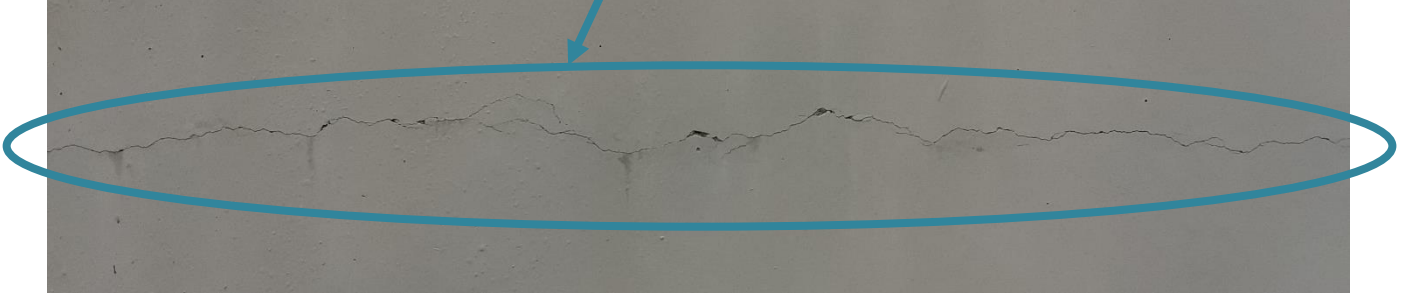
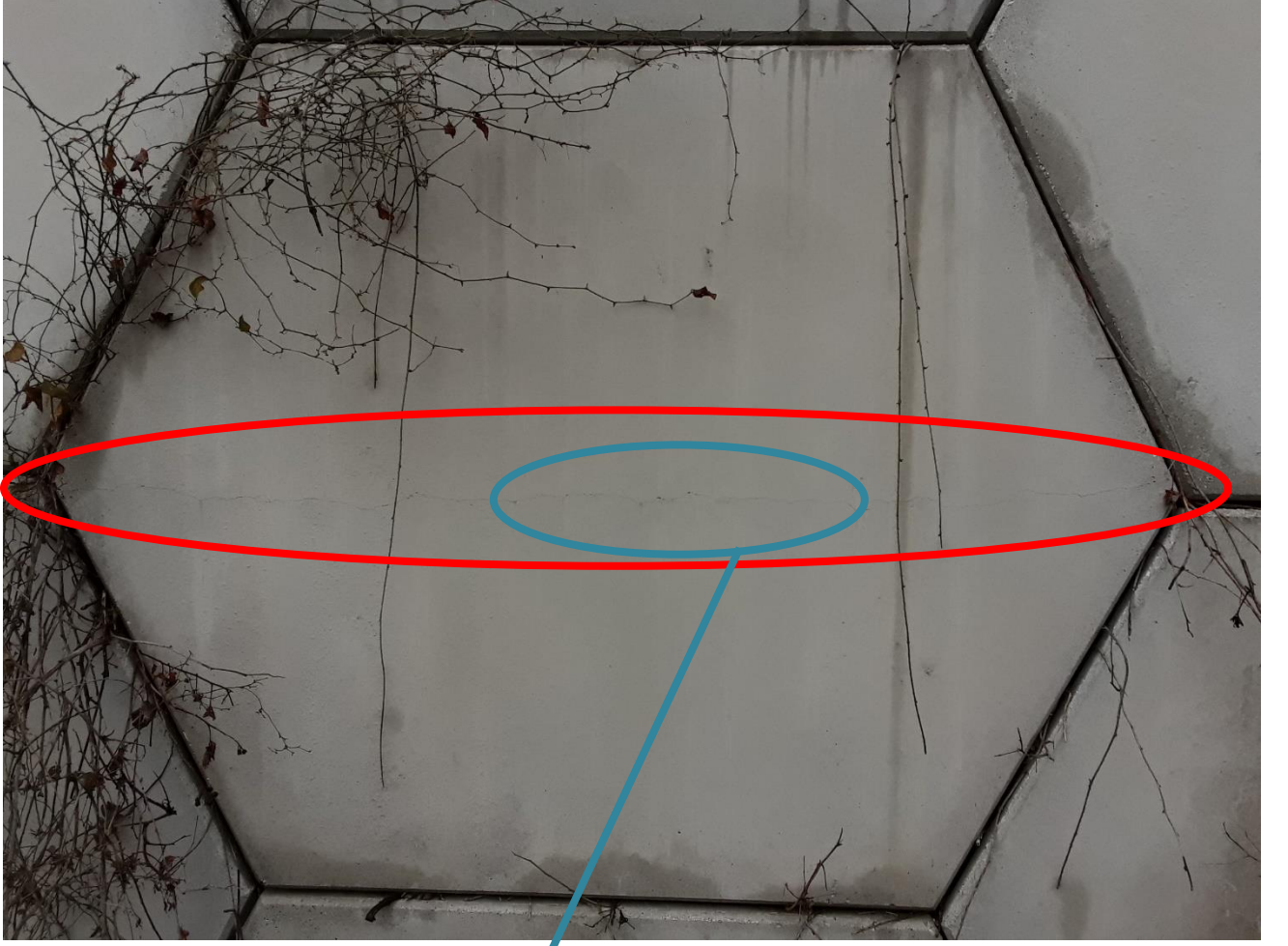
Şekil-6: Zemin donatı şeritleri yatay ve düşey aralıkları



Şekil-7: Duvar cephe elemanı olarak kullanılan prekast betonarme altıgen paneller



Şekil-8: Donatılı dolgu malzemesi içeriği



Şekil-9: Prekast cephe elemanında görülen yatay çatlak



Şekil-10: Prekast cephe elemanında görülen çapraz çatlak

2. GÖÇMENİN OLASI NEDENLERİNE İLİŞKİN GÖZLEM VE DEĞERLENDİRMELER

Rapor konusu yol göçmesinin nedenlerinin doğru şekilde belirlenebilmesi için detaylı incelemeler yapılması gerekmektedir. Bu incelemeler yapılmadan önce sadece saha gözlemleri ve hava fotoğraflarından toplanan bilgilere dayanan, göçmenin olası nedenleriyle ilgili ön değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

1. Göçme sonrası ortaya çıkan geometri incelendiğinde, yaşanan olayın "toptan göçme" olarak cereyan ettiği anlaşılmaktadır. Aşağıda Şekil-11'de verilen genel görünüm fotoğraflarında bu durum açıkça görülebilmektedir. Toptan göçme mekanizmasında istinad duvarı, tüm yatay ve düşey elemanlarıyla birlikte ve gövde bütünlüğü büyük ölçüde korunarak, duvar tabanının altında oluşan bir kayma yüzeyi boyunca duvarın alt kısmının öne doğru kaymak ve duvarın topuk bölgesinde zeminde bir kabarma oluşmak suretiyle göçme durumuna geçmektedir.



Şekil-11a: Göçme bölgesi genel görünümü



Şekil-11b: Göçme bölgesi genel görünümü

2. Toptan göçme genellikle istinad duvarının oturduğu taban zemininin duvar yükleri altında yeterli stabiliteyi sağlayamamasından kaynaklanan bir göçme türüdür. Bu durum istinad duvarı açısından bir "dış stabilite" yetersizliğidir. Taban zemininin bu zafiyeti duvar inşaatını takiben kısa süre içinde kendini gösterebildiği gibi, özellikle kohezyonlu (killi) zeminlerde yüklemenin (duvar inşaatının) gerçekleşmesinden uzun yıllar sonra da yavaş yavaş ortaya çıkabilmektedir. Uzun süre yük altında kalan kohezyonlu zeminlerde bu yükün etkisiyle zemin danelerinin etrafını saran boşluk suyu yavaş yavaş drene olmakta, ortamdan uzaklaşan suyun yarattığı boşluğu zemin kendi içinde sıkışmak suretiyle doldurmaktadır. Bu durum zemin yüzeyine genellikle "oturma çatlakları" olarak yansımaktadır. Drenajlı duruma geçen kohezyonlu zeminde kayma mukavemetinin etkin parametresi olan "kohezyon" değeri 5 – 15 kPa gibi çok düşük değerlere kadar azalabilmekte, buna mukabil zemin danelerinin birbirine yaklaşmasının bir sonucu olarak "içsel sürtünme açısı" yükselmektedir. Zemin parametrelerindeki bu değişimin ancak zeminde gözle görülür mertebede bir deformasyon oluşmasıyla gerçekleşebileceği dikkate alınması gereken önemli bir husustur. Bu deformasyon drenajlı duruma geçen zemine oturan yapılarda stabilite kaybına yol açabilmektedir.
3. Toptan göçmenin sebebinin taban zeminine gerek duvar gövdesi içinden sızarak, gerekse duvarın ön tarafında meydana gelen yağışlarla doğrudan girerek ulaşan suların duvarın oturduğu zemini zaman içinde yumuşatması ve yumuşayan zeminde meydana gelen stabilite kaybı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca yukarıda açıklanan "drenajlı duruma geçiş" mekanizmasının da bu göçmede etkili olduğu söylenebilir. Çöken duvarın ön tarafında arazi topoğrafyasının alçalmasının, taban zeminindeki suyun kısa yoldan drene olabilmesine sebep olduğu ve bu durumun göçmenin sebeplerinden biri olduğu düşünülmektedir.
4. Göçen bölgede otoyol inşaatının 2012 yılında, yani göçme olmadan 9 yıl önce tamamlandığı ifade edilmektedir. Yani yol 9 yıl boyunca ağır vasıtalar da dahil olmak üzere trafik yüklerini ve yatay toprak itkilerini taşıyabilmiştir. Bu kadar uzun bir süre sonra "toptan göçme" şeklinde bir mekanizmayla göçmenin meydana gelmiş olması, yukarıda bahsedilen "drenajlı duruma geçiş" ve taban zeminine zaman içinde sızan suların zemini yumuşatarak stabilite kaybı meydana getirmesi tezini doğrular niteliktedir.
5. Donatılı zemin türü istinad duvarlarında "dış stabilite" yetersizliğinin dışında ayrıca "iç stabilite yetersizliği" de göçmeye neden olan unsurlar arasındadır. İç stabilite yetersizliği "zemin donatısının kopması (kesit yetersizliği)", "zemin donatısının zemin içinden sıyrılması (aderans yetersizliği) ve "donatı-panel bağlantı elemanı kopması (bağlantı yetersizliği)" olarak kendini göstermektedir. Rapor konusu istinad duvarında, yukarıda açıklanan "toptan göçme türü dış stabilite yetersizliği"ne ilave olarak bu iç stabilite yetersizliklerinden herhangi birinin bulunup bulunmadığının belirlenebilmesi için duvarın geoteknik/statik projelerinin ve hesap raporunun incelenmesi

gerekmektedir. Bu belgeler olmadan iç stabilite yetersizliğine dair bir yorum yapmak doğru olmayacaktır.

6. Basında yer alan ve göçen bölgeyi karşıdan gösteren havadan çekilmiş fotoğraflar incelendiğinde, duvarın karşıdan bakıldığında sağ tarafının (güney tarafı, Düzce istikameti) göçme sonrasında gövde bütünlüğünün büyük ölçüde korunduğu, sol tarafının ise tamamen dağıldığı ve sağ tarafa göre daha uzak mesafeye ulaşan bir kayma hareketi yaptığı (öne doğru daha fazla deplase olduğu) gözükmemektedir (Şekil-12). Bu durumun, sol tarafın önünde aşağıya doğru batı yönüne doğru uzanan bir su yolu bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Resimde kırmızı çerçeve içinde kesikli çizgiyle yaklaşık olarak gösterilmiş olan bu su yolu duvar inşa edildiği sırada mevcut olabileceği gibi duvar inşaatından sonra meydana gelen yağışlarla da oluşmuş olabilir. Duvarın göçmeye önce buradan başladığı, sağ tarafın daha sonra göçtüğü tahmin edilmektedir.

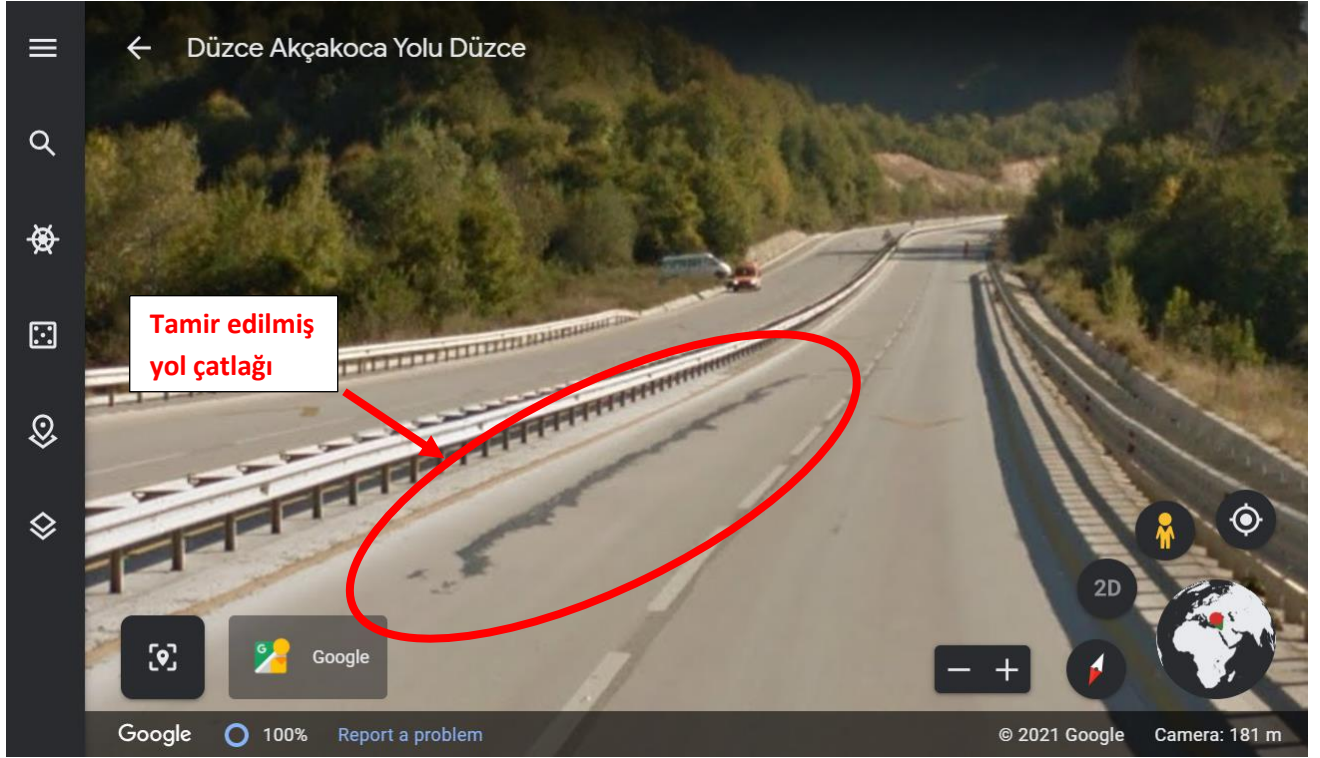


Şekil-12: Göçen bölgenin karşıdan görünümü ve duvar önündeki su yolu

7. Duvarın ön tarafında arazi kotlarının giderek alçalması standart bir durum olmayıp bunu yaratabileceği olumsuzluklara karşı proje aşamasında tedbirler alınmalı ve tedbirler uygulama sırasında hayata geçirilmelidir. Ancak duvarın ön tarafında oluşmuş olan su yolu duvarın tasarımı yapılırken sahadaki topoğrafyanın dikkate alınmadığı izlenimini uyandırmaktadır.
8. Göçmenin meydana geldiği bölgenin Google Earth programından alınan Eylül 2020 tarihli hava fotoğrafında, tam göçmenin meydana geldiği yerde yaklaşık 45 m uzunluğunda siyah renkli bir leke bulunduğu görülmektedir. Bu durum yolun bu bölgesinde daha önce bir çatlak meydana geldiğini ve onarım yapıldığı izlenimini uyandırmaktadır (Şekil-13). Aynı bölgede Google Earth programında sokak görünümüne geçildiğinde ise mastik türü bir malzemeyle yapıldığı tahmin edilen bu tamirin izleri net olarak görülebilmektedir (Şekil-14). Bu durum, yolda göçme meydana gelebileceğinin işaretinin daha önce ortaya çıktığı anlamına gelmektedir.



Şekil-13: Göçen bölgenin Eylül 2020 tarihli hava fotoğrafında gözüken siyah leke (Kaynak: Google Earth)



Şekil-14: Göçen bölgede tamir edilmiş olan yol çatlağı (Kaynak: Google Earth)

3. DETAYLI İNCELEME İÇİN YAPILMASI GEREKENLER

Rapor konusu yol göçmesinin nedenlerinin daha kesin bilgilere dayandırılarak belirlenebilmesi için, yeterli sayı ve derinlikte sondajlar, jeofizik sismik kırılma, sismik yansıma ve elektrik rezistivite deneyleri, sondaj kuyuları içinde yeterli sayıda Presiyometre deneyleri ve sondajlardan ve donatılı dolgu zemininden alınacak numuneler üzerinde zemin cinsine uygun laboratuvar deneylerini içeren detaylı bir zemin etüdü çalışması yapılmalıdır. Ayrıca toprakarme istinad duvarı geoteknik/statik projeleri ve hesap raporu da incelenmelidir. İlave olarak sahada hareketin devam edip etmediğinin hassas olarak belirlenebilmesi için sondaj kuyularının inklinometre kuyusuna dönüştürülmesi ve periyodik olarak inklinometre ile yatay deplasman ölçümleri yapılması da gerekli görülmektedir.

Bu çalışmaların tamamlanmasının ardından rapor konusu toprakarme istinad duvarı ve üzerindeki karayolunun göçme sebepleri daha gerçekçi olarak belirlenebilecek ve detaylı incelemelerin sonunda hazırlanacak nihai değerlendirme raporu benzer koşullarda inşa edilmiş olan diğer duvarların mevcut durumlarının değerlendirilmesine de ışık tutacaktır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Düzce –Akçakoca yolunun Çiçekpınar mevkiinde 27 Mart 2021 tarihinde meydana gelen göçme ile ilgili olarak 29 Mart 2021 tarihinde yapılan saha incelemesinin sonuçlarıyla bundan sonra yapılması gereken çalışmalarla ilgili öneriler aşağıda sunulmuştur:

- Yolun göçen bölgesinin kuzeye ve güneye doğru yükselen arazi topoğrafyasının en alçak kotunda yer aldığı, ayrıca göçen bölgeden batıya ve doğru da arazi kotlarının daha da alçaldığı tespit edilmiştir. Bölgenin genel topoğrafyası dikkate alındığında göçen bölge, kuzey-güney doğrultusunda uzanan iki vadinin arasındaki sırtı oluşturan tepelerden iki tanesinin ortasındaki en alçak kotta bulunmaktadır.
- Toprakarme istinad duvarında 45 mm genişliğinde ve yaklaşık 5 mm kalınlığında galvanizli çelik şerit donatıların, yaklaşık 17 cm kalınlığındaki altıgen şekilli prekast betonarme cephe elemanlarına yatayda 105 cm, düşeyde 75 cm arayla bağlandığı görülmüştür.
- Donatı şeritlerini çevreleyen dolgu tabakasının büyük ölçüde orta – iri çakıllar içeren granüler yapıda olduğu görülmüş, ancak numune alma imkanı bulunamamıştır. Dolgunun sıkışma oranı hakkında da sadece görsel inceleme ile sağlıklı bir yorum yapılması söz konusu değildir. Göçme sonrası oluşan yığının içinden alınmış olan dolgu malzemesi numunelerinde ise kil oranının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum duvar imalatında kullanılmış olan dolgu malzemesi granülometrisinin homojen olmadığı ve bölümden bölüme değiştiği izlenimini vermektedir.
- Göçen bölgenin güney tarafında ayakta kalan toprakarme duvar prekast cephe elemanlarının bazılarında çatlaklar bulunduğu tespit edilmiştir.
- Toptan göçmenin sebebinin taban zeminine gerek duvar gövdesi içinden sızarak, gerekse duvarın ön tarafında meydana gelen yağışlarla doğrudan girerek ulaşan suların duvarın oturduğu zemini zaman içinde yumuşatması ve yumuşayan zeminde meydana gelen stabilite kaybı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca çöken duvarın ön tarafında arazi topoğrafyasının alçalmasının, taban zeminindeki suyun kısa yoldan drene olabilmesine sebep olduğu ve bu durumun göçmenin sebeplerinden biri olduğu düşünülmektedir.
- Duvarın ön tarafında arazi kotlarının giderek alçalması standart bir durum olmayıp bunu yaratabileceği olumsuzluklara karşı proje aşamasında tedbirler alınmalı ve tedbirler uygulama sırasında hayata geçirilmelidir. Ancak duvarın ön tarafında oluşmuş olan su yolu duvarın tasarımı yapılırken sahadaki topoğrafyanın dikkate alınmadığı izlenimini uyandırmaktadır.
- Göçmenin meydana geldiği alanın Eylül 2020 tarihli Google Earth sokak görünümünde mastik türü bir malzemeyle bir çatlak tamiri yapıldığı görülmektedir. Bu durum, yolda göçme meydana gelebileceğinin işaretinin daha önce ortaya çıktığı anlamına gelmektedir.
- Rapor konusu yol göçmesinin nedenlerinin daha kesin bilgilere dayandırılarak belirlenebilmesi için yukarıda Madde 3'te belirtilen detaylı araştırma ve

inceleme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu alışmalar aynı karayolunun farklı bölgelerinde benzer koşullarda inşa edilmiş olan diğerk duvarların mevcut durumlarının değerlendirilmesine de ışık tutacak ve benzer göçmeler yaşanmadan gerekli tedbirlerin zamanında alınabilmesine imkan sağlayacaktır.

TMMOB İNşAAT MÜHENDİSLERİ ODASI SAKARYA şUBESİ

TMMOB İNşAAT MÜHENDİSLERİ ODASI GEOTEKNİK UZMANLIK KURULU

TMMOB İNşAAT MÜHENDİSLERİ ODASI ULAřTIRMA UZMANLIK KURULU