



Rize Batıpark Soil Improvement and Strengthening

Talip ÇAKMAK¹, Zafer KURT², Yasin YILDIRIM^{3*}, Fatif DENİZCİ⁴

^{1,2,4}Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Rize, Türkiye.

³İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Turkey

*yasin19yildirim@gmail.com

Keywords;

Soil Mechanics,
Soil improvement
and
reinforcement, Rize
Park

Abstract

The aim of the civil engineer is to design and build functional structures by ensuring ground safety economic conditions. Field and design conditions are important in applications. Ground conditions are important during and after construction of the building. The options that can be applied include improvement and strengthening of the ground. The first study to be carried out by the civil engineer on problematic soils reaches the design criteria prescribed by different methods. While doing this, the superstructure must be reliable, functional and economical. Ground improvement can be defined as the improvement of certain properties of soils by using different physical, chemical or biological methods for the intended application. Terms such as reclamation, stabilization and modification are also used instead of improving soils. Correction of the existing ground or relocation of the project is not very costly and logical. In addition, the option of soil improvement and strengthening emerges as the most logical and suitable solution, since it is costly to deliver the building loads to very deep solid grounds with the deep foundation application which is a traditional solution method. Although the importance given to soil improvement and strengthening has increased due to rapid urbanization the rapid reduction of suitable residential areas, high land costs, protecting the security of neighboring and construction on soils that have poor bearing capacity or problematic in terms of settlement, especially due to the difficulty of living in large cities and industrial areas and high costs has made it compulsory. The aim here is to increase the bearing capacity of weak soils to reduce the permeability and to accelerate the consolidation by reducing the working of the ground as a whole and the settlement of the ground. Preloading and Bored pile applications have been made in the West park area built by the sea in Rize Fener Mahallesi. Here, the infrastructure of the park which was built on the sea, filled with large filling materials and corrected with thinner filling materials and preloaded for a period of time (3-5 months). Afterwards, Bored pile application is applied as reinforcement to the ground and the ground here is improved and strengthened. The purpose of this study is to determine the methods used in the improvement and strengthening of the western park floor and to know the precautions for the ground and the western park from the damages that may arise in the future.

Rize Batıpark Zemin İyileştirilmesi ve Güçlendirilmesi

Anahtar

Kelimeler:

*Zemin Mekaniği,
Zemin iyileştirme
ve Güçlendirme,
Batı Park*

Özet

İnşaat Mühendisinin amacı ekonomik koşullarda zemin güvenliğini sağlayarak fonksiyonel yapılar tasarlamak ve inşa etmektir. Uygulamalarda saha ve tasarım koşulları önemli yer tutmaktadır. Zemin koşulları yapının yapılmasında ve sonrasında önem arz etmektedir. Uygulanabilecek seçenekler arasında zeminin iyileştirilmesi ve güçlendirilmesi yer almaktadır. Sorunlu zeminlerde inşaat mühendisinin yapacağı ilk çalışma, farklı yöntemler ile öngörülen tasarım kriterleri ulaşmaktadır. Bunu yaparken üst yapının güvenilir, fonksiyonel ve ekonomik olması gerekir. Zemin iyileştirilmesi, zeminlerin belirli özelliklerinin amaçlanan uygulamaya yönelik olarak, değişik fiziksel, kimyasal veya biyolojik yöntemler kullanılarak iyileştirilmesi olarak tarif edilebilir. Zeminlerin iyileştirilmesi yerine ıslah, stabilizasyon ve modifikasyonu gibi terimler de kullanılmaktadır. Mevcut zemin düzeltilmesi veya proje yerinin değiştirilmesi oldukça maliyetli ve mantıklı olmamaktadır. Bunun yanında geleneksel bir çözüm yöntemi olan derin temel uygulaması ile yapı yüklerinin çok derin sağlam zeminlere ulaştırılmasında maliyetli olduğundan zemin iyileştirilmesi ve güçlendirilme seçeneği en mantıklı ve uygun çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Hızlı kentleşmeden dolayı zemin iyileştirme ve güçlendirmeye verilen önem artmış olmakla beraber uygun yerleşim alanlarının hızla azalması, yüksek arsa maliyetleri, komşu yapıların güvenliğini koruma ve özellikle büyük kent ve sanayi bölgelerinde yaşayan arasa sıkıntısı ve yüksek maliyetler nedeniyle taşıma gücü zayıf veya oturma yönünden sorunlu zeminlerde inşaat yapılması zorunlu hale getirmiştir. Burada ki amaç zayıf zeminlerin taşıma kapasitesini arttırarak, geçirimsizliği azaltmak ve zeminin bir bütün olarak çalışmasını ve zemindeki oturmayı azaltarak ve konsolidasyonu hızlandırmak. Rize Fener Mahallesi deniz kenarında yapılmakta olan Batı park alanında ön yüklem ve Fore kazık uygulamaları yapılmıştır. Burada deniz üzerine kurulmuş olan parkın alt yapısı büyük dolgu malzemeleri ile doldurulup sonrasında daha ince dolgu malzemeleri ile düzeltilmiş ve bir süre (3-5 ay) ön yüklem yapılmıştır. Sonrasında zemine takviye olarak Fore kazık uygulaması yapılarak buradaki zemin iyileştirilmesi ve güçlendirilmesi yapılmış olmaktadır. Bu çalışmadaki amaç Batı park zeminin iyileştirilmesi ve güçlendirilmesinde kullanılan yöntemlerin neler olduğunun belirlenmesi ve ileri de doğabilecek zararlardan zemini ve Batı parkın korunmasına yönelik tedbirlerin bilinmesidir.

1 GİRİŞ

Şehirlerin kalabalık nüfuslara ulaşması, yeni yapılaşma alanlara olan ihtiyaç için yapıların iç içe olması nedeni ile yeni yerler keşfetme, genişleme anlamında hayatımızda önemli rol oynamıştır. Bulduğumuz konum olan Doğu Karadeniz Bölgesi olarak dağlık alanların çok olması, heyelanlar ve dere yataklarında kurulan evlerden dolayı derelerin taşmasından kaynaklı problemler ile çok karşılaşmaktayız. Bu bölgede yapılacak olan yapıların daha güçlü ve sağlam olması için yapılması gereken ilk aşama zemin iyileştirmesi olduğunun bilinmesidir. Bundan dolayı zeminin yetersiz olduğu yerlerde zeminin ne şekillerde güçlendirilmesi gerektiğinin bilinmesi, öğrenilmesi ve sunulması düşünülmektedir.

Geçmiş yıllara kadar yapılan zemin iyileştirme yöntemleri kullanıldığı görülmektedir. Önceden yapılacak olan inşaatı başlayacak olan zeminin belirlenmesi sonucunda zemin hattı belirlenirdi. Sonrasında ise zemin iyice sıkılaştırılması ve bastırılması için belirli zaman beklenir veya zemin üzerine ekstra yük yüklenip zamana bırakılarak işlemler yapılırdı. Tabii bu işlemler sonucunda yapının inşası için uzun zamanlar beklenmek zorunda kalınırdı ve yapının tamamlanması da bunu istinaden uzamaktaydı. Bu şekilde zemin iyileştirme ve güçlendirme yapılmaya bile önemli olan zeminin bu oturmadan sonra bile halen oturma işleminin devam etme durumu göz önünde bulunmaktadır. Bununla beraber zeminlerde toprak kaymaları, yapılan karayollarında toprakarme altındaki kalitesiz kullanımdan dolayı polimer şeritlerin kopup blok kütlelerin birbirlerinden ayrılması gözlenmiştir.

Rize salarha bölgesinde otoyol yapımında toprakarme inşaatı ile beraber polimer şerit ile güçlendirme işlemi yapılmıştır. Buradaki amaç toprakarme yapının dış bölgesinde bulunan beton kitleler ile zeminin bir çalışmasını sağlamak ve zeminde yapılan sıkılaştırma sonucu tabakalaşmayı ortadan kaldırarak bir bütün olarak sistemin çalışmasını sağlamaktır. Bu şekilde otoyolda zemin güçlendirilmesi yapılmakta ve kullanılan polimer şeritler ile yapının ömrünü uzatılmaktadır. Geçmiş yıllarda yapılan RTEÜ Fener Yerleşkesindeki kız yurdu yapımında da zeminde Fore kazık uygulaması kullanılmıştı. Fore kazık kullanılmasının nedeni yapının bulunduğu yerin eski dere yatağı, alt tabakasının dere taşlarından ve balçıktan olması dolayısıyla dolaylı zeminin güçlendirilmesi ve yapının ileride zarar görmemesi için yapılmış bir uygulamadır. Rize Fener Mahallesi deniz kenarında yapılmakta olan Batı park alanında ön yükleme ve fore kazık uygulamaları yapılmıştır.



Şekil 1. Zemin İyileştirmek İçin Yapılan Bir Çalışma

Yapılarda ilke olarak zemin etütleri yapılarak zeminin raporu ve geoteknik raporu oluşturulur. Bu çalışmalar doğrultusunda yapının zemin koşulları belirlenerek mimari proje sonrası yapı üzerinde temel sistemi, statik projesi ve yapının çalışmaları gerçekleştirilir. Birçok zemin iyileştirme yöntemleri geliştirilerek yapı zeminleri güçlendirilir. Bu yöntemlerin birçoğu

insanlık tarihi kadar eski olmaktadır. Dolgu yapılması, fore kazık, jetgrout çimento, taş kolon, ahşap kazı, ön yükleme gibi yöntemler bulunmaktadır. Yapı yapılacak alanda ön etütler yapılarak yapının projelendirilmesi ve hangi zemine uygunluğuna bakılarak yöntem belirlenir.

2 ZEMİN İYİLEŞTİRMESİ VE GÜÇLENDİRİLME YÖNTEMLERİ

Mühendislik özelliklerinin herhangi bir yapı için yeterli olmadığı durumlarda zemin iyileştirilmesi ve güçlendirilmesi yapı için öncelik oluşturmaktadır. Bu süreçler takip durumunda yapım kalite kontrolü ve performans ölçümleri, proje iyileştirme ve boyutları yapı maliyetleri ile zeminin cinsine ve kullanılacak malzemelere göre hedeflenerek uygulama yapılmasıdır.

2.1. Zemin Güçlendirme

2.1.1. Taş Kolon

Her türlü zeminde uygulanmaktadır. Zemin içinde çeşitli yöntemlerle istenilen derinliğe kadar kuyu açılır sonra kuyu tabanından itibaren kademeler halinde granül malzeme yerleştirilir, sıkıştırılır ve rijit kolonlar oluşturulur. Bu uygulama yapılırken taş malzemenin sıkıştırılma durumu önem teşkil etmektedir. Yapımda önemli olan unsur sıkılaştırmanın kademeli olarak işlenmesidir (Şekil 2).

2.1.2. Derin Karışımlar

Zeminin çimentolu kireçli maddeler kullanılarak yerinde karıştırılmasıdır. Özel karıştırma aletleri kullanılarak, yumuşak killi zeminlerin yerinde kireç veya çimento şerbeti ile karışlaştırması sonucu rijit kolonlar oluşturulur. Çimento, uçucu kül, yüksek fırın cürufu, kireç, çeşitli katkıları veya bunların komisyonları bağlayıcı madde



Şekil 2. Taş Kolon Uygulama Gösterimleri (Doğan, 2014)



Şekil 3. Fore Kazık Donatısı ve Uygulaması (Özdemir, 2021)

olarak kullanılmaktadır. Uygulama derinliği yaklaşık 30m olan gevşek kumlar ve yumuşak killi zeminlerde uygulanır (Şekil 3).

Yöntemde ucunda palet bulunan içi boş özel bulgular kullanılır. Uygulama alanları;

- ✓ Kazı çubuklarının desteklenmesi
- ✓ Geçirimsizlik perdeleri
- ✓ Rıhtım yapıları
- ✓ Tünel zeminin desteklenmesi
- ✓ Temel takviyesi
- ✓ Sıvılaşmanın önlenmesi

Fore kazık uygulaması Rize Merkez'inde eski adıyla deniz caddesinde ve RTEÜ Fener yerleşkesi yurt yapımında zemin iyileştirme ve güçlendirme olarak kullanılmaktadır.

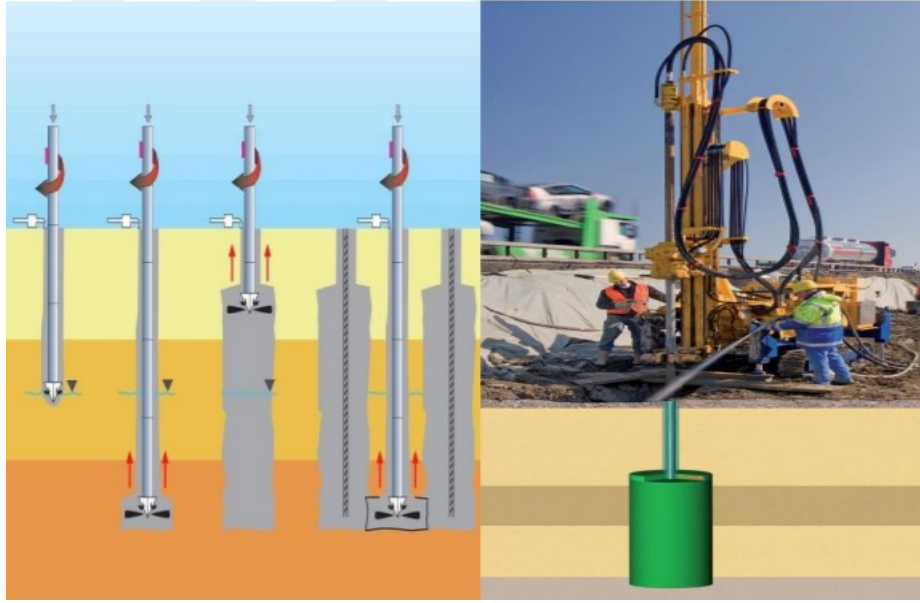
2.1.3. Jet Grout

Kazığa benzeyen bu kolonlar yüksek basınç altında çok küçük kuyulardan çimento şerbeti pompalanarak zemini kesik içerisinde silindirik bir kolon oluşturmaktadır. Oluşan bu kolonlar birbirleriyle birleşim sağladıklarında ise sızdırmaz bir perde kolon görevi görmektedir(Şekil 4).

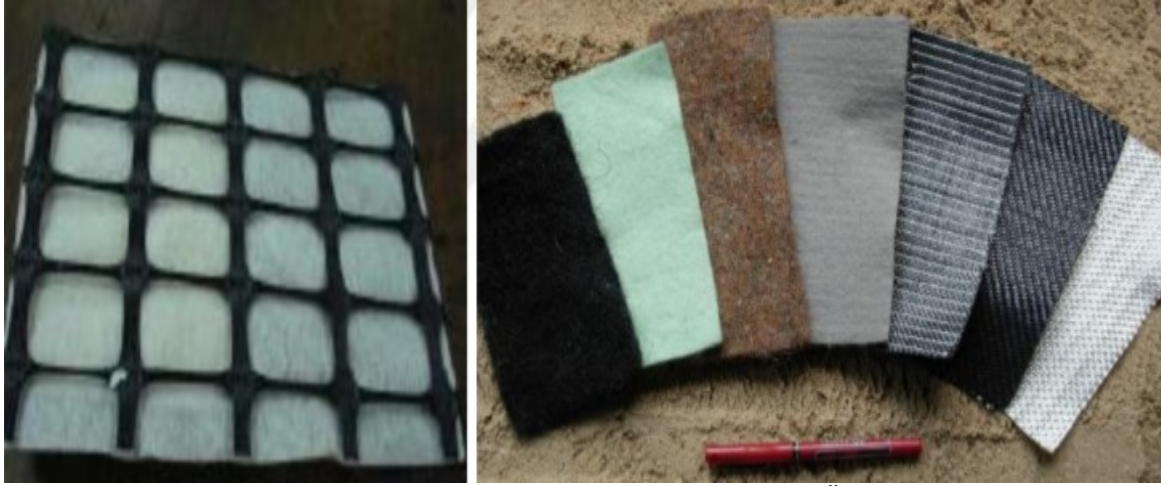
Jet Grout yönetim geniş alanlarda kullanılmakta olup sınırsız tasarım özgürlüğü vermekle beraber istenilen çap ve boyutlarda da yapılmaktadır. Bu yüzden rahat takip edilme ile beraber kolaylık sağlamaktadır.

Jet Grout yönteminin avantajları ise;

-İstenilen ebat ve parametrelerle oluşturulabilirler.



Şekil 4. Jet Grout Oluşum Şeması (Karahan, 2016)



Şekil 5. Güçlendirmede Kullanılan Geogrid ve Geotekstil Ürünler (Kaba, 2017)

- Küçük çaplı delgi ile başlanıp büyük çaplı delgilere kadar ulaşılmaktadır.(10cm'den 300 cm'ye kadar)
- Çevresel kirlilik ve düzensizlik olmaz. Bunun nedeni ise çimento ve su karışımıdır.
- Her türlü zemin de uygulanabilirler.
- Küçük ekipmanlar ile uygulama yapılabilir ve işlem sırasındaki zayi olacak hafriyat hesaplanarak önceden tespit edilir.

2.1.4. Donatılı Zeminler (Polimer Şeritli)

Polimer şerit kullanımı yapılırken önemli hususlardan biri olan geogrid malzemeler olmaktadır. Bunlar zeminde güç dayanımını arttırmakla beraber zeminin bir bütün olarak çalışmasına katkı sağlamaktadır.

Geogrid malzeme; yüksek çekme ve düşük sünme özelliğine sahip olan dikdörtgen veya kare şeklinde boşluklardan oluşan malzemelerdir (Şekil 5). Güçlendirme amaçlı geogrid kullanımı,

Rize İli Salarha mevkiisi tünel çıkışında polimer şerit zemin güçlendirme uygulaması yapılmaktadır (Şekil 6).

2.1.5. Zemin Ankrajları

Ankraj, zemin içerisine açılmış olan belirli kalınlıktaki deliklerin içerisinde belli dayanımlara sahip, yüksek dayanımlı çelikten hasırların geçirilmesiyle beton enjeksiyonu birleştirilme işlemidir (Şekil 7).

2.1.6. Zemin Çivileri

Kazı kenarları, şevlerin stabilizasyonların da ve istinat duvarları gibi bölgelerde uygulanmaktadır. Bu işleme yapılırken delme işlemi yapılır, donatı yerleştirilip sonrasında basınçsız bir şekilde çimento şerbetiyle ile doldurma yapılır (Şekil 8).

Bu işlem sırasında dikkat edilmesi gereken durum zemin de çökmelerin oluşmaması, dolgu tabakasının kademeli olarak yapılmaması ve işlem sonrasında belirli süre beklenmemesi durumunda yapılan zemin çivileme işleminde zemin de bozukluklar oluşmaktadır (Şekil 9).



Şekil 6. Polimer Şerit Donatısı Ve Uygulaması (Salarha-2021)



Şekil 7. Zemin Ankrajları Uygulama Gösterimi (Yünkül, 2019)

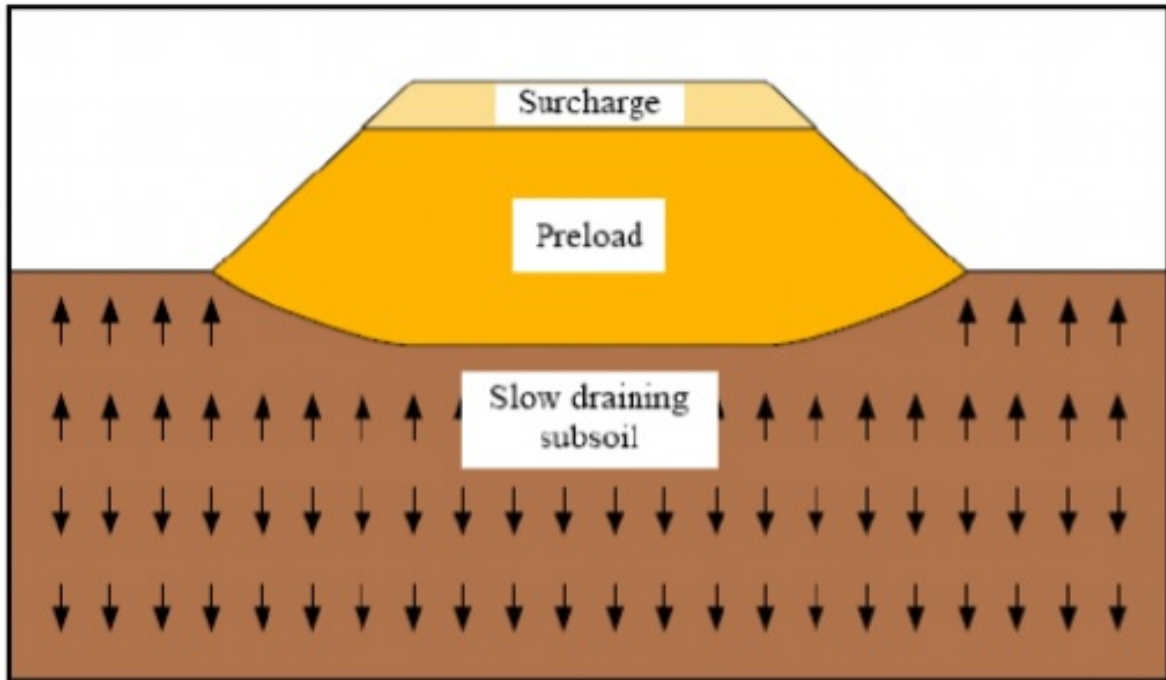
2.2. Zemin İyileştirme



Şekil 9. Zemin Çivisi Donatısı ve Uygulaması (Şahin,2019)

2.2.2. Kompaksiyon Enjeksiyonu

Zemin deplase edilerek yüzey altına inilerek orada oluşturulan kütlece büyük malzemenin etrafındaki malzemeyi sıkıştırarak zeminde sıkılaştırmayı sağlamasıyla beraber zeminin sıkılaştırma ve güçlendirme işlemi gerçekleşir. İşlem kademeli olarak zemin yüzeyine doğru sürdürülür (Şekil 12).



Şekil 10. Zemin Ön Yükleme Uygulama Gösterimi (Zemin İyileştirme Yöntemleri 1., n.d.)



Şekil 11. Derin Kompaksiyon Uygulama Gösterimi (Zemin İyileştirme Yöntemleri 1., n.d.)

3. BATI PARK ALT YAPI

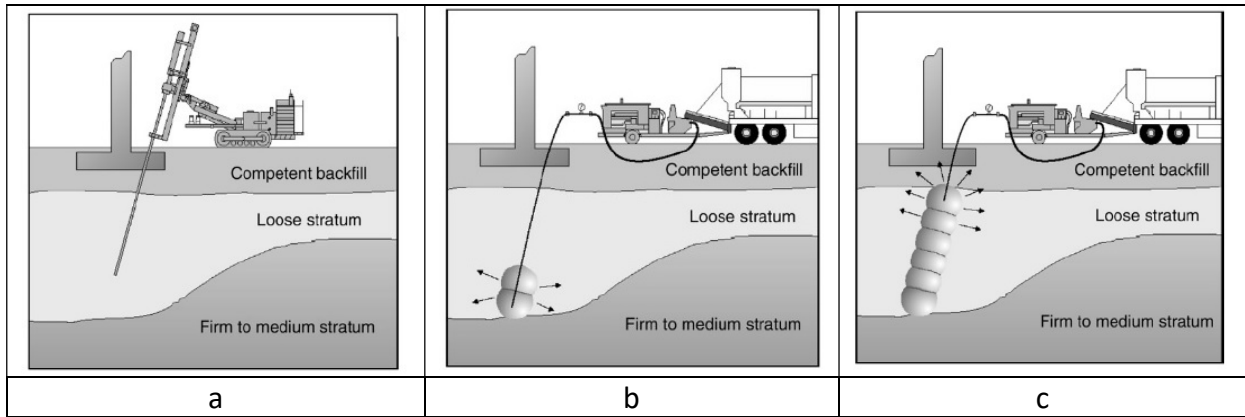
Batı Park alanı Rize İli Fener Mahallesi sahil kısmın da yapılan çevresel farkındalık ve insanların zamanlarını geçirebileceği güzel doğal bir ortam için yapılmış bir alan olarak ortaya koyulmuştur(Şekil 13)(Şekil 14). Önyükleme ve fore kazık uygulamaları; 20 dönüm üzerinde bir alan içerisinde yapılmaktadır. Bu alanda;

2 dönüm üzerinde çocuk oyun parkları,

5 dönümde sosyal tesis,

13 dönüm sert ve yeşil alan, olarak bulunmaktadır.

Sert zeminlerde 20cm kalınlığında C30 betonu, Çocuk oyun parklarında 15 cm C25 betonu kullanılmıştır.



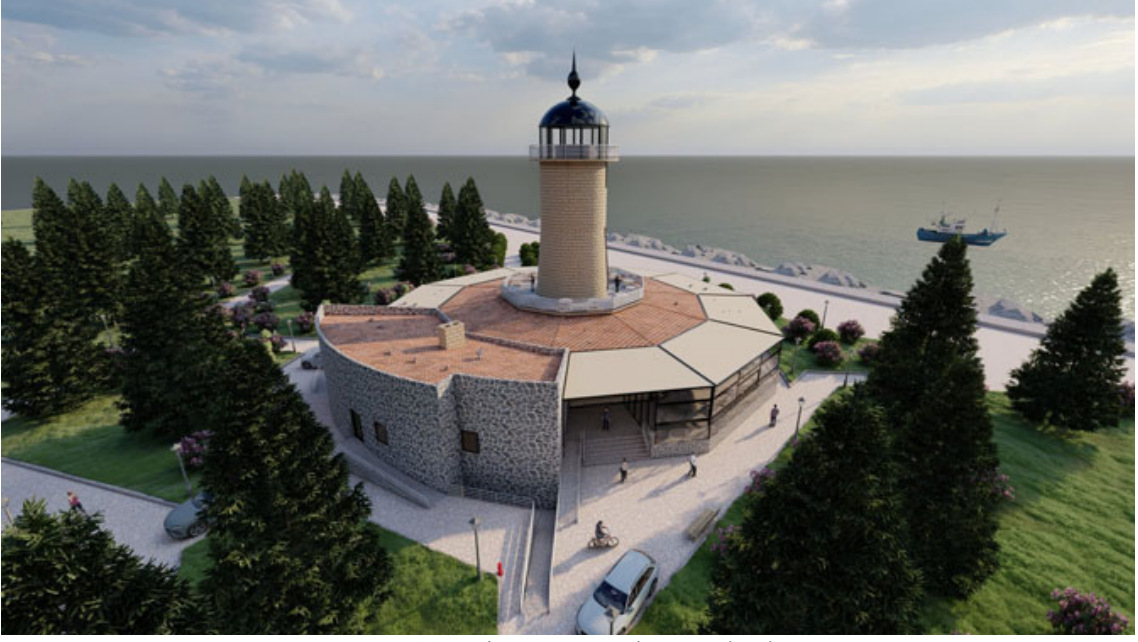
Şekil 12. Kompaksiyon Enjeksiyon Uygulama Gösterimleri (Zemin İyileştirme Yöntemleri 1., n.d.)



Şekil 13. Rize Batı Park Genel Alan

3.2.1. Önyükleme Metodu

Belli derinlikteki su içeren yapı zemininin inşası öncesi zeminde büyük ölçekli oturmaları önlemek için yapılan bir yöntemdir(Şekil 10). Burada yük olarak en alt tabakada büyük kayalar sonra çakıl ve dolgu malzeme kullanılmaktadır. Yükleme sırasında sıkışmadan ötürü malzeme zemin içerisine yayılarak batar ve orada kalır. Ön yükleme sonucunda oluşan boşlukların azalması yükleme yapıldıktan sonra tamamlanmaktadır. Kohezyonlu zeminlerde sıkışma sonucunda suyun dışarıya yönelmesi durumu uzun zaman almakta olmaktadır. Bu nedenle sıkıştırma yöntemi ile konsolide olmuş kalın bir katman sıkıştırılmış su düşey dren yoluna geçmek zorunda kalır. Boşluk suyunun dışarıya atılması için uzun zaman beklemek gerekir ve kohezyonlu zemin ise bu durum daha fazla uzamaktadır. Bu durumda ağırlık ile sıkıştırılan zemin arasına amacına uygun olarak kum filtresi konulur. Drenaj olanağı sağlanarak zeminde zamana bağlı oturma durumu beklenir. Ön yükleme tabakalı siltler, yumuşak kil ve organik siltlerde uygulanır. Bu uygulama ile zeminin oturması iyileşir, taşıma kapasitesi artar ve kolonlu yapıların oturması azalır.



Şekil 14. Rize Batı Park Genel Alan



Şekil 15. Rize Batı Park Ön Yükleme Yapılan Alan

Rize Batı parkta uygulanan bu ön yükleme metodu sırasında zemine yükleme yapılarak zamana bağlı oturması beklendi ve zeminin iyileştirilmesi ve güçlendirilmesi gerçekleştirerek yapıda ileriye dönük sağlamlık öngörülmüştür(Şekil 15)(Şekil 16). Çünkü bazı oturmalar ileride üst yapıya zarar verecek ölçüde olabilmektedir. Bundan dolayı yapı yükünden daha fazla ilave edilerek zeminde gerilme artışlarıyla birlikte zamana bağlı olarak oturmalar izlenir. Zeminde oturma istenilen seviyeye geldiğinde zemin üzerindeki yük kaldırır ve yapı inşası başlayana kadar oturmuş olan zemin üzerinde daha fazla yük gelmeyeceğinden dolayı istenilen seviyeye gelmiş olur.

Ön yükleme yapılırken oturma süresini azaltmak için düşey kum drenaj kolonları veya yapay drenaj levhaları koyularak iyi sonuçlar almaktayız. Böylelikle su sadece düşey yönde değil yatay yönde de hareket ederek drenaj kanalları sayesinde alandan uzaklaştırılır(Şekil 17).



Şekil 16. Rize Batı Park Ön Yükleme Yapılan Alan



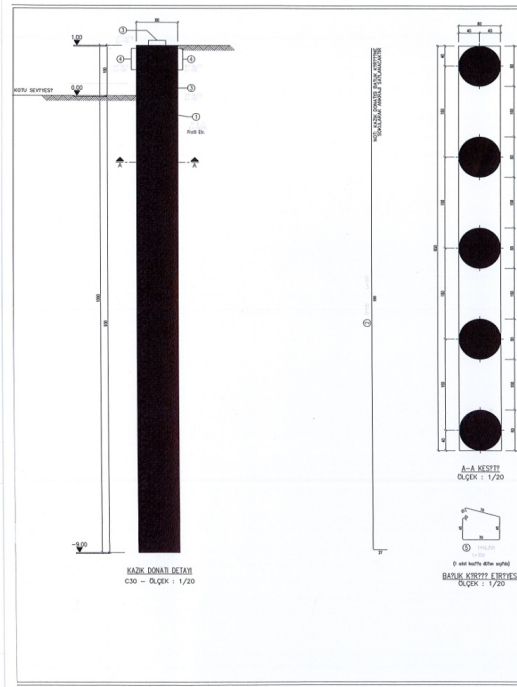
Şekil 17. Drenaj Levhası

Sonuç olarak zemin tabaksında konsolidasyon hızlanır. Oturmaların tamamlanması için geçen süre uzar fakat ekonomik yönden diğer metotlara göre daha uygun bir yöntemdir. Sıkışan zemin içerisindeki suyun drene olması sağlanarak organik olan veya olmayan killi zeminlerde ve PT bataklık zeminlerde başarıyla uygulanmaktadır. Statik yükleme altında oluşan ilave boşluk suyu basıncını zaman içerisinde sönmülmesini, dolayısıyla zeminin konsolidasyonunu hızlandırmak amacıyla zemin içerisine geçirgenliği daha yüksek düşey prefabrike drenlerin bir grid şeklinde yerleştirilmesi ve üzerine zeminin maruz kalacağı yükleme kadar veya bunun bir miktar fazlasının önceden yüklenmesi ile önyükleme sonucu

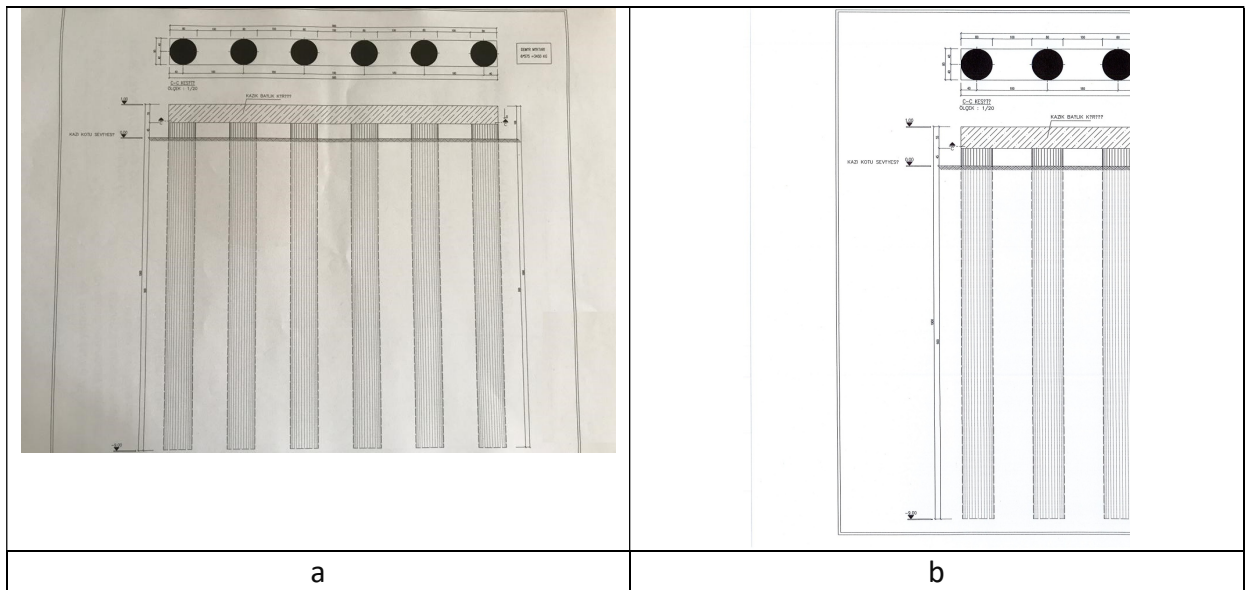
konsolidasyon süreci hızlandırılır. Bu şekilde killi zeminin drenaj boyu kısaltılarak zemin konsolidasyon sürecinin kısaltılması elde edilir.

3.2.2. Fore Kazık Yöntemi

Zeminde makine yardım ile dairesel bir şekilde açılıp içerisine demir donatı koyularak beton dökülme işlemidir. Bu şekilde yapılan düşey zemin elemanlarına fore kazık veya dökme betonarme kazık denir. En çok uygulanan zemin iyileştirme ve güçlendirme yöntemlerinden biridir. Fore kazık çapları 45-60-80-120 ve 150 cm den oluşmakta olup boyları 0-50 metre aralığında alana göre değişmektedir(Şekil 18). Bu uygulama kendini tutamayan zeminlerde, gevşek ve ince tabakalı zeminlerde uygulanmaktadır.



Şekil 18. Rize Batı Park Fore Kazık Detayı



Şekil 19. Rize Batı Park Fore Kazık Detayı

Rize Batı park projesindeki zemin yapısı deniz üzerine dolgu ile kendini tutamayan zeminde yapılmaktadır. Burada kullanılan fore kazıklar 20 adet, kazık donatı çapı 2 m, yüksekliği ise 20 m olmaktadır(Şekil 20). Buradaki amaç öncesinde de uygulanan ön yükleme ile sağlamlaştırılan kendini tutamayan zeminin güçlendirilip üst yapıyı en sağlıklı şekilde kurmaktır.

Batı parkında fore kazık uygulaması yapılırken faaliyet alanları da göz önünde bulundurulmuştur. Bunlar:

1- Zemin iyileştirme yöntemlerinde: Taşıma kapasitesi düşük olan zeminlerde donatısız şekilde plastik kazık şeklinde denenmektedir.

2- Derin temeller de: Bu uygulamada üst yapıda ki yükleri sağlam zemine veya kayaya iletmek için yapılan çalışmadır.

3- İksa sistemlerinde (Derin kazı) : Zeminde yapı çukuru oluştuğunda çökme, kayma, devrilme gibi durumlar oluşmaması ve sağlıklı bir çalışma ortaya koyulması için iksa amaçlı yapılan kazık uygulamasıdır.

Zemin uygulamasına başlanmadan önce, proje ye uygun ekipman ve makine seçimleri yapılır. Bu iş takibi yapılırken uzman kişilerden yardım alınmalı, iyi bir şekilde zemin etütleri yapılmış ve gerekirse sondaj çalışmaları ile tekrar yeniden değerlendirme yapılmalıdır. Çünkü aksi bir durum oluştuğunda iş süreci ve maddi olarak öngörülmeven durumlar ortaya çıkabilir.

Batı parkında yapılan fore kazık uygulamasında matkap ile düşey yönde olarak delgi işlemi yapılarak ve silindirik olarak hazırlanmış olan donatı aksamı kuyunun içerisine yerleştirilerek tremi boru yardımıyla beton dökümle işlemi yapıldı. Daha detaylı olarak işlemler göz ardı edilmeden sırasıyla yapılmaktadır(Şekil 20).

Burada önemli olan matkap secimidir. Kaya ve sert zeminlerde kullanılacak olan matkap ucu elmas olmalıdır. Aguerin yaprak araları dar ve açıları düşük olmasından dolayı yataya yakın hareket eder ve delgi sırasında maliyeti düşürerek işin süresinde de önemli etki sağlar. Fore kazık uygulaması yapılırken kuyular açılmadan önce demir donatılarının hazır olması gerekmektedir. Bunun nedeni ise acılan kuyuların çökmesi sonucunda tekrar kapanması ve işin baştan yapılması gerekir. Bundan dolayı iş kaybı ve maliyetlerin artmasına sebep olmaktadır.



Şekil 20. Fore Kazık Kuyu Acılımı (Fore Kazık Sistemleri, n.d.)



Şekil 21. Fore Kazık Donatı Hazırlama

Hava şartları göz önünde bulundurulmalıdır. Yağmurlu ve karlı havalarda hafriyat çıkışlarında sorun teşkil edip arazide yapılan işlemlerde ciddi sorunlara ve zaman kaybına yol açmaktadır.

Kazıklar silindirik şekilde hazırlanmış olup, düşeyde boy donatısı ve yatayda etriye demiri eklenerek yapılmıştır(Şekil 21). Ana gövdenin ayakta ve sağlam olabilmesi ekstra mukavemet kazanmasından dolayı donatıya "Z" demiri ve "Çember Donatısı" eklenmiştir.

Demir donatıları hazırlanırken dikkat edilen hususlar;

Donatı hazırlanırken düzgün ve kuru bir zemin veya platform üzerinde hazırlanmıştır. Çünkü çamurlaşmış demirler kendi aralarında derz oluşturarak oksikletme sonucu çürümeye maruz kalırlar. Hazırlanma işlemi, yapıldıktan sonra kazık kuyularına yerleştirme işlemleri yapılmaktadır. Donatının tahrip olmaması için düzenli ve dikkatli bir şekilde yerine yerleştirilir. Pas payı oluşturularak toprak ile aralardaki bağlantı kesilerek donatının zarar görmesi engellenir.

Beton dökme işlemi sırasında donatı hazırlanmış, fore kazık uygulanacak çukur açılmış, donatı yerleştirilmesi yapıldı ve bütün hazırlıklar biterek betonu bekletmeden dökülmesi gerçekleştirilir. Bu sırada önemli olan unsur mukavemeti sağlarken betona su ilavesi etmemektir. Burada buna dikkat edilerek beton mukavemeti korunmuştur. İşlemler bütün fore kazıklar için tekrar aynı şekilde yapılmıştır.

İşlemler sırasında ISG kurallarına uygun hareket edilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Zemin iyileştirme ve güçlendirme metotlarında görüldüğü gibi farklı zeminlerde farklı yapılar için farklı metotlar kullanılmıştır. Otoyol yapımında donatılı zemin(polimer şerit) yurt yapımında ve Rize Batı Park alanında fore kazık uygulaması, gevşek zeminlerin düzenlenmesinde derin kompaksiyon, toprak çökmesi oluşmaması için zemin çivileri, zemin ankrajları, jet Gout, taş kolon ve Rize Batı Park da ve bazı alanlarda ise ön yükleme yapılarak zeminlerde iyileştirme ve güçlendirme yapılmıştır.

Burada en etkili yöntem olarak hangi sorusu aklımıza gelmektedir. Buna verilecek cevap çok yönlü olmakla beraber zeminin yapısı ile değişmektedir. Fakat en etkili yöntem olarak günümüzde kullanılan jet Gout ve derin kazılar(Fore kazık) yaygın olarak kullanılmaktadır. Zeminlerde sert tabaka denilen(sert zemin) bulunana kadar



Şekil 22. Fore Kazık Donatısı

inilerek işlem yapılan zeminlerdir. Tabakanın bulunmasından sonra o tabaka(zemin) üzerine bu uygulamalar kolaylıkla yapılmaktadır fakat derinlik arttıkça maliyeti de göz önünde bulundurmanız gerekmektedir. Bununla beraber belirli gölgelerde sıklıkla olmasa bile belirli alanlarda diğer uygulamalarda aktif olarak görülmektedir.

Zemin iyileştirme metotları gerçek anlamda 20. yüzyılın bir mühendislik olayıdır. Dünyada ve ülkemizde sağlam zemin bölgelerinin giderek azalması ve yetersiz temel ortamının kullanım zorunluluğu, yerleşim ve kullanımın büyük boyutlarda artışı sonucu komşu yapılarının güvenliğini korumak amacıyla zemin iyileştirme tekniklerinin uygulaması önem arz etmektedir.

REFERANSLAR

Geoteknik Mühendisliği, İlker Ve Uygulamalar, Donald P. Coduto, Kasım 2006/Sayfa: 670-680

Zeminlerim Geoteknik ve Jeofizik Analizi, Nobel Yayın Dağıtım/ Sayfa:361-367

Zemin Mekaniği, Birsen Yayınevi, Güncel Baskı/ Sayfa: 167-178

Zemin İyileştirme Yöntemleri 1. (n.d.). Docplayer.Biz.Tr. Retrieved 19 August 2021, from <https://docplayer.biz.tr/10789181-Zemin-iyilestirme-yontemleri.html>

Zemin Güçlendirme ve İyileştirme Yöntemleri. (2019, August 19). Volkan Atabey - İnşaat Mühendisliği. <https://volkanatabey.com.tr/zemin-guclendirme-ve-iyilestirme-yontemleri/>

Zemin İyileştirme Yöntemleri | Fore Kazık, Mini Kazık, Jet Grout,Zemin İyileştirme, Ankraj,Zemin Çivisi. (n.d.-a). Webdesign: Mag-Net. Retrieved 19 August 2021, from <http://www.emirli.com.tr/zemin-iyilestirme-yontemleri.html>

Zemin İyileştirme Yöntemleri - Zemin Güçlendirme Nasıl Yapılır? Torem. (n.d.). Torem Zemin mühendislik. Retrieved 19 August 2021, from <https://www.toremzemin.com/zemin-iyilestirme-yontemleri-zemin-guclendirme-cesitleri-nelerdir/#zemin-iyilestirme-nedir>

Zemin İyileştirme Yöntemleri | Fore Kazık, Mini Kazık, Jet Grout,Zemin İyileştirme, Ankraj,Zemin Çivisi. (n.d.-b). Webdesign: Mag-Net. Retrieved 19 August 2021, from <http://www.emirli.com.tr/zemin-iyilestirme-yontemleri.html>

Fore Kazık Sistemleri. (n.d.). Torem Zemin mühendislik. Retrieved 19 August 2021, from <https://www.toremzemin.com/fore-kazik-nedir/#:%7E:text=Silindirik%20%2C%20s%C3%BCtun%20%2C%59Fekline%20benzen%20d%C3%BC%59Fey,yesinde%20d%C3%B6kme%20betonarme%20kaz%C4%B1k%20denir.>

Zemin İyileştirme Nedir? Teknikleri Nelerdir? (2021, January 13). INSAPEDIA. <https://insapedia.com/zemin-iyilestirme-nedir-teknikleri-nelerdir/>

DOĞAN, A., 2014. Çeper Basınç Koşullarının Eksenel Direnç Gelişimine Etkisinin Tekil Bir Taş Kolon İçin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 106s

ÖZDEMİR, İ. M. A. (2021, June 8). Yerinde Dökme Betonarme Kazık (Fore Kazık) İmalatı. İnşaat Blogu. <https://www.aykutozdemir.com.tr/insaat/yerinde-dokme-betonarme-kazik-fore-kazik-imalati.html>

KARAHAN, G.N., 2016. Kumlu Zeminlerde Tekil Jet Grout Kolon Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye, 215s

KABA, E., 2017. Heyelanlarda Stabilite Yöntemleri ve Geogrid Donatılı Duvar Kullanılarak Bir Heyelanın Stabilizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 129s

YÜNKÜL, K., 2019. Kohezyonsuz Zeminlere Gömülü Hücresel Yapı Elemanları ile Güçlendirilmiş Yatay Sığ Plaka Ankajların Çekme Davranışlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 249s

BİRER, A., 2019. Zemin Çivisi Tasarımını Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi ve Bir Vaka Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya Teknik Üniversitesi, Konya, Türkiye, 95s

ŞAHİN, G., 2019. Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Kazık, Zemin Çivisi, Ankraj Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, Türkiye, 75s

KÜÇÜKALİ, N., 2008. Demiryolu Altyapısının Jet Enjeksiyon Yöntemi ile İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 156s