

## JET GROUT UYGULAMALARINDA ORDU İLİ ÖRNEĞİ

"UMAS 2017'de sunulmuş ve genişletilmiş bildiridir."

Bilge KÖSE<sup>1</sup> Ahmet KÖSE<sup>2</sup> Burcu KÖSE KHIDIROV<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ordu Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, 52200, Ordu,  
TÜRKİYE

<sup>2</sup> Ordu Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, 52200, Ordu,  
TÜRKİYE

<sup>3</sup> Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fak., İç Mimarlık Böl., 34427, İstanbul,  
TÜRKİYE  
bilgeaydin@odu.edu.tr

**Özet-**Jet grout; su ve çimento karışımının sabit basınç altında, sabit çekme hızı ve sabit dönme hızı ile zemine çok amaçlı delgi makineleri vasıtasıyla enjekte edilmesi ile yapılan; uygulandığı zeminlerin kil, silt, kum, çakıl, alüvyal zemin gibi büyük farklılık gösterebilmesi, kullanılma alanlarının çeşitliliği, imalat hızı ve ekonomi gibi yönleri ile son zamanlarda oldukça öne çıkan bir zemin iyileştirme yöntemidir.

Jet 1, jet 2 ve jet 3 olarak farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilen jet grout (jet enjeksiyon) uygulamalarının son yıllarda Ordu İli Altınordu İlçesinde yapılan kamu binalarında, zemin emniyet gerilmesinin (emniyetli taşıma gücünün) düşük olduğu kum ve alüvyon türü zeminlerde gerçekleştirildiği bilinmektedir.

Bu bildiride Ordu İlinde gerçekleştirilen jet grout uygulamalarının Ordu Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası ve Ordu Büyükşehir Belediyesi Hizmet Binası üzerinde incelenmesi amaçlanmıştır; zeminde karşılaşılan güçlükler, zemin iyileştirme çalışmalarının mevcut dokümanlar ve şantiye deneyimleri üzerinden değerlendirilmesi sağlanmıştır. Jet grout yönteminin hızlı ve pratik bir zemin iyileştirme yöntemi olduğu bire-bir gözlenmiştir. Çalışmanın bölgede yapılan ilk uygulamaları ele alması sebebi ile benzer çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler-** Ordu, jet grout, zemin iyileştirme, zemin emniyet gerilmesi.

## JET GROUT APPLICATIONS IN ORDU EXAMPLE

**Abstract-**Jet grout; water, cement mixture is injected under constant pressure through a multi-purpose punching machine to the soil at a constant pulling speed and constant rotation speed; it is a soil improvement method which has been recently remarkable in terms of clay, silt, sand, gravel, alluvial soil, diversity of usage areas, production speed and economy.

It is known that jet grout applications, which can be carried out by different methods such as jet 1, jet 2, jet 3, have been carried out in sand and alluvial type soils in the public buildings built in the Ordu Province Altınordu District in recent years, where the soil safety tension is low.

In this declaration, it was aimed to examine the jet grout applications carried out in the Ordu province on Ordu University Medical Faculty Morphology Building and Ordu Metropolitan Municipality Service Building; the difficulties encountered on the soil, and the soil improvement works have been evaluated through existing documents and site experiences. It has been observed that the jet grout method is a quick, practical soil improvement method. It is thought that the work will give a light to similar work, because it deals with the first applications made in the region.

**Key Words-** Ordu, jet grout, soil improvement, soil safety tension.

## **1. GİRİŞ (INTRODUCTION)**

Yapılar, üzerine inşa edildikleri zeminle bütün olarak çalışır. Yapı-zemin etkileşimi düşünüldüğünde; inşa edilen yapının uzun ömürlü olabilmesi için öncelikle zeminin incelenmesi, zemin davranışının kavranması, gerekli ise zeminin kuvvetlendirilmesi; yapının zeminle uyumlu davranacak şekilde projelendirilmesi oldukça önemlidir.

Zeminin, yapıdan ve farklı etkilerden ötürü üzerine gelebilecek yükleri taşıması mümkün değilse; zemin iyileştirme yöntemleri ile zemin mukavemeti artırılabilir. Zemin iyileştirme yöntemleri ile; zeminin taşıma kapasitesi ve elastisite modülü artar, geçirgenlik azalır.

Taşıma gücü düşük zeminlerde, taşıyıcı özelliğe sahip zemin tabakalarının derinde olması halinde; yüzeysel temellerin üstü yapı yükleri altında aşırı oturma yapacağı durumda yapının taşınması, kazıklı temel ya da taşıma gücü artırılmış zeminle (bazı durumlarda her ikisi ile) sağlanmaktadır.

Jet groutun başlıca uygulanma alanları; derin temeller, istinat duvarları, batardolar, şev stabilitesi, zemin ankrajları, tüneller, geniş temel alanlarında zemin ıslahı, mevcut yapıların restorasyonu için temel takviyesi şeklindedir [1-4].

Bu çalışmada, Ordu İlinde gerçekleştirilen jet grout uygulamalarının Ordu Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası ve Ordu Büyükşehir Belediyesi Hizmet Binası üzerinde incelenmesi amaçlanmıştır; zeminde karşılaşılan güçlükler, zemin iyileştirme çalışmalarının mevcut dokümanlar ve şantiye uygulamaları üzerinden değerlendirilmesi yapılmıştır.

## **2. YÖNTEM (METHOD)**

Bu bildiriye, zemin taşıma gücünü artırmada kalıcı, güvenilir ve ekonomik bir yöntem olan jet grout yöntemi; Ordu İlinde gerçekleştirilen uygulamalar kapsamında, Ordu Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası ve Ordu Büyükşehir Belediyesi Hizmet Binası üzerinde incelenmiş; zemin iyileştirme çalışmaları, mevcut dokümanlar ve şantiyede yapılan uygulamalar üzerinden anlatılmaya çalışılmıştır.

### **3. BULGULAR (FINDINGS)**

#### **3.1. Jet Grout Yöntemi (The Jet Grout Method)**

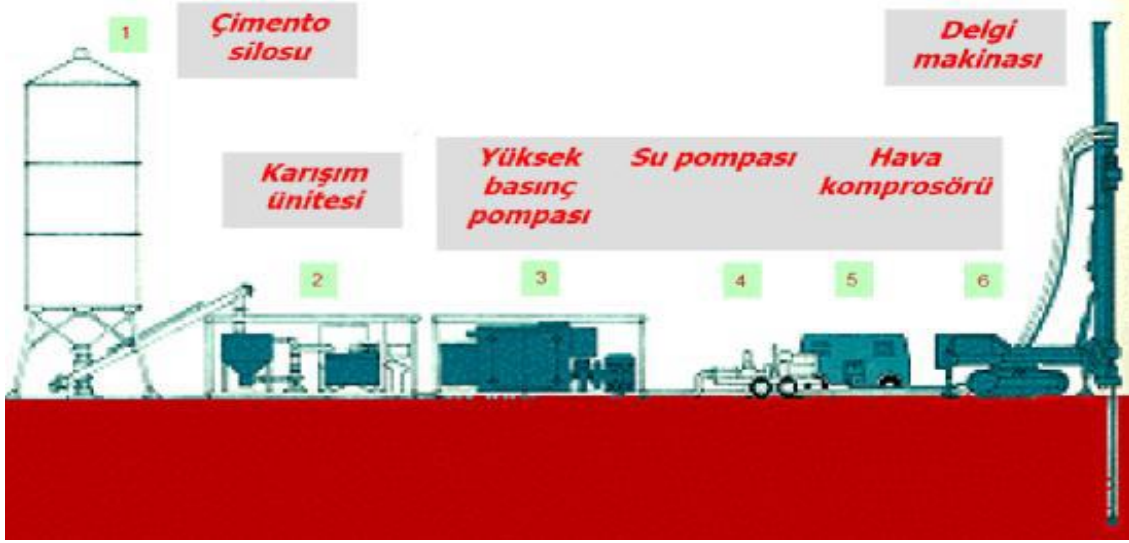
Yöntem, ilk olarak 70'li yılların başında Japonya'da denenmiş ve başarılı olmuştur. Yine 70'li yılların sonunda İtalya'da ve diğer Avrupa ülkelerinde uygulanmaya başlanmıştır. Ülkemizdeki ilk uygulaması 1986 yılında Haliç Kollektörleri Projesi kapsamında Ayvansaray tünel aynasının zemin iyileştirmesi kapsamında yapılmıştır. Jet grout kolon uygulamaları ülkemizde 1995'den sonra artmış; teknolojik gelişmelere bağlı olarak gelişmiş; daha kontrollü, mühendislik özellikleri tanımlanabilen çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Jet grout kolonu 30-60 MPa basınçla püskürtülen su ve çimento karışımının zeminin boşluklarını doldurması ile oluşturulur. Yüksek basınç ile sevk edilen enjeksiyon şerbeti, ince çaplı uçlardan geçerken yüksek bir kinetik enerji kazanır; karışımın hızı 200-250 m/sn değerlerine ulaşır; zeminin doğal yapısını parçalayarak zeminle karışır ve çimentolu zemin yapısı meydana gelir. Delici takımın dönel hareketi sayesinde bu karışım daire kesitli bir kolon formunda oluşur; zeminden çok farklı mekanik değerlere sahip jet grout kolonu elde edilmiş olur ve oluşan bu kolonlar, homojen ve sürekli bir yapısal eleman olarak işlev görür. 1m<sup>3</sup> ıslah edilmiş zemin içindeki çimento miktarı 350-700 kg arasında değişmekte; organik içerikli zeminlerde ise çimento dozağı 450 kg/m<sup>3</sup>'ten 700 kg/m<sup>3</sup>'e çıkartılabilmektedir.

Jet grout uygulama yöntemleri; jet 1, su ve çimentonun karıştırılarak, aynı delgi ekipmanı içerisinde zemine püskürtülmesi; jet 2, su ve çimento aynı delgi takımından zemine püskürtülürken ayrı bir kanaldan zemine hava da verilmesi; jet 3, hava ve suyun farklı basınçlarda aynı kanaldan, enjeksiyon şerbetinin ayrı kanaldan zemine gönderilmesi şeklinde değişmektedir.

Jet grout uygulaması ile; istenilen mukavemet, çap ve boyda kolonlar imal edilebilir. Böylece bu yöntemle; diğer klasik enjeksiyon sistemlerine göre farklı olarak, uygulamadan önce gerekli malzemenin miktarı, iyileştirilmiş zeminin taşıma kapasitesi, geçirgenlik gibi çeşitli zemin parametrelerinin bilinmesi ve dolayısıyla işin başında maliyetin belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Jet grout özelliklerini, jet enjeksiyon tiji içerisindeki akışkan debisi, enjeksiyon şerbetinin bileşimi, jet enjeksiyon tjinin dönme hızı, çekilme ve yerleştirilme hızı parametreleri belirler. Bu parametreler, uygun hesaplamalar sonunda sabitlenerek, oluşturulan kolon çaplarının aynı kalması sağlanır. Zemin şartları, istenilen kolon çapı, istenilen zemin taşıma gücü, uygulanan jet grout tekniğine göre uygulama parametreleri değiştirilebilir.

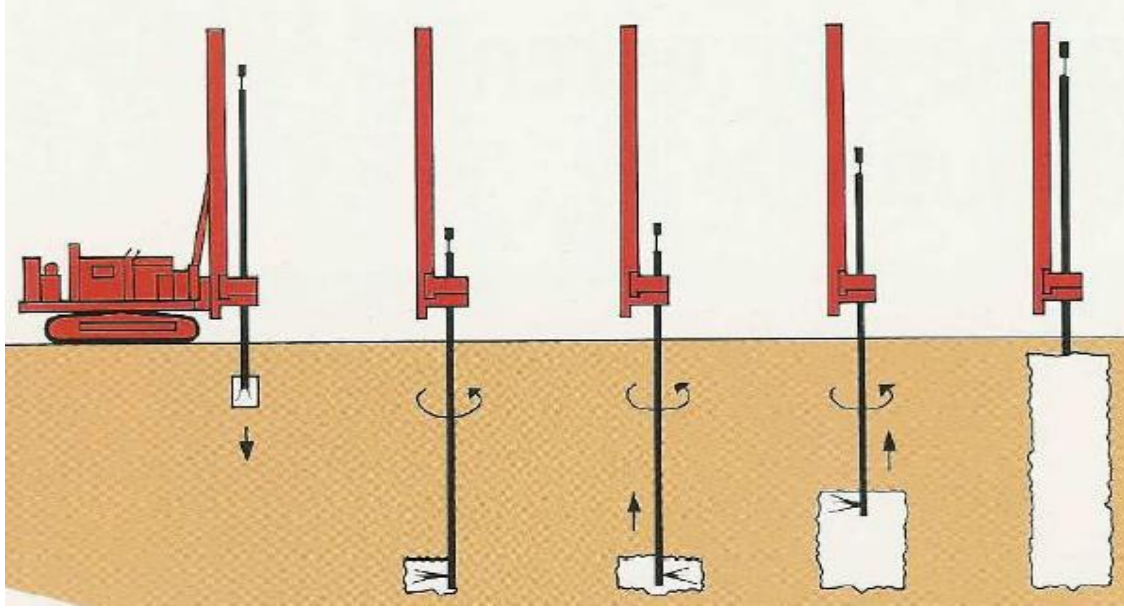
Jet grout metodunun uygulanmasında delgi ve enjeksiyon olmak üzere iki aşama bulunmaktadır. Uygulama için Türkiye'de "TS EN 12716 Özel Geoteknik Uygulamalar-Jet Enjeksiyon" standardı esas alınmaktadır. Uygulama; karot numunelerinin alınması, kazık (kolon) yükleme deneyi, kazık (kolon) süreklilik deneyi, kolon çapı kontrolü gibi kontrol ve testlerle birlikte ilerlemektedir [1, 2, 4-6, 12].



Şekil 1. Jet grout ekipmanı (Jet grout equipment) [1]



Şekil 2. Enjeksiyon (Injection) [1]



Şekil 3. Jet grout yöntemi uygulama aşamaları (Jet grout method application steps) [1]

### 3.2. Ordu Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası Uygulaması (The Application of Ordu University Medical Faculty Morphology Building)

Ordu İli Altınordu İlçesinde ilk jet grout uygulamaları Ordu Üniversitesi Cumhuriyet Yerleşkesi binalarının oturduğu zeminde gerçekleştirilmiştir. Tıp Fakültesi Morfoloji Binası jet grout uygulaması, yerleşkede gerçekleştirilen ikinci jet grout uygulamasıdır.

Öncelikle; zemin özelliklerinin anlaşılabilmesi için 20 m derinlikte sondajlar yapılmıştır. Sondajlarda her 1.5 m'de bir; iri daneli zeminlerde sıklık, ince daneli zeminlerde ise kıvam özelliklerini kontrol etmeye yönelik SPT (Standart Penetrasyon Test) yapılarak örnekler laboratuvar ortamında incelenmiştir. Farklı zemin seviyelerini temsil eden örnekler üzerinde TS 1900-1, TS 1900-2 ve ASTM standartlarına uygun olarak zeminlerin fiziksel ve mühendislik özelliklerini belirlemeye yönelik yeterli sayıda deney yapılmıştır. Zemin alüvyon türü birimler içermektedir; inceleme alanının profili 10-20 m'lere kadar orta katı-sert, az siltli, nemli kil; killi seviyelerin arasında ve genelde tabanda ise kuyu sonuna kadar kum-kumlu çakıl şeklindedir. Kendini tutamayan özellikteki zeminde, farklı sondaj kuyuları üzerinden yapılan ölçümlerde 1-2 m seviyelerinde yeraltı suyuna rastlanmıştır.

Yapılan deneyler sonucu, yerel zemin sınıfı Z3 olarak belirlenmiş; hesaplanan oturma miktarı kabul edilebilir limitlerin çok üzerinde olup; inşa edilecek bina sahasında temel zeminini oluşturan yumuşak-orta katı kıvamlı, doğal nemli, akışkan özellikte kil tabakasında düşük taşıma gücü ve farklı oturma problemi mevcut olduğu (17-25 cm) anlaşılmıştır. Söz konusu yapının tabanda yer alan sıkı-çok sıkı kum tabakasına taşıttırılacak şekilde (jet enjeksiyon) projelendirilmesi önerilmiştir. 7333.93 m<sup>2</sup> alan için 60 cm çapında, 18 m ve 20 m boylarında 1459 adet jet grout kolon imalatı gerçekleştirilmiştir.

Jet grout uygulamasının her aşaması kontrollü olarak ilerlemiştir. Jet grout kolonlarının çaplarının projeye uygunluğunun denetlenmesi amacıyla imalat işlerinin başlamasından önce oluşturulan 3 m boyunda iki deneme kolonunun çevresi kazılarak açılmış, kolon çaplarının projeye uygunluğu kontrol edilmiş; gerekmesi durumunda imalat parametreleri (çalışma basınç aralıkları, takım çekme hızları, enjeksiyon ucu çapı, vb.) değiştirilerek projede istenen kolon çapı sağlanmış ve daha sonra imalata geçilmiştir. Jet grout kolonlarla teşkil edilen kesitin beton kalitesinin

denetimine yönelik olarak, iki adedi deneme kolonundan olmak üzere toplam altı adet karot numunesi alınmış ve bu karot numuneler üzerinde tek eksenli basınç dayanımı ölçülmüştür. Aynı zamanda; jet grout kolonların kalitesi ve sürekliliğinin tahkikine yönelik her 50 kolonda bir adet süreklilik testi yapılmıştır. Jet grout kolon yüklerinin ve jet grout kolon imalatı kalitesinin denetlenmesi amacıyla, imalat işlerinin başlamasından hemen sonra ilk imal edilen kolonlar arasından seçilmiş bir adet proje kolonu üzerinde yükleme deneyi gerçekleştirilmiştir [5-7, 10, 11].



**Şekil 4.** Jet grout kolonları imalatı ve yükleme deneyi (Jet grout columns manufacturing and loading test)

### **3.3. Ordu Büyükşehir Belediyesi Hizmet Binası Uygulaması (The Application of Ordu Metropolitan Municipality Service Building)**

Binanın oturacağı 6599 m<sup>2</sup> parsel alanı için yapılan arazi ve laboratuvar deneyleri sonucunda; zemin tiplerinin yanal ve düşey yönde değişimleri, mühendislik karakteristikleri, jeolojik ve jeoteknik özellikleri belirlenmiştir. Proje kapsamındaki arazi çalışmalarında arazideki litolojik birimi tanımlamak, zeminin mühendislik parametrelerini saptamak ve temel kazısında karşılaşılabilecek yer altı suyu seviyesini belirlemek üzere toplam 46.35 m derinliğinde sondaj çalışmaları, sismik çalışmalar yapılmıştır. Zemin; 15.45 m'ye kadar yapılan sondaj çalışmaları sonucunda 0-1.5 m yapay dolgu; ortalama 1.5-12 m karışık renkli orta sıkı-sıkı killi çakıllı iyi derecelenmiş siltli kum; ortalama 12-15.45 m mavi renkli gevşek-orta sıkı yoğun deniz kabuğu içerikli siltli kum olarak belirlenmiştir. Arazide açılan zemin sondajların bitiminde yer altı su seviyesi ölçümleri sonucunda, 1.50 metrede yer altı suyuna rastlanılmıştır. Alanda kum birimi vardır, fakat kil oranı ve yeraltı su seviyesi yüksektir. Arazi ve laboratuvar deneyleri sonunda; zemin grubu C-D; yerel zemin sınıfı Z4 olarak tespit edilmiştir.

Temel alanında karşılaşılan birimlere göre taşıma güçleri farklı yöntemlere dayanılarak hesaplanmış, zeminin emniyetli taşıma gücü değeri 1.5 kg/cm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. Ayrıca,

zemin için hesaplanan oturma miktarı 13.9 mm-27.7 mm şeklindedir. 7.75 m ve altındaki birimlerde sıvılaşma riski belirlenmiş olup; sıvılaşmaya bağlı oturma miktarı kabul edilebilir değerlerin (radye temel tolerans miktarı 10 cm) üzerinde olabileceğinden; parselde sıvılaşma riskine karşı derin temel ya da jet grout önerilmiştir. Binaın oturacağı zeminin taşıma gücünü artırmak, fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla jet grout uygulaması uygun görülmüştür. Söz konusu projede öngörülen çimento sarfiyat miktarı 450 doz çimentolu 65 cm çaplı jet grout kolonu için yaklaşık 150 kg/m'dir.

Ordu Büyükşehir Belediyesi Hizmet Binası için, 3564 m<sup>2</sup>'lik alana 12 m boyunda 182 adet, 16 m boyunda 508 adet 65 cm çapında jet grout kolon imalatı gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen jet grout uygulamasında; jet grout kolonlarının boy kontrolü ve basınç deneylerine yönelik olarak, toplamda 10 adetten az olmamak üzere her 50 adet kolondan bir adet tam boy karot numunesi alınmış, karot üzerinde tek eksenli basınç deneyi yapılmıştır. Ayrıca, jet grout kolonlarının projelendirilen derinliğe ulaşmasını ve kolon boyunca sürekliliğini kontrol için başvuru, ses dalgasının yayılma ve yansımaları prensibine dayanan süreklilik testi; sahada imal edilmiş olan jet grout kolonlarının taşıma gücü değerlerinin kontrolü için statik yükleme deneyi; jet grout kolonları üzerinde imal edilecek mekanik dolgu uygulamasının kalite kontrolü için her tabakanın serilmesinden sonra arazide sıkışma kontrol testleri yapılarak; uygulama denetimli bir şekilde tamamlanmıştır [5-9].



**Şekil 5.** Jet grout uygulaması(Jet grout application)

#### **4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)**

Bu bildiri, jet grout yöntemi; Ordu İlinde gerçekleştirilen uygulamalar kapsamında, Ordu Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası ve Ordu Büyükşehir Belediyesi Hizmet Binası üzerinde incelenmiş, ulaşılan sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

-Jet grout; çevreci bir zemin iyileştirme uygulamasıdır.

- Jet grout yöntemi günümüzde; hızlı inşa, düşük maliyet, farklı zemin türlerinde uygulanabilirliği, kullanım alanlarının genişliği ile tercih edilmektedir.
- Yapıların zeminden bağımsız olarak düşünülmesi ve projelendirilmesi mümkün değildir.
- Jet grout özelliklerini, jet enjeksiyon tiji içerisindeki akışkan debisi, enjeksiyon şerbetinin bileşimi, jet enjeksiyon tijinin dönme hızı, çekilme ve yerleştirilme hızı vb. parametreler belirler.
- Çalışmada ele alınan Ordu Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası ve Ordu Büyükşehir Belediye Binası arasında yaklaşık 8 km mesafe bulunmaktadır. Her iki bina Ordu İli Altınordu İlçesinin kıyı kesiminde yer almaktadır.
- Ordu İli Altınordu İlçesi kıyı kesimini oluşturan zeminin taşıma gücü düşüktür.
- Bu çalışma aynı zamanda, Ordu İli Altınordu İlçesindeki taban arazinin, imar uygulama planında iskan sahası olarak planlanması sırasında, zeminin jeolojik yapısı ile ilgili önemli bir çalışmanın yapılmadığını göstermektedir.
- Özellikle sahil kesiminde yapılan bazı binalarda temel oturmalarından dolayı kısmi de olsa düşey eksen kaymaları olmuştur.
- İmar uygulama planında taban arazide yapı yüksekliği 12.5 m ile 32.5 m olan yapılmış ve yapılmakta olan binalar bulunmaktadır.
- Yapı yükseklikleri arttıkça yapı yüküne bağlı olarak temel zemininin taşıma gücü ve buna bağlı olarak temel sisteminin belirlenmesi inşaat mühendisliği bakımından önem taşımaktadır.
- Genel alışkanlık olarak yapılan radye temel uygulamaları; her bina için, tek başına yeterli bir seçenek olmayabilir.
- Uygulama tekniği bakımından jet grout konusunda yeterli bilgi birikimi ve teknik altyapı yeni yeni oluşmaktadır.
- Özellikle taban arazide yapı projeleri hazırlanırken zeminin durumuna göre (jeolojik etüdüne göre) jet grout uygulanabilirliği bir seçenek olarak her zaman göz önünde bulundurulmalıdır.
- Sahile yakın taban arazilerin yapılaşmaya açıldığı bölgelerde, yapı temellerinin tasarımında zemin güçlendirmesi ya da derin temel uygulaması seçenekleri ekonomik açıdan, bina-zemin etkileşimi, depremsellik özelliği bakımından da irdelenmelidir.

## 5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Durgunoğlu, H. T., Kulaç, H. F., Oruç, K., Öge, C. E. ve Eker, F. Ş. (1998). Jet Grout Yöntemi ile Zemin İyileştirmesi Üzerine Bir Uygulama, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 7. Ulusal Kongresi*.
- [2]. [http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/7471fdc77b34352\\_ek.pdf](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/7471fdc77b34352_ek.pdf) (E.T.10 Mart 2017).
- [3]. Jet Grout Kolon İmalatı Teknik Şartnamesi, Ordu Üniversitesi Yapı İşleri Teknik Daire Başkanlığı Arşivi.
- [4]. Küsin, C. C., (2009). *Jet Grout Yöntemi ile İyileştirilen Zeminlerin Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Sayısal Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [5]. Okan, R., (2009). Kazık-jet groutlu bir iksa uygulaması, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 2, 55-58.
- [6]. Ordu Belediyesi Hizmet Binası Zemin Etüd Raporu, Ordu Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Dairesi Başkanlığı Arşivi.
- [7]. Ordu Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası Yapım İş Jeolojik-Jeoteknik Raporu, Ordu Üniversitesi Yapı İşleri Teknik Daire Başkanlığı Arşivi.
- [8]. Ordu Belediyesi Yeni Hizmet Binası Temel Altı Zemin İyileştirme Sistemi Geoteknik Uygulama Projesi Teknik Şartnamesi, Ordu Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Dairesi Başkanlığı Arşivi.
- [9]. TS 1901-1, (2006). *İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri-Fiziksel Özelliklerin Tayini*, Türk Standardları Enstitüsü.



- [10]. TS 1901-2, (2006). *İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri-Mekanik Özelliklerin Tayini*, Türk Standardları Enstitüsü.
- [11]. TS EN 12716, (2002). *Özel Jeoteknik Uygulamalar-Jet Enjeksiyon*, Türk Standardları Enstitüsü.
- [12] [www.imo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/604bb915f023031\\_ek.pps?tipi](http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/604bb915f023031_ek.pps?tipi) (E.T.10 Mart 2017).