



## Artık Çam Ağacı Talaşı İlave Edilmiş Daneli Zeminlerin Mukavemet Ve Geçirimsizlik Özellikleri

### Strength and Permeability Properties of Granular Soils Added to Pine Tree Sawdust

Necmi Yarbaşı 

Atatürk Üniversitesi, Oltu Yer Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Erzurum, TÜRKİYE  
Sorumlu Yazar / Corresponding Author \*: [nyarbasi@atauni.edu.tr](mailto:nyarbasi@atauni.edu.tr)

Geliş Tarihi / Received: 06.02.2019

DOI:10.21205/deufmd.2019216323

Kabul Tarihi / Accepted: 19.06.2019

Araştırma Makalesi/Research Article

Atf şekli/ How to cite YARBASI, N., (2019), Artık Çam Ağacı Talaşı İlave Edilmiş Daneli Zeminlerin Mukavemet Ve Geçirimsizlik Özellikleri, . DEUFMD, 21(63), 949-954.

#### Öz

Mühendislik yapıları için zeminlerin zayıf mühendislik özelliklerinin iyileştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Günümüzde zemin iyileştirmede farklı atık/artık malzemeler (doğal, sentetik veya kimyasallar) kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada daneli zeminin mukavemetini artırmak ve geçirgenliğini azaltmak amacıyla çam ağacı talaşı kullanılmıştır. Laboratuvar deneyleri standard proctor testi ile sıkıştırılarak hazırlanan numuneler üzerinde yürütülmüştür. Daneli zemine (DZ) % 0.5, % 1, % 2 çam ağacı talaşı (ÇAT) ilavesi yapılarak çalışma odası sıcaklığında (+21°C) ve 1. 7. ve 28. günlerdeki serbest basınç mukavemetleri belirlenmiştir. 28 günlük kür sonunda, en yüksek mukavemet değerleri, DZ+%0.5 ÇAT karışımında elde edilmiştir. Bu örneklerle, -21°C, +21°C, 12 döngü ve 24h bekleme süresi olarak donma-çözülme deneyi uygulanmıştır. Bu deney sonucunda, DZ+%0.5 ÇAT karışımı en yüksek mukavemet değerini vermiştir. Bu üç farklı karışıma sabit seviyeli permeabilite testi uygulanmış, talaş oranı arttıkça geçirimsizlik katsayısının  $10^{-4}$  den  $10^{-6}$  mertebesine gerilediği görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre; çam ağacı talaşının, daneli zeminleri potansiyel olarak güçlendirebileceği ve geçirimsizliği azaltacağı görülmüştür. Bu doğal malzemenin özellikle sıcaklık farklarının sıkça yaşandığı bölgelerde sınırlı derinliklerde kullanılabilen kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çam ağacı talaşı, Kumlu zemin, Mukavemet, Geçirimsizlik, Donma-çözülme.

#### Abstract

For engineering structures, improving the poor engineering characteristics of the soils is of great importance. Today, different waste /residual materials (natural, synthetic or chemicals) have been used in soil improvement. In this study, pine tree sawdust was used to increase the strength of the granular soil and to reduce its permeability. Laboratory experiments were conducted on samples prepared by compression under standard proctor energy. Unconfined compressive strength values of granular soil (GS) sample with 0.5%, 1%, 2% addition of pine tree sawdust (PTS) were determined at the room temperature (+21°C) and on days 1, 7 and 28. At the end of 28- day curing, the highest strength values were obtained in the mixture of GS + 0.5% PTS. These samples were subjected to the freeze-thaw test at -21°C, + 21°C, 12 cycles and 24h waiting time. As a result of this experiment, GS+ 0.5% PTS mixture gave the highest strength value. A constant-head permeability test was applied to these three different mixes, and as the sawdust rate increased, the permeability coefficient decreased from  $10^{-4}$  to  $10^{-6}$ . According to the obtained result; pine tree sawdust has been found to potentially

strengthen the granular soils and reduce permeability. It is concluded that this natural material can be used at limited depths especially in regions where temperature differences occur frequently

**Keywords:** Pine tree sawdust, Sandy soil, Strength, Permeability, Freeze-thaw.

## 1. Giriş

Sıcaklık değişikliklerinin sıkça yaşandığı bölgelerde, mühendislik yapıları ile alt temel ve temel zeminler bu durumdan olumsuz olarak etkilenmektedir. Bu olumsuz etkinin, daneli zeminlerde çok çeşitli atık/artık malzeme ilave edilerek azaltılması yönünde yapılan çalışmalar günümüzde hız kazanmıştır. Zeminlerin katkı maddeleri ile iyileştirilmesi yöntemi, diğer iyileştirme yöntemlerine göre daha ekonomik, sürdürülebilir ve çevreye olumlu katkısı nedeniyle yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Zeminlerin katkı maddeleri ile iyileştirilmesinde, katkı maddesinin ucuz ve kolay temin edilebilir bir malzeme olması önemlidir. Atık/artık malzemelerin kullanım alanlarının çeşitlendirilmesi son yıllarda giderek önem kazanmaya başlamıştır. Endüstriyel atık veya artıkların özellikle inşaat sektörünün değişik alanlarında kullanılması ile sınırlı doğal kaynakların hızlı tüketimi önenebilecek, ekonomik kazanç sağlanabilecek atık veya artıkların sebep olduğu çevre problemlerine çözüm olabilecektir. Son yıllarda katkı malzemesi olarak, doğal veya sentetik maddeler ile çeşitli kimyasallar kullanılabilmektedir. Kireç, uçucu kül, mermer tozu, hurda araç lastik parçaları, asfalt türevleri, Hindistan cevizi lifleri, bambu ağacı lifleri, Hint keneviri, tavuk tüyü, insan saçı ve sigara izmaritleri gibi malzemeler kullanılmaktadır [1-5].

Bu çalışmada kullanılan testere talaşı ile ilgili ilk araştırmalar 1930'lu yıllarda ABD, Almanya, İngiltere, Singapur ve Malezya gibi ülkelerde yapıldı [6]. Özellikle Singapur ve Malezya gibi tropikal bölge ülkelerinde, talaş, ucuz ve bol miktarda bulunabilmektedir [7-8]. Bu artık malzemenin özellikle inşaat sektöründeki kullanılabilirliği ise talaş tipine, elde edildiği odun çeşitliliğine talaşın parçacık büyüklüğüne bağlı olarak değişebilmektedir [7].

Aygün ve Yarbaşı, (2018)'de yaptıkları bir çalışmada Oltu / Erzurum bölgesindeki çam ağacı reçinesi ve çam ağacı kabuğunun yapısal ve sıcaklığa bağlı manyetik özelliklerinin nasıl

değiştiğini belirlemişlerdir [9].

Dünya üzerinde geniş bir alanda yayılım gösteren sarıçam ağacının (*Pinus silvestris* L.) sistematikteki yeri, *Gymnospermae* sınıfından, *Pinaceae* familyasının *Pinus* (Çam) cinsinin bir türüdür. Ülkemizdeki yayılım alanları genellikle kışları uzun, karlı ve soğuk geçen dağlık alanlarda yaygındır. Sarıçam ağacının yayılım sahalarında karla kaplı gün sayısı ortalama olarak 45 günden fazladır. Erzurum-Kars platosunda bu değer ortalama 75 günün üzerindedir. Yıllık ortalama sıcaklık 8 °C nin altında ve yılın iki aydan fazla bir sürede ortam don halindedir. Ülkemizde sarıçam ağacının yayılım alanları olarak, Karadeniz iklimi, İç Anadolu step iklimi ve Doğu Anadolu iklimi olmak üzere üç makro iklim tipi bulunmaktadır [10-11].

İnsanların kullandığı yapı malzemeleri içerisinde, ağaç kökenli malzeme en eski ve kullanım alanları açısından en yaygın malzemelerdendir. Dolayısıyla çeşitli ağaç türlerinden elde edilebilen, sosyal yaşamın ve teknolojik uygulamaların gereksinim duyduğu kendine özgü nicelik ve nitelik özelliklerine sahip doğal bir malzemedir [12].

Kuzey Doğu Anadolu Bölgesinde yaygın bir şekilde bulunan sarıçam ormanlarının kapladığı alan 1.961.660 ha, toplam orman alanına oranı ise % 9 dur [13].

Bu çalışmamızda doğal (organik) bir malzeme olan sarıçam ağacı talaşı ile iyileştirilen daneli zeminlerin donma-çözülme testi sonucu mukavemetlerindeki değişim ve geçirimsizlik durumları incelenmiştir.

## 2. Materyal

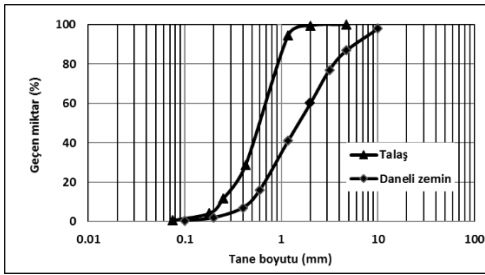
### 2.1. Daneli Zemin (DZ)

Bu çalışmada kullanılan daneli zemin örneği Oltu (Erzurum) ilçesinde karayolu inşaatı ve malzemeleri üretiminde faaliyet gösteren NESCE firmasından temin edilmiştir (Şekil 1). DZ örneğinin, Birleştirilmiş Zemin Sınıflamasına (USCS) göre iyi derecelenmiş kum (SW) sınıfında olduğu belirlenmiştir. DZ ve ÇAT örneklerinin

granülometrik analizi Şekil 2'de, DZ' nin mühendislik özellikleri ise Tablo 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. DZ ve ÇAT örnekleri



Şekil 2. DZ ve ÇAT örneklerinin granülometreleri

## 2.2. Çam ağacı talaşı (ÇAT)

Bu çalışmanın ikinci elamanını oluşturan sarıçam ağacı talaşı ise Oltu (Erzurum) sanayi bölgesindeki marangozhanelerden elde edilmiştir (Şekil 1). Bu marangozhanelerden her yıl yaklaşık 140 ton sarıçam ağacı talaşı artık olarak açığa çıkmaktadır.

Organik bir malzeme olan ÇAT örneklerinin reçine içerikleri, Artvin Çoruh Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında belirlenmiştir. Test örnekleri TAPPI T 204 Om-88 standardına göre alkol-siklohegzan çözücüsü ile 3 (üç) örnek üzerinden hesaplanmıştır.

Çalışma ile çam ağacı talaşlarının ekstraktif madde miktarları belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan ÇAT içerisindeki reçine miktarı üç örnek üzerinde ölçülmüş ve ortalaması ise % 2,07 olarak belirlenmiştir. Çam ağacı talaş örneklerinin içerdikleri element yüzdeleri ise Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. DZ'nin mühendislik özellikleri

Özellikler	Değer
Özgül Ağırlık, G <sub>s</sub>	2.62
Çakıl (%)	30.00
Kum (%)	61.00
Silt (%)	5.80
Kil (%)	3.20
Optimum Su İçeriği <sup>1</sup> , w <sub>opt</sub> (%)	10.50
Maks. Kuru Birim Hacim Ağırlık <sup>1</sup> , γ <sub>kmax</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	19.33
Zemin Sınıfı <sup>2</sup>	SW

<sup>1</sup> Standart Proktor Deneyinden elde edilmiştir.

<sup>2</sup> USCS sistemine göre belirlenmiştir.

Tablo 2. ÇAT'ın elemental bileşenleri

Elementler	Oran (%)
C	50.1
O	46
Si	0.1
Ca	0.3
Diğerleri	3.5
Özgül ağırlık	1.20 gr/cm <sup>3</sup>

## 3. Yöntem

Bu çalışmanın ilk aşamasında, standart kompaksiyon testi ile DZ' nin ve ÇAT ile yapılan karışımların optimum su içeriği ve maksimum kuru birim hacim ağırlığı belirlenmiştir. Sıkıştırma işleminin yapıldığı standart kompaksiyon kabından 38 mm çapında ve 76 mm yüksekliğindeki silindirik numuneler alınmıştır.

Karışım oranlarının Tablo 3'de gösterildiği gibi DZ numunelerine % 0.5, % 1 ve % 2.0 oranlarında ÇAT ilave edilerek, 1, 7 ve 28 günlük çalışma odası sıcaklığında (+21°C) kür (kurutularak sertleştirme) edildikten sonra serbest basınç mukavemet değerleri tespit edilmiştir.

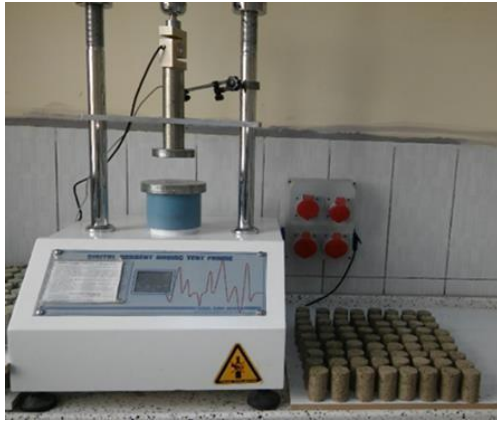
Laboratuvar çalışmaları ASTM D 698-78, ASTM D 2166 ve BS 1377 standartlarına uygun olarak yürütülmüştür [14-16].

**Tablo 3.** Ağırlıkça karışım oranları

Numune	DZ (%)	ÇAT (%)	Toplam (%)
DZ	100	-	100
DZ+ÇAT1	99.5	0.5	100
DZ+ÇAT2	99.0	1.0	100
DZ+ÇAT3	98.0	2.0	100

Çalışmanın ikinci aşamasında ise üç farklı oranda hazırlanan örnekler, donma-çözülme testine tabii tutulmuştur. Donma-çözülme testi için derin donduruculu buzdolabı kullanılmıştır. Deney (-21°C, +21°C, 24h ve 12 çevrim) olarak yapılmıştır. Serbest basınç mukavemetlerinin belirlenmesinde ise dijital tek eksenli basınç cihazı kullanılmış, yükleme hızı ise 0,5 mm/dk olarak seçilmiş ve sabitlenmiştir (Şekil 3).

Farklı karışım oranlarında 3 (üç) örnek hazırlanmış ve ortalaması alınmıştır. Örneklerin mukavemet değerleri ana malzeme olan DZ ile mukayese edilmiştir. Bu çalışmanın üçüncü ve son aşamasında ise üç farklı karışımın permeabilite (geçirimsizlik) katsayısı, sabit seviyeli permeabilite deneyi ile belirlenmiştir.

**Şekil 3.** Numuneler ve serbest basınç cihazı

#### 4. Bulgular

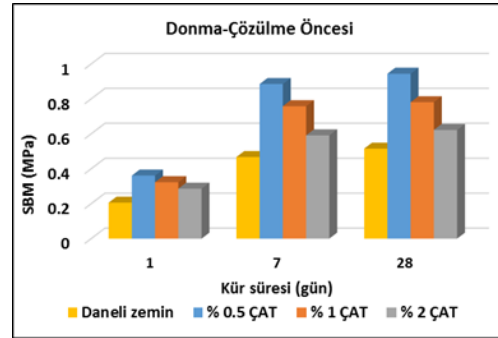
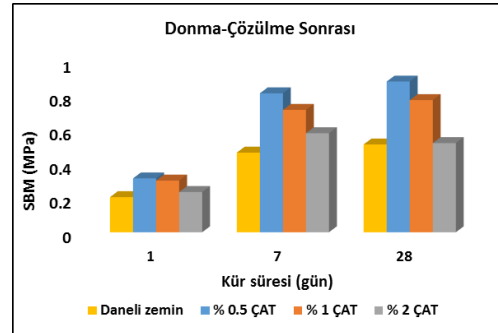
DZ örneğine, % 0.5, % 1 ve % 2 oranlarında doğal bir malzeme olan ÇAT ilavesi yapılarak 1, 7 ve 28 günlük sürelerde kür (kurutularak sertleştirme) edilerek donma-çözülme deneyi öncesinde ve sonrasında serbest basınç mukavemetlerindeki değişim incelenmiştir. Elde edilen değerler ana malzeme olan DZ ile mukayese edilmiştir.

Donma-çözülme öncesi, en yüksek mukavemet değerleri 28 günlük kür sonunda; DZ+%0.5 ÇAT karışımında %83.30, DZ+%1 ÇAT karışımında

%51.65 ve DZ+%2 ÇAT karışımında ise %20.78 oranında artış olarak belirlenmiştir (Şekil 4).

Donma-çözülme sonrası, en yüksek mukavemet değerleri 28 günlük kür sonunda; DZ+%0.5 ÇAT karışımında %71.65, DZ+%1 ÇAT karışımında

%40.84 ve DZ+%2 ÇAT karışımında ise %15.53 oranında mukavemet artışları belirlenmiştir (Şekil 5). En yüksek mukavemet artışları ise donma çözülme öncesi ve sonrası, 28 günlük kür sonunda; DZ+%0.5ÇAT karışımında gözlenmiştir.

**Şekil 4.** Donma-çözülme öncesi mukavemetler**Şekil 5.** Donma-çözülme sonrası mukavemetler

ÇAT ilavesiyle iyileştirilen DZ örneğinin geçirimsizlik durumu sabit seviyeli permeabilite testi ile belirlenmiştir (Şekil 6). ÇAT'ın organik bir malzeme oluşu ve su emme kapasitesinin yüksek oluşu karışımların permeabilite katsayısına (k) etkisi azaltıcı yönde olmuştur. Bu olumlu etkinin DZ'e ilave edilen ÇAT oranının artışına paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. DZ örneği ve üç farklı oranda ÇAT ilavesiyle oluşturulan karışımlara sabit seviyeli permeabilite testi sonucunda; DZ örneğinin permeabilite katsayısı,  $k=5.85 \times 10^{-4}$  cm/sn, DZ+%0.5 ÇAT karışımının  $k=2.17 \times 10^{-5}$  cm/sn, DZ+%1.0 ÇAT karışımının  $k=6.15 \times 10^{-6}$  cm/sn, DZ+%2.0 ÇAT karışımının ise  $k=2.75 \times 10^{-6}$  cm/sn

olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde geçirimli bir malzeme özelliğine sahip olan DZ'nin, ÇAT ilavesiyle az geçirimli bir malzeme özelliğine geçiş gösterdiği tespit edilmiştir [17].



Şekil 6. Sabit seviyeli permeabilite cihazı

### 5. Tartışma ve Sonuç

ÇAT ilavesi ile iyileştirilen DZ' nin donma-çözülme öncesi ve sonrası mukavemetlerdeki değişim ve geçirimliliğe etkisi incelenmiş, elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

Donma-çözülme öncesi en yüksek mukavemet değerleri 28 günlük kür sonunda gerçekleşmiştir. Bu duruma göre DZ+%0.5 ÇAT karışımında % 83.30, DZ+%1ÇAT karışımında %51.65 ve DZ+%2ÇAT karışımında ise % 20.78 oranında mukavemet artışı elde edilmiştir.

Donma-çözülme sonrası da en yüksek mukavemet değerleri 28 günlük kür sonunda elde edilmiştir. Bu duruma göre DZ+%0.5 ÇAT karışımında %71.65, DZ+%1 ÇAT karışımında %50.49 ve DZ+%2 ÇAT karışımında ise %15.53 oranında mukavemet artışları belirlenmiştir. En yüksek mukavemet artışı donma çözülme öncesi ve sonrası DZ+%0.5 ÇAT karışımında gözlenmiştir.

Donma-çözülme sonrası mukavemetlerdeki değişim oransal olarak mukayese edildiğinde DZ+%0.5 ÇAT karışımında %13.99, DZ+%1 ÇAT karışımında %20.93 ve DZ+%2 ÇAT karışımında ise %25.27 oranında mukavemet azalması

meydana gelmiştir. Dolayısıyla en az mukavemet azalması da DZ+%0.5 ÇAT karışımında gözlenmiştir.

DZ örneklerine ilave edilen ÇAT miktarının artışına paralel olarak permeabilite katsayısı  $k=10^{-4}$  den  $10^{-6}$  kadar azalmıştır. Dolayısıyla geçirimli malzeme özelliğine sahip olan DZ' nin, ÇAT ilavesiyle az geçirimli bir malzeme özelliğine büründüğü görülmüştür.

ÇAT'ın, DZ'i potansiyel olarak güçlendirebileceği ve geçirimliliği azaltacağı düşünüldüğü için sıcaklık farklarının sıkça yaşandığı bölgelerde sınırlı derinliklerde kullanılabilirliği (temel veya alt temel malzemesi olarak) kanaatine varılmıştır.

### Kaynakça

- [1] Akbulut, S., Arasan, S., Kalkan, E. 2007. Modification of Clayey Soils Using Scrap Tire Rubber and Synthetic Fibers. *Applied Clay Science*, 38, 23-32.
- [2] Ghazavi, M., Roustaei, M. 2010. The Influence of Freeze-thaw Cycles on the Unconfined Compressive Strength of Fiber-reinforced Clay, *Cold Regions Science and Technology*, 61, 125-131.
- [3] Hejazi, S.M., Sheikhzadeh, M., Abtahi, S.M., Zadhoush, A. 2012. A Simple Review of Soil Reinforcement by Using Natural and Synthetic Fibers, *Construction and Building Materials*, 30, 100-116.
- [4] Yarbaşı, N., Kalkan, E., Akbulut, S. 2007. Modification of the Geotechnical Properties, as Influenced by Freze-Thaw, of Granular Soils with Waste Additives, *Cold Regions Science and Technology*, 48, 44-54.
- [5] Yarbaşı, N., Alacalı, M. 2018. Atık lastik parçalarıyla güçlendirilmiş iri taneli zeminlerin donma-çözülme sonucu mukavemetlerindeki değişimin incelenmesi. Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 24, sayı 3, 561-565. Denizli.
- [6] Paramasivam, P., Loke, Y. 1980. Study of sawdust concrete. *International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete*, 2(1), 57-61.
- [7] Adebakin, I., Adeyemi, A., Adu, J., Ajayi, F., Lawal, A., Ogunrinola, O. 2012. Uses of sawdust as admixture in production of lowcost and light-weight hollow sandcrete blocks. *American Journal of Scientific and Industrial Research*, 3(6), 458-463.
- [8] Mageswari, M., Vidivelli, B. 2009. The use of sawdust ash as fine aggregate replacement in concrete. *Journal of Environmental Research And Development Vol*, 3(3).
- [9] Aygün, Z., Yarbaşı, N. 2018. Analyses of the structural and temperature-dependent magnetic properties of pine resin and pine bark from the Oltu/Erzurum region in Turkey. *Journal of the Korean Physical Society*, Vol.72, No.7, April 2018, pp795-799. DOI: 10.3938/jkps.72.795.
- [10] Eliçin, G. 1980. Sözlük (Bitki Adları). İstanbul Ün. Orman Fak. 116 sayfa.
- [11] Atalay, I., Tetik, M., Yılmaz, O. 1985. Ecosystems of the North-Eastern Anatolia. *Forestry Research Insute Pub. No.147, Ankara, Turkey*.
- [12] Bozkurt, A.Y. 1986. Ağaç teknolojisi. İ.Ü. Orman

Fakültesi Yayınları, No:3403/380. İstanbul.

- [13] CABI. 2002. Pines of Silvi Cultural Importance, Forestry Compendium, CABI Int., 562 p.
- [14] ASTM D698-78. Fundamental Principles of Soil Compaction. American Society for Testing and Materials. West Conshohocken, PA, USA.
- [15] ASTM D 2166. Standart Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil. American Society for Testing and Materials. West Conshohocken, PA, USA.
- [16] BS 1377 (Part 2). Methods of test for soils for civil engineering purposes, Classification test, British Standart Institution.
- [17] Uzuner, B.A. 2000. Temel Zemin Mekaniği, Teknik Yayın evi, 4. Baskı, Trabzon.