

## Donma-Çözünme Çevrimlerinin Isparta Andezit Taşının Fiziko-Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi

Hakan CEYLAN

*Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler MYO İnşaat Bölümü Batı Kampüs Isparta*

**Özet :** Doğal taşlar geçmişten günümüze kadar yapılarda yaygın kullanılan malzemelerden birisidir. Özellikle dış ortamlarda kullanılan taşlar önemli atmosferik etkilere maruz kalmakta ve bunun sonucunda deforme olabilmektedir. Bu atmosferik etkilerden birisi de donma-çözünmedir. Donma-çözünme özellikle gözenekli kayalar üzerinde olumsuz etkiler oluşturarak deformasyona neden olabilmektedir. Bu nedenle dış ortamlarda kullanılacak taşların donma-çözünme dayanımlarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada Isparta civarında üretilen ve kullanılan bazı volkanik kayalar üzerinde bir araştırma yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, donma çözünme sonrası dayanım kaybı % 10 civarı olduğu belirlenmiştir. Ancak kayalarda gözle görülür bir deformasyon oluşmadığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Donma-çözünme, doğal taş, andezit, basınç dayanımı

### Freeze-thaw Cycles Isparta Andesite Stone Effect of the Physico-Mechanical Properties

**Abstract:** Natural stones are the wide spread used materials from past to day. The stones used especially in outdoor environments are exposed to important atmospheric agents and consequently may be deformed. One of these atmospheric effects are freeze-thaw. Freeze-thaw can cause deformation by creating negative effects on especially porous rocks. Therefore determination of freeze-thaw resistance of the stone that will be used in outdoor environments is important. In this study a research on some volcanic rocks that is produced and used around Isparta has been made. According to the findings, the loss of strength after freeze thaw was determined to be about 10%. However it has been determined that no visible deformation. has been occurred on the rocks.

**Keywords :** Freeze-thaw, natural stone, andesite, compressive strength

### 1.GİRİŞ

Yapılarda doğal taşların kullanımı insanlık tarihi kadar eskiye dayanmaktadır. Günümüze kadar ulaşabilen birçok tarihi ve eski yapı bunu göstermektedir. Öte yandan bazı doğal taşların çevresel etkenler nedeniyle uzun yıllar süren süreçler sonucu deformasyona uğradığı ve dönüştüğü bilinmektedir. Bu nedenle yapılarda kullanılacak doğal taşların çevresel etkenler karşısında göstermiş olduğu dayanıklılık

önem arz etmektedir. Doğal taşların maruz kaldığı önemli çevresel etkenlerden birisi de donma-çözünmedir. Özellikle soğuk iklimlerin hüküm sürdüğü bölgelerde kullanılan doğal taşların donma dayanıklılığı önem arz eder.

Andezit volkanik bir kayadır. Ülkemizde Ankara'da Ankara Taşı olarak bilinmekte ve yıllardır kullanılmaktadır. Ayrıca Konya, Afyon, Uşak, Çankırı illerinde çıkarılmaktadır. İnşaat sektöründe,

kaldırım taşı, bordür, merdiven basamağı, denizlik yapımı gibi işlerde uzun sürelerden beri kullanılmaktadır. Renk olarak gri, koyu gri, siyah, kırmızımsı, kahverengimsi ve pembemsi türleri vardır (Sarışık vd., 2011). Andezitler, homojen yapıları, solmayan renkleri ve cilasız, silinmiş, çekiçlenmiş veya kaba yontulmuş yüzey biçimleri ile son yıllarda yurt içi ve yurt dışı doğal taş endüstrisinde tercih nedeni olmaktadır. Özellikle tarihi dokuyu anımsatan tarzı, pastel renklere sahip olması nedeniyle birçok yapı projesinde kaplama taşı olarak kullanımı artmaktadır (Davraz, 2006). Bu nedenle üretim rakamları da artış göstermektedir. Yıllara göre andezit üretim miktarları Çizelge 1’de verilmiştir.

Isparta’da Gölcük volkanizmasının ürünü olan Direkli Köyü ve Gönen İlçesi civarında andezit ocakları mevcuttur. Özellikle Direkli Köyü civarındaki ocaklardan üretilen andezit taşı Isparta Belediyesi kuruluşu olan ISTEM AŞ tarafından 2005 yılından bu yana işlenerek yapı sektörünün kullanımına sunulmaktadır. Isparta il merkezine yakın

alanlarda büyük bir potansiyele sahip andezit (ve trakiandezit) kayacı, 2005 yılında yürürlüğe giren maden kanunu kapsamında mermer kapsamına alınması ile artan bir endüstriyel öneme kavuşmuştur. Son yıllarda üretimi arttırılarak özellikle kent içi yapılarda kullanımı yaygınlaşmakta ve adeta Isparta kenti ile özdeş hale gelmektedir (Şekil 1).

Çizelge 1. Andezit Üretim Miktarları (<http://docplayer.biz.tr/246690-Dogal-tas-ve-mermer-sektoru-kumesi-ihityac-analizi-ve-sektor-stratejisi-raporu.html>)

Yıl	Üretim Miktarı (ton)
2003	80.605
2004	81.900
2005	517.831
2006	2.485.956
2007	4.115.184
2008	3.307.107
2009	1.908.544
2010	6.436.380
2011	2.878.093
2012	2.873.932



Şekil 1. Andezit taşının yurt dışı ve yurt içinde açık alanlarda kullanımı (Foto:Hakan Ceylan)

Günümüzde özellikle kent içi peyzaj düzenlemelerinde artan yurt içi ve yurt dışı talebi, andezit ürünlerine yönelik yeni yatırımların yapılması beklentisini güçlendirmektedir. Bu kapsamda Isparta’da özel sektöre ait ikinci bir andezit işleme fabrikası açılmış ve üretime geçmiştir.

Andezit taşının Isparta dışındaki illere de pazarlandığı bilinmektedir. Bu bakımdan

Isparta için bir marka ürün haline gelmektedir. Isparta açısından böylesine önem arz eden bir ürünün don dayanımı açısından irdelenmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu çalışma kapsamında konu ile ilgili bir laboratuvar çalışması yapılarak Isparta andezitinin don dayanımı irdelenmiştir.

Son 15 yılın meteorolojik veri kaynaklarına göre, Isparta İlinde ortalama donlu gün sayısının 92 olduğu belirtilmektedir. Ayrıca bu donlu günlerin Kasım ayında başlayıp Nisan ayının sonlarına kadar devam eden yaklaşık 6 ay gibi uzun süren bir zaman dilimini kapsadığı bildirilmektedir (<http://www.angelfire.com/sk/isparta/meteor.html>). Bir başka kaynağa göre ise Isparta'da donlu geçen gün sayısı yıllık ortalaması 84,3 olarak bildirilmektedir (<http://www.ispartakulturturizm.gov.tr/belge/1-93728/iklim.html>). Bu durumda Isparta yöresinde özellikle dış ortamlarda kullanılan yapı taşlarının dona dayanımları önemli hale gelmektedir.

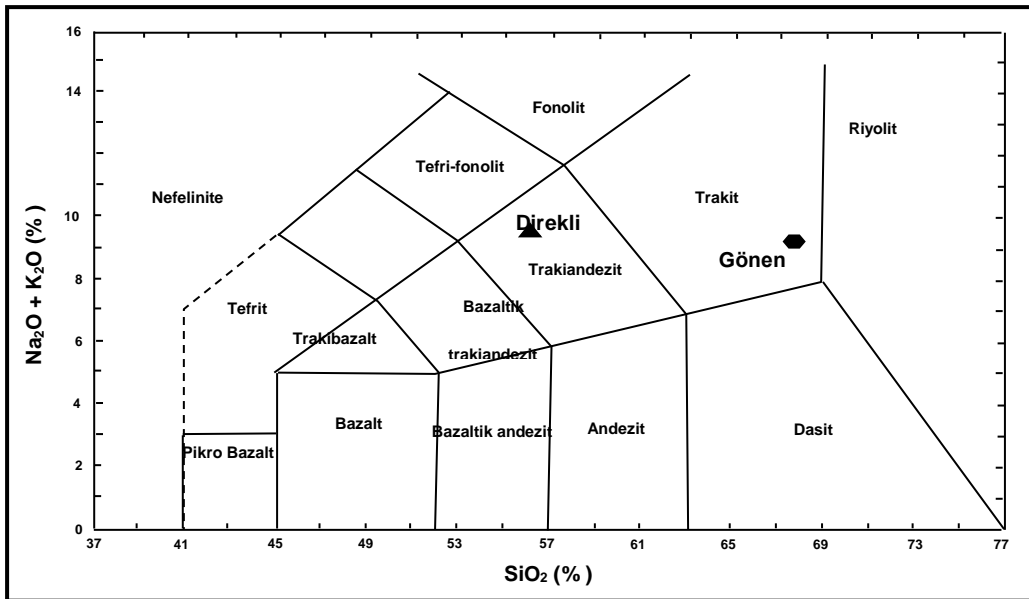
## 2. MATERYAL METOT

Çalışma, Isparta Merkez Direkli Köyü ve Gönen İlçesinden çıkarılan iki ayrı kayaç türü üzerinde yapılmıştır. Çalışmada kullanılan kayaçların kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan kayaçların kimyasal analizi (Davraz, 2006)

Kimyasal Bileşen	Gönen Kayaç Örneği (%)	Direkli Kayaç Örneği (%)
SiO <sub>2</sub>	68.00	56.45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.86	18.41
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.72	5.61
MgO	0.65	1.78
CaO	1.20	5.22
Na <sub>2</sub> O	3.58	3.85
K <sub>2</sub> O	5.71	5.73
TiO <sub>2</sub>	0.34	0.52
SO <sub>3</sub>	0.12	0.16
Kızdırma Kaybı	0.86	2.37

Kimyasal analiz verilerinden elde edilen SiO<sub>2</sub> ve (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) değerlerinin alkali-silika diyagramında işlenmesi sonucunda Direkli Köyü civarından alınan kayaç numunesinin trakiandezit, Gönen İlçesi civarından alınan kayaç numunesinin trakit olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Trakiandezit ve trakit kayacına ait fiziko-mekanik özellikler ise Çizelge 3'de görülmektedir.



Şekil 2. Kayaç örneklerinin toplam alkali - silika diyagramındaki yeri (Davraz,2006).

Çizelge 3. Trakiandezit ve trakite ait fiziko-mekanik özellikler (Davraz,2006 ve Şengün,2009)

Özellik	Direkli Trakiandeziti	Gönen Trakiti
Renk	Gri	Beyaz
Kuru Birim Hacim Ağırlık (kg/m <sup>3</sup> )	2210	2410
Özgül Ağırlık (kg/m <sup>3</sup> )	2390	2540
Su Emme (%)	2.38	1.26
Görünür Porozite (%)	5.25	2.97
Gerçek Porozite (%)	7.53	5.09
P Dalga Hızı(m/s)	4214	2885
Schmidt Sertliği	42.6	41.1
Shore Sertliği	77.1	63.5
Basınç Dayanımı (MPa)	120.4	81.1
Brazilian Çekme Dayanımı (MPa)	8.21	3.88
Nokta Yük Dayanımı (MPa)	8.08	3.43
Don Tesirine Dayanım (%)g	3.04	0.56
Dayanım Azalması (%)	11.25	3.44



Şekil 3. Deneylerde kullanılan kayaç örnekleri

Kayaçlardan laboratuvarında 7x7x7 cm'lik küp numuneler hazırlanarak deneylere tabi tutulmuştur (Şekil 3). Dona dayanıklılık deneylerinin yapılmasında, TS EN 12371 Doğal Taşlar-Deney Metotları-Dona Dayanım Tayini Standardında belirlenen esaslar temel alınmıştır. Kayaç örnekleri üzerinde don öncesi ve don sonrası 14 döngüde bir ağırlıkça su emme, hacimce su emme, P dalga hızı, Schmidt sertlik değeri, tek eksenli basınç dayanımı, nokta yük dayanımı deneyleri yapılmıştır. Numuneler üzerinde toplam 28 döngü yapılarak don dayanımı incelenmiştir. Döngü sayısının

belirlenmesinde Binal (1996) tarafından hazırlanan donma-çözülme haritası temel alınmıştır. Bu haritada, Isparta'nın yıllık 10-15 donma-çözülme periyoduna sahip olduğu belirtilmektedir.

### 3. BULGULAR

DeneySEL çalışmalar sonucunda don öncesi ve sonrasında elde edilen bulgular Çizelge 4 ve 5'de verilmiştir. Don öncesi ve sonrasında basınç dayanım değerlerine göre, Direkli bölgesi örneklerinde 14 günlük don sonrası % 0.14'lük bir düşüş olmakta 28

günlük çevrim sonrasında ise bu oran % 10.21'e çıkmaktadır. Gönen civarı örneklerinde ise 14 ve 28 günlük çevrimde yaklaşık % 6.11 ve % 9.75'lik bir dayanım düşüşü belirlenmiştir.

TS EN 12371 Doğal taşlarda dona dayanım tayini standardında belirtilen bozulma kriterlerinden biri, gözle muayene

yöntemine göre kayaç numuneleri üzerinde 'Bir veya birkaç çatlak, delik veya 0.1 mm'den büyük parça kopması veya damarlarda malzeme alterasyonu' oluşmasıdır. Deney sonucunda kayaç numuneleri üzerinde yapılan gözle inceleme sonucunda bu ölçütleri sağlayacak bir bozulma veya deformasyon gözlenmemiştir.

Çizelge 4. Direkli trakiandezitine ait don önce ve sonrası bazı değerler

Özellik	Don Öncesi Değerler	14 Günlük Çevrim	Değişim Oranı (%)	28 Günlük Çevrim	Değişim Oranı (%)
Ağırlıkça Su Emme (%)	2.31	2.45	6.06	3.02	30.74
Hacimce Su Emme (%)	5.45	5.72	4.95	6.78	24.40
P Dalga Hızı (m/s)	4599	4456	3.11	4413	4.04
Schmidt Sertlik Değeri	56	55	1.79	49	12.50
Basınç Dayanımı (MPa)	121.92	121.75	0.14	109.71	10.01
Nokta Yük Dayanımı	8.97	8.42	6.13	7.98	11.04

Çizelge 5. Gönen trakitine ait don önce ve sonrası bazı değerler

Özellik	Don Öncesi Değerler	14 Günlük Çevrim	Değişim Oranı (%)	28 Günlük Çevrim	Değişim Oranı (%)
Ağırlıkça Su Emme (%)	2.39	3.25	35.98	3.29	37.66
Hacimce Su Emme (%)	5.65	6.99	23.72	7.57	33.98
P Dalga Hızı (m/s)	4525	4270	5.64	4248	6.12
Schmidt Sertlik Değeri	57	53	7.02	51	10.53
Basınç Dayanımı (MPa)	84.40	79.24	6.11	76.17	9.75
Nokta Yük Dayanımı	3.39	2.54	25.07	2.51	25.96

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Isparta Direkli ve Gönen civarı volkanik kayaç örnekleri üzerinde TS EN 12371 Doğal Taşlar-Deney Metotları-Dona Dayanım Tayini Standardında belirlenen esaslara göre yapılan deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen bulgulardan deney öncesine göre, ağırlıkça su emme ve hacimce su emme değerlerinin bir miktar arttığı görülmektedir. P dalga hızı, Schmidt sertlik değeri, tek eksenli basınç dayanımı ve nokta yük dayanım değerlerinin ise bir miktar azaldığı belirlenmiştir. Ancak en önemli dayanım parametresi olan tek eksenli basınç dayanımı değerlerinin 28 döngü sonucunda her iki kayaç için de %

10'lar civarında bir azalma gösterdiği görülmektedir. Çalışma sonucu belirlenen Direkli trakiandezitine ait % 10.01'lik basınç dayanım kaybı değeri daha önce Davraz (2006)'da yapılan çalışmadaki belirtilen % 11.25 değerine yakındır. Ayrıca kayaç örneklerinde don sonrasında dayanım düşüşü olmakla birlikte herhangi bir deformasyon gözlenmemiştir. Bu çalışma sonucuna göre, Isparta bölgesinde çıkarılan volkanik türdeki yapıtaşlarından olan Direkli civarı trakiandezit ve Gönen civarı trakit kayaçlarının dona dayanıklı olduğu ve özellikle soğuk kış şartlarının hüküm sürdüğü karasal iklimli bölgelerde kullanımının mümkün olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

Andezit Üretim Miktarları  
<http://docplayer.biz.tr/246690-Dogal-tas-ve-mermer-sektoru-kumesi-ihiyac-analizi-ve-sektor-stratejisi-raporu.html>. Doğal Taş ve Mermer Sektörü Kümesi İhtiyaç Analizi ve Sektör Stratejisi Raporu (Kasım 2014) (Erişim Tarihi: 21.07.2016)

Binal, A., 1996. Aksaray-Ihlara Vadisindeki Volkanosedimanter Kayaçlarda Görülen Duraysızlık Mekanizmalarının Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 95 s.

Davraz, M., Gündüz, L., 2006. Isparta-Direkli Köyü Mevkii Trakiandezit Taşının Beton Agregası Olarak Değerlendirilmesi. IV. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 2-4 Aralık İstanbul.

Isparta Hakkında. İklim.  
<http://www.ispartakulturturizm.gov.tr/belge/1-93728/iklim.html>.(Erişim Tarihi: 27.06.2016)

Sarışık A., Sarışık G., Şentürk, A., 2011. Applications of Glaze and Decor on Dimensioned Andesites Used in Construction Sector. Construction and Bulding Materials, 25, s. 3694-3702.

Şengün, N., Altındağ, R., Koççaz, C.E., 2009. Isparta Yöresinde Bulunan Bazı Mağmatik Kayaçların Kesilebilirlik Analizleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 11 (31), 22-31.

TS EN 12371, 2010. Doğal taşlar-Deney metotları-Dona dayanım tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Tarımsal Faaliyetlerle İlgili Meteorolojik Veriler.  
<http://www.angelfire.com/sk/ispata/meteor.html> (Erişim Tarihi: 27.06.2016)