

Mermer Atıklarının Asidik Toprakların Nötralizasyonu ve Fındık Tarımı Üzerine Etkileri*The Effects of Marble Wastes on Acidic Soil Neutralization and Hazelnut Yield*Gülşen Tozsın^{1*}, Taşkın Öztaş², Ali İhsan Arol³, Ekrem Kalkan⁴, Ercüment Koç¹¹Atatürk Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 25400, Oltu, Erzurum²Atatürk Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 25240, Erzurum³Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara⁴Atatürk Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 25400, Oltu, Erzurum*Sorumlu Yazar: gulsentozsin@gmail.com,**Özet**

Bu çalışma kapsamında mermercilik faaliyetleri sonucunda açığa çıkan atıkların toprak asitliğinin nötralizasyonunda kullanılabilirliği laboratuvarında yapılan kolon denemeleri ile araştırılmıştır. Ayrıca mermer atıklarının fındık verimi üzerine etkilerini araştırmak için arazi denemeleri yapılmıştır. Mermer atıkları CaCO_3 içeriği yönünden zengin olmaları sebebiyle asidik toprakta pH düzenleyici olarak kullanılmış, böylece hem mermer ocak atıkları ve mermer kesme atıkları değerlendirilmiş hem de çevresel ve zirai açıdan olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Mermer atıkları kullanılarak yapılan kolon testlerinden elde edilen sonuçlara göre toprak pH'sının 4.71 den 6.84'e yükseldiği ve arazi denemelerinden elde edilen sonuçlara göre ise fındık veriminin yaklaşık %43 oranında arttığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Mermer atıkları, toprak asitliği, fındık, kolon denemesi**Abstract**

The aim of this study was to investigate the effects of waste generated in the marble industry on acidic soil neutralization by column tests in a laboratory. Furthermore, field trials were conducted to determine the effects of marble wastes on hazelnut yield. As marble wastes, both marble quarry wastes and marble cutting wastes, are rich in CaCO_3 , they were used as a pH regulator for acidic soil. In this way, not only the wastes were utilized as a useful raw material for the agriculture but also the burden of marble wastes on the environment was reduced. The results showed that soil pH increased from 4.71 to 6.84 in column tests and hazelnut yield increased 43% in the field trials upon marble waste application.

Key words: Marble Wastes, Soil Acidity, Hazelnut, Column Tests

1. Giriş

Mermer atıkları, mermer ocaklarında blokların üretimi esnasında açığa çıkan mermer pasaları ile atölye ve fabrikalarda mermerlerin işlenmesi sırasında açığa çıkan mermer tozlarıdır. Tesislerde her yıl binlerce metreküp blok mermer üretimi yapılmakta ve ocaklardan çıkarılan mermer blokların %40-60'ı, fabrikalarda işlenen mermer plakaların ise %30-35'i atığa çıkmaktadır (Çelik ve Sabah, 2008). Mermer tozları, mermer işleme atölyelerinde blokların ve plakaların kesilmesi esnasında açığa çıkan ve büyük çoğunluğu 1 mm.'nin altında olan mermer tanecikleridir. Kesme işleminin suyla yapılması nedeniyle bu atıklar direkt olarak suya karışır ve mermer çamurunu oluşturur. Bu kirleticilerin çoğu atık olarak kalmakta ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Atığın boyutu düşünülecek olursa mermer çıkarılması ve işlenmesi esnasında ülkemizde ciddi miktar da mermer tozu, katı atık ve mermer çamuru kirliliği oluşmaktadır (Gazi ve ark., 2012; Tozsın ve ark., 2014). Mermer atıklarının meydana getirdiği çevresel olumsuzluklar yanında, bu atıklar kullanım alanı bulamaması durumunda büyük ölçüde ekonomik kayba neden olmaktadır. Ülkemizde mevcut olan mermer rezervinin büyüklüğü ve mermer işleme prosesi içerisinde oluşan atık oranının yüksek olması göz önünde bulundurulduğunda, oluşabilecek çevresel sorunlar ve ekonomik kayıpların da ne kadar büyük bir önem oluşturduğu açıkça görülmektedir.

Diğer taraftan, yıllık yağışın çok olduğu yerlerde genellikle toprağın pH değeri düşük ve asit karakterlidir. Karadeniz Bölgesi Türkiye'de en çok yağış alan bölgedir ve aldığı aşırı yağış nedeniyle de toprakları genellikle asidik karakterlidir. Karadeniz Bölgesi 1000-2500 mm'lik yıllık yağışı nedeniyle nemli bir iklime sahiptir ve bölgenin sahip olduğu bu iklimi ile bölgenin jeolojik yapısının birleşmesi sonucunda asidik toprak formasyonunun oluşumu kaçınılmaz olmaktadır. Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinde toprak pH'sının 2.8'lere kadar düştüğü görülmektedir (Sürücü ve ark., 2013). Bu sebeple ürün verimliliğinin artırılabilmesi amacıyla bu tip topraklarda tarım kireci kullanımını zaruri hale gelmektedir.

Asidik topraklar azot, fosfor ve potasyum gibi bazı elementlerin alınmasına engel olmakta ve demir, alüminyum gibi bazı elementlerin de çözünürlüğünü arttırdığından toksik etki yapmaktadır. Tarımsal üretimi arttırmada, toprak özelliklerinin düzeltilmesi ve toprakta besin elementleri dengesinin sağlanması son derece önemlidir. Yağışlı bölge topraklarında besin elementlerinin yarıyışlılığını etkileyen pH düşmelerinde, pH ayarlayıcısı olarak kullanılan kireçleme materyalleri hem toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzeltmekte hem de bitkilerin Ca ve Mg ihtiyaçlarını karşılamaktadır (Geebelen ve ark., 2003; Dlamini, 2009).

Fındık üretimine bakılacak olursa, Karadeniz Bölgesindeki fındık yetiştiriciliği ülke ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır (Açkurt ve ark., 1999; Köksal ve ark., 2006; Demirbaş ve ark., 2008). Türkiye fındık üretiminde dünya genelinde %70 ile ilk sırada yer almakta ve bunu %12 ile İtalya, %6 ile ABD ve %2 İspanya izlemektedir (Özdemir ve Akıncı, 2004; Oliveira ve ark., 2008). Fındık bitkisinin normal gelişimini sürdürebilmesi, bol ve kaliteli ürün verebilmesi için yetiştirildiği toprağın pH'sının 5-7 arasında olması gerekmektedir. Fındık genellikle Karadeniz bölgesi gibi düşük pH'lı asidik topraklar üzerinde yetiştirildiğinden bu toprakların kireçleme materyali ile kireçlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle fındık üreticileri genellikle toprak pH'sını dengelemek için tarım kireci uygulamaktadırlar. Bu çalışmada tarım kirecine ek olarak asidik toprağa CaCO₃ oranı yüksek mermer blok atığı ve mermer kesim atığı uygulanarak toprak pH'sının ve buna bağlı olarak fındık veriminin artırılması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metod

Kolon çalışmalarında kullanılan toprak örnekleri Giresun İli Bulancak İlçesi İnce Köyünde

bulunan Kelali bahçesinden temin edilmiştir. Ayrıca mermer atıklarının fındık verimi üzerine etkilerinin araştırılması için gerçekleştirilen arazi çalışmaları da aynı bahçede yapılmıştır. Toprak örnekleri yüzeyden 20 cm derinliğe kadar olacak şekilde alınmıştır. Alınan örnekler 2 mm açıklıklı elekten geçirilerek homojen halde analizler için hazır duruma getirilmiştir. Toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1’de verilmiştir.

Toprak Tekstürü				Tarla kapasitesi (%)	Kütle yoğunluğu (g/cm ³)	pH 1:2,5 (v/v)	Değişebilir katyonlar (cmolc /kg1)				KDK* (cmolc /kg1)	H doygunluğu (%)
Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Tekstür sınıfı				Ca	Mg	Na	K		
21.0	34.8	44.2	Tın	37.0	1.3	4.71	6.95	1.79	0.70	0.70	23.1	56.0

Çizelge 1. Toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler.

*Kation Değişim Kapasitesi.

Toprak tekstürü (bünyesi) Bouyoucos hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986). Tarla kapasitesi Cassel ve Nielsen (1986)’e göre ve kütle yoğunluğu tayini Blake ve Hartge (1986)’e göre yapılmıştır. pH değeri toprak:su oranı 1:2,5 (v/v) olan toprak süspansiyonunda belirlenmiştir. Değişebilir katyonlar (Na⁺, K⁺, Ca₂⁺, Mg₂⁺) ve kation değişim kapasitesi (KDK) Rhoades (1982)’e göre tayin edilmiştir. H doygunluğu değişebilir H miktarının KDK içerisindeki oranından hesaplanmıştır.

Toprakta nötralizasyon materyali olarak kullanılan mermer ocak atıkları (MOA) ve mermer kesim atıkları (MKA) Afyonkarahisar ilindeki ocaklardan ve kesim atölyelerinden temin edilmiştir. Çalışmalarda ayrıca mermer atıklarının asidik toprak nötralizasyonu üzerindeki etkisini kıyaslayabilmek amacıyla Niksar A.Ş.’den tedarik edilen tarım kireci (TK) de kullanılmıştır. Kullanılan bu nötralizasyon materyallerine ait pH ve CaCO₃ değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

	Tarım kireci (TK)	Mermer ocak atığı (MOA)	Mermer kesim atığı (MKA)
pH	13,03	8,44	8,08
CaCO ₃ (%)	100,00	99,24	94,12

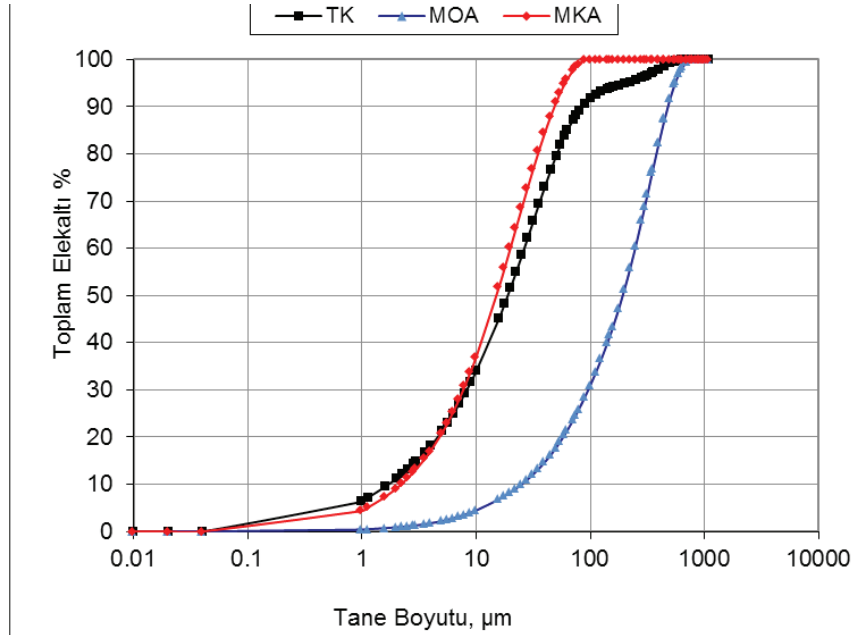
Çizelge 2. Nötralizasyon materyallerine ait pH ve CaCO₃ değerleri.

TK, MOA ve MKA’ na ait kimyasal bileşimler XRF (XRF-Philips PW 1400) yöntemi ile (Çizelge 3) ve tane boyut dağılımı analizi ise lazer difraktometre (Coulter LS 230) yöntemi ile (Şekil 1) belirlenmiştir.

(%)	TK	MOA	MKA
CaO	55,86	55,04	50,80
Na ₂ O	0,04	1,87	0,68
MgO	0,58	2,01	9,84
Al ₂ O ₃	0,70	0,63	0,76
Fe ₂ O ₃	0,29	0,22	0,48
K ₂ O	0,08	0,05	0,04
KK*	42,60	35,20	37,20

*KK: kızdırma kaybı

Çizelge 3. TK, MOA ve MKA’na ait kimyasal analiz sonuçları.



Şekil 1. Tane boyut dağılımı.

Laboratuvar ortamında, nötralizasyon materyalleri kullanılarak asidik toprağın nötralize edilebilmesi için kolon ($\Phi 10\text{cm} \times 35\text{cm}$) testleri yapılmıştır. Her bir CaCO_3 molekülünün iki H^+ iyonunu nötralize ettiği (1) göz önünde bulundurularak uygulanan toplam mermer atık miktarı Brady ve Wail (2004)'e göre belirlenmiştir.



Buna göre kütle yoğunluğu $1,3 \text{ g/cm}^3$ olan 20 cm derinliğe kadar alınmış yüzey toprağını nötralize etmek için gerekli kireç miktarı her bir kilogram toprak için 5 gr CaCO_3 olarak belirlenmiştir. MOA (%99,24 CaCO_3) ve MKA'nın (%94,12 CaCO_3) içerdikleri kireç miktarına bağlı olarak ve içerdikleri CaCO_3 'ün tamamının toprak ile reaksiyona girmemesi ihtimali dikkate alınarak kullanılması gereken nötralizasyon materyallerinin miktarları, referans olarak alınan tarım kireci (TK) miktarı ve bu miktarın 1,5 ve 2 katları olacak şekilde belirlenmiştir. Bu oranlar MOA ve MKA materyalleri için %100 (1:1), %150 (1,5:1) ve %200 (2:1) olacak şekilde ayarlanmıştır. Ayrıca kıyaslama yapılabilmesi için nötralizasyon materyali eklenmeyen kontrol grubu toprak örneği (0) de çalışmaya dahil edilmiştir.

Her bir durum için TK, MOA ve MKA dozları 2 kg hava kurusu toprak ile iyice karıştırılmış, karışımlar kolonlara yerleştirilmiş ve tarla kapasitesinin %70'i kadar nemlendirilmiştir. Kolonlar 25°C sıcaklıkta inkübe edilmiş ve toprak pH'sının belirlenmesi amacıyla, sırasıyla 15., 30., 45., 60. ve 75. günlerde alt toprak örnekleri alınmıştır. Toprak nem oranı periyodik olarak 2 günde bir yeniden ayarlanmıştır. Her örnekleme zamanında oyma bıçağı yardımı ($\Phi 1 \text{ cm}$) ile kolonun iki farklı noktasından olacak şekilde alınan alt toprak örnekleri kendi içlerinde homojen karıştırılarak pH analizleri yapılmıştır. 75 günlük inkübasyon sonunda da tüm kolonların pH değerleri incelenmiştir.

Bunun yanında, MOA ve MKA'nın fındık verimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla, özellikleri Çizelge 2 ve 3'de verilmiş olan mermer atıkları, kolon testlerinde kullanılan toprak örneklerinin alınmış olduğu Kelali bahçesinde bulunan fındık ağaçlarına farklı dozlarda uygulanmıştır.

Toprak pH'sını 4,71 den 6,50'ye yükseltebilmek için gerekli olan tarım kireci miktarı Saruhan ve Genç'in (1972) belirttiği şekilde hesaplanmıştır. MOA (%99,24 CaCO_3) ve MKA'nın

(%94,12 CaCO_3) içerdikleri kireç miktarlarına bağlı olarak ağaç başına gerekli olan kireçleme materyallerinin miktarları 1:1 (5,8 kg/ağaç), 1,5:1 (8,7 kg/ağaç), 2:1 (11,6 kg/ağaç) olacak şekilde ayarlanmıştır. Fındık bahçesine TK, MOA ve MKA uygulaması 2013 yılının Mart ayında yapılmıştır (Şekil 2). Mermer atıklarının fındık bahçesinin toprak pH'sı üzerine olan etkisinin belirlenebilmesi için 3 fındık ağacından oluşan her bir parselde ait toprak örnekleri 2013 yılının Ağustos ayında alınarak incelenmiştir. TK, MOA ve MKA uygulanan topraklar ve bu topraklarda yetiştirilen fındık verimine ait sonuçlar değerlendirilmiştir.



Şekil 2. Nötralizasyon materyallerinin fındık ağaçlarına uygulanması.

Başlangıçta alınan toprak örneklerine ait değerlere bağlı olarak, fındık büyümesi için gerekli olan N, P ve K, kimyasal gübre kullanılarak toprağa ilave edilmiştir. Gereken N'nin yarısı, P ve K'nın ise tümü 2013 yılının Mart ayında, kalan N ise Haziran ayında fındık ağaçlarına uygulanmıştır. Ağaçlar 2013 yılı Ağustos ayının ilk haftasında hasat edilmiştir. Toplanan fındık örnekleri yere serilerek kurutulmuş, temizlenip kırılmış, kabuklar ve fındık içi birbirinden ayrılmıştır. Fındık örnekleri analiz yapılana kadar buzdolabında saklanmıştır. Kuru ağırlığın belirlenmesi amacıyla, örnekler sabit bir ağırlıkta kalana kadar 70°C'lik fırında kurutulmuştur (AOAC, 1990). Fındık verimliliği (fındık içi ağırlıkları) ve miktarları (kabuklu ağırlıkları) belirlenmiştir. Hasadı takiben, her bir parselden yüzeyden 20 cm derinliğe kadar olacak şekilde toprak örnekleri alınmış ve pH değerleri incelenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Değerleri sırasıyla %55,86, %55,04 ve %50,80 olan TK, MOA ve MKA'nın CaO içeriği bakımından zengin olduğu Çizelge 3'de görülmektedir. Şekil 1'de verilen tane boyut dağılımına göre elekaltına geçen malzemelerin %80'inin TK'de 55 mikrondan, MOA'da 400 mikrondan ve MKA'da 35 mikrondan küçük olduğu görülmektedir.

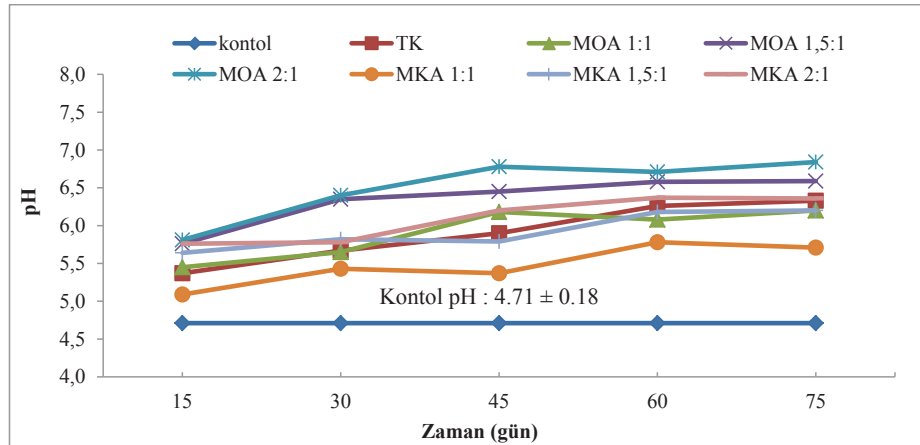
Laboratuvarda yapılan kolon testlerinden elde edilen sonuçlar Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. Çizelge 4'den görüldüğü gibi en yüksek ortalama pH değeri kireçleme malzemesi olarak MOA kullanıldığında elde edilmiş, TK ve MKA uygulamalarında pH değerleri bakımından anlamlı bir fark görülmemiştir. Asidik toprağa MOA uygulamasıyla başlangıçta 4.71 olan toprağın ortalama pH değeri 6,26'ya yükselmiştir. İnkübasyon süresinin toprak pH'sı üzerine etkisine bakıldığında, sürenin artmasına bağlı olarak pH'ın arttığı görülmüş fakat en yüksek iki inkübasyon süresi arasında (60 ve 75 günlük) ortalama pH değeri bakımından anlamlı bir fark

olmadığı görülmüştür. Bu da 60 günlük inkübasyon süresinin bu çalışma için yeterli olabileceğini göstermektedir. Diğer taraftan, mermer atıklarının uygulama dozlarındaki farklılığın toprak pH'sı üzerine etkisi açıkça görülmektedir. Uygulama dozu arttıkça pH değeri de artmıştır.

Uygulama	Tarım kireci (TK)	Toprağın ortalama pH değeri
Kireçleme malzemesi	Kontrol	4,71c
	TK	5,90b
	MOA	6,26a
	MKA	5,83b
İnkübasyon süresi	15 gün	5,42d
	30 gün	5,73c
	45 gün	5,92b
	60 gün	6,08a
Uygulama oranı	75 gün	6,15a
	1:1	5,50c
	1,5:1	6,14b
	2:1	6,30a

Çizelge 4. Kolon testlerinden elde edilen sonuçlar için Duncan çoklu karşılaştırma testi.

*Aynı harfle gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemli değildir ($p < 0,05$).



Şekil 3. Nötralizasyon materyalleri için zamana bağlı topraktaki pH değişimi.

Kullanılan nötralizasyon malzemelerinin cinsine ve oranlarına bağlı olarak, uygulamanın yapıldığı andan itibaren ilk 15 gün içerisinde toprak pH'sının hızlı bir şekilde 4,71 den 5,37 - 5,81'e kadar yükseldiği görülmüştür. pH'da gözlenen artış 1,5:1 ve 2:1 uygulama oranlarında 1:1'dekine göre daha hızlı gerçekleşmiştir. Kontrol grubuna en yakın değerler MKA'nın 1:1 oranında uygulanması sonucunda elde edilmiştir. Toprak pH'sının iyileştirilmesinde en etkili sonucun MOA'nın 2:1 oranında uygulanması ile elde edildiği görülmüştür. 75 günlük inkübasyon sonunda MOA'nın 2:1 oranında uygulanması ile elde edilen pH değerinin 6.84 olduğu görülmüştür. Bunu takiben MOA 1,5:1 oranında uygulanması gelmektedir. MOA'nın 1:1, MKA'nın 1,5:1 ve MKA'nın 2:1 oranlarında uygulanması ise TK uygulaması ile hemen hemen aynı etkiyi göstermiştir (Şekil 3).

Arazi çalışmalarından elde edilen sonuçlara bakılacak olursa; kontrol grubundan alınan fındık ürün miktarının 1120,3 kg ha⁻¹ olduğu ve 2:1 oranında nötralizasyon materyali uygulaması sonucunda bu miktarın 1605,5 kg ha⁻¹ değerine kadar yükseldiği görülmüş fakat farklı uygulama dozları arasında kayda değer bir farklılığın olmadığı görülmüştür (Çizelge 5).

Uygulama		pH	Verimlilik (fındık içi) %	Ürün (kg ha ⁻¹)
Kireçleme malzemesi	TK	6,14a	51,48a	1590,4a
	MKA	5,46b	48,89b	1245,1b
	MOA	5,65b	51,01a	1365,7b
	Kontrol	4,71c	46,62c	1120,3b
Uygulama oranı	1:1	5,88b	50,47b	1455,6a
	1,5:1	6,10ab	52,60a	1416,7a
	2:1	6,29a	53,20a	1605,5a
			2:1	6,30a

Çizelge 5. Arazi çalışmalarından elde edilen sonuçlar için Duncan çoklu karşılaştırma testi.

*Aynı harfle gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemli değildir (p < 0,05).

Buradan anlaşılacağı üzere tarım kirecine eşit miktarda uygulanan mermer atıkları benzer sonuçlar göstermektedir, dolayısıyla optimum ürün miktarının elde edilebilmesi için nötralizasyon malzemesi olarak mermer atıklarının tarım kirecine eşit miktarda kullanımı yeterli olabilecektir.

4. Sonuçlar

Kolon çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre, asidik toprakların nötralizasyonu amacı ile mermer kesim atıkları (MKA) ve özellikle de mermer ocak atıklarının (MOA) kullanımı tarım kirecine iyi bir alternatif olarak önerilebilir. Arazi çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre, fındık bahçelerinde mermer atıklarının uygulanması ile yetiştirilen ürün miktarı ve verimliliği artırılabilir. Mermer atıklarının oluşturabileceği olumsuz çevresel etkiler bu atıkların tarımsal ham madde olarak değerlendirilmesi ile bertaraf edilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje No: 2012/186 ve Proje No: 2012/187) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Ackurt, F., Ozdemir, M., Bringen, G., Loker, M., 1999. Effects of geographical origin and variety on vitamin and mineral composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. Food Chem. 65, 309-313.

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, fifteenth ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, 363-375.

Brady, N.C., Weil, R.R., 2004. Elements of the Nature and Properties of Soils, 2nd ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Cassel, D.K., Nielsen, D.R., 1986. Field capacity and available water capacity. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods*, 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, 901-926.

Celik, M.Y., Sabah, E., 2008. Geological and technical characterization of Iscehisar (Afyon-Turkey) marble deposits and the impact of marble waste on environmental pollution. *J. Environ. Manage.* 87, 106-116.

Demirbas, O., Karadag, A., Alkan, M., Dogan, M., 2008. Removal of copper ions from aqueous solutions by hazelnut shell. *J. Hazard. Mater.* 153, 677-684.

Dlamini, H. M., (2009). *An Evaluation of Lime Requirement Methods for Agricultural Soils in East Texas*. Stephen F. Austin University.

Gazi, A., Skevis, G., Founti, M.A., 2012. Energy efficiency and environmental assessment of a typical marble quarry and processing plant. *J. Clean. Prod.* 32, 10-21.

Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods*, 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, 383-411.

Geebelen, W., Adriano, D. C., van der Lelie, D., Mench, M., Carleer, R., Clijsters, H., and Vangronsveld, J., 2003. Selected Bioavailability Assays to Test the Efficacy of Amendment-Induced Immobilization of Lead in Soils, *Plant Soil*, 249, 217–228.

Koksal, A.I., Artik, N., Simsek, A., Gunes, N., 2006. Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chem.* 99, 509-515.

Oliveira, I., Sousa, A., Sa Morais, J., Ferreira, I.C.F.R., Bento, A., Estevinho, L.M., Pereira, J.A., 2008. Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Food Chem. Toxicol.* 46, 1801-1807.

Ozdemir, F., Akinci, I., 2004. Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *J. Food Eng.* 63, 341-347.

Rhoades, J.D., 1982. Cation exchange capacity. In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties*, 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, 149-165.

Saruhan, S., Genc, C., 1972. Killi-tınlı toprakta biles, imi bilinen kompoze gübre ile çes, itli miktardaki kirecin toprak pH'sı ve fındık verimi ile ilis, kisini saptamak. Research Project of Hazelnut Research Institute, Giresun, Turkey.

Sürücü, A., Özyazıcı, M.A., Özyazıcı, G., Uygur, V., 2013. Asit Topraklarda Alınabilir Demir, Bakır, Çinko ve Mangan Analizinde Kullanılacak En Uygun Ekstraksiyon Yönteminin Belirlenmesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 19, 256-267

Tozsın, G., Arol, A.I., Oztas, T., Kalkan, E., 2014. Using marble wastes as a soil amendment for acidic soil neutralization. *J. Environ. Manage.* 133, 374-377.