

SANTORİNİ VOLKANI VE MİNOAN PÜSKÜRMESİNİN TÜRKİYE'DEKİ İZLERİ

Santorini Volcano and Tephra Layers of Minoan Eruption in Turkey

Hakan YİĞİTBAŞIOĞLU

Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 6100, Ankara
yigitbasioglu@yahoo.com

Özet: Tefra tabakaları volkanik püskürmelerin yaşı, volkan külünün yayılış alanı ve insan ile doğal çevre üzerindeki etkilerinin saptanması bakımından büyük bir öneme sahiptir. Bu tip tefra tabakalarına güzel bir örnek olarak, Doğu Akdeniz tabanından alınan derin deniz sondajlarında çok ratlanan, İÖ 17. yüzyılda çok güçlü bir püskürme oluşturan Ege adalarından biri olan Santorini verilebilir. Volkanik kül tabakalarına Ege adalarındaki karasal tortullarda ve batı Anadolu'daki göllerin tortullarında da rastlanmıştır. Göl tortullarındaki volkanik külün jeokimyasal analizi ve radyokarbon yaşlandırmaları bunun Santorini'nin Minoan püskürmesine ait olduğunu göstermektedir. Batı Anadolu göllerinde bulunan tefra tabakası içeren sediment tabakaları aynı bölgede ki diğer göllerde de bu tabakaların bulunabileceğini işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Santorini, Minoan, püskürme, tefra, Gölhisar

Abstract: Tephra layers provide an opportunity to determine the age of an eruption, the extent of ash dispersal, and its impact on natural and human ecosystems. One such tephra from the seventeenth-century BC eruption of Thera on the Aegean island of Santorini is well known in deep-sea sediment cores from the eastern Mediterranean Sea. It has also been discovered in terrestrial sediments on the Aegean islands. There is also layer of volcanic ash in the sediments of lakes in the western Anatolia. Geochemical analysis of the volcanic ash from lake sediments together with radiocarbon datings that the provenance of this tephra is the Minoan eruption of Santorini. The presence of tephra mixed sediment layers in the Western Anatolia lakes indicates that tephra deposits may also be found in the other proper places of the same region.

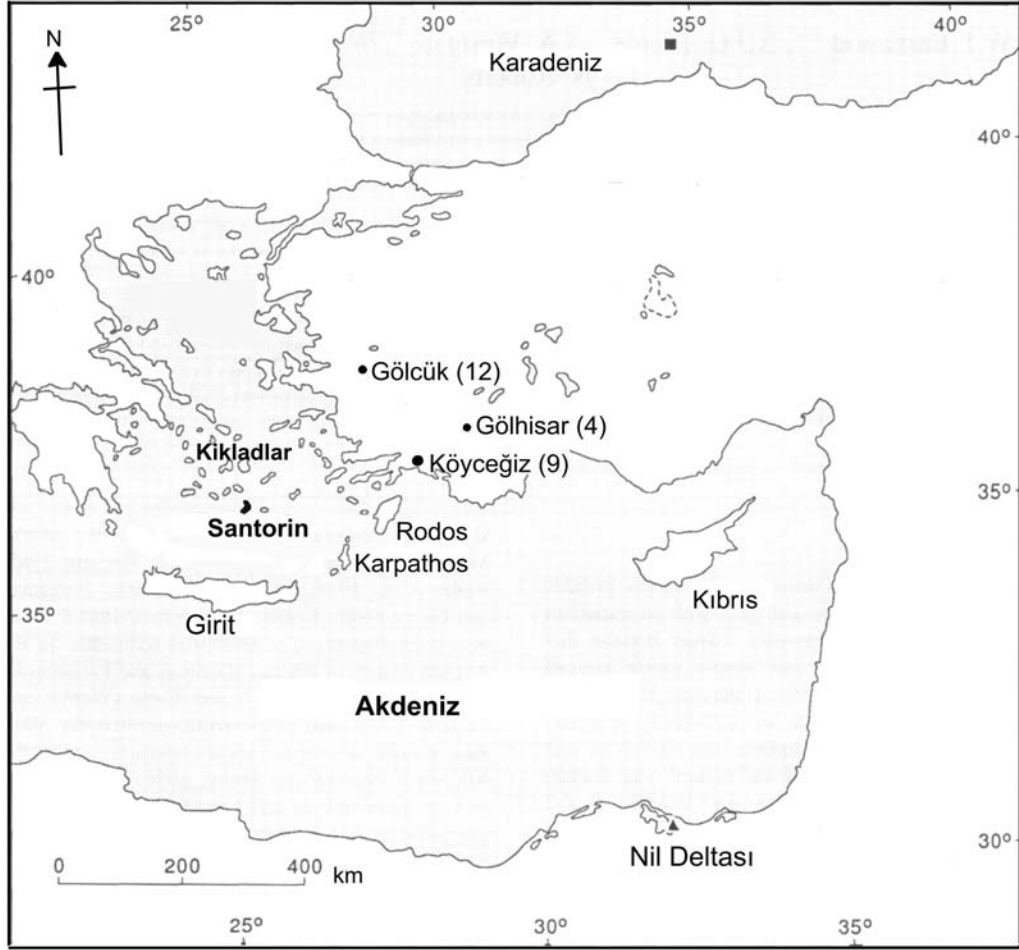
Keywords: Santorini, Minoan, eruption, tephra, Gölhisar

1. Giriş

Santorini (Yunanca adı: Thera), Ege Denizi'ndeki Kiklad takım adaları içinde yer alan volkanik adalardan biridir. Adayı, Santorini kalderasının su üstünde kalan yarım ay şeklindeki bölümü oluşturmaktadır. 75.8 km² yüzölçümüne sahip adanın en yüksek yeri 564 metredir.

Santorini volkanının da içinde yer aldığı Kiklad takım adalarında çok sayıda volkanik ada bulunmaktadır. Bu volkanik etkinlik kuzeye doğru ilerleyen Afrika levhasının Girit'in güneyinde Ege-Anadolu levhasının altına dalmasıyla oluşmuştur. Yılda 2,5-2,7 cm hızla dalan Afrika levhasının hareketi nedeni ile Ege Denizi'nde tipik bir adayayı volkanizması meydana gelmiştir. Bu ada yayı iç ve dış olmak üzere iki bölüme sahiptir. Santorini bunlardan güneyde yer alan dış ada yayı üzerinde yer almaktadır. Yaklaşık olarak 12 milyon yıl önce oluşmaya başlayan yok olma zonu 3 milyon kadar öncesinde ilk volkanik etkinlikleri oluşturmaya başlayarak ada yayını meydana getirmiş ve faaliyetlerini günümüze kadar sürdürmüştür (Friedrich vd,2000).

Santorini ve yakın çevresindeki birkaç irili ufaklı adayı oluşturan volkanik etkinlik ise yaklaşık 1 milyon yıl önce denizaltı volkanizması olarak başlamıştır, bu etkinlik daha sonraları bir ada oluşturmuş ve son püskürme tarihi olan 1950 yılına kadar aralıklarla devam etmiştir. Yapılan araştırmalara göre son 200 000 yıl içerisinde en az 12 büyük püskürme gerçekleşmiştir (Druitt, Francaviglia, 1992). İÖ 1628 yılındaki püskürme (Tarih konusunda bazı tartışmalar vardır, o yüzden farklı kaynaklarda \pm 36 yıllık bir fark bulunmaktadır, karışıklığa yol açmamak için bu püskürme genel olarak Minoan Püskürmesi olarak adlandırılır) Santorini'nin en tanınmış ve hem adayı hem de çevresini en fazla etkileyen püskürmedir. Bu erüpsiyondan eski Mısır kayıtlarında da söz edilmektedir. Günümüzde, Nil deltasında ve doğu Akdeniz tabanı ile Karadeniz'de Sinop açıklarında yapılan deniz dibi sondajlarında ayrıca Anadolu'da bazı göllerin tabanında yapılan sondajlarda Santorini'nin küllerine rastlanmaktadır. Bu makalenin amacı Santorini'nin Minoan püskürmesi ve günümüze kadar ulaşan küllerinin nerelerde bulunduğu hakkında bilgi vermektir.



Harita 1. Santorini'nin yeri ve küllerinin bulunduğu başlıca yerler (Parantez içindeki rakamlar batı Anadolu'daki göllerde bulunan kül tabakalarının kalınlığını cm cinsinden belirtmektedir).

2.Minoan Püskürmesi

İÖ 1650-1600 yılları arasında Santorini volkanı çok güçlü bir etkinlik göstermiştir. Bu püskürmenin etkisiyle adanın şekli değişmiş ve yakın çevresi de bu olaydan büyük ölçüde etkilenmiştir. Santorini, Minoan püskürmesinden önce bazalt ve andezit lavlarından oluşan geniş bir kalkan şekilli volkandı. Ancak, Minoan püskürmesi kalkan şekilli volkanı oluşturan püskürmelerden çok daha güçlüydü. Plinien tipi erüpsiyon özelliklerini gösteren bu püskürme riyodasitik karakterli magmadan meydana gelmiştir. Püskürtülen büyük miktarda materyal (30-40 km³) atmosferde 36 km yüksekliğe kadar erişmiştir. VEİ=6 (Volkanik Eksplozyon İndeksi: Püskürme şiddetinin 0-8 arasındaki rakamlarla değerlendirildiği ve en sakin püskürmenin 0, en şiddetlisinin ise 8 olduğu bir ölçektir) olan erüpsiyonda püskürtülen malzemenin büyüklüğü göz önüne alınca magma haznesinin boşaldıktan sonra çökeceği ve bir kaldera oluşturacağı açıktır. Günümüzde, kalderanın deniz üstünde kalan kesimleri yarım ay şekilli adayı oluşturmaktadır.

Püskürmenin büyüklüğünü daha iyi anlatabilmek için 19. yüzyıldaki en şiddetli püskürmelerden biri olan Krakatoa'nın erüpsiyonu ile karşılaştırabiliriz. 1883'te Sumatra ile Java arasındaki Krakatoa adasında meydana gelen püskürme tarihi çağlardaki en çok can kaybına yol açan patlama olarak kabul edilmektedir. Çökmeler sonucunda oluşan tsunamiler 36000 kişinin ölümüne yol açmıştır. Patlamaların sesi yaklaşık 5000 km öteden işitilebilmiştir (Dorozynski, 1972).

Santorini'nin erüpsiyonu ise Krakatoa'dan 4-5 kat daha güçlü olmuştur. Tarihsel kayıtlara göre aynı dönemde büyük bir deprem de oluşmuştur ve bunun volkanizma ile ilgili olduğu sanılmaktadır. Atlantis efsanesinin çıkışına neden olduğu sanılan bu püskürmenin büyüklüğünü anlamak için Krakatoa ile karşılaştırmakta fayda vardır. Santorini kalderasının deniz yüzeyindeki alanı 83 km² ve derinliği 300 – 400 metredir, Krakatoa kalderasının yüzölçümü ise 22 km² ve derinliği ise 200 – 300 metredir. Santorini'de süngertaşının kalınlığı yer yer 50 metreye ulaşır, Krakatoa'da ise bu kalınlık yarım metredir. Elde edilen verilere göre Santorini'de Krakatoa'nın 4 – 5 katı büyüklüğünde bir püskürme olmuştur. Girit adasındaki Miken uygarlığının yok olmasında da rolü olduğu düşünülen Santorini'in etkileri Mısır'a kadar uzanmıştır. Mısır'daki 18. Sülale'ye ait papirüslerde yoğun külün neden olduğu havadaki kararma ve Santorini'nin kalderasının çökmesiyle oluşan tsunaminin kıyılarındaki etkilerinden söz edilmektedir (Dorozynski, 1972). Ayrıca, ABD'nin çeşitli bölgelerinden, İrlanda'dan ve Türkiye'de Gordion'dan o dönemde yaşamış ağaçlardan alınan örneklerde yapılan araştırmalarda püskürmenin ardından gelen yıllara karşılık gelen ağaç halkalarının diğerlerine göre çok daha dar olduğu görülmüştür yani bitkisel gelişimin çok sınırlı olduğu görülmüştür (Kuniholm, 1990) ayrıca Grönland'ın doğusundan alınan buzul örneklerinde Santorini'nin erüpsiyonu ile aynı tarihlere karşılık gelen tabakalarda, asidik karakterdeki magmadan atmosfere püskürtülen materyale bağlı olarak, asiditenin artmış olduğu saptanmıştır (Sigurdsson, Carey, Devine,1990). Buna göre, yıllık sıcaklık ortalamalarında bir azalma olmuş ve yaz ayları bile oldukça serin geçmiştir. Bu kanıtlar Santorini'in püskürttüğü kül ve gazların iklim üzerinde küresel bir etkiye yol açtığını gözler önüne sermektedir. Bununla beraber, adanın güneyinde yer alan ve üzeri 1-2 metre kalınlığında kül ile örtülen Akroteri kentindeki arkeolojik kazıda Pompei veya Herculaneum'da olduğu gibi herhangi bir insan kalıntısına rastlanmamıştır. Bu durum, volkanın püskürme öncesindeki gaz çıkışının artması, suların ısınması ve küçük patlamalar gibi olayları doğru değerlendiren insanların büyük patlamadan önce kenti terkettiğini kanıtlamaktadır. Minoan erüpsiyonundan sonra Santorini dönem dönem çok daha küçük ölçekli etkinlikler gerçekleştirmiştir. Bu etkinlikler sonucunda kaldera içinde Kameni adaları adı verilen adalar gelişmiştir. Bunlardan Palea Kameni adası İS 46 yılında su üstüne çıkmıştır, Nea Kameni ise 1707-1711 yılları arasında oluşmuştur. En son erüpsiyon 1950 yılında Nea Kameni adası üzerinde olmuştur (Friedrich, 2000) (Bkz. Foto 1).

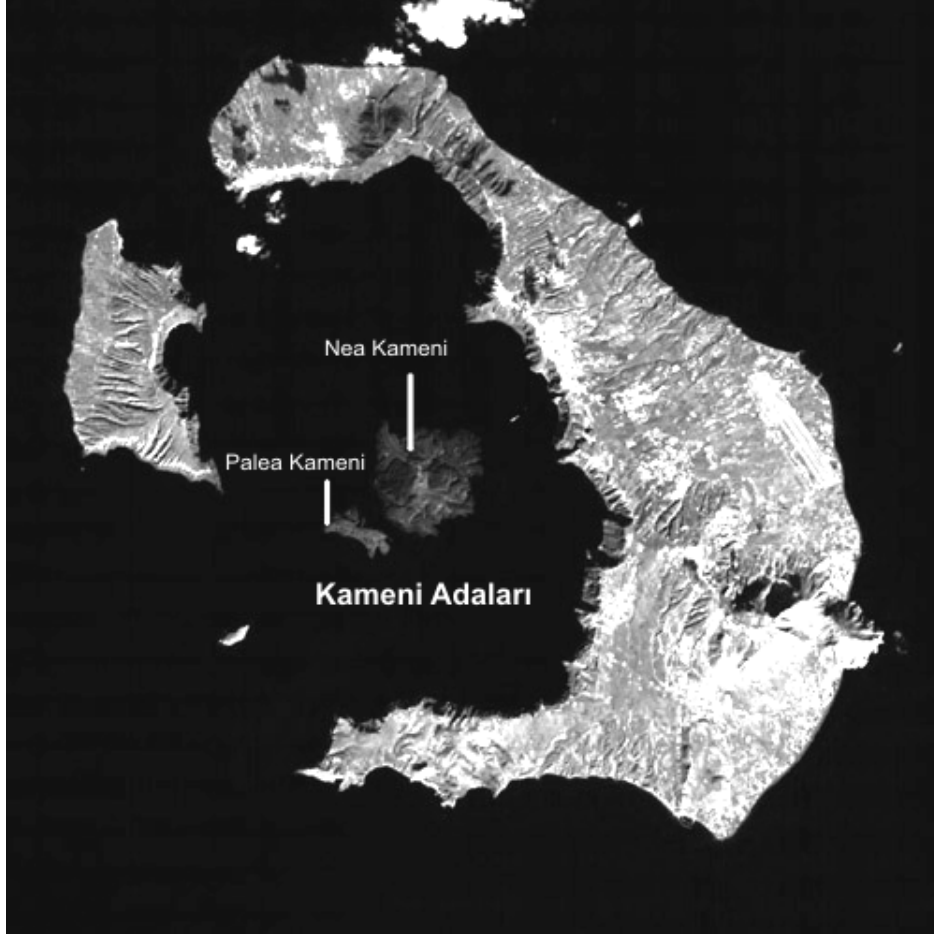


Foto 1. Santorini adasının uydu görüntüsü. Kameni adaları Minoan püskürmesinden sonra kaldera içinde oluşan volkanik adalardır. Son volkanik etkinlik 1950 yılında Nea Kameni adası üzerinde olmuştur (İnternette, <http://volcano.und.nodak.edu> adresinden alınmıştır).

Minoan erüpsiyonu esnasında Santorini'den püskürtülen ve atmosferin kemosfer katına kadar ulaşan piroklastik materyal Doğu Akdeniz ve Anadolu üzerine doğru yayılmıştır. Bu materyale karasal sedimentler arasında Rodos, Kos ve Girit adalarında rastlanmıştır. Ayrıca, deniz ve göl dibi tortulları arasında da Santorini'ye ait tefra tabakaları bulunmuştur. Bu tabakaların bulunuş yerlerine örnek olarak Nil Deltasındaki Manzala Gölü ve Sinop açıklarında Karadeniz tabanından alınan denizel tortullar verilebilir (Eastwood vd, 1999).

Günümüzde bu püskürmenin küllerine Anadolu'da özellikle Ege Bölgesi'ndeki göllerin tortulları arasında belirgin olarak rastlanmaktadır. Bu göllerden birisi olan Gölhisar Gölü Burdur ilinin güneybatısında yer almaktadır. Deniz seviyesinden 930 m yüksekte olan göl Santorini'ye yaklaşık olarak 400 km uzaklıktadır. Kuaterner'de bu yöredeki doğal ortam koşullarındaki değişimin araştırıldığı ve arazi çalışmalarına katıldığımız bir projede, göl dibi tortullarından sondajla örnek alınırken bir tefra tabakası bulunmuştur. Livingstone tipi sondaj sistemi ile alınan örneklerde göl tabanından yaklaşık 2.5 metre derinde, 1-4 cm kalınlığında olan bir tefra tabakasına rastlanmıştır. Piroklastik materyalin bir turba tabakasının üstünde bulunması tortulanmanın göl kıyısındaki bataklık bir alanda gerçekleştiğini göstermektedir, tabakanın kalınlığı mikrotopografik değişime bağlıdır. Bilindiği gibi, volkanların püskürttüğü materyalin kimyasal bileşiminde bulunan elementler parmak izi gibidir, ana elementlerin yanı sıra her volkan kendine özgü oranlarda iz element içeren volkanik materyal püskürtmektedir. Gölhisar'dan alınan örneklerin Toronto Üniversitesi'nde yapılan jeokimyasal analizleri gerek Santorini gerekse diğer yerlerde bulunan örneklerle uyum göstermektedir (Eastwood vd., 1999) (Bkz.Tablo.1).

Gediz havzasında, Salihli yakınlarında yer alan Gölçük gölünde ise daha kalın bir tefra tabakasına rastlanmıştır. Burada da bir turba tabakasının üstünde bulunan ve kalınlığı 12 cm ye ulaşan tabakanın jeokimyasal özellikleri, Gölhisar'da olduğu gibi, Santorini'nin piroklastik materyali ile uyumluluk göstermektedir (Sullivan, 1990). Köyceğiz Gölü'nde de 9 cm kalınlığında bir kül tabakasına rastlanmıştır (Eastwood vd, 1999).

Minoan püskürmesinin tam olarak yaş tayini halen yapılamamıştır, C¹⁴ yöntemi kesin bir sonuç vermemekte çünkü büyük bir olasılıkla volkanik karbon organik maddeleri etkileyerek sonucu değiştirmektedir (Kuniholm,1990). Gölhisar'da, tefra tabakasının altındaki turba tabakasından, 59-63 cm arasındaki derinlikten alınan sedimentin yaşının İÖ 1749-1434 arasında, 13-21 cm arasındaki derinlikten alınan örneğin ise İÖ 1604-1406 yılları arasında yaşa sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Eastwood vd,1999).

Tablo 1. Santorini'nin değişik yerlerden alınan örneklerdeki başlıca elementlerin jeokimyasal analizi (Oranlar % cinsindedir)

Örneğin alındığı yer	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	F
Gölhisar	73,54	0,29	14,01	2,06	0,07	0,28	1,14	4,84	3,24	0,31	0,04
Karadeniz	72,93	0,32	13,69	2,08	0,07	0,23	1,33	5,01	3,33	0,8	-
Köyceğiz	73,53	0,30	14,06	2,21	-	0,31	1,39	4,93	3,27	-	-
Gölçük	74,29	0,30	14,12	2,12	-	0,30	1,43	4,27	3,17	-	-
Santorini	74,92	0,2	12,94	2,09	-	0,30	1,28	4,85	3,40	-	-
külü											
Nil deltası	78,77	0,23	15,20	1,73	0,05	0,12	0,58	0,69	2,65	-	-
Rodos	73,42	0,32	14,02	2,03	-	0,32	1,34	4,65	3,50	0,40	-
Girit	68,91	0,41	14,19	2,83	0,08	0,69	3,45	4,59	3,11	-	-

Kaynak: Eastwood vd.,1999, Geochemistry of Santorini Tephra in Lake Sediments from Southwest Turkey.

3.Sonuç

İÖ 1650-1600 yılları arasında olduğu düşünülen çok güçlü bir patlama ile etkinleşen Santorini volkanı atmosferin üst katlarına kadar büyük miktarda piroklastik materyal püskürtmüştür Bu materyalin içindeki kül boyutundaki unsurlar Anadolu ve Doğu Akdeniz'de oldukça geniş bir alanda çökelmiştir. Atmosferin yüksek kesimlerine ulaşan daha küçük maddeler ise hava akımlarıyla tüm atmosfere yayılmış ve iklimde küresel bir soğumaya neden olmuştur. Bu soğumanın izleri değişik ülkelerden alınan ve o yıllarda yaşamış olan ağaçların halkalarında belirgin olarak görülmektedir. Santorini yakınındaki diğer adalarda bu materyale karasal ortamlarda rastlanmaktadır ancak daha uzak mesafelere gidildikçe piroklastik materyale deniz veya göl dibi tortullarında rastlanmaya başlanmaktadır. Bu nedenle Anadolu'nun özellikle batı kesimindeki göllerin pek çoğunun tortullarında Santorini'nin küllerinden oluşan bir tabaka bulunması normaldir.

Göl tortulları Kuaterner ve özellikle Holosen'deki çevresel koşulların değişimleri kaydedip, bugüne kadar saklayan maddelerdir. Bu tortulların sondaj yoluyla çıkarılıp analizinin yapılması ile geçmişte oluşan pek çok olayın kanıtları bulunmaktadır. Santorini'nin Minoan püskürmesine ait tefra tabakasının batı Anadolu göllerinde bulunması bunun güzel bir örneğidir. Türkiye'de bulunan ve Santorini'nin Minoan püskürmesine ait olan örnekler çoğunlukla bir turba tabakasının üzerinde yer almaktadır, bu durum piroklastik materyalin göl kıyısındaki çok sığ bataklık alanlarda tortulanarak bir tabaka oluşturduğunu göstermektedir. Ülkemizde son yıllarda gelişen Kuaterner araştırmaları ve buna bağlı olarak değişik sondaj yöntemlerinin kullanılmasıyla çok sayıda gölün tortullarında da Santorini'nin Minoan püskürmesine ait tefra tabakası bulunabileceği açıktır.

Referanslar

- Decker, R.; Decker, B. (1989) *Volcanoes*, W.H. Freeman, New York.
- Dorozynski, A. (1972) "Plato: bir sıfır hatası ve Atlantit ülkesi", *Bilim ve Teknik Dergisi*, 59, 39-43.
- Druitt, T.H.; Francaviglia, V. (1992) "Caldera formation on Santorini and the physiography of the islands in the late Bronze Age", *Bulletin of Volcanology*, 54, 484-493.
- Eastwood, W.J.; Pearce, N.J.G.; Westgate, J.A.; Perkins, W.T.; Lamb, H.F.; Roberts, N., (1999) "Geochemistry of Santorini Tephra in lake sediments from Southwest Turkey", *Global and Planetary Change*, 21, 17-29.
- Friedrich, W.L.; Seidenkrantz, M. S.; Nielsen, O.B. (2000) "Santorini before the Minoan eruption: a reconstruction of the ring-island based on geological and archaeological evidence", In *The Archaeology of Geological Catastrophes*, The Geological Society.
- Friedrich, W.L. (2000) *Fire in the Sea, The Santorini Volcano, Natural History and the Legend of Atlantis*, Cambridge University Press, UK.
- Joukowsky, M.S. (1996) *Early Turkey*, Kendall/Hunt Publications.
- Kuniholm, P.I. (1990) "Overview and assessment of the evidence for the date of the eruption of Thera", *Thera and the Aegean World III*, Vol. III, Thera Foundation.
- Sigurdsson, H.; Carey, S.; Devine, J.D. (1990) "Assessment of mass, dynamics, and environmental effects of the Minoan eruption of Santorini Volcano", *Thera and the Aegean World III*, Thera Foundation.
- Sullivan, D.G. (1988) "The Discovery of Santorini Minoan Tephra in Western Turkey", *Nature*, 333, 552-554.
- Sür, A.; Sür, Ö.; Yiğitbaşıoğlu, H. (2002) *Volkanlar, Türkiye'nin Volkanik Yörelere ve Depremler*, Bilim Yayınevi, Ankara.
- Yiğitbaşıoğlu, H. (2000) *Volkanlar, Oluşumları, Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikleri ile Dünyadaki Dağılımları*, Bilim Yayınevi, Ankara