

# Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi

## Journal of Geomorphological Researches



© Jeomorfoloji Derneği

www.dergipark.gov.tr/jader


E - ISSN: 2667 - 4238

### Derleme / Review

## SÜPER VOLKANLAR VE KÜRESEL ETKİLERİ

### Super volcanoes and global effects

Hakan YİĞİTBAŐIOĐLU

Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih - Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara - Türkiye  
[yigitbasioglu@gmail.com](mailto:yigitbasioglu@gmail.com)  <https://orcid.org/0000-0003-0661-070X>

#### Makale Tarihiçesi

Geliş 12 Mayıs 2018  
Düzenleme 19 Temmuz 2018  
Kabul 28 Eylül 2018

#### Article History

Received 12 May 2018  
Received in revised form 19 July 2018  
Accepted 28 September 2018

#### Anahtar Kelimeler

Volkanlar, Süper volkanlar, küresel etki

#### Keywords

Volcanoes, Super volcanoes, global effect

#### Atıf Bilgisi / Citation Info

Yiđitbaőiođlu, H. (2018). Süper volkanlar ve küresel etkileri, *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 2018 (1): 80-86

#### ÖZET

Süper volkanlar çok büyük miktarda magmanın püskürtüldüğü süper püskürmeler yapabilen volkanik alanlardır. Bu büyük püskürmelerden geriye çökme sonucu oluşan bir kaldera kalmaktadır. Püskürtülen büyük miktarda materyal dünyada geniş alanları etkilemektedir. Örneğin, Toba volkanının külleri Grönland buzul sondajlarında bulunmuştur. Bu büyük püskürmeler yakın çevrelerine çok büyük zarar verirken küresel boyutta sıcaklık azalmasına neden olmaktadır. Bununla beraber, süper püskürmeden sonra yeterli bir süre geçince verimli topraklar oluşmakta ve çok sayıda sıcak su kaynağı ile jeotermal alan meydana gelmektedir.

#### ABSTRACT

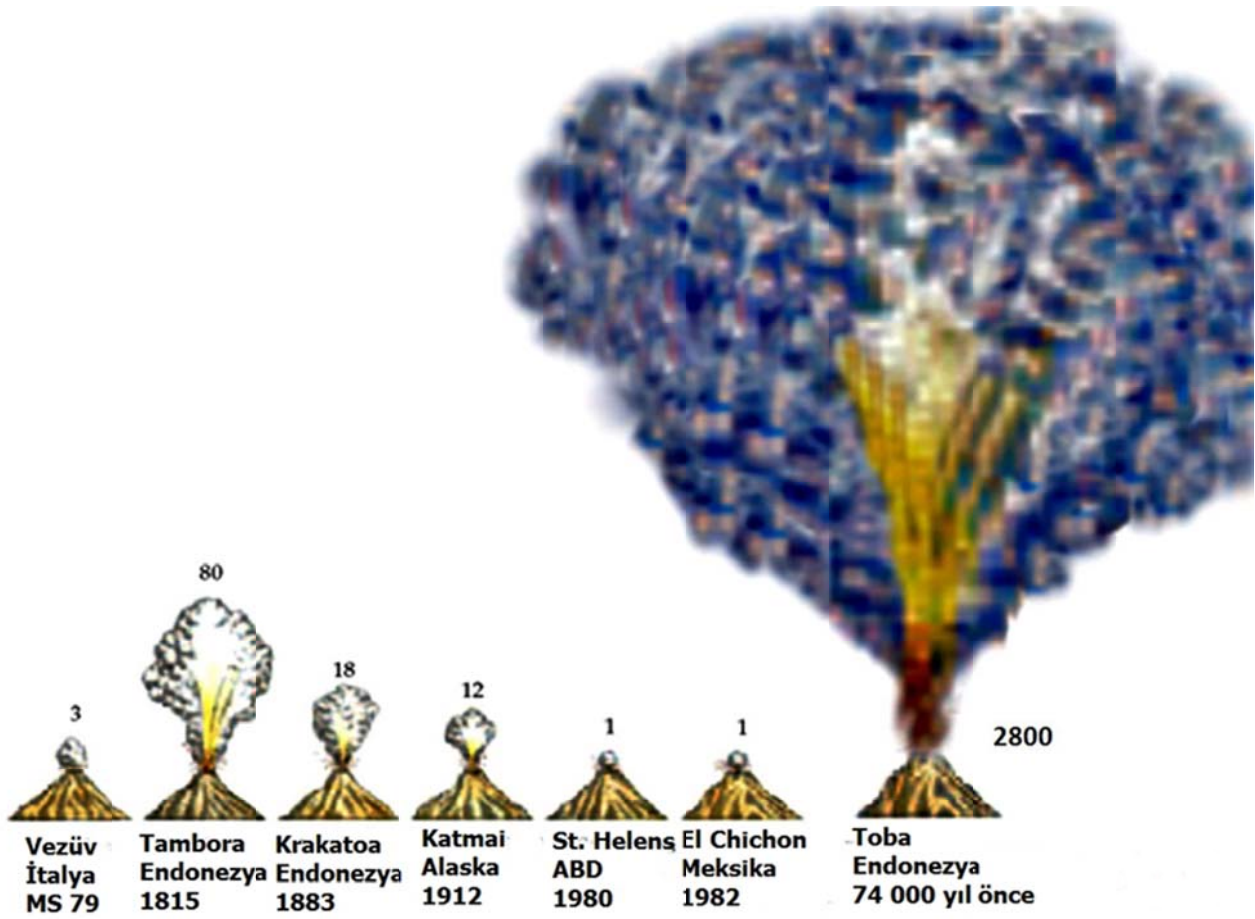
Super volcanoes are volcanic areas capable of super-eruptions where the magma is ejected in very large quantities. These large eruptions are left behind by a caldera formed as a result of the collapse. The large amount of material that is sprayed affects large areas in the world. For example, the ashes of the Toba volcano were found in the Greenland glacier cores. These large eruptions cause great damage to nearby environments, causing a decreasing in temperature at the global dimension. However, after a super-eruption, generally fertile soils are formed and the geothermal field is formed by a large number of hot water springs.

© 2018 Jeomorfoloji Derneği. Tüm hakları saklıdır. All rights reserved.

### GİRİŐ

Süper volkan” terimi ilk kez 2000 yılında BBC tarafından hazırlanan bir belgeselde kullanılmıştır. Bu terim, dünyada tarihsel çağlardan önce oluşmuş ve büyük miktarda volkanik materyal püskürtülen patlamaları ifade etmektedir. Süper volkanların püskürmeleri ise “süper püskürme” olarak

tanımlanabilir. Bu tip volkanik patlamalar uzun aralıklarla gerçekleştiği için yazının bulunuşundan beri gözlenen bir süper püskürme olmamıştır. Bir volkanın bu sınıflandırma içinde yer alması için püskürttüğü materyalin kütesinin en az  $10^{15}$  kg veya başka deyişle yaklaşık  $450 \text{ km}^3$  magma ya da  $1000 \text{ km}^3$  piroklastik materyale eşdeğer olması gerekmektedir (Harris, B.,2008:221) (Şekil 1).



**Şekil 1:** Geçmişteki önemli volkanik püskürmeler ve bu püskürmelerle atmosfere fırlatılan piroklastik materyal miktarı km<sup>3</sup> cinsinden gösterilmiştir (www.historum.com sitesinden değiştirilerek alınmıştır).

Vokanik püskürmelerin büyüklüğünün tanımlanması için çoğunlukla Volkanik Eksplozyon İndeksi (VEİ) kullanılmaktadır. Deprem büyüklüğünün saptanmasında kullanılan Richter ölçeği gibi, logaritmik özelliğe sahip olan VEİ oluşan erüpsiyon sütununun ulaştığı yükseklik ve püskürtülen magma miktarına göre hesaplanmaktadır. Buna

göre,  $10^{15} - 10^{18}$  kg magma püskürtülen bir volkanik patlamanın VEİ değeri 8 dir. 28 milyon yıl önce K.Amerika'daki La Garita kalderasında oluşan ve oldukça kalın bir tuf tabakası oluşturan püskürmenin VEİ değeri 9 dur. Ancak, son birkaç milyon yıl içerisinde gerçekleşen püskürmelerin en yüksek değeri 8 olmuştur (Tablo 1).

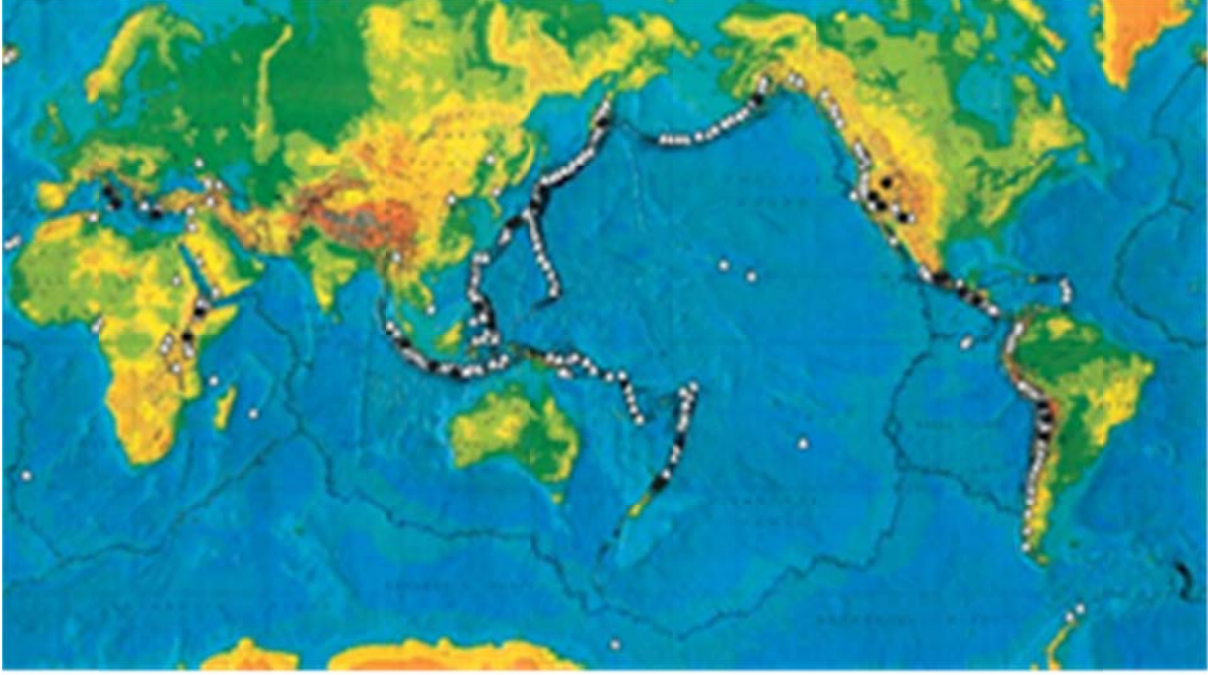
**Tablo 1:** Volkanik Eksplozyon İndeksi (VEİ) (Miller, Wark, 2008: 12)

VEİ	Erüpsiyon sütununun yüksekliği (km)	Püskürtülen materyalin hacmi (km <sup>3</sup> )	Püskürme frekansı	Örnek püskürme
0	<0.1	> $10^{-6}$	Günlük	Kilauea, Hawaii
1	0.1 - 1	> $10^{-5}$	Günlük	Stromboli, İtalya
2	1 - 5	> $10^{-3}$	Haftalık	Galeras, Kolombiya, 1993
3	3 - 15	> $10^{-2}$	Yıllık	Nevada del Ruiz, Kolombiya, 1985
4	10 - 25	> $10^{-1}$	Her 10 yılda	Soufriere Tepeleri, Batı Hint Adaları, 1995
5	>25	>~1	Her 50 yılda	St. Helens, ABD, 1980
6	>25	>~10	Her 100 yılda	Pinatubo, Filipinler, 1991
7	>25	>~100	Her 1000 yılda	Tambora, Endonezya, 1815
8	>25	>~1000	Her 10.000 - 100.000 yılda	Süper püskürmeler: Toba, Endonezya, 74.000 yıl önce

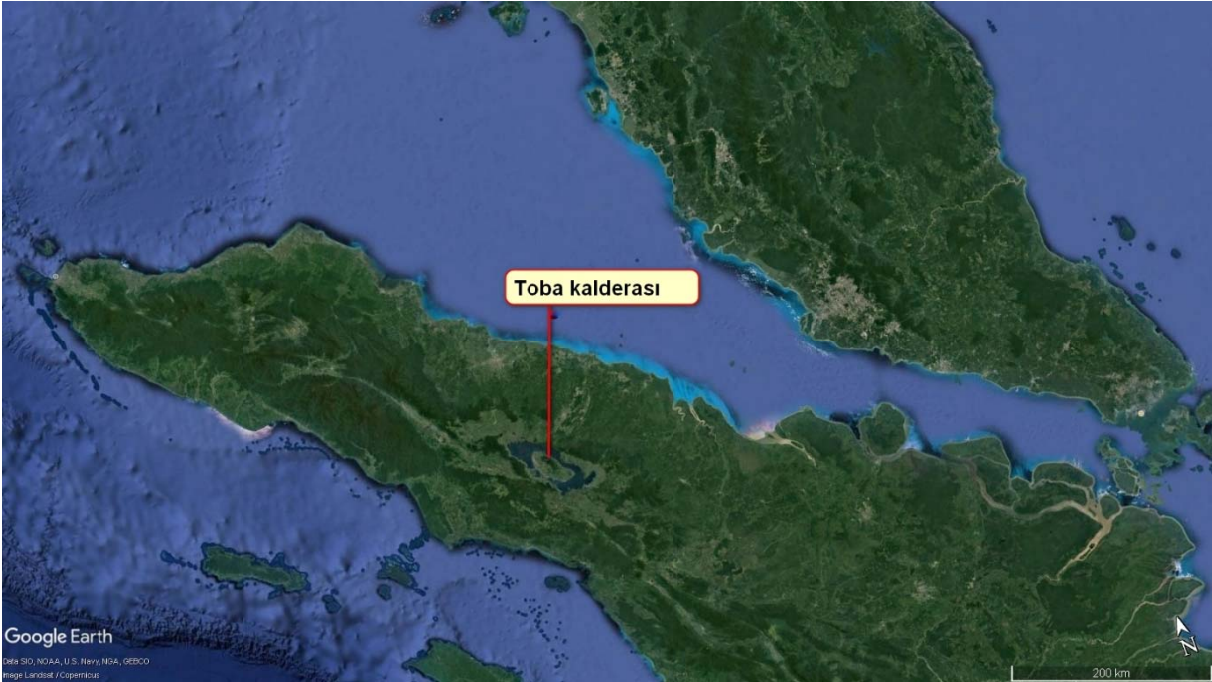
## SÜPER VOLKAN VE SÜPER PÜSKÜRMENİN ÖZELLİKLERİ

Bir volkanın süper volkan olarak tanımlanması için en az bir kere süper püskürme gerçekleştirmiş olması gerekmektedir. Süper volkanların dünya üzerindeki dağılımı göz

önüne alındığında iki alanda toplandıkları görülmektedir. Bunlardan biri çarpışan levha sınırları diğeri ise kıtasal levhaların iç kesimlerindeki genişleme bölgeleridir (Harris,2008) (Şekil 2).



Şekil 2: Jeolojik geçmişte püsküren süper volkanlar siyah noktalarla, aktif volkanlar ise beyaz noktalarla gösterilmiştir (Harris, 2008;222).



Şekil 3: Endonezya'da Sumatra adasındaki Toba kalderası (Google Earth)

Bir süper volkanın püskürmesi kaldera oluşumu ile sona erer. Başka bir deyişle süper volkanlar stratovolkanlarda olduğu gibi tipik bir volkan

konisi oluşturmazlar. Çoğunlukla yarı dairesel, çok geniş kalderalar meydana gelir. Sumatra'daki Toba kalderası dünyadaki en

büyük kalderadır ve genişliği 100 km ye ulaşır (şekil 3).

Bu tip çok geniş kalderaları oluşturan volkanik etkinlikler doğadaki büyük afetlerdir ve ancak dünyaya bir göktaşı çarpmasının etkisi ile karşılaştırılabilirler. St. Helens'den 1980 yılında püskürtülen 1 km<sup>3</sup> kadar materyalin püskürtülmesi sonucunda 2 km genişliğinde bir alan çökmüştür. Bu volkanın 950 km doğusunda yaklaşık 600 000 yıl önce gerçekteşen bir püskürmede ise 1000 km<sup>3</sup> süngertaşı ve kül fışkırmıştır. Bu olay sonucunda uzunluğu 70 km genişliği ise 40 km ye varan bir kaldera oluşmuştur. Bu boyutlarda kalderaların büyüklükleri uydu görüntülerinde belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Anadolu'ya en yakın süper volkan ise İtalya'daki Campi Flegrei'dir (İng: Phlegraean Fields).

Süper volkanların püskürmesindeki en önemli faktör magmanın bileşimidir. Yüksek SiO<sub>2</sub> değerine sahip, akıcılığı fazla olmayan buna karşılık yüksek oranda su içeren, asidik karakterdeki magmadan kaynaklanan püskürmeler çok şiddetli olmaktadır. Bir plütunun (magma haznesinin) üst kısmında magma 700 - 1000° C sıcaklıktadır ve çoğunluğu subuharı olan erimiş gazlarla doygun durumda yani hipomagma halindedir. Volkanizma öncesi kıtasal kabuk içerisinde yükselen magma yüzeyden 4 - 5 km derinde bir plütun (magma haznesi) meydana getirir. Bu durum yüzeyde bir dom oluşumuna yol açar, bu oluşum yüzey kayaçlarında gerilime yol açar ve bu gerilim daha sonra kalderayı oluşturan çökme üzerinde önemli bir rol oynar. Magma yeryüzüne doğru yükselirken çoğunluğu su buharı olan gazlar yüzeyden yaklaşık 1 km derinde, basıncın azalmasıyla birlikte magmada kabarcıklar oluşturmaya başlar, bu oluşum aynen bir gazoz şişesinin açılmasına benzer. Piromagma haline dönmüş olan magmadan, gazların hızla ayrılmaya başlaması patlamalara yol açar ve magma parçalanarak süngertaşı ve boyutları mikrondan metreye kadar değişen büyük miktarda piroklastik materyali meydana getirir, böylece süper püskürme gerçekteşir. 28 milyon yıl önce, bugünkü La Garita kalderasını oluşturan süper püskürmede yaklaşık 5000 km<sup>3</sup> materyal püskürtülmüştür. Bu miktardaki piroklastik materyalin günümüzde

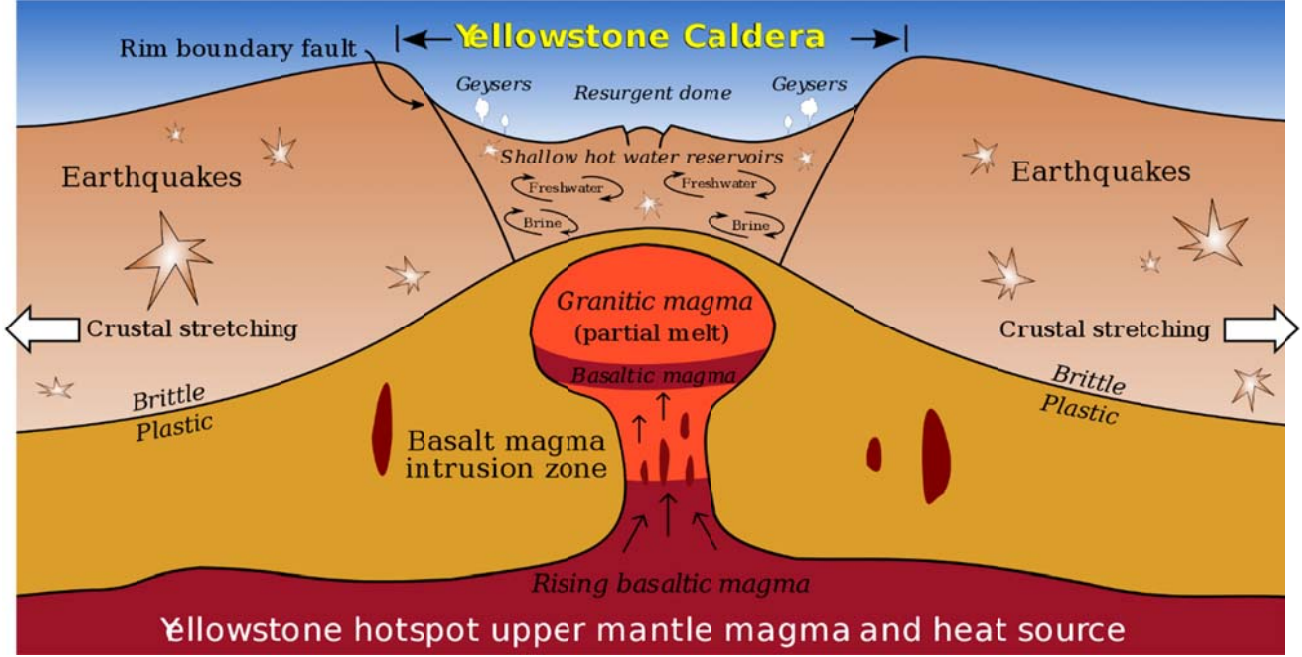
püskürtülürse Amerika Birleřik Devletleri'ni 1,5 metre kalınlıkta külle kaplayabilir. Toba volkanının 74 000 yıl önceki püskürmesinde çıkan büyük miktardaki volkan külü, Hint Okyanusu'nun tabanında bir tabaka oluşturmuştur. Deniz dibi sondajlarında bulunan bu tabakanın kalınlığı volkandan 2000 km uzakta bile 10 cm'dir (Yiğitbaşıoğlu, 2000). Bir süper volkandan püskürtülen sıcak piroklastik materyal önce kendi hızıyla atmosferde yükselir ancak hızın azalması yükselişi yavaşlatır, bu durumda hala sıcak olan materyal çevresindeki havayı ısıtarak konvektif akımlar oluşmasına yol açarak yükselmeyi devam ettirir. Atmosferde 35 km yüksekliğe kadar ulaşabilen bir erüpsiyon sütununu oluşturan materyal kül yağışı veya piroklastik akıntı yoluyla yeryüzüne geri döner. Dünyadaki en yıkıcı güçlerden biri olan piroklastik akıntı volkan çevresinde 150 km mesafeye kadar ulaşabilir. Yaklaşık 80 mikron çapa sahip olan partiküller havada birkaç saat asılı kalabilirler, 10 mikrondan küçük tanecikler ise 100 günden fazla süre havada kalabilirler ve milyonlarca km<sup>2</sup> lik alana yayılabilirler. 1982 yılında Meksika'da püsküren El Chichón volkanı, atmosferde 25 km ye kadar yükselen erüpsiyon sütunu oluşturmuştur. Kül bulutu 20 gün içerisinde Ekvator dairesine yakın bir hat üzerinde dünyayı çevrelemiştir.

Bir süper volkan püskürmesinden sonra oluşan büyük kalderaların bazıları sularla doldurularak göl haline getirilmiştir. Bazı kalderalarda, çoğunlukla orta kesimlerinde olmak üzere tekrar bir yükselme görülebilir. Resurjans adı verilen bu olay önceki püskürmede boşalan magma haznesine yeniden magma dolması ile gerçekteşir. Bu tip kalderalara resurjant kaldera denilmektedir. Bu yükselme bazen büyük boyutlara ulaşabilir. Örneğin, Toba kalderasındaki 640 km<sup>2</sup> yüzölçümüne sahip Samosir adası resurjansla yükselerek günümüzdeki görünümüne kavuşmuştur (Yiğitbaşıoğlu, 2000). Resurjans yavaş gelişen ve 200 000 yıldan fazla süren bir hareket olmakla beraber yeni bir süper püskürmenin de habercisidir. En tanınmış resurjant kaldera ABD'deki Yellowstone kalderasıdır.

Yellowstone yaklaşık olarak her 600 000 yılda bir süper püskürme gerçekteşirmektedir. Son süper püskürmenin üzerinden ise yaklaşık 630

000 yıl geçmiştir. Ancak, Yellowstone'da olan her püskürme süper püskürme şeklinde olmamaktadır, 632 000 yıl önceki süper püskürmeden sonra büyüklüğü daha az olan püskürmeler de olmuştur, bunlardan sonuncusu ise 70 000 yıl öncedir. Dünyadaki gayzerlerin %75'inin Yellowstone kalderasında yer alması, çok sayıda sıcak su kaynağı ve fumarol magmatik etkinliğin kanıtlarıdır.

Jeofizik araştırmalara göre Yellowstone kalderasının tabanının altında 8 km derinlikte büyük bir magma haznesi yeniden dolmaktadır ve bu nedenle kaldera tabanı 3 yıl içinde 23 cm yükselmiştir ([https://www.ntv.com.tr/turkiye/dev-yanardag-zaman-uyanacak, m8eVxIBF\\_EiXsREqGYB57Q?\\_ref=infinite](https://www.ntv.com.tr/turkiye/dev-yanardag-zaman-uyanacak, m8eVxIBF_EiXsREqGYB57Q?_ref=infinite)).



Şekil 4: Yellowstone kalderasının şematik kesiti

(Kaynak: <https://www.popularmechanics.com/science/environment/a28593/crystals-hold-timing-secrets-of-yellowstone-supervolcano>)

## SÜPER VOLKANLARIN KÜRESEL ETKİLERİ

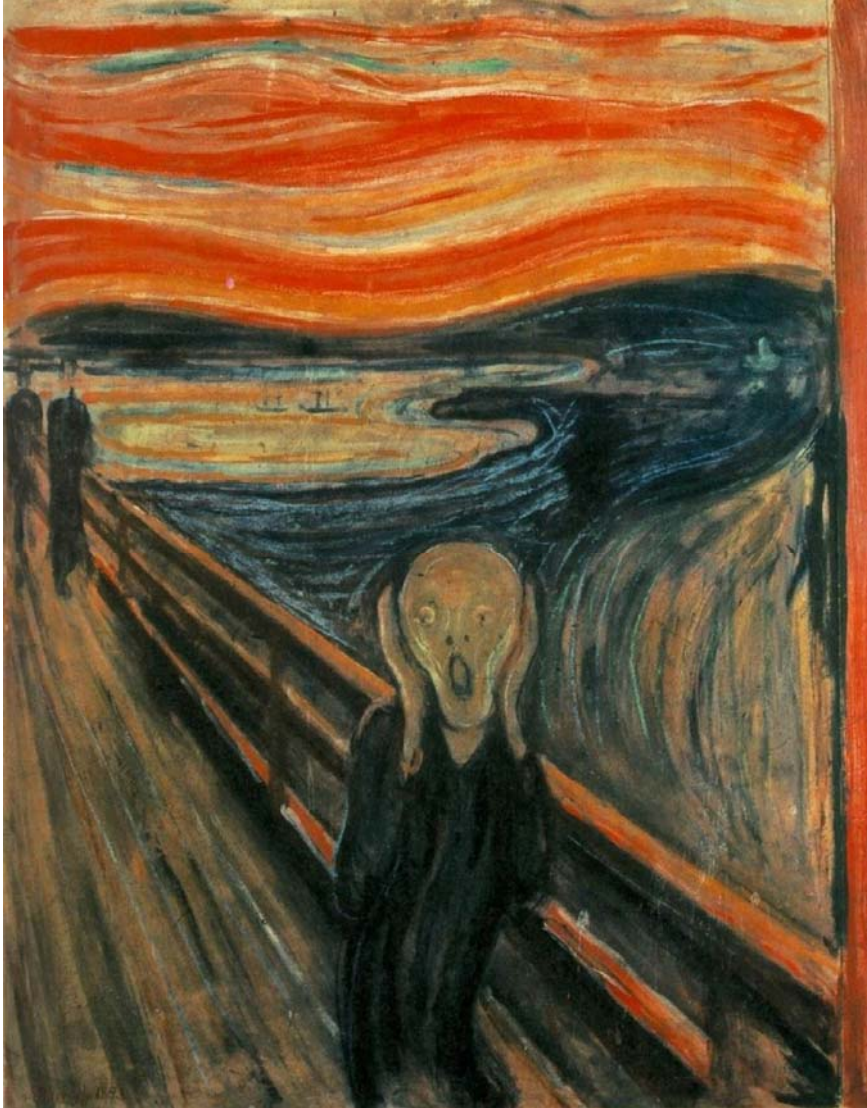
Bir süper püskürmenin yakın çevresindeki etkileri katastroftir ancak bunun ötesinde küresel boyutta etkileri de bulunmaktadır. Jeolojik açıdan yakın gelecekte süper püskürme yapması beklenen başlıca süper volkanlar ABD'deki Yellowstone ve İtalya'daki Campi Flegrei alanıdır. 74 000 yıl önce Sumatra adasındaki Toba'nın süper püskürmesi sonucu 3000 km<sup>3</sup> e yakın magma püskürtüldü. Büyük olasılıkla, püskürme alanına 350 km mesafe içindeki tüm canlılar yok oldu. Bu alandaki yıkımın başlıca sorumlusu piroklastik akıntılar ile kül ve süngertaşı yağışıdır. Küresel sıcaklıklar ise birkaç yıl boyunca düşük kaldı ve etkileri birkaç yüzyıl devam etti (Papagianni, Morse: 175 – 176, 2017). Bazı bilim insanlarına göre Toba'nın püskürmesinden sonra o dönemde yaşayan

insan sayısında büyük bir azalma gerçekleşmiştir, şişeboynu etkisi denilen bu ani azalmanın neredeyse insan türünü ortadan kaldıracakı düşünölmektedir. Toba'nın püskürmesinden önceki sıcak ve nemli iklim özellikleri ile temsil edilen OIS 5'den (Oxygen Isotope Stage - Oksijen izotop dönemi) hızla soğuk bir dönem olan OIS 4'e geçilmiştir (<http://www.andamans.org/toba-through-the-bottleneck-and-human-evolution/>). Başka bir deyişle, patlamanın hemen ardından 1000 yıl boyunca, dünya son buzul maksimumundan daha soğuk bir dönem yaşadı, bu dönemde insan nüfusunun 10 000'e kadar azaldığı ve ancak Afrika'da ekvator çevresindeki dar alanlarda varlıklarını koruyabildikleri düşünölmektedir ([http://www.bradshawfoundation.com/stanley\\_ambrose.php](http://www.bradshawfoundation.com/stanley_ambrose.php)). 39 000 yıl önce Campi Flegrei'deki süper püskürmede ise Toba'dan daha az magma püskürtölmüş ama etkileri

Asya'ya kadar uzanmıştır. Bu püskürmenin sonrasında kuzeyden çok sayıda aysberg Atlas Okyanusu'na girerek Heinrich olayını meydana getirmişlerdir.

Süper volkanların püskürmelerinin küresel iklimi etkilemeleri konusunda en önemli etken atmosfere püskürtülen SO<sub>2</sub> gazının havadaki nemle birleşerek oluşturdukları H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Sülfürik asit) damlacıklarıdır. Bu damlacıklar iki yolla etki yapmaktadırlar, bunlardan biri kısa dalga boyundaki radyasyonu dağıtma veya yansıtarak albedoyu arttırma diğerisi ise radyasyonu absorbe etme yoluyla olmaktadır. Stratosferin alt kesiminde aerosol bulutu radyasyonu absorbe etmekte, üst stratosferde ise güneşten gelen radyasyonu geri yansıtılmaktadır. Bu nedenle yeryüzünde küresel bir soğuma ortaya çıkmaktadır. Bu damlacıklar aynı zamanda ozon tabakasında da incelmeye neden

olmaktadır. Bir süper volkandan çok daha az magma püskürtmelerine rağmen Tambora, El Chichon ve Pinatubo volkanlarının püskürmelerinde ortalama sıcaklıklarda düşüşler görülmüştür (Harris, 2008). Bunun yanı sıra, görünür ışık aralığında kırmızı ve turuncu rengi oluşturan dalga boyundaki ışınlar bu aerosol bulutundan geçebilmekte ancak mavi ve mor rengi oluşturan dalga boyundaki ışınlar yansıtılmaktadır. Bu nedenle, büyük volkan püskürmelerinden sonraki yıllarda gün doğumları ve gün batımlarının normalden çok daha kırmızı ve etkileyici olduğu bilinmektedir. 1883 yılındaki Krakatoa volkanının püskürmesinden sonra özellikle Avrupa'da sanatçılar bu güzel görünümde çok etkilenmişlerdir. Norveçli ressam Edvard Munch'un en tanınmış resmi olan Çığlık adlı eserindeki arka plan o dönemi yansıtır (şekil 5).



**şekil 5:** Munch'un Çığlık adlı tablosu, arka plandaki kıızıllığın nedeni Krakatoa volkanının 1883 yılındaki püskürmesinde atmosfere yayılan kükürtdioksittir.

## SONUÇ

Süper volkanlar dünyada en büyük yıkıma yol açan volkanik etkinlikleri gerçekleştirirler. Çevrelerindeki birkaç yüz kilometrelik alanda yaptıkları ilk etkiden sonra atmosfere püskürttükleri piroklastik materyal ve özellikle kükürt içeren gazlar küresel sıcaklıklarda büyük düşmelere neden olmaktadır. Bu sıcaklık azalmaları bazı koşullarda 1000 yıl kadar sürmektedir. Bununla beraber, süper volkanların olumlu sayılabilecek özellikleri de bulunmaktadır. Öncelikle, süper volkan

püskürmeleri uzun aralıklarla gerçekleşmektedir. Püskürmeyi takip eden dönemde bazı tarımı yapılan bitkiler tarafından tercih edilen verimli topraklar oluşmaktadır. Ayrıca, mineral bakımından zengin sıcak su kaynakları ve gerek ısıtmada gerekse enerji üretiminde kullanılabilecek jeotermal alanların oluşmasını sağlamaktadırlar. Bu alanlardaki özellikler biyolojik çeşitliliğinde artmasında etkili olmaktadır.

## KAYNAKLAR

Harris, B. (2008) *The Potential Impact of Supervolcanic Eruptions on the Earth's Atmosphere*, Weather, Vol:63, No:8, 221-225.

<http://www.andamans.org/toba-through-the-bottleneck-and-human-evolution/>

[http://www.bradshawfoundation.com/stanley\\_ambrose.php](http://www.bradshawfoundation.com/stanley_ambrose.php)

[https://www.ntv.com.tr/turkiye/dev-yanardag-ne-zaman-uyanacak,m8eVxIBF\\_EiXsREqGYB57Q?\\_ref=infinite](https://www.ntv.com.tr/turkiye/dev-yanardag-ne-zaman-uyanacak,m8eVxIBF_EiXsREqGYB57Q?_ref=infinite)

Miller, C.F, Wark, D.A. (2008) *Supervolcanoes and Their Explosive Supereruptions*, Elements (4) 11-15.

Papagianni, D, Morse, M.A. (2017) *Neanderthal*, Trend yayınevi.

Yiğitbaşıoğlu, H. (2001) *Volkanlar*, Bilim Yayıncılık.