

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

NEMRUT DAĞININ OLUŞTURABİLECEĞİ RİSK FAKTÖRLERİNİN İNCELENMESİ

AFET VE ACİL DURUM ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Savaş GÜLTEKİN

AĞUSTOS 2021

AFET VE ACİL DURUM ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

NEMRUT DAĞININ OLUŞTURABİLECEĞİ RİSK FAKTÖRLERİNİN İNCELENMESİ

Hazırlayan: Savaş GÜLTEKİN

Danışman Prof. Dr. Mustafa ATLI

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Mustafa ATLI

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül Demir YETİŞ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÖZGÜVEN

AĞUSTOS 2021

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum “**Nemrut Volkanik Dağının Risk Faktörlerinin İncelenmesi**” adlı tezin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim. 18/08/2021

Savaş GÜLTEKİN

ONAY

Savaş GÜLTEKİN tarafından hazırlanan “**Nemrut Volkanik Dağının Risk Faktörlerinin İncelenmesi**” adlı tez çalışması .../.../2021 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Afet ve Acil Durum Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Mustafa ATLI

(Danışman)

Dr. Öğretim Üyesi Ayşegül Demir YETİŞ

(Üye)

Dr. Öğretim Üyesi Ayşe ÖZGÜVEN

(Üye)

Bu tezin kabulü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun... /... /2021 gün ve... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof.. Dr. Zeki ARGUNHAN

Enstitü Müdür

ÖZET

NEMRUT VOLKANİK DAĞININ RİSK FAKTÖRLERİNİN İNCELENMESİ

Savaş GÜLTEKİN

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Afet ve Acil Durum Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa ATLI

Ağustos 2021, 56 sayfa

Nemrut Volkanik Dağının Risk Faktörlerinin İncelenmesi tez çalışması ile özelde Bitlis ilimizin Nemrut sönmüş volkanik dağının genelde Türkiye ve Dünya üzerinde bulunan volkanik dağların insan yerleşim yerlerine ve tabiatıta yaşayan tüm türler ve ekosistem üzerinde oluşturacağı muhtemel riskleri araştırmak ve bunun tüm izlenebilir süreçleri ile birlikte raporlamasını tamamladıktan sonra, geliştirilebilir daha başka çalışmalara örnek olabilecek hale getirmektir. Kapsam bakımından küresel bir yönü bulunan Dünya üzerindeki tüm volkanik dağları izleyebilecek ve diğer paydaş bilim insanları ile birlikte yine Dünyanın oluşumu ve şekillenişini ayrıca iklim üzerindeki etkilerini anlamaya katkı sunacak birçok aşamayı kapsamaktadır. İnsanlığın Dünya'ya gelişi güzel yerleşmesi yerine, planlanmış, tabiatı tahrip etmeyen ve muhtemel felaket senaryolarına hazırlıklı, küresel anlamda tatmin edici şehircilik planlamaları yapılmalıdır. İnsanlığın tarih boyunca maruz kaldığı yanardağ püskürmelerine bağlı felaketler, kutsal kitaplara ve diğer tüm dünya klasiklerine yansımıştır. Bu yönüyle bakıldığında bile sorunun küresel bir yerleşim sorunu halini aldığı müşahhas örnekleri ile karşımıza çıkmaktadır. Tüm bu volkanik riskleri ve özelde Nemrut Volkanik Dağının Risk Faktörlerini minimum düzeye indirmek modern insanın kolaylıkla yapabileceği bir şeydir. Bu tez çalışması ile Nemrut Volkanik dağının yeniden aktif hale geçmesi durumunda, volkanik patlamanın patlama öncesi, patlama anında ve patlama sonrasında yapılacak tüm planlamalara örnek olması düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kaldera, Nemrut Volkanik Dağı, Volkanik Patlama, Yanardağ

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF NEMRUT MOUNTAIN VOLCANIC RISK FACTORS

Savaş GÜLTEKİN

Master Thesis

Bitlis Eren University Institute of Graduate Education

Department of Disaster and Emergency

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ATLI

July 2021, 56 pages

After completing the thesis study “Investigation of Risk Factors of Nemrut Volcanic Mountains, specifically the Nemrut extinct volcanic mountain of our Bitlis province, the possible risks that the volcanic mountains in Turkey and the world may pose on human settlements and all species living in nature and on the ecosystem, and after completing the reporting with all traceable processes, is to make it an example for other studies that can be developed. It covers many stages that will be able to monitor all volcanic mountains on Earth, which has a global aspect in terms of scope, and will contribute to understanding the formation and shaping of the Earth, as well as its effects on climate, together with other stakeholder scientists. Instead of the haphazard settlement of humanity on Earth, globally satisfactory urban planning that is planned, does not destroy nature and is prepared for possible disaster scenarios should be made. The disasters due to volcanic eruptions that humanity has been exposed to throughout history are reflected in the holy books and all other world classics. Even from this point of view, we come across with concrete examples where the problem has become a global settlement problem. Minimizing all these volcanic risks, and in particular the Risk Factors of Nemrut Volcanic Mountain, is something that modern people can easily do. With this thesis, it is thought that the volcanic eruption will set an example for all the planning to be made before the eruption, during the eruption and after the eruption, in case the Nemrut Volcanic Mountain becomes active again.

Key Words: Kaldera, Nemrut Volcanic Mountain, Volcanic Eruption, Volcano

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu tez çalışması sırasında her türlü bilgi, teşvik ve deneyimleri ile yardımlarını esirgemeyen, üzerimde büyük emeği olan danışman hocam Prof. Dr. Mustafa ATLI' ya teşekkür ederim. Ayrıca katkılarından dolayı bölüm hocalarıma da teşekkürü bir borç bilirim. Gösterdikleri büyük emek, sabır ve fedakârlıkla bugünlere gelmemizin en büyük mimarları olan başta annem ve babam olmak üzere aile bireylerimin her birine ayrı ayrı teşekkür ederim. Yine yüksek lisans eğitimim süresince her türlü maddi ve manevi desteği ile göstermiş olduğu sabırdan dolayı eşime ve bundan tam 18 sene önce hayatıma giren, anlatılamayacak duyguları tattıran biricik oğluma verdiği pozitif enerjiden dolayı çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	1
1.1. Yanardağların Oluşumu.....	5
1.2. Yanardağların Farklı Davranışları	7
1.2.1 Nuees Arđentes, (Kızgın Bulutlar).....	7
1.2.2 Volkan Külleri.....	7
1.2.3 Lav Akıntıları.....	7
1.2.4 Laharlar (Döküntü Akıntıları).....	7
1.3. Türkiye Yanardağ Arazileri.....	8
1.3.1. Türkiye Yanardağ Arazileri.....	12
1.3.2. Tahmin Edilebilir Püskürmeler.....	12
1.3.3. Yanardağ Püskürmelerini Haber Veren Uyarılar.....	14
1.3.4. Büyük Volkan Püskürmeleri.....	16
1.3.5. Büyük Volkanların Küresel Etkileri.....	17
1.3.6. Yanardağların Oluşturduğu şekiller.....	19
1.3.7. Yanardağların Ekolojik Dengeye Etkisi.....	23
1.3.8. Yanardağların Risk Faktörleri.....	24
2. MATERYAL VE YÖNTEM	27
2.1. Tezin Literatüre Katkısı.....	27
3. BULGULAR VE TARTIşMA	28
3.1. Nemrut Yanardağının Oluşturduğu Riskler.....	28
3.1.1. Nemrut Yanardağının Coğrafi Konumu.....	32
3.1.2. Nemrut Yanardağının Tarihteki Faaliyetleri.....	29
3.1.3. Nemrut Yanardağının Hidrografik ��zellikleri ve Termal Değeri.....	30
3.1.4. Nemrut Yanardağının Etki Alanları Araştırması.....	33
3.1.5. Nemrut Yanardağının Oluşturduğu Risklerin Değerlendirilmesi	37
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
5. KAYNAKLAR	50
��ZGEÇMİş	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL

Sayfa

1.1. Volkanların oluşumu.....	2
1.2. 12.YY’da meydana gelen Volkan Patlamaları ve neden oldukları ölü sayıları.....	4
1.3. Gözlem yapılabilecek şekilde çizilmiş volkanın yapısı.....	4
1.4. Volkanik faaliyetlerin Dünya üzerindeki plaka sınırlarındaki dizilişi.....	5
1.5. Toz ve buhar bulutları.....	6
1.6. Lav akıntılarının belirgin şekilde izlenmesi	7
1.7. Karbondioksit çıkışı.....	8
1.8. Türkiye’nin sahip olduğu ana Volkanik alanlar	9
1.9. Türkiye volkanik arazilerinin dağılımı	10
1.10. Ülkemizde bulunan Halosen volkanlar.....	11
1.11 . Patlama öncesi uyarı veren gaz çıkışları.....	13
1.12. Fuji yanardağının izlenmesi.....	15
1.13. Merapi yanardağının izlenmesi	16
1.14. Büyük volkan püskürmelerinin kronolojik seyri.	16
1.15 Yellowstone kalderası.....	18
1.16. Mavi sülfürün izlenmesi	19
1.17. Çamur şekillerinin izlenmesi	20
1.18. Bazalt sütunların izlenmesi.....	20
1.19. Peri bacalarının izlenmesi.....	23
1.20. Lav tünellerinin izlenmesi	21
1.21. Kaplıcaların izlenmesi	21
1.22. Lav kubbelerinin izlenmesi.....	22
1.23. Lav göllerinin izlenmesi	22
1.24. Mazama kaldera görüntüsü.....	23
1.25. Dünyanın en tehlikeli yanardağları	25
1.26. Merapi Yanardağı.....	26
1.27. Nemrut Kalderasının konumu	28
1.28. Nemrut Stratovolkanının jeoloji haritası....	29
1.29. NASA Space Shuttle image	30
1.30. NASA Space Shuttle image	34
1.31. Nemrut Kalderası.....	36

1.32. Kendinden Potansiyel Kalıplar.....	38
1.33. Türkiye'nin Tektonik Yeri.....	40
1.34. Türkiye'nin Jeoloji Haritası.....	41
1.35. Türkiye Tektonik Haritası.	44

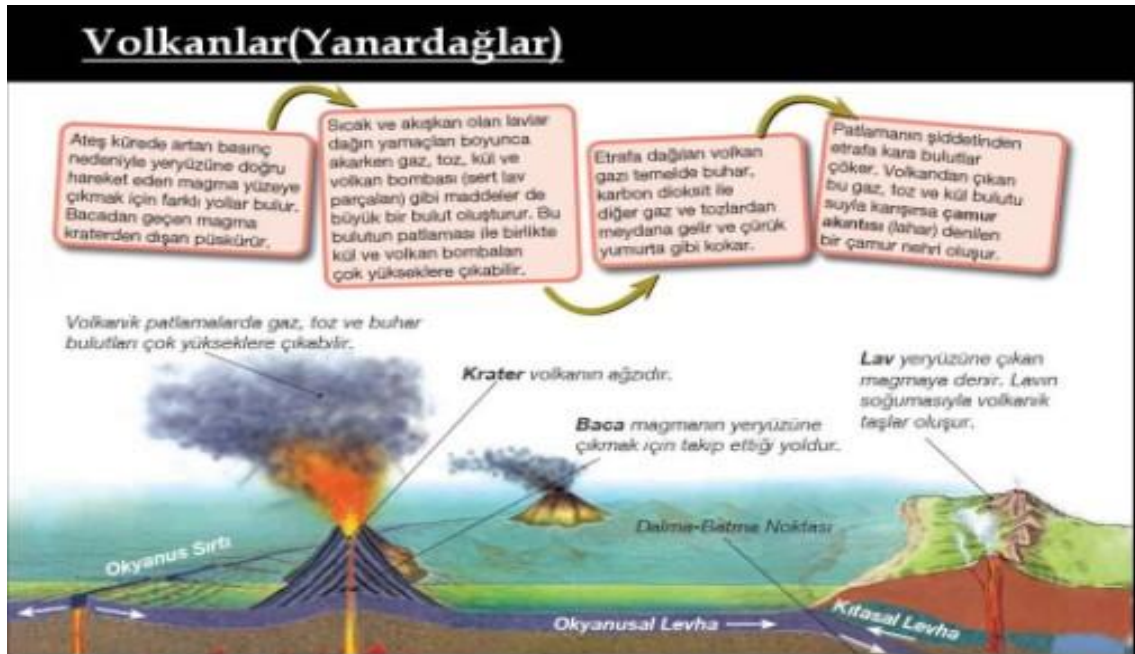
1. GİRİŞ

Nemrut Volkanik Dağının Risk Faktörleri tez çalışması ile özelde Bitlis ilimizin Nemrut sönmüş volkanik dağının, genelde Türkiye ve Dünya üzerinde bulunan volkanik dağların insan yerleşim yerlerine ve tabiatta yaşayan türler ve ekosistem üzerinde oluşturacağı muhtemel riskleri araştırmaktır. Nemrut Volkanik Dağının Risk Faktörlerinin İncelenmesi tez çalışması tüm süreçleri ile birlikte tamamlanarak, kapsamlı bir derleme olabilecek hale getirilmesi hedeflenmektedir. Nemrut Volkanik Dağının Risk Faktörlerinin İncelenmesi tez çalışması ile birlikte Nemrut Volkanik dağının patlama sırasında olası tüm etkilerinin yaratacağı sonuçlar üzerinde çalışılarak, volkanik patlamanın patlama öncesi, patlama anında ve patlama sonrasında yapılacak planlamalara örnek olması düşünülmüştür. Nemrut Volkanik Dağının Risk Faktörlerinin İncelenmesi tez çalışması ile kapsam bakımında küresel bir yönü bulunan, Dünya üzerindeki önemli volkanik dağları inceleyerek, Dünya'nın oluşumu ve şekillenişini anlamaya katkı sunabilmektedir. Ayrıca iklim üzerindeki etkilerini araştırmak için birçok aşamayı içinde barındırmaktadır.

Nemrut Volkanı; Süphan, Aladağ, Tendürek ve Ağrı volkanik dağlarının da üzerinde bulunduğu SWNE doğrultulu fay hattı üzerinde bulunmaktadır. Bu fay hattı üzerindeki volkanik dağların çoğu Asya ana kıtasının sıkıştırması ile aktif olabilecek potansiyeli olan yanardağlardır. Kaldı ki taş küreden büyük ölçüde yoksun olan Van gölü havzası bu açıdan değerlendirildiğinde ciddi riskler barındırmaktadır. Nemrut Dağı'nın en yüksek yerini Sivritepe (2935 m.) oluşturmaktadır. Nemrut Dağı'nın kuzeyinde ve batısında geniş lav platoları vardır. Bu platolar üzerinde doğal oluşum sürecinin nadide örneklerinden parazit koniler meydana gelmiştir [1]. Bunlardan en belirgin olanı 650 m. genişliğinde bir kül konisidir. Bu koninin tam kuzeyinde yer alan ve Kantaşı adı verilen lav akıntısı çok nadide bir detay olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu lav akıntısı, 1441 yılında son püskürme ile meydana gelmiştir. Nemrut Dağı'nın güneyinde yer alan Nemrut Kalderası büyük bir patlama ile oluşmuştur. Bu kalderanın batı kısmına Nemrut Kaldera Gölü hilal şeklinde oluşmuştur. Nemrut Dağı'nın kuzeyinde, Kolvingo (2321 m) ve Bilican (2754 m) dağları yer almaktadır. Her iki dağ ile Nemrut Dağı'nın da üzerinde bulunduğu N-S yönünde uzanan bu fay hattı hizasında oluşmuştur. Bilican volkanik kütesinin lavlarından oluşan bir set ile gerisinde kalan yerlerde ise Nazik Gölü oluşmuştur [2]. Nemrut yanardağının, en son olarak 1411 ve 1441 yıllarında faaliyet gösterdiği ile ilgili yapılan yazılı tarihe geçen tespitler vardır. Baca kenarındaki enine kesitlerde iki pomza tabakası arasında gözlenen bir sediment (çökel) tabakanın varlığı, 30 yıl ara ile vuku bulan bu iki patlamayı belgelemektedir. Dağın yapısından ve eğiminden

yola çıkılarak oluşturulan silüet yardımıyla yapılan ölçümler sonucunda, bu volkanizmalardan önce Nemrut Dağı'nın yüksekliğinin de 4100 m civarında olduğu hesaplanmıştır [51].

Nemrut yanardağının volkanik gelişimi, kaldera öncesi evre, kaldera sonrası evre ve geç evre olarak ele alınıp incelenmiştir. Nemrut volkanına bağlı olarak gelişen ve kaldera öncesi evreye ait iki tane ignimbirit birimi belirlenmiştir. İlk ignimbirit akması, açılan çatlaklar boyunca ilerleyerek gerçekleşen ve volkanın ilk bazaltik lav akmalarından hemen sonra meydana gelmiştir. Nemrut Kalderası'nın oluşumunu tetikleyen ana ignimbirit akması, Kalderanın oluşumu sırasındaki en önemli role sahiptir. Kaldera öncesine ait evredeki Nemrut stratovolkanına ait piroklastik ürünler, ayrıca paleotoprak gözlemleriyle yapılan 3 faz halindeki çalışmalarla detaylı incelenmiştir. İlk faz, pliniyen geri püskürmeler ve pomza akıntılarından meydana gelmiştir. Ana ignimbirit ikinci faz içerisinde yer almakta olup pomza ve litik içerikleri, derecelenmeleri, büyüklükleri, kaynama dereceleri ile renkleri dikkate alınarak 3 seviye halinde incelenmiştir. Üçüncü faz ise pliniyen pomza ve kül geri düşme ürünlerinden meydana gelmiştir. Piroklastik ürünler içerisinde gözlenen iki ayrı paleo-toprak oluşumu, volkanizmanın kaldera oluşmadan önce belirli aralıklarda suskunluğu hakkında ipuçları vermektedir. Nemrut kalderasının oluşumunda 62.6 km³ hacminde piroklastik malzemenin püskürmesi neticesinde gerçekleştiği düşünülmektedir [3, 4].

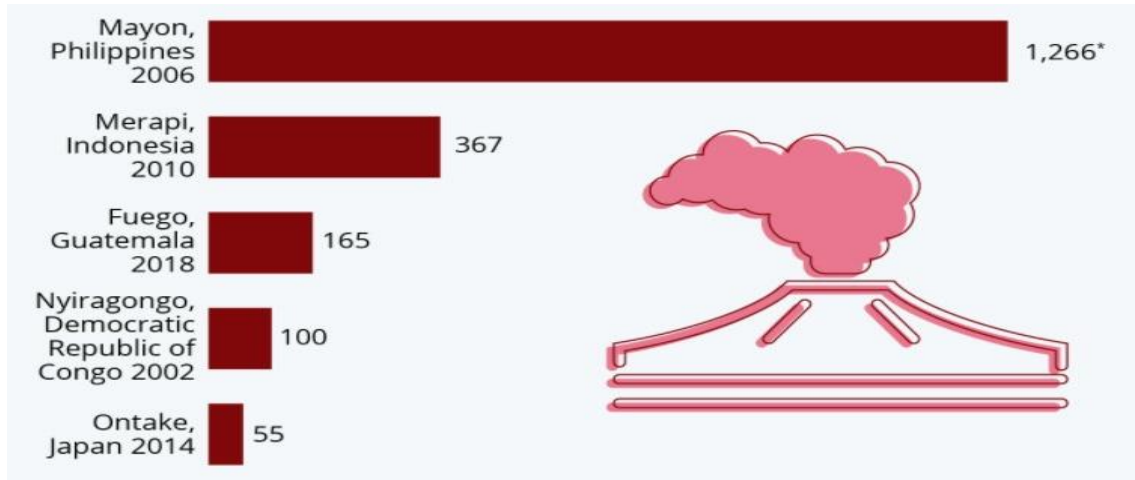


Şekil 1.1. Volkanların oluşumu [5].

Kıtasal levha hareketinin Okyanusal levha hareketi ile birlikte dalma- batma hareketi doğrultularına ait görsellerin şekildeki kara hareketlerinin meydana getirdiği yanardağ oluşum

anına dair bilgiler detaylı şekilde verilmektedir. Ateş küredeki sürekli artan basınç ile birlikte yeryüzüne doğru doğrusal hareket eden magma, yüzeye çıkmak için farklı yollar bulur. Açtığı bacadan geçen magma kraterden dışarıya doğru basınçla püskürür. Sıcak ve akışkan olan lavlar yanardağın yamacından aşağıya doğru akarken gaz, toz, kül ve lav parçacıkları çok yükseklerle kadar çıkabilmektedir. Etrafa dağılan volkan gazı temelde buhar, karbondioksit ile diğer gaz ve tozlardan meydana gelir. Ayrıca bunlar çürük yumurta gibi kokmaktadırlar. Patlamanın şiddeti ile etrafı kara bulutlar kaplar. Volkandan çıkan bu toz, gaz ve kül bulutu suyla karışırsa çamur akıntısı (lahar) denilen bir çamur nehri oluşur. Bu durum patlamanın yaşandığı çevreyi direkt olarak etkiler. Patlama öncesinde patlamanın yaşanma ihtimalinin gerçekliğe en yakın olduğu zaman aralığını bilmek, olası volkanik patlamalarda felaketlerden en az hasarla etkilenmeyi sağlar. Böylesi bir durumda Nemrut yanardağının riskleri üzerinde yapılacak çalışmanın literatüre önemli katkısı olacaktır. Nemrut yanardağının hala aktif bir volkan oluşu, ayrıca taş küreden yoksun bir yer kabuğu üzerinde oluşu nedeni ile mevcut durumu daha da önemli hale getirmektedir. Bir fay hattı üzerinde bulunan bölgenin tüm yanardağları, Afrika kıtasının kuzey yönlü sıkışması ile sürekli baskı altında tuttuğu dinamik bir basınç alanı yaratmaktadır. Elde edilen veriler ışığında taş kürenin olmadığı zayıf bir yer kabuğu olası bir deprem anında tetikleyeceği yanardağların harekete geçme ihtimali artmaktadır. Kaldı ki böyle bir patlama ile birlikte birden fazla sonucu olan bölgesel bir etkilenmeye dönüşme durumunu doğurabilme gücü vardır. Aşağıdaki grafiklerden okunacağı üzere, faaliyete geçen volkanların durumu izlenmektedir. Bu durumun küresel bağlamda bir anlam ifade ettiğinin farkında olarak, bu küresel aktivitelerin genel sonuçları üzerinde özellikle çalışılması gerekmektedir. Nemrut Yanardağının Risk Faktörleri ile ilgili durum değerlendirilmesi yapılırken durumun görünenden daha karmaşık olduğunu anlaşılabilmektedir. Coğrafi seyrinde 3. Jeolojik zamanda oluşan genç dağların içinde, zaman zaman harekete geçtiği ya da patladığı bilimsel kayıtlara gözlenerek geçirilmiş Nemrut Yanardağının faaliyetleri, güncelliğini koruduğu gibi barındırdığı risklerle önümüzde durmaktadır. Afet ve acil durumlarda ortaya çıkacak hallerle ilişkili olarak bunları da belirtmek gerekirse;

“Hayatı kurtarmak, kesintiye uğrayan hayatı ve faaliyetleri en kısa sürede normale döndürmek, müdahale çalışmalarını hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleştirmek, Halk sağlığını korumak ve sürdürmek, mülkiyet, çevre ve kültürel mirası korumak, Ekonomik ve sosyal kayıpları azaltmak, İkincil afetleri önlemek ya da etkilerini azaltmak, Kaynakların etkin kullanımını sağlamak.” Şeklinde ifade edilebilir. Dünya üzerinde yanardağların harekete geçtikten sonra meydana gelen afetlerde çok ciddi ölümlü bir grafik karşımıza çıkmaktadır. Birden fazla yanardağların neden olduğu felaketlerde elde edilen üzücü tabloya dair istatistikler aşağıda verilmiştir (Şekil 1.2).

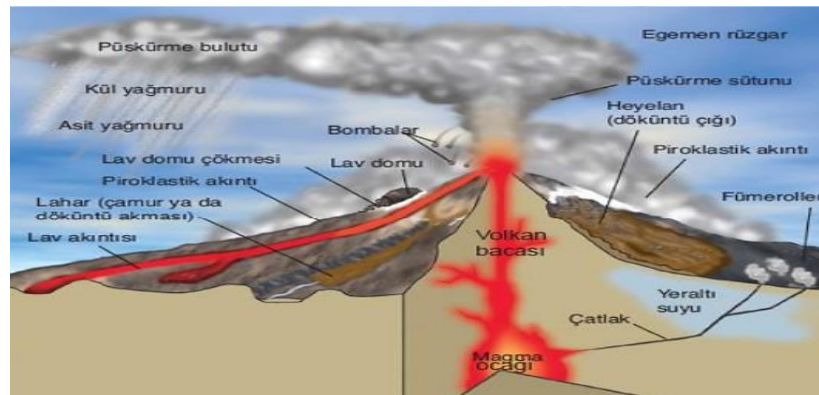


Şekil 1.2. 21.YY'da meydana gelen Volkan Patlamaları ve neden oldukları ölü sayıları [6].

Bu açıdan bakıldığında Ülkemiz ve Dünya üzerinde bulunan önemli Volkanik Dağların, özellikle Bitlis ilimizde bulunan tez çalışmasını yapmakta olduğum Nemrut Volkanının Risk Faktörleri, insani yerleşim yerlerine ve tabiatta yaşayan tüm türler ve ekosistem üzerinde oluşturacağı muhtemel riskleri araştırmak, yanardağın faaliyete geçme anında olası felaket durumlarında, önceden izleyebilme, çalışabilme ve mücadele edebilmek için genel geçer ilkeleri tespit etmek, reel tespitleri uygulanabilir alanlara taşıyarak, daha profesyonel bir çalışma alanı oluşturmayı hedeflemektedir.

1.1. Yanardağların Oluşumu

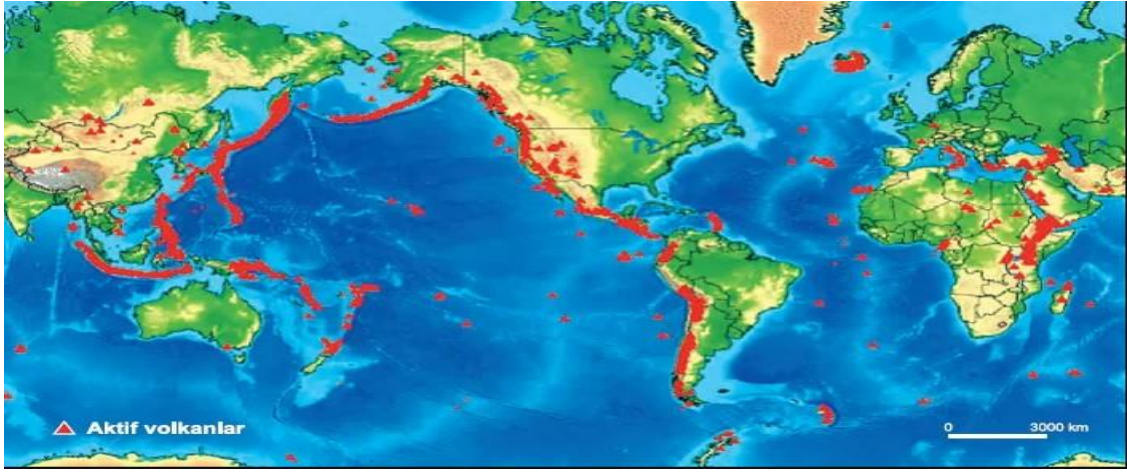
Bir volkan, akışkan magmanın (Dünya'nın iç kısmında bulunan, yüksek basınç ile sıcaklıkta ergimiş sert kayalar) yerkürenin yüzeyinden dışarıya püskürerek oluşan yer şeklidir. (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Gözlem yapılabilecek şekilde çizilmiş bir volkanın yapısı [7].

Büyük patlamadan (Bing Bang) sonra uzaydaki tüm galaksilerde bulunan gezegenlerde yanardağlar bulunmaktadır. Dünya'da, genellikle hareket halindeki levhaların birbirine bitişik buluşma noktalarında bulunmaktadır. Yerkabuğunun derinlikleri, magmanın hareketleri yeterince anlaşılamamıştır. Akışkan olan magma, yerkürenin altında bulunan sert bir tabakaya (Yer kabuğuna) doğru hareket edip bir "magma odacığı" oluşturur.

İlerleyen zamanlarda, odacıktaki magma sıkıştırma neticesinde yukarı doğru basınçla hareket ederek gezegenin yüzeyine lav olarak çıkış yapar. Aynı zamanda yavaş yavaş hareketini sürdürerek sert tabaka doğru yükselen akışkan ve sıcak olan magma yer kabuğu içinde birikmiş bulunan yer altı sularını da ısıtarak basıncın yarattığı buhar çıkışlarına neden olur. Bu çıkışlar ile oluşan gazlar, çıkış esnasında kaya, kül veya volkanik camın kuvvetli bir şekilde fırlatılmasına yol açar (Şekil 1.4).



Şekil 1.4.

Volkanik faaliyetlerin Dünya üzerindeki plaka sınırlarındaki dizilişi [8].

1961 de bilim dünyasının yakından tanıdığı plaka tektoniği teorisi bilimsel çalışmalara çok fazla katkı sunmuştur. Yerkabuğunun tek parça olmadığı, sıvı manto üzerinde yüzer halde ve plaka diye adlandırılan kara parçalardan oluştuğunu, yanardağ etkinliklerinin % 99'luk bölümü plakaların birbirleriyle olan sınırlarında meydana geldiği bilinmektedir. Volkanik faaliyetlerin olduğu haritalar incelendiğinde, belli plaka sınırlarında oldukları kolaylıkla görülebilir. Yanardağlar, lav püskürten oluşumlar olarak düşünülür. Ancak yanardağlar nadiren lav çıkarırlar. Duman su buharı veya çoklukla kükürt buharları ile karışmış toz parçacıkları çıkarırlar. Ateş olarak görülen parlaklık ise püsküren maddelerdir. Parlama çok fazla yüksek sıcaklıktan kaynaklanmaktadır. Bu şekilde parlama, toz ve buhar bulutlarına ulaştıktan sonra geriye doğru yansır ve bu yansıma ateşe benzer.



Şekil 1.5. Toz ve buhar bulutları [9].

Karadaki yanardağ çıkışlarının yıllar içinde dolup birikmesiyle koni şeklini alırlar. Suyun altındakiler ise, fazlasıyla dik ve heybetli sütunlar oluşturarak yıllar sonra okyanus yüzeyine doğru çıkarak adacıklar halini alırlar.

1.2. Yanardağların Farklı Davranışları

Yanardağlar birbirlerinden çeşitli şekillerde davranış olarak farklılık gösterir: Bu farklı davranışları görebilmek için uzunca zaman diliminde yanardağların gözlemlenerek elde edilen verileri bize fikir vermektedir.

1.2.1. Nuees Ardentes, (Kızgın Bulutlar)

Bunlar ise kor halindeki parlak bulutu andırırlar. 600 °C sıcaklığa kadar olan kül, toz ve gaz karışımından oluşan bulutlardır. 10 Km uzaklıktaki mesafelere 100 km/saatlik hızla ulaşabilirler.

1.2.2 Volkan Külleri

Oldukça fazla yayılan volkan atıkları olup, tarım alanlarını olumsuz yönde etkileyerek kaplayabilir, ekili mahsulleri tahrip edebilir. Şebekeleri ve makineleri tıkayabilir, mekanik açıdan her türlü alette yıpranmaya yol açabileceği gibi, hayvanların soluksuz kalmasına, fazla yüksek olmayan ve düz çatılarda çökmelere ayrıca ağır hasarlara neden olmaktadır.

1.2.3 Lav Akıntıları

Volkanların en tipik özelliklerinden biri hızla akabilmeleridir. Fakat canlı yaşamını tehdit etme olasılığı düşüktür. Magmadan hareket eden lav akıntıları kraterin ağzında en yüksek hıza ulaşır. Kaynağa olan mesafe arttıkça, zemin ve atmosfer ile olan temas hızı azaltmaya başlar. Soğuma akıntının katılaşmasına neden olarak, akıntı katılaştıran lavın oluşturduğu kanalın içinde akmaya devam eder. Havada asılı konumda hareket eden kaya, taş tozları ve gazlardan oluşan akıntılar kül akıntısı olarak isimlendirilir. Bunlar, 200 km hıza ulaşabilmektedirler. Volkanik faaliyetlerden sonra meydana gelen hava kirliliği ve diğer riskler kül yayılması ile sınırlı kalmaz. (MS 79'da Pompei'deki kumsalda yaşayan insanların ölümüne neden olduğu kabul edilen, volkan küllerine dair canlı örnek teşkil ettiği arkeologlar tarafından bulunmuştur). Büyük patlamalar ayrıca 8-16 km yükseklikteki troposfer ile stratosfer arasındaki sınıra ulaşan volkanik tozlar nedeniyle atmosferik değişimlere de neden olurlar [49].



Şekil 1.6. Lav akıntılarının belirgin şekilde izlenmesi [10].

1.2.4 Laharlar (Döküntü Akıntıları)

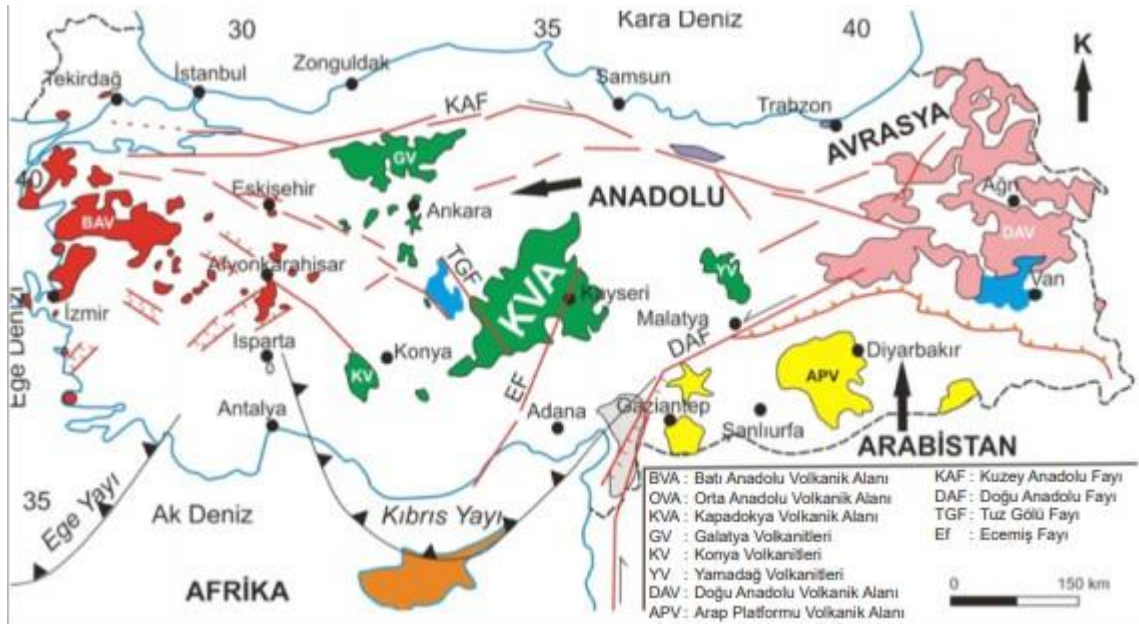
Volkanik çamur demek, Japoncada lahar demektir. Laharlar volkanik patlamanın öncesinde olabileceği gibi, patlama sırasında ya da sonrasında da oluşabilir. O kadar güçlüdür ki büyük Tsunamilere bile neden olabilmektedirler.



Şekil 1.7. Karbondioksit Çıkışı [11].

1.3. Türkiye Yanardağ Arazileri

Yanardağ etkinlikleri insanlara zarar verebilir, insanların yaşam alanlarını etkileyerek bitki ve hayvanlar üzerinde olumsuz etkiler bırakabilirler. Yanardağ faaliyetleri, çoğunlukla depremler, sıcak su kaynakları, çamur çukurları ve gayzerler gibi yer kabuğu aktiviteleri ile görülürler. Volkanik hareketlilikten önce düşük şiddette depremler gözlenebilen davranışlardır.



Şekil 1.8. Türkiye'nin sahip olduğu ana Volkanik alanlar [12, 13].

Dünya yüzeyini oluşturan yer kabuğu katmanlardan oluşur. Dış yüzeyde sert bir kabuk vardır; ama onunda içinde daha yumuşak kısımlar bulunmaktadır. Magma dediğimiz akışkan ve oldukça sıcak maddenin yeryüzünde hareketi volkanın oluşmasına neden olur. Volkanlar sadece püskürme ya da patlama ile oluşmaz. Volkanın içinde bulunan gaz basıncı püskürmeye neden olur. Gaz basıncının az olduğu yerde püskürmeden bahsedilmez. Bazıları yer kabuğunun içindeki çatlakları kullanarak yeryüzüne çıkar. Bu mısır patlaması gibi küçük çıkışlarda olabilir. Dünya

üzerinde yaklaşık 500-600 adet dolaylarında aktif yanardağ vardır. Dünyadaki volkanlar sürekli gözlem altında tutulmaktadır. Volkan bölgelerinde meydana gelen küçük depremler de dahil tüm gaz çıkışları gözlenip kaydedilmektedir. Volkanik hareketlerde 4 tane temel uyarı vardır. Bunlar; yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı renkli uyarılardır. Kırmızı renk uyarıda, 24 saat içinde patlama olacak demektir. Turuncu renk, birkaç gün içinde patlama yaşanacak demektir. Sarı renk, birkaç hafta içinde patlama olacağını ya da faaliyete geçebileceğini bildirmektedir. Yeşil renk ise, bir tehlike olmadığı anlamına gelir. Ülkemizdeki volkanlar aktif oldukları halde yeşil renktedirler. Ülkemizin çevresinde, mesela Akdeniz’de volkanik adaların oldukça fazla olduğu İtalya’da, Sicilya Adasında ya da Napoli Körfezi üzerindeki Vezüv yanardağı patladığında Pompei ve Herculenium şehirlerini yerle bir etmişti. Hala gözlenebilen ciddi kayıtları da vardır. Oradaki müzelerde, o anda ölmüş insanların üzerini kaplayan volkanik tuf ya da külle taşlaşmış heykellerini görebiliriz. Geçmişte bir volkanik afet olmuşsa, gelecekte de olabilir. Tarih tekerrür edebilir. Bunlardan ders çıkarılmalıdır.

Volkanların depremlerden farkı; depremleri önceden bilemiyoruz. Bazen öncü sarsıntılar yaşanıyor olsa da bu öncü sarsıntılardan sonra deprem olacağı kesinlik arz etmiyor. Fakat volkanlarda iyi gözlem yapıldığında, depremlerini ölçtüğünüzde ya da kraterin ağzındaki gaz çıkışlarına baktığınızda uyarı vermeniz mümkün olabilmektedir. Yakında patlama olasılığı hakkında kuvvetli tahminde bulunmak mümkün olabilmektedir. Ama bu yüzde yüz kesin değildir.

2015 senesinde Japonya’da volkanik püskürmeler yaşanmıştı. O sırada aralarında turistlerin olduğu can kaybı yaşanmıştı. Hiç beklenmeyen püskürmede, 41 kişi hayatını kaybetmişti. Japonya’daki volkanik alanlar çok ciddi denetim altına alınmasına rağmen, bilim insanlarının gözlem eksikliği nedeni ile bu ağır patlamayı tahmin edemediler. Böylelikle bir felaketin yaşanmasına neden oldular. Genelde öncesinden ciddi bir şekilde gözlemlediğimiz zaman volkanların faaliyetlerinin olma olasılığı anlaşılabilir. Türkiye’de şu an 13 tane aktif volkan bulunmakla birlikte faal değildirler. Örneğin Orta Anadolu’da Erciyes ve Hasan Dağı gibi. Bu ikisinin de geçmiş tarihsel dönem içinde aktif olduğu bilinmektedir. Doğu Anadolu’daki oldukça büyük volkanlarımız Nemrut, Süphan, Tendürek ve Ağrı volkanik dağlarıdır. Türkiye’de Neojen ve Kuaterner volkanizması ile oluşan ve genç volkanik arazi olarak adlandırılan topografya münbit alanları kaplar. Bunlardan Neojen volkanik arazisi, yıpranmış, aşınmış ve başlangıçtaki oluşum şekillerini büyük ölçüde kaybetmişlerdir. Özellikle Nemrut Volkanik dağı ile ilgili patlama sonrası yüzey şekillerine örmek olabilecek Kuaterner volkanik arazisi ise, zamana bağlı olarak fazla yıpranmamış olup volkanik materyallerin oluşturdukları şekiller bugün dikkat çekicidirler[26]. Bunlar püskürebilen tipte volkanlardır. İnsanlık tarihi içinde de püskürdüklerini kayıtlardan anlaşılmaktadır. Yakın geçmişte, 1800’lü yıllarda da faaliyetlerine rastlanılmıştır.

Bunların bazıları gözlem altında olup, oluşturdıkları depremler halen kayıt altına alınmaktadır. Bu kayıtlar bize bazı ciddi bilgiler vermektedir. Yer yer küçük gaz çıkışları olabildiği gözlemlenmektedir. Bunlar da dikkatle takip edilmektedir.

Türkiye’deki yanardağlarda şimdi bir aktiflik bulunmamaktadır. Ama hiç bulunmayacaktır da denemez. Çünkü bazen Doğu Anadolu’daki Nemrut ve Süphan dağlarında küçük depremlerin görülüp kaydedildiği bilinmektedir. Aynı zamanda kraterlerinde de bazı küçük gaz çıkışları görülebiliyor. Bunlar izleniyor olsa da, ciddi anlamda başarılı bir volkan izleme ve gözlem faaliyeti maalesef yapılamamaktadır. Bizim tarihimize yansımış önemli volkanik faaliyetler vardır. Ülkemizin bir deprem ülkesi olmasının yanı sıra, geçmişte faaliyet gösteren ülkemiz volkanlarının gelecekte de faaliyet gösterebilmeleri olasıdır.

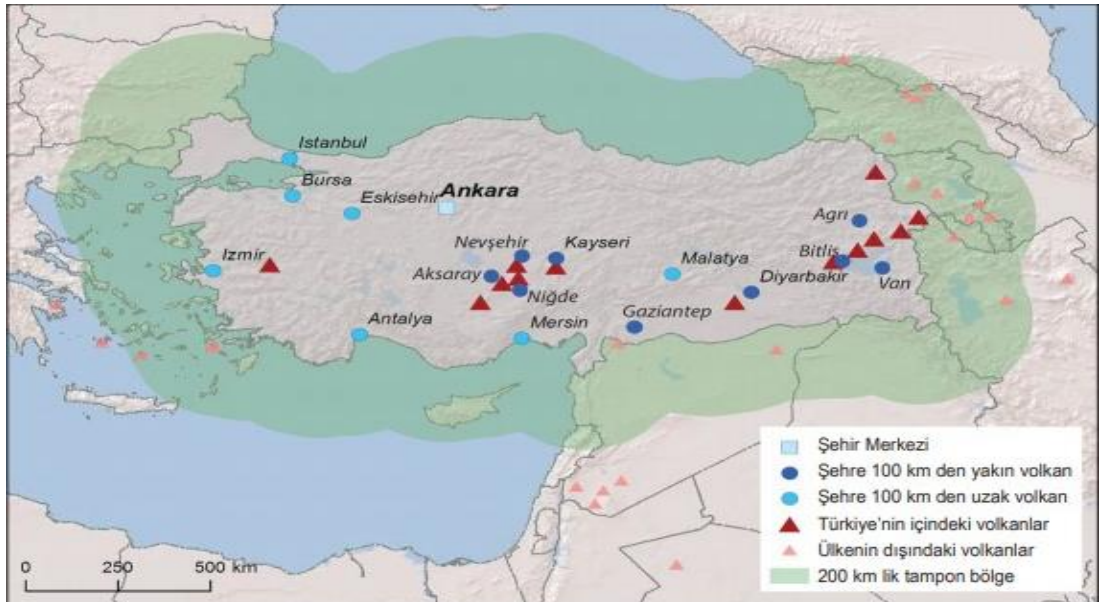


Şekil 1.9. Türkiye volkanik arazilerin dağılımı [14].

Ege Bölgesi’ ki jeotermal potansiyel oldukça fazla olup, politikası sıcak suya dayalı santrallerimiz vardır. Bu santraller yerkabuğu içinden yeryüzüne çıkan sıcak sular ile oluşmaktadır. Bu durum nispeten volkanlardan yararlanabildiğimizi göstermektedir. Volkanı tipik olarak bir dağ ve tepesinden püsküren lavlar olarak düşünmek hata olur. Yerkabuğunun içindeki çatlaklardan bazen sıcak su bazen de lavlar yeryüzüne çıkabilmektedir. Ülkemizdeki volkanların faaliyette olmaması, aktif olmadıkları anlamına gelmez.

Güney Amerika ve Şili’de büyük bir deprem olduğu zaman yer bilimciler hemen şüphe duyarlar. Acaba fay hatlarını akabinde volkanları tetikler mi diye düşünürler. Çünkü büyük depremlerin akabinde volkanik faaliyetler oluşabiliyor. Volkanın kendisi küçük depremler oluşturmaya yeter. Fakat depremlerin ardından gelen volkanın faaliyete geçmesi bambaşka bir olaydır. Volkanlar tarihte insanlar için büyük felaketlere neden olmuştur. Bilim insanları volkanları tanıdıkça tehlike olmaktan çıktılar denebilmektedir. Çünkü volkanları çok iyi gözlemlenebiliyor ve olası hareketleri tahmin edilebilmektedir. Volkanlarla birlikte yaşayabilmek gerekir. Uyarılar yeşilden sarıya turuncuya döndüğü zaman ne yapacağımızı bilmeli ve bölgeyi

hızlıca terk etmeliyiz. Tehlikeli durum atlatıldıktan sonra tekrar yaşam normale dönecek ve hayat kaldığı yerden devam edecektir. Dünya üzerinde inanılmaz harika bir denge vardır. Buzulların alanı giderek küçülmektedir. Dünya üzerindeki var olan buzulların alanı 15 milyon kilometrekare dolaylarındadır. Bilim insanlarının tespitine göre 12 bin yıl önce 45 milyon kilometrekare buzul olduğu bilinmektedir. Buzulların erimeye başlaması Dünya üzerindeki kıtaların dengesini bozmaktadır. Dünyanın dengesinin bozulması demek kıtaların harekete geçmesi demektir. Bu durum depremleri, aynı zamanda volkanları da harekete geçirebilir. Bu bakımdan küresel iklim değişikliği, direk volkan ve depremlerle ilgilidir. Hepsi bir şekilde birbirlerine bağlıdır. Depremler, volkanlar, kasırgalar ve tsunamiler tüm bunların hepsi birbiriyle ilişkilidir. İklimi değişikliği elbette pek çok sorunu meydana getirecektir. Volkanlar sadece felaket ya da afet olarak düşünülmemelidir; insanlık için inanılmaz faydaları olmuştur. Örneğin atmosferin gelişiminde doğrudan etkisi olan volkanlar soluduğumuz havanın olgunlaşma aşamalarında sürekli olagelmıştır. Bunun için tam 4 milyar yıl geçmiştir. Aynı zamanda toprakların zenginleşmesi verimli arazilerin oluşması bitki çeşitliliğinin olmasında önemli yere sahiptir. Orta Anadolu'da Nevşehir bölgesi, volkanik küllerin çokça olduğu verimli topraklara sahiptir. Buralarda harika üzüm bağları vardır. Bunun nedeni toprağın büyük oranda volkanik küllerle zenginleşmesidir. Türkiye'deki volkanlar uzun yıllardır boyunca sessizliğini korumuştur. Bu nedenden dolayı aktif volkanlar olmadıkları düşünülüyor. Oysa gerçek çok daha başkadır. Yıllardır süren sessizliklerine rağmen Türkiye'de tam 13 aktif volkanın olduğu bilim insanları tarafından bilinmektedir.



Şekil 1.10.Ülkemizde bulunan Halosen volkanlar [13].

1.3.1. Türkiye Yanardağ Arazileri

Şaşırtıcı bir şekilde volkan bilimciler, etkin yanardağları sınıflandırma konusunda görüş birliğine varamamışlardır. Bir yanardağın yaşam süresi, oldukça belirgin değişiklik gösterebilmektedir. Dünya'daki yanardağların pek çoğu, geçen birkaç binyılda içinde çok defa harekete geçmiştir. Fakat günümüzde herhangi bir faaliyetlerine rastlanılmıyor. Bilim adamları genellikle, püsküren ya da yeni gaz çıkışları veya beklenmedik deprem etkinliği gibi hareketlilikler gösteren yanardağları etkin olarak kabul etmektedirler. Birçok bilim adamı, yazılı tarih içinde püskürdüğü bilinen volkanların da etkin olduğunu kabul ederler. Ancak yazılı tarihin farklılıklar göstereceğini, örneğin Akdeniz'de 3000 yıl geriye, ABD'nin Pasifik kıyısında ise 300 yıl, geriye gideceği bilinmelidir. Uyuyan yanardağlar ise, şimdi etkin olmayıp ancak her an hareketlenmesi olası yanardağlardır. Sönmüş yanardağların ise, bilim adamlarının tespitine göre bir daha püskürme ihtimalleri olmayan yanardağlardır. Bir yanardağın gerçekten sönmüş olup olmadığının bilmek zordur. Mesela, kraterlerin yani çanakların milyonlarca yıllık ömürleri olduğu bilindiğinden, binlerce yıl hiç püskürmemiş bir kraterin uyuyan olarak tanımlanması gerekir. Yellowstone çanağı, en az 2 milyon yaşında olduğu bilinmektedir. Ayrıca 70 bin yıldır hiç faaliyete geçmemiştir. Bilim adamları Yellowstone için sönmüş yanardağ olarak tanımlama yapmaz. Yellowstone da bulunan çanak sık sık depremlerin oluşmasına neden olup, çok etkin bir jeotermal sisteme sahip olduğu ve yüzeyi hızlı değiştirdiği için, birçok bilim insanı tarafından etkin yanardağ olarak kabul edilmektedir.

1.3.2. Tahmin Edilebilir Püskürmeler

Bilim insanları bir yanardağın ne zaman püsküreceği hakkında öngöründe bulanamamaktadırlar. Uzun süre hareketli olmayan bir yanardağın ne zaman patlayacağını bilmek neredeyse imkânsızdır. Ancak bilim insanları eskisinden çok daha fazla ileride oldukları için bazı ipuçlarının değerlendirilmesi ile püskürmeler hakkında zihinsel egzersiz yapabilmekte olup mantıklı sonuçlara ulaşabilmektedirler.

Bilim insanları tahmin yapılabilmeyi sağlamak adına birtakım işaretleri incelemektedir. Aşağıda belirtilen etkilere bakılarak volkanik hareketlilikler gözlemlenebilir:

- 1- Depremler
- 2- Gaz çıkışları
- 3- Volkanın sönmesi veya şişmesi

Volkanik kraterlerde ya da bacalarda herhangi bir gaz çıkışı ya da başka bir hareketlilik tespit eden bilim insanları volkanın harekete geçme olasılığı ile ilgili çalışma yapmaya başlayabilir demektir. Ancak bu patlamanın ne zaman olacağını bildirmez. Bir volkandan toplanan veriler, bilim insanları tarafından o volkanın nasıl bir davranış göstereceği konusunda kapsamlı veriler sunmaktadır. Volkanlar bahsedilen bu işaretleri belirgin şekilde gösterdikten birkaç hafta sonra harekete geçebiliyor ya da patlayabiliyor olduğu bilinmektedir. Ancak bazı istisna patlamalar öngörülemez ve birden bire gerçekleşebilmektedirler. Ayrıca uzun süre sessiz olan veya modern gözlem teknolojisinin çok öncesinde faal olmuş ise, patlamanın ne zaman olacağını tahmin etmek bu açıdan zorlaşır. 1991'deki Filipinler'de Pinatuba Dağı'nın etrafı tamamen tahliye edildikten sonra ile 5 bin kişinin hayati riski ortadan kalktı. Burada, ABD Jeolojik Araştırmalar Merkezi ve Filipinler Volkan ve Sismoloji Enstitüsü' ye ait tespitleri değerlendirilmiştir. Bilim insanları, patlamadan 10 hafta öncesinden volkanda yükselen aktivite gözlemlemiş, ufak çaplı patlamalar söz konusu olduktan sonra ardından tahliye çalışmaları için yetkililere haber vermişlerdir. Geçtiğimiz yüzyılın en büyük volkanik patlamalarından birisiydi. Tam tersine, 2014'te Japonya'nın Ontake Dağı'nda meydana gelen patlamada, uyarı verilememiştir. Çünkü oldukça hızlı faaliyete geçmişti.



Şekil 1.11.Patlama öncesi uyarı veren gaz çıkışları [15].

Bazen yanlış yere insanların tahliye edildiği durumlarda yaşandı. Olması beklenen patlama yaşanmadan volkan sessizliğini korudu. Volkan gözlem kurumlarının başarısı, kendilerine sunulan kaynaklar ve uzmanlık seviyelerine bağlı olarak değişiklik gösteriyor. Yeni Zelanda, gelişmekte olan ülkelere volkan patlamalarının nasıl tahmin edileceği konusunda yardımcı olmaya çalışmaktadır. Volkanik bir aktiviteyi izlemek için kullandıkları gelişmiş teknolojiler arasında

GPS alıcıları, yüksek teknolojiye sahip sensörler ile ihalar da bulunmaktadır. Canterbury Üniversitesi'ndeki volkan bilimci Ben Kennedy, patlamaların ne zaman gerçekleşeceğini tahmin etmek konusunda başarı kazandıklarını söylüyor. "Depremlerle kıyasladığınızda, volkanik patlamaları tahmin etmede büyük tektonik depremlere oranla çok daha iyiyiz," diyor. Yeni Zelanda'da volkanik patlamanın meydana geldiği Whakaari adası her ne kadar özel mülk olsa da burası da ulusal volkan gözlem kurumunun denetimi altındadır [16]. Maunaloa (Hawaii), Dünya'nın büyük aktif volkanı olup, deniz seviyesinden yaklaşık olarak 13.677 feet yükseklikte ve en tepesi okyanus tabanının 28.000 feet üstündedir. Deniz seviyesinin altındaki tabanından tepesine kadar büyük şehirlerde ve Birleşik Devletler'de halen faaliyette olan 37 yanardağ vardır. Yanardağların en tanınmış olanları Akdeniz grubunda yer alır. Vezüv, Etna, Stromboli ve Vulcano bunların içinde yer alır. Fakat esas şiddetli yanardağlar Pasifik çemberindedir. Endonezya'nın Bali Adası'nda bulunan Agung Yanardağı 2017'de yaşanan patlamaların akabinde Dünya gündemine yerleşmişti. Yanardağ 1963 yılındaki püskürmesinde lav akışı tam 11 ay boyunca sürmüş olup, binden fazla kişi hayatını kaybetmiş ve büyük maddi hasarlar yaşanmıştır. Halen yanardağın etki alanı içinde 4 milyon kişi yaşamaktadır.

1.3.3. Yanardağ Püskürmelerini Haber Veren Uyarılar.

Yanardağlar harekete geçerken ve püskürmeden önce sismik hareketler (küçük depremler ve sarsıntılar) gösterirler. Bazı yanardağlar ise düşük düzeyde sismik faaliyet gösterirler. Lakin bu faaliyetteki artışlar, patlamaya ya da harekete geçmeye işaret olabilir. Ortaya çıkacak herhangi bir depremin türü, nerede başlayıp nerede bittikleri de önemli sinyallerdir. Volkanik sismik faaliyetleri, kısa dönemli depremler, uzun dönemli depremler ve dalgalı sarsıntılar şeklinde olmak üzere üç ana biçimde görülür [50]. Kısa dönemli depremler aktivite periyodu kısadır ve fay depremleri gibi davranış gösterirler. Magma yukarı doğru hareket ederken gevrek ve dağılması kolay kaya kütlelerinin kırılması ile ortaya çıkarlar. Magmanın yüzeye yakın bir yerde büyüdüğünü yani genişlediğini işaret ederler. Uzun dönemli depremlerde ise aktivite periyodu daha uzundur. Kısa dönemlilere göre aktiviteler daha seyrekler. Dalgalı sarsıntılar, yüzey altında sürekli bir magma hareketi olduğu zaman ortaya çıkar. Dalgalı sarsıntılar (sismik örüntüler), karmaşık ve yorumlanması oldukça zor olgulardır. Ancak, artan faaliyet, özellikle de uzun dönemler baskın olmaya başlayınca ve dalgalı sarsıntılar ortaya çıkınca korku yaratırlar. Örneğin; Aralık 2000'de Meksika Ulusal Felaket Önleme Merkezi çalışanları Popocatepetl Yanardağı'nın iki gün önce patlayacağını anlayıp volkanın dibindeki kenti boşaltırmış ve iki gün sonra da yanardağ aktif hâle geçmiştir. Magma yüzeye yaklaştıkça ve basıncı düştükçe gaz çıkışı olur. Bu süreç, bir gazlı içecek

şişesinin kapağının açılmasıyla karbondioksit gazının çıkışına benzer. Volkanik gazların temel bileşenlerinden biri kükürt dioksittir. Bu bileşiğin artan miktarları daha çok magmanın yüzeye yaklaştığını gösterir. Yanardağların gaz çıkışları, asit yağmuru olgusuna doğal bir neden sağlar. Bazı volkanlardan boşalan zehirli gazlar bölgede yaşayan canlıların yaşamlarını tehdit edebilmektedir. Özellikle Kükürt dioksit gazındaki hızlı artışlar yakınlarda bir patlama gerçekleşeceğini haber verir. Örneğin 3 Mayıs 1991'de, Filipinlerdeki Pinatubo Yanardağı'ndan 500 ton kükürt dioksit çıkışı oldu. İki hafta sonra, 28 Mayıs'ta kükürt dioksit çıkışları yaklaşık on kat artarak 5.000 tona erişti. Pinatubo Yanardağı, 12 Haziran 1991'de püskürdü. Püskürmeden önce bazen, kükürt dioksit çıkışlarında düşüşler olduysa da yükselme her zaman çok fazlaydı [50]. Başka bir örnek yine Japonya'nın Fuji Yanardağı 1707'den itibaren hiç harekete geçmedi. Bilim adamları, ülkede yaşanan 2011 yılındaki 9 büyüklüğündeki depremin ardından dağın altındaki basıncı yükselttiği, bu nedenle Fuji'nin yine patlama ihtimali olduğu uyarısında bulunmuştur. 1707'deki patlamada küllerinin başkent Tokyo'ya kadar geldiği biliniyor. Yanardağın etkili olabileceği alanda 25 milyon kişi yaşamaktadır.



Şekil 1.12. Fuji yanardağı [53].

Bazı yanardağlar sürekli aktiftir. Bu yanardağlar bir anda harekete geçerek etkiledikleri alanlar o kadar hızlı olabiliyor ki örneğin, Endonezya'da bulunan Merapi Yanardağı yüzyıllardır aktif haldedir. NASA'ya göre Merapi'nin en büyük riski lav bileşiminde silisyum dioksit oranının fazla olmasıdır. Geniş alanlara yayılıp insan hayatını olumsuz etkileme potansiyeli büyüktür. Yanardağ son kez patladığında atmosfere büyük miktarda kül ve duman bırakmıştır. Yanardağın çevresinde ise zorunlu tahliyeler başlamıştı. Yanardağın etkili olduğu alanda 24 milyon insan yaşadığı bilinmektedir.

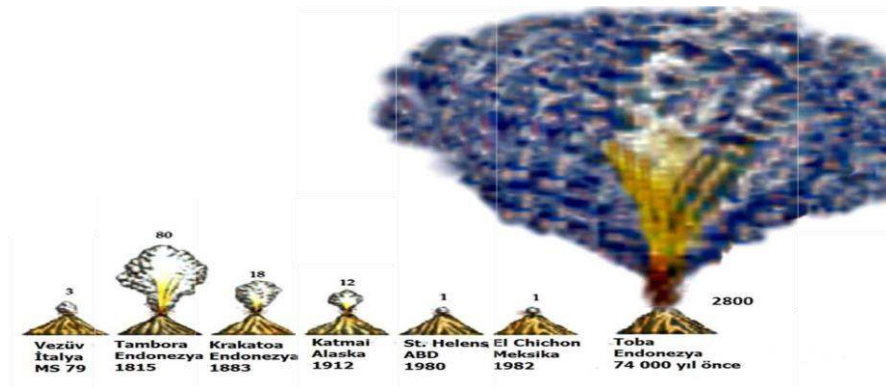


Şekil 1.13. Merapi yanardağı [17].

Orta Amerika Guatemala'da başkentin 40 kilometre güney batısında bulunan Fuego Yanardağı'nda da uyarı veren benzer tüm aşamalar yaşandıktan sonra patlamalar olmuş ve yanardağdan püsküren lavlar, El Rodeo yerleşimindeki bulunan çok sayıda binayı tahrip etmişti. Bu patlamada 99 kişi hayatını kaybetmiş, bölgede bulunan 3 bin 200'den fazla insan güvenli bölgelere taşınmıştır. Bütün örneklerin işaret ettiği tek gerçek, herhangi bir yanardağ hareketine geçmeden önce uyarı veren bir dizi belirti gösterdikten sonra harekete geçmiştir.

1.3.4. Büyük Volkan Püskürmeleri

Büyük volkanlar çok büyük miktarda magmanın yeryüzüne çıktığı durumlardır. Bu patlamalar bittikten sonra içe çekilme neticesinde geriye kalan bir kaldera vardır. Püsküren lavlar Dünya'da geniş alanlara yayılmaktadır. Mesela, Toba volkanik dağının külleri, Grönland buzul sondajlarında rastlanılmıştır. Bu büyük patlamalar yakın çevrelerine zarar verirken, küresel çapta sıcaklık azalmalarına neden olabilmektedirler. Ancak yeterli süre geçtikten sonra çok verimli topraklar oluşmaktadır. Ayrıca bol miktarda sıcak su kaynağı ile jeotermal havzalar meydana gelmektedir. Büyük volkan püskürmelerine dair elimizdeki veriler aydınlatıcıdır (Şekil 1.14).



Şekil 1.14. Büyük volkan püskürmelerinin kronolojik seyri.

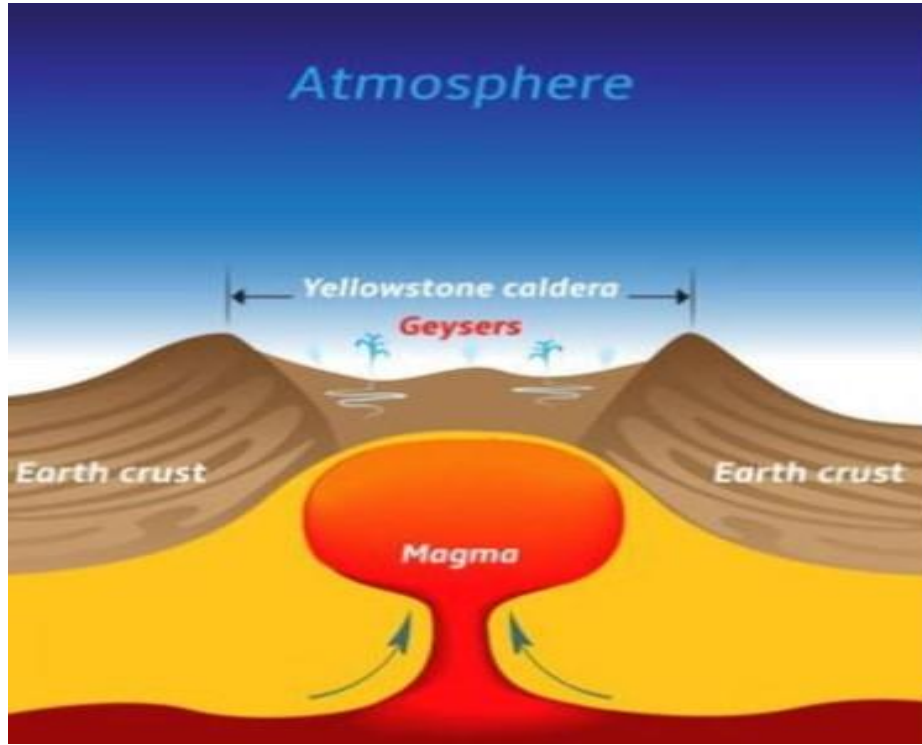
1.3.5. Büyük Volkanların Küresel Etkileri

Büyük püskürmelerin yakın çevreye etkileri katastrofiktir. Ancak bunun ötesinde küresel boyutta etkileri de bulunmaktadır. ABD'deki Yellowstone ve İtalya'daki Campi Flegrei yanardağları Jeolojik açıdan yakın gelecekte süper püskürme yapması beklenen başlıca süper volkanlardır. 74 000 yıl önce Sumatra adasındaki Toba'nın süper püskürmesi sonucu 3000 km³ 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 yağışı olduğu düşünülmektedir. Küresel sıcaklıklar birkaç yıl boyunca düşük kaldı. Ancak etkileri birkaç yüzyıl boyunca devam etti. 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 kaldıracağı düşünülmektedir. 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 [18]. 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 düşünülmektedir [19]. 39 000 Yıl önce Campi Flegrei'deki süper püskürmede ise Toba'dan daha az magma püskürtülmüş ama etkileri Asya'ya kadar uzanmıştır. Bu püskürmenin sonrasında kuzeyden çok sayıda aysberg Atlas Okyanusu'na girerek Heinrich olayını meydana getirmişlerdir [20].

Süper volkanların püskürmelerinin küresel iklimi etkilemeleri konusunda en önemli etken atmosfere püskürtülen SO₂ gazının havadaki nemle birleşerek oluşturdukları H₂SO₄ (Sülfürik asit) damlacıklarıdır. Bu damlacıklar iki yolla etki yapmaktadırlar, bunlardan biri kısa dalga boyundaki radyasyonu dağıtma veya yansıtarak albedoyu arttırma diğeri ise radyasyonu absorbe etme yoluyla olmaktadır. Stratosferin alt kesiminde aerosol bulutu radyasyonu absorbe etmekte, üst stratosferde ise güneşten gelen radyasyonu geri yansıtmaktadır. 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 [21]. 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

görünümünden çok etkilenmişlerdir. Norveçli ressam Edvard Munch'un en tanınmış resmi olan Çılgılık adlı eserindeki arka plan o dönemi yansıtır. 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 [20].

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. Süper volkanlara en iyi örnek Yellowstone ve etki alanıdır. Oluşumu ve kapladığı alan itibari ile özellikle incelenen nadide bir doğa harikasıdır (Şekil 1.15).



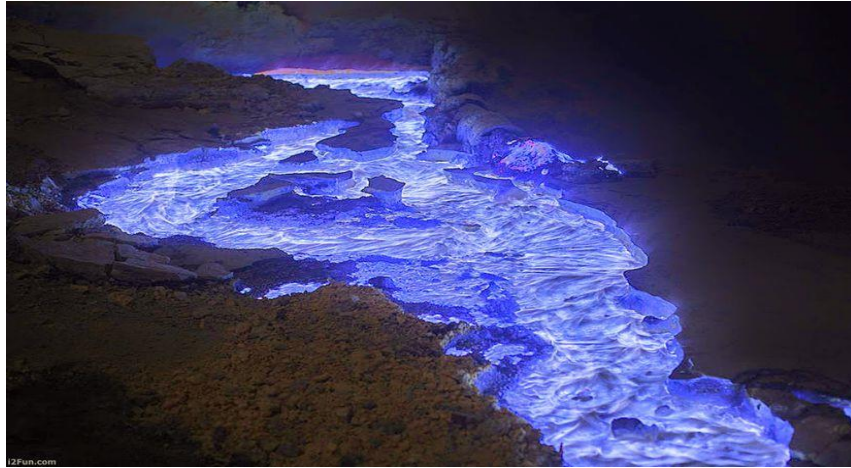
Şekil 1.15. Yellowstone kalderası [22].

1.3.6. Yanardağların Oluşturduğu Şekiller

Yanardağlar Yeryüzü şekillerinin oluşması ve çeşitlilik göstermesinde önemli etkiye ve role sahiptirler. Bunun iklim üzerindeki etkileri ve yansımalarının açık izlerini doğal yaşam ve canlı popülasyonu üzerinde görebilmekteyiz. Etraflıca yapılan bilimsel araştırmalar bu değişimlerin izlenebildiği tüm görsel materyaller bunları kanıtlamaya fazlasıyla yetmektedir. Bazı görsellerle bu değişik etkiler daha anlamlı hale gelebilir.

Yanardağların oluşturduğu muhteşem oluşumlar:

Mavi Sülfür: Endonezya’da Doğu Java adasında bulunan 2600 metre yüksekliğinde Kawah Ijen yanardağının kraterden aşağıya doğru 200 metre derinliğindeki sülfürik asit gölü, yanardağ patlayarak dağın yamaçlarından aşağı doğru inerken havadaki oksijenle yoğun şekilde temas haline geçtiğinde mavi alevlere dönüşüyor.



Şekil 1.16. Mavi sülfürler [54].

Çamur Şekilleri: Yer kabuğunun derinliklerindeki gazlar zayıf bir yer bulup çatlaklardan basınçlı bir şekilde dışarı sızıp çıkarken çamur volkanlarını oluşturur. Dünya çamur volkanlarının üçte biri Azerbaycan’ın doğusunda olan 1000 noktada görülebilmektedir. Bu çamurlar oldukça soğuk olmalarına rağmen, gazın yer altında sıkışarak birikip hızla dışarıya püskürmesi anında etrafında bulunan canlıların oksijensiz kalarak ölmesine neden olabilmektedir.



Şekil 1.17. Çamur şekilleri [56].

Bazalt sütunlar: Yanardağların bazı patlamaların ardından bazalt sütunlar gibi düzenli oluşumların oluşmasına neden olurlar. Şaşırtıcı meydana gelen bu yer şekilleri magmanın soğumaya başlamasından sonra önce büzülür sonra çatlaklar oluşur. İlk soğuyan itibaren meydana gelen yüzeyden itibaren başlayan çatlaklar içe doğru yayılmaya başladıktan sonra tabakalar oluşturur. Lavlar yatay yöne hareket ederken dik sütunları meydana getirir.



Şekil 1.18. Bazalt sütunları [55].

Peri bacaları: Milyonlarca yıl önceden faal olan yanardağdan püsküren külleri Göreme’de kalın bir tabakaya dönüşerek sertleşmiş gözenekli yapılar oluşturmuştur. Zaman geçtikçe rüzgâr ve yağmurun aşındırıcı etkisiyle erozyona uğrayan bu bölgeden geriye peri bacaları gibi oluşumlar kalmıştır.



Şekil 1.19. Peri Bacaları [55].

Lav tünelleri: Yanardağ patlaması anında hareket halindeki soğuyan lavın iç kısımlarında tüneller oluşabilmektedir. Lav akar halde soğuyup katılaştığında her katmanın üst tabakası çatı haline gelebilir. Böyle olunca bu tünellerin içinden akan sıcak lav daha uzun mesafe yol alabilir. Bu tüneller olmasaydı soğuyan lavlar hemen yanardağın krateri çevresine birikmektedir.



Şekil 1.20. Lav tünelleri [55].

Kaplıcalar: Etiyopya’da Dallol yanardağı ve çevresindeki su kaplıcalarındaki rengarenk tuz birikintileri başka yere aitmiş gibi bir görüntü oluşturur. Burada yaklaşık bir kilometre kalınlığında tuz tabakası meydana gelmiştir. Yeraltı sularında erimiş halde bulunan tuzlar, sıcak ortamda suyun buharlaşmasıyla birlikte çabucak kristalize olurlar. Çeşitli iyonlar ve sülfür ayrıca potasyum tuzları üzerinde farklı renklere dönüşür.



Şekil 1.21. Kaplıcalar[55].

Lav kubbeleri: Yanardağın içinde bulunan lavın püskürmesini sağlayacak güçteki basınç yeterince birikmediyse lavlar bir baca ağzının etrafında birikip kubbe şeklini alır. Bu lav hareket edemeyecek kadar koyu ve yapışkan haldedir. Ateş nehirleri: Yanardağ patladığında bacalarından akan lavların tahribat gücü fazladır ama ağır ağır aktığı için kaçması kolaydır. Yanardağ etrafındaki yerleşim bölgelerinde yaşayan insanlar lav akışını görerek güvenli bölgelere kaçabilir. Ancak dik yamaçlarda lav akışının hızı saatte 10 kilometreye kadar ulaşabilir. Başka etkenlerde birleştiğinde bu hız 30 km'yi bulabilir.



Şekil 1.22. Lav Kubbeleri [57].

Lav gölleri: Yanardağ kraterindeki baca patladığında kraterin bir kısmı lavla ile dolup bir lav gölü halini alır. Lav gölleri sıvı halde, yarı katı halde veya katı halde kalabilir. Uzun süre sıvı halde kalan lav göllerinin sayısı çok azdır.



Şekil 1.23. Lav gölleri [58].

1.3.7. Yanardağların Ekolojik Dengeye Etkisi

Dünya üzerinde bulunan belli bir faaliyet döneminin ardından, içinde bir krater ve kaldera oluşumuna imkan veren pek çok yanardağ, kendi iklimini oluşturma eğilimi gösterir. Bu iklim genellikle bitki örtüsü ve hayvan popülasyonu bakımından kapalı bir mikroklimanın oluşturduğu belirgin farklılıklar sahiptir. Nemrut kalderası gibi bazı kalderalar bu iklim yapısına harika örnekler teşkil eder. Yine yellowstone muhteşem bir iklim yapısı ile karşımıza çıkmaktadır. Bunlar Nemrut kalderasına benzer çok büyük yanardağlarda oluşan kraterlerdir. Patlamalar sonunda yüzeydeki kayaların magma havuzunun içine çökmesi sonucu oluşurlar. 7700 Yıl önce olduğu düşünülen Oregon'daki Mazama yanardağı patladığında bahsettiğimiz dağın içindeki erimiş kayaları atmosfere doğru püskürtmüştür. Dağın iç kısımları boşalınca tepe kısmı geriye doğru çökerek 10 km çapında krater oluşturmuştur. Oluşum açısından benzerlikler gösteren pek çok kaldera yüzyıllar boyu devam ederek yağın yağmur ve kar suları kalderayı doldurarak dünyanın en büyük krater göllerini oluşturmaktadırlar. Mazama kalderası 589 metre derinliğinde ABD'nin en derin gölüdür. Dünyanın ise yedinci en derin gölü olma özelliğini taşır.



Şekil 1.24. Mazama Kaldera görüntüsü [59].

1.3.8. Yanardağların Risk Faktörleri

Hawaii ve Guetamala'da yaşayan insanların büyük oranda hayatlarını kaybetmesi, çok sayıda binanın yıkılmasına yol açan volkanik patlamalar, Dünyadaki canlı yaşamı üzerindeki tehlikeyi gözler önüne sermektedir. Smithsonian Enstitüsü ile ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumu (USGS) Küresel Volkan Programı verilerine göre, son 10 bin yılda yeryüzünde yaklaşık bin 500 aktif volkan görüldü. Günümüzde bu yanardağların 600'ü hala aktif durumdadır. Söz konusu dağların 50 ila 60'ı yılda en az bir kez püskürmeye devam etmektedir [23].

Dünyadaki aktif volkanlar halen can ve mal kaybına neden olabilecek riskleri içinde barındırmaktadır. Yanardağlar püskürme sırasında ortaya çıkardıkları gaz, lav ve diğer parçacıklar insan hayatı ve diğer canlı türleri için son derece ölümcül olabilmektedir.

Yine Küresel Veri Programı verilerine göre Dünyanın en riskli yanardağları olarak Vezüv, Rainer, Novarupta, Pinatubo, St. Helens, Agung, Fuji ve Merapi belirlenmiştir.

Vezüv Yanardağı

Yıkıcılık anlamında Dünyada akla gelen il yanardağların başında Vezüv Yanardağı gelmektedir. Milattan Önce patladığı zaman yıl 79 u gösteriyordu. Pompei halkını mahvetmeye yetmişti. Vezüv Yanardağı en son 1944'te patladı. Yanardağın erişebileceği alanda halen yaklaşık 6 milyon insan yaşamaktadır. Yanardağlar patladığı zaman lav, kül ve çok sayıda taş parçacığı etrafa saçtıkları için Pompei halkı için büyük bir yıkım olmuştur[60].

Rainer Yanardağı

ABD'nin Washington eyaletinde Seattle şehrine yakın Rainer Volcanı Dünyanın en tehlikelileri arasındadır. Son olarak 1984 yılında harekete geçen yanardağın yüksekliği şehre çok yakın olduğu için yıkıcı etkisi oldukça fazla olduğu tahmin edilmektedir. Bu yanardağın etrafında 2 milyon kişi yaşamaktadır [61].

Novarupta Yanardağı

ABD'nin Alaska eyaletindeki Novarupta Yanardağı yine Dünya'nın tehlikeli yanardağları arasında gösterilmektedir. 1012 Yılında patladığında 20. Yüzyılın en büyük patlaması olarak kaydedilmişti. Patlama o kadar şiddetliydi ki atmosfer büyük miktarda toz ve kül ile kaplanmıştı. Bu yüzden On Bin Duman Vadisi'nin oluştuğu kaydedilmiştir. Yerleşim yerlerine uzak olsa da oluşan sülfür ve

kül bulutları insanların yaşadığı bölgelere kadar uzanarak solunup problemlerinin oluşmasına neden olduğu kaydedilen başka veridir [61].



Şekil:1.25. Dünyanın en tehlikeli yanardağları [24]

Pinatubo Yanardağı

Filipinler'in Luzon Adası'nda bulunan Pinatubo Yanardağı, 20. Yüzyılın ikinci büyük yanardağı olarak kayda geçirilmiştir.1991 Yılında patladığı tespit edilen yanardağ 722 kişinin hayatını kaybetmesine neden olmuştu. Şu anda bile yanardağın yakınlarında milyonlarca kişi yaşamaktadır[61].

St. Helens Yanardağı

ABD'nin Washington eyaletindeki St. Helens Yanardağı faaliyete geçtiğinde ülkenin en ölümcül yanardağı olarak 1980 yılında tarihe geçmişti. Bu yanardağ faaliyetinde 57 kişi yaşamını yitirmiş çok sayıda hayvan ve bitki örtüsü zarar görmüştür[61].

Agung Yanardağı

Endonezya'da Bali Adası'nda bulunan Agung Yanardağı 2017'de faaliyete geçerek Dünya gündemine oturmuştu. Bu yanardağ 1963 yılında harekete geçtiğinde uzun süren lav akışı meydana gelmişti. Ayrıca 1000 kişi hayatını kaybederken, yine yanardağın etrafında milyonlarca kişi yaşamaktadır[61].

Fuji Yanardağı

Japonya'nın Fuji Yanardağı 1707'den bu yana hiç harekete geçmedi. Bilim insanları ülkede yaşanan depremlerin bu yanardağı harekete geçirme olasılığının çok güçlü olduğunu söylemektedirler. Harekete geçtiği takdirde etki alanının başkent Tokyo ya kadar ulaşacağını söylemektedirler. Etrafında 40 milyon insan yaşamaktadır[61].

Merapi Yanardağı

Endonezya'nın Merapi Yanardağı uzun süreden beri hareketli yapısını korumaya devam etmektedir. Bu yanardağın en büyük özelliği lav içerisinde bulunan silisyum maddesinden kaynaklanmaktadır. Dolayısı ile patladığında etki alanının oldukça fazla olacağı öngörülmektedir[52].



Şekil 1.26. Merapi Yanardağı [52].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu alanda daha önceden yapılmış çalışmaların ilkesel olarak Dünya’ca kabul edilmiş bilimsel veriler ışığında belirlenmiş önemli parametreleri içermesi elimizi oldukça güçlendirmektedir. Bu çalışma için veri tabanı değerlendirmeleri yapılmış, kaynak taramaları ve özel alan taraması yapılmıştır. Elde edilen bulgular literatür ile karşılaştırılarak volkanlar hakkında genel bilgiler düzenlenmiştir. Görseller ve şekiller ile desteklenerek konunun daha anlaşılır olması amaçlanmıştır. Nemrut Kalderası, Bitlis ilinin sınırları içinde olup, Van Gölü’nün batı tarafında ve Tatvan ilçesine 10 km mesafede yer almaktadır [25]. Nemrut Volkanik Dağı, 38° 37’ 10’’ kuzey enlemi, 42° 14’ 28’’ doğu boylamında olup, Van Gölü, Muş Ovası, Nazik Gölü ve Bitlis Vadisi arasında volkanik faaliyetler sonrasında oluşmuştur. Bu haliyle Nemrut Volkanik dağı ve Nemrut Kaldera’sı Dünya’daki tüm bilim insanlarının ilgi odağında olmuştur. Oluşum itibari ile Dünya çapında özel bir yeri olan Nemrut Kaldera’sı, bu alanda yapılacak bilimsel çalışmalara konu olabilecek oldukça zengin bir veri hazinesine sahiptir. Türkiye’nin önemli jeologları faaliyete geçebilecek en riskli yanardağ olarak Nemrut Dağı üzerinde durmaktadırlar. Ülkemizde ve Dünya’da önemli etkilere sahip olan volkanik oluşumlar ve özellikle Nemrut volkanik dağının riskleri hakkında bilgiler derlenmiş ve değerlendirilmiştir. Öncesinde yapılan çalışmalar taranarak gereken veriler toplanmıştır. Bu bağlamda yapılan araştırma ve elde edilen bulgular bilime ve ilimize katkı sunması amacıyla son halini almıştır.

2.1 Tezin Literatüre Katkısı

Bu alanda yapılan araştırmaların çeşitliliğinden ötürü, kaynakların araştırılmasında önemli bir çaba gerektiren çalışmanın, özelde Nemrut Yanardağının Risk Faktörlerini konu alması oldukça önemli olduğu kanaatindeyim. Yapılan bilimsel çalışmaların olası felaketlere karşı tedbirleri aldırma konusundaki öncülüğü ile başka çalışmalara örnek olabilecek bir zenginliğe sahip olacağı umulmaktadır. Bunlara ilave olarak, deprem haritalarının geçmişte yanardağ faaliyetlerinin karakteristik yapısı ile birlikte yapılan bilimsel araştırmalara dayanan bulgularla birlikte ele alınmıştır. Herhangi bir bölgenin deprem ve yanardağ hafızası da değerlendirilip mevcut yer kabuğu ile ilgili bilgilerde toparlanarak, yer kabuğu altındaki muhtemel bir hareketlilikle ilgili tahminler yapılabilir hale gelmiştir. Bu durum coğrafi bölgenin olası afetlerle ilgili önceden yapılan tahminler ışığında gerekli önlemlerin alınmasına katkı sunmaktadır. Nemrut yanardağının faaliyete geçebilme olasılığı değerlendirilerek, neler yapılabileceği konusunda literatüre önemli katkı sunacağı öngörülmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

3.1. Nemrut Yanardağının Oluşturduğu Riskler

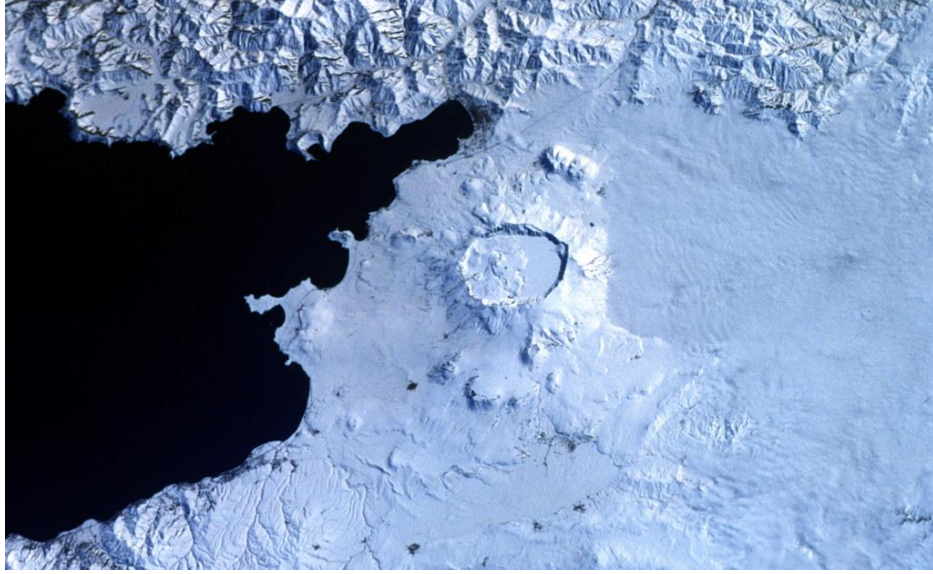
3.1.1. Nemrut Yanardağının Coğrafi Konumu

Nemrut Kalderası, Bitlis ilinin sınırları içinde olup Van Gölü'nün batı tarafında ve Tatvan ilçesine 10 km mesafede yer almaktadır [25]. Nemrut Volkanik Dağı, $38^{\circ} 37' 10''$ kuzey enlemi, $42^{\circ} 14' 28''$ doğu boylamında olup, Van Gölü, Muş Ovası, Nazik Gölü ve Bitlis Vadisi arasında volkanik faaliyetler sonrasında oluşmuştur. En yüksek tepesi Sivritepe 2925m, Doğu Nemrut Tepe 2625 m, güney kısmında Tursuktepe 2828 m ve batıda Nemrut Dağı Tepesi ise 2801 m yüksekliktedir.



Şekil. 1.27. Nemrut Kalderasının Konumu [26].

Son aktivitenin volkanın kuzey tarafında bulunan yamacın Kantaşı Tepesi ile Nemrut Düzlüğünde meydana geldiği düşünülmektedir.



Şekil 1.29. NASA Space Shuttle Image STS45-80-08, 1992 [30].

Nemrut Dağı kalderası, Uzay Mekiği tarafından çekilmiş fotoğrafında kuzeyden aşağıya doğru kaldera tabanının düz ve karla kaplı sağ tarafı gölle kısmen dolmuştur. Van Gölü'ndeki bulunan kül tabakaları, MS 1441 yılında meydana gelen oldukça fazla sayıda Holosen patlamasını açık açık belgelemektedir.

Uzun kenarı 27 km, kısa kenarı ise 18 km olan elips şeklindeki kuzey ve kuzeybatı güney ve güneydoğu yönündeki bölge civarında konumlanmıştır. Volkan alanı yaklaşık 486 km² dir. Kaldera 8.3x7 km boyutlarında, içinde büyük bir göl ayrıca 4 adet sıcak küçük göl vardır. Doğu Anadolu'da yerleşim açısından en tehlikeli yerlerin başında gelen Nemrut Volkanında hidrotermal çıkışlar ile düşük seviyede volkanik sismik aktiviteler olduğu anlaşılmaktadır [28].

Nemrut volkanının gelişimi kaldera öncesine, kaldera sonrasına ve geç evre olmak üzere 3 ana evrede meydana gelmiştir [4, 28, 31]. Bu oluşum bir milyon yıl boyunca devam ettiği düşünüldüğü zaman inanılmaz bir doğa harikasının uzunca zaman dilimine şahitlik ediliyor olması muhteşem bir doğa hadisesidir.

3.1.3. Nemrut Yanardağının Hidrografik Özellikleri ve Termal Değeri

Nemrut Volkanının etrafında yer alan Kirkor Dağı, Yumurtatepe, Kalekirina ile Kale tepeleri, Mazik ve Germav domları (kubbeye benzer şekil) bu dönemde oluşmuşlardır. Kirkor Dağı 242±15 bin sene olarak yaşlandırılmıştır [32]. Nemrut etrafındaki tüm oluşumlar ile birlikte

komple bir anlam ifade etmektedir. Bu yönüyle harika bir oluşumdan bahsedilmesi gerekir. Nemrut volkanik dağının risk değerlendirmesi bu komple durum ile birlikte değerlendirilmelidir. Böylesine büyük bir oluşum tüm bölgeyi ilgilendirdiği için bölgesel etki alanları ve bölgesel sonuçları olabilecek doğa olaylarının yaşanmasına sahne olabilme potansiyeline sahiptir. Risk değerlendirmesini bu çerçevede yapmak durumundayız.

Kraterin derin oluşu gece vakitlerinde çevreden içeriye ışık kaçaklarını engellediği için, kapalı bir gözlem evi gibi gökyüzü meraklılarının vazgeçemediği bir imkanı sunmaktadır. Çeşitli renklerin ve ışık oyunlarının gözlenebildiği Nemrut Gölü görülmeye değerdir. Suyunun tatlı, soğuk, berrak, renksiz, kokusuz ve normal içme suyu lezzetinde olduğu bilinmektedir. Nemrut Gölü'ne 1986 yılında az sayıda bırakılan aynalı sazan balığı, kısa sürede üreyerek balıkçılık yapılabilecek seviyeye ulaşmıştır. Bu durum gölde turizme yönelik balıkçılık yapılabileceği imkanlarını sunmaktadır. Nemrut Gölü ile Ilı Göl'ün seviyeleri birbirine eşittir [34].

Öte yandan Bitlis - Reşadiye - İncekaya Yöresindeki Volkanik Etkinlik Bitlis ilinin Reşadiye köyü dolaylarında ve Bitlis vadisi boyunca bazalttan oluşan lavlar görülebilmektedir. Bilim insanları Bitlis vadisi boyunca 40 km boyunca uzanan bu bazaltik lavların aslında Nemrut yanardağının faaliyeti sonrasında olduğunu ve vadi boyunca akarak ilerlediğini öne sürmelerine karşın, bu bazaltların Nemrut çıkışlı olmadığını, başka tip ayrı bir volkanizma olduklarını söyleyenlerde vardır. Yörede başka volkanik alan Van Gölü'nün hemen güneydoğusunda bir tuf konisi, bir maar (volkanik patlama çukuru) ve altı cüraf konisinden oluşan volkanik yapılarla kendini gösterebilmektedir. Uzanan bir fay üzerinde yerleşmiş merkezlerden en önemlisini oluşturan İncekaya tuf konisi, Bitlis metamorfiklerinin içinde kuzey güney doğrultuda olup ortası çukur ve hilal biçimli şekil almıştır. İncekaya tuf konisinin güneyinde yörenin en büyük cüraf konisi olan Dibekli Köyü yakınındaki Dibekli konisi başlangıçta akıntı bazalt şeklinde olmuş ve lavlar doğuya doğru akmıştır. Dibekli köyü yöresinde birisi masif olivin bazalt lavı diğeri gaz boşluklu bazalt lavı olmak üzere iki farklı özellikte bazaltik lav akıntısı görülmektedir. Lavlardan K/Ar yöntemiyle 68 ± 8 bin yıl yaşı saptanmıştır. İncekaya volkanizmasını Nemrut volkanının kaldera sonrası evresi ile aynı dönemde oluştuğunu belirtirken, [28]. volkanik faaliyetin kaldera sonrası evrede etkin olduğunu ileri sürmektedir [35].

Bitlis ilinin ve etrafında tektonik hareket oluşturacak fayların özelliklerini inceleyen Bilim İnsanları, Bitlis il merkezinin etrafında (150 km yarıçaplı dairesel bölge) dikkate alınarak yapılan çalışmalarda Bitlis ve yakın çevresinin çok aktif deprem bölgesi olduğu sonucuna netlik kazanmıştır.

Bundan dolayı gelecekte oluşabilecek muhtemel depremler için sismo tektonik çalışmaların yapılması gereği, şehirleşme ve yapılaşma sırasında bu sonuçların göz önüne alınarak dayanıklı inşaat tasarımının gerekliliği gözler önüne serilmiştir.

Bitlis ilinin coğrafi yapısından kaynaklı bazaltik kayaların düşme ve yuvarlanma eğilimlerinin olması oluşabilecek bir afet ile ilgili önemli risk alanlarını ihtiva etmektedir[36]. Bölgede yapılan sismik faaliyetlerden elde edilen bilgilerle bölgenin deprem açısından barındırdığı riskler tespit edilip değerlendirilmiştir. Gerçekleşmesi muhtemel olan afet ve risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Bu kapsamda, iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında sürekli uygulanan ve olasılık, şiddet ve frekans parametrelerinin birlikte kullanıldığı Fine–Kinney yöntemi bir ilk olarak doğal afet verileri için yeniden düzenlenmiş ve böylece Bitlis ilinin ve ilçelerinin afet türlerinin risk sonuçları ve tablosu verileri ile belirlenmiştir [37]. 2. Çalışma Alanı Yukarı Fırat ve Yukarı Murat bölgeleri üzerinde bulunan Bitlis ilinin merkez ilçesi hariç toplam 6 ilçesi (Adilcevaz, Ahlat, Güroymak, Hizan, Mutki ve Tatvan) vardır. Van Gölü'nün güney-batı tarafında bulunan Bitlis il merkezi, deniz seviyesinden yaklaşık 1550 metre yüksekliğindedir. Bitlis ilinin coğrafi sınırlarının yarından fazlası dağlık bölge olup, arazinin %20'ye yakını plato ve %10 gibi az bir bölümde ovalardan oluşmaktadır. Oldukça engebeli bir topoğrafyaya sahip olan Bitlis ilinin Ahlat ve Rahova Ovalarından başka büyük düzlüklerin olmadığı gibi en yüksek alanları Adilcevaz ilçesi yakınlarındadır. Bitlis il sınırları içindeki Nemrut Dağı Bitlis Merkezine yaklaşık olarak 23 km uzaklıkta bulunuyor. Nemrut kraterinin zirve yüksekliği deniz seviyesinden 2950 m'dir. Nemrut volkanik dağının Fiziksel gelişimini 3 ana evrede (kaldera öncesi, kaldera sonrası ve geç evre) tamamlamış [4, 28, 31] ve uyuyan fakat aktif bir yanardağ olarak tanımlanan [28]. Nemrut Volkanik Dağında 1 milyon yıl önce başlayan volkanik faaliyetler en son 1441, 1597 ve 1692 yıllarındaki aktiviteleri görülmüştür [28, 29, 38, 39]. Bitlis'in Adilcevaz ilçesinin sınırlarında olan Süphan Dağı, Büyük Ağı Dağı ardından ülkemizdeki volkanik kökenli en yüksek (4058 m) dağdır. Bu Süphan dağında meydana gelen son püskürme yaklaşık 10 bin yıl önce olduğu düşünülmektedir [31]. Volkanik bir alan üzerinde kurulu olan Bitlis ili, Tatvan ilçesinde bulunan perlit ve pomza yatakları bakımından oldukça önemli potansiyele sahip olup, büyük yerleşim yeri risklerini içinde barındırmaktadır. Arap ve Avrasya plakalarının çarpışması sonucu oluşan tektonik basınç sonucu gelişen ve bir kısmı Bitlis ili sınırları içinde olan Van Gölü, bölgede çok yoğun deformasyon geçirmiş bir tektonik yapı içerisinde bulunmaktadır. Van Gölü için yapılan araştırmalarda, 451 m derinliği ve de 607 km³ hacminde olup, Hazar Gölü, Aral Gölü ve Issık (Issykkul) Gölü'nden ardından su potansiyeli bakımından kapalı göller arasından Dünyada ki dördüncü büyük göldür. Deprem olasılığı maalesef Van Gölü çevresinde her zaman oldukça yüksektir. Ayrıca, Van Gölü havzasında meydana gelecek büyük ve yıkıcı bir deprem Bitlis ilini

ciddi bir şekilde etkileme Nemrut Yanardağını da harekete geçirme riski bulunmaktadır. Bütün bunlar çeşitli zamanlarda birbirini tekrarlayabilme ihtimalini kuvvetlendirmektedir. Nemrut yanardağı faaliyete geçerse çevresindeki diğer yer kabuğu hareketlerini de tetikleyerek büyük bir volkanik patlamanın çeşitli varyantlarının aktif hale gelebilir. Böylesi bir volkanik iklimden bahsetmek mümkün olabilir. Böylelikle Bitlis vadisinin lav ve tuf faaliyetleri ile kaplandığına tanıklık edebiliriz. Biliniyor ki Van Gölünün oluşum sürecinin Nemrut Volkanik faaliyetinin de içinde olduğu bölgesel bir yanardağ faaliyetleridir. Yer kabuğu hareketlerinin iki levhanın kesişme noktasında oluşundan, ayrıca bahsettiğimiz yer kabuğunun altındaki sert tabaka taş kürenin olmayışı bölgesel anlamda büyük bir dezavantajı gözler önüne sermeye yetiyor. Buda tıpkı Yellowstone gibi her an bir patlama olasılığını çok güçlü hale getiriyor. Böylesi büyük bir patlamanın neticesinde, Bitlis’imizde bulunan göller su kaynakları olarak önemli ölçüde etkilenecek ve farklı sonuçları önümüze serecektir. Göller ile ilgili olarak birçok çalışma yapılmış olsa da, volkanik göllerin hidrojeolojik koşullarına ait sınırlı sayıda çalışma vardır. Böylesi devasa potansiyeli olan bu göller patlama anında bir hareket ve farklı bir tavır bir tavır sergileyecekleri için, tüm bölge bir afet senaryosunun yeniden muhatabı haline gelecektir. Bu çalışmalar kapsamında Türkiye’de bulunan volkanik göllerden olan ve Tatvan ile Bitlis yerleşimlerinin su kaynağının büyük bölümünü oluşturma potansiyeli bulunan Nemrut Krater göllerinin dağılımı ve özellikleri, çevresinde bulunan diğer yeraltı suyu ile birlikte araştırılıp incelenmiştir. Nemrut Krater Gölü’nün batimetrisi (derinlik ölçümü) ve buna bağlı olarak fiziksel özelliklerinin yanı sıra Nemrut krateri içindeki ve dışındaki özellikle (Van Gölünün) kaynakların krater gölleri ile olan hidrojeolojik ilişkileri dikkatle incelenmiştir. Gölün ve kaynakların hidrojeokimyasal özellikleri yerinde yapılan fiziksel ölçümler ile desteklenmiştir. Göl seviyesinin 1m düşürüldüğünde yaklaşık olarak $12.46 \times 10^6 \text{ m}^3$ su hacmi elde edilebilmektedir. Ayrıca bu miktar ile yaklaşık 350000 kişinin bir yıllık su ihtiyacı karşılanabileceği düşünülmektedir. Aynı miktarda su ile yaklaşık 400 ha tarım arazisi sulanabiliyorken, olası bir Nemrut volkanının faaliyetinde çok ciddi miktarda suyun bölgeyi etki alanına alacağı tartışma götürmemektedir. Tüm bu olgularda gösteriyor ki olası bir patlama kraterdeki su yükünü dışarı taşıma davranışı göstereceği için yerleşim yerleri ve insanlar üzerinde yaratacağı etki realite kazanmaya başlamıştır [40].

3.1.4. Nemrut Yanardağının Etki Alanları Araştırması

Kalderanın oluşumu sırasında Nemrut volkanik dağına ilişkin piroklastitler çok geniş alanları kaplamaktadır. Kaldera bilindiği gibi püskürmenin ardından geri düşme ve ignimbirit akıntılarından sonra oluşmuşlardır. Kapladıkları yüzey yaklaşık 4189 km² lik bir alandır. Kuzey

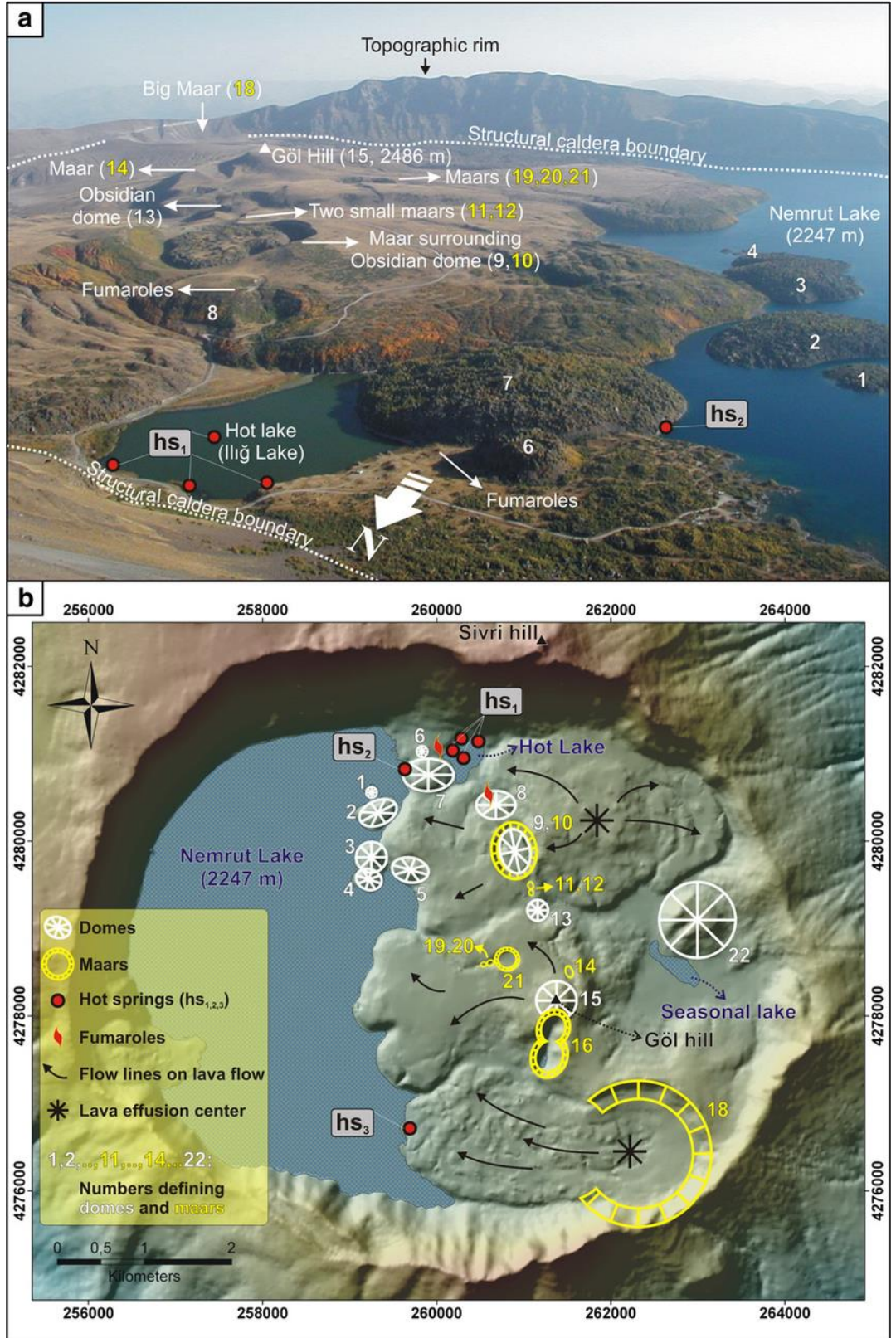
ve güneyde daha çok yayılmışlardır. Ahlat taşı olarak bildiğimiz trakitik bileşimdeki koyu kahve renginden siyah renge kadar değişen renkliliklerde ignimbiritler güney kısımda Bitlis vadisi içinden aşağı doğru bazaltların üzerinden akarak hareket etmiştir.



şekil 1.30. NASA Space Shuttle image ISS001-E-6354, 2001 [33]

Kalderanın oluşumu ile ilgili bu püskürmeler büyük olasılıkla 90.000 ile 30.000 yıl öncesi bir zaman skalasında meydana gelmiştir [29]. Nitekim nurda bahsi geçen geniş alanlar tüm bilimsel veriler ışığında net bir şekilde ortaya konmuştur. Kaldera sonrası meydana gelen faaliyetler kaldera içinde görülmekte olup, üç aşamada meydana gelmiştir. Kaldera içinde 30 ile 12 bin yıl arasında lav akıntıları ve domların (kubbeye benzer şekil) oluştuğu görülmektedir. Kalderanın içerisinde 10 adet maar (volkanik patlama çukuru bulunmaktadır [28]. Nemrut kalderası önce patlamaların yaşandığı akabinde ise çökmelerin oluşturduğu muazzam bir yapıdır. Ayrıca Nemrut Dağı, Doğu Anadolu'daki Van Gölü yakınlarındaki tarihsel dönem içinde patlayan tek volkanıdır. Nemrut Dağının batı tarafı bir kaldera gölü ile kısmen dolmuş 45 km²'lik bir kaldera bulundurur. Bazaltik ile riyolitik bileşimlerinden oluşan kaldera sonrası volkanizma, başlangıçta kaldera kenarı ve tabanı boyunca yayılarak oluşumunu tamamladı. Piroklastik ve camsı obsidiyen lav akışlarının emisyonu, kaldera içinde lav kubbelerinin oluşmasına eşlik ederek daha sonraki faaliyetleri ise, kuzey tarafındaki K-G eğimli olan çatlaklar boyunca uzanan cüruf konileri ve lav kubbeleri oluşturmuştur. En son aktivitede, doğu kaldera tabanını keserek ve kuzey kaldera kenarının ötesine uzanarak K-B eğimli çatlak boyunca yoğunlaşmıştır. Kaldera tabanında ise tahminen iki düzine cüruf konisi ve lav kubbesi inşa oluşmuştur. Van Gölü derinliklerindeki k l tabakaları, çok sayıda Holosen patlaması ile ilgili ipuçları vermektedir. Bu haliyle Nemrut Kalderasının oluşumu oldukça özeldir. Tabii olarak oluşum tamamlandıktan sonra kendine has bir

iklim kimliği, dolayısı ile bitki ve canlı popölasyonu da oluşturmaktadır. Bu açıdan bakılınca çok çeşitli bitkilerin bir arada yaşamayı başarması, göllerde bulunan su seviyelerinin hemen hemen hiç değişmemesi, iklimsel bir homeostatisten bahsedilmesi, buranın bir mikroklimaya sahip olduğunun ispatıdır (şekil:1.31) .



Şekil:1.31. Nemrut kalderası. (a) Nemrut kalderasının kuzey kaldera duvarından görünümü.

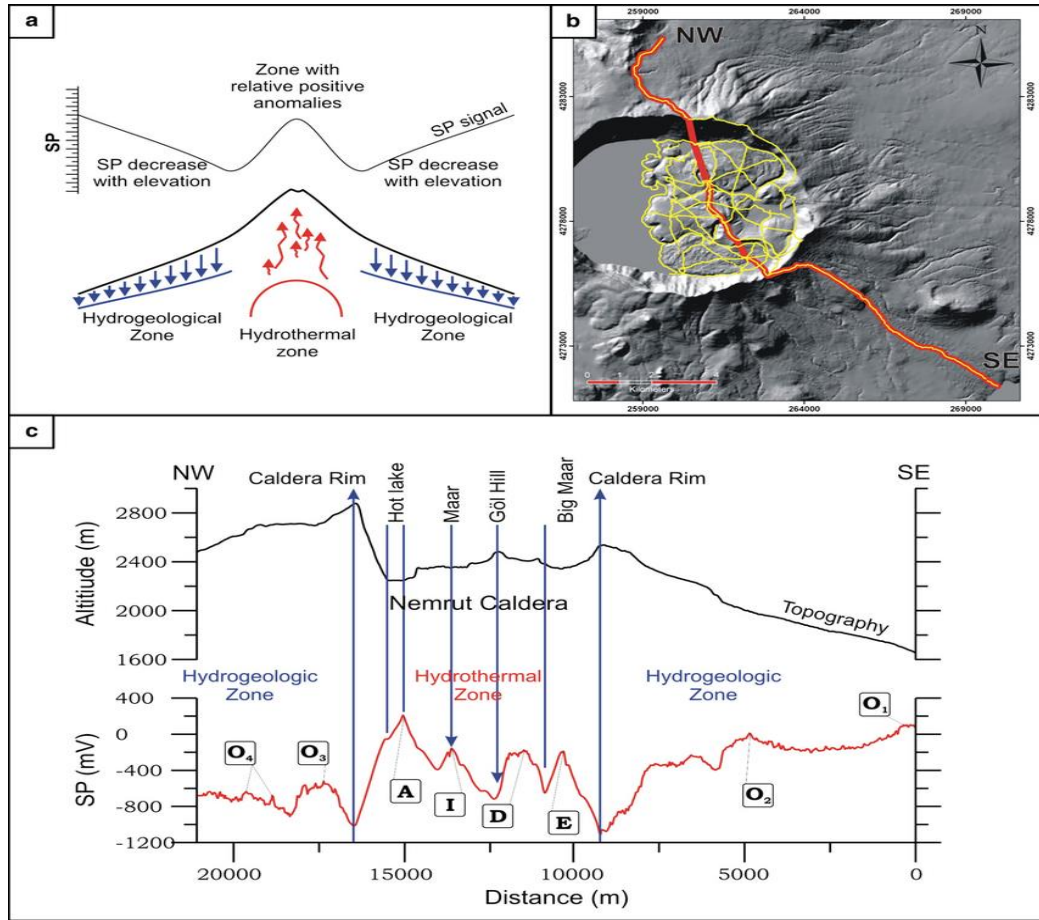
Kalderadaki ana volkanik merkezlerin çizgileri gösterilmektedir.

(b) Kalderadaki ana volkanik merkezlerin jeomorfolojik göstergesi [41].

3.1.5. Nemrut Yanardağının Oluşturduğu Risklerin Değerlendirilmesi

Doğu Anadolu da rastlanan anormal incelmış yerkabuğu, yaklaşık olarak 1350 derece sıcaklıkta, yer yer magma içeren, akışkan özellikte bir maddenin üzerinde yüzer halde duruyor. Bölge bu anlamda Dünyada bir benzeri dahi olmayan duruma sahiptir. Ancak bu durum Bölge üzerinde yaşayan tüm canlı popülasyonu için bir risktir. Türkiye'nin deprem fay hattı üzerinde bulunması, bir dizi yıkıcı olabilecek deprem tehdidi, ayrıca yanardağları harekete geçirebilecek özelliği ile de önemlidir [42] (Keskin, 2020) Böylesine bir tespitin varlığı bile yıkıcı bir depremin ardından tetikleyebileceği bir Nemrut yanardağının harekete geçtiği bir patlama, Nemrut Volkanının yarattığı riskle ilgili çarpıcı bir tabloyu gözler önüne sermektedir. Böylesi bir riskin varlığı kamu kurumlarının yerleşim yerlerinin inşası ve olası bir felaket senaryosunda bölgede yaşayan insan nüfusunun ve canlı popülasyonunun nasıl etkileneceği hakkında çalışmalar yapılarak tedbir alınması gerekliliği zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır.

2011'in sonbaharında Ülkemizin Van ilinde gerçekleşen depremin yıkıcı sonuçları olmuştu. Oluşan bu depremlemin gerçek nedeni ile depremlerin Doğu Anadolu'daki volkanlarla bir ilişkisi var mıydı? Bu ve benzeri soruların cevapları Doğu Anadolu'nun özellik gösteren yer kabuğunun detaylarında saklıdır. Üzerinde yaşadığımız Anadolu coğrafyası dünyanın en büyük iki dev levhasının, Afrika ile Avrasya'nın birleşim yerlerine yakın sınırlarında sıkışarak sürekli değişime uğramaktadır. Aslında biz bir levha sınırlarının birleştiği yerkabuğu üzerinde yaşıyoruz. Bu gerçeğin varlığı sorgulanması gereken pek çok soruyu karşımıza çıkarmaktadır. Muhtemel depremler ve yanardağlar faaliyetleri bizim hayatımızın bir gerçeği şeklinde karşımızda dururken, tüm yaşam planlamaları bu gerçek dikkate alınarak yapılmalıdır. Şekilde belirtilen anomaliler ve sıvı hareketleri ciddi analizlerle birlikte değerlendirilmelidir (Şekil 1.32).



Şekil 1.32. Kendinden potansiyel kalıplar [44].

Şekil detaylı incelendiğinde;

- Bir yanardağ üzerindeki SP modellerinin kavramsal modeli [44]. SP anomalilerinin tipik modeli üst kısımda gösterilmektedir. Çoğunlukla aşağıya doğru su akışı tarafından oluşturulan hidrojeolojik bölge ve sıcak sıvıların yukarı doğru hareket ettiği hidrotermal bölge ve bunların SP anomalileri ile ilişkileri gösterilmiştir.
- SP profilleri ve topografik kesit profili.
- Nemrut yanardağında görülen SP paterni. Şekilde yanardağın kenarlarındaki hidrojeolojik bölge ve kaldera ile örtüşen hidrotermal bölge görülmektedir. Kalderadaki profil boyunca ana volkanik merkezler belirtilmiştir. Metinde tartışılan anormallikler harflerle belirtilmiştir. "O2", Van Gölü kıyısının yakınında bulunan ve göl suyunun girmesine işaret eden küçük, pozitif anomaliyi ifade eder. [43]

Yer bilimleri alanında yapılan çalışmaların ortaya çıkardığı sonuç, yeryüzündeki deprem ve volkanik faaliyetlerin büyük bölümünün levhaların birleştiği yerler boyunca gerçekleştiğidir. Levhalar dayanıklı oldukları için levhaların iç kısımları birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerden

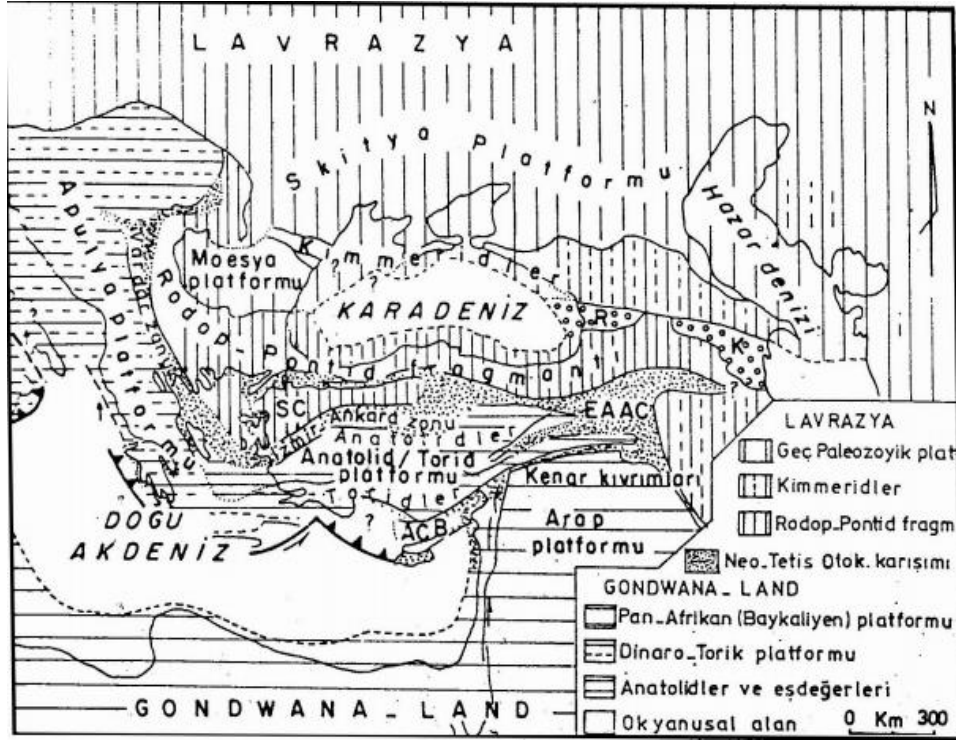
fazla etkilenmez, oysa birbirine çarpan kenarları şiddetle değişime uğrar. Bundan dolayı levha sınırında olan Türkiye, bir deprem ülkesiyken, yanardağlarında harekete geçme potansiyeli yüksek ülkelerden biridir. Bu durum Nemrut yanardağının da risk faktörü olarak etrafındaki bölgeyi etkileyebilecek potansiyeli bir gerçek olarak karşımızda duruyor. Levha ortalarında bulunan bazı ülkelerde depremler nadir görülmektedir. Çarpışan diğer kara parçaları Afrika ve Avrasya kıtasının levhaları yüz ölçüm toplamı Dünya yüzölçümünün beşte biri kadardır. Derinliği ayrıca kalınlığı 100 km kadardır. Bu iki kıtaya ait levhanın kütleli yoğunluğu suyun üç katından daha çoktur. Devasa kitleye sahip bu iki blok, Türkiye'nin de içinde bulunduğu birleşme hattı boyunca birbirlerine doğru sürekli hareket halindedirler. Bu iki levhanın ciddi anlamda sıkıştırması oluşan çarpışma, Doğu Anadolu yerkabuğunu fay hatlarıyla kırıp, kıvrıp üst üste bindirmelerle ve kalınlaştırmaktadırlar. Bu tipik bir davranıştır ve sürekli tekrar eder.

Afrika kıtası Asya'yı yılda 2.5 santimetre ile Doğu Anadolu'yu presleme hızı bilinen bir gerçektir. Bu durumda yani sıkıştırma neticesinde, Doğu Anadolu bölgesi taşküresinin sıkışma ile daha da kalınlaşmış olması gerekir. Bir bastığı düşünelim avucumuzda iki yanından sıkıştırdığımızda ortasının kalınlaştığını görebiliriz. Oysa burada tam tersi gerçekleşmiş. Zira bilimsel insanlarına göre Doğu Anadolu'nun taşküresi, kalınlaşacağına, beklenmedik şekilde, olması gerekenin çok altına beşte birine kadar incelmıştır 150 Kilometre kalınlıkta dayanıklı taşküre mantosu maalesef ortadan kaybolmuş, yerini akışkan özellik gösteren astenosferik manto almıştır. Geriye kalan taşküre 50 kilometre civarında kalınlığa kadar olağanüstü şekilde incelmış durumdadır.

Doğu Anadolu yerkabuğu sıra dışı bir özellik geliştirmiştir. Olması gereken kalınlıktan çok uzak olan taşküre maalesef görünmemektedir. Bu gerçek bölgede yürütülmüş olan güncel sismik tomografi ve diğer çalışmaların sonuçlarından bilinmektedir [42]. Taşküre mantosunun böylesi kayboluşu ve ardından bu kadar incelmış bir manto olası bir levha hareketlerinde yeni bir depremi tetiklemeye yetecek, akabinde bölgedeki aktif Nemrut volkanını harekete geçirebilecektir.

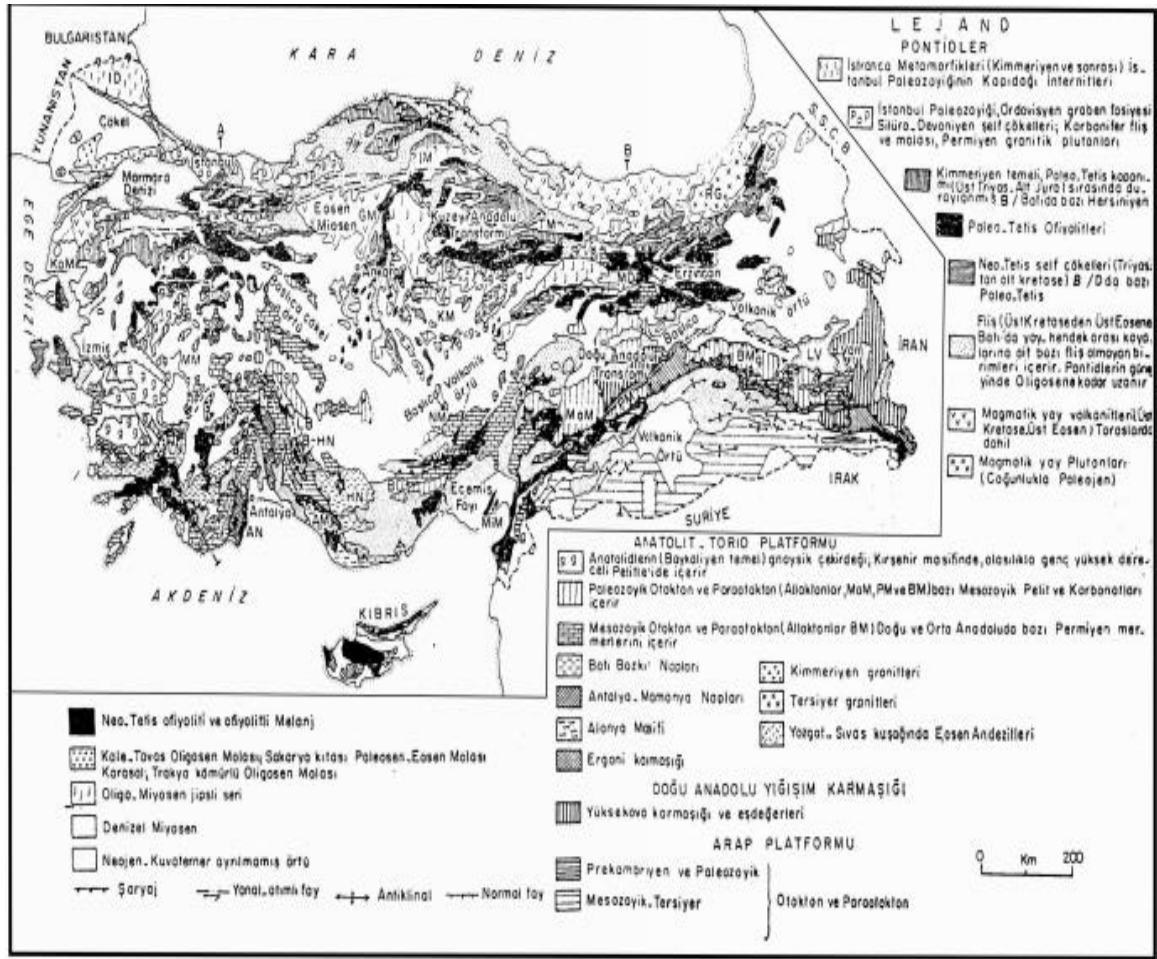
Toros iç kenet kuşağının bu gün bulunduğu kesimin, okyanus kökenli Yüksekova birimlerinin ilksel yerleri olduğu kanısındayız. Malatya Keban ve Pötürge ile Bitlis litolojilerinin ise Toros iç okyanusuna nazaran daha güneyde yer aldıkları kanısındayız. Bitlis- Pötürge masifleri ile Afro-Arabistan kıtası masiflerinin çarpışması sırasında Arap platformunun kuzey kenarı üzerine yerleşmişleridir. Çarpışmadan hemen sonra Maden kenar denizleri topluluğu açılmaya başlamıştır [44]. Bitlis – Pötürge masifleri ile Afro Arabistan masiflerinin yeniden çarpışması ve Arap platformunun kuzey kenarına yerleşmesi çarpışma hattı boyunca levha geçişlerindeki deprem hareketliliğinin canlı kaldığı anlamına gelmektedir. Bu har Bitlis Pötürge hattında devam ettiği

gibi Nemrut yanardağını da tetiklemeye yetecek kadar kırılgan bir tabloyu karşımıza koymaktadır (Şekil 1.33).



Şekil 1.33. Türkiye'nin tektonik yeri [44].

Görülüyor ki Nemrut yanardağının oluşması ve hala aktif halde bulunmasının yanı sıra kıta hareketleri ile oldukça hassas bir yer kabuğuna sahip olan Doğu Anadolu Bölgesi her an patlamayı tetikleyebilecek bir deprem olasılığına ve kırılması muhtemel olan fay hatlarına sahiptir. Bu olasılık bilimsel verilerin ortaya koyduğu bir realiteyi gözler önüne sererken muhtemel patlama senaryolarının oluşabileceği coğrafya üzerinde ciddi araştırmalar yapıldığı takdirde lav, buhar yada su akış yönlerini tahmin etmenin ne kadar zor olduğunun yada patlamanın yoğunluk kazanacağı bölgenin neresi olacağının bilinmezliği, tüm bölgeyi önceki patlamalarda göz önüne alındığında oluşan volkanik set gölünün büyüklüğünün de dikkate alındıktan sonra, gücü ve etki alanı konusunda tartışmaya yer bırakmadığı görülmektedir [47]. Üstelik bölgenin ortası, yer bilimcimiz Prof. Dr. Celal Şengör'ün belirttiği gibi yüksekliği 2 kilometre, çapı ise 1000 kilometre olan devasa bir kubbe gibi yükselmiştir. Bu kubbenin tepesinde ise denizden tam 2 bin metre yüksekteki plato bulunmaktadır. Kubbenin altı, akışkan özelliği gösteren manto ile doludur. Zaten kubbe yoğunluğu taşküre mantosuna nazaran daha düşük olduğundan yukarı doğru ittirerek kaldırması sonucu dengelemeyi sağlamakta ve böylece şeklini korumaktadır. Doğu Anadolu'yu jeolojik açıdan Dünyada eşsiz kılan bu özelliklerdir (Şekil:1.34) .



Şekil:1.34. Türkiye'nin Jeoloji Haritası [44].

Doğu Anadolu'nun depremlerden daha tehlikeli özelliği aktif olan volkanlardır. Genellikle bu durum idrak edilememektedir. Anadolu'da aktif volkanların varlığı hakkında bilim insanların 10 bin yıl önceye kadar dayanan bilimsel çalışmalarının olduğu bilinmektedir. Dünyadaki jeolojik olaylar uzun zamanlar neticesinde meydana gelmektedir. Herhangi bir jeolojik olayın meydana gelebilmesi için bahsedilen 10 bin yıllık zaman dilimi bu süreç için çok kısa bir zaman dilimini ihtiva eder. Bu bakımdan dünyada bazı volkanların, tekrar harekete geçmeleri için yarım milyon yıl bile gerekebilir. Yellowstone süper volkanı, 55 km ye 72 km çapında devasa bir alanı kaplamaktadır. Muhtemelen 640 bin yıllık püskürme grafiğine sahip olduğu bilinmektedir. Yeniden aktif püskürmelerin olması için yeterli süreyi maalesef doldurmuş durumdadır.

Volkanlar, muhteşem doğa olaylarıdır. Bu patlamalar o kadar güçlüdür ki ABD nin kullandığı atom bombasından kat be kat daha etkili ve güçlü bir enerjiyle faaliyete geçmektedirler. Volkan püskürmelerinden korunmanın yolu bu volkanların yakınlarına eve etki alanlarına yerleşim

yeri inşa etmemektir. Faaliyete geçen bir volkandan kurtulmanın en mantıklı yolu oradan hemen uzaklaşmaktır.

Doğu Anadolu'nun tahmini olarak üçte ikisi 43 bin kilometrekaresinin volkanik kayalarla kaplı olduğu bilinmektedir. Bölgenin özel yerkabuğundan kaynaklı kubbe şeklindeki yapısal örtünün altındaki akışkan magma kalınlığı küçümsenmeyecek kalınlıktadır. Tahmin edilen bu magma hacmi bölgenin batısına ve doğusuna ve kuzey doğusuna ülke dışındaki çevre ülkelere kadar uzanmaktadır. Yakın ülkelerdeki mesela Ermenistan İran ve Gürcistan'daki deprem etkilerinin bölgemizle benzer çok özelliği bulunmaktadır. Görülüyor ki İnsan yerleşimi tercihi açısından geleneksel yerleşim yeri seçiminden artık modern tercihlere yönelmek gerekir. Olan yerleşim yerlerinin deprem, volkan ve herhangi bir yıkıcı etkinin bilimsel olarak araştırılması zorunluluk kazanmaktadır. Bu olası felaketlerin oluşmasından önceki önemli çalışma alanlarıdır. Böylesi çalışmalar afetlerdeki riskleri minimal düzeye indirmektedir.

Bazı aktif olmayan ama yanı başımızda duran volkanların bir gün mutlaka aktif olacağını bilmeliyiz. Doğu Anadolu'daki volkanların bir bölümü, Süphan, Nemrut, Ağrı ve Tendürek oldukları bilinmektedir.

Kendi içine doğru çöken volkanlarda, kaldera denilen kraterler oluşum harikasıdır. Öylesine muazzam bir güç ile kilometrelerce derinlikten yukarı doğru püskürerek fişkıran magmanın yüzlerce metre mesafe kat ederek yukarıdan aşağıya doğru aktığı bilinmektedir.

Kalderanın oluşumunda insanların görebileceği en güçlü ve yıkıcı patlamalar gerçekleşmektedir. Açığa çıkan enerjinin binlerce nükleer patlamaya eş değer olduğu hakkında şüphe yoktur. Haliyle riskin büyüklüğü hakkında fikrimiz oluşmaktadır. Nemrut Volkanı, 7 kilometre çapında bir kalderaya ile dünyada ikinci büyük kalderaya sahiptir. Tahminen 90 bin yıl önce meydana gelen kaldera çöküşü sırasında köpürerek yüzeye püsküren magma, onlarca kilometre ilerleyerek kuzeyde Nazik Gölü, güneyde ise bir vadi boyunca 50 kilometre uzaklıktaki Bitlis'e ilerleyerek Vangölü'nün oluşumuna neden olan set böylece oluşarak yüzlerce kilometrekare alana yayılmıştır. Bölgede Nemrut'tan daha büyük daha eski bir kalderanın varlığı hakkında uluslararası bir projede yapılan çalışmalar ile ortaya çıkarılmıştır. Ağırkaya isimli kalderanın sadece kraterinin ağız çapı 17 kilometre olduğu ortaya konmuştur

Doğu Anadolu bölgesinde iki dev kıta ve levhalar arasında sıkışma devam ettiğinden, depremler tekrarlanacaktır. Doğu Anadolu yer kabuğunun çok zayıf olma nedenini açıklarken üzerine basa basa söylenilen yaklaşık 150 kilometre kalınlıkta olan dayanıklı taşkürenin koparak yerini akışkan mantonun alması olası tehdidi daha da gözler önüne sermektedir. Bu durum Doğu Anadolu bölgesinde deprem riskini çok arttıran bir durumdur. Çünkü sürekli sıkışmalarla yapısı

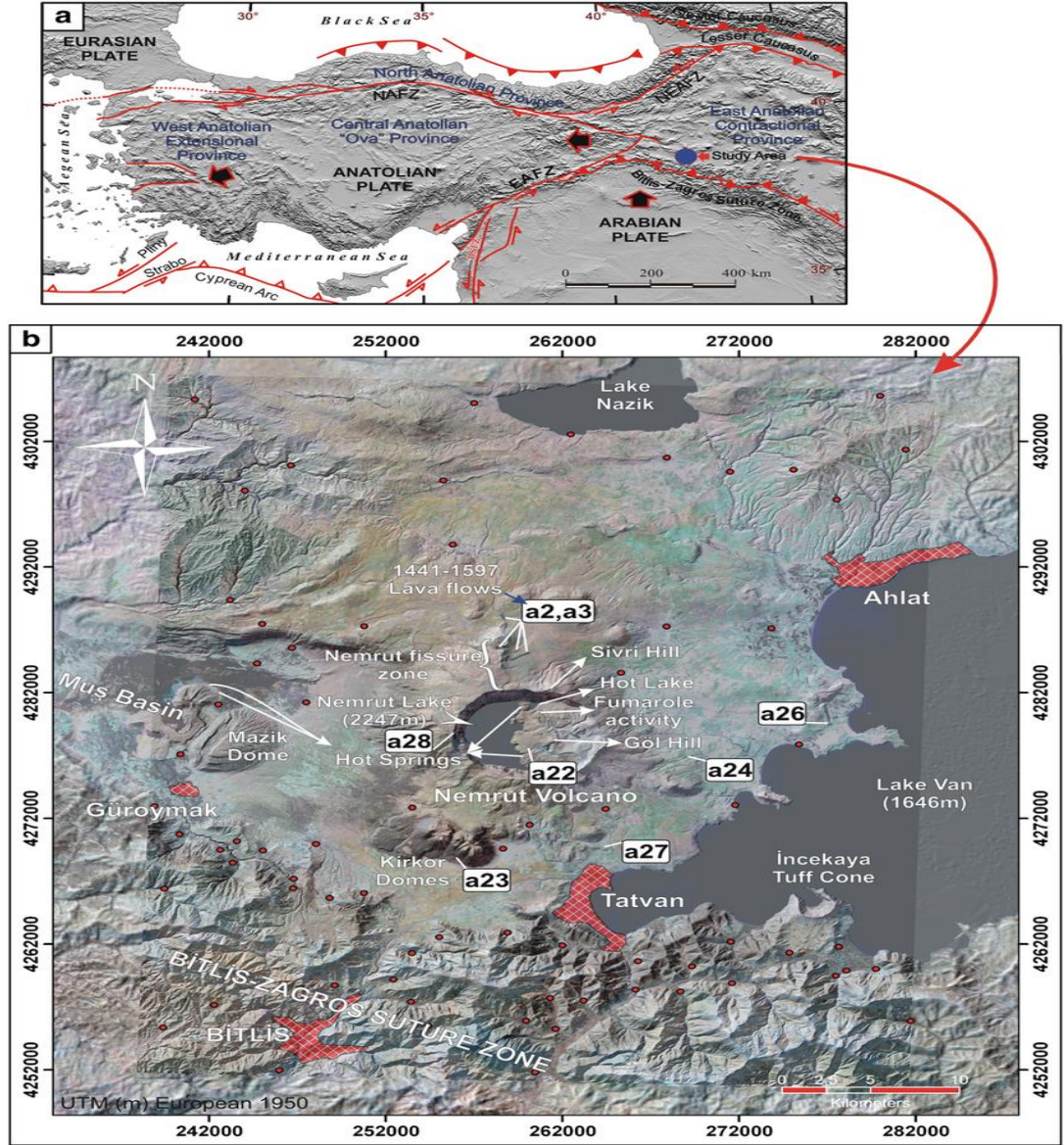
bozulmuş olmuş zayıf kabuk, herhangi bir yerinden kırılarak veya çatlayarak farklı faylar ve depremlere neden olabilmektedir [45].

2015 yılında yapılan bir çalışmada Van Havzası'nın altındaki kabuk yapısının çok ince olduğu ifade edilmiş. Yine aynı çalışmada taşkürenin sadece 38 km civarında olduğu artık bilinmektedir. Genelde kabuk gerilme neticesinde yavaş yavaş inceler, ancak bu durum oldukça farklı görülmektedir. Burada bir gerilme dair iz bulunmamaktadır. Şengör, bunun nedenini şöyle açıklıyor: Arabistan plakası, yaklaşarak çarpma neticesinden sonra bu plakanın çarpan bölümü diğer plakanın altına dalıyor, kırılma, erime ve düşüp sonunda kayboluyor. Ve yerine sıcak bir tabaka olan astenosfer yükseliyor. Basınç azalmaya başladıkça erime hızlanıyor. Sıcak olan bu akışkan astenosfer Kabuğu erittikçe Doğu Anadolu Bölgesinin altı oyuluyor. Tüm bu nedenlerden dolayı kabuk böylesine ince ve kırılgan hale gelmiştir. Şengör'ün anlattıklarından bahsedilen bölgede yerkabuğun incelmeye ve magmanın giderek yükseldiği bir volkanizma olduğu gayet açıktır. Nemrut Volkanı üzerindeki su ve buhar çıkışlarının manto kökenli olduğunu düşündürecek değerler bulundu [46].

Volkanların karmaşık yapıya sahip olması onlar hakkında fikir yürütmemizi oldukça zorlaştırmaktadır. Bir volkana sönmüş demek bu anlamda oldukça zordur. Bilim insanları yaptığı tespitler doğrultusunda, Türkiye'nin bu konudaki en riskli yanardağı, Nemrut Volkanik Dağıdır. Nemrut yanardağının bulunduğu bölgede dört ana püskürtme merkezi bulunduğunu bilinmektedir. Bu açıdan bakıldığında bilim insanları yanardağların sönmüş olduğu hakkında fikir belirtmek son derece yanıltıcıdır. Nemrut yanardağı bu anlamda faal olma durumu mevcut genç yanardağlardan biri olduğu söylenebilmektedir. Bundan başka Erciyes, Süphan ve Ağrı dağları, sönmüş yanardağlar olarak kabul edilebilmektedir. Bilim insanları Türkiye'deki yanardağlarda çok uzun yıllardan bu yana herhangi bir aktivite olmasa da, hiçbir zaman aktif olmayacakları anlamına gelmemektedir. Nemrut Volkanının 1, 2 ve 16 nolu volkan konileri, her an aktif olmaya hazır genç bir volkanın özelliklerini göstermektedir. Bilim insanları volkanların Dünya için basınç subapları olarak görmektedirler. Eğer bu patlamalar olmasa büyük yeryüzü felaketleri büyük yerkabuğu kırılmalarının olması kuvvetle muhtemel hale gelecektir [47].

Risk yönetimi kavramı açısından değerlendirince insanlar yanardağ olduğunu patlama olasılığının olduğunu bildikleri bir dağın eteğine neden yerleşmeye karar vermişlerdi? Bu büyük Riski hiç mi düşünmemişlerdi? Yoksa başka nedenlerden dolayı mı bu riski almaya karar vermişlerdi? İstatistiklere ve bilgilere göre deprem ile yanardağ patlaması risklerinin birlikte ortaya çıktığı bilinmektedir. Bunun sebebi katmanların kırılması, dağılması, düşmesi ve ortaya çıkan basıncın magmaya etkisi olarak değerlendirilmektedir. En yakın volkan faaliyeti İzlanda'da yaşanmıştı. Yangın All Risk poliçesi teminatları içerisinde yanardağ püskürmesi için de teminat

olduğu bilinmektedir. Deprem ile birlikte anılıyor. Bilinçli olarak talep eden var mı? Bunlar için ayrıca reasürans koruması da alınır mı? Bu soruların mantıklı olduğu ile ilgili şüpheye yer yoktur. Lakin Risk Yönetimi kavramı üzerinde daha ciddi çalışmalar yapmanın zorunluluğu gün yüzüne çıkmışken, profesyonel anlamda icra politikalarının başında görev yapan bürokratlar bilim insanlarının bu alandaki tespitlerine kayıtsız kalmamalıdır. Her yerleşim yerinin mutlaka bir risk değerlendirmesi yapılması ve insanları patlaması muhtemel bir yanardağın eteğine yerleşmekten alıkoyan irade ortaya konmalıdır. Böylesi bir riski önceden görerek şehircilik planlamaları buna göre yapılmalıdır.



Şekil: 1.35. Türkiye Tektonik Haritası.

- a) Büyük neotektonik yapıları ve neotektonik illeri gösteren basitleştirilmiş tektonik Türkiye haritası [44].

- b) Çalışma alanının belli başlı volkanik merkezleri, Muş havzasını, Bitlis sütür bölgesini, kaplıcaların yerlerini, fmerollerini ve son efüzyon patlamalarını gösteren Landsat görüntüsü. Bitlis Şehri, Tatvan, Ahlat ve Güroymak kasabaları belirtildi. Küçük kırmızı daireler köylerin konumlarıdır. Kutularda verilen numaralar, verilen tarihli numunelerin bilinen konumlarına atıfta bulunmaktadır. (Bu şekil açıklamasında renge yapılan referansların yorumlanması için okuyucu, bu makalenin web versiyonuna başvurabilir [48].

Afrika levhasının Anadolu levhasını sıkıştırması ile meydana gelen Bitlis’inde içinde bulunduğu Güneydoğu Anadolu Toroslari belirgin şekilde görülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yanardağlar Küresel anlamda Dünyanın tüm yeryüzü şekillerinin oluşumunda başlıca aktörlerden biridir. Bu oluşum atmosferin ve hatta solunabilir havanın oluşmasından itibaren ele alındığında, hayatın başlamasında da önemli bir rolünün olduğu bilim adamları tarafından ortaya konmaktadır. Yeryüzünün şekillenmesinde oynadığı rolün yanı sıra, sürekli aktif halde bulunan yanardağlar Dünya üzerindeki insan ve diğer canlı hayatının da gelişmesinde önemli bir etkidir. Bu yüzden aktif halde bulunan fakat kısa vadede pasif yani etkinliğinin olmaması, insanların bu tehditten emin olamaması sonucunu doğurmaktadır. Nemrut yanardağının oluşturduğu riskleri sıralamak gerekirse;

1. Patlama anında her yanardağda olduğu gibi etki alanına bırakacağı muhtemel lav akıntıları, toz, duman vb. gibi yanardağ çıktılarına maruz kalındıktan sonra meydana gelebilecek felaketlerin araştırılması gerekmektedir.
2. Nemrut Kaldera'sının içinde bulunan göllerin bir patlamaya bağlı olarak etrafa yayıldığında Bitlis il ve ilçeleri üzerinde yaratacağı etkinin araştırılması gerekmektedir.
3. Nemrut volkanik dağı ve bölgedeki diğer volkanik dağların, yaklaşık 4/5'ünü yitirmiş zayıf bir taşküreden bahsettiğimiz Nemrut Kaldera'sının da bulunduğu bu havzanın oldukça fazla riskler barındırdığı sonuçlarına kolaylıkla ulaşmaktayız.
4. Doğu Anadolu bölgesini de içine alan kubbe şeklindeki büyük ölçüde magma yüzeyinde yüzer halde bulunan 38 km kalınlığındaki yer kabuğunun altındaki taş küre, o kadar çok zayıflamış ki herhangi bir felaket senaryosunun oluşturabileceği oldukça fazla riski bünyesinde barındırmasından dolayı, Dünya' da eşi benzeri olmayan bir örnek olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum mutlaka araştırılması gereken önemli bir veri kaynağı barındırmaktadır.
5. Nemrut volkanik dağı, oluşumu itibari ile çok genç bir yanardağ olmasından dolayı, yazılı tarih içindeki kayıt altına alınan patlamalarının da gözlendiği düşünüldüğünde, patlaması ya da harekete geçmesi ile ilgili muhtemel bilgiler vermektedir. Bu haliyle elde edilen veriler ışığında incelenmesi gerekliliğe dönüşmektedir.
6. Dünyada gelişmiş ülkelerin sınırları içinde bulunan, ayrıca bilimsel anlamda takip edilmesi gereklilik olan pek çok yanardağ bilim insanları tarafından gözlenmektedir. Bu gözlemler yanardağların harekete geçme anında ilgili ülkenin afet koordinasyon mekanizmaları ile birlikte harekete geçildiğinde yerleşim yerlerindeki insanların daha hızlı tahliyesinde, ayrıca hayat kurtarmada önemli etkileri izlenerek değerlendirilmiştir. Bu durumun tespiti

Türkiye şartlarındaki standartları hakkında ülkemizde risk değerlendirmesi yapılarak ortaya konması gerekmektedir.

7. Nemrut yanardağı etrafındaki yerleşim yerleri ile ilgili olarak, olası bir Nemrut yanardağı hareketliliğinde nasıl davranılacağı, kurumsal anlamda felaket senaryoları ile nasıl başa çıkılacağı hakkında çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.
8. Bir yanardağ hareketliliğine bağlı olarak Van Gölü'nün bir volkanik set olduğu Bitlis vadisinin volkanik patlama ile bir setle kapatılarak oluştuğu düşünüldüğünde, başka bir patlamanın Van Gölü'nde olma ihtimali Bitlis ve diğer yerleşim yerlerinin bile olası sel felaketleri ile karşılaşma riskleri görünür hale gelmektedir.
9. Türkiye'nin önemli deprem fay hatlarının üzerinde oluşu, Afro Arap levhasının Anadolu'yu hala sıkıştırıyor olması, levhaların kesişme noktalarında SWNE yönlü bir hat boyunca yanardağların daha öncesinde de harekete geçerek bir sıra boyunca dizildiği bilgisine sahip olmamız, ayrıca ciddi bir deprem etkisinin yanardağları harekete geçireceği ihtimali bilimsel bir tespit olarak karışımıza çıkmaktadır.
10. Bir fay hattı üzerinde bulunan bölgenin tüm yanardağları, Afrika kıtasının kuzey yönlü sıkıştırması ile sürekli baskı altında tuttuğu dinamik bir basınç alanı yaratmaktadır. Bu durum depremi tetikleyen önemli unsurların başında gelir. Dolayısı ile depremle birlikte meydana gelebilecek bir volkanik hareketlilik içinde risk alanı oluşturmaktadır.

Küresel anlamda büyük patlamalarla insan ve canlı hayatının maruz kaldığı senaryolara bakıldığında zaman, yaşadığımız Dünyanın tüm dinamiklerini dikkate alarak daha güvenli yerleşim alanları inşa ederken, tabiatın muhtemel senaryolarına hazırlıklı olmamız gerektiği bir zorunluluk haline gelmektedir. Kaldı ki yanardağlar küresel anlamda depremler, tsunamiler, iklim değişiklikleri kendi potansiyellerinin patlama esnasında atmosferde yarattığı değişiklikler ayrıca yeryüzünün muhtemel değişimleri büyük sonuçlar doğurmaktadır. Bütün bu bulgular yaşadığımız Dünyanın çok daha dikkatli incelenmesini, tüm yerleşim çalışmalarında veya şehircilik planlamalarında bunlara dikkat edilmesi gerekmektedir. İnsanlık tarihi boyunca yerleşim yerlerinin inşasında olası bu tehditleri araştırarak bilimsel değerlendirmeler yapılamamasından kaynaklı bir yerleşim geleneği olması anlaşılabilir olsa da, ne yazık ki modern insan hala eski geleneklerinden vazgeçmemiştir. Bu tarz yerleşim geleneklerinin muhatabı olduğumuz müşahhas örneklerle dolu çarpık bir yerleşim geleneği sürdürülmektedir. Bu durum artan insan nüfusunun yayılması neticesinde yarattığı tahribat hakkında fikir vermektedir. Tabiatı korkunç şekilde istila eden bir tür olarak elimizden geleni yapıyorken, tabiat kendi olağan seyri içinde değişimini ve dönüşümünü sürdürmektedir. Volkanların depremlerden farkı; depremleri önceden bilemiyoruz.

Bazen öncü sarsıntılar yaşanıyor olsa da bu öncü sarsıntılardan sonra deprem olacağı kesinlik arz etmiyor. Fakat volkanlarda iyi gözlem yapıldığında, depremleini ölçtüğünüzde ya da kraterin ağzındaki gaz çıkışlarına baktığınızda uyarı vermeniz mümkün olabilmektedir. Yakında patlama olasılığı hakkında kuvvetli tahminde bulunmak mümkün olabilmektedir. Ama bu yüzde yüz kesin değildir. Bu açıdan bakıldığında yeniden çok daha kapsamlı bir yerkabuğu ve yanardağ risk çalışması yapılarak, insanlığın Dünya'ya gelişi güzel yerleşmesi yerine, planlanmış, tabiatı tahrip etmeyen ve muhtemel felaket senaryolarına hazırlıklı, küresel anlamda tatmin edici şehircilik planlamaları yapılmalıdır. İnsanlığın tarih boyunca maruz kaldığı yanardağ püskürmelerine bağlı felaketler, kutsal kitaplara ve diğer tüm dünya klasiklerine yansımıştır. Bu yönüyle bakıldığında bile sorunun küresel bir yerleşim sorunu halini aldığı müşahhas örnekleri ile karşımıza çıkmaktadır. Tüm bu volkanik riskleri minimum düzeye indirmek modern insanın kolaylıkla yapabileceği bir şeydir. Sürdürülebilir insan yaşamı ve tabiatın kendisini yenileyebilecek ve tabii sürekliliğin dikkatle değerlendirilerek, küresel anlamda yerleşim politikalarına yansıtılmalı, uluslararası kuruluşlar tarafından Dünya gündemine taşınmalıdır. Tüm Dünya ülkeleri, politikacılar, bilim insanları ve bu anlamda faaliyet gösteren dernekler, sivil toplum kuruluşları ve tüm paydaşlar tarafından desteklenmelidir. Reel, sürdürülebilir ve gerçek çalışmaları hükümetlerin programlarına aldirmek bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Nemrut Volkanik dağının patlama olasılığının her an olabildiği bilimsel çalışmalarla ispatlanmış olup, Doğu Anadolu ve özellikle Bitlis Havzasının üzerinde yüzdüğü kara parçasının yani levhanın tüm derinliğinin sadece 38 km olması deprem riskinin Nemrut yanardağında yaratacağı hareketlilik ve deprem ile birlikte meydana gelebilecek doğa olayının gerçekleşeceği yer ile ilgili tahminlerin, tüm çevre ve şehircilik planlamalarına alınması ayrıca olası felaket kurtarma senaryolarının değerlendirilmesi, geliştirilmesi gerekmektedir. Nemrut oluşum açısından özel bir yere sahip olmasının yanında, oluşturduğu riskler açısından diğer yanardağlardan daha özel bir yere sahiptir. Bu haliyle kendine has kimliğinin oluşu bölgede yaşayanlar açısından özellikle incelenmelidir. Bu bağlamda; dağın bilinmeyen bir zamanda tekrar aktif olabileceği unutulmamalıdır. Aktivite göstermesi durumunda ise bölgede bir tahliye planının oluşturulmuş olması can ve mal kaybını önlemek adına en önemli tedbirlerin başında gelecektir. Öncelikle dağa yakın yerleşim alanlarında toplanma merkezlerinin oluşturulması önerilmektedir. Dağın doğal yerleşimine uygun olarak tahliye ve kaçış güzergahları oluşturulmalıdır. Rahova mevkiinin Siirt-Diyarbakır güzergahına, Tatvan ilçesinin Van iline, Ahlat ve Adilcevaz ilçelerinin Ağrı iline, Güroymak ilçesi tarafının da Muş iline doğru yönlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca dağdaki sismik hareketlerin takip edilmesi, volkanik etki ile oluşan sarsıntıların takip edilmesi ve kayıt altına alınması önerilmektedir. Zemin kayalık ve sert olmasına karşın dağdaki hareketlere bağlı

olarak oluşabilecek depremlere karşı dayanıklı binaların yapılması unutulmamalıdır. Doğal afetler birdenbire kendiliğinden oluşabilir. Bunlara karşı alınacak önlemler ile kayıplar asgari düzeye indirilebilir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Blumenthal MM, Van der Kaaden G, Vlodavetz VI. 1964. Turkey , Caucasus. Catalog of Active Volcanoes of the World and Solfatara Fields, Rome: IAVCEI, 17: 1-23.
- [2] Elmastaş, N. 2001. Ahlat Yöresinin Turizm Potansiyeli. Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı: 3, Cilt: 1, s: 156 -157,
- [3] Güner Y. 1984. Nemrut yanardağının jeolojisi, jeomorfolojisi ve volkanizmasının evrimi. Jeomorfoloji Dergisi, 12, 23-65
- [4] Karaoğlu Ö, Özdemir Y, Tolluoğlu Ü, Karabıyıkoglu M, Köse, Rogers JL. 2005. Stratigraphy of the Volcanic Products Around Nemrut Caldera: Implications for Reconstruction of the Caldera Formation. Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.), 14: 123–143.
- [5] <https://tr.pinterest.com/pin/492722015461361168/> Erişim tarihi: 24.6.2021
- [6] <https://www.statista.com/chart/20482/philippines-volcano-eruption/> Erişim tarihi: 24.06.2021
- [7] <https://docplayer.biz.tr/189607749-Jeoloji-yerbilim-ic-kuvvetler.html/> Erişim tarihi: 24.06.2021
- [8] <https://www.cografyaci.gen.tr/volkanizma-nedir/> Erişim tarihi: 24.06.2021
- [9] <https://sites.google.com/site/cumabulut29/dogal-afetler/volkanik-patlama> Erişim tarihi: 24.06.2021
- [10] <https://www.bilgeyik.com/volkanizma-nedir-volkanik-daglar-yanardag-nasil-olusur-441> Erişim tarihi: 24.06.2021
- [11] <https://sites.google.com/site/cumabulut29/dogal-afetler/volkanik-patlama> Erişim tarihi: 24.06.2021
- [12] Türkecan, A., Ersoy, O., Atıcı, G., Çubukcu, H. E., Ulusoy, İ., Çobankaya, M., Akgül, E., Erbaş, E. 2014, Volkanizma ve Piroklastik Kayaçlar Yaz Okulu, Gezi Kitapçığı, 2014, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara (Yayımlanmamış).
- [13] Atıcı G, Türkecan A. 2017. ANADOLU’NUN VOLKANLARI. Doğal Kay. ve Eko. Bült. 22: 1-18.
- [14] <https://sinavtime.com/turkiyedeki-volkanik-daglar/>. Erişim Tarihi: 25.06.2021
- [15] <https://www.hepsiblog.com/2020/12/03/yanardag-patlamlarini-oncesinden-tahmin-etmek-mumkun-mu-volkan/> Erişim tarihi: 24.06.2021
- [16] <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-50756025> Erişim Tarihi:15.02.2021
- [17] <https://time.com/5300683/volcanoes-most-dangerous-active/> Erişim tarihi: 24.06.2021

- [18] <http://www.andamans.org/toba-through-thebottleneck-and-human-evolution>
- [19] http://www.bradshawfoundation.com/stanley_ambrose.php
- [20] Miller CF, Wark DA. 2008. Supervolcanoes and Their Explosive Supereruptions, *Elements*, 4: 1115.
- [21] Harris, B. 2008. The Potential Impact of Supervolcanic Eruptions on the Earth's Atmosphere, *Weather*, Vol:63(8): 221-225
- [22] <https://www.senbildiye.com/yellowstone-super-yanardagi-ne-zaman-patlayacak/> Erişim Tarihi: 24.06.2021
- [23] <https://www.aa.com.tr/tr/yasam/dunyanin-en-tehlikeli-volkanlari-/1169112>, Erişim Tarihi:19.04.2021
- [24] <https://www.express.co.uk/news/science/1178977/volcano-eruption-tambora-refugee-crisis-yellowstone-supervolcano-end-times> Erişim tarihi: 24.06.2021
- [25] Yakupoğlu T, Özcan Selçuk, G. 2020. Nemrut Kalderası'nın (Bitlis/TÜRKİYE) Jeopark Potansiyeli. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 25(1): 1-12.
- [26] Özdoğan S, Türkiye'de Volkanizma ve Volkanik Yerçekilleri, s:30
- [27] Özdemir Y, Karaoğlu Ö, Tolluoğlu AÜ, Güleç N. 2006, Volcanostratigraphy and petrogenesis of the Nemrut stratovolcano (East Anatolian High Plateau): the most recent postcollisional volcanism in Turkey. *Chemical Geology*, 226, 189-211.
- [28] Ulusoy, İ, Labazuy, P., Aydar, E., Ersoy, O., Çubukçu, E., 2008. Structure of the Nemrut caldera (Eastern Anatolia, Turkey) and associated hydrothermal fluid circulation. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 174, 4, 269-283.
- [29] Çubukçu HE, Ulusoy İ, Ersoy O, Aydar E, Şen E, Gourgaud A, Guillou H. 2012. Mt Nemrut Volcano (Eastern Turkey): Temporal petrological evolution. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 209-210,33-60.
- [30] https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Dosya:Nemrut_Vulcano.jpg. Erişim tarihi: 21.09.2021
- [31] Yılmaz Y, Güner Y, Şaroğlu F. 1998. Geology of the Quaternary volcanic centers of the East Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85: 173-210.
- [32] Atasoy E, Terzioğlu N, Mumcuoğlu Ç. 1988. Nemrut volkanı jeolojisi ve jeotermal olanakları. TPAO Arama Grubu Başkanlığı, Rapor No: 393, Ankara (yayımlanmamış).
- [33] <http://eol.jsc.nasa.gov>. 2001, Erişim tarihi:11.01.2021.
- [34] <http://www.tatvan.gov.tr/nemrut-krateri> Erişim Tarihi18.01.2021, saat 13:15
- [35] Türkecan A. 2017. Türkiye'nin Doğu Bölgelerinde Gözlenen Kuvaterner Yaşlı Volkanik Etkinlikleri, *Doğal Kay. ve Eko. Bült.*, s:70.
- [36] Tosun S. 2021. Bir Sosyal Politika Aracı Olarak AFAD, *Journal of Pre-Hospital - Hastane Öncesi Dergisi*, 129-130.

- [37] Ekinci R, Büyüksaraç A, Ekinci Y, Işık E. 2020. Bitlis İlinin Doğal Afet Çeşitliliğinin Değerlendirilmesi, Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, s:4.
- [38] Kurttaş T, Tezcan L. 2018. Nemrut Kaldera Göllerinin Su Kaynakları Potansiyeli, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 22(2): 823.
- [39] Aydar E, Gourgaud A, Ulusoy İ, Digonnet F, Labazuy P, Şen E, Bayhan H, Kurttaş, T, Tolluoğlu AÜ. 2003. Morphological analysis of active Mount Nemrut stratovolcano, Eastern Turkey: evidences and possible impact areas of future eruption. Journal of Volcanology and Geothermal Research 123: 301–312.
- [40] Kurttaş T, Tezcan L. 2018. Nemrut Kaldera Göllerinin Su Kaynakları Potansiyeli, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 22(2): 823.
- [41] https://www.researchgate.net/figure/Nemrut-caldera-a-View-of-the-Nemrut-caldera-from-northern-caldera-wall-Lineation-of_fig2_229377838.
- [42] Keskin, Y. 2020. Depremzedelerin Anlatılarıyla 1939 Erzincan Depremi ve Sonrasındaki Gelişmeler. Cumhuriyet Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 44 (2) , 163-178.
- [43] https://www.researchgate.net/figure/Self-potential-patterns-a-Conceptual-model-of-SP-patterns-on-a-volcano-from-Lenat_fig3_229377838.
- [44] <https://www.milliyet.com.tr/pembenar/volkanimiz-patlar-mi-376914> Erişim tarihi 21.01.2021 saat 10:00.
- [45] Keskin M. <https://www.atlasdergisi.com/kesfet/doga-cografya-haberleri/doga-anadolu-volkanlar-puskurur.html>, Erişim Tarihi:19.01.2021.
- [46] <https://www.ntv.com.tr/turkiye/volkanlar-kukremeden-once>, ZbunerW_WkyGUaQFRzjAhQ Erişim tarihi:20.01.2021.
- [47] Şengör C, Yılmaz AM. 1983. Türkiye’de Tetisin Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım, Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri Özel Dizisi No.1 Ankara Sayfa: 1-10.
- [48] https://www.researchgate.net/figure/Study-area-a-Simplified-tectonic-map-of-Turkey-showing-major-neotectonic-structures_fig1_229377838.
- [49] Namık A, İsak Y, Doğal Afetler ve Afetler Coğrafyası. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi. Acil Durum ve Afet yönetimi Ön Lisans Programı. s:10.
- [50] Namık A, İsak Y. Doğal Afetler ve Afetler Coğrafyası. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi. Acil Durum ve Afet yönetimi Ön Lisans Programı. s:99-100.

- [51] A.Özdemir, O. Çağım Tuğ, January 2009 Jeolojik Bir Değer: Nemrut Stratovolkani, https://www.researchgate.net/publication/327825256_Jeolojik_Bir_Deger_Nemrut_Stratovolkani s:37
- [52] <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/endonezyada-merapi-yanardaginda-patlama/2122864>, Erişim tarihi:17.09.2021.
- [53] <https://www.aa.com.tr/tr/yasam/dunyanin-en-tehlikeli-volkanlari-/1169112>, Erişim tarihi:17.09.2021.
- [54] <https://www.hayrankaldim.com/foto-galeri/bu-yanardag-mavi-lav-puskuruyor/1171/resim/7>, Erişim tarihi:17.09.2021.
- [55] <https://gezginlerkulubu.org/yanardaglarin-yarattigi-muhtesem-olusumlar>, Erişim tarihi:17.09.2021
- [56] <https://tr.sciencenetnews.com/camur-yanardag/>, Erişim tarihi:17.09.2021
- [57] <https://jeogenc.net/lav-domu-ve-nuee-ardente.html>, Erişim tarihi:17.09.2021
- [58] <https://www.volkanhaber.net/yanardagin-muhtesem-olusumlari>, Erişim tarihi:17.09.2021
- [59] <https://pixabay.com/tr/photos/krater-g%C3%B6l%C3%BC-oregon-52871>, Erişim tarihi:17.09.2021
- [60] <https://www.tatileksper.com/blog/pompei-hangi-ulkede-ve-hangi-kavim>, Erişim tarihi:19.09.2021
- [61] <https://dergice.com/dunyada-aktif-olarak-patlamaya-hazir-en-tehlikeli-yanardaglar>, Erişim tarihi:19.09.2021

ÖZGEÇMİŞ

■■■■ yılında ■■■■'te doğdu. İlkokulu ■■■■'nda, ortaokulu ■■■■ Ortaokulu'nda ve liseyi ■■■■ Lisesi'nde tamamladı. ■■■■ yılında kazandığı ■■■■ Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği/ Beden Eğitimi Bölümünden ■■■■ yılında mezun oldu. ■■■■ yılları arasında Milli Eğitim Bakanlığı'nda öğretmenlik, müdür yardımcılığı, okul müdürlüğü ve şube müdürlüğü görevlerinde bulundu. ■■■■ ayında ■■■■ Bilgi İşlem Daire Başkanlığında şube müdürü olarak göreve başladı. Eylül ■■■■ Enstitüsü Afet ve Acil Durum Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. Yabancı dili İngilizcedir.

Halen Bitlis Eren Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığında şube müdürü olarak görev yapmaktayım.

Savaş GÜLTEKİN