

**Bitlis Kalesi Kazısı
ve
Bitlis Çevresi Yüzey Araştırmaları**

Proje No: 105 K 223

Prof. Dr. Kadir PEKTAŞ

MAYIS 2009
DENİZLİ

ÖNSÖZ

İlk olarak inceleme gezilerinde tanıdığımız Bitlis, her köşe başında kendini gösteren eski yapıları ve henüz tamamıyla bozulmamış tarihi dokusuyla dikkatimizi çekmişti. Buraya ilgimiz daha sonra da devam etti. 1997 yılında, Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün izni doğrultusunda "Bitlis Tarihi Mezarlıklarındaki Mezar Taşları" konulu yüzey araştırması ile buradaki çalışmalarımız başladı. Sonraki yıllarda araştırmalarımız tüm Bitlis çevresine yayıldı.

Araştırmalarımız sırasında Bitlis şehir merkezinin ortasında yer alan Kale, özellikle dikkatimizi çekti. Yüzey üzerinde görülebilen kalıntıları ve bölge açısından önemli olayların yaşandığı tarihi kimliği ile Bitlis Kalesi tam olarak araştırılmadan bölgenin sosyal, kültürel ve tarihi birikiminin tam olarak ortaya konmasının mümkün olmadığı sonucuna ulaştık. Bu düşünceyle Bitlis Kalesi'nde arkeoloji kazılara başlamaya karar verdik. 2003 yılında yaptığımız başvurunun kabulünün ardından, Bitlis Kalesi'nde 2004 yılında ilk olarak kazılara başladık.

Kazı sırasında ortaya çıkarılan yapılar ve ortaya çıkarılan buluntuların değerlendirilmesi ve kazı yapılan alanın bazı yapısal sorunları, bunların ayrı bir şekilde araştırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bununla ilgili olarak TÜBİTAK'a sunmuş olduğumuz proje kabul edilmiştir. Projenin uygulanmaya başlamasıyla birlikte, önceden beri bütçe darlığı nedeniyle kazı sırasında karşılaştığımız zorluklar ve teknik donanım eksikliği gibi olumsuzluklar da önemli ölçüde ortadan kalkmıştır. Ayrıca daha çok Bitlis il merkezinde yoğunlaştırdığımız yüzey araştırmalarında, çok sayıda mimari eser tespit edilmiştir. Böylece yürütülen proje kapsamında hedeflenen sonuçlara büyük ölçüde ulaşılmıştır.

Başta, bu projeyi destekleyerek önümüzü açan TÜBİTAK olmak üzere, proje süresince her türlü yardımları nedeniyle Yrd. Doç. Dr. Gülsen BAŞ, Şahin AKBULUT, Arş. Gör. Sebahattin ERDOĞAN ve diğer ekip arkadaşlarıma teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarımızda destek sağlayan Bitlis Valiliği ile İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü çalışanlarına, Kültür ve Turizm Bakanlığı kazı ve araştırma temsilcilerine olumlu katkıları nedeniyle teşekkür borçluyum.

Prof. Dr. Kadir PEKTAŞ

Mayıs 2009

I- İÇİNDEKİLER

| | |
|--|----|
| I. İÇİNDEKİLER | 2 |
| II. TABLO LİSTESİ..... | 4 |
| III. ÇİZİM LİSTESİ | 5 |
| IV. RESİM LİSTESİ | 5 |
| V. ÖZET (ABSTRACT)..... | 8 |
| VI. GİRİŞ..... | 10 |
| VII. GENEL BİLGİLER..... | 12 |
| VIII. GEREÇ VE YÖNTEM | 14 |
| IX. BULGULAR | 17 |
| IX.1.Bitlis Kalesi Kazısı..... | 17 |
| IX.1.1. Kazılarda Ortaya Çıkarılan Yapılar..... | 17 |
| IX 1.2. Küçük Buluntular..... | 21 |
| IX 1.3. Jeoradar Bulguları..... | 25 |
| IX 2.Bitlis ve Çevresi Yüzey Araştırması..... | 26 |
| IX 3. Jeolojik Araştırma Raporu..... | 30 |
| IX 3.1. Giriş..... | 30 |
| VIII 3.1.1.Araştırmanın Amacı..... | 30 |
| VIII 3.1.2. Uygulanan Yöntemler..... | 30 |
| VIII 3.1.3. İnceleme Alanının Konumu..... | 31 |
| VIII 3.1.3.1. Morfoloji..... | 31 |
| VIII 3.1.3.2.İklim ve Bitki örtüsü..... | 33 |
| VIII 3.1.3.3. Ulaşım ve Yerleşim durumu..... | 34 |
| VIII3.2.-Bölgesel Jeoloji..... | 34 |
| IX 3.2.1. Önceki Çalışmalar..... | 36 |
| IX 3.2.2. İgnimbirit Kavramı..... | 43 |
| IX 3.2.3. Bitlis İgnimbiritinin Arazi Özellikleri..... | 43 |
| IX 3.2.3.1. Bitlis Kalesi Tip Lokasyonu..... | 44 |
| IX 3.3- Mineralojik ve Petrografik İncelemeler..... | 49 |
| IX 3.3.1.İgnimbiritlerin Petrografik Bileşenleri..... | 49 |
| IX 3.3.2. Bitlis İgnimbiritinin Petrografik Özellikleri..... | 49 |

| | |
|--|----|
| IX 3.3.2.1. Kristal bileşenler..... | 51 |
| IX 3.3.2.2 . Cam bileşenler..... | 52 |
| IX 3.3.2.3. Kayaç parçaları..... | 52 |
| IX 3.3.3- XRD İncelemeleri | 53 |
| IX.3.4.Tüm Kayaç Jeokimyası..... | 55 |
| IX 3.4.1. Bitlis İğnimbiriti Ana Oksit Element Jeokimyası..... | 57 |
| IX 3.4.2. Bitlis İğnimbiriti İz (Trace) Element Jeokimyası..... | 59 |
| IX 3.4.3. Bitlis İğnimbiritinin Ayrışma İndisleri..... | 63 |
| IX 3.5. Bitlis İğnimbiritinin Jeoteknik Özellikleri..... | 70 |
| IX.3.5.1. Birim Hacim Ağırlık Deneylei..... | 70 |
| IX.3.5.2. Gözeneklilik (Porozite)..... | 71 |
| IX.3.5.3. Donma-Çözünme Deneyi..... | 71 |
| IX .3.5.4. Sonik Hız Deneyi..... | 72 |
| IX.3.5.5. Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeksi Deneyi..... | 73 |
| IX.3.5.6.Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (UCS)..... | 74 |
| IX.3.6. Bitlis Kalesinde Görülen Mühendislik Problemleri Ve Çözüm Önerileri..... | 76 |
| X- Sonuçlar..... | 79 |
| XI- Kaynaklar..... | 83 |

II. TABLO LİSTESİ

Tablo 1- Harç örneklerinin test sonuçları

Tablo-2: Bitlis iline ait 1975-2006 yılları arasında gerçekleşen ortalama sıcaklık ve yağış değişimleri (<http://www.dmi.gov.tr> adresinden alınmıştır)

Tablo-3: Bitlis Kalesi tip lokasyonundaki fiamme (yassılaştırılmış pomza) yapılarının yassılaştırma oranları

Tablo 4: Bitlis ignimbiriti farklı seviyelerden alınan örneklerin ana oksit ve bazı iz element analiz sonuçları

Tablo-5: Bitlis ignimbiriti farklı seviyelerinde hesaplanan ayrıştırma indeks değerleri

Tablo 6: Bitlis ignimbiriti taban, orta ve tavan seviye örneklerinin kuru (γ_k), doymun (γ_d) ve tane birim hacim ağırlık (γ_t) ve porozite (gözeneklilik) deney sonuçları

Tablo 7: Bitlis ignimbiriti taban, orta ve tavan seviye örneklerinin donma çözünme öncesi ve sonrasındaki sonik hız deney sonuçları

Tablo 9 Bitlis ignimbirit örnekleri suda dağılmaya karşı duraylılık deney sonuçları

Tablo 10- Tek eksenli sıkıştırma dayanımına göre kaya sınıflaması (ISRM 2007)

Tablo 11- Bitlis ignimbirit örneklerinin tek eksenli sıkıştırma dayanımı sonuçları

III. ÇİZİM LİSTESİ

Çizim 1- Kazı öncesi hamam ve çevresi

Çizim 2- Kale Hamamı'nın plan ve kesidi

Çizim 3- Kale'nin genel planı

Çizim 4- Çeşitli ağız, gövde ve dip örnekleri

Çizim 5- Yüzeyi Kabartma bezemeli seramiklerden örnekler

Çizim 6- Lülelerden çıkarılan örnekler

Çizim 7- Avrupa jetonlarından birinin ön ve arka yüz çizimi

Çizim 8- Bitlis- Verkanisi Türbesi planı

Çizim-9: İnceleme alanı yerbulduru haritası ve jeomorfolojik durumu

Çizim 10: Türkiye'nin tektonik yapıları ve inceleme alanının konumu (Bozkurt 2001)

Çizim 11: Bitlis Kalesi ve çevresinin jeoloji haritası (Şengün, 1983'den alınmıştır)

Çizim 12: Bitlis ignimbiritinin Bitlis Kalesi tip lokasyonundaki kolon kesiti

- Çizim 13: Bitlis ignimbiritini oluşturan tavan, orta ve taban seviyelerin arazi ve mikroskop görüntüleri (snd: sanidin, plg: plajiyoklaz, opq.m: opak mineral, v.cm: volkan camı, shd: shard, k.pç: kayaç parçası, T.N.: Tek Nikol)
- Çizim 14: Bitlis ignimbiriti taban, orta ve tavan seviyelerinden alınan örneklerin XRD difraktogramları (Plg: plajiyoklaz, K-feld: K-feldispat, Prx: Piroksen, Mgnt: Manyetit, Hmt: Hematit, İlm: İlmenit) Çizim-16: Bitlis ignimbirit farklı adlandırma diyagramlarındaki konumları
- Çizim 15: Bitlis ignimbiriti taban, orta ve tavan seviye örneklerinin ana oksit (%) değer dağılım aralıkları
- Çizim 16: Bitlis ignimbirit farklı adlandırma diyagramlarındaki konumları
- Çizim 17: Bitlis İgnimbiriti taban, orta ve tavan seviye örneklerinin bazı iz element (ppm) değerleri dağılım aralıkları
- Çizim18: Bitlis ignimbiriti farklı seviye örneklerinin çoklu element (spider) diyagramları (element sıralanışları Pearce (1983)'e göre yapılmıştır)
- Çizim 19: Türkiye için hazırlanmış eş donma-çözünme çevrim sayısı kontur haritası (Binal vd. 1998).

IV. RESİM LİSTESİ

- Resim 1- Bitlis Kalesi'nin genel görünümü
- Resim 2- Kazı çalışmalarından bir görünüm
- Resim 3- Kazı alanında jeoradar çalışmaları
- Resim 4- Konservasyonu yapılan merdivenlerden görünüm
- Resim 5- Hamamın üzerini kapatan çatı
- Resim 6- Uyarı levhalarından biri
- Resim 7- Kale Hamamı'nın genel görünümü
- Resim 8- Hamamın sıcaklığından görünüş
- Resim 9- Halvet kubbelerinin içten görünüşü
- Resim 10- Hamamın doğusundaki mekânlar
- Resim 11- Kazıda çıkarılan tandırlardan bazıları
- Resim 12- İç Kale'den genel görünüş
- Resim 13- İç Kale'deki mekânlardan bazıları
- Resim 14- Çini fırını malzemesi olan üç ayaklar
- Resim 15- Kazıda çıkan sırlı tuğlalar
- Resim 16- Sırsız seramik kaplardan örnekler
- Resim 17- Sırsız seramik kaplardan diğer örnekler

- Resim 18- Kullanım amaçlı olarak kullanılan sırlı kap-kacak parçaları
- Resim 19- Sırlı seramiklerden örnekler
- Resim 20- Kazıda çıkarılan sikke örnekleri
- Resim 21- Kazıda çıkarılan sikke örnekleri
- Resim 22- Kazıda çıkarılan sikkelerin bir bölümü
- Resim 23- İç Kale'de çıkarılan Akkoyunlu sikkeleri
- Resim 24- Kazıda çıkarılan çeşitli boncuk örnekleri
- Resim 25- I. Bölge jeoradar çalışma alanları
- Resim 26- II. Bölge jeoradar çalışma alanları
- Resim 27- III. Bölge jeoradar çalışma alanları
- Resim 28- IV. Bölge jeoradar çalışma alanları
- Resim 29- Tatvan- Çekmece Köyü, Kale duvarlarından görünüş
- Resim 30- Tatvan- Nemrudun Develeri olarak bilinen kayalar
- Resim 31- Bitlis- Verkanisi Türbesi
- Resim 32- Bitlis-Şeyh Tahiri Gürge Türbesi yanındaki mezarlık
- Resim 33- Bitlis- İhlasiye Medresesi'nin bahçesindeki mezar taşlarından biri
- Resim 34- Bitlis- Kaki sokaktaki figürlü ev
- Resim 35- Bitlis- Yakub Ağa Evi
- Resim 35- Bitlis- Yakub Ağa Evi
- Resim-36: Bitlis ignimbiritinin tabanındaki tüf seviyelerinin arazi görünüşleri
- Resim-37: Bitlis Kalesi tip lokasyonunda görülen taban ve orta seviyenin arazi fotoğrafları
- Resim-38: Bitlis Kalesi tip lokasyonunda görülen tavan seviyenin arazi fotoğrafları
- Resim-39: Bitlis ignimbiritinde görülen kristal bileşenlerin mikrofotoğrafları (snd: sanidin, plg: plajiyoklaz, prx: piroksen, k.pç: kayaç parçası, Ç.N: Çift Nikol, T.N: Tek Nikol)
- Resim-40: Bitlis ignimbiritinde görülen kristal ve cam bileşenlerin mikrofotoğrafları (opq. m: opak mineral, an: anortoklaz, plg: plajiyoklaz, prx: piroksen, shd: shard, k.pç: kayaç parçası, fm: fiamme, Ç.N: Çift Nikol, T.N: Tek Nikol)
- Resim-41: Bitlis ignimbiritinde görülen farklı bileşimli litik bileşenlerin mikrofotoğrafları (vkpç: volkanik kayaç parçası, mkpç: metamorfik kayaç parçası, q: kuvars, plg: plajiyoklaz, T.N: Tek Nikol, Ç.N: Çift Nikol)

Resim-42: İgnimbirit örnekleri üzerinde yapılan sonik hız deney düzeneği ve ölçümlü.

Resim-43: Tek eksenli sıkışma (UCS) dayanımı deney düzeneği ve eksenel boy kısılmasının ölçümü.

Resim 44: Bitlis Kalesi ve çevresindeki yoğun yapılaşmadan (a, b), Bitlis deresinden genel görünüm (c,d).

Resim-45: Bitlis kalesinde ağaç köklerinin neden olduğu fiziksel ayrışmalar (a,b)

Resim-46: Bitlis Kalesinde görülen sütun şekilli çatlaklar ve kaya devrilmeleri

Resim-47: Kale surlarında görülen farklı derecedeki ayrışmalar (a,b,c) ve kalenin temel kayalarında görülen tuzlanmalar (d)

V. ÖZET

Bitlis'te Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın izinleriyle 1997 yılında başlayan yüzey araştırmaları ve 2004 yılından itibaren gerçekleştirilen Bitlis Kalesi Kazısı, 2006 yılından itibaren üç yıl süreyle TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Bu alışmalar yüzey araştırmaları, kazı, konservasyon, restorasyon gibi farklı teknikler kullanılarak, çok yönlü bir bakış açısı ve disiplinler arası bir yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. Sanat Tarihi, Arkeoloji, Mimarlık, Jeoloji gibi farklı alanlardan bilim insanlarının katıldığı çalışmalarda Bitlis ve çevresi incelenerek yüzeyde bulunan kültür varlıkları belgelenmiştir. Bunun yanında projenin ikinci ayağını oluşturan Bitlis Kalesi'nde bilimsel yöntemlerle gerçekleştirilen kazı çalışmalarında kalenin mimari yapılanmasını ortaya çıkarmaya yönelik bulgular elde edilmiştir. Bu yapılar içinde hamamın restorasyon projesi hazırlanmıştır.

Kazılar sırasında çıkarılan toprağın elenmesiyle, sanatsal nitelikleri kadar, kalede yaşanan sosyal yaşamın farklı yönlerine ışık tutması bakımından da önem taşıyan küçük buluntular ele geçmiştir. Seramik, sikke, lüle, takı gibi farklı gruplardan oluşan bu buluntuların temizlik, bakım ve onarım çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Kalede yapılan çalışmaların önemli bir aşamasını kalenin kurulduğu doğal kaya tabakalarında gerçekleştirilen jeolojik araştırmalar oluşturmaktadır. Surların üzerinde yükseldiği kayalarda uzun süreçlerde farklı etkenlere bağlı gelişen bozulmalar, yapılan laboratuvar incelemeleri ve gözlemlerle irdelelenerek, bozulmalara neden olan etkenlerin giderilmesi ve surların yıkımını önleyecek çalışmaların yapılmasına yönelik bazı çözüm önerilerine ulaşılmıştır. .

Anahtar kelimeler: Kale, kazı, yüzey araştırması, mimari, sur, bur, konservasyon, restorasyon, seramik, sikke, lüle.

ABSTRACT

The surface researches in Bitlis which began in 1997 with permission of Culture and Tourism Ministry and Bitlis Castle excavation that has been made since 2004 have been supported by TÜBİTAK since 2006 for three-year time. These workings, with the use of different techniques like surface searches, excavation, conservation, restoration, were carried out with a broad point of view. At the workings, which were attended by scientists from different departments such as Art History, Archeology, Geology, the culture beings found on the surface were documented with the investigation of Bitlis and its around. Moreover, with the excavation workings that were made with scientific ways in Bitlis Castle, which constitutes the second-leg of project, it was taken findings so as to bring to light the architectural formation of the castle. In these constructions, the restoration project of hamam (Turkish bath) was prepared.

During the excavations, there were found small, but important findings that light the different ways of social life in castle. The care and repair workings of these findings, which consisted of ceramic, coin, lüle, could not be carried out.

The geologic searchings, carried out at the strata of natural rock on which the castle was constructed, constitute the important phase of the workings. The degradation that occurred on the ramparts of the castle depending on different effects were investigated thoroughly with observation and laboratory researches, and was gained some solution proposals to eradicate the degradation reasons and to protect the ramparts.

Key Words: castle, excavation, survey, architectural, rampart, tower, conservation, restoration, ceramic, coin, tobacco pipe

VI. GİRİŞ

Proje ile ilgili değerlendirmeye geçmeden önce, inceleme kapsamına aldığımız bölgenin tarihi hakkında genel bilgiler vermek yararlı olacaktır.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde, Van Gölü'nün batı yönünde yer alan Bitlis, eski çağlardan itibaren yerleşimlerin yapıldığı önemli bir geçit noktasında yer almaktadır.

Şehrin kuruluşu ile ilgili olarak rivayetler Büyük İskender dönemine kadar uzanmaktadır. Kaynaklarda Badlis yada Bedlis gibi adlarla anılan şehrin ilk olarak kimler tarafından kurulduğu kesin olarak bilinmemektedir. Ancak bu bölge M.Ö. IX-VIII. Yüzyıllar arasında Urartu hakimiyetinde kalmış, daha sonra sırasıyla Asur, Pers, Selevkos ve Bizans gibi devletlerin sınırları içine dahil olmuştur.

VII. yüzyılın ortalarına doğru Müslüman Arapların etkisinin hissedilmeye başlandığı bölge, Hz. Ömer zamanında 641 yılında fethedilmiştir. Birkaç defa Bizans tarafından geri alınan Bitlis çevresinde Mervani, Büyük Selçuklu, Ahlatşah, Artuklu, Eyyubi ve Anadolu Selçukluların hüküm sürmüştür. XIV-XV. yüzyıllarda Şerefhanlar ile birlikte Karakoyunlu ve Akkoyunluların görüldüğü bölge, XVI. yüzyılın başlarında Osmanlı-Safevi mücadelesinin odak noktalarından biri durumuna gelmiştir. 1534 yılında kesin olarak Osmanlı idaresine giren şehir ve çevresi başlarda merkezden gönderilen, daha sonra Şerefhanlar sülalesinden seçilerek atanan beylerle yönetilmiştir. Başlangıçtan itibaren Kale, bu çevreyi yöneten bey ve askerlerinin kaldığı bir yönetim merkezi olarak kullanılmıştır. 1879 yılında vilayet haline getirilen Bitlis'in idaresi, XIX. yüzyılın sonlarında yine merkezden gönderilen paşalarla sağlanmıştır. Bu tarihlerde Bitlis Kalesi boşaltılmış; şehrin yöneticileri, Kalenin hemen alt tarafına inşa edilen vilayet binasına taşınmıştır. Cumhuriyet döneminde bir süre Muş'a bağlı kaza olarak kalmış, 1936 yılında yeniden il merkezi olmuştur.

Bölgenin yaşadığı tarihi geçmişi çok genel hatlarıyla bu şekilde özetledikten sonra, proje kapsamında yapılanlara kısaca değinelim.

Bitlis Kalesi Kazısı ve Bitlis Bölgesi Yüzey Araştırması konulu projede yapılanları genel hatlarıyla ikiye ayırmak mümkündür. İlki, -şehrin ortasında yer alan-kalede, büyük ölçüde toprak altında kalan yapıları ortaya çıkarmak amacıyla yapılan

kazılar, diğeri de Bitlis il merkezi ile çevredeki ilçe ve köylerde yer alan tarihi mirası tespit etme amaçlı yüzey araştırmalarıdır.

Ancak proje yürütülürken, günümüze kadar alışlagelmiş Sanat Tarihi alanında uygulanan metotların yanı sıra disiplinler arası bir çalışma programı öngörölmüş ve uygulanmıştır.

VII. GENEL BİLGİLER

Bitlis ve çevresinde yürütülen çalışmalar, bölgede henüz bilinmeyen Ortaçağ ve sonrasına ait kültür varlıklarının bilimsel metotlara uygun tespiti ve incelenmesine yönelik sürdürülen yüzey araştırmaları ve il merkezinde yer alan, bölgenin uzun yıllar idari merkezi olan kalede tümüyle toprak altında kalan tarihi eserleri ortaya çıkarmayı amaçlayan kazı çalışmalarından oluşmaktadır.

Bitlis ve çevresindeki Ortaçağ ve sonrası kültür varlıklarını konu alan yüzey araştırmaları Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün resmi izinleriyle 1997 yılından itibaren sürdürülmektedir. Bölgenin kültürel gelişimini belirleme ve belgeleme amaçlı yürütülen bu araştırmalar, Bitlis merkez ilçe başta olmak üzere Güroymak, Tatvan, Hizan, Mutki, Ahlat ve Adilcevaz ilçeleri ile bu ilçelere bağlı yerleşim birimlerini kapsamaktadır. Bugüne kadar yapılan yüzey araştırmalarında Selçuklu döneminden itibaren Karakoyunlu, Akkoyunlu, yerel beylikler ve Osmanlı döneminin sonuna değin bölgenin kültürel gelişimi belgelenmiştir. Devam eden bu çalışmalarda farklı işlevlere sahip mimari yapıların yanında, çok sayıda tarihi mezarlık ve mezar taşı tespit edilmiştir.

2004 yılında T.C. Bakanlar Kurulunun 31.07.2003 tarih ve 2003/6006 sayılı kararı çerçevesinde Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın resmi izni ile Bitlis Kalesi'nde kazı çalışmalarına başlanmıştır.

Doğu Anadolu'da çok azı günümüze ulaşan kale mimarisi içinde önemli bir örnek durumundaki Bitlis Kalesi'nde, 2004 yılında T.C. Bakanlar Kurulunun 31.07.2003 tarih ve 2003/6006 sayılı kararı çerçevesinde Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın resmi izni ile kazı çalışmalarına başlanmıştır. Önemli jeopolitik konumu nedeniyle çağlar boyunca farklı kültürler tarafından kullanılan Bitlis Kalesi'nin ilk kullanım dönemi henüz netlik kazanmamış olsa da, tarihi süreçte farklı kültürlerin hakimiyeti altında kaldığı ve Osmanlının geç dönemlerine kadar aktif yönetim mekânı olarak tercih edildiği anlaşılmaktadır. Kazı çalışmalarının tamamlanmasının ardından kalenin farklı kültürlerin yönetiminde nasıl bir kullanıma tâbi tutulduğu aydınlatılmış olacak, böylece şimdiye kadar tekrar edilemeyen söylentiler, yerini bilimsel gerçeklere

bırakarak netlik kazanmış olacaktır. Bu çalışmalar bölgenin değişik dönemlerdeki sosyal, siyasal, dini ve ekonomik yapısını ortaya koymaya yönelik önemli ipuçları sunmaya da devam etmektedir. Şimdiye kadar ki süreçte ortaya çıkarılan ve işlevi netlik kazanan yapılar restorasyon çalışmaları ile sağlamlaştırılarak ayağa kaldırılacaktır. Bu restorasyonlar için hazırlanan projelerde uygulama aşamasına gelmiştir. Bu tür çalışmalar, kale ve içerdiği yapıların ayağa kaldırılarak kentin tarihi dokusunda hak ettiği yeri almasına ve bu bakımdan Mimarlık ve Sanat Tarihi açısından olduğu kadar, bölgedeki kültürel turizme sağlayacağı fayda bakımından da önem taşımaktadır.

VIII. GEREÇ VE YÖNTEM

Bitlis ve çevresinde sürdürülen yüzey araştırmaları ve kazı çalışmaları belli bir metodolojik sistem içerisinde Sanat Tarihi disiplininin kendine özgü yöntemlerinin yanı sıra Arkeoloji, Mimarlık, Jeoloji, Coğrafiya gibi farklı disiplinlerin kullandığı gereç ve yöntemlerden faydalanılarak yapılmıştır.

Kent merkezinde doğal bir kayalık üzerinde yer alan ve bugün bir bölümü ayakta olan surlarla sınırlandırılan Bitlis Kalesi'nde (Resim 1), farklı teknolojilerden de faydalanılarak yapılan çalışmalarla, mimari yapılanma ortaya çıkarılmaya devam etmektedir.

Arazi alışmaları kazı (Resim 2), restorasyon, jeoloji çalışmaları olmak üzere üç farklı aşamada yürütülmüştür. Bunun yanında elde edilen küçük buluntularda temizlik bakım ve onarım çalışmaları arazi çalışmalarıyla eş zamanlı olarak sürdürülmüştür.

Projede 2006, 2007 ve 2008 yıllarını kapsayan üç kazı sezonunda alışmalar, Temmuz-Ağustos olmak üzere iki aylık sürelerde gerçekleştirilmiştir. alışmalar öncesindeki dört aylık dönem literatür, üç aylık dönem arazi öncesi hazırlıklara ayrılmıştır.

Kazıda kullanılagelen gereçlerle, plankare sisteminde çalışılmış ve her çalışma döneminde belirlenen alanlarda zeminin tabaka tabaka indirilmesiyle, toprak altındaki mevcut mimari oluşum ortaya çıkarılmıştır.

Bu klasik yöntemin yanında, arkeolojik kazı çalışmalarında yaygın kullanılmaya başlanan geniş-ölçekli jeofizik araştırmalar yapılarak, manyetik gradyometre araştırmalarıyla, çalışılacak alanlar kısa süre içinde görüntülenmiş ve kazı alanında yeraltında bulunan yapıların araştırılması amacıyla arkeojeofizik amaçlı GPR (Ground Penetrating Radar – Yer altı Radarı) ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Resim 3). Bu araştırma bundan sonra yürütülecek kazıların daha bilinçli ve sistemli biçimde yürütülmesini sağlayarak çalışmaları hızlandıracaktır.

Kaledeki arkeojeofizik araştırmalarda kullanılan GPR dizgesi bilgisayar, kayıt aygıtı CU (Control unit), alıcı ve verici, antenlerden oluşmaktadır. Araştırmalarda

belirlenen bölgelerde uygulanan GPR ölçümleri ile 0-7 metre arası derinlikte bulunan gömülü yapılar 47 adet profil ile araştırılmış ve yapısal unsurlar ortaya konulmuştur.

Her sezon sonrasında kazı çalışmaları esnasında ve sonrasında ortaya çıkarılan yapı ve malzemelerin her türlü kayıtları yapılarak, fotoğraf çekimleri yapılmış ve bilgisayar ortamında tasniflenerek arşivlenmiştir.

Kazılar sırasında çıkarılan mimari kesitlerin yanında kaleye çıkışı sağlayan merdivenlerin konservasyonları yapılmıştır (Resim 4). Hidrolik kireç, kum ve su karışımının meydana getirdiği harçla, duvarları oluşturan taşların arası sağlamlaştırılmış; düşen taşlar yerine yerleştirilmiş ancak taş sıralarının üzerine, yeni bir sıra oluşturacak biçimde ilâve yapılmamıştır. Bu çalışmalarımızla, ortaya çıkardığımız kalıntıların sadece mevcut durumuyla geçici korunmaları sağlanmıştır.

Bu kapsamda yapılan diğer bir çalışma, hamamın üzerinin geçici olarak kapatılmasıdır. Kazılarda ortaya çıkardığımız hamamın, uzun süren kış mevsimi nedeniyle zarar görmemesi için yapının üzeri, demir direklerle taşınan bir çatıyla kapatılmıştır (Resim 5). Ayrıca, doğal kaya bloklarındaki devrilme riski nedeniyle kalenin farklı yerlerine uyarıcı levhalar yerleştirilmiştir (Resim 6).

Çalışmaların önemli bir aşamasını, kazı esnasında çıkarılan bulgu ve belgelerin laboratuvara taşınarak temizlenmesi, bakımı ve onarımı oluşturmuştur. Buluntular, malzemelerine göre madeni buluntular, pişmiş toprak buluntular ve cam buluntular olmak üzere üç gruba ayrılmış ve malzemelerine uygun tasnifi yapılan eserler farklı teknik donanım ve kimyasallarla temizlenerek onarılmıştır. Bu evrelerin ardından çizimleri yapılarak ölçekli fotoğrafları alınan ve bilgisayar ortamına aktarılan küçük buluntuların ayrıntılı envanter kayıtları tutulmuştur. böylece kale ile ilgili yapılacak yorum ve değerlendirmelerde fayda sağlayacak geniş ölçekli bir buluntu arşivi oluşturulmuştur.

Yüzey araştırmaları öncesinde incelenecek yerleşim birimleri belirlenmiş, ve belirlenen yerleşimler öncelikli olmak üzere, bölge köy köy gezilerek mevcut kültür varlıkları tespit edilmiş ve tespit edilen eserler çizim ve fotoğraf çalışmaları yapılarak belgelenmiştir. Böylece bölgenin kültürel haritasının tamamlanması adına önemli veriler elde edilmiştir.

Kazı ve yüzey araştırmalarında gerek arazi, gerekse laboratuvar çalışmalarında kullanılmak üzere çeşitli sarf malzemeleri, dizüstü bilgisayarlar, renkli yazıcılar,

scanner, dijital fotoğraf makineleri, ölçü malzemeleri, fotoğraf malzemeleri, kazı araç gereçleri, tespit edilen yapıların koordinatlarının sağlıklı olarak belirlenebilmesi için GPS, kazı alanının topoğrafik yapısının ortaya konması, açığa çıkarılan alanların bu topoğrafya içindeki konumlarının saptanması için Total Station, kazı öncesi toprak altındaki yapılaşmanın tespiti için GPR (Ground Penetrating Radar) kullanılmıştır. İgnimbirit örneklerinde mikroskop çalışmaları sırasında belirlenemeyen daha küçük boyutlu bileşenlerin kalitatif analizleri ve kristal yapılarını belirleyebilmek için taban, orta ve tavan seviyelerinden toplam 9 adet kayaç örneği toz haline getirilmiş, X-Işınları Difraktometre (XRD) ile analizleri yapılmıştır.

Gerek yüzey araştırmaları gerekse kazı çalışmalarında arazi öncesi ve arazi çalışmaları ile elde edilen verilerin değerlendirilmesi, belli dönemlerde gerçekleştirilen literatür çalışmaları sonucu elde edilen bilgilerle birleştirilerek bölgenin kültürel tarihi konusunda önemli birikimler elde edilmiştir.

IX. BULGULAR

VIII- 1. Bitlis Kalesi Kazısı:

Bitlis Kalesi Kazılarının sonuçları; kazılar sonrasında ortaya çıkarılan yapılar, gerek çalışmalar sırasında gerekse toprağın elenmesi sonucu elde edilen küçük buluntular ile kazılan ve henüz kazılmayan alanlardaki jeoradar sonuçlarının değerlendirilmesi başlıkları altında ele alınacaktır.

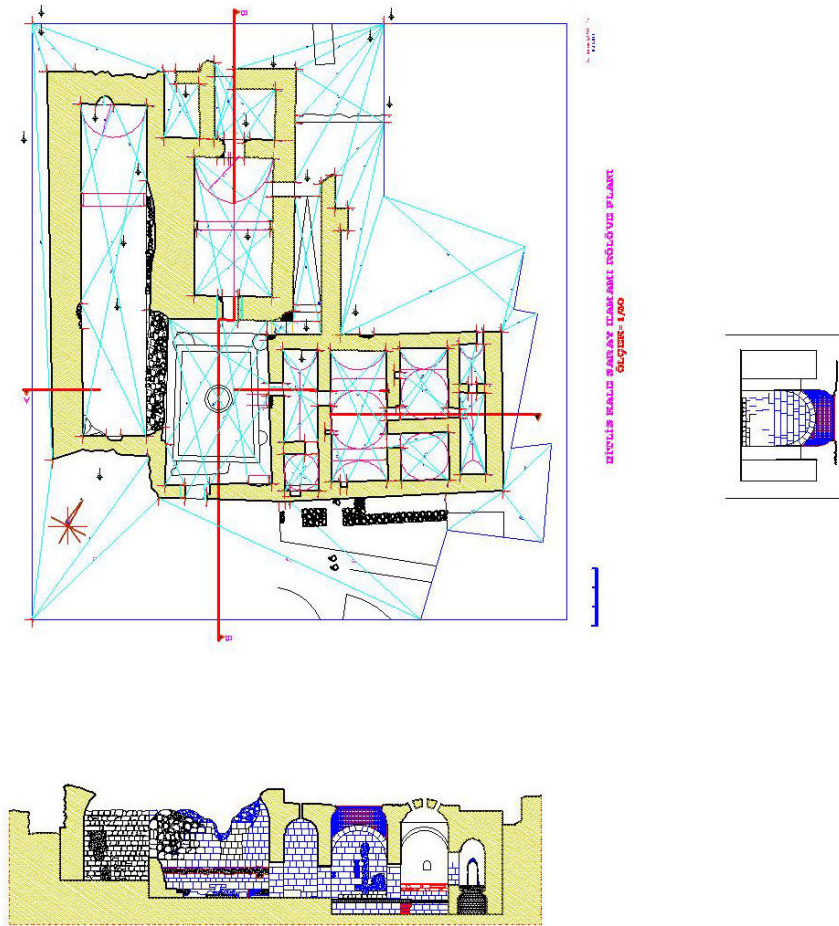
IX- 1-1. Kazılarda Ortaya Çıkarılan Yapılar:

Kaledeki kazılar, Kazılar sonucunda elde edilen mimari bulgular içinde sadece bir yapının işlevi net olarak belirlenebilmiştir.

Çizim 1- Kazı öncesi hamam ve çevresi

Çalışmalar öncesinde sadece iki mekânı toprak üstünde mevcut olan ve halk arasında hamam olduğu söylenen yapının soğukluk, ılıkılık ve sıcaklık bölümleri ile ortaya çıkarılmasıyla hamam olduğu netlik kazanmıştır (Resim 7-8-9). Bir bölümünde üst örtüsünü oluşturan kubbeleriyle sağlam biçimde ortaya çıkarılan hamam, düzgün kesme taş malzeme ile inşa edilmiştir. Duvarların yüzeyinin içten sıvandığı anlaşılmaktadır. Üst örtüde tuğla kullanılmıştır. Yazılı herhangi bir kalıntıyla karşılaşılmadığı için tarihi konusunda kesin yargılara ulaşamadığımız hamamın plan ve mimari özelliklerinden hareketle 15. yüzyıla ait olduğu düşünülmektedir. Hamamın ılıkılık, tuvalet, halvetler ve külhan bölümleri sağlam, soğukluk ve sıcaklık bölümlerinin üst örtüleri yıkık olarak gün yüzüne çıkarılmıştır (Pektaş 2008).

Hamam hazırlanan restorasyon projesinin yetkili birimlerden gerekli izni alınmasıyla birlikte aslına uygun biçimde restore edilerek ayağa kaldırılacaktır.



Çizim 2- Kale Hamamı'nın röleve plan ve kesitleri

Alınan örneklerden, hamamda kullanılan kireç harçları üzerinde yapılan kimyasal analizlerde; % 32 - % 35 oranında sönmüş ve bekletilmiş kireç, % 22 - % 30 oranında taş tozu, % 30 - % 35 ile % 65 - % 66 oranlarında yıkanmış dere kumunun kullanıldığı tespit edilmiştir.

Aşağıdaki tabloda, kaleden alınan harç örneklerinin kızdırma kayıpları, asit testi, elek analizleri, spot testlerinin sonuçları gösterilmektedir:

| Örnek No | Asitte Kayıp (%) | Elek Analizleri (%) | | | | | Kızdırma Kayıpları | | | Spot Testler | |
|----------|------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------------|--------------------|--------|--------------------|----------------------------------|-----------------|
| | | 1180 μ | 600 μ | 250 μ | 125 μ | <125 μ | % Nem | % Org. | %CaCO ₃ | (SO ₄) ⁻² | Cl ⁻ |
| 1 | 65,19 | 61,41 | 9,24 | 16,85 | 7,07 | 5,43 | 1,09 | 5,71 | 60,70 | - | - |
| 3 | 60,30 | 25,77 | 9,80 | 36,69 | 17,65 | 10,08 | 2,80 | 6,96 | 45,31 | - | - |
| 4 | 22,01 | 58,05 | 16,29 | 15,94 | 6,76 | 2,95 | 3,04 | 8,33 | 12,31 | - | ++ |

Tablo 1- Harç örneklerinin test sonuçları

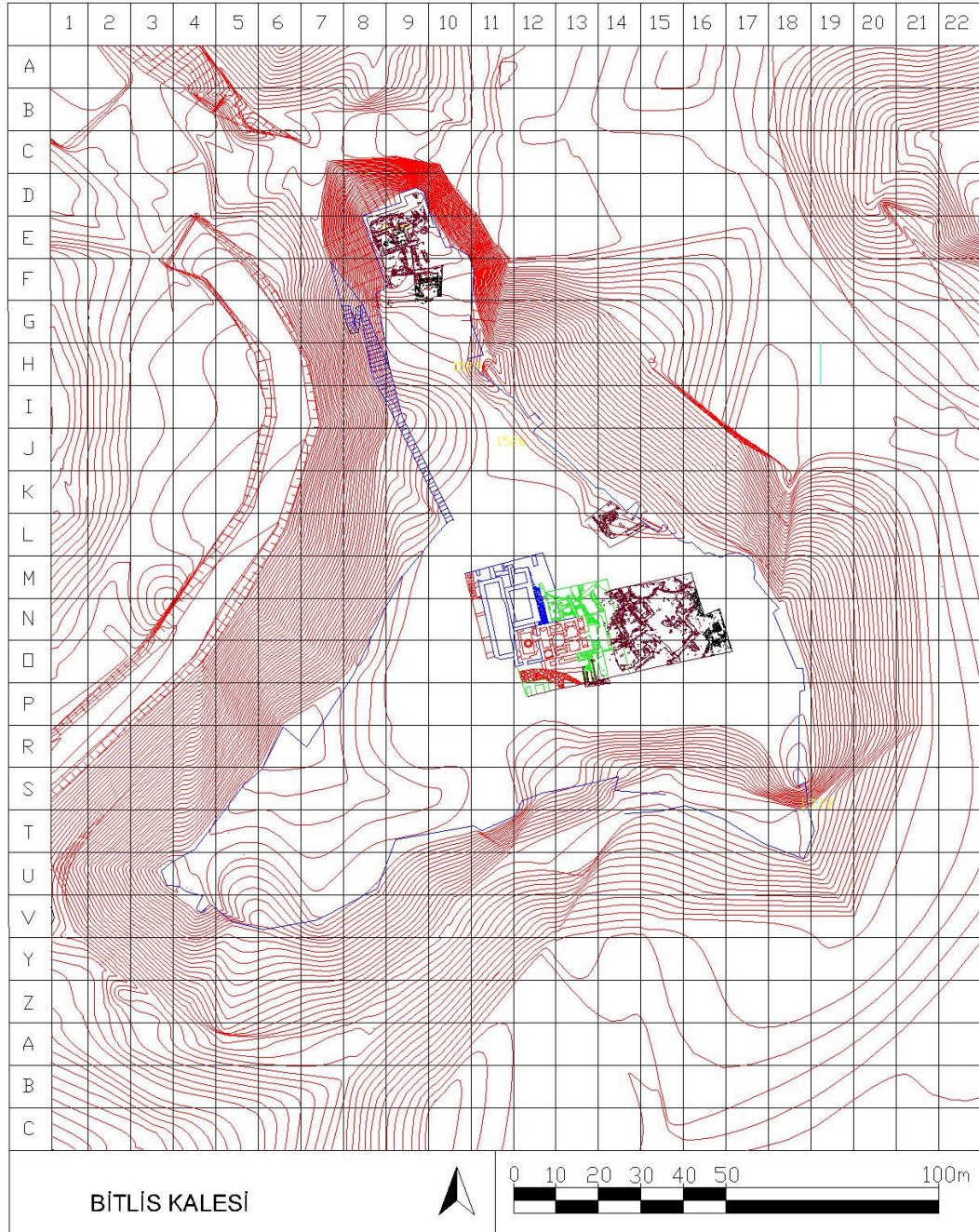
Kireç harçlarında genelde iki farklı tür karşımıza çıkmaktadır: İlki, açık bej/sütlü kahve renkli, sert dokulu, kısmen gözenekli, taş parçacıkları içeren görünür ince agregalı kireç harcı olup kumtaşı sağlamlığındadır. Yine aynı sağlamlığa sahip diğer kireç harcı açık gri renkli, yer yer kireç lumpları içeren, sert dokulu, kısmen gözenekli, görünür ince agregalıdır.

Hamamın güney ve doğu kesiminde yoğunlaşan çalışmalarda inilen farklı derinliklerdeki yüzeylerde birbirini farklı doğrultularda kesen ve boyutları değişken mekanlarla karşılaşmıştır. Bu mekânları belirleyen duvarlar değişik yüksekliklerdedir. Bazılarında tandır sistemleriyle karşılaştığımız bölümlerin işlevleri tam olarak belirlenememiştir (Resim 10-11). Ancak 19.yy sonu ile 20.yy başlarına ait sivil mimari örneklerine ait birimler olduğu özellikle seramik buluntulardan oluşan kap kacaklardan anlaşılmaktadır.

Hamamın çevresinde yürütülen çalışmaların yanında kazıların sürdürüldüğü diğer bir alan kuzeyde yer alan ve diğer alanlardan daha yüksek bir koddan konumlanmış İç Kale'dir. Burada da diğer kesimlerde olduğu gibi farklı boyutlarda olan ve birbirini değişik doğrultularda kesen mekânlar ortaya çıkarılmıştır (Resim 12-13). Benzer belirsizliğin bu bölümde de söz konusu olduğu birimlerin işlevi ilerleyen dönemlerde netlik kazanacaktır. Bununla birlikte İç Kale'den çıkan buluntular arasında, XV. yüzyıl

sonlarına ait Akkoyunlu sikkeleri, buradaki yerleşimin tarihi konusunda önemli bir ipucu vermektedir (Pektaş 2009).

Ancak İç Kale’de ortaya çıkartılan bir mekânın genel düzenlemesi ve çıkan üç ayak buluntuları, bu bölümün çini fırını olabileceğini akla getirmektedir (Resim 14). Bununla ilgili kesin yargıya kazıların sonuçlanmasından sonra ulaşabileceğimizi düşünüyoruz.



Çizim 3- Bitlis Kalesi'nin genel planı

IX- 1-2. Küçük Buluntular:

Çalışmalarda ele geçen buluntular, metal buluntular, pişmiş toprak buluntular, cam buluntular olmak üzere genel olarak üç gruba ayrılmaktadır.

Pişmiş Toprak Buluntular

Küçük buluntular içinde çoğunluğu pişmiş toprak malzemedен yapılan eserler meydana getirmektedir. Bunlar mimari süslemede kullanılan sırlı tuğlalar, mutfak malzemesi olarak kullanılan sırlı ve sırsız çeşitli formda kap kacaklar ve tütün içiminde kullanılan lülelerdir.

Ele geçirilen sırlı tuğlaların büyük bölümü dikdörtgen formlarda düzenlenen ve uzun kenarlarından bir yüzeyinde firuze sırla kaplanarak renklendirilen malzemelerdir (Resim 15). Bunun yanında mavi-beyaz renkli bitkisel dekorlu çini plaka parçalarının da mimaride süsleme unsuru olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır.

Buluntu grupları içinde çok sayıda karşılaştığımız ve birbirini tekrar etmeyecek bir çeşitliliğe sahip olan kap kacaklar, pişmiş toprak malzemedен yapılmaları dışında teknik, renk, form ve süsleme özellikleri bakımından farklı özellikler göstermektedir (Resim 16-17). Genellikle çark yapımı seramikler içinde sırsız olan birkaç örnek dışında parçalı durumda ele geçmiştir. Günlük kullanım amacıyla üretilmiş sırsız kap-kacaklar dip, ağız ve gövde parçaları ile kulplardır (Çizim 4-5).

Çizim 4- Çeşitli ağız, gövde ve dip örnekleri

Genellikle kahverengi yada kırmızı renkli, daha az olarak siyah ve beyaz hamurla yapılan seramikler, geniş ağızlı ve hafif derin, muhtemelen depo amaçlı olarak da kullanılan kapların yanı sıra derinliği daha az ve daha küçük yemek veya sıvı kapları olarak kullanılmaktaydı. Genellikle gövdelerinde kazıma yada kabartma yoluyla yapılmış primitif bezemelerin görüldüğü bu seramiklerin son dönemlere kadar kullanıldığı bilinmektedir. Bu örneklerin benzerlerinin yapımı, günümüzde de Bitlis'te devam etmektedir.

Çizim 5- Yüzeyi kabartma bezemeli seramiklerden örnekler

Seramikler arasında bir bölümü barbutin tekniğinde yapılan kabartma desenliler ilk olarak bu yıl ortaya çıkarılmıştır. Beyaz ve kırmızı hamurlu seramikler üzerinde, baskı tekniğinde yapılan bezemelerde eşkenar dörtgen şeklindeki geometrik kompozisyonların yanı sıra, düz çizgilerin arasındaki 6 yada 8 yapraklı çiçekler ve düğüm kompozisyonlar dikkati çekmektedir (Çizim 5).

Sırlı seramikler özellikle renk, teknik ve desen bakımından oldukça farklı çeşitlemeler sunmaktadır (Resim 18-19). Örneklerin büyük bölümü bölgenin Osmanlı

hakimiyeti altında kalan 16. yüzyıldan 19. yüzyıla uzanan devreye tarihlenmektedir. Bazı parçalarda Osmanlı öncesi döneme de işaret eden seramiklerin bir bölümünde yerel uygulamalar olarak adlandırabileceğimiz özellikler de söz konusudur. Sırlı seramiklerde özellikle sır altı, renkli sır ve kazıma teknikleri yaygınken, kullanılan renkler arasında mavi ve beyazın önde geldiği, bunun yanında sarı, kahverengi, yeşil gibi renklerin de farklı tonlarda kullanıldığı gözlenmektedir. Uygulanan desenlerde bitkisel karakterli kullanımlar önceliklidir. Palmet ve rumilerin yanında serbest fırça dokunuşlarıyla oluşturulan soyut bitkisel düzenlemeler de kullanılmıştır. Çin ve İran kökenli olduğunu düşündüğümüz ithal bazı parçalarda balık, ceylan gibi figürlerin de yer aldığı gözlenmektedir.

Pişmiş toprak buluntular içinde önemli bir grubu Osmanlının son dönemlerinde kullanıldığı bilinen tütün lüleleri oluşturmaktadır (Resim 20-21; Çizim 6). Kazı alanlarımızın hemen tamamında özellikle üst katmanlarda ele geçirilen lüleler formlarına göre tüteklikli, yuvarlak çanaklı ve hazneli olmak üzere farklı gruplara ayrılmaktadır. Lülelerde kullanılan siyah, kırmızı, ve beyaz hamurun gözeneksiz ve oldukça kaliteli olduğu gözlemlenmektedir.

Çizim 6- Bitlis Kalesi'nden çıkarılan lülelerden iki örnek

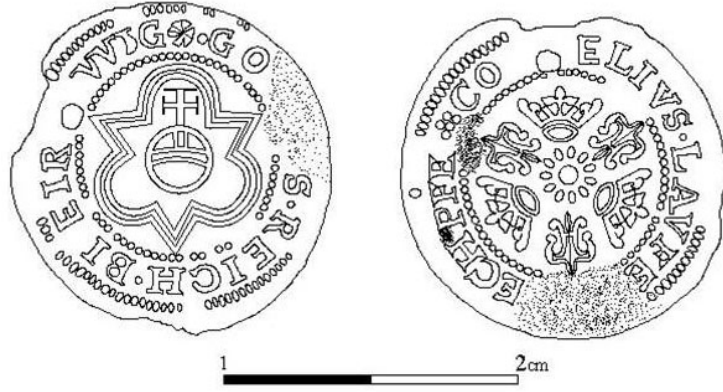
Bir bölümü sağlam biçimde ele geçirilen örneklerin büyük çoğunluğu kırık durumdadır. Bütün form gruplarında ortak bir özellik ince işçilikli geometrik desenlerle oluşturulan süsleme anlayışıdır.

Metal Buluntular:

Metal buluntular içinde en önemli grubu farklı dönemlere ait sikkeler oluşturmaktadır. Farklı alışımaların kullanıldığı ve bronz başta olmak üzere bakır ve gümüşten yapılan sikkelerin çoğunluğu İslami döneme aittir. Büyük bir bölümü

bronzdan yapılan sikkelerin Osmanlı dönemine ait sikkelerin çoğunluğunun Bitlis'te darp edildiği üzerlerindeki yazılardan da belirlenebilmektedir. Bunun yanında bazı sikkelerin Artuklu ve Akkoyunlu dönemlerine ait olduğu da kitabelerinin çözümlenmesiyle netlik kazanmıştır. Özellikle İç Kale'de 2007 ve 2008 dönemlerinde bulunan Akkoyunlu Sultanı Kasım Bahadır Han'a ait gümüş sikkelerin (XV. yy. sonları), buradaki yapılaşmanın tarihi konusunda önemli bir ipucu olduğunu düşünmekteyiz (Resim 22-23).

İslami dönem sikkeleri dışında Bizans sikkeleri, Avrupa yapımı jetonlar (Çizim 7), okucları ile, yüzük, kolye ve saç iğnelerinden oluşan takılar da metal buluntularımız arasında yer almaktadır.



Çizim 7- Avrupa jetonlarından birinin ön ve arka yüz çizimi

Cam ve Kemik Buluntular:

Bu grup içinde tamamı kırık biçimde bulunan bilezik parçaları ile farklı renkte boncuklar (Resim 24) yer almaktadır. Ok atmada kullanıldığı bilinen bir yüzük olan zehgir de kemik boncukların dışındaki kemik buluntular içinde yer almaktadır.

IX-1.3. Jeoradar Bulguları:

GPR ölçümleri toplam 4 ayrı çalışma bölgesinde uygulanmıştır. Ölçümler şu şekildedir;

I. Bölge

Kazı alanın kuzeyinde kalan kısımda alınan ölçümler sonucunda (Resim 25), yapısal olarak iki olguya rastlanmıştır. Profil alanının başlangıcına tekabül eden duvar benzeri yapı "A" 7. profil hariç bütün profillerde takip edilmiştir. Bununla beraber 3. ve 4. profillerde net olarak tespit edilen ve ölçüm alanının ortalarına gelen kısımda yaklaşık olarak 2 metre çapında bir yapı tespit edilmiştir "B". Kazı alanında görülen yeraltında devamlılığı olan künk sistemi rapor çerçevesinde ihmal edilmiştir.

II. Bölge

Kazı alanın batı kesiminde gerçekleştirilen ölçümler sonucunda (Resim 26) ilk bölgede olduğu gibi iki farklı oluşum tespit edilmiştir. Her iki oluşumda yapı itibarı ile duvar görünümünde olup ilki 1., 2., 3. ve 4. profillerin başlarında "C" diğeri ise 2., 3. ve 4. profillerin sonlarındadır "D". Bu bölgede kale duvarına yaklaştıkça dolgu malzemesi ve gürültüsü artmaktadır.

III. Bölge

Duvar önünde gerçekleştirilen ölçümler sonucunda (Resim 27), her iki profilin ortasında rastlanan düzgün yapı yaklaşık 80 cm derinliktedir.

Kazı alanın içerisinde yapılan ölçümler ana olarak iki kısma ayrılmıştır bunların ilki 3. bölge olarak adlandırılmış ve kendi içerisinde kısımlara ayrılmıştır. Buna göre;

IV. Bölge

4. bölge 1. kısımda gerçekleştirilen ölçümler sonucunda (Resim 28) birbirine dik olarak uygulanan iki adet profil ile (13 ve 21) yapısal bir oluşum yaklaşık olarak 90 cm derinlikte tespit edilmiştir "M". Dik profil ölçümü sayesinde boyutları yaklaşık olarak 1,5 m * 1,5 m olarak ölçülebilmektedir.

Bölgede yapılan çalışma sonucunda yer altında gömülü 14 adet farklı oluşum tespit edilmiştir. Bu yapıların alandaki konumları aşağıda sunulan resimler üzerinde gösterilmektedir.

IX- 2. Bitlis ve Çevresi Yüzey Araştırması:

Bitlis ve çevresinde yüzey araştırmalarına ilk olarak 1997 yılında başlanmıştır. Bu süre içinde ilçe ve köylerde yoğunlaştırdığımız araştırmalarımız son 3 yılda şehir merkezine kaydırılmıştır. Bu yönüyle son yıllarda yaptığımız tespitler, bölgenin kültür tarihi ve sanatı hakkında tamamlayıcı sonuçlar elde etmemizi sağlamıştır.

Bitlis ve çevresi yüzey araştırmaları, Bitlis il merkezinin yanı sıra Adilcevaz ve Tatvan'da gerçekleştirilmiştir. Yüzey araştırmalarımız yoğunluklu olarak; Bitlis il merkezindeki evler, mezarlıklardaki kitabe ve süslemeleriyle özellikli mezar taşları ve daha önceden incelenen tarihi yapıların gözden geçirilmesi şeklinde yürütülmüştür.

Adilcevaz ilçesine bağlı köylerde tespit ettiğimiz XIV-XV. yüzyıl mezarlıkları, Tatvan ilçe merkezi, Tuğ mahallesinde yer alan tarihi mezarlık ile Çekmece Köyü'ndeki **kale** (Resim 29), halk arasında **Nemrut'un Develeri** adıyla bilinen kaya oluşumları (Resim 30), Bitlis il merkezinde yer alan **Verkanisi Tekke ve Türbesi** (XIX. yy.) (Çizim 8; Resim 31), **Şeyh Tahir-i Gürği Türbesi**'nin yanındaki mezarlık (Resim 32), **Şerefiye Camii'nin giriş kapısında tespit edilen kitabe** (Pektaş II, 2009), yine Bitlis il merkezindeki **Dört Sandık Camii Haziresi, İhlasiye Medresesi'nin bahçesindeki mezar taşları** (Resim 33), **Zeydan Mahallesi-Kaki sokakta** figürlü bir ev (Resim 34) ile aynı mahallede M.1886-1887 tarihli başka bir ev, Saray mahallesi, Tahinciler Sokak'ta yer alan **Yakub Ağa Evi** (1896-1897) (Resim 35), kitabesi olmadığı için yapım yılı ve kimin tarafından yaptırıldığı kesin olarak bilinmeyen, ancak Bitlis'in genel dokusunu yansıttığı için araştırma kapsamına aldığımız birçok ev, II. Abdülhamid'in yaptırdığı büyük mektep (XIX. yy. sonları), yüzey araştırmalarında tespit ettiğimiz kültür varlıklarıdır.

Tespit ettiğimiz Türk-İslam dönemine ait mezarlıklarda yer alan mezar taşları genellikle bir, bazen iki şahideli ve bazı örneklerde de şahideli sandukalı mezarlardır. Orijinal doku içerisinde günümüze ulaşan ve bu bakımdan da ayrıca değer taşıyan bu mezar taşlarında, şahide tasarımlarının bir parçası olarak karşımıza çıkan kitabeler, mezar taşının tarihi ve kime ait olduğunu belgelemesi bakımından önem taşımaktadır. Süsleme programlarının oluşturan geometrik süslemeler, bitkisel süslemeler ve sembolik içerikli kandil motifi gibi kullanımlar, dönemin sanat anlayışı kadar kültürel ortamına da

ışık tutacak niteliktedir. Bu yönüyle incelenen mezar taşları, öncü ve çağdaş uygulamalar içinde bir geleneğin devamı sayabileceğimiz bölgedeki mezar taşı geleneğini devam ettiren uygulamalardır. Tatvan'da Tuğ Mahallesi'ndeki tarihi mezarlıkta bulunan koç-koyun şeklindeki mezar taşları bölgede yoğun şekilde kullanıldığı önceki dönem araştırmalarında belgelenen bu tarz mezar taşlarının farklı örnekleridir.

Şeyh Fethullah Verkanisi'ye ait türbe ile güneyindeki tekke dini mimarinin kent merkezindeki temsilcilerinden biri durumundadır.

Kareye yakın dikdörtgen bir planlama gösteren türbenin üstü açıktır (Çizim: 8). Düzgün kesme taş işçilikli yapının iç mekânında son zamanlarda beton bir platformla çevrelenen dört mezara yer verilmiştir (Resim: 32). Halk arasında kutsal bir nitelik taşınmasına rağmen, mezarları belirleyen şahidelerin büyük bölümü kırık durumda ve dağılık yerleştirilmiştir. Şahidelerden sadece biri üzerinde (H.1317) 1899 tarihi tespit edilebilmiştir ki bu tarih, Siirt'in Minar nâhiyesine bağlı Verkanis köyünde doğan Şeyh Fethullah Verkanisi'nin ölüm tarihiyle de örtüşmektedir. Mezar taşlarında sülüs kitabelerin kazandırdığı estetik etki dışında ayrıca süsleme unsuru kullanılmamıştır. Tarihi tespit edilemeyen diğer mezar taşlarının da form ve tasarım özellikleri ile 19.yüzyıla ait olduğu anlaşılmaktadır.

Çizim 8- Bitlis-Şeyh Fethullah Verkanisi Türbesi Planı

Tekke, batıdan doğuya doğru alçalan eğimli bir arazi üzerinde kuzey-güney doğrultusunda dikdörtgen bir alanı kaplamaktadır. Üç katlı dış sofalı bir planlama gösteren yapıda kuzey sofanın güneyindeki dört kapıdan dört odaya geçilmektedir. Yapıda katlar arasındaki ayırım döşemenin ahşap kirişleri dışında yok olmuştur. Odalarda yuvarlak kemerli ocak nişlerine yer verilmiştir. Düzgün kesme taş işçilikli yapı dikdörtgen pencerelerle aydınlatılmıştır. Yapının kuzeybatısında dairesel planlı içten kubbeyle örtülü bir mekân dış mimariye de dairesel olarak yansıtılmıştır. Bitlis'te sivil mimarinin önemli temsilcileri niteliğindeki tarihi evlerde görmeye alışkın olduğumuz bu bölümler hamam olarak kullanılmaktadır. Bu yapıda da hamam işlevini sürdüren mekân mazgal bir pencereyle aydınlatılmaktadır. Böylece sivil mimariye özgü geleneksel nitelik kazanan yerel bir uygulamanın evler dışında farklı işlevli yapılarda kullanıldığı anlaşılmaktadır. İç ve dıştan sade kesme taş işçiliği gösteren yapıda bazı nişler ve pencerelerde kullanılan dilimli kemerler dışında süsleme unsuru kullanılmamıştır.

Kent merkezinde incelenen 19. yy sonuna ait sivil mimari örnekleri (Yaşar Yıldız Evi, Mehmet Altun Evi ve Hüsnü Durmuş Evi Bitlis ve çevresi için karakteristik sayılabilecek özellikler taşımaktadır. Kalker malzemeden düzgün kesme taş işçiliğinde inşa edilen bu evler günümüzde de kullanılmaya devam ettiği için, dış mimarilerinde özgün görünümelerini büyük ölçüde korusalar da, iç mekânlarında tarihi niteliklerini genelde kaybetmişlerdir. Bitlis'in eğimli arazisine uygun bir şekilde ele alınan evler, avlu çevresinde şekillenen mekânların oluşturduğu iki ya da üç katlı yapılardır. Alt kat genelde ahır ya da servis mekanlarına ayrılırken, daha özenle ele alınan üst katlar yaşam mekanları olarak kullanılmıştır. Çoğunlukla sade bir anlayışın hâkim olduğu dış cephelerde farklı taçkapı düzenlemeleri ve pencerelere yer verilmiştir.

Hüsnü Durmuş Evi'nde diğer evlerden farklı olarak dış cephelerde bir aslan kabartması dikkat çekmektedir. Profilden alçak kabartma tekniğinde koşar vaziyette tasvir edilen figür, şematik bir bakış açısıyla karikatürize edilmiş şekilde betimlenmiş ve ayrıntıları yalın çizgilerle belirtilmiştir. Pek çok kültürde karşılaştığımız oldukça zengin bir sembol dünyasına sahip olan aslan figürü Türk sanatında genellikle kale, han, saray gibi yapıların giriş kapıları ya da duvarlarında koruyucu tılsım ve kudret sembolü olarak kullanılmıştır. Ev mimarisinde görmeye alışkın olmadığımız aslan figürünün, Hüsnü Durmuş'a ait evin duvarında mevcut taş dokusu içinde de farklılık göstermesi nedeniyle, başka bir yapıdan alınarak bu evde kullanıldığı anlaşılmaktadır.

İncelenen kültür varlıkları içinde ilgi çekici uygulamalardan biri, halk arasında “Nemrutun Develeri” olarak anılan kaya oluşumlarıdır. Belli aralıklarla dizilen kaya oluşumlarının gerek sıralanış biçimi, gerekse üzerlerinde yer alan ve insan yapımına işaret eden bazı uygulamalar, doğal bir oluşum olan bu kaya biçimlenişinde insan müdahalesinin de söz konusu olduğuna işaret etmektedir. Ancak bu oluşumların hangi maksatla kullanıldığını tespit etmek henüz mümkün olamamıştır.

IX- 3. JEOLJİK ARAŞTIRMA RAPORU

IX- 3. 1. Giriş

IX- 3. 1. 1. Araştırmanın Amacı

Çalışmanın amacı; tarihi Bitlis Kalesinin üzerinde bulunduğu ve kale taşlarının yapımında kullanılan, Bitlis ignimbiriti olarak tanımlanan ve adlandırılan ignimbiritin mineralojik, petrografik ve mekanik ve fiziksel özelliklerini ortaya çıkarmak ve yapı taşı olarak mühendislik özelliklerini belirlemektir. Ayrıca kalenin yapıtaşlarında yaygın olarak görülen mühendislik problemlerinin nedenleri ve bu problemlerin çözümlenmesinde hangi yöntemlerin önerilebileceği araştırılmıştır.

IX- 3. 1. 2. Uygulanan Yöntemler

Çalışma kapsamında Bitlis Kalesi ve çevresinde 1/25000 ölçekli ayrıntılı jeolojik harita alımı yapılmıştır. Jeolojik haritaların hazırlanmasında dokanak takibi yöntemi uygulanmış, gerekli görülen yerlerde ölçülü kesit alınmış ve krokiler çizilmiştir.

Belirlenen lokasyonlarda Bitlis ignimbiritinin taban ve tavan seviyelerindeki değişimleri yansıtabilecek tarzda sistematik örnekleme yapılmış, bu örneklerden petrografik incelemeler için ince kesitler hazırlanmıştır. Hazırlanan 50 adet ince kesit üzerinde mineralojik bileşim, dokusal tanımlama gibi mineralojik ve petrografik incelemeler yapılmıştır. Bu incelemeler Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Optik Mineraloji Laboratuvarında, “Leica DMEP marka polarize mikroskop” kullanılarak yapılmıştır.

İgnimbirit örneklerinde mikroskop çalışmaları sırasında belirlenemeyen daha küçük boyutlu bileşenleri belirleyebilmek için X-Işınları Difraktometre (XRD) ile analizleri yapılmıştır. Analizler Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji ve Petrografi Araştırma Laboratuvarında “Inel Equinox 1000” marka cihazla bakır katotlu tüp kullanılarak yapılmıştır.

Bitlis ignimbiritinin jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla belirlenen lokasyonlardan alınan kayaç örneklerinden toz numuneler hazırlanmış, bu örneklerin kimyasal analizleri Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji ve Petrografi Araştırma Laboratuvarında “Spectro XLAB 2000 PEDXRF (Polarized

Energy Dispersive XRF)” cihazı kullanılarak yapılmıştır. Analizler USGS’in volkanik kayalar (bazalt, andezit) için oluşturduğu standartlar kullanılarak kalibre edilmiştir.

Bitlis ignimbiritinin mekanik ve fiziksel parametrelerini belirleyebilmek için araziden blok şeklinde numuneler alınmıştır. Blok numuneler üzerinde Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvarında ISRM (1981; 2007) tarafından önerilen yöntemlere göre jeomekanik deneyler yapılmıştır. Bu deneylerde kullanılmak üzere blok numunelerden karot ve parça numuneler alınmıştır. Hazırlanan karot numuneler üzerinde kuru birim hacim ağırlık, doymuş birim hacim ağırlık, tane birim hacim ağırlık ve porozite ölçümleri, domaçözünme deneyi, sonik hız ölçümleri, suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi, tek eksenli sıkışma deneyleri yapılmıştır.

IX- 3. 1. 3. İnceleme Alanının Konumu

Doğu Anadolu Bölgesi’nde yer alan Bitlis ili $41^{\circ}33'$ ve $43^{\circ}31'$ Doğu Boyamları ile $37^{\circ}54'$ ve $38^{\circ}58'$ Kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. İli doğudan Van Gölü, güneyden Siirt, Batman, kuzey batıdan Muş ve kuzeyden Ağrı ile çevrilidir. Bitlis ilinin yüzölçümü 8551 km^2 'dir. Bitlis ili ve çevresini kapsayan inceleme alanı $1/100.000$ ölçekli Van L48 paftasında yer almaktadır.

IX- 3. 1. 3. 1. Morfoloji

Bitlis ili deniz seviyesinden 1545 metre yüksekliktedir. Orta Anadoluya göre daha yüksek ve daha girintili çıkıntılı olan inceleme alanının, %71'i dağlık %3'ü yayla, %10,4'ü ova ve %15,6'sı engebeli bir yapıya sahiptir. Güneydoğu torosların uzantısı şeklinde olan ve Bitlis ilini çevreleyen dağların yükseklikleri 2000 metreyi aşmaktadır (Çizim-9). Bitlis ignimbiritinin kaynağı olan ve Bitlis ilinin KD'sunda bulunan Nemrut volkanı ülkemizde en son faaliyet gösteren volkanik bir dağdır. Yüksekliği 3050 metere olan dağın üzerinde Türkiye'nin en büyük krater gölü bulunmaktadır. Bitlis ilindeki diğer önemli yükseltiler, Güney Torosların devamı olan sıra dağlar, Sini dağı(2730), Kırmızıtaş tepe (2607 m), Karataş tepe (2609 m), ve Handağı tepe (2433 m) bulunmaktadır.

Çizim-9: İnceleme alanı yerbulduru haritası ve jeomorfolojik durumu

IX- 3. 1. 3. 2. İklim ve Bitki örtüsü

Çalışma alanı denizlerden uzak ve deniz seviyesinden 1545 metre yüksekte olduğu için karasal iklim özelliğini gösterir. Kışın çok kar yağar kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları ise kısa sürer sıcak ve kurak geçer. Yıllık sıcaklık ortalaması 9.7°C olup, yıllık ısı değişimi -19°C ile 36.8°C arasında değişmektedir. En sıcak ay Temmuz, en soğuk ay ise Ocak'tır (Tablo-2). Yağış miktarı yıllık 958 mm olup, yağışın % 45'i kışın, % 31'i ilkbahar ve % 24'ü sonbahar dönemlerinde gerçekleşir. Bitlis ili Türkiye'nin en çok kar yağışı alan bölgesidir. Kar örtüsü nisan sonlarına kadar devam eder.

| AYLAR | Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) | En Yüksek Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) | En Düşük Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) | Güneşlenme Süresi (saat) | Yağışlı Gün Sayısı |
|---------|---------------------------------|---|--|--------------------------|--------------------|
| Ocak | -2.9 | 1.2 | -6.4 | 2.4 | 13.2 |
| Şubat | -2.2 | 2.3 | -5.8 | 3.5 | 13.1 |
| Mart | 1.5 | 6.1 | -2.1 | 5.2 | 15.3 |
| Nisan | 7.8 | 13.2 | 3.3 | 6.1 | 15.7 |
| Mayıs | 13.1 | 19.2 | 7.3 | 7.5 | 14.6 |
| Haziran | 18.4 | 25.5 | 11.4 | 9.6 | 6 |
| Temmuz | 22.9 | 30.7 | 15.5 | 10 | 2.4 |
| Ağustos | 22.2 | 31 | 14.7 | 9.9 | 2.2 |
| Eylül | 17.6 | 26.5 | 10.6 | 9.4 | 2.8 |
| Ekim | 11.2 | 18.5 | 6.1 | 5.5 | 9.8 |
| Kasım | 4.5 | 10.1 | 0.7 | 2.8 | 11 |
| Aralık | -0.7 | 3.4 | -3.8 | 2 | 13.3 |

Tablo-2: Bitlis iline ait 1975-2006 yılları arasında gerçekleşen ortalama sıcaklık ve yağış değişimleri (<http://www.dmi.gov.tr> adresinden alınmıştır)

Karasal iklimin sürdüğü çalışma alanında hâkim bitki örtüsü step ve bozkırdır. Bunlar yağışların bol olduğu dönemde yeşeren, yazın kuraklık ve sıcaklıkla birlikte kuruyan otlardan oluşur. Bitki örtüsü bakımından çayır otlak ve meraların geniş yer tuttuğu yayla görünümündedir. Yüksek kesimlerde yağışların artması ile genellikle meşe ağaçlarından oluşan orman koruluklarına rastlanır.

IX- 3. 1. 3. 3. Ulaşım ve Yerleşim Durumu

İnceleme alanı Doğu Anadolu, Güneydoğu ve İç Anadolu karayollarının birleşip, Van-İran üzerinden devam eden yolların üzerinde yer alır. Güneyden Diyarbakır güzergâhından gelen yol Van'dan gelen yol ile il merkezinin doğusunda birleşerek Muş üzerinden batıya, doğuda Van üzerinden İran yönünde devam eder.

Bitlis ilinin vadi içerisinde olması nedeniyle yerleşim vadi tabanında ve yamaçlarında olmuştur. Yerleşim sık ve düzensiz olup, özellikle Bitlis deresi etrafında toplanmıştır. Ayrıca Bitlis Kalesi çevresinde yoğun bir yapılaşma mevcuttur.

IX- 3. 2. Bölgesel Jeoloji

Türkiye Alp-Himalaya kıvrım kuşağı içerisinde yer almaktadır. Mesozoyik-Tersiyer dönemleri boyunca K-G yönlü sıkışmanın etkili olduğu, karmaşık tektonik bir evrime sahiptir (Şengör ve Yılmaz 1983). Paleotektonik dönem olarak da adlandırılan bu sıkışma fazı Miyosen döneminde sona ermiş, değişik kayaç birlikteliklerinden oluşan günümüz coğrafyasını oluşturmuştur.

Miyosen dönemi boyunca Arap plakasının kuzeye hareketinin neden olduğu yeni bir tektonik rejim gelişmiştir. Bu yeni tektonik rejim neotektonik dönem olarak adlandırılmış, daha önceki döneme ait kayaç birlikteliklerini ve yapıları etkilemiştir (Şengör 1980). Türkiye'nin neotektoniği başlıca üç ana yapı tarafından şekillendirilmektedir. Bunlar; Ege-Kıbrıs Yayları, sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve sol yanal atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) (Çizim-10).

Çizim-10: Türkiye'nin tektonik yapıları ve inceleme alanının konumu (Bozkurt 2001)

Neotektonik dönemde göze en çok çarpan oluşum; farklı kayaç gruplarını içeren Anadolu bloğunun sıkışmanın etkisiyle batıya doğru kaçışıdır. Anadolu bloğu; kuzeyde Kuzey Anadolu Fayı, doğuda Doğu Anadolu Fayı ile sınırlı olup, güneydoğu sınırı boyunca Bitlis Sütur Zonu yer almaktadır (Bozkurt 2001).

Doğu Anadolu bölgesi ortalama yüksekliği 2000 m olan, kuzey-güney doğrultusunda aktif olarak sıkışma rejimi etkisinde kalan bir bölgedir. Türkiye'nin önemli volkanik alanlarından biri olan Doğu Anadolu Volkanik Bölgesinin (DAVB) bulunduğu bölgede Pleyistosen-Kuvaterner dönemleri arasında yaygın volkanik faaliyetler meydana gelmiştir. Doğu Anadolu bölgesinde görülen kayaç toplulukları yaşlıdan gence doğru;

- Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı metamorfik kayaçlar (Boray 1975; Perinçek 1980; Perinçek ve Özkaya 1981; Yılmaz vd. 1981; Göncüoğlu ve Turhan 1983; Çağlayan et al. 1983),
- Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayaçlar (Demirtaşlı ve Pisoni 1965; Ketin 1977; Yılmaz vd. 1981),
- Eosen-Alt Miyosen yaşlı sedimanter kayaçlar ve
- Üst Miyosen-Kuvaterner yaşlı karasal sedimanter ve volkanik kayaçlardır.

Bölgedeki bu kayaç toplulukları arasında önemli uyumsuzluklar ve stratigrafik boşluklar bulunmaktadır (Şaroğlu ve Güner 1981; Şaroğlu ve Yılmaz 1984). Doğu Anadolu'da görülen sedimanter kayaçlar Miyosen-Kuvaterner dönemleri boyunca çökelmiş konglameralar, şeyl ve marn içeren kumtaşları ve evaporitlerdir. Bölgede neotektonik dönemde kıta-kıta çarpışmasıyla ilişkili olarak gelişen sıkışma tektoniğinin ürünü olan en önemli yapısal unsurlar;

- D-B doğrultulu kıvrımlar,
- D-B doğrultulu yüksek açılı bindirmeler,
- KD-GB doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı faylar,
- KB-GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar ve
- K-G doğrultulu açılma çatlaklarıdır (Şengör et al. 1985; Dewey et al. 1986; Şaroğlu and Yılmaz 1987; Ercan vd. 1990; Bozkurt, 2001).

Doğu Anadolu'da görülen volkanik faaliyet, Orta Miyosende Arap plakası ile Anadolu plakası arasındaki kıta-kıta çarpışması ile başlamıştır. Neotektonik dönemde oluşan K-G doğrultulu açılma çatlaklara bağlı olarak gelişmiş çok miktarda volkanik

çıkış merkezi bulunmaktadır. Bölgedeki volkanik kayalar alkali ve kalk-alkali karakterli olup, bazalttan riyolite kadar değişen bileşimde görülmektedir. Günümüzde hala Doğu Anadolu bölgesi K-G yönde sıkışmakta ve kabuğu kalınlaşmaktadır. Kalınlaşan kabukta oluşan çatlaklardan, kabuğun altta kısmî ergimesi ve daha alttaki üst manto malzemesi ile karışması sonucunda oluşan genç volkanik kayalar çıkarak bölgeye yayılmış ve kıtasal kabuğun evrimine koşut olarak değişiklikler göstermişlerdir (Şengör and Kidd 1979; Şengör 1979, 1980; Şengör and Yılmaz 1981; Şaroğlu ve Yılmaz 1984, 1986; Ercan vd. 1990, Türkecan 1991; Buket and Temel 1998; Aydar et al. 2003; Karaoğlu et al. 2005; Özdemir et al. 2006; Ulusoy et al. 2008).

IX- 3. 2. 1. Önceki Çalışmalar

Arni (1940), Türkiye'nin tektonik birlikteliklerinden biri olan Kenar Kıvrımları Kuşağı ilk defa yazar tarafından tanımlanmıştır. Mermer ve şistlerden oluşan Bitlis metamorfizmasının güneye doğru Paleosen yaşlı fliş istifine itildiğini belirtmiş, metamorfizma içerisinde bulunan mermerlerin Permian yaşlı olduğunu saptamıştır.

Ternek (1953), Bitlis masifi içerisindeki mermerlerin Permian yaşlı olduğunu, Van-Gevaş dolayında masifin Üst Kretase-Paleosen yaşlı sedimanter ve serpantin birimleri üzerine, kuzey yönde bindirme yaptığını belirtmiştir.

Tolun (1953), Van Gölü'nün güney ve güney-batısının stratigrafisi ve jeolojisi ile ilgili çalışmasında Nemrut Volkanı'na değinmiş ve Stratovolkan ile ilişkili olarak volkanın iskeletini oluşturan hornblend andezitler, piroksen andezitler, andezitik-dasitik obsidiyenler ve bazaltlar olmak üzere dört ayrı püskürme evresi belirlemiştir.

Altınlı (1966), 1:500.000 ölçekli Van-Erzurum paftasını hazırlayarak, Doğu Anadolu bölgesinin stratigrafisini, ana tektonik hatlarını, volkanizma özelliklerini ve maden yatakları açısından önemini ortaya koymuştur.

Boray (1975), Bitlis yöresinde ilk ayrıntılı jeolojik harita alımını gerçekleştirmiş ve Bitlis metamorfizmasını Alt Birlik ve Üst Birlik olarak iki ayrı gruba ayırmıştır. Araştırmacıya göre her iki grupta aynı iki faza ait metamorfizma yeşilşist fasiyesi sınır koşullarını aşmamıştır. Bitlis Metamorfizmasında üç ana deformasyon dönemi ayırtlayan yazar, Üst Birlik üstüne metamorfizma olmayan bir karmaşığın geldiğini ifade etmiştir. Araştırmacı bölgedeki tektonik dilimler arasında görülen metaçörtlerin Üst Kretase yaşlı

olduğunu belirtmiş, tektonik dilimlenme olayının Alpin hareketlere bağlı olarak geliştiğini ifade etmiştir.

Özpeker (1973), Nemrut Stratovulkanı'nı volkanolojik açıdan incelemiş volkanın etkinliğine Kuvaterner'de başladığını ve 5 evrede evrimini tamamladığını belirtmiştir. Volkanizmanın fisür erüpsüyonları ile başladığını, daha sonra merkezi bir bacadan lav ve piroklastik malzeme püskürttüğünü ve Kaldera'nın patlamayı izleyen çökme sonucunda oluştuğunu belirtmiştir. Kratonik-simatik kökenli peridotit magması türevi olan alkali olivin bazalt karakterindeki magmanın diferansiyasyonu ve gnaysik kayaçların sınırlı asimilasyonu sonucu asit karakterli kayaçları oluşturduğunu belirtmiştir. Van Gölü'nün günümüzdeki konumunun oluşumunda Nemrut Volkanı'nın önemini belirten araştırmacı volkanın tarihsel evrimi içerisinde 186 km³ volkanik ürün püskürttüğünü belirtmiştir.

Innocenti et al. (1976), Van Gölü ve çevresinde görülen genç volkanizmanın evrimini araştırmıştır. Araştırmacı Alt Miyosen'de başlayan volkanizmanın kalk-alkali nitelikli olduğunu, alkali volkanizmanın ise 6 milyon yıl önce başladığını ve kalk-alkali volkanizmanın devamı olduğunu ifade etmiştir. Volkanizmanın kökenini Neojen boyunca Arabistan-Anadolu plakası arasındaki çarpışmayla ilişkili olduğunu söylemiştir.

Şaroğlu ve Güner (1981), Doğu Anadolu'da Neotektonik dönemin Orta Miyosen'de sıkışma tektonik rejimi ile başladığını, bu dönemin başlangıcında Doğu Anadolu'nun peneplen ya da peneplene yakın bir paleocoğrafyası olduğunu söylemişlerdir. Neotektonik dönemde gelişen yapısal şekillerin peneplen şeklindeki yüzey şekillerini değiştirdiğini, kabaca D-B doğrultulu ve antiklinallere karşılık gelen sırtlar ile senklinallere karşılık gelen havzalar geliştirdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar sıkışma rejimine bağlı olarak gelişen D-B doğrultulu K ya da G'ye eğimli yüksek açılı bindirmeler, eksenleri D-B doğrultulu kıvrımlar, KD-GB doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı faylar, KB-GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar, K-G doğrultulu açılma çatlakları ve bu çatlaklardan çıkan yaygın volkanitlerin bölgedeki önemli yapısal unsurlar olduğunu ifade etmişlerdir.

Göncüoğlu ve Turhan (1981), Bitlis metamorfitlelerinin yeni yaş bulgularını paleontolojik verilerle araştırmış ve Bitlis Metamorfitleleri'nde Devoniyen öncesi bir metamorfik temelin bulunduğunu; bu temel üzerinde diskordansla yer alan şelf ortamına

ait çökellerin en az Üst Triyas'a değin uzandığı; Üst Triyas sonrası çökeltme ortamına volkanotortulların katıldığı ve tüm bu istifin içerisinde yer alan granitoid kayalarla birlikte metamorfizma geçirdiği; metamorfizmasını daha önce tamamlamış okyanus kabuğu kökenli Senoniyen yaşlı kayaların alana Üst Mestrihtiyen öncesi yerleştiği ve çalışma alanında metamorfizma üzerinde çökeltmenin Üst Eosen sonrasında sona erdiğini saptanmıştır.

Innocenti et al. (1982), Anadolu'da görülen volkanik kayaların petrografik, jeokimyasal ve izotop özelliklerine göre genel bir değerlendirmesini yapmışlardır. Araştırmacılar Neojen-Kuvaterner dönemlerinde gelişmiş volkanizma ve ürünlerinin kalkalkalen, yüksek K'lu kalkalkalen ve şoşonitik karakterde olduğunu, bazalt'tan riyolit'e kadar değişen volkanik ürünlerden meydana geldiğini ifade ederek, ortalama $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ izotop oranlarını Batı Anadolu'da 0.7078, Orta Anadolu'da 0.7068 ve Doğu Anadolu'da (Ağrı Dağı Kuvaterner yaşlı volkanikleri) 0.7050 olarak belirlemişlerdir. İzotop ve jeokimyasal verilere göre volkanitlerin; kıta kıta çarpışması sonucu meydana gelen yitimle ilişkili, büyük iyon yarıçaplı elementler (LILE) ve radyojenik Sr bakımından anormal zenginleşmiş magmaya bağlı olarak oluştuklarını ifade etmişlerdir. Erdoğan ve Dora (1983), Bitlis Masifi apatitli demir yatakları incelemiş ve bu yatakların alt topluluk içinde yer aldığını ve belirli stratigrafik düzeyler boyunca sıralandığını apatitli demir yatakları metavolkanitlerle araldanmaktadır ve masif, bantlı ve merceksel düzensizlik nedeniyle merceksel cevher oluşukları kısa mesafelerde yanal değişimler göstermekte ve kamalanarak kaybolabildiğini göstermiştir. Bitlis Masifi alt topluluğu içinde metavolkanitler ve metaçörtlerle birlikte bulunan apatitli demir yataklarının volkanosedimenter kökenli olduğunu saptamış ve genç palinjen granitler cevher oluşuklarını kesmiş ve yer yer özümlemişdir. Gerek granitik özümlemeler ve gerekse yatakların geçirmiş olduğu çoklu deformasyon ve metamorfizma, karmaşık yapıların doğmasına neden olduğunu bulmuştur.

Güner (1984), Nemrut Volkanı'nın jeolojisini, jeomorfolojisini ve volkanizmanın evrimini incelemiştir. Araştırmacı volkanın Pleistosen' de K-G yönlü yarık üzerinde oluşmaya başladığını ve etkinliğini piroklastik gereçle başlatıp asit ve bazik lavlarla sürdürdüğünü, volkanizmanın son ürününün ise trakiandezitik lavlar olduğunu belirtmiştir. Kirkor, Mazik-Germav volkanik domları ile İncekaya Kalderası'nı Nemrut volkanik sistemi içerisinde kabul eden araştırmacı Nemrut

Kalderası, Nemrut Gölü ve 1441 yılındaki volkanik etkinliğin simgesi olan Kantaşı ile Nemrut yarığının yer bilimciler için laboratuvar, turizm açısından da önemli bir potansiyel olduğunu belirtmiştir.

Göncüoğlu ve Turhan (1985), Doğu Toroslarda “Bitlis Masifi” olarak bilinen bölgede yaptıkları çalışmada; Bitlis masifinde Devoniyen öncesi yaşlı Hizan Grubu, Devoniyen-Orta-Üst Triyas yaşlı Mutki Grubu, Guleman Ofiyoliti ve Üst Kretase yaşlı Kinzu Flişi ile Orta Üst Eosen yaşlı Kızılağaç formasyonlarını ayırtlamışlardır. Ayrıca çalışma alanında görülen kaya topluluklarının çok evreli deformasyon izleri taşıdıklarını, bölgedeki tektonik dilimli yapının Üst Eosen sonrasında günümüze değin süren K-G dönemsel sıkışmaya bağlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Şaroğlu ve Yılmaz (1986), Doğu Anadolu'nun jeolojik evriminde dört dönemin etkili olduğunu belirtmişlerdir. Birinci dönemin bölgesel metamorfizmler ve kristalize kireçtaşları, ikinci dönemin ofiyolitik karmaşa, üçüncü dönemin sedimanter kayaçlar, dördüncü dönemin ise Üst Miyosen' den başlayıp günümüze kadar devam eden karasal ortam çökeltileri ve volkanizma ile temsil edildiğini vurgulamışlardır.

Ercan vd. (1990), Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da meydana gelen çarpışma zonu volkanizmasını incelemişler, major, iz, nadir toprak elementleri kimyasal analizleri, radyometrik yaş analizleri yapmışlardır. Ayrıca tüm Doğu ve Güneydoğu Anadolu volkanitlerinin dağılımları ile volkanolojik, jeokimyasal, petrografik, radyometrik ve izotopik özellikleri irdelemişlerdir. Volkanik kayaçların major element içeriklerine göre genellikle kalkalkalin ve alkalin, kısmen toleyitik karakterde olduklarını, iz element içeriklerine göre üst kıtasal kabuk, kısmen alt kabuk ve ender olarak manto ortalama değerleriyle uyumlu olduklarını belirtmişlerdir. Sr izotop oranlarının 0.70350-0.70640 arasında geniş bir aralıkta olduğunu ifade eden araştırmacılar, K/Ar yöntemine göre yapılan yaş belirlemelerinde Nemrut Stratovulkanı Kalderası içindeki obsidiyenlerin yaşını 30.000 yıl olarak bulmuşlardır.

Pearce et al. (1990), Doğu Anadolu'da Geç Senozoyik volkanizmasının Arap-Avrasya çarpışma zonu çevresinde GB-KD uzanımlı bir yay şeklinde, güneybatıda Arap yarımadasından kuzeydoğuda Kars platosuna kadar uzandığını belirtmişler ve yarımada volkanizmasının toleyitikten alkaliye geçiş gösteren bazaltik kalkan volkan tipi ve çatlak püskürmeleri şeklinde geliştiğini vurgulamışlardır.

Şengün (1993), Bitlis Masifinde örtü ve çekirdek kayalar arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmacı, çekirdek kayaların (Yolcular formasyonu) amfibolit, mikroklin gnays, biyotit gnays/şist ve muskovit gnays/şist ile bunları kesen biyotit granit ve hololökokratik granitik fazdan oluştuğunu, örtü kayalarının (Kotum grubu) metapelitler ve bunları geçişli olarak örten Üst Devoniyen-Mesozoyik yaşlı metakarbonatlardan oluştuğunu belirlemiştir. Araştırmacı örtü ile çekirdek arasında Erken Paleozoyikte transgressif aşma gösteren bir açılma uyumsuzluk bulunduğunu, örtü ve çekirdeğe ait kayaların birlikte kıvrımlanmış olduğunu, bölgesel jeolojik verilerle karşılaştırıldığında, Bitlis masifinin Arap levhasının deforme olmuş Alpin pasif kıta kenarı olduğunu ifade etmiştir.

Notsu et al. (1995), Orta ve Doğu Anadolu'da görülen Neojen ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayaların kıta kıta çarpışmasının ürünü olduklarını, Erciyes, Ağrı, Nemrut ve Karacadağ volkanlarına ait bazalt örneklerinin $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ oranlarının 0.7035-0.7040 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Orta Anadolu'nun batısında yer alan 3 farklı monojenetik volkandan alınan bazalt örneklerinin $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ oranlarının 0.70427-0.70581 arasında değiştiğini, aynı bölgedeki farklı izotop oranlarının ya küçük ölçekli kaynak heterojenliğinden ya da bu alanlardaki kabuk kirlenmesinin fazla olmasından kaynaklanabileceğini söylemişlerdir. Doğu Anadolu'da Ağrı ve Kars bölgelerinden alınan kalkalkalen lavların kimyasal bileşimlerinin çarpışma öncesi yitime ait izler taşıdıklarını ifade eden araştırmacılar, Orta Anadolu'da Erciyes volkanını oluşturan kayaların gelişiminde fraksiyonel kristallenme süreci ve kabuk kirlenmesinin birlikte etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Bigazzi vd. (1997), Araştırmacılar Doğu Anadolu'daki obsidyen oluşumunun görüldüğü volkanik alanlardan birçok obsidiyen örneği alarak, "Fusion Track" yöntemiyle yaşlarını belirlemişlerdir. Doğu Anadolu volkanizmasının kronolojik evriminin ana hatlarını çizen bu çalışmalarında buldukları obsidyen yaşlarının Geç Miyosen'de başlayıp Pliyosen-Pleyistosen dönemleri boyunca devam eden volkanik faaliyetin varlığına işaret ettiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre Van Gölü kıyıları boyunca oluşan büyük volkanlarda püskürtme aktivitesi, tarihsel dönemler boyunca devam etmiştir.

Yılmaz et al. (1998), Doğu Anadolu'da Bitlis-Zagros süturu boyunca çarpışma ile sonuçlanan Arap Platformu ile Avrasya arasındaki kuzey-güney yönlü yaklaşma hareketi sonucunda kıtasal kabuk kısalıp kalınlaşmış ve Türk-İran yaylası yüksek plato oluşturacak şekilde yükselmiştir. Plato üzerindeki volkanik aktivite Neojen'de başlamış, geç Miyosen-Pliyosen'de şiddetini artırmış ve tarihsel zamanlara kadar devam etmiştir. Geniş yayılım sunan ve Türk-İran yaylası üzerinde önemli topografik yükseltiler oluşturan volkanik merkezler Kuvaterner'de gelişmiştir. Kuvaterner yaşlı büyük volkanik merkezler arasında Ağrı Dağı, Tendürek, Süphan ve Nemrut yer almaktadır. Kuvaterner yaşlı volkanik merkezler her ne kadar zamansal ve konumsal olarak yakın bir topluluk oluştursa da bazaltan riyolite kadar değişen bileşimdeki lavların geniş yayılımı yer almaktadır. Bu volkanlar değişik bileşimsel gidişlere sahiptir. Ağrı Dağı farklı olarak subalkalin, Süphan ve Nemrut düşük dereceli subalkalin ve Tendürek yüksek derecede kalkalkalin niteliklidir. İzotop oranları ile birlikte ana ve iz element içerikleri magmaların heterojen bir manto kaynağından oluştuğunu göstermektedir.

Aydar et al. (2003), Araştırmacılar Nemrut Krateri'nin oluşumu ve günümüze olan kadar süreçte geçirdiği değişimleri arazi gözlemleri, sayısal arazi modellemeleri ve uydu görüntülerinden faydalanarak incelemiş ve oluşabilecek bir volkanik faaliyet hakkında görüşlerini belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre gelecekte oluşabilecek bir volkanik faaliyetin başlıca iki farklı şekilde oluşabilecektir: (1) Kaldera içerisinde suyun varlığı oldukça yüksek enerjili freotomağmatik bir patlamaya neden olabilir, (2) Kaldera çevresinde yoğun olarak bulunan çatlaklardan sızan düşük enerjili yoğun bir volkanik faaliyetin gerçekleşebilir. Bu tür volkanik aktivitelerden en çok Bitlis, Ahlat, Tatvan ve Güroymak yerleşim alanlarının etkileneceğini belirlemişlerdir.

Şimşek ve Erdal (2004) Bitlis-Ahlat çevresinde yaygın olarak görülen, Ahlat taşı olarak bilinen ignimbiritin basınç dayanımı, eğilme dayanımı, su emme ve aşınma kaybı gibi bazı mekanik ve fiziksel özelliklerini belirleyerek, bu kayaların dekoratif amaçlı kaplama malzemesi olarak kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir. Ancak Ahlat taşının, aşınma, eğilme ve basınç dayanımının önemli olduğu yerler ile donma-çözülmenin etkili olduğu bölgelerde kullanılmasının uygun olmayacağını belirtmişlerdir.

Karaoğlu et al. (2005), Araştırmacılar Van gölünün GB'sında (Doğu Anadolu) yer alan Nemrut stratovolkanının volkanolojik gelişimi incelemişler ve stratovolkanın

gelişimini başlıca kaldera öncesi evre, kaldera sonrası evre ve geç evre olmak üzere 3 evreye ayırmışlardır.

Oyan ve Tolluoğlu (2005), Bölük yazı-Hizan (Bitlis) arasındaki Yolcular Metamorfiti içinde anateksi süreçlerinin etkisiyle oluşmuş granitik bileşimli lökokratik kayaçların Na-feldspat kaynağı olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Araştırmacılar granitik lökokratik kayaçlardan aldıkları örnekler üzerinde yaş manyetik ayırma ve flotasyon deneyleri yapmışlardır. Deneysel çalışmalar sonucunda flotasyonla endüstrinin talebine uygun yoğunlaştırılmış Na-feldspat üretilebileceğini ortaya koymuşlardır.

Özdemir et al. (2006), Doğu Anadolu'da Nemrut stratovolkanının volkanik stratigrafisini ve petrojenezini incelemişlerdir. Bu çalışmada araştırmacılar Nemrut stratovolkanının kaldera öncesi, kaldera sonrası ve geç evre olmak üzere 3 evrede oluştuğunu belirtmişlerdir. Kaldera öncesi evrenin akma, püskürme ve patlama fazlarına ait volkanik ürünlerden oluştuğu, patlama fazında gelişen ürünlerin kaldera oluşumuna neden olduklarını belirtmişlerdir. Bu evrede oluşan volkanik ürünlerin bazalt-riyolit arasında değişen bileşimde lav akıntıları, dom yapıları, ignimbirit ve piroklastiklerden oluştuğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar kaldera sonrası evrenin freatomagmatik püskürmeler, riyolitik lav akıntıları ve dayklardan, geç evrenin ise patlama fazı, riyolit bileşimli lav akıntıları ve bazik bileşimli lav akıntılarının oluştuğunu belirtmişlerdir.

Ulusoy et al. (2008), Nemrut kalderasında arazi gözlemleri, jeofizik (SP) ve uzaktan algılama (DEM, Landsat ve Aster uydu görüntüleri) yöntemlerini kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmaları sonucunda kalderanın fiziksel özelliklerini, çökme mekanizmasını, aktif hidrotermal alanların dağılımını ve bunların kaldera içerisindeki yapısal unsurlar ile olan ilişkilerini ortaya koymuşlardır. Bu çalışma sonucunda kaldera içerisinde hidrotermal olarak hala aktif olduğunu, gelecekte freatomagmatik bir faaliyetin gerçekleşme olasılığının yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Ustaömer P et al. (2009), Bitlis masifinde Devoniyen öncesi temel kayaçlarına sokulum yapmış olan granitik plütonlar ve dayklar üzerinde araştırma yapan çalışmacılar; Mutki civarındaki garnitik plütonun kuvars, alkali feldspat, plajiyoklaz, biyotit, muskovit ve amfibol mineral bileşiminden oluştuğunu, metalümina-peralümina karakterli, yitimden ve kabuk kontaminasyonundan fazlaca etkilenmiş I-tipi bir granit olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar yapmış oldukları U-Pb izotop çalışmalarıyla

plütunun kristallenme yaşını 545.5 ± 6.1 ile 531 ± 3.6 my arasında bulmuşlardır. Bu çalışma ile Bitlis masifinin yeni yaşının Edikaryen-Erken Kambriyen olduğunu ifade etmişlerdir.

IX- 3. 2. 2. İgnimbirit Kavramı

Jeoloji literatürüne ignimbirit terimi ilk defa Marshall (1935) tarafından geniş yayılım gösteren, bazı yerlerde kaynaklaşmış asidik bileşimli Taupo tüflerini (Yeni Zelanda) tanımlamak için kullanılmıştır. Günümüz yazılı volkanoloji kaynaklarında ignimbirit tanımlaması değişik araştırmacılar tarafından farklı biçimlerde yapılmaktadır. Bu tanımlamalarda ignimbirit terimi bazen kaynaklaşmış tuf (welded tuff) anlamına karşılık gelen litolojik bir durumu tanımlarken, bazen de piroklastik akmlar sonucu meydana gelmiş çökel anlamında kullanılmaktadır. Sparks et al. (1973)'e göre ignimbirit "Hacim ve kaynaklaşma derecesine bakılmaksızın bol miktarda pümis, volkan camı kıymıkları (shard) içeren piroklastik akıntı çökellerinin özel bir türüdür" olarak tanımlanırken, McPhie et al. (1993)'e göre "Bomba boyutundan lapilli boyutuna kadar değişen büyüklükte pomza parçaları ile daha az orandaki litik parçalarının vitrik, kristal ve litik kül bileşimli matriks tarafından birleştirilmeleri ile oluşmuş kayaçlardır" şeklinde tanımlanmaktadır. İgnimbiritler; Tek bir patlamanın veya birbiri arkasını takip eden patlamalar serisine ait püskürme kolonunun çökmesi sonucu oluşur. Pliniyen tipi püskürme kolonlarının çökmesi sonucu, bol miktarda pomza içeren geniş hacimli pomza akmaları gerçekleşir. Pliniyen püskürme kolonundan çöken piroklastik malzeme, gravitasyona bağlı olarak yüzey boyunca akar ve bir yerde depolanır. Bu tür akma çökelleri ignimbirit olarak tanımlanır. Piroklastik malzeme çoğu zaman sıcaktır. Genel olarak vadi ve çöküntü alanlarını dolduran topoğrafya kontrollü yerleşim gösterirler (Cas and Wright 1988).

IX- 3. 2. 3. Bitlis İgnimbiritinin Arazi Özellikleri

Bu çalışmada Bitlis Kalesi (47 337; 54510) ve Bitlis vadisi Değirmen mevkiinden (48863; 56057) ignimbiritin tabanından tavanına doğru sistematik örnekleme yapılmış, Bitlis ignimbiritinin iç stratigrafik yapısı ortaya çıkarılmıştır.

Doğu Anadolu Bölgesinde Nemrut volkanizmasının ürünü olarak gelişen ignimbirit türü piroklastikler Bitlis vadisi içerisinde yaklaşık olarak 30-50 m kalınlığa

ulaşmaktadır. Bitlis ili ve tarihi Bitlis Kalesi ignimbirit üzerine kurulmuştur. Bu projenin konusunu oluşturan Bitlis ignimbiriti Özdemir (2003), Karaoğlu et al. (2005), Özdemir et al. (2006) tarafından Nemrut ignimbiriti olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada Bitlis vadisini dolduran ve vadi boyunca geniş yayılım gösteren, farklı derecelerde kaynaklanmış üç seviyeden oluşan ignimbiritin “Bitlis ignimbiriti” olarak tanımlanması uygun görülmüştür. Bitlis vadisini dolduran volkanik ve piroklastik kayaçların kaynak alanı, Güner (1984), Özdemir (2003), Aydar et al. (2003), Karaoğlu et al. (2005), Özdemir et al. (2006) tarafından Nemrut kalderası olarak gösterilmektedir.

Bitlis ignimbiritinin arazi özelliklerinin anlatıldığı bu başlık altında belirlenen lokasyonda, ignimbiriti oluşturan seviyelerin petrografik ve mineralojik özellikleri anlatılmıştır.

IX- 3.2.3.1 Bitlis Kalesi Tip Lokasyonu

Bitlis kalesi tip lokasyonu; Bitlis şehir merkezinde, tarihi Bitlis Kalesi ve çevresini kapsamaktadır. Bitlis kalesi Bitlis deresinin kollarını oluşturan iki dere yatağı ile sınırlanmış, ignimbirit bileşimli bir yükselti üzerinde bulunmaktadır. Günümüzde Bitlis kalesi, çevresinde görülen yapılaşmalar nedeniyle kent merkezi içinde kalmış ve etrafı kuşatılmış durumdadır. Bitlis Kalesi tip lokasyonunda Bitlis ignimbiriti; farklı kayaç topluluklarından oluşan metamorfiteiler üzerinde bulunurken, alüvyon ve traverten oluşumları tarafından üzerlenmektedir (Çizim-11).

Bitlis ignimbiritinin tabanında yeşilimsi sarı renkli, içerisinde bol miktarda kayaç ve bitki parçaları bulunduran, nispeten daha sert yapıda ve 60 cm kalınlığında tuf seviyesi bulunmaktadır. Bu seviyenin altında açık kahverenkli, içerisinde bol miktarda bitki kökü bulunduran, üstündeki seviyeye göre daha kolay kazılabilen ve yaklaşık 1 m kalınlığa sahip, çok ince taneli kum boyutu (62-125 µm) bileşenlerden oluşan tuf seviyesi bulunmaktadır (Resim-36).

Çizim-11: Bitlis Kalesi ve çevresinin jeoloji haritası (Şengün, 1983'den alınmıştır)

İnceleme alanında, Bitlis ignimbiriti vadi birikimi (valley pond) çökelleri şeklinde, ortalama kalınlığı 30-50 m arasında değişen, farklı derecelerde kaynaklaşmış, üç seviye halinde görülmektedir (Çizim-12). En altta atmosferle temas halinde olan yüzeyleri koyu kahverenkli, taze kırık yüzeyleri siyah renkli olan, homojen bir görünüme sahip, oldukça iyi kaynaklanmış taban seviyesi bulunmaktadır (Resim-37 a). Camsı yapıda görülen taban seviyesinin ortalama kalınlığı 5-8 m arasında değişmektedir. Bu seviyenin yeşilimsi sarı renkli tuf seviyesi ile olan dokanak kısımlarında yaygın killeşmeler görülmektedir. Taban seviyesi içerisinde boyutları 0.5-2.5 cm arasında değişen, yuvarlak ve/veya köşeli şekilli, çoğunlukla metamorfit bileşimli kayaç parçaları görülmektedir (Resim-37b). Taban seviyesinde görülen fiamme yapıları siyah renkli ve camsı yapıda görülmektedir (Resim-37c). Bu seviyedeki fiammelerin yassılaştırma oranları 0.07-0.20 arasında değişmektedir (Tablo-3).

Tablo-3: Bitlis Kalesi tip lokasyonundaki fiamme (yassılaşmış pomza) yapılarının yassılaşma oranları

| Ölçüm Sayısı | TABAN SEVİYESİ | | | ORTA SEVİYE | | |
|---|----------------|------|------|-------------|------|------|
| | U.E. | K.E. | Y.O. | U.E. | K.E. | Y.O. |
| 1 | 20.0 | 1.5 | 0.08 | 7.0 | 1.5 | 0.21 |
| 2 | 6.0 | 0.5 | 0.08 | 9.5 | 1.5 | 0.16 |
| 3 | 10.0 | 2.0 | 0.20 | 9.0 | 1.5 | 0.17 |
| 4 | 14.0 | 2.5 | 0.18 | 10.5 | 1.5 | 0.14 |
| 5 | 8.0 | 0.5 | 0.06 | 15.0 | 4.0 | 0.27 |
| 6 | 20.0 | 3.0 | 0.15 | 15.0 | 2.0 | 0.13 |
| 7 | 15.0 | 2.0 | 0.13 | 16.0 | 3.5 | 0.22 |
| 8 | 7.0 | 0.5 | 0.07 | 10.0 | 1.5 | 0.15 |
| 9 | 9.4 | 1.0 | 0.11 | 22.0 | 3.5 | 0.16 |
| 10 | 13.8 | 2.1 | 0.15 | 13.0 | 2.0 | 0.15 |
| 11 | 12.0 | 1.8 | 0.15 | 7.0 | 1.5 | 0.21 |
| 12 | 17.2 | 3.2 | 0.19 | 12.0 | 1.5 | 0.13 |
| 13 | 10.3 | 1.6 | 0.16 | 22.0 | 2.5 | 0.11 |
| 14 | 7.7 | 0.7 | 0.09 | 13.0 | 1.5 | 0.12 |
| 15 | 11.5 | 1.7 | 0.15 | 12.0 | 1.5 | 0.13 |
| 16 | 14.7 | 2.3 | 0.16 | 8.5 | 1.0 | 0.13 |
| 17 | 8.9 | 0.7 | 0.08 | 8.0 | 0.9 | 0.11 |
| 18 | 9.3 | 0.8 | 0.09 | 12.5 | 2.2 | 0.18 |
| 19 | 16.0 | 2.7 | 0.17 | 14.5 | 2.1 | 0.14 |
| 20 | 11.0 | 0.9 | 0.08 | 9.5 | 1.2 | 0.13 |
| Ortalama | | | 0.13 | | | 0.16 |
| U.E: uzun eksen, K.E: kısa eksen, Y. O (K.E / U.E) yassılaşma oranı | | | | | | |

Çizim-12: Bitlis ignimbiritinin Bitlis Kalesi tip lokasyonundaki kolon kesiti

Taban seviyesinin üzerine morfolojide girinti şeklinde görülen, kırmızımsı pembemsi renkli, homojen bir içyapıya sahip, oldukça iyi derecede kaynaklanmış orta seviye gelir. Orta seviye; daha küçük boyutlu, nisbeten yuvarlaklaşmış kayaç parçaları ve bol miktarda fiamme yapıları içerir (Resim-37 d,e). Ayrışmaya karşı daha dayanıklı olan kayaç parçaları ignimbirit yüzeyinde sivri çıkıntılar oluşturmaktadır. Bu seviyenin ortalama kalınlığı 7-12 m arasında değişmektedir. Bu seviye içerisinde görülen fiamme yapıları siyahımsı gri, kahverenkli olup, yassılaşıma oranları 0.11-0.27 arasında değişmektedir (Resim-37f). Orta seviyenin üst kısımlarına doğru fiammelerin yassılaşıma oranları azalırken, çoğunluğunu metamorfik bileşimli kayaç parçalarının oluşturduğu litik bileşenlerin miktarı artmaktadır.

Bitlis ignimbiritinin en üst kısmında gri renkli, daha az kaynaklanmış tavan seviyesi bulunmaktadır. Bol miktarda kayaç parçası, pomza ve boşluk içeren tavan seviyesi, yaklaşık 5-10 m arasında değişen kalınlığa sahiptir (Resim-38.a,b). Diğer iki seviyeye göre daha kolay kırılabilen ve ufalanabilen bu seviye içerisinde grimsi beyaz renkli, gözenekli, boyutları 1.5-5 cm arasında değişen, düşük yassılaşıma oranına sahip pomza türü bileşenler görülmektedir (Resim-38.c). Topoğrafya yüzeyinde görülen poligonol şekilli kırıklar tavandan tabana kadar tüm ignimbirit istifini katetmekte olup, bazı yerlerde kırık açıklıkları oldukça fazla olarak görülmektedir. (Resim-38.d,e).

Bitlis ignimbiritini oluşturan ve farklı derecelerde kaynaklanma özelliği gösteren seviyeler arasındaki sınır ilişkileri arazide net olarak görülememiştir. Ancak her üç seviye arasındaki olası sınır geçişlerinde yüzey topoğrafyasının düzleşerek teras yapısı oluşturduğu görülmüştür (Resim-38f). Bunun dışında seviyeler arasındaki ayırım yapabilmek için renk farklılığı, kaynaklanma derecesi ve fiamme bileşenlerindeki yassılaşıma oranları ölçüt olarak kullanılmıştır.

IX.3.3. MİNERALojİK ve PETROGRAfİK İNCELEMELER

IX.3.3.1. İgnimbiritlerin Petrografik Bileşenleri

Patlamalı volkanizmalarda püskürme kolonunun çökmesi, dom çökmesi veya lav akıntılarında türeyen ignimbiritler, gözenekli olmayan ve kısmen veya tamamen gözenekli jüvenil litik parçalardan oluşmaktadır. Petrografik bileşenler bakımından ignimbiritler magmanın bileşimine, akmanın kökenine bağlı olarak, oldukça değişken miktarlarda kristaller, volkan camı kıymıkları (volcanic glass shards), pomza ve litik bileşenlerden oluşmaktadır (Fisher and Schmincke 1984).

IX. 3.3.2. Bitlis İgnimbiritinin Petrografik Özellikleri

Bitlis ignimbiritinin mineralojik bileşimi ve petrografik özelliklerini belirlemek amacıyla ince kesit çalışmaları yapılmıştır. Bu amaçla Bitlis Kalesi ve çevresinden alınan örneklerden petrografik incelemeler için ince kesitler hazırlanmıştır. Mikroskop ve XRD çalışmaları sonucunda Bitlis kalesi yapıtaşlarının mineralojik bileşimi ve petrografik özellikleri ortaya çıkarılmıştır.

İnce kesitler polarize mikroskop altında incelenerek mineralojik ve petrografik tayinler yapılmıştır. Bitlis ignimbiriti petrografik bileşenler bakımından volkan camı kıymıkları (shard), pomza ve pomza parçaları, kristal ve kristal parçaları ile litik bileşenlerden oluşmaktadır. Mineralojik bileşim olarak sanidin + plajiyoklaz + anortoklaz + piroksen (ojit) + opak mineraller görülmektedir. Dokusal özellikler açısından Bitlis ignimbiritinin taban, orta ve tavan arasında belirgin bir farklılık görülmektedir. Özellikle ignimbiritin taban seviyelerinde kalıntı perlitik dokunun tipik özelliği olan, konsantrik halkalar şeklinde görülen ve volkan camının ani soğuması sonucu oluşan mikro ölçekli çatlaklar görülmektedir. Bununla birlikte camsı bileşenleri oluşturan volkan camı kıymıklarının (shard) diğer bileşenlerin etrafını sarması sonucu oluşan ötakitik doku görülmektedir. Bitlis ignimbiritini oluşturan orta seviye örneklerinde ötakitik (eutaxitic) doku, tavan seviye örneklerinde vitrofirik doku görülmektedir (Çizim-13.a,b,c,d,e,f).

- Çizim-13: Bitlis ignimbiritini oluşturan tavan, orta ve taban seviyelerin arazi ve mikroskop görüntüleri (snd: sanidin, plg: plajiyoklaz, opq.m: opak mineral, v.cm: volkan camı, shd: shard, k.pç: kayaç parçası, T.N.: Tek Nikol)
- a. tavan seviyesinin arazi görünümü
 - b. tavan seviyesinin mikroskop görüntüsü ve vitrofirik doku (T.N.)
 - c. orta seviyenin arazi görünümü
 - d. orta seviyenin mikroskop görüntüsü ve ötakitik doku (T.N.)
 - e. taban seviyesinin arazi görünümü
 - f. taban seviyesinin mikroskop görüntüsü ve ötakitik doku (T.N.)

IX.3-3.2.1. Kristal Bileşenler

Bitlis ignimbiritini oluşturan kristal bileşenler: sanidin, plajiyoklaz, piroksen (ojit), opak mineral'den oluşmaktadır. Özellikle taban ve orta seviye örneklerinde kristal bileşenler daha küçük boyutlu ve kırıklı yapıda olup, kenarları boyunca volkan camı kıymıkları tarafından sarılmışlardır. Tavan seviye örneklerinde kristal bileşenler özşekilli ve iri kristaller halinde görülürler.

Sanidin: Sanidinler kayaç içerisinde ince-uzun dikdörtgen latalar şeklinde görülmektedir (Resim-39.a). Çoğunlukla özşekilli olup, alterasyon nedeniyle I nikelde kirli bir görüntüsü vardır. Sanidinler tipik olarak paralel sönme, karlsbad ikizlenmeleri ve uzun eksene dik gelişmiş kırıkların varlığı ile tanınırlar (Resim-39.b). Kristal boyutları 200-850µm arasında değişmektedir.

Plajiyoklaz: Plajiyoklazlar; kristal veya kristal parçacıkları şeklinde görülmektedir. Çoğunlukla ince-uzun latalar halinde olup, polisentetik ikizlenmeleri ile tanınırlar. Bazı plajiyoklaz kristallerinde magma korozyonu ve elek (sünger) (Resim-39.c,d) dokuları görülmektedir. Bu tür dokuların kristal ve içerisinde büyüdüğü ergiyiğin dengede olmadığı durumlarda geliştiği bilinmektedir (McPhie et al. 1993). İnce uzun dikdörtgenimsi latalar şeklinde görülen plajiyoklaz kristalleri 300-700µm arasında değişen kristal boyutlarına sahiptir. Kesitlerde bazı plajiyoklaz kristalleri piroksen kristalleri ile beraber ve yapışık kristaller şeklinde görülmektedir.

Piroksen: Piroksenler; küçük, özşekilsiz kristaller şeklinde olup, renksiz veya sarımsı yeşilimsi renkte zayıf pleokroizma gösterirler (Resim-39.e). Yüksek röliyefleri ve birbirine paralel ince dilinim çizgileri vardır. Bitlis ignimbiritinde piroksenler diğer kristal bileşenlere göre daha az oranda görülmektedir. Piroksenler ojit bileşimli olup, kenar ve dilinim çizgileri boyunca iddingsitleşme ve uralitleşme (Resim-39.f) gösterirler. Kristal boyutları 100-400µm arasında değişmektedir.

Opak mineraller: Opak mineraller siyah renkli olup, yuvarlak, küçük ve özşekilsiz kristaller halinde görülmektedir (Resim-40.a). Kristal boyutları 100-200µm arasında değişmektedir. Kayacı oluşturan hamur içerisinde görülen opak minerallerin çevresinde kırmızımsı kahverenkli boyama izleri görülmektedir.

Anortoklaz: Kare ve/veya dikdörtgen şekilli kristaller halinde görülür. Periklin ikizi gösterir (Resim-40b). Kayaç içerisinde nadir olarak görülmektedir.

IX.3-3.2.2. Cam Bileşenler

Bitlis ignimbiritini oluşturan cam bileşenler: volkan camı kıymıkları (volcanic glass shards) ve pomza'lardan oluşmaktadır. Özellikle taban ve orta seviye örneklerinde volkan camı kıymıkları baskın olup, pomza bileşenler çoğunlukla fiamme yapıları şeklinde görülmektedirler.

Volkan camı kıymıkları (Volcanic glass shards): Volkan camı kıymıkları I. nikelde sarımsı kahverengi renkli, ince uzun ipliğimsi yapıda veya kurtçuklar şeklinde görülmektedir (Resim-40.c,d). Özellikle taban ve orta seviye örneklerinde baskın bileşeni oluştururlar. Taban ve orta seviye örneklerinde, volkan camı kıymıklarının kristal, kayaç parçası ve pomza bileşenlerinin etrafında sarılmış olarak görülürler (Resim-40.c,d). Bu durum ötakstitik dokunun tipik özelliğidir. Sıcak ve plastik özellikteki volkan camı kıymıkları üzerlerine gelen litostatik basıncın etkisiyle sıkışarak düzlemsel hale gelirler ve yönelim kazanırlar (Shelley 1993).

Pomzalar: Çoğunlukla yassılaştırmış yapıda olup, fiamme olarak adlandırılan bu yapılar ignimbiritin taban ve orta seviyelerinde yaygın olarak görülmektedir. Tavan seviyede görülen pomzalar gözenekli yapıda olup, gözenekler kısmen yassılaştırmış olarak görülmektedir (Resim-40.e,f).

IX.3-3.2.3. Kayaç Parçaları

Kayaç parçaları; çoğunlukla köşeli kısmen yuvarlak ve elips şekilli olup, metamorfik ve volkanik kayaç bileşimlidirler (Resim-41.a,b,c,d). Metamorfik kökenli olanlar çoğunlukla mikaşist, kuvarsit, mermer ve hornfels bileşimine sahipken, volkanik kökenli olanlar trakit, bazalt, andezit bileşimlidirler. Metamorfik kökenli kayaç parçalarını lepidogranoblastik, granoblastik, poligonal doku gösterirken, volkanik kökenli kayaç parçaları dokusal olarak; trakitik, hiyalopilitik, intersertal ve pilotakstitik doku gösterirler. İgnimbirit matriksi ile olan sınırları keskin olup, belirgin renk farklılığı gösterirler.

IX.3.3.3. XRD İncelemeleri

İgnimbirit örneklerinde mikroskop çalışmaları sırasında belirlenemeyen daha küçük boyutlu bileşenlerin kalitatif analizleri ve kristal yapılarını belirleyebilmek için taban, orta ve tavan seviyelerinden toplam 9 adet kayaç örneği toz haline getirilmiş, X-Işınları Difraktometre (XRD) ile analizleri yapılmıştır. Analizler Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji ve Petrografi Araştırma laboratuvarı bünyesindeki “Inel-Equinox 1000” marka cihazla bakır katotlu tüp kullanılarak yapılmıştır.

Tüm kayaç toz XRD sonuçlarına göre, örneklerde sanidin, plajiyoklaz, piroksen (ojit), manyetit, hematit, ilmenit, analsim ve k-feldispat (anortoklaz) pikleri tespit edilmiştir. Bitlis ignimbiriti orta ve tavan seviye örneklerinin XRD grafiklerinde düzenli ve belirgin mineral pikleri görülürken, taban seviye örneklerinin XRD grafiklerinde $2\Theta=15\text{Ao}$ 'dan itibaren yükselim gösteren ve birbirini örten düzensiz pikler görülmüştür (Çizim-14). Bu durum taban seviyede amorf yapıların (volkan camı, pomza ve volkan camı kıymıkları) önemli ölçüde artmasından dolayı meydana gelmiş olabilir.

Literatürde tüm kayaç X-Ray difraktogramlarında grafiğin $2\Theta=15\text{Ao}$ 'dan itibaren yükseliş eğilimi göstermesinin analsim ile birlikte amorf karakterli volkan camının varlığına işaret ettiği belirtilmektedir (Jones and Segnit 1971, Karakaş and Kadir 2006). Genel olarak Bitlis ignimbiritinde taban seviyesinden tavan seviyesine doğru kristal içeriğinin artış gösterdiğini, buna karşılık volkan camı kıymıkları ve matriks(volkan camı) miktarının azalmakta olduğu arazi ve mikroskop çalışmalarıyla belirlenmiş olup, XRD incelemeleri de bu sonucu desteklemektedir.

Çizim-14: Bitlis ignimbiriti taban, orta ve tavan seviyelerinden alınan örneklerin XRD difraktogramları (Plg: plajiyoklaz, K-feld: K-feldispat, Prx: Piroksen, Mgnt: Manyetit, Hmt: Hematit, İlm: İlmenit)

IX. 3. 4. TÜM KAYAÇ JEOKİMYASI

Bitlis ignimbiritinin jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla; Bitlis kalesi tip lokasyonundan alınan sistematik örneklerden ana, iz ve bazı nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarının farklı diyagramlar kullanılarak yorumlaması yapılmış ve Bitlis ignimbiritini oluşturan magmanın karakteri ve kimyasal özellikleri ile Bitlis kalesi yapıtaşlarının kimyasal özellikleri belirlenmiştir.

Farklı seviyelerden alınan kayaç örneklerinin kimyasal analizleri Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji ve Petrografi Araştırma Laboratuvarı'nda Spectro XLAB 2000 PEDXRF cihazı kullanılarak yapılmıştır. XRF analizleri için alınan sistematik kayaç örnekleri, halkalı değirmende 150-200 mesh boyutuna kadar öğütülmüştür. Elde edilen kayaç tozları 1000 oC'lik fırında 2 saat kalsine edilerek, örnek ağırlığının yüzde azalımı olarak hesaplanan kızdırma kaybı miktarları belirlenmiştir. Daha sonra her bir kayaç tozundan 3.9 gr alınarak, 0.9 gr bağlayıcı wax ile homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Karışım halindeki örnek tozu 15-20 N/m basınç altında, 32 mm çapında bir tablet şeklinde sıkıştırılmış ve analize hazır hale getirilmiştir.

Jeokimyasal çalışmalardan bilindiği üzere kimyasal analiz sonuçları; ana oksit elementler, iz elementler ve nadir toprak elementleri olmak üzere üç gruba ayrılır. Ana oksit elementler (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K ve P) tüm kayaç analizlerinde baskın olarak kullanılan elementlerdir ve yüzde ağırlığı (%wt) olarak ifade edilirler. Bu elementler başlıca, magmatik kayaçların sınıflandırılmasında ve değişim diyagramlarının hazırlanmasında kullanılır. Jeokimyasal çalışmalarda kullanılan ve ppm olarak ifade edilen iz elementler ise kendi aralarında çeşitli şekillerde sınıflandırılabilirler. Bu çalışmada kullanılan sınıflamada iz elementler, büyük iyon yarıçaplı litofil elementler (Large Ion Lithophile Elements) (Sr, Rb, Ba, Cs) ve yüksek çekim alanlı elementler (High Field Strength Elements) (Sc, Y, Th, U, Pb, Zr, Hf, Nb, Ta) olmak üzere iki şekilde ele alınmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4: Bitlis ignimbiriti farklı seviyelerden alınan örneklerin ana oksit ve bazı iz element analiz sonuçları

| Örnek No | TABAN SEVİYE | | | | | | ORTA SEVİYE | | | | | | TAVAN SEVİYE | | | |
|------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|
| | TBK-2 | TBK-3 | TBK-4 | TBK-5 | TBK-6 | TBK-7 | TBK-8 | TBK-9 | TBK-10 | TBK-11 | TBK-12 | TBK-13 | TBK-14 | TBK-15 | TBK-16 | TBK-1 |
| SiO ₂ (%) | 65.94 | 66.56 | 64.85 | 65.55 | 65.72 | 63.77 | 67.87 | 66.89 | 66.16 | 66.44 | 65.64 | 64.09 | 67.81 | 64.60 | 61.52 | 66.78 |
| Na ₂ O (%) | 4.16 | 4.30 | 4.67 | 4.35 | 5.25 | 4.80 | 6.06 | 5.54 | 5.52 | 5.18 | 5.60 | 5.47 | 5.98 | 4.89 | 4.79 | 5.86 |
| K ₂ O (%) | 5.02 | 5.13 | 4.85 | 4.93 | 4.91 | 4.65 | 5.06 | 4.88 | 4.86 | 4.68 | 4.92 | 4.71 | 5.02 | 4.10 | 4.57 | 5.02 |
| CaO (%) | 1.03 | 0.93 | 1.28 | 1.34 | 1.29 | 1.30 | 0.84 | 1.04 | 1.26 | 0.92 | 0.93 | 1.72 | 1.00 | 3.95 | 3.49 | 1.43 |
| MgO (%) | 0.18 | 0.13 | 0.23 | 0.19 | 0.18 | 0.16 | 0.04 | 0.14 | 0.18 | 0.15 | 0.11 | 0.17 | 0.08 | 0.86 | 0.72 | 0.35 |
| Fe ₂ O ₃ (%) | 4.11 | 3.44 | 3.32 | 4.18 | 4.29 | 4.79 | 3.55 | 3.68 | 3.79 | 5.01 | 4.04 | 5.77 | 4.54 | 4.84 | 4.20 | 5.09 |
| Al ₂ O ₃ (%) | 13.98 | 14.36 | 14.99 | 14.70 | 13.94 | 15.06 | 15.09 | 14.62 | 14.60 | 13.91 | 14.66 | 13.72 | 14.54 | 11.03 | 12.90 | 14.21 |
| P ₂ O ₅ (%) | 0.17 | 0.18 | 0.30 | 0.22 | 0.24 | 0.29 | 0.21 | 0.20 | 0.19 | 0.20 | 0.27 | 0.28 | 0.19 | 0.27 | 0.20 | 0.19 |
| MnO (%) | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.13 | 0.08 | 0.10 | 0.11 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.16 | 0.19 | 0.07 | 0.07 | 0.13 |
| TiO ₂ (%) | 0.41 | 0.40 | 0.40 | 0.42 | 0.39 | 0.39 | 0.48 | 0.49 | 0.47 | 0.46 | 0.44 | 0.41 | 0.43 | 0.31 | 0.37 | 0.41 |
| LOI (%) | 3.83 | 3.38 | 3.93 | 3.27 | 2.78 | 3.66 | 1.12 | 1.63 | 2.07 | 2.50 | 2.47 | 2.57 | 1.02 | 3.67 | 5.46 | 1.36 |
| Toplam (%) | 98.90 | 98.87 | 98.89 | 99.22 | 99.12 | 98.96 | 100.42 | 99.21 | 99.17 | 99.50 | 99.15 | 99.07 | 100.79 | 98.59 | 98.29 | 100.82 |
| Ba (ppm) | 750.6 | 739.8 | 787.6 | 875.6 | 824.1 | 930.3 | 1053.0 | 1082.0 | 1016.0 | 988.2 | 1016.0 | 1007.0 | 1005.0 | 1065.0 | 981.7 | 1064.0 |
| Rb (ppm) | 147.8 | 150.2 | 140.5 | 138.7 | 144.1 | 131.8 | 127.7 | 127.7 | 125.3 | 119.1 | 122.0 | 129.3 | 139.5 | 115.2 | 126.4 | 130.6 |
| Sr (ppm) | 49.2 | 47.4 | 64.1 | 63.8 | 62.1 | 75.1 | 104.0 | 110.2 | 107.7 | 100.1 | 104.9 | 106.4 | 107.7 | 155.3 | 129.3 | 122.2 |
| Zr (ppm) | 785.2 | 801.8 | 822.2 | 761.8 | 751.0 | 767.4 | 722.8 | 729.9 | 694.2 | 674.4 | 700.6 | 675.7 | 709.5 | 562.3 | 623.6 | 653.7 |
| Hf (ppm) | 17.4 | 16.4 | 18.1 | 18.7 | 15.2 | 17.5 | 14.8 | 17.6 | 16.3 | 15.3 | 16.3 | 14.9 | 16.8 | 15.1 | 14.3 | 15.9 |
| Y (ppm) | 74.0 | 74.2 | 72.0 | 70.5 | 73.0 | 64.5 | 67.8 | 69.6 | 66.1 | 58.5 | 84.8 | 64.1 | 70.0 | 177.6 | 61.4 | 79.6 |
| U (ppm) | 6.1 | 6.5 | 6.4 | 6.3 | 6.5 | 6.5 | 6.8 | 6.8 | 6.6 | 5.4 | 5.8 | 6.3 | 6.2 | 6.0 | 6.5 | 5.8 |
| Th (ppm) | 21.2 | 21.9 | 21.8 | 20.2 | 19.8 | 21.4 | 21.4 | 20.4 | 20.1 | 18.4 | 20.7 | 18.1 | 19.8 | 14.9 | 17.8 | 18.0 |
| La (ppm) | 66.2 | 72.6 | 68.9 | 73.1 | 67.6 | 60.7 | 66.6 | 75.7 | 69.3 | 60.2 | 97.7 | 54.2 | 64.5 | 74.1 | 66.2 | 67.1 |
| Ce (ppm) | 133.3 | 148.8 | 137.5 | 147.4 | 135.8 | 119.9 | 111.9 | 131.0 | 134.1 | 103.8 | 128.6 | 122.7 | 129.7 | 101.5 | 101.7 | 118.7 |
| Nd (ppm) | 21.6 | 61.0 | 31.9 | 58.6 | 46.7 | 21.8 | 26.5 | 63.9 | 62.3 | 37.5 | 87.6 | 43.1 | 54.0 | 62.6 | 50.6 | 59.5 |
| Nb (ppm) | 39.2 | 40.2 | 40.7 | 38.6 | 38.6 | 39.5 | 36.3 | 37.3 | 35.1 | 34.3 | 36.3 | 34.5 | 35.6 | 31.1 | 31.6 | 32.7 |
| Ta (ppm) | 6.4 | 7.9 | 6.1 | 6.4 | 12.5 | 8.1 | 8.2 | 7.3 | 6.2 | 6.2 | 5.9 | 6.0 | 10.5 | 3.2 | 6.4 | 6.6 |

IX. 3. 4. 1. Bitlis İgnimbiriti Ana Oksit Element Jeokimyası

Genel olarak Bitlis ignimbiritinin SiO₂ içeriği %61.52-67.87 arasında değişiyorken, Na₂O %4.16-6.06, K₂O %4.10-5.14, CaO %0.84-3.95, MgO %0.04-0.86, Fe₂O₃ %3.32-5.77, Al₂O₃ %11.03-15.09, P₂O₅ %0.17-0.30, MnO %0.05-0.19, TiO₂ %0.31-0.49 ve kızdırma kaybı (Loss On Ignition, LOI) %1.02-5.46 arasında değişmektedir. Bitlis ignimbiritinin ana oksit element içeriklerinin seviyelere göre değişim aralıkları gösterilmiştir (Çizim-15).

Bitlis ignimbiriti taban seviye örnekleri içerisindeki SiO₂ aralık değeri %63.77-66.56 arasındayken, Na₂O aralık değeri %4.16-5.25, K₂O aralık değeri, CaO aralık değeri %0.93-1.34, %4.65-5.13, MgO aralık değeri %0.13-0.23, Fe₂O₃ aralık değeri %3.32-4.79, Al₂O₃ aralık değeri %13.94-15.06, P₂O₅ aralık değeri %0.17-0.30, MnO aralık değeri %0.07-0.13, TiO₂ aralık değeri %0.39-0.42 ve LOI aralık değeri %2.78-3.93 arasındadır (Çizim-15).

Orta seviye örnekleri içerisindeki SiO₂ aralık değeri %64.09-67.87 iken, Na₂O aralık değeri %5.18-6.06, K₂O aralık değeri %4.68-5.06, CaO aralık değeri %0.84-1.72, MgO aralık değeri %0.04-0.18, Fe₂O₃ aralık değeri %3.55-5.77, Al₂O₃ aralık değeri %13.72-15.09, P₂O₅ aralık değeri %0.19-0.28, MnO aralık değeri %0.05-0.16, TiO₂ aralık değeri %0.41-0.49 ve LOI aralık değeri %0.1.12-2.57'dir (Çizim-15).

Tavan seviye örnekleri içerisindeki SiO₂ aralık değeri %61.52-67.81 arasındayken, Na₂O aralık değeri %4.79-5.98, K₂O aralık değeri %4.10-5.14, CaO aralık değeri %1.00-3.95, MgO aralık değeri %0.08-0.86, Fe₂O₃ aralık değeri %4.20-5.15, Al₂O₃ aralık değeri %11.03-4.54, P₂O₅ aralık değeri %0.19-0.27, MnO aralık değeri %0.07-0.19, TiO₂ aralık değeri %0.31-0.43 ve LOI aralık değeri %1.02-5.46 arasındadır (Çizim-15).

Çizim-15: Bitlis İgnimbiriti taban, orta ve tavan seviye örneklerinin ana oksit (%) değer dağılım aralıkları.

Bitlis ignimbirititavan seviye örneklerinde orta ve taban seviye örneklerine göre ana oksit içeriği bakımından daha geniş ve düzensiz değişim aralıkları görülmektedir. Bu durumun tavan seviye içerisinde bol miktarda görülen litik bileşen içeriği ve fiziksel ve/veya kimyasal ayrışmadan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bitlis ignimbiritini oluşturan magmanın karakterini belirlemek için toplam alkali (%Na₂O+ K₂O)-silika (%SiO₂) diyagramı hazırlanmış, bu diyagrama yerleştirilen örneklerin alkali-subalkalen ayırım çizgisi üzerine düştükleri belirlenmiştir (Çizim-16.a).

Irvine and Baragar (1971) tarafından geliştirilen AFM ((Na₂O+K₂O)-(Fe₂O₃)T-MgO) diyagramında Bitlis ignimbirit örneklerinin MgO içeriklerinin düşük olduğu kalkalkalen alanda toplanmışlardır (Çizim-16.b).

Kalkalkalen magma ürünü olan kayalar K₂O içeriklerine göre alt sınıflara ayrılmıştır. Le Maitre et al. (1989) tarafından yapılan K₂O-SiO₂ diyagramına göre Bitlis ignimbirit örneklerimiz yüksek K'lu kalkalkalen ve şoşonitik seriler arasındaki geçiş alanına düşmüşlerdir (Çizim-16.c).

Alterasyon, metamorfizma ve metasomatizma gibi kimyasal olaylara karşı duraylı oldukları bilinen Zr, Nb, Y, TiO₂ gibi elementler özellikle volkanik kayaların adlandırılmasında, petrolojik özelliklerinin ve tektonik oluşum ortamlarının belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Rollinson 1993). Nb, Y, Zr ve TiO₂ elementlerinden yararlanılarak oluşturulan Nb/Y-Zr/TiO₂*0.0001 kayaç adlandırma diyagramında, Bitlis ignimbirit örnekleri riyolit + dasit alanına düşmektedir (Winchester and Floyd 1976) (Çizim-16.d).

IX. 3. 4. 2. Bitlis İgnimbiriti İz (Trace) Element Jeokimyası

Genel olarak Bitlis ignimbiritinin Ba içeriği 739.8 ppm ile 1093.0 ppm arasında değişirken, Rb 115.2-150.2 ppm, Sr 47.4-155.3 ppm, Zr 562.3-822.2 ppm, Hf 14.3-18.7 ppm, Y 58.5-177.6 ppm, U 5.4-6.8 ppm, Th 14.9-21.9 ppm, La 54.2-97.7 ppm, Ce 101.5-148.8 ppm, Nd 21.6-87.6 ppm, Nb 31.1-40.7 ppm ve Ta 3.2-12.5 ppm arasında değişmektedir. Bitlis ignimbiritinin bazı iz element içeriklerinin seviyelere göre değişim aralıkları Çizim-17'de gösterilmiştir.

Çizim-16: Bitlis ignimbirit farklı adlandırma diyagramlarındaki konumları

- a. $\%(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\%(\text{SiO}_2)$ diyagramındaki konumları (ayrım çizgisi Irvine and Baragar (1971)'e göredir)
- b. AFM diyagramındaki konumları (ayrım çizgisi Irvine and Baragar (1971)'e göredir)
- c. $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ diyagramına göre dağılımı (Le Maitre et al. 1989)
- d. $(\text{Nb}/\text{Y})-(\text{Zr}/\text{TiO}_2*0.0001)$ adlandırma diyagramındaki dağılımları (sınır çizgileri Winchester and Floyd (1976)'dan alınmıştır)

Bitlis ignimbiriti taban seviye örnekleri içerisindeki Ba aralık değeri 739.8-930.3 ppm arasındayken, Rb aralık değeri 131.8-150.2 ppm, Sr aralık değeri 47.4-75.1 ppm, Zr aralık değeri 751-822.2 ppm, Hf aralık değeri 15.2-18.7 ppm, Y aralık değeri 64.5-74.2 ppm, U aralık değeri 6.1-6.5 ppm, Th aralık değeri 19.8-21.9 ppm, La aralık değeri 60.7-73.1 ppm, Ce aralık değeri 119.9-148.8 ppm, Nd aralık değeri 21.6-61 ppm, Nb aralık değeri 38.6-40.7 ppm ve Ta aralık değeri 6.1-12.5 ppm'dir (Çizim-17).

Orta seviye örnekleri içerisindeki Ba aralık değeri 988.2-1082 ppm iken, Rb aralık değeri 119.1-129.3 ppm, Sr aralık değeri 100.1-110.2 ppm, Zr aralık değeri 674.4-729.9 ppm, Hf aralık değeri 14.8-17.6 ppm, Y aralık değeri 58.8-84.8 ppm, U aralık değeri 5.4-6.8 ppm, Th aralık değeri 18.1-21.4 ppm, La aralık değeri 54.2-97.7 ppm, Ce aralık değeri 103.8-134.1 ppm, Nd aralık değeri 26.5-87.6 ppm, Nb aralık değeri 34.3-37.3 ppm ve Ta aralık değeri 5.9-8.2 ppm'dir (Çizim-18).

Çizim-17: Bitlis İğnimbiriti taban, orta ve tavan seviye örneklerinin bazı iz element (ppm) değerleri dağılım aralıkları

Tavan seviye örnekleri içerisindeki Ba aralık değeri 981.7-1093.0 ppm iken, Rb aralık değeri 115.2-139.9 ppm, Sr aralık değeri 107.7-155.3 ppm, Zr aralık değeri 562.3-709.5 ppm, Hf aralık değeri 14.3-16.8 ppm, Y aralık değeri 61.4-177.6 ppm, U aralık değeri 5.6-6.5 ppm, Th aralık değeri 14.9-19.8 ppm, La aralık değeri 64.5-74.1 ppm, Ce aralık değeri 101.5-136.2

ppm, Nd aralık değeri 50.6-70.3 ppm, Nb aralık değeri 31.1-35.6 ppm ve Ta aralık değeri 3.2-10.5 ppm'dir (Çizim-17).

Farklı seviyelere ait Bitlis ignimbiriti örneklerinin kondrit değerlerine göre normalleştirilmiş çoklu element dağılım diyagramında, Sr'dan Yb'a kadar olan bütün elementlerde Kondrit'e oranla önemli bir zenginleşme gözlenmektedir. Sr dışındaki Büyük İyon Yarıçaplı Elementler (LILE) bakımından Kondrit'e oranla 100 kat zenginleşme görülürken, Yüksek Çekim Alanlı Elementler (HFSE) bakımından 10 kat zenginleşme görülmektedir (Çizim-18.a). Aynı diyagramda Sr, Ba, Nb, P ve Ti elementlerindeki anomaliler oldukça belirgindir.

Aynı örneklerin Okyanus Ortası Sırt Bazaltlarına (Mid-Ocean Ridge Basalts, MORB) göre normalleştirilmiş olan çoklu element değişim diyagramında, Sr dışında LILE'de MORB'a göre 10 ile 100 kat arasında bir zenginleşme gözlenirken, HFSE'de MORB çizgisine yakın bir dağılım izlenmektedir (Çizim-18.b). Bu diyagramda özellikle Sr, P ve Ti elementinde MORB'a oranla belirgin miktarda tüketilmişlik görülmektedir.

İgnimbirit örneklerinin, Okyanus Adası Bazaltlarına (Ocean Island Basalts, OIB) göre normalleştirilmiş olduğu çoklu element dağılım diyagramında, Sr dışındaki LILE'de OIB'ye oranla 10 kata kadar zenginleşmeler görülüyorken, HFSE'de OIB çizgisinde veya daha düşük değerlerde dağılıma sahip oldukları görülmektedir (Çizim-18.c). Aynı diyagramda Sr, Nb, P ve Ti elementlerindeki fazlaca tüketilmişlikler oldukça belirgindir.

Alt kıta kabuğu değerlerine göre normalize edilen Bitlis ignimbirit örneklerimizde Sr ve Ti elementleri dışında LILE ve HFSE bakımından ideal Alt kıta kabuğu değerlerine göre zenginleşme gösterdikleri belirlenmiştir (Çizim-18.d). Aynı diyagram üzerinde Ba ve P elementlerinde belirgin azalmalar görülmektedir.

- Çizim-18: Bitlis ignimbiriti farklı seviye örneklerinin çoklu element (spider) diyagramları (element sıralanışları Pearce (1983)'e göre yapılmıştır)
- KONDRİT'e (Chondrite) göre normalize edilmiş çoklu element (spider) diyagramları
 - MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element (spider) diyagramları
 - OIB'ye göre normalize edilmiş çoklu element (spider) diyagramları
 - Alt Kıta Kabuğuna göre normalize edilmiş çoklu element (spider) diyagramları

Kondrit, MORB, OIB ve Alt kıta kabuğu değerlerine göre normalize edilerek hazırlanan çoklu element diyagramlarında benzer elementlerde benzer desen ilişkileri görülmüştür. Özellikle LILE (K, Rb, Ba, Th) bakımından zenginleşmelerin, Sr, Nb, P ve Ti elementleri bakımından tüketilmelerin varlığı tipik aktif kıta kenarı magmatizmasının bir göstergesidir (Wilson 1989). Ayrıca LILE içeriğinde görülen zenginleşmeler kıtasal kabuktan kaynaklanan kirlenmelere bağlı olabileceği gibi, magmanın kaynak bölgesindeki zenginleşmelerden de kaynaklanabilmektedir.

IX.3.4.3 Bitlis İgnimbiritinin Ayrışma İndisleri

Ayrışma; yerküre üzerindeki kayaçları etkileyen fiziksel (disintegration) ve kimyasal (decomposition) değişimlerin tamamı olarak tanımlanabilir. Ayrışmanın derecesi ayrışmaya neden olan etkenlerin etkileşim şiddetine, süresine bağlı olarak değişmektedir. Kayaçların

ayrışma nedenlerinin başında jeolojik oluşuma bağlı olarak gelişen yapısal sorunlar gelmektedir. Ayrışma başlıca iki farklı şekilde karşımıza çıkmaktadır;

a. Mekanik ayrışma: kayaçların mevcut boyutlarına göre daha küçük parçalara ayrılması olarak tanımlanabilir. Doğada dört çeşit mekanik ayrışma görülür.

Donma-Çözünme; kayaçların kırık ve çatlaklarına yerleşen meteorik suların donma-çözünmeleri sırasında kayaç içerisinde meydana getirdiği gerilmelere bağlı olarak oluşan ayrışma türüdür.

Magmatik sokulumlar; yerkürenin sığ derinliklerine sokulum yapan intrüzyonların üzerindeki birimlerde meydana getirdiği gerilmelere bağlı olarak meydana gelen ayrışma türüdür.

Isısal genleşmeler; gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farklarının çok fazla olduğu iklim kuşaklarında görülen ayrışma türüdür.

Biyolojik faaliyetler; kayaçların kırık ve çatlaklarında gelişen bitkilerin kökleri tarafından meydana getirilen ayrışma türüdür.

b. Kimyasal ayrışma: kayaçları oluşturan bileşenlerin ve/veya kayaç dokusunun kimyasal etkiler karşısında bozulmasıdır. Kimyasal ayrışmada en önemli etken sıvıların varlığıdır. Çünkü kimyasal süreçler sırasında açığa çıkan element ve iyonların taşınması sıvılar tarafından sağlanmaktadır. Kimyasal ayrışma (alterasyon) olaylarında dört farklı süreç vardır.

Oksidasyon; kayaç bileşiminde yer alan minerallerin oksijenle birleşmesi sonucu meydana gelen kimyasal değişimdir. Çoğunlukla demir mineralleri içeren kayaç yüzeylerinde gerçekleşir ve oluşumunda suyun etkisi büyüktür.

Karbonasyon; karbondioksitin kayaç mineralleri üzerinde yol açtığı kimyasal değişimdir. Genellikle su içerisinde erimiş hali (karbonik asit) ile kayaç yapısını etkiler. Sudaki oranı sıcaklık ile ters orantılıdır. Karbonatlı çözeltilerin kimyasal yollarla çözünmesinde (karstlaşma) başlıca rolü oynar.

Hidroлиз; kayaç yapısında suyun etkisiyle meydana gelen reaksiyon ve kimyasal değişimlerdir. Bu değişime suyun H ve OH iyonları ile kayaç bileşimindeki element ve iyonlar arasındaki reaksiyon neden olur. Yeryüzünde en yaygın kimyasal ayrışma sürecidir. Silikatlı kayaçların ayrışmasında başlıca etkendir. Örneğin ortoklazın hidrolizi sonucunda kil minerali olan kaolinit oluşur.

Hidratasyon; minerallerin yapısına su moleküllerinin katılması ile meydana gelen kimyasal değişimdir ve genellikle mineral hacminde büyümeye yol açar.

Tarihi eserlerin yapımında kullanılan, kötü atmosfer şartlarına uzun süre dayanabilen, özenle seçilmiş kayalar bile belli bir dönem sonra ayrışmakta, ayrışmanın hız kazanmasıyla tarihi yapının yok olmasına kadar varan tehlikeli sonuçlar doğurabilmektedir. Kullanılacak yere ve amaca uygun doku ve özellikle kayaların seçilmemiş olması ya da aynı taş ocağından olmasına rağmen farklı ve kötü özellik gösteren tabakalardan kayaç seçilmesi ileride karşılaşılabilecek pek çok bozulmaya neden olmaktadır.

Ayrışma süreçleri boyunca kayaç ve/veya mineral kimyasında önemli değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişimler sırasında kayaç ve/veya mineral içerisindeki Na, Ca, K, Mg, Si, Al ve Fe gibi elementler sıralı şekilde ortamdan uzaklaştırılmaktadır. Kayaçların kimyasal analiz sonuçları kullanılarak farklı araştırmacılar tarafından değişik ayrışma indeksleri geliştirilmiştir.

Ruxton Oranı (Ruxton Ratio; RR): Ruxton (1968) tarafından önerilen basit bir ayrışma indeksi olup, asidik ve ortaç bileşimli kayalar üzerinde rahatlıkla uygulanabilmektedir. Buna göre ayrışma süreçleri boyunca sesquioksit (3 tane O atomu ve 2 tane farklı bir element atomu içeren oksitler örn. Al₂O₃, Fe₂O₃ gibi) bileşimi sabit kalmakta olup, kaolin ve/veya sulu alüminyum silikat bileşimli kil mineralleri oluşmaktadır. RR silikaya karşı toplam element kaybı ile ilişkili olup, ayrışma boyunca alümina değerinin sabit olduğu kabulüne dayanmaktadır. RR Ruxton (1968) tarafından nemli iklim bölgelerindeki magmatik ve metamorfik kayalar üzerinde gelişmiş ayrışma profilleri üzerinde uygulanmış ve toplam element kaybı ile çok iyi derecede korelasyon ilişkisi gösterdiği belirlenmiştir.

$$RR = mol \frac{SiO_2}{Al_2O_3}$$

Parker Ayrışma İndeksi (Weathering Index of Parker; WIP): Parker (1970) tarafından önerilen bu ayrışma indeksi silikat içeriği zengin olan kayalar için geliştirilmiştir. WIP kayaç içerisindeki alkali ve toprak alkali elementlerin (Na, Ca, K ve Mg) kayaç içerisindeki oranlarını dikkate almaktadır. Bu elementler ana oksit elementleri içerisinde en hareketli elementler olup, ayrışma süreçleri boyunca sesquioksit içeriğinin sabit kaldığı kabulüne gerek yoktur. Parker (1970) tarafından asidik, ortaç ve bazik magmatik kayalarda uygulanan bu indeksin fazlaca ayrılmış ortamlardaki davranışı bilinmemektedir.

$$WIP = \left[\frac{2Na_2O}{0,35} + \frac{MgO}{0,90} + \frac{2K_2O}{0,25} + \frac{CaO}{0,70} \right]$$

Vogt Oranı (Vogt's Residual Index; VR): Vogt (1927) tarafından yaşlı sedimanter kayalar için geliştirilmiş bir dekdir. Roaldset (1972) bu indeksi Norveç'te Numedol bölgesindeki Kuvaterner yaşlı çökellerde killerin ayrışma derecesini belirlemek için kullanmıştır. Araştırmacı VR oranını denizel ve buzul ortamı killeri için ayrı ayrı hesaplamış, buzul ortamı killerin denizel killere göre daha fazla ayrıştığını belirlemiştir.

$$VR = \frac{(Al_2O_3 + K_2O)}{(CaO + MgO + Na_2O)}$$

Kimyasal Alterasyon İndeksi (Chemical Alteration Index; CIA): Nesbitt and Young (1982) tarafından Erken Proterozoyik yaşlı sedimanter kayalar üzerinde yeniden uyarlanmış bir dekdir. Araştırmacılar lütitlerin kimyasal analiz sonuçlarına göre CIA hesaplamışlardır. CIA kayacık içerisindeki feldspatların kaoline dönüşümlerinin derecesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

$$CIA = \frac{Al_2O_3 \times 100}{(Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)}$$

Yeniden Uyarlanmış Potansiyel Ayrışma İndeksi (Modified Weathering Potential Index; MWPI): İlk olarak Reiche (1943) tarafından kayacık ve mineraller için geliştirilmiştir. Bowen'in reaksiyonel serisinde ilk önce kristallenen minerallerin WPI değerleri, sonra kristallenen minerallerin WPI değerlerinden daha yüksektir.

$$MWPI = \frac{(K_2O + Na_2O + CaO + MgO) \times 100}{(SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + CaO + MgO + Na_2O + K_2O)}$$

Kimyasal ayrışma indeksi veya ACN oranı (Alumina to Calcium-Sodium Oxide Ratio; CIW): Harnois (1988) tarafından geliştirilmiş bir indeks olup, kimyasal ayrışma indeksi olarakta adlandırılır. CIA bir benzeri olan indeksin hesaplamasında K₂O elementi dikkate alınmamaktadır. CIW kayacık içerisindeki feldspatların kaoline dönüşümlerinin derecesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

$$CIW = \frac{Al_2O_3 \times 100}{(Al_2O_3 + CaO + Na_2O)}$$

Ayrışma kavramında en önemli göstergelerden biriside kızdırma kaybı (Loss On Ignition; LOI) değerleridir. LOI değerinin artması genellikle kayacın ayrışma derecesiyle doğru orantılı olarak artmaktadır.

Kimyasal analizleri yapılan Bitlis ignimbiriti örneklerinin yukarıda eşitlikleri verilen indeks değerleri seviyelere göre hesaplanmış, sonuçlar Tablo 5’de verilmiştir.

Taban seviye örneklerinin Ruxton oranı (RR) 7.19-8.01 arasında değişirken, orta seviye örneklerinde 7.60-8.11 ve tavan seviye örneklerinde 7.92-9.94 arasında değişmektedir. Bitlis ignimbiritinde RR değerleri taban seviyeden tavan seviyeye doğru artış göstermektedir.

Tablo-5: Bitlis ignimbiriti farklı seviyelerinde hesaplanan ayrışma indeks değerleri

| TABAN SEVİYE | | | | | | | |
|--------------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| Sample | RR | WIP | VR | CAI | MPWI | CIW | LOI |
| TBK-2 | 8.01 | 69.55 | 3.53 | 57.78 | 11.01 | 72.91 | 3.83 |
| TBK-3 | 7.87 | 71.17 | 3.64 | 58.09 | 11.06 | 73.29 | 3.38 |
| TBK-4 | 7.34 | 72.00 | 3.21 | 58.12 | 11.71 | 71.58 | 3.93 |
| TBK-5 | 7.57 | 70.59 | 3.34 | 58.05 | 11.35 | 72.09 | 3.27 |
| TBK-6 | 8.00 | 76.32 | 2.81 | 54.91 | 12.17 | 68.08 | 2.78 |
| TBK-7 | 7.19 | 71.17 | 3.15 | 58.37 | 11.54 | 71.19 | 3.66 |
| Minumum | 7.19 | 69.55 | 2.81 | 54.91 | 11.01 | 68.08 | 2.78 |
| Maximum | 8.01 | 76.32 | 3.64 | 58.37 | 12.17 | 73.29 | 3.93 |
| Ortalama | 7.66 | 71.80 | 3.28 | 57.55 | 11.47 | 71.52 | 3.47 |
| Std. Sapma | 0.35 | 2.36 | 0.30 | 1.31 | 0.43 | 1.86 | 0.42 |
| ORTA SEVİYE | | | | | | | |
| TBK-8 | 7.63 | 82.09 | 2.90 | 55.79 | 12.18 | 68.62 | 1.12 |
| TBK-9 | 7.77 | 77.58 | 2.91 | 56.08 | 11.97 | 68.98 | 1.63 |
| TBK-10 | 7.69 | 77.64 | 2.79 | 55.65 | 12.26 | 68.28 | 2.07 |
| TBK-11 | 8.11 | 73.46 | 2.98 | 56.34 | 11.35 | 69.53 | 2.50 |
| TBK-12 | 7.60 | 78.12 | 2.95 | 56.15 | 12.05 | 69.18 | 2.47 |
| TBK-13 | 7.93 | 76.81 | 2.51 | 53.55 | 12.62 | 65.61 | 2.57 |
| Minumum | 7.60 | 73.46 | 2.51 | 53.55 | 11.35 | 65.61 | 1.12 |
| Maximum | 8.11 | 82.09 | 2.98 | 56.34 | 12.62 | 69.53 | 2.57 |
| Ortalama | 7.79 | 77.62 | 2.84 | 55.59 | 12.07 | 68.37 | 2.06 |
| Std. Sapma | 0.20 | 2.76 | 0.17 | 1.03 | 0.42 | 1.42 | 0.58 |
| TAVAN SEVİYE | | | | | | | |
| TBK-14 | 7.92 | 81.52 | 2.77 | 54.79 | 12.20 | 67.57 | 1.02 |
| TBK-15 | 9.94 | 71.99 | 1.56 | 46.02 | 14.64 | 55.51 | 3.67 |
| TBK-16 | 8.09 | 74.24 | 1.94 | 50.10 | 14.72 | 60.90 | 5.46 |
| TBK-17 | 7.98 | 81.64 | 2.52 | 53.59 | 12.82 | 66.10 | 1.36 |
| TBK-18 | 8.08 | 80.24 | 2.75 | 54.22 | 12.34 | 67.53 | 1.14 |
| TBK-19 | 7.96 | 78.58 | 2.59 | 54.52 | 12.30 | 66.66 | 1.06 |
| Minumum | 7.92 | 71.99 | 1.56 | 46.02 | 12.20 | 55.51 | 1.02 |
| Maximum | 9.94 | 81.64 | 2.77 | 54.79 | 14.72 | 67.57 | 5.46 |
| Ortalama | 8.33 | 78.03 | 2.35 | 52.21 | 13.17 | 64.05 | 2.29 |
| Std. Sapma | 0.79 | 4.03 | 0.49 | 3.49 | 1.19 | 4.87 | 1.86 |

Parker ayrışma indeksi (WIP) değerleri taban seviye örneklerinde 69.55-76.32 arasında, orta seviyede 73.46-82.09 ve tavan seviyede 71.99-81.64 arasında değişmektedir. Taban seviye örneklerinin WIP değerleri orta ve tavan seviye örneklerine göre daha düşük değerlerdedir.

Vogt oranı (VR) değerleri taban seviye örneklerinde 2.81-3.64, orta seviye örneklerinde 2.51-2.98 ve tavan seviye örneklerinde 1.56-2.77 arasındadır. Taban seviye örneklerinin VR değerlerinin diğer iki seviyeye göre yüksek olması bu seviyede bol miktarda görülen, amorf yapıya sahip volkan camı kıymıklarının (shard) varlığıyla ilişkilendirilebilir. Bilindiği gibi volkan camı termodinamik olarak duraysız olup, diğer mineral fazlarına oranla daha kolay bozunmaya uğrar (Fisher and Schmincke 1984). Sıcak akma çökellerinde birikim sırasında ve sonrasında görülen en önemli değişimlerden biri camsı bileşenlerin devitrifikasyonudur. Devitrifikasyon iyi kaynaklaşmış ignimbiritler ve kaldera içi ignimbirit oluşumlarında yaygın olarak görülmektedir. Volkan camının devitrifikasyonu sonucu meydana gelen ürünler oldukça ince taneli kristobalit ve alkali feldispatlardan oluşabilmektedir (Cas and Wright 1988, Fisher and Schmincke 1984).

Kimyasal alterasyon indeksi (CIA) değerleri taban seviyede 54.91-58.37, orta seviyede 53.55-56.34 ve tavan seviyede 46.02-54.79 arasında değişim göstermektedir. CIA değerleri kayalık içerisindeki kil minerallerinin artışına paralel olarak artış göstermektedir. Bitlis ignimbiritinde taban seviyeden tavan seviyeye doğru CIA değerlerinde azalma görülmektedir. Taban seviye örneklerinin XRD grafiklerinde $2\theta=15\text{Ao}$ 'dan itibaren yükselim gösteren ve birbirini örten düzensiz piklerin varlığından daha önce bahsedilmiştir. Bu durum taban seviyede amorf yapıların (volkan camı, pomza ve volkan camı kıymıkları) oranının ve killeşmenin önemli ölçüde artmasından dolayı meydana gelmiş olabilir.

Yeniden uyarlanmış potansiyel ayrışma indeksi (MPWI) değerleri taban seviye örneklerinde 11.01-12.17 arasında değişiyorken, orta seviye örneklerinde 11.35-12.62 ve tavan seviye örneklerinde 12.20-14.72 arasında değişmektedir. MWPI değerleri taban seviyeden tavan seviyeye doğru azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Kimyasal ayrışma indeksi (CIW) değerleri taban seviyede 68.08-73.29 arasındayken, orta seviyede 65.61-69.53 ve tavan seviyede 55.51-67.75 arasındadır. Bitlis ignimbiritinde CIW değerlerinin taban seviyeden tavan seviyeye doğru azalma görülmektedir. Ayrıca CIA değerleri ile CIW değerleri arasında bir uyum görülmektedir.

Son olarak Bitlis ignimbiriti kızdırma kaybı (LOI) değerleri taban seviye örneklerinde 2.78-3.93, orta seviye örneklerinde 1.12-2.57 ve tavan seviye örneklerinde 1.02-5.46 arasında değişmektedir.

IX. 3.5. BİTLİS İGİNİMBİRİTİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

Bitlis Kalesi yapıtaşlarını oluşturan Bitlis ignimbiriti örneklerinin mekanik ve fiziksel parametrelerini belirleyebilmek için araziden blok şeklinde numuneler alınmıştır. Blok numuneler üzerinde Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvarında ISRM (1981, 2007) tarafından önerilen yöntemlere göre jeomekanik deneyler yapılmıştır. Bu deneylerde kullanılmak üzere blok numunelerden karot ve parça numuneler alınmıştır. Hazırlanan karot numuneler üzerinde kuru birim hacim ağırlık, doymun birim hacim ağırlık, tane birim hacim ağırlık ve porozite ölçümleri, tek eksenli sıkışma dayanımı, elastisite modülü, suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi, sonik hız ve donma çözünme deneyleri yapılmıştır.

IX. 3.5.1 Birim Hacim Ağırlık Deneyleri

Farklı seviye örneklerinin kuru (γ_k), doymun (γ_d) ve tane birim hacim ağırlık (γ_t) ve porozite deney sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Bitlis ignimbirit örneklerinin kuru birim hacim ağırlık değerleri taban seviyede 2.26-.35 arasında, orta seviyede 1.82-1.93 ve tavan seviyede 1.35-1.74 arasında değişmektedir. Taban seviyeden tavan seviyeye doğru örneklerin γ_k değerlerinde belirgin bir düşme görülmektedir.

Tablo 6: Bitlis ignimbiriti taban, orta ve tavan seviye örneklerinin kuru (γ_k), doymun (γ_d) ve tane birim hacim ağırlık (γ_t) ve porozite deney sonuçları

| | TABAN SEVİYE | | | ORTA SEVİYE | | | TAVAN SEVİYE | | |
|---------------------------------|--------------|------|------|-------------|-------|-------|--------------|-------|------|
| | Min. | Max. | Ort. | Min | Max. | Ort. | Min | Max. | Ort. |
| γ_k (g/cm ³) | 2.26 | 2.35 | 2.31 | 1.82 | 1.93 | 1.88 | 1.35 | 1.74 | 1.63 |
| γ_d (g/cm ³) | 2.30 | 2.38 | 2.34 | 2.04 | 2.12 | 2.08 | 1.66 | 2.39 | 1.93 |
| γ_t (g/cm ³) | 2.49 | 2.57 | 2.51 | 2.51 | 2.56 | 2.53 | 2.57 | 2.60 | 2.59 |
| Porozite (%) | 3.46 | 5.21 | 3.97 | 18.57 | 19.53 | 19.11 | 25.13 | 33.34 | 30.3 |

Örneklerin doymun birim hacim ağırlık değerleri taban seviyede 2.30-2.38 arasında, orta seviyede 2.04-2.12 ve tavan seviyede 1.66-2.39 arasındadır. Taban seviyeden tavan seviyeye doğru örneklerin γ_d değerlerinde düşme görülmüştür. Ayrıca tavan seviye örneklerinde minimum ve maksimum değerler arasındaki fark diğer seviyelere göre daha fazladır.

Tane birim hacim ağırlık değerleri açısından bakıldığında taban seviye örnekleri 2.49-2.57, orta seviye örnekleri 2.51-2.56 ve tavan seviye örnekleri 2.57-2.60 arasında değerlere sahip oldukları görülmektedir. Taban, orta ve tavan seviye örneklerinin γ_t değerleri arasında önemli bir farklılık görülmemektedir.

Bitlis ignimbiriti taban, orta ve tavan seviye örnekleri Norwegian Rock Mechanics Group (NBG 1985)'e göre "Çok Düşük Birim Ağırlıklı" kaya sınıfında yer almaktadır.

IX. 3.5.2. Porozite

Porozite değerleri taban seviyede 3.46-5.21 arasındayken, orta seviyede 18.75-19.53 ve tavan seviyede 25.13-33.34 arasında değişmektedir. Bitlis ignimbiriti orta ve tavan seviye örneklerinin porozite değerleri taban seviye örneklerine göre oldukça yüksek değerlerdedir. Petrografik incelemelerin anlatıldığı bölümde Bitlis ignimbiritinde taban seviyeden tavan seviyeye doğru kaynaklanma derecesinin azaldığı, boşluk miktarının arttığı belirtilmiştir. Kayaçların porozite değerlerindeki farklılaşmalar, kayacın fiziksel ve mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Porozite değerlerinde görülen artışlar kayacın atmosfer koşullarına karşı dayanımını önemli ölçüde düşürmektedir.

NBG 1985'e göre Bitlis ignimbiriti taban seviye örnekleri "orta poroziteli", orta seviye örnekleri "yüksek poroziteli" ve tavan seviye örnekleri "çok yüksek poroziteli" kaya sınıfında yer almaktadır.

IX. 3.5.3. Donma-Çözünme Deneyi

Bir bölgede bulunan ve yapılarda kullanılan doğaltaşların, anıtların, sanat eserlerinin ve tarihi yapıların bozunması ve duraylılıklarını kaybetmesi üzerinde bölgede hüküm süren iklimin önemli etkisi bulunmaktadır. Yapılara etki eden iklimsel özelliklerin başında sıcaklık ve yağış miktarı gelmektedir. Donma-çözünme çevrimlerinin doğaltaşlar ve tarihi yapılar üzerindeki etkileri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Bu projede Bitlis kalesi yapıtaşları üzerinde donma-çözünme deneyi uygulanmış, donma-çözünme çevrimleri sonucunda sonik hız ve dayanım değişimleri incelenmiştir.

Binal vd. (1998) tarafından önerilen Türkiye donma-çözünme çevrim sayısı kontur haritasına göre Bitlis 25-30 donma-çözünme çevrim sayısı konturları arasında bulunduğu için farklı seviye örnekleri üzerinde 30 donma-çözünme çevrim sayısı uygulanmıştır (Çizim-19).

30 çevrimlik donma-çözünme deneyi sonrasında farklı seviyelere ait karotların büyük bir çoğunluğu parçalanmıştır. Bu durum Bitlis ignimbiritlerinin donma-çözünmeye karşı olan hassasiyetini göstermektedir.

Çizim-19: Türkiye için hazırlanmış eş donma-çözünme çevrim sayısı kontur haritası (Binal vd. 1998).

IX. 3.5.4.Sonik Hız Deneyi

Bitlis ignimbiriti farklı seviyelerden alınan NX boyutundaki karot numuneleri üzerinde sonik hız deneyi yapılmıştır (Resim-42). Sonik hız ölçümleri donma-çözünme deneyi öncesinde ve sonrasında olmak üzere iki aşamada yapılmıştır.

Donma çözünme öncesi sonik hız deneyi ölçüm sonuçlarına göre taban seviye örneklerinin 1514-2924, orta seviye örneklerinin 1644-2153 ve tavan seviye örneklerinin 1663-2003 arasında değişen hız değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 7).

Donma çözünme sonrası sonik hız deneyi ölçüm sonuçlarına göre taban seviye örneklerinin 1824-3903, orta seviye örneklerinin 2271-2654 ve tavan seviye örneklerinin 1996-2243 arasında değişen hız değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 7).

| | TABAN SEVİYE | | | ORTA SEVİYE | | | TAVAN SEVİYE | | |
|---|--------------|------|------|-------------|------|------|--------------|------|------|
| | Min. | Max. | Ort. | Min | Max. | Ort. | Min | Max. | Ort. |
| Donma çözünme öncesi Sonik Hız (m/sn) | 1514 | 2924 | 2205 | 1644 | 2153 | 1947 | 1663 | 2003 | 1179 |
| Donma çözünme sonrası Sonik Hız (m/sn) | 1824 | 3903 | 2813 | 2271 | 2654 | 2507 | 1996 | 2243 | 2097 |

Tablo 7: Bitlis ignimbiriti taban, orta ve tavan seviye örneklerinin donma çözünme öncesi ve sonrasındaki sonik hız deney sonuçları

Donma çözünme deneyi öncesi ve sonrası taban seviye örneklerinin sonik hız değerleri orta ve tavan seviye örneklerine göre nisbeten yüksek hız değerleridir. Bu durum taban seviyesinin daha fazla kaynaklanmış ve daha camsal yapıya sahip olması ile açıklanabilir. Ayrıca donma çözünme sonrasında elde edilen sonik hız değerleri donma-çözünme öncesi sonik hız değerlerine göre belirgin bir artış göstermektedir.

IX. 3.5.5. Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeksi Deneyi

Özellikle yüksek poroziteli kayaların ıslanma ve kuruma sonucunda parçalanma veya zayıflamaya karşı gösterdiği direnci belirlemek amacıyla, Bitlis ignimbiriti örnekleri üzerinde suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi (Slake Durability Index) standart iki çevrim olarak yapılmıştır.

Tablo 8’de suda dağılmaya karşı duraylılık indeksine göre aralık değerleri ve duraylılık sınıfı verilmiştir.

| 2. çevrim suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi aralığı (% Id ₂) | Duraylılık Sınıfı |
|--|----------------------|
| 0-30 | Çok Düşük |
| 30-60 | Düşük |
| 60-85 | Orta |
| 85-95 | Orta Derecede Yüksek |
| 95-98 | Yüksek |
| 98-100 | Çok Yüksek |

Tablo 8 : Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi sınıflaması (Gamble 1971, ISRM 1981; 2007)

Bitlis ignimbiriti farklı seviye örneklerinin deney sonuçları Tablo 9’da verilmiştir. Deney sonuçlarına göre Bitlis ignimbiriti örnekleri suda dağılmaya karşı duraylılıkları açısından “yüksek-çok yüksek derecede duraylı” kaya sınıfında yer almaktadır.

| Örnek Grubu | 2. çevrim sonundaki indeks (I^{d2}) | Sınıflama |
|--------------|---|------------|
| Taban Seviye | 98.34 | Çok Yüksek |
| Orta Seviye | 98.30 | Çok Yüksek |
| Tavan Seviye | 97.50 | Yüksek |

Tablo 9 Bitlis ignimbirit örnekleri suda dağılmaya karşı duraylılık deney sonuçları

IX.3.5.6. Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (UCS)

Bitlis ignimbirit örneklerinin dayanımlarını belirlemek amacıyla NX boyutlarındaki karot örnekleri üzerinde tek eksenli sıkışma dayanım (UCS) testi uygulanmıştır. Farklı seviyelerden hazırlanan karot örnekleri hidrolik baskı makinesi içerisine konulmuş, örnekler kırılıncaya kadar yükleme yapılmıştır. Deney sırasında karot boylarındaki kısalma değerleride (Δl) ölçülmüştür (Resim-43). Δl değerleri ile örneklerin poroziteleri arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre porozite değerleri arttıkça Δl değerleri artmaktadır.

Teke eksenli sıkışma dayanım (UCS) değerlerine göre kaya sınıflaması Tablo 10’da verilmiştir. Bitlis ignimbirit örnekleri

| Tek Eksenli Sıkışma Dayanım (UCS) Değerleri (MPa) | Kaya Sınıfı |
|--|---------------------|
| 0.25-1 | Oldukça zayıf kaya |
| 1-5 | Çok zayıf kaya |
| 5-25 | Zayıf kaya |
| 25-50 | Orta dayanımlı kaya |
| 50-100 | Sağlam kaya |
| 100-250 | Çok sağlam kaya |
| > 250 | Aşırı sağlam kaya |

Tablo 10- Tek eksenli sıkışma dayanımına göre kaya sınıflaması (ISRM 2007)

Bitlis ignimbiriti farklı seviye örneklerinin donma çözünme öncesi ve sonrasında elde edilen tek eksenli sıkışma dayanımı deney sonuçları Tablo 11’de verilmiştir. Donma çözünme öncesi deney sonuçlarına göre taban seviye örneklerinin tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri 24.85-49.86 arasında olup, bu seviye örnekleri “orta dayanımlı kaya” sınıfında yer almaktadır. Orta seviye örneklerinin tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri 10.79-35.32 arasındadır. Bu değerlere göre orta seviye örnekleri “zayıf kaya” ile “orta dayanımlı kaya” sınıfında bulunmaktadır. Tavan seviye örneklerinin tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri 8.47-20.90 arasında olup, “zayıf kaya” sınıfına düştüğü belirlenmiştir.

| Örnek Grubu | Donma-Çözünme Öncesi Dayanım (MPa) | | | Donma-Çözünme Sonrası Dayanım (MPa) | | | Sınıflama |
|--------------|------------------------------------|-------|-------|-------------------------------------|-------|-------|---------------------------|
| | Min. | Max. | Ort. | Min | Max. | Ort. | |
| Taban Seviye | 24.85 | 49.86 | 41.12 | 23.40 | 34.13 | 27.63 | Orta Dayanımlı Kaya |
| Orta Seviye | 10.79 | 35.32 | 25.03 | 8.92 | 28.38 | 20.05 | Zayıf-Orta Dayanımlı Kaya |
| Tavan Seviye | 8.47 | 20.90 | 15.85 | 10.68 | 19.87 | 15.28 | Zayıf Kaya |

Tablo 11- Bitlis ignimbirit örneklerinin tek eksenli sıkışma dayanımı sonuçları

Donma çözünme sonrası deney sonuçlarına göre taban seviye örneklerinin tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri 23.40-34.13, orta seviye örneklerinin tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri 8.92-28.38 ve tavan seviye örneklerinin tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri 9.87-10.68 arasında değişmektedir.

Donma çözünme öncesi ve sonrasında elde edilen tek eksenli sıkışma dayanım değerleri karşılaştırıldığında dayanım değerlerinde önemli oranda azalmaların olduğu görülmektedir. Taban seviye örneklerinde dayanım değerlerinde görülen azalmalar kayaçların farklı derecelerde kaynaklanma, porozite ve dokusal özelliğe sahip olmaları ile ilişkilendirilebilir.

6. BİTLİS KALESİNDE GÖRÜLEN MÜHENDİSLİK PROBLEMLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Bitlis kalesi Bitlis ili Tatvan ilçesi kuzeyinde yer alan ve Doğu Anadolu'daki Kuvaterner yaşlı volkan dizisinin en önemli aktif üyelerinden birisi olan Nemrut Stratovolkanının faaliyeti sonucundaki volkanik püskürmelere bağlı olarak oluşan piroklastik akma ürünü (ignimbirit) kayalar üzerine inşa edilmiştir. Kalenin yapı taşlarının üzerinde bulunduğu farklı derecelerde kaynaklaşma gösteren ignimbiritler kullanılmıştır.

Bitlis kalesinin mevcut durumundan kurtararak ülke turizmine kazandırılması ve hali hazırda bölgedeki yerleşim alanları için risk teşkil eden konumdan kurtarılabilmesi için aşağıda önerilen iyileştirme planlarının tek tek ve/veya bir arada uygulanması gerekmektedir. Bu amaçla ilk iş olarak Bitlis Kalesinin mevcut imar planının çıkarılması ve kaleyi tehdit eden risklerin bu harita üzerine detaylı olarak işlenmesi gerekmektedir. Bir anlamda risk haritası olarak tanımlayabileceğimiz bu plan aşağıda sunduğumuz problemler ve çözüm önerilerinin hayata geçirilmesi açısından çalışmalarını yürütecek proje ekibine önemli kolaylıklar sağlayacaktır.

Bitlis Kalesi ve kalenin üzerine oturduğu jeolojik formasyonun bu proje kapsamında ayrıntılı olarak ortaya çıkarılan mineralojik bileşimi, petrografik özellikleri, kimyasal bileşimi, fiziksel ve mekanik özelliklerini göz önünde bulundurularak kurtarma ve koruma çalışmalarında doğru yerde doğru yapıtaşlarının kullanılması gerekmektedir.

Bitlis vadisi boyunca yaygın olarak yüzeylenme veren ignimbirit litolojisi üzerine kurulu bulunan Bitlis kalesi günümüzde kent merkezi içerisinde kalmış, etrafı yapılaşma ile kuşatılmış durumdadır (Resim-44.a, b). Vadi içerisinde geçen ve halen aktif olan dere yatakları Bitlis kalesini güney ve kuzeyinden akarak kaleyi çevrelemektedir (Resim-44.c). Halen aktif olan dere yataklarında özellikle yağışlı dönemlerde küçük taşkınlar görülmektedir. Bu taşkınlar kale tabanını aşındırmakta ve kalenin üzerine inşa edildiği kayaların stabilitesini bozmaktadır (Resim-44.d). Çözüm olarak bu dere yataklarının ıslah edilmesi ve yataklarının taş örgü yapılması ve kale tabanındaki bu aşındırmanın ortadan kaldırılması gerekmektedir.

Arazide incelemelerinde temeli oluşturan ignimbiritlerde ve kale duvarları arasındaki açıklıklarda ağaç ve bitki köklerinin önemli rol oynadığı fiziksel ayrışmalar yaygın olarak izlenmiştir (Resim-45.a,b). İgnimbiritlerin soğuma çatlaklarında ve kale taşları arasındaki

boşluklarda gelişen Ağaç kökleri zamanla büyümekte ve kaya devrilmelerine neden olmaktadır. Çözüm olarak kale içerisinde ve üzerindeki özellikle derin köklere sahip olan bitkilerin kesilmesi ve canlı kalan köklerinin özel biyolojik yöntemlerle kullanılarak kurutulması gerekmektedir (Resim-45. c,d).

Sıcak bir yerleşim ürünü olan ignimbiritler yerleştikten sonra soğumaya başlar ve bu soğumanın bir sonucu olarak büzülme çatlakları meydana gelir. Bu çatlaklar çoğunlukla birbirinden bağımsızdır. Mevcut bu çatlaklar boyunca süzülen yağış suları çatlak sistemlerinde birikerek kayacın zaman içerisinde ayrışmasına neden olmaktadır. Özellikle kış aylarında Bitlis ve çevresinde sıcaklığın -20 oC'ye düşmesi, çatlakların içerisinde biriken suyun donmasına ve hacminin genişlemesine yol açmaktadır. Hacmi artan su çatlak açıklıklarının artmasına neden olmakta ve zamanla soğuma çatlakları boyunca ana kayadan ayrılmalara ve devrilmelere neden olmaktadır (Resim-46 a,b,c,d). Çözüm olarak ayrıntılı olarak yapılacak çatlak ölçümleri mevcut kale planı üzerine aktarılarak bu çatlakların özel dolgu maddeleri ile doldurulması ve/veya yüzey sularının bu çatlak sistemlerine dolmadan ortamdan uzaklaştırılmalarını sağlayacak drenaj sistemlerinin kurulması gerekir.

Yapılan jeoteknik incelemeler sonucunda kalenin yapımında kullanılan üç farklı seviye taşlarının farklı derecede poroziteye sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca kalenin yapımında ve restorasyonu sırasında yapıtaşı olarak seçilen bloklar içerisinde bol gözenekli yapıya sahip, farklı oranlarda yassılaştırmış pomza bileşenlerinin bulunduğu arazi ve petrografik incelemeler kısmında ifade edilmişti. Özellikle yağışlı mevsimlerde bu gözenek ve boşluklarda biriken yağmur suları zamanla kayacın bozulmasına neden olmaktadır. Benzer şekilde kışın soğuk havalarda gözeneklerde biriken sular donmakta ve hacim genişlemesine bağlı olarak kale taşları içerisinde çatlamlara neden olmaktadır (Resim-47 a,b,c,d). Donma-çözünme deneyi sonuçlarına göre farklı seviye kayalarının donma-çözünme sonrası dayanımlarının birbirinden farklı olarak azaldığı belirlenmişti. Farklı dayanıma sahip bu kayaların bir arada kullanılması kale surlarında zamana bağlı olarak farklı ayrışmaların oluşmasına neden olmakta ve surların stabilitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Çözüm olarak silikon tarzı şeffaf bir boya maddesi ile kale duvarlarının boyanması (bu tür bir maddenin varlığının araştırılması gereklidir) gerekmektedir. Bu tür bir malzeme hem yapının doğallığını bozmayacak hem de gözeneklerin kapatılmasını sağlayacaktır.

Bitlis kalesinin mevcut durumunda risk teşkil eden bazı kesimler göze çarpmaktadır. Özellikle kalenin batı kısmında yeralan kale duvarlarının oturduğu taban kısımlarında aşınma çok fazladır. Bölgenin tektonik olarak aktifliği göz önüne alındığında olası bir depremde bu

kisimlerin öncelikle yıkılacağı bir gerçektir. Çözüm olarak bu kısımların yıkılarak mevcut zeminlerinin iyileştirilmesi ve daha sonra uzman bir Sanat Tarihçi denetiminde aslına uygun olarak yeniden inşa edilmesi gerekir.

Bitlis kalesinin yamaçlarındaki mevcut küçük blokların yuvarlanarak çevredeki evlerin üzerine düştüğü ve çoğu zaman can kayıplarına neden olduğu bilinmektedir. Bu amaçla kale çevresinin en az 20 m'lik bir koruma bandı ile çevrenmesi ve bu kısımların insan yaşamından arındırılması gerekir. Buna ek olarak yamaç üzerinde stabilitesini kaybederek düşebilecek yeni blokların önüne geçebilmek amacıyla kale yamaçlarına tek kafes uygulamasının yapılması gerekir. Benzer şekilde çatlak açıklıkları oldukça fazla olan büyük bloklar birbirine kaya bulonları vasıtasıyla bağlanmalıdır.

X. SONUÇLAR

Doğu Anadolu bölgesinin küçük yerleşim yerlerinden biri olan ve günümüz konumunun aksine oldukça zengin bir kültürel alt yapıya sahip olan Bitlis'te 1997 yılında başlanan ve hâlen devam eden yüzey araştırmaları ile bölgenin kültürel envanterinin çıkarılmasını hedefleyen çalışmalar büyük oranda tamamlanmıştır. Çalışmaların başlangıcından itibaren karşılaştığımız kültürel zenginlik il merkezinin yanında ilçe merkezleri ve köylerinde de belgelenmiştir. Tespiti yapılan eserler Türk-İslam döneminin farklı evreleri ile Hıristiyan mimarisinin bölgedeki temsilcileri durumundadır.

2004 yılında başlanan Bitlis Kalesi kazı çalışmalarında şimdiye kadar gelinen aşamada bölgenin tarihi kimliğine ışık tutacak veriler elde edilmeye devam etmektedir. Çalışmalarla aydınlatılacak tarihi geçmiş toplumumuzda ve özellikle de anılan bölgede çok fazla gelişemeyen kültürel bilinci canlı tutma adına da bazı faydalar sağlayacaktır. Çalışmaların ilk dönemine kıyasla gözlemlenen değişim bu anlamda elde edilen olumlu gelişimin de bir kanıtı sayılabilir.

Araştırma ve kazı çalışmaları sonucu ortaya çıkarılacak tarihi kimliğin kente kazandıracağı görsel zenginlik, bölgedeki turizm potansiyelinin değerlendirilmesi ve canlandırılması adına fayda sağlamaktadır.

Yüzey araştırmaları ile hiç bilinmeyen kültür varlıklarının tespit edilerek tanıtılmasına devam edilecektir. Bunun yanında, Bitlis il merkezinde tarihi dokunun vazgeçilmez elemanlarından olan Kalede sürdürülen kazılarla toprak altındaki kalıntılarının gün yüzüne çıkarılması, eserlerin restore edilmesi, küçük buluntuların temizlik bakım ve onarımlarının ardından müzede yerini alması, kalenin üzerinde yer alan kayaların ve surların sağlamlaştırılması, kale etrafındaki kötü yapılaşmanın temizlenerek bundan sonra gerçekleşecek oluşumların, eski dokuya saygıyı yitirmeden uygulanması, Bitlis'in hak ettiği tarihi kimliğiyle yeniden değerlendirilmesini sağlayacak ve bu gelişim kentin turizm potansiyelinden daha doğru biçimde faydalanılmasını sağlayacaktır.

Yapılan çalışmalarda elde edilen veriler ulusal ve uluslararası platformlarda bildiri, makale ve konferans çalışmalarıyla bilimsel dünya ile paylaşılmıştır. Bu tür çalışmalar bilim dünyasının olduğu kadar farklı kesimlerin de dikkatini bölgeye çekmektedir. Bu anlamda bölgede yapılan benzeri çalışmaların destek bulması kolaylaşmakta, böylece kültürel anlamda yaşanan eksiklik ve durgunluğun ilerleyen günlerde giderilmesi daha mümkün görünmektedir.

Yüzey araştırmalarının taraması yapılmayan yerlerinde incelenmesiyle Bitlis ve çevresinin kültürel envanteri çıkarılmış olacaktır.

Kazı çalışmalarında alanın G.P.R (Ground Penetrating Radar) yöntemi ile röntgeninin çekilerek toprak altındaki yapılaşmanın kazı öncesi tümüyle anlaşılması, çalışmaları daha sistemli hale getireceği gibi, verilere ulaşma sürecini de hızlandıracaktır.

Bilimsel tekniklere uygun yürütülecek kazı çalışmaları ile ortaya çıkarılacak yapıların, bilgisayar destekli teknik çizimlerle çıkarılan plan ve kesitleri, ileriki zamanlarda hazırlanacak rölöve, restitüsyon ve restorasyon projelerine de zemin teşkil edecektir.

Bitlis Kalesi yapıtaşlarını oluşturan Bitlis ignimbiritinin jeolojik, petrolojik ve jeoteknik özelliklerini belirlemeye yönelik olarak hazırlanan bu proje çalışması sonucunda Bitlis ignimbiritinin jeolojik, mineralojik ve petrografik, jeokimyasal ve jeoteknik özellikleri tanımlanmıştır. Ayrıca ignimbiriti oluşturan taban, orta ve tavan seviyelerine ait ayrıntılı mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve jeoteknik çalışmaları yapılarak, bu farklılıkları meydana getiren etkenler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir;

1. Taban, orta ve tavan olmak üzere üç farklı seviyeden oluşan Bitlis ignimbiritinin Bitlis vadisinde ve Bitlis Kalesi tip lokasyonundaki ortalama kalınlığı 30-50 m'dir. Bitlis vadisi boyunca Bitlis ignimbiritindeki bu üç seviye her yerde birlikte görülmemektedir.

2. Bitlis ignimbiriti morfolojik olarak Bitlis vadisi boyunca vadi birikimi (valley pond) çökelleri şeklinde görülmektedir.

3. Bitlis ignimbiritinin tabanında atmosferle temas halinde olan yüzeyleri koyu kahverenkli, taze kırık yüzeyleri siyah renkli olan, homojen bir görünüme sahip, oldukça iyi kaynaklanmış taban seviyesi bulunmaktadır. Camsı yapıda görülen taban seviyesinin ortalama kalınlığı 5-8 m arasında değişmektedir. Taban seviyesinin üzerine morfolojide girinti şeklinde görülen, kırmızımsı pembemsi renkli, homojen bir içyapıya sahip, oldukça iyi derecede kaynaklanmış orta seviye gelir. Orta seviye; daha küçük boyutlu, nisbeten yuvarlaklaşmış kayaç parçaları ve bol miktarda fiamme yapıları içerir Bu seviyenin ortalama kalınlığı 7-12 m arasında değişmektedir. Bitlis ignimbiritinin en üst kısmında gri renkli, daha az kaynaklanmış tavan seviyesi bulunmaktadır. Diğer iki seviyeye göre daha kolay kırılabilen ve ufalanabilen bu seviye bol miktarda kayaç parçası, pomza ve boşluk içermektedir. Tavan seviyesinin ortalama kalınlığı 5-10 m arasında değişmektedir.

4. Seviyeler arasındaki dokanak ilişkilerine bakıldığında; farklı derecelerde kaynaklanma özelliği gösteren seviyeler arasındaki sınır ilişkileri arazide net olarak

görülememiştir. Ancak her üç seviye arasındaki olası sınır geçişlerinde yüzey topoğrafyasının düzleşerek teras yapısı oluşturduğu belirlenmiştir. Bunun dışında seviyeler arasındaki ayırım yapabilmek için renk farklılığı ve kaynaklanma dereceleri ölçüt olarak kullanılmıştır.

5. Bitlis ignimbirit örnekleri mineralojik bileşim olarak sanidin + plajiyoklaz + anortoklaz + piroksen (ojit) + opak minerallerden oluşmaktadır. Dokusal özellikler açısından Bitlis ignimbiritinin taban, orta ve tavan arasında belirgin bir farklılık görülmekle birlikte taban seviye örneklerinde kalıntı perlitik doku, orta seviye örneklerinde ötakstitik (eutaxitic) doku, tavan seviye örneklerinde vitrofirik doku görülmektedir.

6. Tüm kayaç toz XRD sonuçlarına göre, örneklerde sanidin, plajiyoklaz, piroksen (ojit), manyetit, hematit, ilmenit, analsim ve k-feldispat (anortoklaz) pikleri tespit edilmiştir. Bitlis ignimbiriti orta ve tavan seviye örneklerinin XRD grafiklerinde düzenli ve belirgin mineral pikleri görülürken, taban seviye örneklerinin XRD grafiklerinde $2\Theta=15A\theta$ 'dan itibaren yükselim gösteren ve birbirini örten düzensiz pikler görülmüştür (Şekil 3.5). Bu durum taban seviyede amorf yapıların (volkan camı, pomza ve volkan camı kıymıkları) önemli ölçüde artmasından dolayı meydana gelmiştir.

7. Bitlis ignimbiriti tavan seviye örneklerinde orta ve taban seviye örneklerine göre ana oksit ve bazı iz element içeriği bakımından daha geniş ve düzensiz değişim aralıkları görülmektedir. Bu durumun tavan seviye içerisinde bol miktarda görülen litik bileşen içeriği ve fiziksel ve/veya kimyasal ayrışmadan kaynaklanmaktadır.

8. Jeokimyasal inceleme sonuçlarına göre Bitlis ignimbiriti riyolit, riyodasit-dasit bileşiminde olup, kalkalkalen karakterli, yüksek K'lu-şoşonitik geçişlidir.

9. Bitlis ignimbiritinin Kondrit, MORB, OIB ve Alt kıta kabuğu değerlerine göre normalize edilerek hazırlanan çoklu element diyagramlarında benzer elementlerde benzer desen ilişkileri görülmüştür. Özellikle LILE (K, Rb, Ba, Th) bakımından zenginleşmelerin, Sr, Nb, P ve Ti elementleri bakımından tüketilmelerin varlığı tipik aktif kıta kenarı magmatizmasının bir göstergesidir (Wilson 1989). Ayrıca LILE içeriğinde görülen zenginleşmeler kıtasal kabuktan kaynaklanan kirlenmelere bağlı olabileceği gibi, magmanın kaynak bölgesindeki zenginleşmelerden de kaynaklanabilmektedir.

10. Kimyasal analizleri sonuçlarına göre Bitlis ignimbiriti örneklerinin yubazı ayrışma indeks değerleri hesaplanmıştır. Buna göre taban seviyeden tavan seviyesine doğru Ruxton oranı (RR), Parker ayrışma indeksi (WIP) ve Yeniden uyarlanmış potansiyel ayrışma indeksi (MPWI) değerleri artarken, Vogt oranı (VR), Kimyasal alterasyon indeksi (CIA), Kimyasal ayrışma indeksi (CIW) ve kızdırma kaybı (LOI) değerlerinin azalma gösterdiği belirlenmiştir.

11. Yapılan jeoteknik incelemeler sonucunda taban seviyeden tavan seviyeye doğru örneklerin kuru (γ_k), ve doygun (γ_d) birim hacim ağırlık değerlerinde belirgin bir düşme görülmektedir. Bununla birlikte örneklerin tane birim hacim ağırlıkları (γ_t) bakımından seviyeler arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir. Bitlis ignimbiriti taban, orta ve tavan seviye örnekleri Norwegian Rock Mechanics Group (NBG 1985)'e göre “Çok Düşük Birim Ağırlıklı” kaya sınıfında yer almaktadır.

12. Bitlis ignimbiriti orta ve tavan seviye örneklerinin porozite değerleri taban seviye örneklerine göre oldukça yüksek değerlerdedir. Petrografik incelemelerin anlatıldığı bölümde Bitlis ignimbiritinde taban seviyeden tavan seviyeye doğru kaynaklanma derecesinin azaldığı, boşluk miktarının arttığı belirtilmişti. NBG 1985'e göre Bitlis ignimbiriti taban seviye örnekleri “orta poroziteli”, orta seviye örnekleri “yüksek poroziteli” ve tavan seviye örnekleri “çok yüksek poroziteli” kaya sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

13. Bitlis kalesi yapıtaşları üzerinde donma-çözünme deneyi uygulanmış, donma-çözünme çevrimleri sonucunda sonik hız ve dayanım değişimleri incelenmiştir. 30 çevrimlik donma-çözünme deneyi sonrasında farklı seviyelere ait karotların büyük bir çoğunluğu parçalanmıştır. Bu durum Bitlis ignimbiritlerinin donma-çözünmeye karşı olan hassasiyetini göstermektedir.

14. Donma çözünme deneyi öncesi ve sonrası taban seviye örneklerinin sonik hız değerleri orta ve tavan seviye örneklerine göre nisbeten yüksek hız değerlerindedir. Bu durum taban seviyesinin daha fazla kaynaklanmış ve daha camsal yapıya sahip olması ile açıklanabilir. Ayrıca donma çözünme sonrasında elde edilen sonik hız değerleri donma-çözünme öncesi sonik hız değerlerine göre belirgin bir artış göstermiştir.

15. Bitlis ignimbiriti farklı seviye örnekleri suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi değerleri bakımından “yüksek-çok yüksek derecede duraylı” kaya sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

16. Bitlis ignimbiriti farklı seviye örneklerinin tek eksenli sıkışma dayanımı deney sonuçlarına göre taban seviye örnekleri “orta dayanımlı kaya” sınıfında, orta seviye örnekleri “zayıf kaya” ile “orta dayanımlı kaya” sınıfında ve tavan seviye örnekleri “zayıf kaya” sınıfına düşmektedir. Donma çözünme öncesi ve sonrasında elde edilen tek eksenli sıkışma dayanım değerleri karşılaştırıldığında dayanım değerlerinde önemli oranda azalmaların olduğu görülmektedir. Taban seviye örneklerinde dayanım değerlerinde görülen azalmalar kayaların farklı derecelerde kaynaklanma, porozite ve dokusal özelliğe sahip olmaları ile ilişkilendirilmiştir.

XI. KAYNAKLAR

- AÏNSWORTH, W. F. ; Travels and Researches in Asia Minor, Mesopotamia, Chaldea and Armenia, London, (1842).
- ALTINLI, İ.E.; “Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi”. MTA Dergisi, 66, 35-75, 1966.
- ARIK, Oluş; Bitlis Yapılarında Selçuklu Rönesansı, Ankara, (1971).
- ARNİ, P. “Siirt Garbında Başor Çayı Mıntıkasında Bitlis Dağlarının Cenubi Silsilelerinin Jeolojik Müşahedeleri”, MTA Dergisi, 21, 527-558,1940.
- AYDAR, E., Gourgaud, A., Ulusoy, I., Digonnet, F., Labazuy, P., Şen, E., Bayhan, H., Kurttaş,, T., Tolluoğlu, “Morphological analysis of active Mount Nemrut stratovolcano, eastern Turkey: evidences and possible impact areas of future eruption”, Journal of Volcanolog
- BAHMANN, Walter; Kirchen und Moscheen in Armenian und Kurdistan, Leipzig 1911.
- BAŞ, G., “Bitlis Kalesi Kazısı 2004 ve 2005 Yılı Seramik ve Çini Buluntuları” II. Vangölü Havzası Sempozyumu, 04–07 Eylül 2006, Bitlis, 105-113, (2007).
- BİGAZZİ,G., Yeğingil, Z., Ercan, T., Oddone, M. Ve Özdoğan, M. “Doğu Anadolu'daki Obsidiyen İçeren Volkaniklerin "Fizyon Track" Yöntemiyle Yaş Tayini”. Türkiye Jeoloji Bülteni, 40/2, 57-72, 1997.
- BİNAL, A., Kasapoğlu, K.E. ve Gökçeoğlu, C. Eskişehir-Yazılıkaya Çevresinde Yüzeylenen Volkanosedimanter Kayaçların Donma-Çözünme Etkisi Altında Bazı Fiziksel Ve Mekanik Parametrelerinin Değişimi, Hacettepe Üniv.Yayınları, Yerbilimleri, 20, 41-54, 1998.
- BORAY, A. “Bitlis Dolayının Yapısı ve Metamorfizması”. Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 18, 81-84. 1975.
- BOZKURT, E. “Neotectonics of Turkey–a Synthesis”. Geodinamica Acta, vol.14, p.3-30, 2001.
- BUKET, E. and Temel, “A. Major-element, Trace-element, and Sr–Nd İsotopic Geochemistry and genesis of Varto_Mus_Volcanic Rocks, Eastern Turkey”. Journal of Volcanology and Geothermal Research 85, 405-422,1998.
- CAS, R.A.F. and Wright, J.V. Volcanic Succession Modern and Ancient. Unwin Hyman Ltd., 528 p. London (1988).

- CUÏNET, Vital, *La Turque d'Asie*, II, Paris, (1891).
- ÇAĞLAYAN, M.A., İnal, R.N., Şengün, M. and Yurtsever, A., “Structural setting of Bitlis Masif”, Tekeli O. and Göncüoğlu, C. eds., *Geology of the Taurus belt International Symposium*, 245-254, (1983).
- DEMİRTAŞLI, E. ve Pisoni, C. Ahlat - Adilcevaz bölgesinin jeolojisi (Van Gölü kuzeyi) : *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi* 64, 22 - 35. 1965.
- DEWEY, J.S., Hempton, W.R., Kidd, W.S., Şaroğlu, F. and Şengör, A.M.C.; “Shortening of Continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolian-a young collision zone: Coward Ries, eds., *Collision Tectonics da*”, *Geological Society Special Publication*, 19, 3-36, (1986).
- DRAHOR, M. G. and KAYA, M. A. “A Large-Scale Geophysical rospection in Acemhöyük the site of the Assyrian Trade Colony Period Turkish Academy of Sciences”, *Journal of Archaeology TUBA-AR* 3, 87-111, (2000).
- DRAHOR, M. G. ve Göktürkler, G., Large-Scale Magnetic and Resistivity Surveys at the Burgaz Archaeological Site, Turkey. 5th International Conference on Archaeological Prospection 149-152, (2003).
- ERCAN, T., Fujitani, T., Matsuda, J.I., Notsu, K., Tokel, S., Ui, T.; “Doğu ve Güneydoğu Anadolu Neojen-Kuvaterner volkaniklerine İlişkin Yeni Jeokimyasal, Radyometrik ve İzotopik Verilerin Yorumu”. *MTA Dergisi* 110, 143-164, (1990).
- ERDOĞAN, B. ve Dora, Ö.; “Bitlis Masifi Apatitli Demir Yataklarının Jeolojisi ve Oluşumu”, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 26, 133 -144, (1983).
- ERKEN, Sabih, *Türkiye’de Vakıf Abideler ve Eski Eserler*, II, Ankara, (1984).
- EVLİYA ÇELEBİ, *Seyahatname*, IV, (Çev. Zuhuri Danışman), İstanbul, (1970).
- FİŞHER, V.R. and Schmincke, “H.U. Pyroclastic Rocks”, Springer Verlag, 471 p., Berlin-Germany, “(1984).
- GABRİEL, Albert; *Voyages Archeologues dans la Turque Orientale*, Paris, (1940).
- y and Geothermal Research 123, 301–312, A.Ü. 2003.
- GÖNCÜOĞLU, M. C. ve Turhan, N., “Bitlis Metamorfitlelerinde Yeni Yaş Bulguları”. *MTA Dergisi*, 95-96, 44-49, (1981).
- GÖNCÜOĞLU, M. C. ve Turhan, N., Bitlis Metamorfik kuşağı orta bölümünün temel jeolojisi. *MTA Rapor No. 7707* (yayımlanmamış), (1985).
- GÜNER, Y. “Doğu Anadolu Kuvaterner Volkanizması”, *MTA Temel Araştırmalar Dairesi Rapor No: 40136*, (1984).

- HARNOÏS, L. ; “The CIW index: a new Chemical Index of Weathering” *Sedimentary Geology* 55, 319-322, (1988).
- HAUPT, C. F. Lehmann; *Armenien Einst und Jetzt*, Berlin, (1910).
- HAUPT, C. F. Lehmann; *Materialien zur Alteren Geschichte Armeniens und Mesopotamiens*, Berlin, (1907).
- HELL Hommaire de; *Voyage en Turque et en Perse*, (1846-1848) Paris, (1854).
- INNOCENTÌ, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Pasquare, G. and Villari, L. *Anatolia and north-western Iran*. In: R. S. Thrope (Editor), *Andesites*. John Wiley & sons, pp., 327-349. New York, (1982).
- INNOCENTÌ, F.; Mazzuoli, R.; Pasquare, G.; Serri, G. and Villari, L.; “Geology of the volcanic are north of Lake Van” (Turkey): *Geol.Rdsch.*, 69/1, 292-323 (1980).
- IRVINE, T.N. and Baragar, W.R.A.. *A Guide to the Chemical Classification of The Common Volcanic Rocks*. *Can. J. Earth Sci.*, vol.8, p.523-548. (1971)
- ISRM, *Rock Characterisation. Testing and Monitoring*, Edt. Brown, E.T., Pergamon Pres, Oxford, 211pp. (1981).
- JONES, J.B. and Segnit, E.R. *The nature of opal I. Nomenclature and constituent phases*. *J. Geol. Soc. Aust.*, vol.18, p.57-68, (1971).
- JOURBET, P. Amédé; *Voyage en Arménie et en Perse, Fait Dans Les Anne'es 1805 et 1806*.
- KARAKAŞ, Z. and Kadir, S. *Occurrence and origin of analcime in a Neogene volcano-sedimentary lacustrine environment, Beypazarı-Çayırhan basin, Ankara, Turkey*. *N. Jb. Miner. Abh.*, vol.182(3), p.253-264, (2006).
- KARAOĞLU, Ö., Özdemir, Y., Tolluoğlu, Karabıyıkoglu, M., Köse, O., Froger, J.F.; “Stratigraphy of the volcanic products around Nemrut Caldera: implications for reconstruction of the caldera formation”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 14, 123-143. A.Ü., (2005).
- KETİN, I.; “Van Gölü İle Iran Sınırı Arasındaki Bölgede Yapılan Jeoloji Gözlemlerinin Sonuçları Hakkında Kısa Bir Açıklama”, *Türk. Jeol. Kur. Bült.*, 20, 79-85, (1977).
- KÖHLER, Wilhelm; *Bitlis ve Halkı*, İstanbul, (1989).
- LE MAÎTRE, R.W., Bateman, P., Dudex, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Wooley, A.R. and Zanettin, B. A; “Classification Of İgneous Rocks And Glossary Of Terms: Recommendations Of The Iugs Subcommittee On The Systematics Of İgneous Rocks”, Blackwell Scientific Publications Ltd. 193p., Oxford, (1989).

- MARSHALL, P.; "Acid Rocks of Taupo-Rotorua Volcanic District". Trans. R. Soc. N.Z., vol.64, p.323-375, (1935).
- MATRAKÇI NASUH, Beyan-ı Menazil-i Sefer-i Irakeyn, (İ.Ü. Kütüphanesi, TY.Nr.5964, s. 100a (Nşr. G. Yurdaydın) Ankara , (1976).
- MCPHİE, J., Doyle, M. and Allen, R. Volcanic Textures: "A Guide To The İnterpretation Of Textures İn Volcanic Rocks" CODES Key Centre, University of Tasmania, 198p., Tasmania, (1993).
- NBG, Norwegian Rock Mechanics Group: Handbook İn Engineering Geology - Rock. (in Norwegian) Tapir, Trondheim, Norway, 140 pp. (1985).
- NESBİTT, H.W., Young, G.M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. Nature 299, 715-717, (1982).
- NOTSU, K., Fujitani, T., Ui, T., Matsuda, J. and Ercan, T. ; "Geochemical Features Of Collision-Related Volcanic Rocks İn Central And Eastern Anatolia", Turkey. J. Vol. Geotherm. Res., vol.64, p.171-192, (1995).
- OYAN, V. ve Tolluoğlu; "Bitlis Masifi'nde (Yolcular Metamorfiti) Na-Feldispat Bakımından Zengin Lökogranitik Kayaçlar: Feldispat Kaynağı Olarak Bir Potansiyel". Yerbilimleri, 26 (3), 1-11. A.Ü., (2005).
- ÖZDEMİR, Y., Karaoğlu, Ö., Tolluoğlu, A.Ü. and Güleç, N.; Volcanostratigraphy and petrogenesis of the Nemrut stratovolcano (East Anatolian High Plateau): the most recent postcollisional volcanism in Turkey. Chemical Geology, 226, 189-211, (2005).
- ÖZDEMİR, Y.; Nemrut Kalderası Güneyi'nin Jeolojisi, Mineralojisi ve Petrografisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 185 s., Van. 2003.
- ÖZPEKER, L. Nemrut yanardağının volkanolojik incelenmesi: Tübitak 4.Bilim Kongresi, Yerbilimleri Seksiyonu Tebliğler Kitabı, 1-17, (1973).
- PARKER, A. An index of weathering for silicate rocks. Geol. Mag. 107, 501-504, (1970).
- PEARCE, J.A., Bender, J.F., De Long, S.E., Kidd, W.S.F., Low, P.J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S., Mitchell, J.J.; Genesis of collision volcanism in eastern Anatolia, Turkey. J. Volcanol. Geotherm. Res. 44, 189-229, (1990).
- PEARCE, J.A.; "Role of the sub-continental litosphere in magma genesis at active continental margin. In"; Hawkesworth, C. J. and Norry, M. J. (Eds) Continental Basalts and Mantle Xenoliths, p.230-249, (1983).
- PEKTAŞ K. Hüsrev Paşa'nın Bitlis'te Bir Kitabesi. A.Ü. Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi, 13,87-90, (2009).

- PEKTAŞ K., Bitlis Kalesi Kazısı 2007 Yılı Çalışmaları. 30. Uluslararası Kazı Sonuçları Toplantısı 4, 317-326, (2009)
- PEKTAŞ, K., - Bitlis Kalesi Kazısı 2006 Yılı Çalışmaları. 29. Uluslararası Kazı Sonuçları Toplantısı I,245-262, (2008).
- PERİNÇEK, D. Bitlis metamorfiklerinde volkanitli Triyas. Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 23, 201-212, (1980).
- PERİNÇEK, D. ve Özkaya, İ. Arabistan levhası kuzey kenarının tektonik evrimi: Yerbilimleri, 8, 91-101, (1981).
- REICHE, P., Graphic representation of chemical weathering. J. Sediment. Petrol. 13, 58-68. (1943).
- ROALDSET, E.; "Mineralogy And Geochemistry Of Quaternary Clays In The Nuinedal Area, Southern Norway". Norsk Geolisk Tidsskrift 52, 335-369, (1972).
- ROLLINSON, H.R. Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, interpretation. John Wiley & Sons Inc. 352p. New York. 1993.
- RUXTON, B.P. Measures of The Degree of Chemical Weathering of Rocks. J. Geol. 76, 518-527, (1968).
- SAYAN, Y-ÖZTÜRK, Ş.; Bitlis Evleri, Ankara, (2001).
- SPARKS, R.J.S., Self, S. and Walker, G.P.L.; "Products of İgnimbrite Eruptions". Geology, vol.1, p.115-118, (1973).
- ŞAROĞLU, F. ve Güner, Y.; "Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Ögeler: Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri", TJK Bült., 24, 39-50, (1981).
- ŞAROĞLU, F. ve Yılmaz, Y.; " Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ve İlgili Magmatizması" Ketin Simpozyumu bildirileri, 149-162, (1984).
- ŞAROĞLU, F. ve Yılmaz, Y.; Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri", MTA Derg., 107, 73-94, (1986).
- ŞENGÖR, A.M.C. and Kidd, W.S.F.; "Post-collisional Tectonics of The Turkish-Iranian Plateau and a Comparison with Tibet", Tectonophysics, 55, 361-376, (1979).
- ŞENGÖR, A.M.C. and Yılmaz, Y.; "Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach", Tectonophysics, 75, 181-241, (1981).
- ŞENGÖR, A.M.C. Türkiyenin Neotektoniğinin Esasları: TJK konferans dizisi, 40s. (1980).
- ŞENGÖR, A.M.C. ve Yılmaz, Y.; "Türkiye'de Tetis'in Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım", T.J.K. (1983).

- ŞENGÖR, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F. Strike slip faulting, and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study; Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation, Biddle and Christie-Blick, ed., Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication, 37, 227-264, (1985).
- ŞENGÖR, A.M.C.; “The North Anatolian Transform Fault: Its Age, Offset and Tectonic Significance”, Jour. Geol. Soc., 136, 269-282, (1979).
- ŞENGÜN, M.; Bitlis Metamorfizması ve Örtü Çekirdek İlişkisi. MTA Dergisi 15, 1-13, Ankara, (1993).
- ŞEREFHAN, Şerefname; Bitlis 1597, (Çev. M. Emin Bozarıslan) İstanbul, (1990).
- ŞİMŞEK, O. ve Erdal, M.; “Ahlat Taşının (İgnimbrit) Bazı Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 17(4), 71-78, (2004).
- TERNEK, Z. Mersin Tarsus Kuzey Bölgesinin Jeolojisi. MTA Dergisi 44-45, 18-63, (1953).
- TOLUN, N.; “Contributions a l'etude geologique des environs dus et SW du lac de Van”. MTA Dergisi 44-45, 77-112, (1953).
- TOZER, Hanry Franshave; Turkish Armenia and Eastern Asia Minor, London, (1881).
- TÜRKECAN, A.; “Muş Yöresindeki Pliyosen Yaşlı Volkanitlerin Petrolojisi”. MTA Dergisi 112, 85-101, (1991).
- ULUÇAM, Abdüsselam; Ortaçağ ve Sonrasında Van Gölü Çevresi Mimarlığı, II, Bitlis, Ankara, (2002).
- ULUSOY, İ., Labazuy, P., Aydar, E., Ersoy, O. and Çubukçu E.; Structure Of The Nemrut Caldera (Eastern Anatolia, Turkey) And Associated Hydrothermal Fluid Circulation. Journal of Volcanology and Geothermal Research 174, 269-283, (2008).
- USTAÖMER, P.A., Ustaömer, T., Collins, S.A. and Robertson, A.H.F.; “Cadomian (Ediacaran–Cambrian) Arc Magmatism in the Bitlis Massif”, SE Turkey: Magmatism along the developing northern margin of Gondwana. Tectonophysics, 473, 99-112, (2009).
- VOGT, T.; “Sulitjelmafeltets Geologiog Petrografi”, Norges Geologiske Undersokelse 121, 1-560 (in Norwegian, with English abstract), (1927).
- WILSON, M., Igneous Petrogenesis. Unwin Hyman, 466p. London (1989).
- WINCHESTER, J.A. and Floyd, P.A. “Geochemical Discrimination of Different Magma Series and Their Diferantation Products Using İmmobile Elements”, Chem. Geol., vol.20, p.97-127, (1976).

- YILMAZ, O. “Cacas Bölgesi (Bitlis Masifi) Kayaçlarının Petrografik Ve Stratigrafik İncelenmesi”, Türkiye Jeol. Kur. Bült., 18/1, 33-40, (1975).
- YILMAZ, Y., Dilek, Y. ve Işık, H.; “Gevaş (Van) Ofiyolitinin Jeolojisi ve Sinkinematik Bir Makaslama Zonu”, TJK Bült., 24/1, 37-44, (1981).
- YILMAZ, Y., Güner, Y. and Şaroğlu, F.; “Geology of the Quaternary Volcanic Centers of The East Anatolia”, J. Volcanol. Geotherm. Res. 85, 173-210, (1998).
- YILMAZ, Y., Şaroğlu, F. and Güner, F.; “Initiation of the Neomagmatism in East Anatolia. Tectonophysics 134, 177-199, (1987).

**TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

| |
|---|
| Proje No: 105 K 223 |
| Proje Başlığı: Bitlis Kalesi Kazısı ve Bitlis Çevresi Yüzey Araştırmaları |
| Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar: Prof. Dr. Kadir PEKTAŞ (Yürütücü) Prof.Dr. Halil KUMSAR (Araştırmacı) Prof.Dr. Mehmet ÖZKUL (Araştırmacı) Yrd. Doç.Dr. Gülsen BAŞ (Araştırmacı) Yrd.Doç.Dr. Tamer KORALAY (Araştırmacı) Yrd.Doç.Dr. B.Nuri KILAĞUZ (Araştırmacı) Arş.Gör. Sebahattin ERDOĞAN (Araştırmacı) Mimar Şehabettin ÖZTÜRK (Araştırmacı) Şahin AKBULUT (Araştırmacı) |
| Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Pamukkale Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sanat Tarihi Bölümü Kınıklı Kampüsü 20100 DENİZLİ |
| Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: - - Kültür ve Turizm Bakanlığı DÖSİMM Cumhuriyet Bulvarı Fevzi Paşa Mahallesi No: 14 Ulus <u>ANKARA</u> |
| Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01.05.2006 - 01.05.2009 |
| Öz (en çok 70 kelime) Bitlis ve yakın çevresinin idare merkezi olarak yüzyıllarca kullanılan kaledeki arkeolojik kazılar, bölgenin tarihi ve kültürel yapısı hakkında aydınlatıcı bilgiler sağlamıştır. Büyük bölümü sağlam tespit edilen hamamın ile XVIII-XIX. yy. sivil yapıları, çini fırını gibi yapılar kalede ortaya çıkarılan eserlerdir. Yaptığımız jeoradar çalışması sonucunda da, altta iki katman halinde yapıların varlığı saptanmış; surların altındaki doğal kaya oluşumlarındaki bozulmalarla ilgili jeolojik çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca, Bitlis il merkeziyle köylerinde tarihi yapıların tespitine yönelik yüzey araştırmaları yapılmıştır. |
| Anahtar Kelimeler: Bitlis, Kazı, Yüzey Araştırması, Arkeoloji |
| Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu? Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil x |

Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.

Projeden Yapılan Yayınlar:

- Pektaş Kadir, Bitlis Kalesi Kazısı 2006 Yılı Çalışmaları, 29. Uluslararası Kazı Sonuçları Toplantısı 1, (28 Mayıs-1 Haziran 2007) Kocaeli, Ankara, 2008, s.245-262.
- Pektaş Kadir, Bitlis Kalesi Kazısı 2007 Yılı Çalışmaları, 30. Uluslararası Kazı Sonuçları Toplantısı 4, (26 Mayıs-30 Mayıs 2008) Ankara, Ankara, 2009, s.317-326.
- Pektaş Kadir, "Hüsrev Paşa'nın Bitlis'te Bir Kitabesi", A.Ü. Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi, Sy. 13, Erzurum, 2009, s.87-90.