

769941

SICAK ÇERMİK (Yıldızeli - SİVAS) YÖRESİNDEKİ TRAVERTEN
SAHALARININ JEOLJİSİ VE TRAVERTENLERİN
ENDÜSTRİYEL ÖZELLİKLERİ

76994

M. Emrah AYAZ
DOKTORA TEZİ
JEOLJİ MÜH. ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Ahmet GÖKÇE

**CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SICAK ÇERMİK (Yıldızeli-SİVAS) YÖRESİNDEKİ
TRAVERTEN SAHALARININ JEOLJİSİ VE
TRAVERTENLERİN ENDÜSTRİYEL
ÖZELLİKLERİ**

**M. Emrah AYAZ
DOKTORA TEZİ
JEOLJİ MÜH. ANABİLİM DALI
1998**

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosunun 05.01.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 30.12.1993 tarihinde C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünce hazırlanan ve yayınlanan “Yüksek Lisans ve Doktora tez yazım kılavuzu” adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ' NE

Bu çalışma, jürimiz tarafından, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:Prof. Dr. Ahmet GÖKÇE

Üye: Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU

Üye: Doç. Dr. Ergun KARACAN

[Handwritten signatures of Prof. Dr. Ahmet Gökçe, Prof. Dr. Ahmet Sağiroğlu, and Doç. Dr. Ergun Karacan]

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

...../ / 1998

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Prof. Dr. Nezati ÇELİK

[Handwritten signature of Prof. Dr. Nezati Çelik]

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. İnceleme Alanının Coğrafi Konumu ve Özellikleri	1
1.2.1. Coğrafi konum.....	1
1.2.2. İklim ve bitki örtüsü.....	1
1.2.3. Sıcak Çermik kaplıca turizmi.....	3
1.3. Yapılan İncelemeler ve Kullanılan Yöntemler.....	3
2. İNCELEME ALANININ GENEL JEOLJİK ÖZELLİKLERİ	5
2.1. Önceki Çalışmalar.....	5
2.2. Bölgesel Jeoloji.....	9
2.3. Yerel Stratigrafi.....	12
2.3.1. Yüzeyleyen birimler	12
2.3.2. Akdağ Metamorfikleri (Paş/Pak/Pam).....	12
2.3.3. Pazarcık Volkanitleri (Tp)	18
2.3.4. Boğazköy Formasyonu (Tb).....	19
2.3.5. Hafik Formasyonu (Th)	20
2.3.6. İncesu Formasyonu (Ti)	21
2.3.6.1. Derindere Üyesi (Tid).....	21
2.3.6.2. Porsuk Kireçtaşı Üyesi (Tip).....	24
2.3.7. Bayat volkanitleri (Tba)	25
2.3.8. Traverten (Qt)	27
2.3.9. Alüvyon (Qal)	27
2.4. Tektonik.....	28
3. İNCELEME ALANINDAKİ TRAVERTEN OLUŞUMLARININ JEOLJİK ÖZELLİKLERİ.....	31
3.1. Travertenlerin Dağılımı ve İsimlendirilmesi	31
3.2. Travertenler Hakkında Genel Bilgiler.....	31

3.3. Karlıkaya ve Kandilsırtı Traverten Sahalarının Ayrıntılı Jeolojisi	32
3.3.1. Konum ve ulaşım	32
3.3.2. Yakın çevrede yüzeyleyen kayaç türleri.....	34
3.3.3. Karlıkaya travertenlerinin özellikleri	39
3.3.4. Kandilsırtı travertenlerinin özellikleri	45
3.3.5. Tektonik	51
3.3.6. Karlıkaya ve Kandilsırtı traverten sahalarının rezerv durumu	54
3.4. Sarıkaya Traverten Sahasının Ayrıntılı Jeolojisi	54
3.4.1. Konum ve ulaşım	54
3.4.2. Yakın çevrede yüzeyleyen kayaç türleri.....	55
3.4.3. Sarıkaya travertenlerinin özellikleri	57
3.4.4. Tektonik	65
3.4.5. Sarıkaya traverten sahasının rezerv durumu	65
3.5. Uyuz Çermik Traverten Sahasının Ayrıntılı Jeolojisi.....	66
3.5.1. Konum ve ulaşım	66
3.5.2. Yakın çevrede yüzeyleyen kayaç türleri.....	66
3.5.3. Uyuz Çermik travertenlerinin özellikleri.....	70
3.5.4. Tektonik	72
3.5.5. Uyuz Çermik traverten sahasının rezerv durumu	72
3.6. İnceleme Alanındaki Travertenlerin Oluşumu	73
3.6.1. Önceki araştırmacıların görüşleri.....	73
3.6.2. Bulgular	74
3.6.3. Tartışma	75
 4. İNCELEME ALANINDAKİ TRAVERTENLERİNİN ENDÜSTRİYEL ÖZELLİKLERİ	 77
4.1. Yapılan Testler ve Değerlendirmelerle İlgili Ön Bilgiler	77
4.2. Blok Verme Özelliği	78
4.2. Renk ve Desen Özelliği	81
4.3. Levhalar Şeklinde Dilimlenebilme Özelliği.....	81
4.4. Cilalanabilme ve Parlayabilme Özelliği	84
4.5. Birim hacim kütlesi	84

4.6. Özgöl Kütle	85
4.7. Doluluk Oranı	85
4.8. Su Emme Oranı	89
4.9. Gözeneklilik	92
4.10. Suda Dağılma Dayanımı	95
4.11. Sertlik	95
4.12. Saydamlık	99
4.13. Aşınma Kaybı	99
4.14. Tek Eksenli Basınç Dayanımı	103
4.14.1. Metod	103
4.14.2. Bantlanmaya dik yöndeki tek eksenli basınç dayanımı	106
4.14.3. Bantlanmaya paralel yöndeki tek eksenli basınç dayanımı	109
4.15. Don Sonu Tek Eksenli Basınç Dayanımı	111
4.15.1. Bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı ..	111
4.15.2. Bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eks. basınç dayanımı ..	112
4.16. Travertenlerin Dayanım Anizotropisi Özellikleri	114
4.17. Eğilme Dayanımı	117
4.17.1. Bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı	117
4.17.2. Bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı	118
4.18. Darbe Dayanımı	121
4.18.1. Bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı	121
4.18.2. Bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımı	123
4.19. Dona Karşı Dayanım	125
4.20. Kimyasal Bileşim	125
4.21. Açık Hava Tesirlerine Dayanım	128
4.22. Asitlere Karşı Dayanım	129
4.23. Paslanma	130
4.24. Bazı Test Sonuçlarının Birbirleriyle İlişkileri	130
4.24.1. Kullanılan yöntem	130
4.24.2. Birim hacim kütlesi-don öncesi tek eks. basınç dayanımı değişimi	131
4.24.3. Birim hacim kütlesi-don sonu tek eks. basınç dayanımı değişimi ..	131
4.24.4. Birim hacim kütlesi-eğilme dayanımı değişimi	134

4.24.5. Birim hacim kütlesi - darbe dayanımı değişimi	134
4.24.6. Gözeneklilik - don öncesi tek eksenli basınç dayanımı değişimi....	137
4.24.7. Gözeneklilik - don sonu tek eksenli basınç dayanımı değişimi	137
4.24.8. Gözeneklilik - eğilme dayanımı değişimi	140
4.24.9. Gözeneklilik - darbe dayanımı değişimi	140
4.25. Endüstriyel Özelliklerin Değerlendirilmesi	143
 5. İNCELEME ALANINDAKİ TRAVERTENLERİN SINIFLANDIRILMASI	144
5.1. Genel Bilgiler	144
5.2. Genel Sınıflandırma.....	145
5.3. Endüstriyel Özelliklere Göre Sınıflandırma	147
 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	149
6.1. Sonuçlar.....	149
6.2. Öneriler	151
 KAYNAKLAR.....	152
 ÖZGEÇMİŞ	157

ÖZET

Doktora Tezi

Sıcak Çermik (Yıldızeli-Sivas) Yöresindeki Traverten Sahalarının Jeolojisi ve Travertenlerin Endüstriyel Özellikleri

M. Emrah AYAZ

Cumhuriyet Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet GÖKÇE

Sıcak Çermik (Yıldızeli-SİVAS) sıcak su sahasında bulunan Karlıkaya, Kandilsırtı, Sarıkaya ve Uyuz Çermik travertenleri, Türkiye'nin en önemli traverten oluşumlarıdır. Bu çalışmada, sözkonusu traverten oluşumlarının jeolojik ve endüstriyel özellikleri incelenmeye çalışılmıştır.

Bu traverten oluşumları damar tipi ve tabaka tipi şeklinde iki farklı yataklanma şekli göstermektedir. Damar tipi travertenler, sıcak sulara kanal görevi yapan geniş çatlaklar boyunca oluşurken, tabaka tipi travertenler, kaynaklardan dışarı boşalmış sıcak sularca yüzeyde oluşturulmuşlardır. Ayrıca, damar tipi travertenler yalnızca albatr tipi yapı gösterirken, tabaka tipi travertenler kabuksu (süngerimsi) ve albatr yapılar göstermektedir.

Albatr travertenler; CaCO_3 'ın bağıl olarak yavaş çökelişi ile oluşmuşlardır. Sarı-krem, kırmızı-kahverengi ve beyaz renkli, ince bantlıdırlar. İri boşluklar içermemektedirler. Fakat, kabuksu travertenler CaCO_3 'ın hızlı çökelişi ile oluşmuş olup, çoğunlukla sarı-krem renkli, bol miktarda büyük boyutlu boşluklar içermektedirler.

Travertenlerin endüstriyel özelliklerini belirleyebilmek için, TS 699 (1987), TS 6809 (1989), ISRM (1978) ve Türkiye Mermer Envanteri (MTA, 1966) tarafından verilen standartlara uygun olarak jeoteknik testler uygulanmıştır. Bu testler, incelenmiş travertenlerin bu standartlarda önerilen limitler içinde dağılım gösterdiklerini ve endüstriyel kullanım için uygun olduklarını göstermişlerdir. Özellikle; kabuksu travertenler, yüzey kaplama taşı olarak kullanılabilirler. Albatr travertenler ise süs eşyası üretiminde tercih edilebilirler. İlave olarak, büyük blok üretilmeyen traverten oluşumları, yapı taşı ve çimento hammaddesi üretimi için işletilebilirler.

Anahtar Kelimeler: Traverten, endüstriyel özellikler, Karlıkaya, Kandilsırtı, Sarıkaya, Uyuz Çermik, Sivas.

SUMMARY

Ph. D. Thesis

Geology And Industrial Characteristics Of Travertine Occurences In The Sıcak Çermik (Yıldızeli-Sivas) Area

M. Emrah AYAZ
Cumhuriyet University
Graduate School of Natural
and Applied Sciences
Department of Geology

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet GÖKÇE

Karlıkaya, Kandilsırtı, Sarıkaya and Uyuz Çermik travertines, located in the vicinity of the Sıcak Çermik geothermal areas (Yıldızeli-SİVAS) are the most important travertine occurrences of Turkey. This study deals with the geological and industrial characteristics of these travertine occurrences.

These travertine occurrences show two different depositional styles as; vein and layered types. The vein type travertines occurred along the large fractures, which act as the channelways to hot waters, while the layered travertines deposited at surface by the discharged hot water from springs. In addition, the vein type travertines show only albatr structure, while the layered travertines show squamous and albatr structures.

The albatr travertines were occurred by relatively slow deposition of CaCO_3 , they are yellow-cream, red-brown and white colored and they have fine thin bands and do not contain large pores, but the squamous travertines were occurred by fast deposition of CaCO_3 and they are dominantly yellow-cream colored and contain large amounts of pores with large in size.

To identify the industrial characteristics of travertines, the geotechnical tests were applied in accordance with TS 699 (1987), TS 6809 (1989), ISRM (1978) and given by Türkiye Mermer Envanteri (MTA, 1966) standards. These tests showed that the characteristics of these travertines are dispersed within the limits suggested in these standarts and are suitable for industrial usage. Especially, squamous travertines may be used as facing stone and albatr travertines may be preferred to produce ornamental objects. In addition, travertine occurrences do not give big blocks can be mined for production of building stone and cement raw material.

Key Words: Travertine, industrial features, Karlıkaya, Kandilsırtı, Sarıkaya, Uyuz Çermik, Sivas.

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde, Sayın Prof. Dr. Ahmet GÖKÇE'nin yönlendirmesi ve denetimi altında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez danışmanlığımı yapan ve çalışmanın her aşamasında bilgi, görüş ve eleştirilerinden yararlandığım, hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet GÖKÇE'ye (C. Üniv.),

Çalışmalarımı destekleyip teşvik eden Bölge Müdürüm Sayın Tahsin ÖZER'e (MTA), Bölge Müdür Yardımcıları Sayın Ahmet Mahir SERDER'a ve Sayın Ali YILDIRIM'a (MTA), Baş Mühendis Sayın Necmettin AVCI'ya (MTA),

Kaya mekaniği testlerinin yapılması aşamasındaki değerli yardımları için Sayın Doç. Dr. Ergun KARACAN'a (C. Üniv.),

Kaya mekaniği test örneklerinin kesilmesi aşamasındaki değerli yardımları için Sayın Ali ATINIŞ'a (Aşkın Mermer San.) ve tüm Aşkın Mermer San. çalışanlarına,

Çeşitli konularda yardımlarını gördüğüm Sayın Jeo. Yük. Müh. Murat OVAYURT'a (MTA), Sayın Doç. Dr. Hüseyin YALÇIN'a (C. Üniv.), Sayın Araş. Gör. Ahmet Turan ASLAN'a (C. Üniv.), Sayın Jeo. Müh. Senayi BULUT'a (TEAŞ Genel Müdürlüğü), Sayın Jeo. Müh. Osman Çetin ÖZTÜRK'e (MTA), Sayın Araş. Gör. Nazire ÖZGEN'e (C. Üniv.), Sayın Araş. Gör. Gülcan BOZKAYA'ya (C. Üniv.), Harita Teknikeri Sayın Mehmet RAYMAN'a (MTA), Kesitçi Sayın Yakup ÖZTÜRK'e (MTA), Teknik Ressamlar Sayın Bekir OĞUZ ve Sayın Kamil TEK'e (MTA), Sayın Jeo. Müh. Osman HAMARAT'a (TCK), Sayın Dr. Zeki ATALAY'a (MTA),

Çeşitli konulardaki özverili yardım ve desteğinden dolayı, kıymetli eşim Sayın Jeo. Yük. Müh. Sevilay AYAZ'a ve emeği geçen herkese en içten duygularıyla teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1: İnceleme alanı ve traverten sahalarının coğrafik konumu	2
Şekil 2.1: İnceleme alanı yakın çevresinin bölgesel jeoloji haritası	11
Şekil 2.2: İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (ölçeksizdir)	13
Şekil 2.3: Kuvars - mermerlerde, kuvars kristallerinde (qz) gözlenen hafif yönlenmeler ve bunları kesen kırıklarda gelişmiş ikincil kalsit dolguları (Ca) (MTA-II sondajı-240. m: İncekesit; çift nk., 40x)	15
Şekil 2.4: İnceleme alanında yüzeyleyen mermerlerin beyaz, sarımsak ve kahverenkli görünüşleri (Bayat Köyü'nün doğusu; kuzeyden güney görünüşü)	16
Şekil 2.5: Derindere üyesinin yatay tabakalı çakıltası - kumtaşı - kıltaşı ardalanması (Kalın Köyü kuzeyi; doğudan batı görünüşü)	23
Şekil 2.6: Bayat volkanitlerine ait bazaltlarda plajiyoklas fenokristalleri (Plg) ve plajiyoklas mikrolitlerinden oluşan matriks (İncekesit; çift nk., 40x)	26
Şekil 2.7: Bayat volkanitlerine ait bazaltlarda plajiyoklas fenokristalleri (Plg) ve kenarlarından itibaren gelişmiş karbonatlaşmalar (Krb) (İncekesit; çift nk., 100x)	26
Şekil 2.8: Sıcak Çermik yöresinde, sırt sipi traverten oluşumunda K-G yönlü olarak gelişmiş bir açılma çatlağı (Güneyden kuzey görünüşü)	29
Şekil 2.9: Sıcak Çermik yöresinde, K-G doğrultulu açılma çatlakları içinde gelişmiş olan damar tipi traverten oluşumlarında, açılmaların devamlılığını gösteren albatır yapısı (alb) (Güneyden kuzey görünüşü)	30
Şekil 3.1: Travertenlerin oluşum mekanizmasının şematik görünümü (Gökçe, 1995'ten değiştirilerek)	33
Şekil 3.2. Sıcak Çermik yöresinde yapılan sondajlara ait kuyu logları	35
Şekil 3.3: Sıcak Çermik yöresinde, saha gözlemleri ve sondaj verileri dikkate alınarak çizilmiş şematik jeolojik kesit	36
Şekil 3.4: Karlıkaya traverten ocağının yaklaşık 550 m KD'sunda bulunan	

tabaka tipi travertenler (tt) ve açılma çatlağı içinde gelişmiş olan	
damar tipi travertenler (dt) (Güneyden kuzey görünüşü)	38
Şekil 3.5: Karlıkaya (Yıldızeli - Sivas) traverten işletmesi açık ocak haritası	40
Şekil 3.6: Karlıkaya (Yıldızeli - Sivas) traverten işletmesi ocak kesitleri	41
Şekil 3.7: Karlıkaya travertenlerindeki mikritik (mk) ve sparitik (sp) kesimler	
ve mikritik kesimlerde gelişen limonitleşmeler (lmn) (İncekesit;	
çift nk., 40x)	43
Şekil 3.8: Karlıkaya travertenlerinde, çoğunlukla mikritik kesimlerde gelişmiş	
olan gözenekler (İncekesit; tek nk., 40x)	43
Şekil 3.9: Karlıkaya travertenlerinde, işletme faaliyetlerinden bir görünüm	
ve blok çıkarımı (Batıdan doğu görünüşü)	44
Şekil 3.10: Kandilsırtı (Yıldızeli - Sivas) traverten işletmesi açık ocak haritası	46
Şekil 3.11: Kandilsırtı (Yıldızeli - Sivas) traverten işletmesi ocak kesitleri	47
Şekil 3.12: Kandil Sırtı mevki travertenlerinde, bantlı yapıda gözlenen	
mikritik (mk) ve sparitik (sp) kesimler ile çok az oranlardaki	
kuvars kırıntıları (Q) ve mikritik kesimlerdeki limonitleşmeler	
(lmn) (İncekesit; tek nk., 40x)	48
Şekil 3.13: Kandil Sırtı mevki travertenlerinde, kolloform dokular	
içerisinde gözlenen aragonit kristalleri (arg) ve mikritik	
kesimlerde gelişmiş limonitleşmeler (lmn) (İncekesit; tek nk., 40x)	48
Şekil 3.14: Kandilsırtı traverten sahasında, tabaka tipi travertenler (tt) ve	
bunları kesen kesen damar tipi travertenler (dt) (Güneyden kuzey	
görünüşü)	50
Şekil 3.15: Kandilsırtı traverten işletmesi ve çıkarılmış bloklar (Güneyden	
kuzeye bakış)	52
Şekil 3.16: Tepe Çermik mevkiinde (Sıcak Çermik), 1-1.5 m açıklıklarındaki	
K-G yönlü yarıklardan bir görünüm (Güneyden kuzey görünüşü)	53
Şekil 3.17: Sarıkaya (Yıldızeli - Sivas) traverten sahasının ayrıntılı jeolojik	
haritası ve kesiti	56
Şekil 3.18: Sarıkaya (Yıldızeli - Sivas) traverten sahasının ocak haritası	58
Şekil 3.19: Sarıkaya (Yıldızeli - Sivas) traverten sahasının ocak kesitleri	59
Şekil 3.20: Sarıkaya traverten sahasında, tabaka tipi travertenler (tt) ile	

KB - GD doğrultulu açılma çatlakları içinde gelişmiş damar tipi travertenlerden (dt) bir görünüm (GD'dan KB görünüşü)	60
Şekil 3.21: Sarıkaya sahası travertenlerinde, bantlı dokuda gözlenen mikritik (mk) ve sparitik (sp) kesimler ve kayaç kırıntıları (kk) ile bunları kesen kalsit damarı (Ca) (İncekesit; tek nk., 40x)	61
Şekil 3.22: Sarıkaya travertenlerinde, limonitçe zengin olan mikritik kesimler ve boşluk oluşumu (İncekesit; tek nk., 40x)	61
Şekil 3.23: Sarıkaya traverten sahasındaki bir blokta, kalınlığı 2-2.5 cm'ye kadar çıkabilen kalsit dolgulanması	63
Şekil 3.24: Sarıkaya traverten ocağında, sökülüş halde bulunan bloklardan bir görünüm (Güneyden kuzey görünüşü)	64
Şekil 3.25: Uyuz Çermik (Yıldızeli-Sivas) yöresinin ayrıntılı jeolojik haritası ve kesiti	67
Şekil 3.26: Uyuz Çermik sahasındaki sırt tipi traverten oluşumları (st) ve güncel traverten oluşumlarına neden olan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'lı su çıkışları (Kuzeyden güney görünüşü)	69
Şekil 3.27: Uyuz Çermik sahasında bulunan albatr yapılı tabaka tipi travertenlerdeki sparitik kesimler (İncekesit; çift nk., 40x)	71
Şekil 3.28: Uyuz Çermik sahasındaki, albatr yapılı tabaka tipi travertenlerde gözlenen, kalsit dolgulanmalı (Ca) mikro çatlaklar (İncekesit; tek nk., 40x)	71
Şekil 4.1: İnceleme alanında, genellikle sarı - krem renkli olarak bulunan ve çoğunlukla elipsoid şekilli olan, iri boşluklu kabuksu - travertenler (Karlıkaya traverten sahası, ocak içi)	82
Şekil 4.2: Sarıkaya travertenlerinin üst seviyelerde gözlenen ve yüksek demir içeriğini karakterize eden kırmızı-kahve renkli bantlanmalar (Sarıkaya traverten sahası, ocak içi)	83
Şekil 4.3: Birim hacim kütle ile bantlanmaya dik yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	132
Şekil 4.4: Birim hacim kütle ile bantlanmaya paralel yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	132
Şekil 4.5: Birim hacim kütle ile bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek	

eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	133
Şekil 4.6: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	133
Şekil 4.7: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı arasındaki ilişki	135
Şekil 4.8: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı arasındaki ilişki	135
Şekil 4.9: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı arasındaki ilişki	136
Şekil 4.10: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımı arasındaki ilişki	136
Şekil 4.11: Gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	138
Şekil 4.12: Gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	138
Şekil 4.13: Gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	139
Şekil 4.14: Gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	139
Şekil 4.15: Gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı arasındaki ilişki	141
Şekil 4.16: Gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı arasındaki ilişki	141
Şekil 4.17: Gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı arasındaki ilişki	142
Şekil 4.18: Gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımı arasındaki ilişki	142

TABLolar DİZİNİ

Tablo 4.1: Hacimsel eklem sayısı değerlerine göre blok boyutlarının tanımlanması	79
Tablo 4.2: İnceleme alanındaki travertenlerin hacimsel eklem sayısı (Jv) ölçümleri	80
Tablo 4.3: İnceleme alanındaki travertenlerin birim hacim kütlesi test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	86
Tablo 4.4: Kayaçların birim hacim kütlelerinin tanımlanması	87
Tablo 4.5: İnceleme alanındaki travertenlerin özgül kütle test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	88
Tablo 4.6: İnceleme alanındaki travertenlerin doluluk oranı sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	90
Tablo 4.7: İnceleme alanındaki travertenlerin kütlece su emme test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	91
Tablo 4.8: İnceleme alanındaki travertenlerin hacimce su emme test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	93
Tablo 4.9: İnceleme alanındaki travertenlerin gerçek gözeneklilik derecesi sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	94
Tablo 4.10: Kayaçların gözeneklilik değerlerine göre tanımlanması	96
Tablo 4.11: İnceleme alanındaki travertenlerin suda dağılma dayanımı test sonuçları	97
Tablo 4.12: Suda dağılma dayanımı sınıflaması	98
Tablo 4.13: Schmidt çekici değerlerine göre kaya sertliğinin niteliksel tanımı	100
Tablo 4.14: Karlıkaya ve Kandilsırtı travertenlerinin, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki Schmidt sertlik değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri	101
Tablo 4.15: Sarıkaya ve Uyuz Çermik travertenlerinin, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki Schmidt sertlik değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri	102
Tablo 4.16: İnceleme alanındaki travertenlerin sürtünmeden dolayı kalınlıkça aşınma kaybı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	104
Tablo 4.17: İnceleme alanındaki travertenlerin sürtünmeden dolayı hacimce aşınma kayıpı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	105
Tablo 4.18: Kayaçların tek eksenli basınç dayanımlarına göre sınıflandırılması	107

Tablo 4.19: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki tek eksenli basınç dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	108
Tablo 4.20: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya paralel yöndeki tek eksenli basınç dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	110
Tablo 4.21: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	113
Tablo 4.22: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri .	115
Tablo 4.23: İnceleme alanındaki travertenlerin dayanım anizotropisi özellikleri	116
Tablo 4.24: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	119
Tablo 4.25: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	120
Tablo 4.26: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	122
Tablo 4.27: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri	124
Tablo 4.28: İnceleme alanındaki travertenlerin don kaybı test sonuçları ve don tesiriyle basınç dayanımında meydana gelen azalmalar	126
Tablo 4.29: İnceleme alanındaki travertenlerin, tüm kayaç majör oksit kimyasal analiz sonuçları	127
Tablo 5.1: İnceleme alanındaki travertenlerin genel sınıflandırılması	146
Tablo 5.2: İnceleme alanındaki travertenlerin yüzey kaplama taşı, hediyelek - süs eşyası yapım taşı ve yapıtaşı kullanımlarına yönelik olarak yapılan sınıflandırılması	148

SİMGELER DİZİNİ

arg	:	Aragonit
Ca	:	Kalsit dolgusu / damarı
dt	:	Damar tipi traverten
kk	:	Kayaç kırıntısı
Krb	:	Karbonatlaşma oluşumları
lmn	:	Limonit
mk	:	Mikritik doku
Plg	:	Plajiyoklas
qz	:	Kuvars
sp	:	Sparitik doku
tt	:	Tabaka tipi traverten

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Çalışmanın amacı; Sivas'ın batısında, Sıcak Çermik yakınlarında bulunan ve Türkiye'nin en önemli traverten yatakları arasında yer alan Karlıkaya, Kandilsırtı, Sarıkaya ve Uyuz Çermik traverten yataklarını çeşitli saha ve laboratuvar yöntemleri ile incelemek ve oluşum koşulları ile endüstriyel özelliklerini belirlemeye çalışmaktır.

1.2. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri

1.2.1. Coğrafik konum

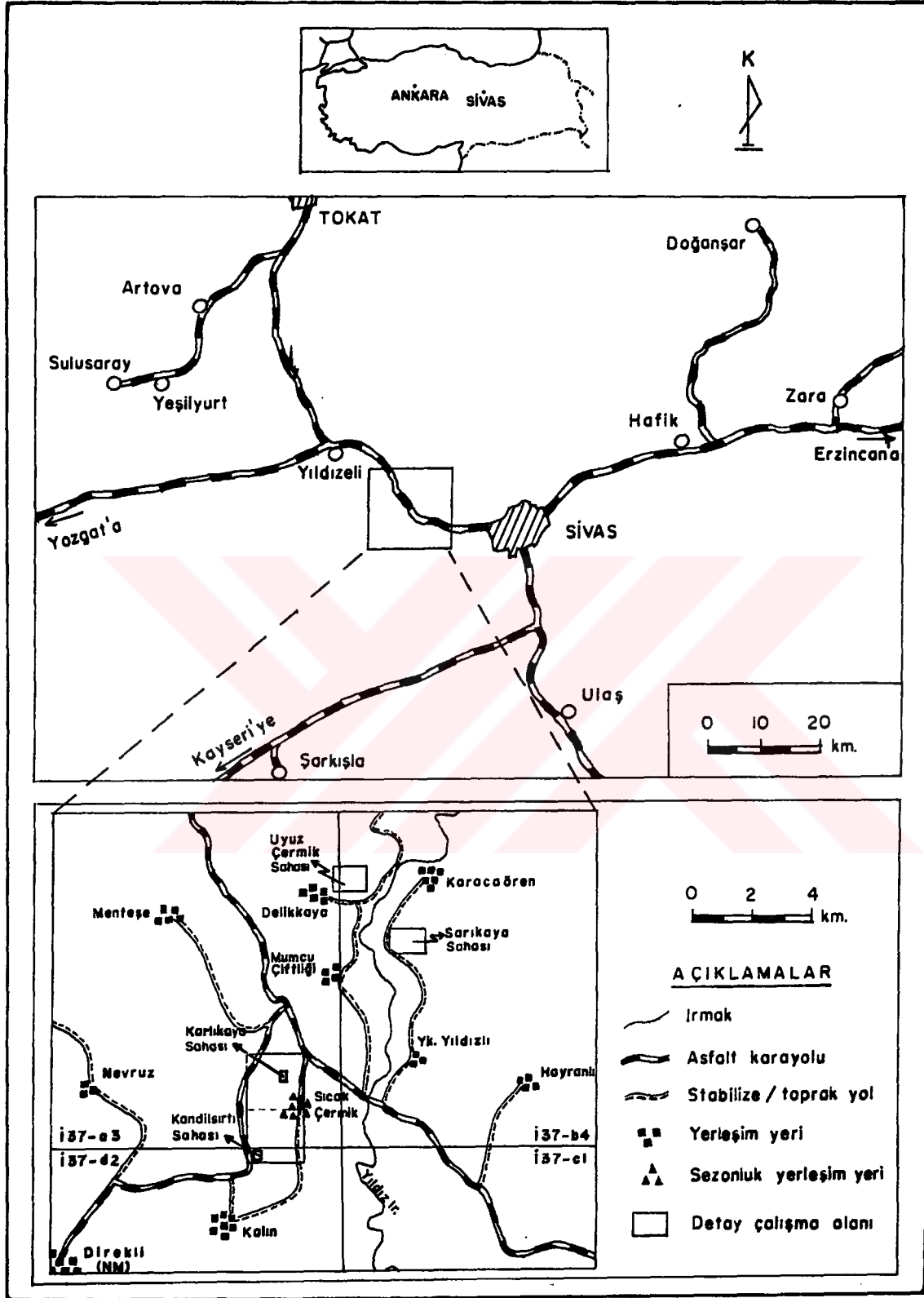
İnceleme alanı, Sivas'ın batısında Sıcak Çermik yakınlarında; Kalın, Yukarı Balahur, Delikkaya, Menteşe ve Bayat gibi köyler ile Direkli Nahiyesini içine alan 224 km² 'lik bir alanda ve 1/25 000 ölçekli Sivas İ37-a3, b4, c1 ve d2 paftaları sınırlarında yer almaktadır (Şekil 1.1).

Genellikle yumuşak bir topoğrafyanın hakim olduğu inceleme alanının en önemli yükseltileri İt Dağı (1773), Başyatağın Tepe (1664), Çayanlı Tepe (1526), Evliya Tepe (1520) ve Çatal Tepe (1499)'dir. K-G yönlü olarak akan Yıldız Irmağı ile Kalın Irmağı, yörenin iki önemli akarsuyu durumunda olup, bu ırmaklar inceleme alanının hemen güneyinde Kızılırmak'a karışmaktadır.

1.2.2. İklim ve bitki örtüsü

İnceleme alanının içinde bulunduğu bölge karasal iklimin etkisi altındadır. Yaz ayları sıcak ve kurak, bahar ayları serin ve yağmurlu, kış ayları ise soğuk ve kar yağışlıdır. Bölgede hakim olan en soğuk ay olan Ocak ayının sıcaklık ortalaması -4 C°; en sıcak aylar olan Temmuz-Ağustos aylarının sıcaklık ortalaması ise 19 C° civarındadır. Sivas Meteoroloji İstasyonu'nun son 60 yıllık verilerine göre; bölgedeki ortalama yıllık sıcaklık 9.7 C°, yağış ise 430 mm'dir.

İnceleme alanı bitki örtüsü bakımından, Sıcak Çermik yöresindeki çamlık alanın dışında, genellikle fakir olup, bozkır niteliğindedir.



Şekil 1.1: İnceleme alanı ve traverten sahalarının coğrafik konumu

Yöre halkının geçim kaynağı, yeterli olmamakla birlikte genellikle tarım ve hayvancılıktır.

1.2.3. Sıcak Çermik kaplıca turizmi

Sivas'a 30 km mesafede bulunan ve adını 46 C° 'deki sıcak su çıkışından alan Sıcak Çermik (Yıldızeli-Sivas) kaplıca alanı, yaz aylarında halkının ziyaret ettiği önemli bir kaplıca merkezi durumundadır. Sıcak Çermik kaplıca alanında, yaz aylarında parsellenmiş alanlara kurulan çadırlarla önemli bir nüfus yoğunluğu ve hareketliliği izlenir. Bu alanda oteller, yüzme havuzları, banyolar, PTT, karakol, cami, fırın, kasap, piknik alanları ve çocuk parkı, kaplıca turizmine hizmet vermektedir. Ayrıca yörede kurulan seralarda çeşitli ürünler yetiştirilmektedir.

1.3. Yapılan İncelemeler ve Kullanılan Yöntemler

Çalışmalar büro çalışmaları şeklinde başlanmış ve bu kapsamda genel jeolojik amaçlı ve travertenlerle ilgili olarak yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir. Daha sonra, Bingöl (1989) tarafından hazırlanmış Türkiye Jeoloji Haritasından, inceleme alanının içinde bulunduğu bölgenin bölgesel jeolojik haritası, sadeleştirilip kısmen değiştirilerek çizilmiştir. Büro çalışmalarına, arazi ve laboratuvar çalışmaları sırasında ve sonrasında, elde edilen verilerin değerlendirilip yorumlanması şeklinde devam edilmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında; önce Sivas İ37-a3, b4, c1 ve d2 paftalarında bulunan Karlıkaya, Kandilsırtı, Sarıkaya ve Uyuz Çermik traverten sahalarını içine alan yaklaşık 224 km² 'lik bir alanın 1/25 000 ölçekli jeolojik haritası yapılmış ve 28 adet mineralojik-petrografik, 6 adet paleontolojik ve 25 adet de jeokimyasal inceleme amaçlı olmak üzere toplam 59 adet örnek alınmıştır. Daha sonra, Karlıkaya ve Kandilsırtı traverten sahaları ve yakın çevresinde 28.38 km², Sarıkaya traverten sahasında 3.25 km² ve Uyuz Çermik traverten sahasında ise 3.20 km² olmak üzere toplam 34.83 km² 'lik 1/10 000 ölçekli ayrıntılı jeolojik harita yapılmıştır. Ayrıca, Karlıkaya traverten ocağında yaklaşık 8 700 m² 1/500 ölçekli, Kandilsırtı traverten ocağında yaklaşık 36 000 m² 1/1 000 ölçekli ve Sarıkaya traverten ocağında ise yaklaşık 8 600 m² 1/500 ölçekli ayrıntı ocak planları çıkarılmıştır.

Bu çalışmalar sırasında Uyuz Çermik sahasından, bir kısmı ortalama 20x25x25 cm ebatlarında 10 adet, inceleme alanındaki diğer üç sahadan da ortalama 40x50x50 cm ebatlarında 5'er adet olmak üzere toplam 25 adet blok örnek alınmıştır. Ayrıca, testler için eksik kalan ve/veye zayıf veren bloklar yerine yeni örnekler de alınmıştır.

Laboratuvar çalışmaları sırasında;

i- İnceleme alanında yüzeyleyen kayaç türlerinin ve travertenlerin petrografik-paleontolojik özelliklerini belirlemek amacıyla alınan örneklerden ince kesitler hazırlanmış ve alttan aydınlatmalı mikroskoplarla incelenmişlerdir. Travertenlere ait örneklerin, dokusal özelliklerinin incelenmesinde, kalsit kristallerinin özellikle boyutları, şekilleri, alterasyon durumları ve kırık özellikleriyle kırıkların dolgulanma dereceleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bunun yanında, jeokimyasal amaçlı alınmış örneklerin analizleri yapılmış ve travertenlerin kimyasal bileşimleri saptanmaya çalışılmıştır. Ayrıca, XRD yöntemiyle de mineralojik bileşimleri kontrol edilmiştir. Yapılan bu incelemeler sonucunda belirlenen tüm özellikler, travertenlerin fiziko-mekanik, ve kimyasal etkiler karşındaki dayanımlarının etkilenme derecesiyle ilgili temel verileri oluşturmuştur.

ii- Fiziko-mekanik incelemeler için; boyutları yaklaşık 70x70x70 mm olan blok örneklerden 65 adet, 100x100x100 mm olanlardan 75 adet, 40x40x40 mm olanlardan 40 adet ve 50x100x200 mm olanlardan da 40 adet olmak üzere toplam 220 adet küçük blok örnekler kesilmiştir. Kimyasal incelemeler için de; 60 adet küçük plaka örnek ve yaklaşık 27 kg kırılmış örnek hazırlanmıştır.

iii- İnceleme alanındaki travertenlerin endüstriyel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanmış örnekler üzerinde TS 699 (1987)'de belirtilen testler yapılarak; renk ve desen özelliği, levhalar şeklinde dilimlenebilme özelliği, cilalanabilme ve parlayabilme özelliği, birim hacim kütlesi, özgül kütle, doluluk oranı, kütlece ve hacimce su emme oranları, zahiri ve gerçek gözeneklilikler, suda dağılma dayanımı, Mohs ve Schmidt sertlikleri, saydamlık, kalınlıkça ve hacimce aşınma kayıpları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki tek eksenli basınç dayanımları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki don sonu tek eksenli basınç dayanımları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki eğilme dayanımları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki darbe dayanımları, dona karşı dayanım, don kaybı, açık hava tesirlerine dayanım, paslanma ve asitlere karşı dayanım özellikleri belirlenmiş ve endüstriyel kullanım değerlendirmeleri yapılmıştır.

2. İNCELEME ALANININ GENEL JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

2.1. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanını içine alan Sivas-Tokat-Akdağmadeni(Yozgat) bölgesinde, birçok araştırmacı tarafından değişik amaçlara yönelik olarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bölgede, Sivas-Tokat arasında, doğu-batı yönlü olarak uzanan kuşak boyunca ve Akdağmadeni (Yozgat) yöresinde, çok eski dönemlere dayanan (krom, demir, kurşun, çinko vd.) çeşitli maden ocaklarının izlerine rastlanılmış ve bunlara bağlı olarak ilk çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

İnceleme alanını içine alan bölgede, travertenlere ve/veya yüzey kaplama taşlarına yönelik olarak yapılmış herhangi bir kapsamlı çalışma bulunmamaktadır. Dar kapsamda yapılan çalışmalar ise gözlemsel verilerden oluşmaktadır.

Sivas-Tokat arasındaki kuşak ve çevresinde yapılan ilk çalışmalar, Tschihatscheff (1867-1869), Schaffer (1907), Oswald (1910), Frech (1910), Berg (1910) ve Philipson (1918) gibi çeşitli araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Bunlardan Oswald (1910) ve Philipson (1918) 'ın çalışmaları, Anadolu'nun jeolojik yapısını ortaya çıkarmaya çalışmaktadır.

Oktun (1947), Sivas'ın hemen KB'sında bulunan çimento hammadde sahasında, su-kireçtaşı-kil ve alçı etüdü hakkındaki raporunda, çimento fabrikası için yararlı veriler elde etmiştir. Çalışmacı raporunda, su temininin kumtaşı ile killi-konglomeralı serilerden ve özellikle kızılırmak alüvyonlarından alınabileceğine işaret etmekle bu konudaki önemli ihtiyaca ışık tutmuştur.

Okay (1953, 1955), Sivas ile Tokat arasındaki bölgede yaptığı 1/100 000 ölçekli jeoloji çalışmasında, bölgenin jeolojisini ayrıntılı olarak incelemiştir. Çalışmacı, bölgeyi Paleozoyik, Mesozoyik ve Tersiyer birimlerine ayırarak Mesozoyik'in sadece Üst Kretase ile temsil edildiğini belirtmiştir. Paleozoyik yaşlı killi şist, fillit, mikaşist, kuvarsit ve mermerlere değinen çalışmacı, Eosen yaşlı birimlerin bir taban konglomerasıyla başlayıp, gre, greli kalker, kil ve marn aralanmasından oluştuğunu belirtmektedir. Ayrıca, bölgede bulunan gölsel kireçtaşları ile tuf ve travertenlerin Neojen'e ait olduğunu düşünmektedir.

Yalçınlar (1955), Sivas-Hafik-Zara-Kangal ve Yıldızeli arasında kalan ve genel olarak Kızılırmak Vadisi'nin yukarı kesimine karşılık gelen bölgede 1/100 000 ölçekli

jeolojik harita alım çalışması yapmıştır. Çalışmacı, çalışma alanını da içine alan İt Dağı, Menteşe ve Nevruz Köyleri civarında Paleozoyik yaşlı mikaşist, kuvarşlı şistler ile mermerlerin varlığından söz etmekte ve mermerlerin büyük karstik boşluklar içerdiğini belirtmektedir. Paleozoyik yaşlı kayaçların, Karaçayır yanından geçen ve doğrultusu doğu-batı uzanımlı olan, üstü açılmış bir antiklinal oluşturduğunu belirlemiştir.

Zeschke (1955), "Kavik (Yıldızeli-Sivas) Florit-Bakır-Uranyum Yatağı" adlı çalışmasında, yöredeki plütonun kenarlarında breşler ve damarlar halinde florit, pirit, kalkopirit ve uraninit oluşumlarını incelemiştir. Çalışmacı, floritin ortalama tenörünün % 30-35 arasında olduğuna ve derinlere doğru masif florit damarının varlığına yaklaşımda bulunmaktadır.

Sağiroğlu (1955), Yıldızeli radyoaktif florit zuhuru hakkında hazırladığı raporda, yöre floritlerinin ekonomik olmadığına, ancak floriti renklendiren uranyum veya toryum radyoaktif elementlerinin önemine dikkat çekmektedir.

Pollak (1957, 1958), Akdağmadeni (Yozgat)-Yıldızeli (Sivas) yöresinde metamorfik birimler üzerine ilk incelemeleri yaparak, bölgenin jeolojisi ve ekonomik jeolojisi hakkında önemli bilgiler vermiştir. Çalışmacı, tabanda büyük bir plütonun varlığına işaret ederek, metamorfitlerin bunları örttüğünü belirtmiştir ve bölgenin tektoniğiyle ilgili yaklaşımlarda bulunmuştur.

Savoja (1960), Belcik-Yıldızeli bölgesinin jeolojisi ve petrol olanakları konulu etüdünde, Paleozoyik yaşta kuvarsit, mikaşist ve gnays saptamıştır. Çalışmacı, Eosen ve Oligosen yaşlı kayaçların çeşitli özelliklerine de dikkat çekmektedir.

Çağlar (1961), Sıcak Çermik bölgesindeki sıcak su kaynaklarının analizini yapmış ve bu suların Na, Mg, HCO₃, SO₄ 'lı sular olduğunu tesbit etmiştir.

Kulahçıoğlu (1965), Sivas ili faal maden ve mermer ocakları envanter revizyonu raporunda, Sıcak Çermik yöresindeki travertenleri, mermer (yüzey kaplama taşı) olarak kullanılabilirlikleri açısından incelemeye çalışmıştır. Çalışmacı, Sıcak Çermik yöresinin batı kesiminde, enine kesit boyunca 4 adet albatr - traverten bantının bulunduğunu, bunların genişliğinin 6-10-20 m.'ler arasında değişebilen bir zon boyunca devam ettiğini belirtmektedir. Yaklaşık olarak K-G yönlü çatlaklara yerleşmiş olan albatr travertenlerin, uzunluk boyunca yer yer kesildiğine işaret etmektedir. Çalışmacı, traverten sahasında 10-12 m. derinlikten sonra 1-2 cm. kalınlığında killi seviyelerin geldiğini, sonra travertenlerin yine devam ettiğini de ifade etmektedir. Ayrıca, Sıcak Çermik yöresinin doğu kesiminde 50

cm. genişliğindeki traverten bantının ise yaklaşık 1 km. kadar devam ettiğini de belirtmektedir. Çalışmacı, raporunda ayrıca, Navruz Köyü (Yıldızeli) 'nün Gölyurt Mevkii'ndeki, Akdağ Metamorfileri'ne ait mermerlerin ise yapıtaşı ve mozaik malzemesi olarak kullanılabileceğine işaret etmektedir.

Gökalp (1972), "Sıcak Çermik Kaplıca Bölgesinin Jeolojik ve Hidrojeolojik Etüdü" adlı çalışmada, en altta metamorfitten şist ve mermerler, üstte sedimanter karasal Pliosen serilerinin olduğunu belirtmiştir. Bölgedeki mevcut sıcak sular için andezit ve bazalt magmatitlerinin ısıtıcı, mermerlerin rezervuar kayaç ve Pliosen yaşlı birimlerin örtü kayaç olduğunu saptamıştır. Çalışmacı, travertenlerde görülen çatlak ve yarık hatlarının, gömülü faylarla ilişkili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, mevcut sıcak suların Ca, Na, Mg, HCO₃, tipte mineralli termal sular grubunda olduğunu vurgulamıştır.

İnceoğlu (1974), Sivas bölgesinde mermer ve süsleme taşları üzerine yapmış olduğu çalışmada, Çeltikdağ (Karaçayır) mermerlerini ve Gümüşdere Çermik (Karaçayır) travertenlerini mermer (yüzey kaplama taşı) açısından incelemiştir. Çalışmacı, Çeltikdağ mermerlerinin Paleozoyik yaşlı olduğunu ve bunların arasında yer yer şist ve fillatların bulunduğunu belirtmiştir. Gümüşdere Çermik travertenlerinin ise beyaz - kirli beyaz renkli, gözenekli ve sağlam yapılı olduğunu ve bunların 60-100 cm. kalınlıklarında olduğunu ifade etmiştir. Çalışmacı, ayrıca, Doğanşar Sarıkaya Mevkii'ndeki travertenlerden, Divriği'nin hemen GD'su boyunca uzanan siyah mermerlerden, Gürün-Başören Köyü albatr-travertenlerinden ve Çevirme Köyü kireçtaşlarından, Hafık-Dipsizgöl ve Üzeyir Köyü travertenlerinden, Şarkışla-İlica Çermiği travertenlerinden de kısa bilgiler şeklinde bahsetmektedir.

Tatar (1977) tarafından yapılan "Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) Bölgesinin Stratigrafi ve Petrografisi" adlı çalışma, traverten sahalarını ve özellikle bunların kuzey kesimlerini içermekte olup, stratigrafik ve petrografik olarak geniş ayrıntılardan oluşmaktadır. Çalışmacı, Akdağ Metamorfileri'ni kuvarsit, mikaşist, amfibolit ve mermerlerden oluştuğunu belirtirken, Tersiyer volkanitlerini latitporfir, riyolitik tüf ve andezitik-bazaltik volkanitler şeklinde ayırtlayıp, bu andezitik-bazaltik volkanizmanın Üst Kretase'den sonra, Eosen'de (veya belki Paleosen'de) başlayıp Neojen'e kadar devam ettiğini ifade etmiştir.

Yılmaz (1980, 1981), inceleme alanının kuzeyinde yapmış olduğu çalışmada, bölgedeki ofiyolitlerle ilgili ayrıntılı veriler elde etmiştir. Çalışmacı, yöredeki ofiyolitlerin ofiyolitli karışık durumunda olduğunu belirtirken, karışığın allokton bir nitelik kazandığını ileri sürmektedir. Çalışmacı, Yalçınlar (1955)'ın Akdağ Metamorfitleti'ne dahil ettiğı Karaçayır dolayındaki metamorfitleti, Karaçayır Formasyonu olarak adlamıştır.

Yılmaz (1982, 1983), Dumanlıdağı (Tokat) ile Çeltekdagi (Sivas) dolaylarının temel jeoloji özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu adlı çalışmasında, incelediğı birimleri Paleozoyik, Mesozoyik ve Senosoyik üst başlıklarında toplamıştır. Çalışmada, Paleozoyik yaşlı birimleri; kuzeyde yüzeyleyen "Tokat Masifi" metamorfitletiyle güneyde yüzeyleyen ve "Akdağ Masifi" nin kuzeydoğu uzantısı olarak kabul edilen Karaçayır metamorfitletini, birer grup düzeyinde ele alınmıştır. Çalışmacı, bunları "Tokat Grubu" ve "Akdağmadeni Grubu" adlamalarıyla incelemiştir. Çalışmada, Tokat Grubu'nun kısmen bloklu meta-volkanotortul bir dizi olduğu ve bunların Jurasik öncesi en az bir metamorfizma geçirdiğı söylenilebileceğı ifade edilmektedir. Çalışmacı, Akdağ Metamorfitletini "Akdağmadeni Grubu" olarak adlandırmış ve Akdağmadeni Grubu'nun en azından Kretase öncesi (belki de Tokat metamorfitleti gibi Jurasik öncesi) bir metamorfizma geçirmiş olabileceğini belirtmiştir.

Yılmaz ve Özer (1984), "Kuzey Anadolu Bindirme Kuşağı'nın Akdağmadeni (Yozgat) ile Karaçayır (Sivas) Arasındaki Bölümünün Temel Jeoloji İncelemesi ve Tersiyer Havzasının Yapısal Evrimi" adlı yayınlarında, Akdağ Metamorfitleti ile Tersiyer yaşlı birimlerin çeşitli özellikleriyle uğradıkları yapısal değişimler konusunda ayrıntılı bilgiler vermişlerdir.

Özer (1988), inceleme alanının bir kısmını içine alan Hayranlı-Çelebiler (Sivas) yöresindeki Neojen tortullarının stratigrafik ve sedimantolojik özelliklerini incelemiştir.

Aktimur ve diğ. (1990), "Sivas-Erzincan Tersiyer Havzasının Jeolojisi" adlı yayınlarında bölgedeki Tersiyer Havzası ile ilgili dört önemli yapısal evrenin geliştiğine ve denizel, lagüner, karasal ortam koşullarında dikkat çekmektedirler.

Yıldırım ve diğ. (1991), Sıcak Çermik yöresindeki travertenler için MTA adına hazırladıkları mahallinde tetkik raporlarında, albatr travertenlerden alınan en büyük blok boyutlarının 4x2x1.2 m. olduğunu belirtmişlerdir. Kalın Köyü' nün kuzeyindeki kabuksu-travertenlerden de büyük bloklar alınabildiğine işaret eden çalışmacılar, bu alanda 140 000 m³ 'ün çok çok üzerinde bir traverten rezervinin bulunduğuna işaret etmektedirler.

Çalışmacılar, Delikkaya Köyü (Yıldızeli) yakınındaki Uyuz Çermik mevkiindeki gözlemlerinde de yöredeki albatr-travertenlerdeki en büyük blokların 0.5 m^3 civarında olduğunu ifade etmektedirler.

Şahin (1991), Akdağ Metamorfitleeri üzerine yaptığı çalışmasında, bu birimleri metapelitik birimler ve metakarbonatlar şeklinde iki ana grupta toplanmıştır. Çalışmacı, metapelitik birimleri mika-gneyslar, kalsilikatik-gneyslar ve muskovit-şistler şeklinde; metakarbonatları da mermerler şeklinde tanımlamıştır.

Aydoğan ve diğ. (1991), MTA adına, Sıcak Çermik (Yıldızeli-Sivas) yöresindeki sıcak su ile ilgili parametrelerin belirlenmesine yönelik olarak gravite, manyetik ve jeoelektrik etütler yapmışlardır.

Ergin (1992), Sıcak Çermik yöresinin jeolojisi ve jeotermel enerji olanakları konulu çalışmasında, yöredeki sıcak sularla ilişkili olarak oluşan travertenlerin, Derindere üyesi üzerinde gözlemlendiğini, travertenleri oluşturan CaCO_3 'ün kaynağının, daha derinlerde bulunan ve sondajlarda kesilen gri-beyazimsı kireçtaşları (I. hazne kaya) ve karstik yapılı bol kırıklı mermerler (II. hazne kaya) olduğunu belirtmektedir. Çalışmacı, Üst Pliyosen yaşlı Bayat volkanitlerinin, çoğunluğu meteorik kökenli olan suların ısıtıcısı olduğunu ve yöredeki İncesu Formasyonu ile Boğazköy Formasyonu'nun, sıcak su içeren hazne kayalar için örtü kaya niteliğinde olduğunu ifade etmektedir.

Alpaslan (1993), inceleme alanının batı kesimini de içine alan bölgede, metamorfizmaya yönelik olarak yaptığı çalışmada, Akdağ Metamorfitleeri'ni "Yıldızeli Metasedimanter Grubu" olarak adlandırmıştır. Çalışmacı, Akdağ Metamorfitleeri'ni alttan üste doğru; Aşılık Metamorfiti, Fındıcak Metamorfiti, Pelitlikaya Kuvarsiti ve Kadıköy Metakarbonatı şeklinde dört ayrı birime ayırmıştır.

Kaçaroğlu ve diğ. (1994) tarafından, yöredeki termal suyun hidrojeolojisi, kimyasal özellikleri incelenmiş ve gonartrozlu olgularda terapotik olarak fizik tedavi yöntemleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Buna göre; diz ağrısı şikayeti olan hastalarda, kaplıca tedavisi katkısıyla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düzelmeler saptanmıştır.

2.2. Bölgesel Jeoloji

Paleozoyik yaşlı metamorfitleer, bölgede yüzeyleyen en yaşlı birimler olup; batıda Akdağ Metamorfitleeri, kuzeyde Tokat Metamorfitleeri ve güneyde ise Keban

Metamorfikleri şeklinde üç farklı birim olarak tanımlanmıştır. Üst Kretase yerleşme yaşı ofiyolitik seri ise bölgenin kuzeyinde ve güneyinde yaklaşık D-B doğrultulu iki ayrı kuşak şeklinde yüzeylemekte olup, kuzeydeki ofiyolitik seri Tekelidağ Karışığı (Yılmaz, 1981), güneydeki de Divriği Ofiyolitik Karışığı (Tunç ve diğ., 1991) olarak tanımlanmıştır. İnceleme alanında, stratigrafik istifeye taban teşkil eden Akdağ Metamorfikleri ile bunların üzerine aşıl uyumsuzlukla gelen Tersiyer yaşı çökeller bulunmaktadır (Şekil 2.1).

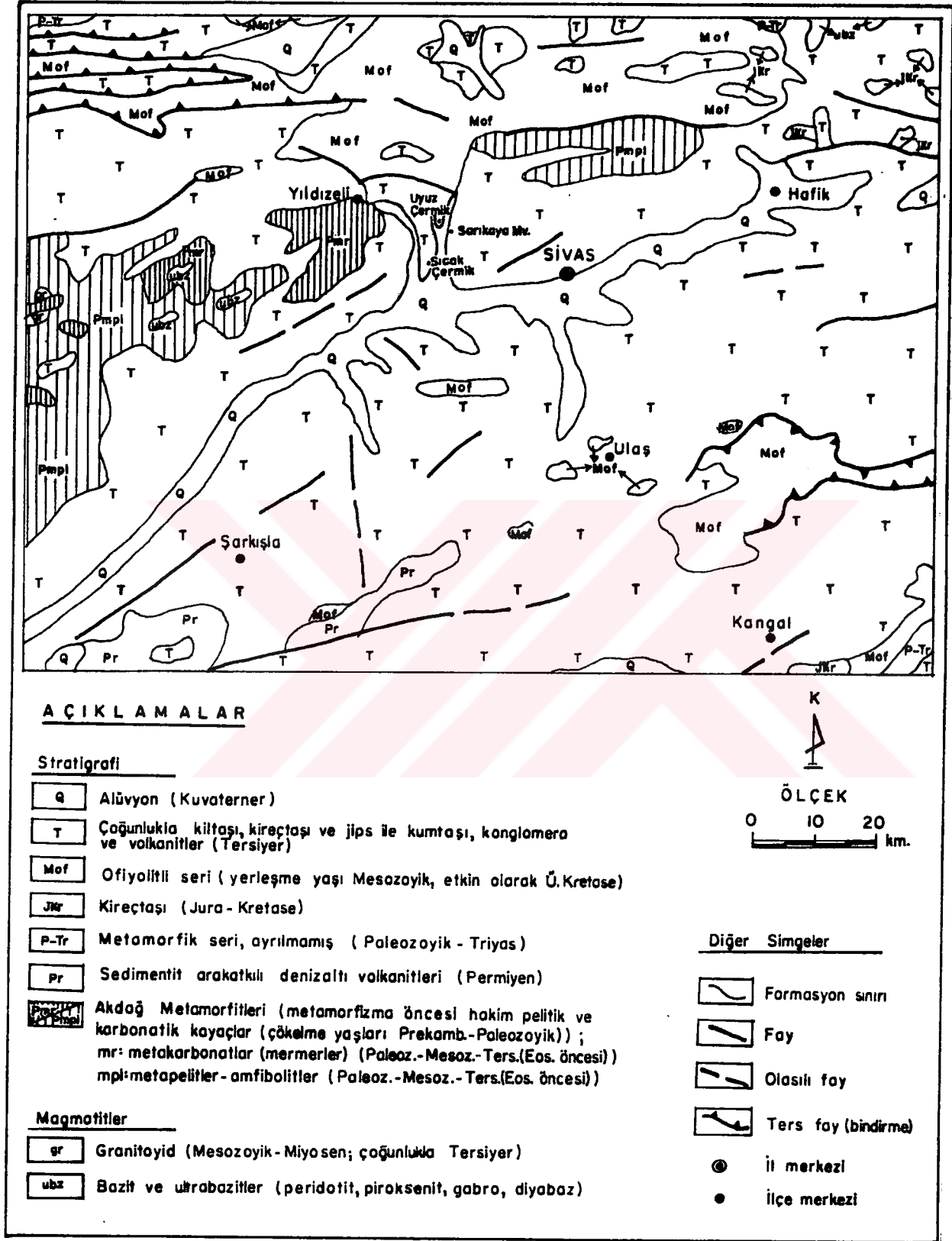
Akdağ Metamorfikleri, altta metapelitler ve üstte de metakarbonatlar şeklinde iki ana gruba ayrılmaktadır (Şahin, 1991). Ancak metakarbonatlar, metapelitler arasında, mercekler şeklinde de izlenebilmektedir. Erkan (1980), KD-GB uzanımlı olan bu metamorfik kütlenin, eksenine GB'ya dalımlı bir antiklinal olduğunu ve bu antiklinalin çekirdeğini granitoidlerin oluşturduğunu ifade etmektedir.

Bölgede, yaygın bir şekilde yüzeyleyen Tersiyer yaşı birimler, genel olarak kırıntılı ve kimyasal sedimentler ile volkanitlerden oluşmaktadır. Kimyasal sedimanter süreçlerle oluşan evaporitler, yaygın olarak kireçtaşı ve jips litolojileriyle temsil edilirken, kırıntılı sedimentler de yaygın olarak kıltaşı, kumtaşı ve konglomera litolojileriyle temsil edilmektedirler. Bununla birlikte, Tersiyer yaşı birimler, bölgenin B-GB kesimlerinde çoğunlukla volkanitlerle temsil edilirken, kuzey kesimlerde de çoğunlukla sedimanter arakatlı volkanitlerle temsil edilmektedirler. Yalçınlar (1955), bölgede geniş alanlarda yayılım gösteren yeşilimsi volkanik kayaların Eosen'den önce, andezitik volkanik fasiyesin Eosen'den sonra, bazaltik püskürmelerin de Oligosen ve Miyosen sonunda olmak üzere birkaç aşamada oluştuğunu ileri sürmektedir.

Bölgede, yaygın olarak gözlenen ve birbirleriyle zaman zaman yanal ve düşey yönlerde geçişli olan Oligosen ve Miyosen yaşı kayalar için Yalçınlar (1955), karasal ve denizel fasiyesler belirlemiştir.

Bölgenin en genç birimlerini Kuvaterner yaşı alüvyonlar ve travertenler oluşturmaktadır.

Bölgede meydana gelen ana sıkışmalar, yersel farklılıklarla birlikte, genel olarak K-G yönlüdür. İnceleme alanının içinde bulunduğu bölge, Yılmaz (1982-1983)'e göre Eosen başında gerilme, Eosen sonunda ise sıkışma tektoniğinin etkisi altında kalmıştır.



Şekil 2.1: İnceleme alanı yakın çevresinin bölgesel jeoloji haritası (Bingöl, 1989 'dan sadeleştirilip, kısmen değiştirilerek)

2.3. Yerel Stratigrafi

2.3.1. Yüzeyleyen birimler

İnceleme alanında yüzeyleyen birimlerin yayılımlarının ve stratigrafik dizilişlerinin belirlenmesi amacıyla; Sivas İ37-a3, b4, c1 ve d2 paftalarında 224 km² 'lik bir alanın 1/25 000 ölçekli jeolojik haritası yapılmış ve yörede Paleozoyik ve Senozoyik yaşlı birimlerin yüzeylediği gözlenmiştir. Yörede yüzeyleyen bu birimler, önceki çalışmalarda kullanılan isimlendirmeler de dikkate alınarak; Akdağ Metamorfikleri, Pazarcık Volkanitleri, Boğazköy Formasyonu, Hafik Formasyonu, İncesu Formasyonu, Bayat Volkanitleri, traverten ve alüvyon şeklinde ayrılmışlardır (EK-1, Şekil 2.2).

Bu birimlerin, yayılım ve konumları, kaya türü özellikleri, kalınlıkları, fosil içerikleri-yaşları ve ortamsal yorumları aşağıda açıklanmıştır.

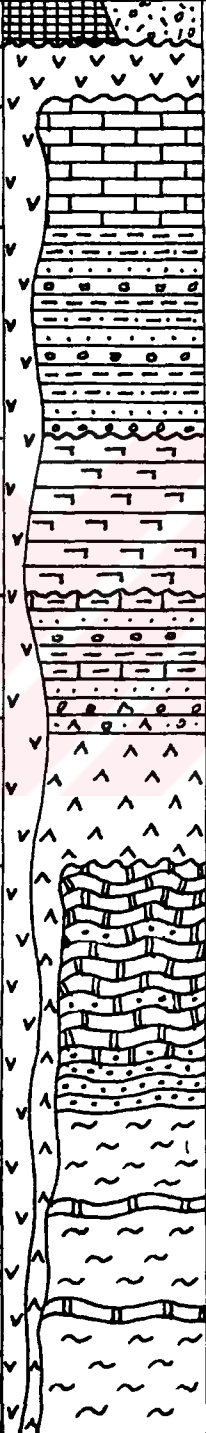
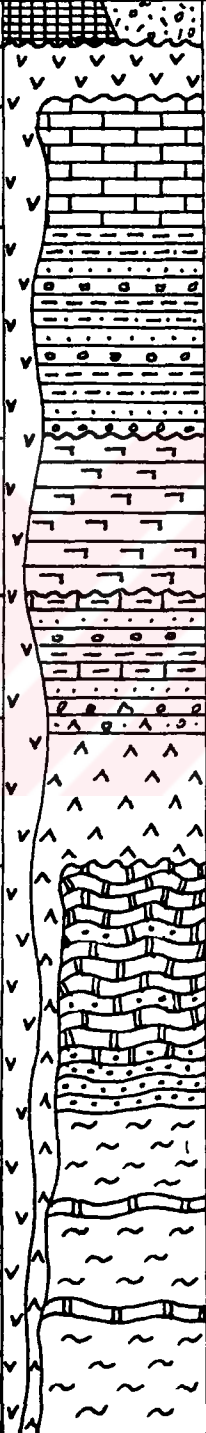
2.3.2. Akdağ Metamorfikleri (Paş/Pak/Pam)

i- Genel tanım: İnceleme alanının en yaşlı birimi olan Akdağ Metamorfikleri, stratigrafik istifin temelini oluşturmaktadır. Genel olarak, altta metapelitler, üstte ise metakarbonatlar şeklinde iki kısımdan oluşmaktadır. Hakim olarak gri, yeşil ve/veya açık gri renkli olan ve belirgin şist yapısı gösteren metapelitler, şist (Paş) ve kuvarsitlerden (Pak) oluşurken; gri - beyaz renkli ve orta - kalın tabakalanmalı metakarbonatlar ise mermerlerden (Pam) oluşmaktadır.

ii- Yayılım ve konum: Akdağ Metamorfikleri, inceleme alanının batı ve kuzeybatı kesimlerinde yüzeylemektedir., Genel olarak metapelitlerin üzerinde bulunan metakarbonatlar, metapelitlerin içerisinde yer yer tabakalar ve/veya merccekler şeklinde de gözlenebilmektedir.

Metapelitler inceleme alanında, Menteşe köyü yöresinde, Uyuz Çermik'in kuzeyinde, İt Dağı'nın GB'sında, Navruz köyünün GD'sunda ve Evliya Tepe'nin güneyinde, yüzeylemektedir. Şistler metapelitlerin tabanında yer alırken, kuvarsitler bunların üzerinde ve/veya içerisinde gözlenmektedir.

İnceleme alanında, Akdağ Metamorfikleri'ne ait en geniş yüzeylemeleri, metakarbonatlar adı altında ayrıtılan mermerler oluşturmaktadır. Mermerler, inceleme alanının kuzeybatı ve batı kesimlerinde genellikle sırtlar ve tepeler boyunca

ZAMAN	DEVİR	DEVRE	FORMASYON	ÜYE	KALINLIK(m)	KAYAÇ TÜRLERİ	AÇIKLAMALAR	ÇÖKELME ORTAMI	
S e n o z o y i k	Tersiyer	Kuv.		—	—	1-35		Qal: Alüvyon, Qt: Traverten	Karasal
		Üst Pliyosen	Boğaz Volkanitleri	30-40			Tba: Genellikle siyah renkli, yer yer fenokristalli ve gözenekli bazalt		
		Üst Miyosen - Alt Pliyosen	İncesu	Porsuk Kireçtaşı	50-150		Tip: Kireçtaşı (yer yer kumlu ve killi)	Göl sel	
		Orta-Üst Miyosen	Hafik	Derindere	250 - 260		Tid: Çakıltası, kumtaşı, silttaşı, kiltası		
		Alt-Orta Eosen	Boğazköy	—	200		Uyumsuzluk	Göl sel	
		Th: Beyaz ve alacalı renkli, genellikle masif yapı, jips							
		Alt Eosen	Pazarlık Volkanitleri	—	200		Uyumsuzluk	Denizel	
		Tb: Çakıltası, kumtaşı, marn, kiltası							
		—	—	—	200		Uyumsuzluk	Denizel	
		Tp: Siyah ve yeşil renkli, kısmen bozunmuş bazalt ve andezitler							
P a l e o z o y i k			Akdağ Metamorfittleri	—	> 600		Uyumsuzluk	Denizel (Metamorfizma geçirmiş)	
							Pam: Mermer (yer yer kuvars - mermer)		
							Pak: Kuvarsit		
							Paş: Şist		

Şekil 2.2: İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti (ölçeksizdir)

yüzeilenmektedir. Mermerler, stratigrafik olarak; genellikle şistlerin ve kuvarsitlerin üzerinde, zaman zaman da şistlerin arasında bulunmaktadır. Bu birimlerin eğim yönleri değişken olup, eğimleri genellikle 30-40° arasındadır.

Akdağ Metamorfitleri, Uyuz Çermik'in kuzeyinde Alt Eosen yaşlı Pazarcık Volkanitleri tarafından, inceleme alanının diğer kesimlerinde de Üst Miyosen - Alt Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu tarafından aşılal uyumsuzluklarla üzerlenmektedirler. İnceleme alanında, Alt - Orta Eosen yaşlı olarak bulunan, ancak Akdağ Metamorfitleriyle ilişkisi gözlenemeyen Boğazköy Formasyonu da Yılmaz (1984) tarafından bölgede yapılan çalışmalara göre, bu metamorfitleri uyumsuzlukla örtmektedir.

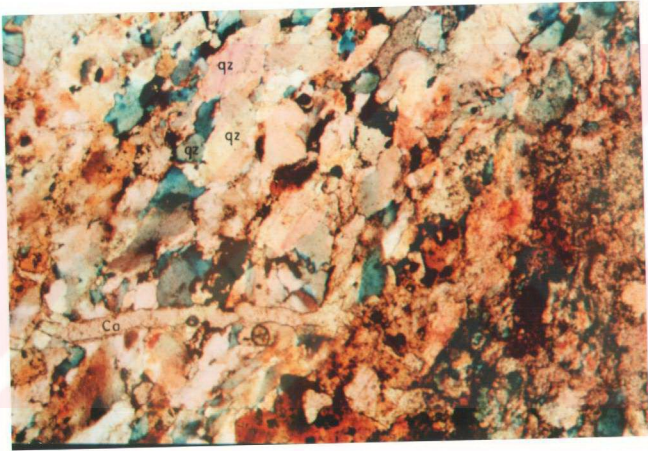
iii- Kaya türü özellikleri: Akdağ Metamorfitleri, inceleme alanında metapelitik şistler, kuvarsitler ve metakarbonatlardan oluşmaktadır. Ayrıca, Aşağı Çermik yöresinde yapılan MTA-II sondajına göre, mermerlerin yer yer kuvars-mermere geçtiği gözlenmiştir.

Şistler, hakim olarak gri, yeşil renkli olup, iyi gelişmiş şistozite gösterirler. Şistler, yer yer çok kıvrımlı oldukları ve kolay dağıldıkları için petrografik amaçlı örnek alımı yapılamamıştır. Ancak, yakın yörelerde yapılmış jeolojik çalışmaların mikroskopik incelemelerinde, bu şistler için muskovit-şist ve kalk-şist tanımlamaları yapılmıştır (Yılmaz, 1984; Ergin, 1992 gibi).

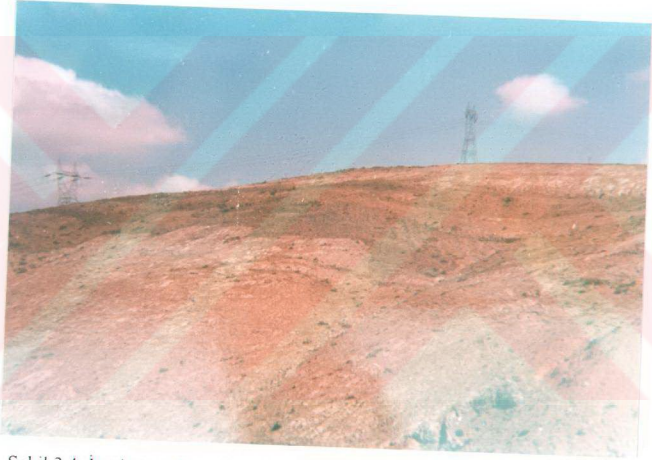
Kuvars-mermer, MTA-II sondajının 150. ve 240. m'lerinde gözlenmiş olup kalsit, kuvars ve opak mineraller içerikli ve genellikle granoblastik (grift) dokuludurlar. Bunun yanında, 150. m'ye ait karot örnekte ikincil kuvars (rekristalize kuvars) oluşumlarına rastlanırken, 240. m'ye ait örnekte kuvars kristallerinde hafif yönlenmeler ve bunları kesen fissürler boyunca ikincil kalsit dolguları gözlenmiştir (Şekil 2.3).

Kuvarsitler genellikle açık gri, beyaz renkli olup, bozunmuş kesimlerinde yeşilimsidir. İnceleme alanında gözlenen birimlerin en sert olan kuvarsitler, orta-kalın tabakalanmalı ve keskin kırılma kenarlıdırlar. Özcan ve diğ. (1980), kuvarsitlerin, kuvars-muskovit-şistlerin silisleşmesiyle oluştuklarının belirtmektedir. Bununla birlikte, kuvarsitlerin doğrudan kuvarslı kumtaşlarının metamorfizması sonucu oluşmaları da mümkündür.

Mermerler, çoğunlukla beyaz renkli, bazen gri, sarımsak ve kahverengi renklidirler (Şekil 2.4). Bu kayaçlar, bol kırıklı, çatlaklı ve yer yer karstik boşlukludurlar. Genellikle masif görünümlü olmakla birlikte, yer yer orta - kalın tabakalanmalı olan



Şekil 2.3: Kuvars - mermerlerde, kuvars kristallerinde (qz) gözlenen hafif yönelmeler ve bunları kesen kırklarda gelişmiş ikincil kalsit dolguları (Ca) (MTA-II sondajı-240. m: Incekesit; çift nk., 40x)



Şekil 2.4: İnceleme alanında yüzeyleyen mermerlerin beyaz, sarımsı ve kahverenkli görünüşleri (Bayat Köyü'nün doğusu; kuzeyden güney görünüşü)

mermerlerde çok sayıda kırık ve çatlak gelişmiş ve tabaka yüzeyleriyle kırık yüzeyleri çoğu zaman birbirine karışmıştır. Mermerleri oluşturan kalsit kristallerinin tane boyu 0,8-0,9 mm'ye kadar çıkabilmektedir. Yer yer kırık ve çatlaklar ikincil kalsit kristalleriyle doldurulmuştur. Bu ikincil kalsit oluşumları daha temiz ve beyaz renklidirler. Menteşe köyünün doğu kesiminde, Kalın Irmağı yakınlarından alınan mermer örneklerinde opak minerallere de rastlanılmıştır.

iv- Kalınlık: İnceleme alanında Akdağ Metamorfitleleri'nin tabanı görülememektedir. Bununla birlikte, Aşağı Çermik yöresindeki MTA Sosyal Tesisleri yakınlarında yapılmış olan MTA-4 sondajında, Akdağ Metamorfitleleri'nin görünür kalınlığının 600 m'nin üzerinde olduğu saptanmıştır.

v- Fosil içeriği ve yaşı: Akdağ metamorfitlelerine ait örneklerin hiçbirinde fosil içeriğine rastlanılmamıştır. Baykal (1947), Yalçınlar (1955), Özcan ve diğ. (1980), Yılmaz (1984) ve Ergin (1992) Akdağ Metamorfitleleri'nin yaşını Paleozoyik olarak kabul etmişlerdir. Ketin (1983), bu metamorfitlelerin yaşının Paleozoyik'ten Jura'ya kadar değişebileceğini belirtmektedir. Metamorfitlelerin yaşı için Bingöl (1989) ise Paleozoyik-Mesozoyik-Tersiye (Eosen öncesi)'i, Yılmaz ve Özer (1984) de Üst Kretase?-Paleosen öncesini önermektedir.

Bu çalışmada; stratigrafik istif ve önceki çalışmaların sonuçlarından, çökeltme yaşları Prekambriyen-Paleozoyik olan (Bingöl, 1989) Akdağ Metamorfitleleri'nin metamorfizma yaşı, Paleozoyik-Mesozoyik-Tersiye (Eosen öncesi) olarak kabul edilmiştir.

vi- Ortamsal yorum: Kumlu killi sedimanlar ve karbonatlar şeklinde çökelen (Şahin, 1991) Akdağ Metamorfitleleri, denizel ortamı kökenlidirler. Tülümen (1980), Akdağ Metamorfitleleri'nin 500 °C ile 600 °C aralığında ve en fazla 5 kb.'lık basınçta, bölgesel metamorfizmaya uğradığını belirtirken, Yılmaz (1983) epidot - amfibolit fasiyesinde, Sağıroğlu (1984) 5 kb ve en fazla 620 °C (orta dereceli amfibolit fasiyesi)'de, Uz (1989) ise düşük metamorfizma (epizon) koşullarında geliştiğini ifade etmektedirler. Şahin (1991) ise Akdağ Masifi'nin merkezi kesimlerindeki çalışmasına göre, metamorfitlelerin 550 °C sıcaklık ve >5.5 kb.'lık bir basınçta bölgesel metamorfizmaya uğradığını belirtmektedir.

Akdağ Masifi'nin kuzeydoğu ucunun bir kısmını içine alan inceleme alanı için, bu çalışmada, Akdağ Metamorfitleleri'nin, 500-600 °C 'lık sıcaklıklarda ve en fazla 5 kb.'lık

basınçta bölgesel metamorfizmaya uğradığı (Tülümen (1980) tarafından ileri sürülen), kabul edilmiştir.

2.3.3. Pazarcık Volkanitleri (Tp)

i- Genel tanım: İnceleme alanının kuzey kesiminde gözlenen Pazarcık Volkanitleri, ilk defa Özcan ve diğ. (1980) tarafından tanımlanmıştır. Pazarcık Volkanitleri, bazalt, andezit, tüf ve aglomeralar içermekle birlikte, inceleme alanında bazalt ve andezitler şeklinde bir litoloji sunmaktadır. Bu çalışmada da birim için aynı ismin kullanılması benimsenmiştir.

ii- Yayılm ve konum: Pazarcık volkanitleri, inceleme alanının kuzey kesiminde bulunan Aşağı İğdecik Köyü çevresinde başlayan ve Uyuz Çermik'in kuzey kesimlerine doğru uzanan bir alanda yayılım göstermektedir. İnceleme alanında çıkış yeri gözlenmeyen ve herhangi bir birimi kesmeyen bu volkanitler, Uyuz Çermik'in kuzey kesimlerinde Akdağ Metamorfizmaları'na ait şistler üzerine uyumsuzlukla gelirken, diğer kesimlerde de İncesu Formasyonu'nun Derindere üyesi tarafından uyumsuzlukla üzerlenmektedir.

iii- Kaya türü özellikleri: Pazarcık Volkanitleri, inceleme alanında bazalt ve andezitlerle temsil edilmektedir. Siyah - yeşil renkli olan birim, kısmen bozunmuştur. Pazarcık Volkanitleri'nin, inceleme alanı dışında kalan yüzeylemelerinde sütunsal soğuma yapıları ve pillow lavlar izlenmiştir.

iv- Kalınlık: İnceleme alanında, Pazarcık Volkanitleri'nin tabanı görülememiştir. Bununla birlikte Ergin (1992), birimin kalınlığının yaklaşık 200 m civarında olduğunu belirtmektedir.

v- Yaş: Özcan ve diğ. (1980), Boğazköy Formasyonu'na dereceli geçişli olması bulgusuna göre Pazarcık Volkanitleri'ne Alt Eosen yaşını vermişlerdir. Ergin (1992) de bu volkanitlere, Boğazköy Formasyonu ile olan ilişkisine ve Boğazköy Formasyonu'nda saptanan fosillere göre Alt Eosen yaşını vermiştir.

Bu çalışmada da Pazarcık volkanitleri'ne, stratigrafik istife ve önceki çalışmalara dayanarak Alt Eosen yaşı verilmiştir.

vi- Ortamsal yorum: Bölgede yüzeyleyen Eosen yaşlı volkanitler, önceki çalışmacılar tarafından denizel volkanitler olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, Pazarcık

Volkanitleri'nde yer yer gözlenen yastık (pillow) yapılı lavlar, denizel ortam içinde oluştuklarını göstermektedir.

2.3.4. Boğazköy Formasyonu (Tb)

i- Genel tanım: Boğazköy Formasyonu, ilk defa Özcan ve diğ. (1980) tarafından adlandırılmış olup, inceleme alanında çakıtaşı, gri - sarı renkli kumtaşı, yeşil renkli mam ve sarı - kahverengi renkli kilaşlarından oluşmaktadır.

ii- Yayılm ve komu: İnceleme alanında, Bayat Köyü'nün doğusunda, dar bir alanda yüzeyleyen Boğazköy Formasyonu'nun tabanı gözlenememiştir. Bununla birlikte Özcan ve diğ. (1980), Boğazköy Formasyonu'nun Pazarcık Volkanitleri üzerine uyumlu olarak geldiğini belirtmektedirler. İnceleme alanında, Boğazköy Formasyonu'nun üzerine, jipslerle temsil edilen Hafik Formasyonu gelmekle birlikte, bunların arasındaki ilişki net olarak izlenememiştir. Ancak, önceki çalışmalardaki bulgulara göre Boğazköy Formasyonu'nun Hafik Formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtüldüğü kabul edilmiştir.

iii- Kaya türü özellikleri: Boğazköy Formasyonu, inceleme alanında çakıtaşı, gri - sarı renkli kumtaşı, yeşil renkli mam ve sarı - kahverengi renkli kilaşı litolojik istifiyle temsil edilmektedir. Birim, çoğunlukla Akdağ Metamorfileri ve Pazarcık Volkanitleri'nden türemiş malzemelerden oluşmaktadır. Çakıtaşı, üst seviyelere doğru kumtaşı, mam ve kilaşına geçiş gösterir. Çakıtaşı ve kumtaşı ince taneli olup, kırılma yapıdadırlar.

iv- Kalınlık: İnceleme alanında, Boğazköy Formasyonu'nun taban ve tavan ilişkileri gözlenemediğinden, kalınlığı belirlenememiştir. Aydoğan ve diğ. (1991) ve Ergin (1992), inceleme alanı dışındaki yüzleklerinde yaptıkları ölçümlerde, Boğazköy Formasyonu'nun kalınlığını 200 m olarak belirlemişlerdir.

v- Fosil içeriği ve yaşı: Ergin (1992) tarafından yapılan çalışmada, mam ve kil örneklerinden elde edilen tane fosillerde;

Globorotalia aragenensis (NUTTAL)

Globorotalia Crassata (CUSHMAN)

Globigerina sp.

Clibicides sp.

Amonolnoides sp.

Gyroidina sp.

fosillerini saptamış olup, bu fosillere ve stratigrafik istife dayanarak, Boğazköy Formasyonu'na Yipresiyen-Lütesiyen (Alt-Orta Eosen) yaşı verilmiştir.

vi- Ortamsal yorum: Bölgede yapılan jeolojik çalışmalar ve Ergin (1992)'nin fosil bulguları, Boğazköy Formasyonu'nun derin denizel bir ortam ürünü olduğunu ortaya koymaktadır.

2.3.5. Hafik Formasyonu (Th)

i- Genel Tanım: Hafik Formasyonu, inceleme alanında genellikle masif jipsler ile temsil edilmektedir. Sivas Tersiyer Havzası'nda geniş yayılımlar gösteren ve tipik olarak Hafik (Sivas) ve çevresinde gözlenen birim, Kurtman (1973) ve Aktımur ve diğ. (1990) tarafından bu isimle tanımlanmıştır. Yılmaz ve diğ. (1989) ve Ergin (1992) ise bu birimi "Saritepe Jipsleri" şeklinde adlandırmışlardır.

ii- Yayılım ve konum: Hafik Formasyonu, inceleme alanında Bayat köyünün doğusunda yüzeylemekte olup, taban ve tavan ilişkileri gözlenememiştir. Bununla birlikte, önceki çalışmalar ve jeolojik özellikler dikkate alınarak, Hafik Formasyonu'nun Boğazköy Formasyonu üzerine aşılal uyumsuzlukla geldiğı kabul edilmiştir.

iii- Kaya türü özellikleri: Jipsler, genellikle masif yapılı olup, beyaz ve alacalı renklerdedir. Gökçe ve Ceyhan (1988), bu birimi Hacıali Formasyonu ve Karayün Formasyonu şeklinde iki ayrı formasyona ve 7 ayrı üyeye ayırarak incelemişlerdir. Yöredeki jipsler, bu yazarlarca tanımlanan Karayün Formasyonu'nun en üstteki Fadlım Üyesi ile denetirilebilir (Gökçe, 1997; sözlü görüşme). Çubuk ve diğ. (1994) tarafından, Sivas Tersiyer Havzası'nda yapılan çalışmada, jipslerin genellikle ikincil jipsler olduğu belirtilmektedir. Bu çalışmada da jipslerin, önce çeşitli sıkışmaların etkisiyle suyunu kaybedip anhidrite dönüştüğü, daha sonra da bünyesine su alıp tekrar ikincil jipslere dönüştüğü düşünülmüştür.

iv- Kalınlık: İnceleme alanında, jipslerin taban ve tavan ilişkileri gözlenemediğinden kalınlık ölçümü yapılamamıştır. Ancak, Çubuk ve diğ. (1994) tarafından, Sivas Tersiyer Havzası'nda yapılan çalışmalara göre, bölgede jipslerin kalınlığı 250-450 metrelere kadar çıkabilmektedir.

v- Fosil içeriği ve yaşı: Hafik Formasyonu'na, stratigrafik konumuna göre ve Ergin (1992) ve Gökçe ve Ceyhan (1988)'in yaptıkları çalışmalardan yararlanılarak Orta - Üst Miyosen yaşı verilmiştir.

vi- Ortamsal yorum: Tipik bir evaporitik ortam ürünü olan jipsler, sıg ve durgun bir göl ortamında çökelmiş olup, sıkışma - gerilme rejimleri etkisiyle ikincil masif jipslere dönüşmüştür.

2.3.6. İncesu Formasyonu (Ti)

İncesu Formasyonu, özgün olarak İncesu Deresi boyunca gözlemlendiği için ilk defa Yılmaz (1980) tarafından, altta Derindere Çakıltası Üyesi, üstte Porsuk Kireçtaşı Üyesi olmak üzere iki farklı üye şeklinde adlandırılmıştır. Bölgede çalışan çeşitli araştırmacılarca farklı adlamalarda da kullanılan birim, Sümenen ve diğ. (1987) tarafından Eğerci Formasyonu, Aktimur ve diğ. (1988) tarafından Zöhre formasyonu ve Çubuk ve diğ. (1994) tarafından yine Eğerci formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim, Sungurlu ve Soyutürk (1980) tarafından Ağcahan formasyonu olarak tanımlanırken, Özer (1988) tarafından da Ağcahan formasyonunun üyesi şeklinde ele alınmıştır. Birim, Ergin (1992) ve Atalay (1993) tarafından da "İncesu Formasyonu" adıyla tanımlanmıştır. Bu çalışmada, bütünlük oluşturmada bakımından Yılmaz (1980) 'in birim için kullandığı "İncesu Formasyonu" ve "Porsuk Kireçtaşı Üyesi" adlaması aynen kullanılmıştır. Buna karşın, Derindere Çakıltası Üyesi'nin, çalışma alanında çakıltası yanında kumtaşı, kilaşı ve marn açısından da ağırlık kazanması, litoloji isminin kullanılmamasının uygun olacağı görüşünü oluşturmuş ve üyenin sadece "Derindere üyesi" şeklinde adlandırılmasını yeterli kılmıştır.

İncesu Formasyonu, Sivas Tersiyer havzasının en geniş yayılım sunan birimi durumundadır. Çubuk ve diğ. (1994) tarafından alınan jeolojik kesitlerde, birimin kalınlığı 300 m. civarında ölçülmüştür.

2.3.6.1. Derindere Üyesi (Tid)

i- Genel tanım: Çakıltası, kumtaşı ve kilaşı ardalanmasından oluşan Derindere üyesi, adını, Yılmaz (1980) tarafından inceleme alanının dışında bulunan ve Ozmuş köyü batısında yeralan, Derindere Tepe dolayındaki çakıltası ağırlıklı özgün

yüzeylemesine atfen almıştır. Bununla birlikte inceleme alanının genelinde, bu üyenin çakılda taşı yanında kumtaşı, kıltaşı ve marı açısından da ağırlık kazanması, litoloji isminin kullanılmasının uygun olmayacağı görüşünü oluşturmuştur ve bu üye sadece "Derindere üyesi" şeklinde adlandırılmıştır.

ii- Yayılım ve konum: İnceleme alanında yayılım gösteren kayaçlar içerisinde, yayılımı en fazla olan birim Derindere üyesidir. Derindere üyesi, İncesu Formasyonu'nun tabanını oluştururken, bunun üzerine tedrici bir geçiş uyumluluğuyla Porsuk kireçtaşı üyesi gelir. Altaki tüm birimler üzerine uyumsuzlukla gelen Derindere üyesi, yatay duruşludur (Şekil 2.5).

iii- Kaya türü özellikleri: Birim, inceleme alanında çakılda taşı, kumtaşı, silttaşı ve kıltaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Çakılda taşları polijenik malzemeli ve hakim olarak gri renkli olup, diyabaz, serpantin, gabro, şist, amfibolit, radyolarit ve mermer çakıllarından oluşmaktadır. Çakıllar killi, kumlu ve yer yer kireçli bir bağlayıcıyla gevşek bir şekilde tutturulmuştur. Çakılda taşını oluşturan taneler orta derecede yuvarlaklaşmış ve kötü boylanmış. Farklı boy taneli olan çakılların boyutları yer yer 10-15 cm.'ye kadar çıkabilmektedir. Kumtaşı ve silttaşı da orta-kötü boylanmış bir görünüm sunmaktadır. Üyeye ait kıltaşı ise özellikle istifin üst seviyelerine doğru, kırmızı-kahve renkli olarak gözlenir.

iv- Kalınlık: İnceleme alanında, Derindere üyesinin kalınlığı değişmekle birlikte, derin vadilerde üyenin kalınlığı yaklaşık olarak 250-260 m civarında ölçülmüştür.

v- Fosil içeriği ve yaşı: İnceleme alanında, Derinde üyesine ait kayaçlardan alınan örneklerden, herhangi bir fosil bulgusuna rastlanılmamıştır. Bununla birlikte, Yalçınlar (1955) tarafından bölgede yapılan çalışmalarda, konglomera-kumtaşı geçişlerinde ait örneklerde belirlenen;

Hipporion gracile (KAUP)

Sus erymanthius (GAUDRYZITTEL)

Mastodon sp.

Cervus sp.

Rhinoceros sp.

Giraffa sp.

Gazello sp.



Şekil 2.5: Derindere üyesinin yatay tabakalı çakıltaşı - kumtaşı - kıltaşı ardalanması (Kalın Köyü kuzeyi; doğudan batı görünüşü)

ile kaplumbağa kabukları, kuş ve bazı mustellida fosillerine ve stratigrafik konuma göre, Derindere üyesinin yaşı Üst Miyosen olarak belirlenmiştir.

vi- Ortamsal yorum: İnceleme alanında, yüzeyleyen Derindere üyesine ait çakıltaşı ve kumtaşlarında, çapraz tabakalanmalar gözlenmektedir. Çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı litolojisiyle kalın bir istif oluşturan Derindere üyesi, akarsu beslenmeli gölsel bir ortam ürünü olarak oluşmuştur.

2.3.6.2. Porsuk Kireçtaşı Üyesi (Tip)

i- Genel tanım: Yılmaz (1980) 'in, tipik olarak Porsuk köyü yöresindeki yüzeylemesine atfen isimlendirdiği Porsuk Kireçtaşı Üyesi, İncesu Formasyonu'nun, Derindere üyesi üzerine uyumlu olarak gelen ve gri-sarı-beyaz renkli kireçtaşlarıyla temsil edilen tavan üyesidir. Bu çalışmada da üyenin aynı isimle kullanılması benimsenmiştir.

ii- Yayılm ve konum: Porsuk Kireçtaşı Üyesi, inceleme alanında Bayat köyünün doğu kesiminde, yaklaşık B-D yönlü olarak akan Bayat Suyu'nun kenar kısımlarında ve Delikkaya köyünün GB'sında çeşitli yüzeylemeler sunmaktadır. Derindere üyesi üzerine uyumlu olarak gelen Porsuk Kireçtaşı Üyesi, inceleme alanında, çökeltme havzası kenarlarında, yer yer Akdağ Metamorfitleri'ne ait mermerler üzerine sıvanmış durumdadır.

iii- Kaya türü özellikleri: Porsuk Kireçtaşı Üyesi, hakim olarak kireçtaşı, yer yer de kumlu kireçtaşı ve killi kireçtaşı litolojisiyle temsil edilmektedir. Üye, yatay tabakalanmalı olup, alt seviyeleri gri, sarımsı renkli kireçtaşları şeklinde gözlenirken, üste doğru killi kireçtaşları ve en üstte de beyazımsı gri renkli kireçtaşları şeklinde gözlenir. Bu kireçtaşlarının altındaki çakıllı, kumlu ve killi seviyeler, Yılmaz (1980) tarafından bu üye kapsamında değerlendirilmiştir. Ancak bu çalışmada sözkonusu birimler, oluşum süreçleri dikkate alınarak, Derindere üyesi kapsamında düşünülmüştür.

iv- Kalınlık: Porsuk Kireçtaşı Üyesi'nin kalınlığı, inceleme alanında yersel değişimler göstermektedir. Bununla birlikte, inceleme alanı dışındaki uzanımları da dikkate alınarak, üyenin kalınlığının 50-150 m'ler arasında değiştiği belirlenmiştir.

v- Fossil içeriği ve yaş: Porsuk Kireçtaşı Üyesi'nden alınan örnekler, herhangi bir karakteristik fosil vermemiştir. Özer (1988), bölgede yaptığı çalışmada bu kireçtaşlarında Ostracoda, Gastropoda ve kırmızı alglerden Characea fosillerini gözlemiştir.

Porsuk Kireçtaşı Üyesi'nin, Üst Miyosen yaşlı Derindere üyesi üzerine tedrici bir geçişle gelmesi, üyenin Alt Pliyosen yaşlı olabileceği sonucunu çıkarmaktadır.

vi- Ortamsal yorum: Derindere üyesi üzerine tedrici bir geçişle gelen Porsuk Kireçtaşı Üyesi, akarsu beslenmesinin çok yavaşladığı ve/veya kesildiği bir dönemde, yine gölsel bir ortam ürünü olarak çökelmiştir.

2.3.7. Bayat volkanitleri (Tba)

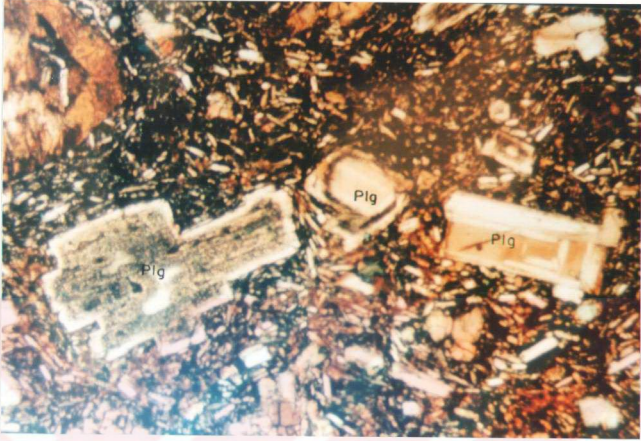
i- Genel tanım: Oldukça rijit yapılı siyah-kahve renkli andezit ve bazalt litolojisiyle temsil edilen Bayat volkanitleri, ismini tipik olarak yüzeylendiği Bayat Köyü'nden almıştır.

ii- Yayılmı ve konum: İnceleme alanında, Bayat köyü ve doğusunda yüzeylemeler gösteren Bayat volkanitleri, Hafif Formasyonu'nun jipslerini ve Porsuk Kireçtaşı Üyesini keserek çıkmıştır.

iii- Kaya türü özellikleri: Bayat volkanitleri, inceleme alanında hakim olarak siyah renkli bazaltlar ile temsil edilmekte olup, gözenekli, masif ve oldukça rijit bir yapıda bulunurlar. Mikroskopik incelemelerinde porfirik doku gösteren bu bazaltlarda, çoğunlukla idiomorf ve hipidiyomorf, bazen karbonatlaşma gösteren plajiyoklas kristalleri izlenmiştir (Şekil 2.6 ve Şekil 2.7). Ayrıca, az miktarda piroksen (ojit), çok az miktarda da tamamen kloritleşmiş ve karbonatlaşmış mafik mineraller gözlenmiştir. Hamur, plajiyoklas mikrolitleri ve mikroçubuklarıyla bunların arasını dolduran piroksen tanelerinden oluşmaktadır.

iv- Kalınlık: Bayat Köyü doğusunda, volkan morfolojisinde izlenen Bayat volkanitlerinin, yöredeki ortalama kalınlığı 30-40 m civarındadır.

v- Yaş: Bayat volkanitlerinin yaşı, stratigrafik konumu ve Ergin (1992) tarafından belirtilen paleomanyetik ölçüm sonuçları itibarıyla Üst Pliyosen olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.6: Bayat volkanitlerine ait bazaltlarda plajiyoklas fenokristalleri (Plg) ve plajiyoklas mikrolitlerinden oluşan matriks (Incekesit; çift nk., 40x)



Şekil 2.7: Bayat volkanitlerine ait bazaltlarda plajiyoklas fenokristalleri (Plg) ve kenarlarından itibaren gelişmiş karbonatlaşmalar (Krb) (Incekesit; çift nk., 100x)

vi- Ortamsal yorum: Bayat volkanitleri, Üst Pliyosen'de gelişmiş bir volkanizma ürünüdür.

2.3.8. Traverten (Qt)

İnceleme alanındaki travertenler, eski veya güncel karbonatlı su çıkışlarına bağlı oluşmuştur. Travertenler, genellikle İncesu Formasyonu üzerinde, uyumsuz olarak gözlenmektedirler.

Genellikle sarı-krem veya kahverengimsi renkli çökeller şeklindeki travertenlerin, inceleme alanındaki en geniş yayılımı Sıcak Çermik sahasında bulunmaktadır. Diğer önemli traverten sahaları ise Sarıkaya ve Uyuz Çermik sahalarıdır. İnceleme alanında, buların dışında, endüstriyel açıdan fazla önemi bulunmayan traverten oluşumları da bulunmaktadır.

Yalçınlar (1955), Sıcak Çermik ile Menteşe boğazının doğu kesimindeki travertenlerin Pleyistosen yaşlı olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, söz konusu travertenlerin oluşumları güncel olarak da devam ettiğinden, inceleme alanında yüzeyleyen travertenlerin yaşı, Kuvaterner olarak kabul edilmiştir.

Aktimur ve diğ. (1990), Sivas-Erzincan arasında yaptıkları çalışmalarında, travertenlerin Neotektonik dönemde oluşmuş doğrultu atımlı faylara bağlı olarak çökeldiğini belirtmektedirler. Ancak, inceleme alanındaki travertenlerin oluşumu, K-G yönlü olarak gelişen sıkışma rejiminin oluşturduğu açılma çatlaklarıyla ilgilidir.

2.3.9. Alüvyon (Qal)

İnceleme alanında, genellikle ince - orta tane boyulu çökeller şeklinde bulunan alüvyonlar, Yıldız Irmağı, Kalın Irmağı, Hayranlı Irmağı ve bunların kollarına ait vadiler boyunca gözlenirler. Tabandaki tüm birimlerden malzeme almış olan alüvyonların kalınlıkları, Kalın Irmağında 25-30 m'ye, Yıldız Irmağında da 30-35 m'ye kadar çıkabilmektedir. Eski ve güncel oluşumlar şeklinde bulunan Kuvaterner yaşlı alüvyonlar, yer yer kum ve çakıl ocakları şeklinde değerlendirilmektedir.

2.4. Tektonik

İnceleme alanı, Torid - Anatolit kuşağı sınırında ve Akdağ Metamorfitleri'nin doğu kesimi ile Sivas Tersiyer Havzası'nın kuzeybatı kesiminde yer almaktadır. Bu nedenle, tektonik konumu oldukça önemlidir. Ancak, bölgesel anlamdaki tektonik yorumların yapılabilmesi için yeterli büyüklükte değildir.

Yılmaz ve Özer (1984) bölgenin, Eosen başında bir gerilme, Eosen sonunda ise yaklaşık K-G yönlü bir sıkışma rejiminin etkisinde kaldığını belirtmektedirler. Miyosen sırasında gelişen bindirmeler de genellikle Miyosen yaşlı kayalar kuzeyden sınırlamıştır. İnceleme alanı, bu sıkışmalara bağlı olarak çeşitli kıvrımlanma ve kırıklanmaların etkisinde kalmıştır. Ergin (1992), yöredeki mermerlerden aldığı folyasyon ölçümlerini kontur diyagramında yorumlamış ve Akdağ Metamorfitleri'nin KB-GD yönlü bir sıkışmanın etkisinde kalarak kıvrımlandığını belirtmiştir.

İnceleme alanında, travertenlerde gelişmiş kırık, çatlak ve fay yüzeylerine ait doğrultuların genellikle K-G, bazen de KB-GD ve KD-GB yönlü oldukları saptanmıştır. Buna göre, inceleme alanında yaklaşık K-G yönlü bir sıkışma kuvveti etkili olmuş ve buna bağlı olarak doğuya ve batıya doğru basınç rahatlamaları gelişerek genellikle K-G doğrultulu olan çeşitli açılma çatlakları oluşmuştur. İnceleme alanında, yaklaşık K-G yönlü olarak akan Yıldız Irmağı, Kalın Irmağı ve Hayranlı Irmağı vadilerinin de Eosen sonunda gelişmiş bu sıkışma kuvvetlerinin etkisiyle oluştukları, B-D uzanımlı olan Bayat vadisinin ise Bayat volkanizmasının bir sonucu olarak oluştuğu düşünülmektedir.

Sıcak Çermik traverten sahasında, travertenler içerisinde yaklaşık K-G yönlü gelişen açılma çatlakları (Şekil 2.8) ile doğu ve batı kesimlerdeki çökmeler, yörede dar anlamda bir horst-graben sisteminin oluştuğuna da işaret etmektedir. Ayrıca, açılma çatlakları içerisinde gözlenen damar tipi albatr - traverten oluşumları, bunların devam eden açılmalarla genellikle merkezi eksen den tekrar yanılıp, yeniden dolgulandığını ve bunun tekrarlandığını göstermektedir (Şekil 2.9). Ayrıca, Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu'nun, inceleme alanı dışındaki uzantılarında, çok sayıda eğim atımlı normal faylar gözlenmiştir. Söz konusu bu faylar,



Şekil 2.8: Sıcak Çermik yöresinde, sırt sipi traverten oluşumunda K-G yönlü olarak gelişmiş bir açılma çatlağı (Güneyden kuzey görünüşü)



Şekil 2.9: Sıcak Çermik yöresinde, K-G doğrultulu açılma çatlakları içinde gelişmiş olan damar tipi traverten oluşumlarında, açılmaların devamlılığını gösteren albatr yapısı (alb) (Güneyden kuzey görünüşü)

bölgede Pliyosen ve sonrasında da aktif olan bir tektonik faaliyetin varlığına işaret etmektedirler.

3. İNCELEME ALANINDAKİ TRAVERTEN OLUŞUMLARININ JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

3.1. Travertenlerin Dağılımı ve İsimlendirilmesi

İnceleme alanının çeşitli yerlerinde traverten oluşumları gözlenmektedir. K-G yönlü akan Kalın Irmağı ve Yıldız Irmağı kenarlarında ve/veya bunların kolları boyunca çökelmiş olan bu traverten oluşumları, değişik boyutlarda yayılımlar göstermektedirler.

Traverten oluşumlarının endüstriyel açıdan en önemlileri; Sıcak Çermik yakınlarındaki Karlıkaya ve Kandilsırtı ile Sankaya ve Uyuz Çermik yörelerinde bulunmaktadır. Bunların dışında, Delikkaya köyünün 1.5 km KBK'inde ve 2.3 km GBB'sında (Kalın Irmağı'nın kenarında), Menteşe köyünün 2.5 km GD'sunda ve Sıcak Çermik'in 1 km doğusunda (Yıldız Irmağı'nın batı yakasında) da endüstriyel açıdan fazla önemli olmayan traverten oluşumları bulunmaktadır.

Bu çalışmada incelenen traverten oluşumları, yukarıda belirtilen yöre isimleri kullanılarak (1) Karlıkaya, (2) Kandilsırtı, (3) Sarıkaya ve (4) Uyuz Çermik travertenleri şeklinde isimlendirilmişlerdir.

3.2. Travertenler Hakkında Genel Bilgiler

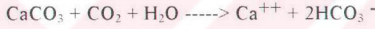
Travertenler, Ca^{++} ve $\text{CO}_3 =$ içerikli sızıntı veya kaynak suları tarafından, kırık ve çatlaklarda ve/veya topoğrafya üzerinde hızlı bir şekilde çöktürülen, küçük kristalli, boşluklu ve bantlı karbonat çöktürileridir.

Magmatik, metamorfik, formasyon suyu veya yüzeysel (meteorik, denizel) kökenli suların CO_2 reaksiyonuyla çözücü özellik kazanarak, karbonat veya karbonatlı kayalar içinden geçerken Ca^{++} ve $\text{CO}_3 =$ iyonlarınca zenginleşmeleriyle çözelti suları oluşur. Sulara yüksek çözünürlük özelliği kazandıran fiziksel faktörlerin en önemlileri serbest su dolaşımı, sıcaklık ve basınç faktörleridir. Kimyasal faktörlerin en önemlileri ise çözücülerin pH, Eh ve CO_2 içeriğidir. CO_2 gazının sulara çözülmesi halinde bulunma miktarı, suların asidite veya çözünürlük özelliğini belirler. Suların sıcaklığının

artması, CO_2 'in çözünürlüğünü azaltır. Dolayısıyla sıcaklık artışı, suların asitliğini de azaltacağından karbonat ve/veya karbonatlı kayaçların çözümlerini zorlaştırır (Ford and Cullingford, 1976).

Travertenler için gerekli olan Ca^{++} ve $\text{CO}_3 =$ iyonlarını içeren en önemli kaynak kayaçlar karbonat ve karbonatlı kayaçlardır. Bileşimlerinde % 50 'den fazla karbonat minerali içeren ve karbonat kayaçlar grubundan olan kireçtaşı, dolomit ve mermerler, travertenler için temel kaynak kayaçları durumundadır.

CO_2 içeriği bakımından zengin sulara;



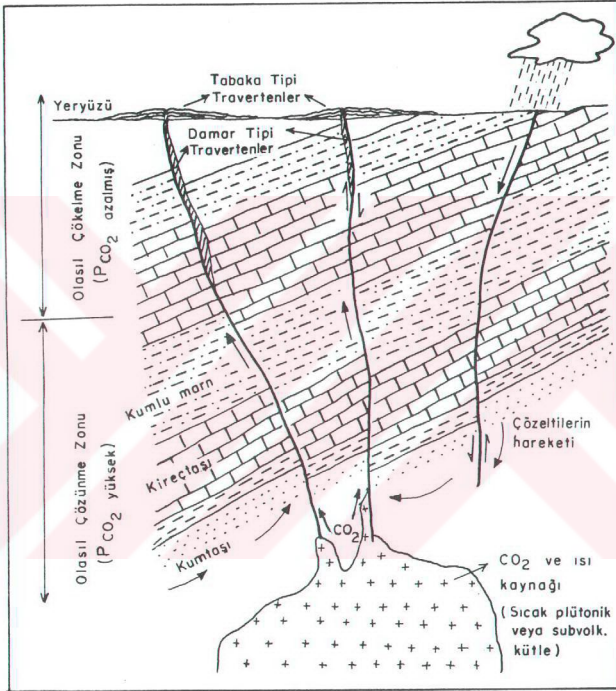
reaksiyonuyla çözünme artar. CO_2 sistemden ayrıldıkça reaksiyon ters yönde işler ve CaCO_3 çöker.

Bünyesine yüksek miktarda çözülme halde CO_2 olarak H_2CO_3 oluşturan sular, karbonat ve/veya karbonatlı kayaçların kırık/çatlak veya faylarından geçerken veya bağlantılı gözenekli karbonatlı kumtaşı ve konglomeraları katederken bünyelerine önemli miktarda Ca^{++} ve $\text{CO}_3 =$ iyonlarını alırlar. Bu şekilde oluşan Ca^{++} ve $\text{CO}_3 =$ 'lı sular, kırık, çatlak ve faylar içerisinde akarken ve/veya yeryüzüne çıkıp topoğrafya üzerinde akarken, bünyelerindeki CO_2 atmosfere karışır ve CaCO_3 çökelişi gerçekleşerek travertenler oluşur (Ayaz, 1997) (Şekil 3.1).

3.3. Karlıkaya ve Kandilsırtı Traverten Sahalarının Ayrıntılı Jeolojisi

3.3.1. Konum ve ulaşım

Karlıkaya ve Kandilsırtı traverten sahaları Sıcak Çermik yöresinde, Sivas-Yıldızeli karayolu üzerinde ve Sivas'a 28 km mesafede bulunmaktadır. Bu oluşumlar, bölgede yayılım gösteren traverten oluşumlarının en büyüğüdür. K-G yönlü olarak uzanım gösteren bu traverten yayılımının uzunluğu 5.5 km'ye, genişliği de 2.3 km'ye kadar çıkabilmektedir. Bu traverten oluşumları birbirine yakın olup, sahanın çeşitli yerlerinde açılan ocaklarla işletilmektedirler (EK-2).



Şekil 3.1: Travertenlerin oluşum mekanizmasının şematik görünümü
(Gökçe, 1995'ten değiştirilerek)

Karlıkaya traverten sahası, Sivas İ37-a3 paftasında yer almakta olup, yöredeki traverten yayılımının KD'sında ve Sivas-Yıldızeli karayolunun yaklaşık 29. km'sinin 800 m GB'sında bulunmaktadır. Sivas-Yıldızeli asfalt karayolu ile bu saha arasında toprak yol bulunmaktadır.

Kandilsırtı traverten sahası ise Sivas İ37-d2 paftasında yer almakta olup, yöredeki traverten yayılımının GB'sında bulunmaktadır. Bu sahaya ulaşım, Direkli Nahiyesi yolundan sağlanmaktadır.

3.3.2. Yakın çevrede yüzeyleyen kayaç türleri

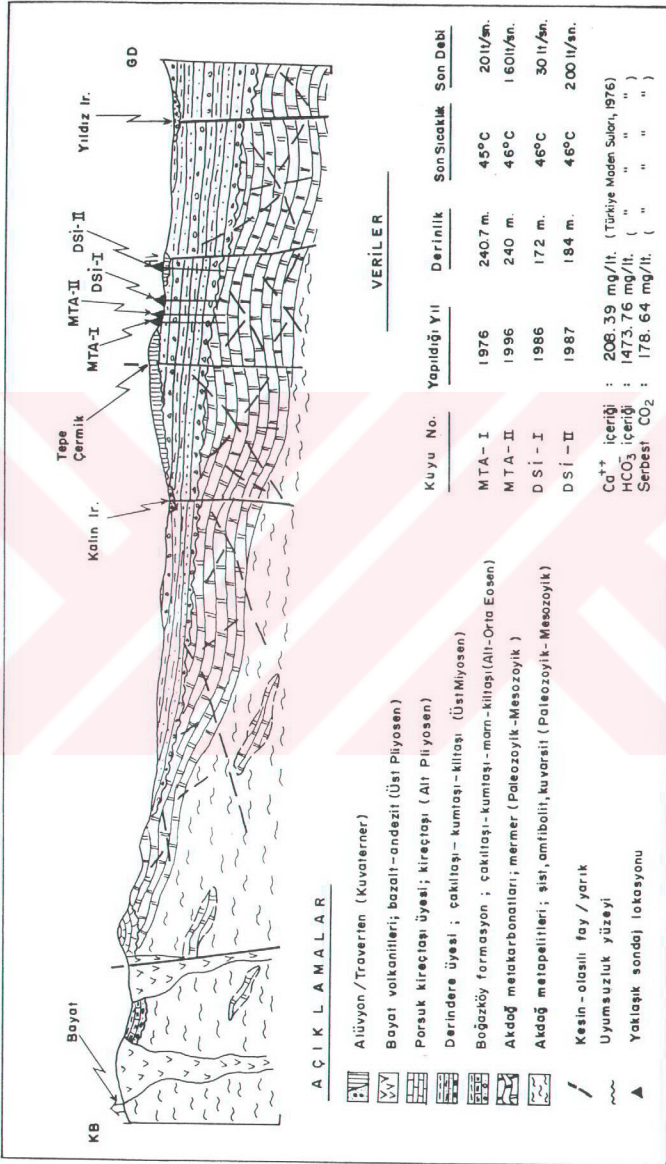
Sıcak Çermik çevresinde, 28.38 km²'lik bir alanın 1/10 000 ölçekli ayrıntılı jeolojisi hazırlanmış ve gözlenen birimler, Derindere üyesi, travertenler ve alüvyonlar şeklinde ayırtlanmıştır (EK-2). Ayrıca MTA ve DSİ tarafından yapılan sondajlarda Akdağ Metamorfitle de gözlenmiştir. Buna göre, Sıcak Çermik detay çalışma alanında, tabanda Paleozoyik yaşlı Akdağ Metamorfitle bulunurken, bunun üzerinde İncesu Formasyonu'nun Üst Miyosen yaşlı Derindere üyesi, bunun da üzerinde Kuvaterner yaşlı travertenler ve alüvyonlar yüzeylenmektedir.

Akdağ Metamorfitle'ne ait mermerler, yüzeyde gözlenemeyip yapılan sondajlarla kesilmiştir (Şekil 3.2). İnceleme alanı ve çevresinde yapılan arazi gözlemleri ve sondajlardan alınan karot örnekler, mermerlerin alt kesimlerinin yer yer kuvarsitlerle geçişli olduğunu ortaya koymuştur. Mermerlere MTA-I sondajında 158. m'de, MTA-II sondajında 145. m'de, DSİ-I sondajında 157. m'de ve DSİ-II sondajında da 178. m'de girilmesi, alt dokunun düzgün olmayıp, engibeli olduğunu göstermektedir (Şekil 3.3).

MTA-I sondajında, mermerlerin/kuvars-mermerlerin altında 209. m'den 240. m'lere kadar örnek alınamamış olup, sondaj çamurunun tuzluluk derecesine göre bu seviyenin jipsli silttaşı olabileceği savunulmuştur. Bu sava göre, Akdağ Metamorfitle'nin jips litolojisindeki Hafik Formasyonu'nun üzerine bindirmiş olması gerekir. Ancak, inceleme alanı ve çevresinde böyle bir tektonik yapı izlenememiştir. Ayrıca, yörede yapılmış olan diğer sondajların hiç birinde böyle bir seviye geçilmemiştir. Bu nedenlerle bu çalışmada, sözkonusu seviyenin mermerlerdeki bir boşluk seviyesi olduğu, bu seviyelerde ölçülen yüksek tuzluluğun ise kırıklar boyunca jipslerden çözülerek gelmiş iyonlar nedeniyle olabileceği düşünülmüştür. Zira inceleme alanında, Uyuz Çermik yöresindeki



Şekil 3.2. Sıcak Çermik yöresinde yapılan sondajlara ait kuyu logları (Çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve kiltaşı seviyeleri Derindere üyesine, mermerler ise Akdağ Metamorfizmi'ne aittir.)



Şekil 3.3: Sıcak Çermik yöresinde, saha gözlemleri ve sondaj verileri dikkate alınarak çizilmiş şematik jeolojik kesit (CO₂ ve ısı kaynağı olarak; Bayat Volkanitleri'nin daha derinlerdeki derinlik ve/veya yarı derinlik türleri düşünülmektedir)

mermerlerde büyük boşlukların geliştiği gözlenmiştir. Ayrıca, Yalçınlar (1955) da inceleme alanındaki mermerlerin büyük karstik boşluklar içerdiğini belirtmektedir.

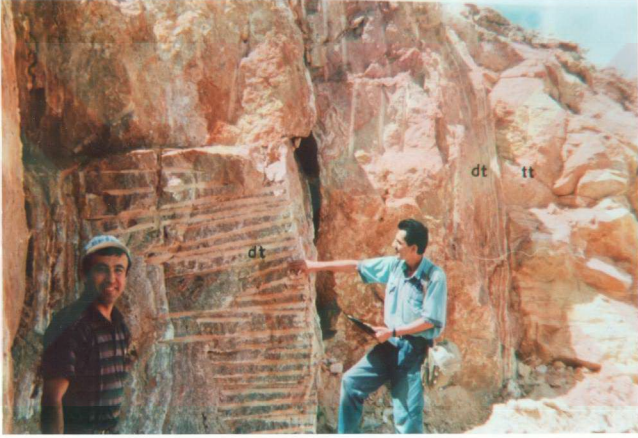
Akdağ Metamorfitleri'ne ait mermerlerin üzerinde, İncesu Formasyonu'nun Derindere üyesine ait kayaç türleri gözlenmektedir.

Derindere üyesi; İncesu Formasyonu'nun taban üyesi durumunda olup, detay çalışma alanında bunun üzerinde İncesu Formasyonu'nun diğer üyesi olan, Alt Pliyosen yaşlı Porsuk Kireçtaşı Üyesi gözlenmemektedir. Derindere üyesi, ayrıntılı çalışma alanında çoğunlukla kumtaşı, silttaşı ve kiltası şeklinde bir litoloji sunar. Çakıltası, kumtaşı ve silttaşı hakim olarak gri renkli olup, polijenik malzemedir. Taneleri oluşturan polijenik malzemeler, diyabaz, serpantin, gabro, şist, amfibolit, radyolarit ve mermer çakıllarından oluşmaktadır. Çakıllar, çoğunlukla kumlu ve yer yer kireçli bir bağlayıcıyla gevşek bir şekilde tutturulmuştur. Çakıltasını oluşturan taneler orta derecede yuvarlaklaşmış ve kötü boylanmış. Çakılların boyutları değişken olup, yer yer 8-10 cm.'ye kadar çıkabilmektedir. Kumtaşı ve silttaşları da orta-kötü boylanmış bir görünüm sunmaktadırlar. Kiltaları ise hakim olarak kırmızı ve kahverengi renklidir. Gevşek tutturulmuş bir yapıda bulunan kiltaları yatay tabakalı olup, kalınlıkları genellikle 20 cm ile 60 cm arasında değişmektedir.

Travertenler; iki ayrı traverten oluşumu şeklinde Derindere üyesi üzerinde uyumsuzlukla yüzeylenirler. Bunlardan birincisi, inceleme alanının en büyük traverten oluşumu olup, K-G uzanımı yaklaşık 5 km, D-B uzanımı 2 km (orta kesimde), ortalama kalınlığı da 30 m civarındadır. Ancak, kuzey ve güney kesimleri incelenmektedir. İkinci traverten oluşumu ise birinci traverten oluşumunun yaklaşık 250 m doğusundaki Aşağı Çermik mevkiinde bulunmaktadır. Bunun K-G uzanımı yaklaşık 600 m, D-B uzanımı 750 m, ortalama kalınlığı da 20 m civarındadır (EK-2).

Kuvaterner yaşlı olan travertenlerin güncel oluşumları, Aşağı Çermik mevkiinde devam etmektedir. Travertenler, özellikle Kalın Irmağı kenarlarında, alüvyonlarla zaman zaman yanal ve düşey geçişlidir.

Sıcak Çermik yöresindeki travertenler, çoğunlukla tabaka tipinde, açılma çatlakları içerisinde de damar tipinde gözlenmektedir (Şekil 3.4). Tabaka tipinde gözlenen travertenler, sarı - krem - kahverengi renkli, iri boşluklu ve kabuksu/süngerimsi yapılı, damar tipinde gözlenenler ise sarı - krem, kırmızı - kahverengi, beyaz renkli, makro boşluk içermeyen ve albatır yapıdadırlar. Ayrıca, Aşağı Çermik mevkiinde, kanallar boyunca akan



Şekil 3.4: Karlıkaya traverten ocağının yaklaşık 550 m KD'sunda bulunan tabaka tipi travertenler (tt) ve açılma çatlağı içinde gelişmiş olan damar tipi travertenler (dt) (Güneyden kuzey görünüşü)

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ içerikli sulardan oluşan oolitik - pizolitik ve böbreğimsi yapılarıdaki güncel travertenlere rastlanılmaktadır.

Yöredeki travertenlerde, çok sayıda açılmış ocak bulunmaktadır. Bunlardan Karlıkaya mevkiinde bulunan ocakta işletme faaliyetleri devam ederken, diğer ocakların zaman zaman işletildikleri gözlenmiştir.

Alüvyonlar; ayrıntılı inceleme alanında, travertenlerin kuzeybatısında, güneyinde ve üzerinde bulunmaktadır. Travertenlerin kuzeybatısındaki alüvyonlar, Kalın Irmağı ve Bayat suyu vadileri kesişiminde ve yaklaşık 25-30 m kalınlığında, güneyindeki alüvyonlar ise Kalın Irmağı vadisi boyunca, yaklaşık 10-15 m kalınlığında bulunmaktadır. Travertenlerin üzerinde gözlenen alüvyonlar ise Tepe Çermik mevkii güneyinde ve Aşağı Çermik mevkiinde bulunmaktadır. Alüvyonların, travertenler üzerindeki kalınlıkları Tepe Çermik mevkii güneyinde 1-2 m, Aşağı Çermik mevkiinde ise 1 m civarındadır (EK-2).

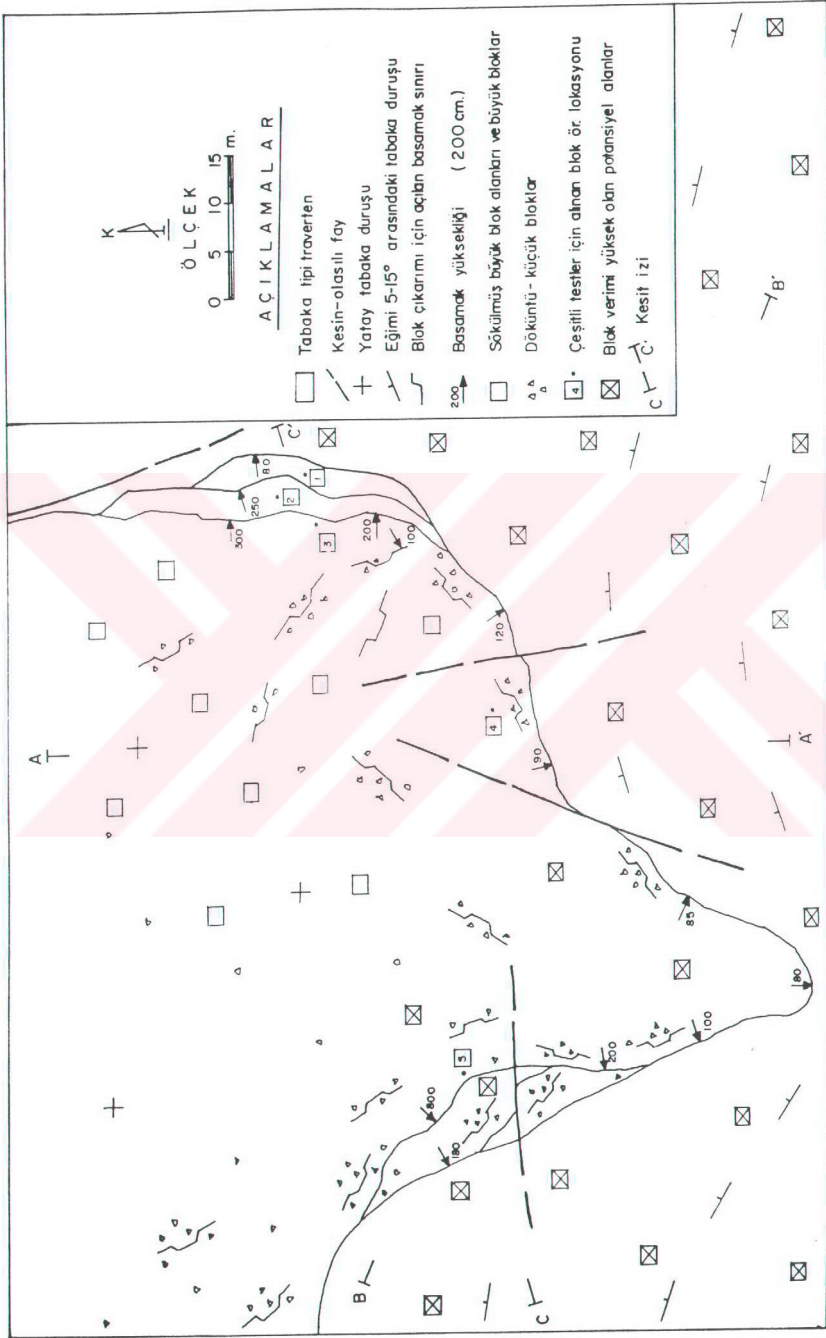
Alüvyonlar, polijenik malzemeli olup, orta - iri tane boyalıdır. Ayrıntılı çalışma alanı içinde, alüvyon oluşumları üzerinde herhangi bir kum - çakıl işletmesine rastlanılmamıştır.

3.3.3. Karlıkaya travertenlerinin özellikleri

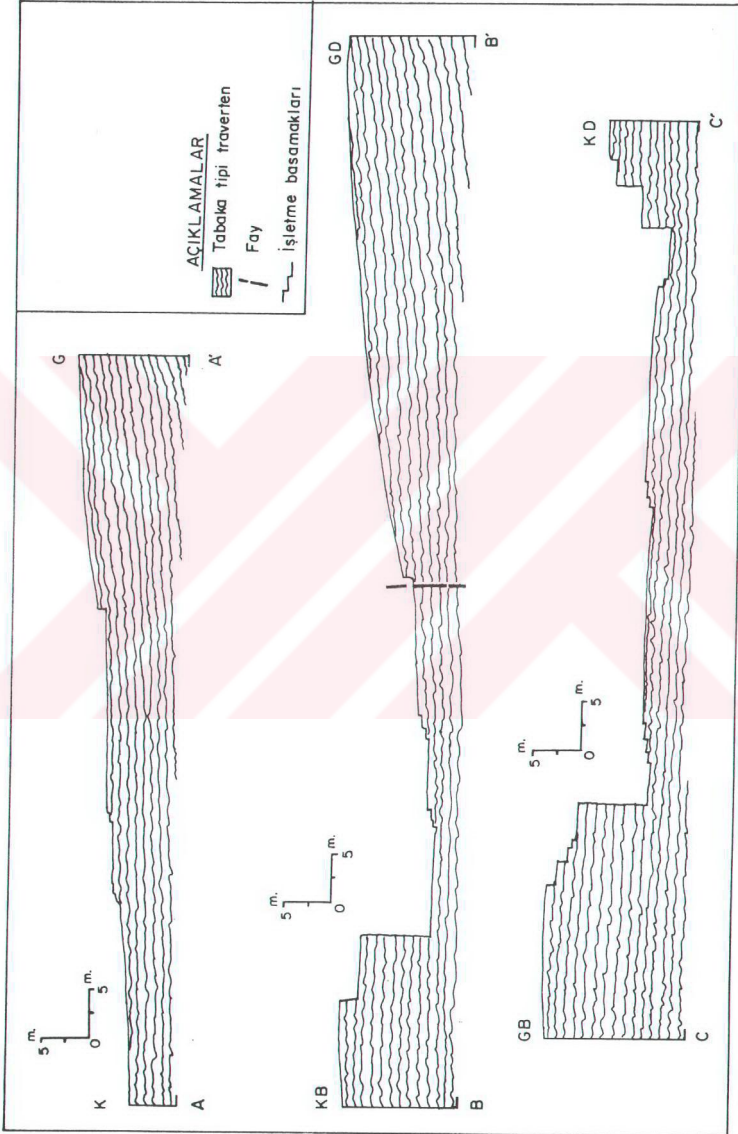
Karlıkaya mevkii travertenleri, Sivas İ37-a3 paftasında ve Sıcak Çermik travertenlerinin KD'sunda yer almaktadır. Saha, Karlıkaya Sırtı'nın hemen doğusunda bulunmaktadır (EK-2). Bu sahada 1/500 ölçekli yaklaşık 8 700 m² 'lik bir alanın ocak haritası yapılmış ve travertenlerin yataklanma şekilleri, yapısal, dokusal, tektonik ve işletme özellikleri belirlenmiştir (Şekil 3.5).

Tabaka tipinde gelişmiş olan bu travertenlerin yakın çevresinde, oluşuma neden olan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'li ana su çıkış kanalları bulunmamaktadır (Şekil 3.6). Bu kanallar, sahanın B'sında ve GD'sundaki K-G yönlü açılma çatlakları şeklinde gözlenmiştir. Travertenler, bu çatlaklardan gelen $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'li sular tarafından beslenerek oluşmuşlardır.

Travertenlerin, mikroskopik incelemelerinde tamamen mikritik ve spartik kesimlerden oluştukları ve yalnızca kalsit içerdikleri gözlenmiştir. Ayrıca, beş adet örnek üzerinde, XRD yöntemiyle yapılan mineral tayinleri de yine yalnızca kalsit belirlenmiştir. Yapılan mikroskopik incelemelerde, mikritik kesimlerde limonitleşmelerin geliştiği



Şekil 3.5: Karlıkaya (Yıldızeli - Sivas) traverten işletmesi açık ocak planı



Şekil 3.6: Karlıkaya (Yıldızeli - Sivas) traverten işletmesi ocak kesitleri

belirlenmiştir (Şekil 3.7). Ayrıca, çeşitli boyutlardaki gözenek oluşumlarının da yine çoğunlukla mikritik kesimlerde geliştiği gözlenmiştir (Şekil 3.8).

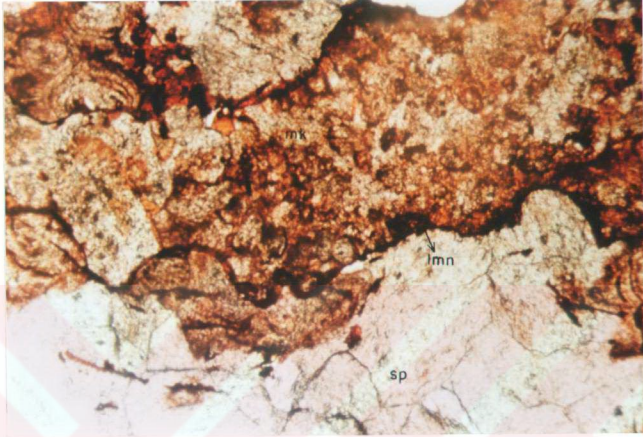
Yörede tabaka tipi travertenlerin kalınlıkları, genellikle 5-10 cm'den 40-50 cm'ye kadar değişmekte ve sıkı pekişmiş bantlanmalardan oluşmaktadır. Tabaka duruşları, sahanın güneybatı kesimlerinde kuzeydoğuya doğru, güney kesimlerinde ise kuzeye doğru eğimli olup, eğimleri 5-15° arasında değişmektedir. Travertenler orta-iri boşluklu olup, boşluk boyutları genellikle birkaç mm ile 2 cm arasında değişmektedir. İri boşluklar, çoğunlukla elips şekillidir.

Karlıkaya sahasında, düşey boyutta çeşitli özellikler bakımından farklılıklar gösteren iki ayrı traverten zonu belirlenmiştir. Bunlardan I. zon, kalınlığı 0.5 m ile 1.5 m arasında değişen ve travertenlerin en üst seviyesini oluşturan seviyedir. I. zon; kirli sarı renkli, az bozunmuş ve az dayanıklı olup, kırık ve çatlakları yer yer toprak dolguludur. Bu zon, dekapaj malzemesi durumunda olup, özellikleri itibarıyla işletme için uygun değildir. II. zon ise I. zonanın altında, sarı-krem renkli, bozunmamış ve dayanıklı bir yapıda olup yer yer kalsit damarlıdır. Sahadaki işletilebilecek olan travertenler, bu zona ait olan travertenlerdir.

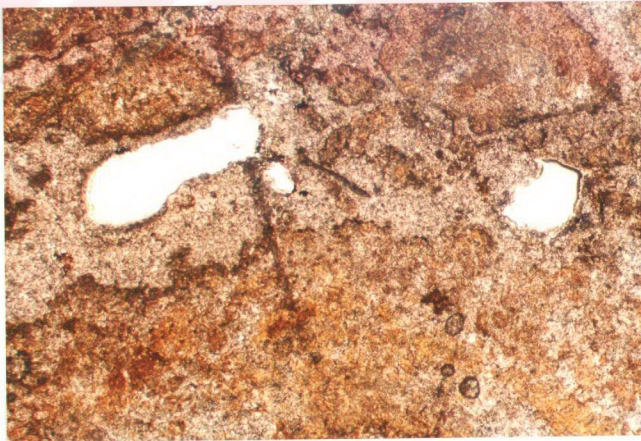
Karlıkaya traverten sahasında, devamlılığı izlenebilen dört adet kırık gözlenmiştir. Bariz olarak bir atım tespit edilemeyen bu kırıkların üçü yaklaşık K-G yönlü, biri de yaklaşık D-B yönlü olarak uzanmaktadır. Sahanın doğusundaki ocağı, genellikle K-G yönlü olarak uzanan kırıklar kontrol ederken, GB'sındaki ocağı da D-B yönlü olarak uzanan kırıklar kontrol etmektedir.

Sahada, biri doğuda, diğeri de güneybatıda olmak üzere iki adet ocak açılmış olup bloklar, yatay süreksizliklere bağlı olarak basamaklama yöntemiyle çıkartılmaktadır. Her iki ocakda da yaz aylarında mevsim koşullarının elverdiği ölçüde işletmeler yapılmaktadır (Şekil 3.9). Sahada, doğuda bulunan ocak doğuya ve güneydoğuya doğru ilerlerken, güneybatıda bulunan ocak da batı ve güneybatıya doğru ilerlemektedir. Ocakların işletildiği yönlere doğru travertenlerin kalınlıkları artmaktadır.

Yapılan arazi gözlemlerine göre blok veriminin en yüksek olacağı işletme yönleri, doğudaki ocakta güneydoğuya doğru, güneybatıdaki ocakta ise batıya doğrudur. İşletme basamaklarının yüksekliklerini yatay süreksizlikler sınırlamaktadır. Doğudaki ocakta, işletme basamaklarının yükseklikleri 3 m'ye kadar çıkarken, güneybatıdaki ocakta 2 m'ye



Şekil 3.7: Karlıkaya travertenlerindeki mikritik (mk) ve sparitik (sp) kesimler ve mikritik kesimlerde gelişen limonitleşmeler (lmn) (İncekesit.: çift nk., 40x)



Şekil 3.8: Karlıkaya travertenlerinde, çoğunlukla mikritik kesimlerde gelişmiş olan gözenekler (İncekesit: tek nk., 40x)



Şekil 3.9: Karlıkaya travertenlerinde, işletme faaliyetlerinden bir görünüm ve blok çıkarımı (Batıdan doğu görünüşü)

kadar çıkabilmektedir. Güneybatıdaki ocakta, açılmış bulunan 8 m yüksekliğindeki yarmada gözlenen çok sayıdaki tali kırıklar, bu alandaki işletme basamaklarının yüksekliklerinin fazla olamayacağını ortaya koymuştur. Sahadan, ebatları maksimum 2 x 3 x 3 m olabilecek değişik büyüklüklerde blok alınabilme imkanı bulunmaktadır.

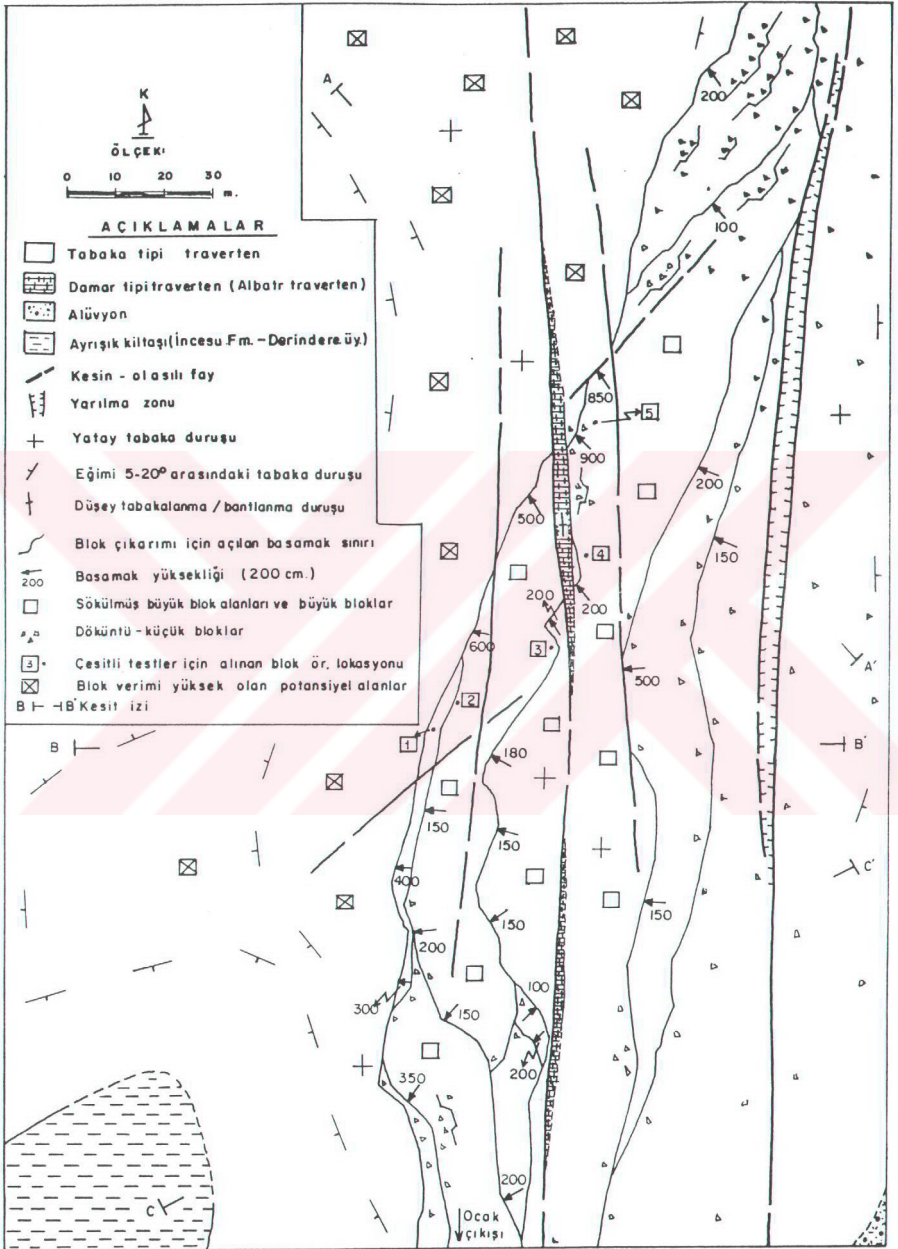
3.3.4. Kandilsırtı travertenlerinin özellikleri

Kandilsırtı travertenleri, Sivas İ37-d2 paftasında ve Sıcak Çermik travertenlerinin GB'sında, K-G yönlü olarak uzanan Kandilsırtı'nın ise güney ucunda bulunmaktadır (EK-2). Bu sahada 1/1 000 ölçekli ve yaklaşık 36 000 m² 'lik bir alanın ocak haritası yapılmış (Şekil 3.10) ve uygun yerlerinden kesitler çıkarılmıştır (Şekil 3.11). Yapılan bu çalışmalarla travertenlerin yataklanma şekilleri, yapısal, dokusal, tektonik ve işletme özellikleri belirlenmiştir

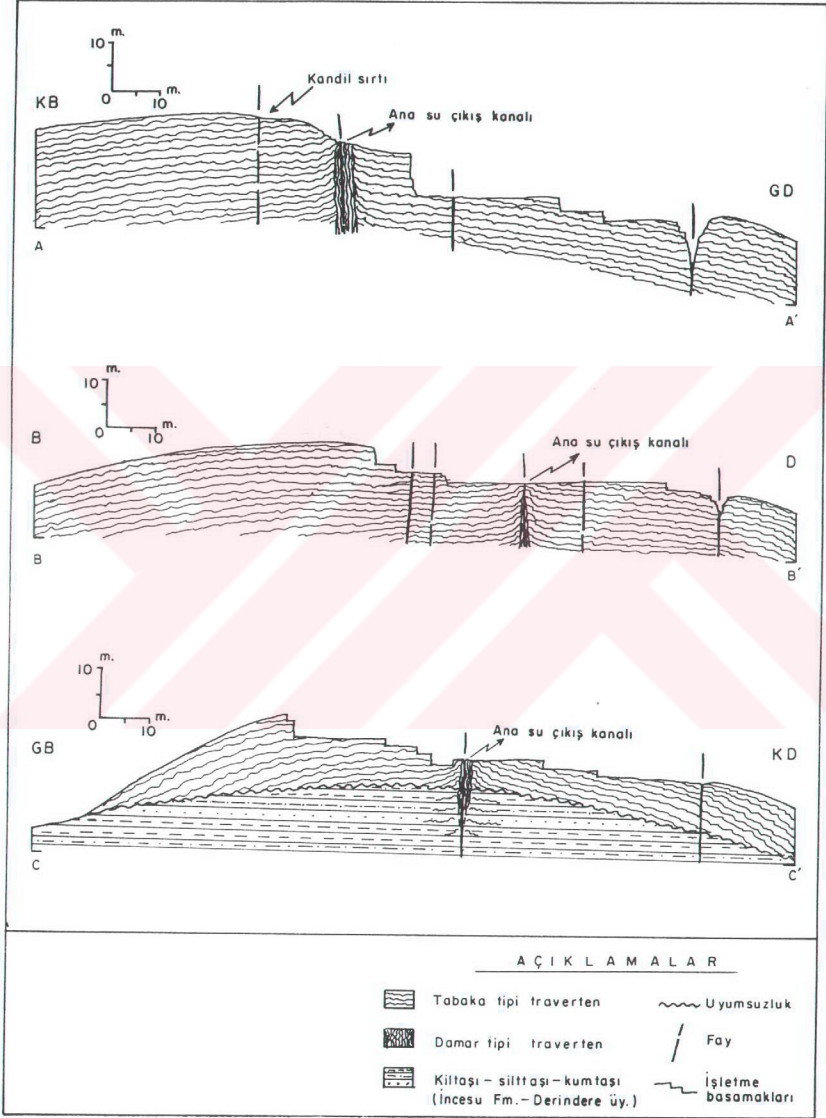
Kandilsırtı sahanın genelinde travertenler yüzeylenirken, güneybatısında Derindere üyesine ait kilaşları, güneydoğusunda ise çok dar bir alanda alüvyonlar yüzeylenmektedir. Bu sahada, damar tipi ve tabaka tipi traverten oluşumlarının her ikisine birden rastlanılmaktadır. Tabaka tipi travertenler kumtaşı, silttaşı, kilaşı litolojisiyle temsil edilen Üst Miyosen yaşlı Derindere üyesi üzerinde yayılım gösterirken, damar tipi travertenler de Derindere üyesini ve tabaka tipi travertenleri kesen açılma çatlakları içerisinde gözlenirler.

Yöredeki travertenlerin oluşumuna neden olan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'lı sular, Kandilsırtı'nın doruk eksenini boyunca uzanan ve yaklaşık K-G yönlü olan açılma çatlğından çıkmıştır. Yörede albatr yapısında gözlenen damar tipi travertenler, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'lı suların bu ana su çıkış çatlğıının içinde, kabuksu yapıda gözlenen tabaka tipi travertenler ise bu suların Kandilsırtı'nın doğu ve batı yakaları boyunca akması sırasında oluşmuşlardır. Tabaka tipi travertenler, sahanın güneybatı kesiminde güneybatıya doğru küçük bir sırt yapacak şekilde uzanım yapmakla birlikte, genel olarak kuzeye doğru genişleyen bir uzanımına sahiptir.

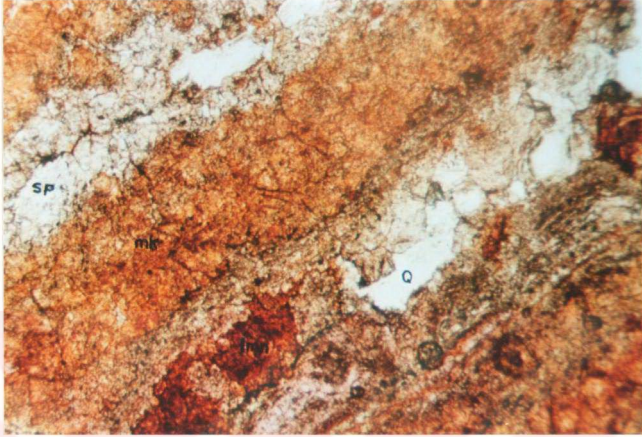
Kandilsırtı travertenlerinin mikroskopik incelemelerinde, bunların ana bileşen olarak kalsit içerdikleri, bunun yanında çok az miktarda da kuvars kırıntılarının bulunduğu gözlenmiştir. Ayrıca, beş adet örnek üzerinde yapılan XRD incelemelerinde de kalsit ana bileşen olup, çok az miktarlarda kuvars ve feldispat da gözlenmiştir. Mikritik ve spartik kesimlerden oluştuğı belirlenen bu travertenler, bol gözenekli ve mikro bantlanmalıdır (Şekil 3.12). Mikritik kesimlerin limonitçe zengin oldukları gözlenirken, kolloform dokular içerisinde de az oranlarda aragonit kristalleri gözlenmiştir (Şekil 3.13).



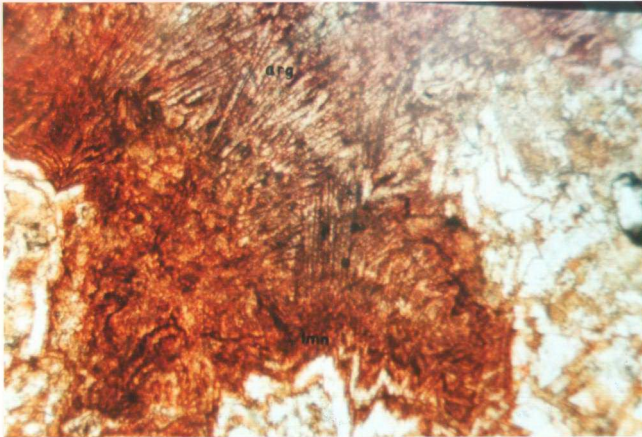
Şekil 3.10: Kandilsirtı (Yıldızeli - Sivas) traverten işletmesi açık ocak planı



Şekil 3.11: Kandilsirtı (Yıldızeli - Sivas) traverten işletmesi ocak kesitleri



Şekil 3.12: Kandil Sirtı mevkii travertenlerinde, bantlı yapıda gözlenen mikritik (mk) ve sparitik (sp) kesimler ile çok az oranlardaki kuvars kırıntıları (Q) ve mikritik kesimlerdeki limonitleşmeler (lmn) (İncekesit; tek nk., 40x)



Şekil 3.13: Kandil Sirtı mevkii travertenlerinde, kolloform dokular içerisinde gözlenen aragonit kristalleri (arg) ve mikritik kesimlerde gelişmiş limonitleşmeler (lmn) (İncekesit; tek nk., 40x)

Yöredeki tabaka tipi travertenlerin kalınlıkları 5 cm'den 40-50 cm'ye kadar değişmekte ve sıkı pekişmiş bantlanmalardan oluşmaktadır. Tabaka tipi travertenlerin tabaka duruşları, yersel değişimler göstermekle birlikte, sahanın doğu kesiminde doğuya doğru, batı kesiminde ise batıya doğru eğimli olup, eğimleri 5-20° arasında değişmektedir. Damar tipi travertenler ise dike yakın konumludurlar (Şekil 3.14).

Kandilsırtı sahasında, tabaka tipi travertenler içinde çeşitli özellikler bakımından birbirlerinden farklılıklar gösteren iki traverten zonu ayırtlanmıştır. I. zon, travertenlerin en üst seviyesi olup, kalınlığı 1.5-2 m arasında değişmektedir. Yer yer düşey veya eğimli kırıkların etkisinde de kalmış olan I. zonda, genellikle yatay ve tabakalanmaya paralel yönlerde gelişmiş olan çok sayıda kırıklar gözlenmiştir. Bu yatay süreksizliklerin aralıkları, üst kesimlerde lamina boyutlu olup, rahatlıkla plakalar şeklinde ayrılabilir. I. zonun alt kesimlerinde ise yatay kırıklar arasındaki mesafe 50 cm'ye kadar çıkmaktadır. I. zon, kirli sarı renkli, iri gözenekli, az bozunmuş ve az dayanıklı olup, yeryüzeyiyle bağlantılı kırık ve çatlakları yer yer toprak dolguludur. İşletme için uygun olmayan bu zon, dekapaj malzemesi durumundadır. II. zon ise, I. zonun altında bulunan ve kalınlığı güney kesimlerde yaklaşık 10 m, kuzey kesimlere doğru 20 m'ye kadar çıkabilen kesimi oluşturmaktadır. Genellikle K-G yönlü uzanan kırıkların etkisinde kalmış olan II. zonda düşey yöndeki kırıklar arasındaki mesafe, üst kesimlerde genellikle 1-1.5 m iken altlara doğru 2-3 m civarında gözlenmiştir. II. zon, sarı-krem, yer yer beyaz renkli, orta - iri gözenekli, bozunmamış ve dayanıklı bir yapıda gözlenir. Gözenek boyutları, genellikle birkaç mm ile 2.5 cm arasında değişirken, bazı bantlanmaların arasında uzun eksenleri yer yer 4 cm'ye kadar çıkmaktadır. II. zonun alt seviyelerinde, travertenlerin yer yer bitki yapılı oldukları gözlenmiştir. Sahada ekonomik olarak işletilebilecek olan travertenler, bu zona ait olan travertenlerdir.

Damar tipi travertenler ise tabaka tipi travertenleri K-G yönlü olarak kesen açılma çatlağı içerisinde gelişmiştir. Genellikle dike yakın eğimli bu açılma çatlağının bazı kesimlerinde batıya doğru 80-85°'lik eğimler ölçülmüştür. Kuzey ve güney yönlerde kapanarak mercek yapısı gösteren bu travertenlerin kalınlığı 2-3 m olup, orta kesimlerde 5 m'ye kadar çıkmaktadır. Bunlar, sahada aynı açılma çatlağı içerisinde, birbirini takip eden iki adet mercek şeklinde bulunurlar. Bunların kuzeyde bulunanı 9 m, güneyde bulunanı da 6 m'lik bir uzanıma sahiptir. Düşey yönde çok sayıda kırığa sahip olan bu damar tipi travertenler, açılma çatlağının derinlere doğru daralması nedeniyle incelenmektedir. Albatr



Şekil 3.14: Kandil Sırtı traverten sahasında, tabaka tipi travertenler (tt) ve bunları kesen kesen damar tipi travertenler (dt) (Güneyden kuzey görünüşü)

yapısındaki bu damar tipi travertenler, küçük boşluklu, sarı - krem, beyaz ve kırmızı bantlardan oluşmaktadır. Bantlanma kalınlıkları 1-2 cm olup, kristal boyutları 1-2 mm'ye kadar çıkabilmektedir. Az bozunmuş ve az dayanıklı olan bu travertenler kolay dağılmaktadır. Değerlendirilmeleri mümkün gözükmemektedir.

Sahada, basamaklama yöntemiyle kuzeybatıya ve batıya doğru açılmış bulunan ocakta, basamak yükseklikleri yatay kırıklarla sınırlıdır. Ocakta, şu anda işletme faaliyeti bulunmamakla birlikte, çok sayıda büyük boyutlu traverten bloğu çıkarılmış olarak bekletilmektedir (Şekil 3.15).

Kandilsırtı traverten sahasında, çoğunlukla K-G yönlü kırık ve çatlaklar izlenirken, sahanın doğu kesiminde açıklığı 6-7 m'ye kadar çıkan büyük bir yarık gözlenmiştir. Batıya ve KB'ya doğru açılmış bulunan ocakta, işletme basamaklarının yükseklikleri 3 m'ye kadar çıkmakla birlikte, ocak içinde 9 m yüksekliğinde yarmalar da bulunmaktadır. Ancak yatay süresizlikler ile K-G yönlü kırık ve çatlaklar, blok boyutlarını sınırlamıştır. Sahadan, ebatları maksimum 2 x 2.5 x 3 m olabilecek büyüklükte bloklar çıkarılabilmektedir.

3.3.5. Tektonik

Karlıkaya ve Kandilsırtı travertenlerinin yer aldığı Sıcak Çermik yöresinde, genellikle K-G yönlü olarak gelişmiş çok sayıda açılma çatlakları bulunmaktadır. Travertenler üzerinde gözlenen bu açılma çatlaklarının genişlikleri cm boyutundan 1.5 m'ye kadar değişirken, uzunlukları da 1 km'ye kadar izlenebilmektedir (EK-2).

Açılma çatlaklarının içinde, çoğunlukla damar tipi-albatr traverten oluşumları gözlenmektedir. Karlıkaya traverten sahasının yaklaşık 550 m KD'sunda, K-G yönlü olarak bulunan açılma çatlağındaki damar tipi-albatr traverten oluşumunun kalınlığı 3.5 m'ye kadar çıkmaktadır. Çatlaklardaki aktif açılmalar boyunca, farklı fazlar halinde çökelen albatr travertenlerin bu kalınlıkları, yöredeki açılmaların en az 3.5 m'ye kadar çıktığını göstermektedir. Tepe Çermik mevkiinde ise $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ içerikli su çıkışlarının kesilmesi ve/veya pompajlarla çekilmesi nedeniyle çatlaklarda damar tipi-albatr traverten oluşumları gelişmemiş ve 1-1.5 m genişliğinde büyük yarıklar oluşmuştur (Şekil 3.16).

Sıcak Çermik traverten sahasının doğu ve batı kesimleri ile Tepe Çermik mevkiinin güneyinde çeşitli boyutlarda çökme yapıları gözlenmiştir. Bunun yanında, Yıldız Irmağı ve



Şekil 3.15: Kandil Sirtı traverten işletmesi ve çıkarılmış bloklar (Güneyden kuzeye bakış)



Şekil 3.16: Tepe Çermik mevkiinde (Sıcak Çermik), 1-1.5 m açıklıklarındaki K-G yönlü yarıklardan bir görünüm (Güneyden kuzey görünüşü)

Kalın Irmağı vadilerinde gözlenen alçalmalara bağlı olarak, travertenlerin doğusunda ve batısında yaklaşık K-G doğrultulu eğim atımlı normal faylar da izlenmiş ve ırmaklar tarafındaki bloklar çökmüştür. Gözlenen bu tektonik yapılar, yörede dar anlamda bir horst-graben sisteminin oluştuğuna işaret etmektedir. Sıcak Çermik traverten sahasında, genellikle K-G yönlü olarak gelişen açılma çatlakları boyunca gelişen sırt tipi traverten oluşumları da yaygındır.

Ayrıntılı çalışma alanında gözlenen büyük tektonik yapılar, yörede yaklaşık K-G yönlü olarak gelişen bir sıkışma rejiminin etkisiyle oluşmuşlardır.

3.3.6. Karlıkaya ve Kandilsırtı traverten sahalarının rezerv durumu

Bölgedeki traverten yayılımlarının en büyüğü durumunda olan ve Karlıkaya ile Kandilsırtı traverten sahalarını içine alan Sıcak Çermik traverten sahasının tümü için görünür + muhtemel rezerv hesabı yapılmıştır. Travertenlerin kapladığı yüzey alanı, oluşturulan uygun geometrik şekillerle hesaplanmış ve kalınlık değişimleri dikkate alınarak, sahadaki görünür + muhtemel rezerv 135 000 000 m³ olarak hesaplanmıştır.

Yüzey kaplama taşı işletmelerinde verim; blok verimini olumsuz yönde etkileyen kırık, çatlak, bozunma ve ayrışma gibi parametreler ile işletmecilikte ortaya çıkan zayıflatır nedeniyle % 30 ile % 70 arasında değişmektedir. Ülkemiz şartlarında verimlilik genellikle % 40 kadardır. Buna göre, Karlıkaya ve Kandilsırtı travertenlerinin yer aldığı Sıcak Çermik traverten sahasında yüzey kaplama taşı olarak değerlendirilebilecek rezerv 54 000 000 m³ olabilecektir.

3.4. Sarıkaya Traverten Sahasının Ayrıntılı Jeolojisi

3.4.1. Konum ve ulaşım

Sarıkaya traverten sahası, Sivas İ37-b4 paftasında bulunmakta olup, Yukarı Balahur köyünün kuzeyinde ve Yıldız Irmağı'nın doğu yakasında yer almaktadır (EK-1).

Sarıkaya traverten sahasına ulaşım, Sivas-Yıldızeli karayolunun yaklaşık 25. km'sinden itibaren kuzeye ayrılan stabilize yol ile sağlanmaktadır. Bu stabilize yolun 7. km'sinde bulunan sahada, biri kuzeyde diğeri güneyde olmak üzere iki ayrı traverten oluşumu bulunmaktadır.

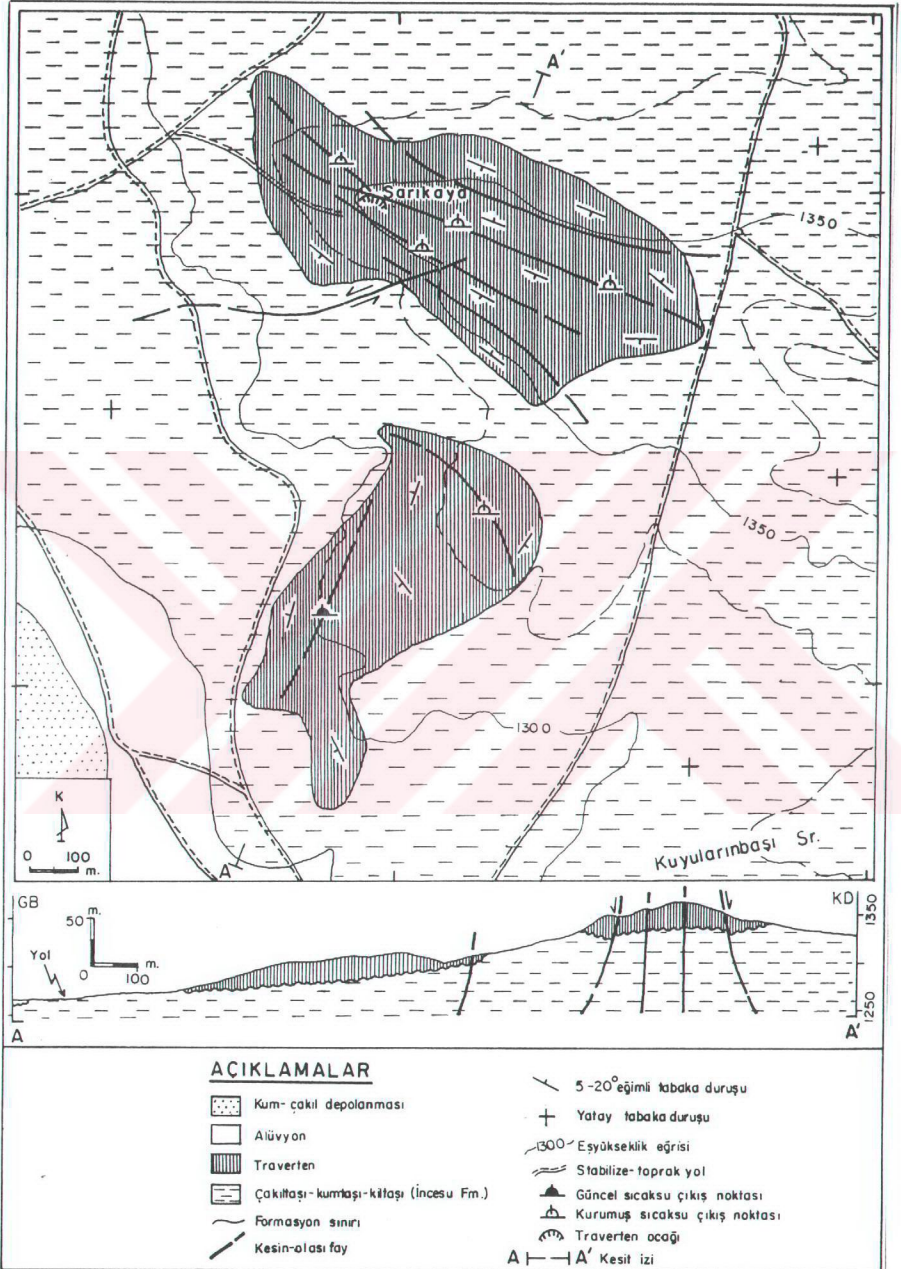
3.4.2. Yakın çevrede yüzeyleyen kayaç türleri

Sarımsı traverten sahasında 3.25 km²'lik bir alanın 1/10 000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası hazırlanmış ve sahada yüzeyleyen birimler, tabanda Üst Miyosen yaşlı Derindere üyesi ve bunun üzerine uyumsuzlukla gelen Kuvaterner yaşlı travertenler ve alüvyonlar şeklinde ayrılmıştır (Şekil 3.17).

Derindere üyesi; ayrıntılı çalışma alanında, çoğunlukla kilaşı, çakılaşı ve kumtaşından oluşmaktadır. Kilaşı, hakim olarak kırmızı ve kahverengi renkli olup, kolay dağılmaktadır. Sahada gözlenen çakılaşı ve kumtaşı ise hakim olarak gri renkli ve polijenik malzemedir. Taneler diyabaz, serpantin, gabro, radyolarit, şist, amfibolit ve mermer kırıntıları şeklindedir. Çakılaşı çoğunlukla kumlu ve yer yer kireçli, kumtaşı da siltli ve yer yer kireçli bir bağlayıcıyla gevşek bir şekilde tutturulmuşlardır. Çakılarda tane boyu çok değişken olup, 8-10 cm'ye kadar çıkabilmektedir. Sahanın yakın çevresinde, çakılaşı ve kumtaşlarının kanal dolgusu şeklinde geliştikleri ve çapraz tabakalanmalı oldukları gözlenmiştir. Birim, yatay tabakalı olup, kalınlıkları 20 cm ile 60 cm arasında değişmektedir.

Travertenler; Kuvaterner yaşlı olup, Derindere üyesi üzerinde uyumsuzlukla bulunurlar. Kuzeyde ve güneyde olmak üzere iki ayrı traverten oluşumu şeklinde bulunan travertenlerin kuzeydeki yayılımı yaklaşık KB-GD uzanımlı, güneyde bulunanı da yaklaşık KD-GB uzanımlıdır. Kuzeydeki traverten oluşumunun KB-GD uzanımı yaklaşık 1 km, KD-GB uzanımı yaklaşık 400 m, ortalama kalınlığı da 25 m civarındadır. Ancak, kuzeybatı ve güneydoğu kesimleri incelenmektedir. Güneydeki traverten oluşumunun ise KD-GB uzanımı yaklaşık 750 m, KB-GD uzanımı yaklaşık 300 m, ortalama kalınlığı da 20 m civarındadır.

Kuzeydeki travertenlerde güncel bir oluşumu gözlenmezken, güneydeki travertenlerde, KD-GB doğrultulu bir açılma çatlağına bağlı olarak, travertenlerin güncel olarak oluştuğu gözlenmiştir. Ancak, Ca(HCO₃)₂'li sular, yalnızca bahar aylarında ve çok düşük debilerde çıktığı için, CaCO₃ çökelimleri çok düşük miktarlarda gerçekleşmektedir. Tabaka tipinde gözlenen travertenler, sarı - krem - kahverengi renkli, iri boşluklu ve kabuksu/süngerimsi yapılı, damar tipinde



Şekil 3.17: Sarıkaya (Yıldızeli-Sivas) traverten sahasının ayrıntılı jeolojik haritası ve kesiti

gözlenenler ise sarı - krem, kırmızı - kahverengi, beyaz renkli, makro boşluk içermeyen ve albatr yapılıdır.

Kuzeydeki travertenlerde, bir adet açılmış ocak bulunmakta, ancak işletme faaliyetleri devam etmemektedir.

Alüvyonlar; Kuvaterner yaşlı olup, sahanın GB'sında yüzeylenmektedir. Alüvyonlar polijenik malzemeli ve orta - iri tane boyludur. Bunların içerisinde, inşaat sanayiinde kullanılabilecek kalitede kum-çakıl depolanmaları gözlenmiştir. Bunlar, ortalama 25-30 m kalınlığında olup, kum-çakıl ocakları şeklinde zaman zaman işletilmektedirler.

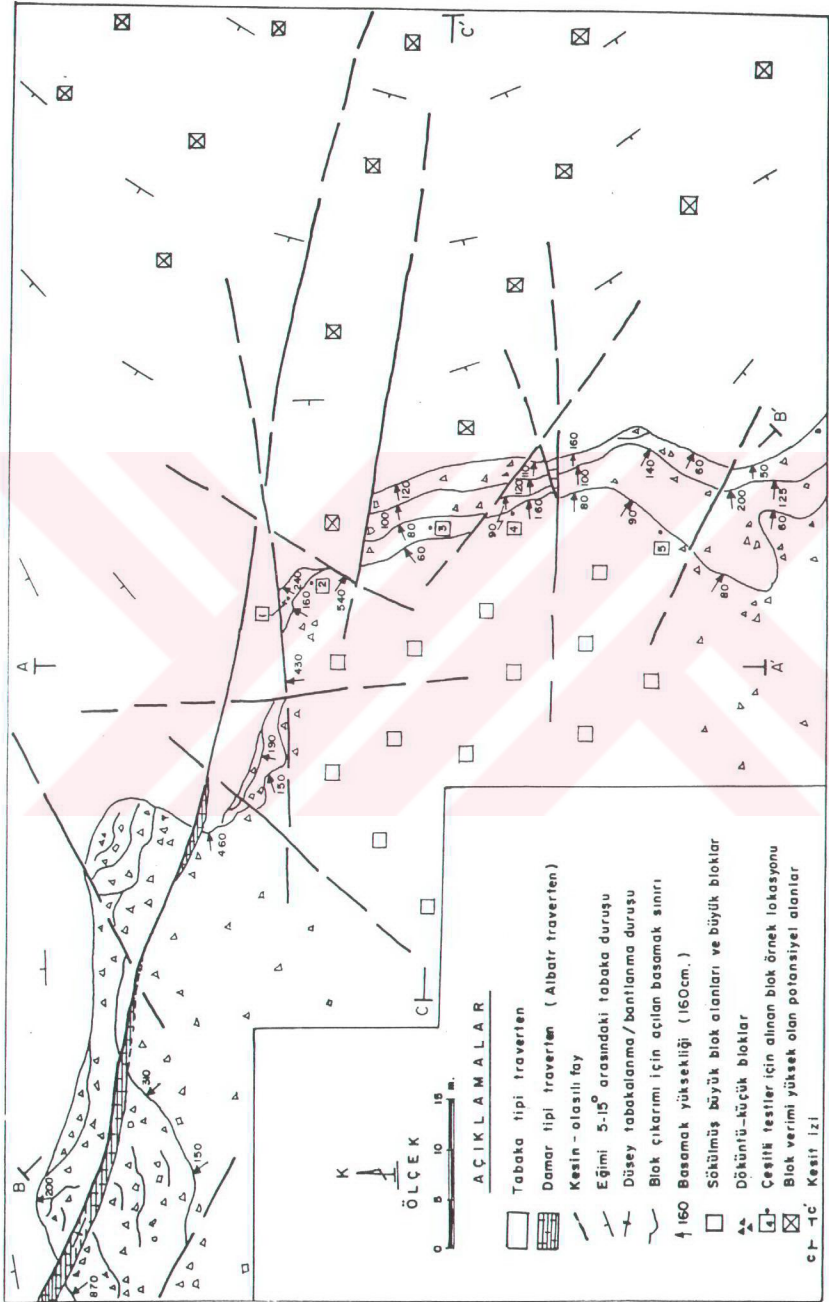
3.4.3. Sarıkaya travertenlerinin özellikleri

Sarıkaya traverten sahasında açılmış bulunan ocakta yaklaşık 8 600 m², 1/500 ölçekli ayrıntılı ocak haritası yapılmış (Şekil 3.18) ve uygun yerlerden kesitler çıkarılmıştır (Şekil 3.19).

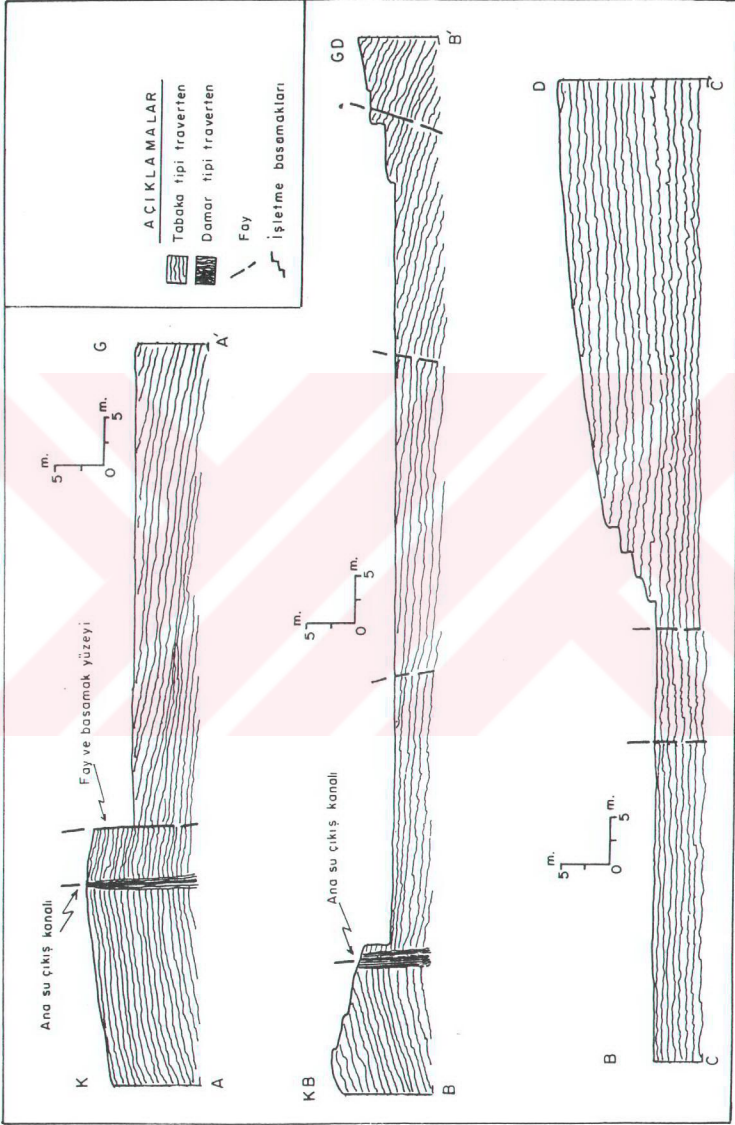
Sahada iki ayrı yayılım şeklinde bulunan travertenler, açılma çatlaklarından gelen Ca(HCO₃)₂'li sular tarafından beslenerek oluşmuşlardır. Sahada, tabaka tipi travertenler ve açılma çatlakları içerisindeki damar tipi travertenler şeklinde iki ayrı tip oluşum gözlenir. Tabaka tipi travertenler kabuksu yapıda, damar tipi travertenler de albatr yapısındadır. Sahadaki damar tipi albatr - travertenler, kuzeyde bulunan travertenlerdeki KB-GD doğrultulu açılma çatlakları içerisinde gözlenmektedir (Şekil 3.20).

Sarıkaya sahasına ait kabuksu - traverten örneklerinin mikroskopik incelemeleri, bunların genellikle mikritik, yer yer de sparitik özellikte olduklarını ve yer yer kayaç kırıntıları içerdiklerini göstermiştir (Şekil 3.21). Mikritik kesimler limonitçe zengin olup, bol gözeneklidir (Şekil 3.22). Bu travertenlerden alınan beş adet örnek üzerinde yapılan XRD incelemelerinde, kalsitin yanında eser miktarda kuvars da belirlenmiştir.

Yöredeki tabaka tipi travertenlerin kalınlıkları 5 cm'den 40 cm'ye kadar değişmekte ve sıkı pekişmiş bantlanmalardan oluşmaktadır. Travertenlerin kalınlıkları doğuya doğru artmaktadır. Tabaka duruşları genellikle batıya doğru eğimli olup, kuzey kesimlerde kuzeye, güney kesimlerde de güneye dönen eğimler ölçülmüştür. Tabaka eğimleri 5° ile 15° arasında değişmektedir. Damar tipi travertenler ise genellikle 1,5-2 m kalınlığında olup, dike yakın konumdadır.

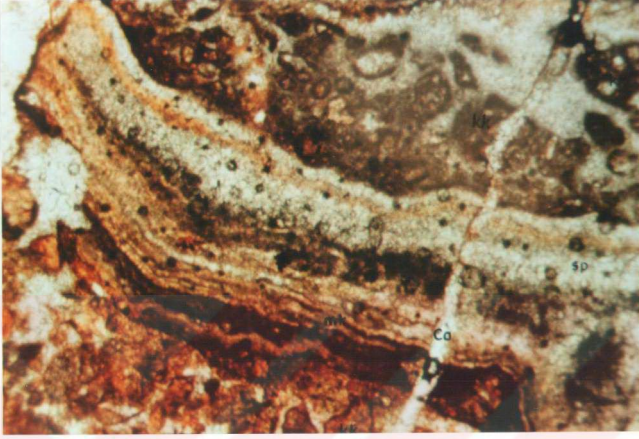


Şekil 3.18: Sankaya (Yıldızeli - Sivas) traverten işletmesi açık ocak planı

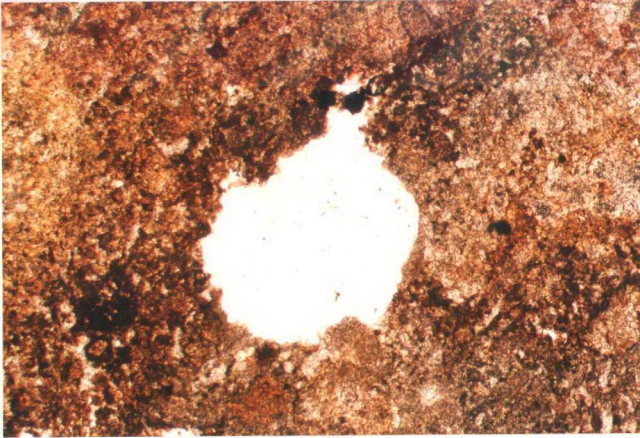




Şekil 3.20: Sarıkaya traverten sahasında, tabaka tipi travertenler (tt) ile KB - GD doğrultulu açılma çatlakları içinde gelişmiş damar tipi travertenlerden (dt) bir görünüm (GD'dan KB görünüşü)



Şekil 3.21: Sarıkaya sahası travertenlerinde, bantlı dokuda gözlenen mikritik (mk) ve sparitik (sp) kesimler ve kayaç kırıntıları (kk) ile bunları kesen kalsit damarı (Ca) (İncekesit; tek nk., 40x)



Şekil 3.22: Sarıkaya travertenlerinde, limonitçe zengin olan mikritik kesimler ve boşluk oluşumu (İncekesit; tek nk., 40x)

Sarıkaya traverten sahasında, tabaka tipi travertenlerde birbirinden farklı özellikler gösteren iki ayrı zon ayrılmıştır. I. zon, tabaka tipi travertenlerin en üst kesiminde bulunan, ortalama 1 m kalınlığındaki seviyeden oluşmaktadır. Genellikle yatay ve tabakalanmaya paralel yönlerde gelişen, sık aralıklı kırıklardan oluşan I. zon, kirli sarı renkli, iri gözenekli, az bozunmuş ve az dayanıklı bir özellik gösterir. Bunları kesen düşey kırıkların veya çatlakların bir kısmı toprak dolguludur. Bu zon işletme için uygun değildir. II. zon ise, I. zonun altında bulunan ve tabaka tipi travertenlerin alt kesimini oluşturan seviyedir. Çoğunlukla KB-GD doğrultulu kırık, çatlak ve fayların etkisinde kalmış olan II. zonda, aralıkları 1-3 m'ler arasında değişen yatay kırıklar da gözlenmiştir. Sarı-krem renkli, orta-iri gözenekli, bozunmamış ve dayanıklı bir yapı gösteren II. zonun gözenek boyutları birkaç mm ile 2.5 cm arasında değişmektedir. Bu zon, daha çok alt seviyelerde olmak üzere yer yer orta boyutlu bazalt, diyabaz ve radyolarit parçaları içermektedir. Ayrıca, kalınlıkları 2-2.5 cm'ye kadar çıkabilen kalsit dolgulanmaları da gözlenmiştir (Şekil 3.23). II. zon, ekonomik işletmelerin yapılabileceği travertenlerden oluşmaktadır.

Damar tipi travertenler ise tabaka tipi travertenler içerisinde KB-GD yönü olarak gelişmiş bir zon halindedir. Mercek yapısında gözlenen bu travertenler, yaklaşık 90 m uzunluğunda ve ortalama 1.5-2 m kalınlığındadır. Düşey duruşlu olan bu damar tipi travertenlerin dış kesimleri albatr yapılı, iç kesimleri breşik yapılıdır. Breşik yapı, genişleyen açılma çatlağına üstten düşen traverten parçalarının, sonradan gelişen çökeltiyle çimentolanması/kuşatılması sonucunda oluşmuştur. Breş boyutları 1-2 cm'den 20 cm'ye kadar değişmektedir. Bu zon çok kırıklı olup, derinlere doğru daralmaktadır. Küçük gözenekli olan bu travertenler, genellikle kırmızı-kahverengi renkli, yer yer sarı-beyaz renkli bantlanmalardan oluşmaktadır. Bant kalınlıkları, mm boyutundan 5 cm'ye kadar değişmektedir. Orta derecede bozunmuş ve az dayanıklı olan bu travertenler, kolay dağılmaktadır. Bunlar, işletilebilecek özellikte değildir.

Sahada, KD ve D'ya doğru ilerleyecek şekilde açılmış bir ocak bulunmaktadır. Bu ocakta, basamaklama yöntemiyle üretim yapılmıştır. Ancak günümüzde işletme faaliyetleri durdurulmuştur. Ocağın işletme alanında, sökülüş halde çok sayıda blok bulunmaktadır (Şekil 3.24).

Ocağın işletme basamağı yükseklikleri 2.5 m'ye kadar çıkabilmektedir. Bununla birlikte, yaklaşık 4.5-5.5 m yüksekliklerinde yarmalar da gözlenmiştir. Ancak, yatay süreksizlikler bunların basamak boyutlarını sınırlandırmaktadır. İşletme yönünü, özellikle



Şekil 3.23: Sarıkaya traverten sahasındaki bir blokta, kalınlığı 2 - 2.5 cm'ye kadar çıkabilen kalsit dolgulanması



Şekil 3.24: Sarıkaya traverten ocağında, sökülmüş halde bulunan bloklardan bir görünüm (Güneyden kuzey görünüşü)

KB-GD doğrultulu kırıklar etkilemektedir. Bununla birlikte, D ve GD yönlü bir işletmeyle blok veriminin artacağı gözlenmiştir. Sahadan çıkarılabilecek blokların maksimum boyutları 2 x 3 x 3 m civarındadır.

3.4.4. Tektonik

Sarıkaya traverten sahasında, açılma çatlakları ile eğim atımlı ve doğrultu atımlı faylar gözlenmiştir. Açılma çatlakları, kuzeydeki traverten yayılımında tamamen KB-GD doğrultulu olarak gözlenirken, güneydeki traverten yayılımında biri KB-GD doğrultulu, diğeri de KD-GB doğrultulu olmak üzere iki yönlü olarak gözlenirler. Travertenleri oluşturan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'lı suların çıkış kanalları durumunda olan açılma çatlaklarındaki bu farklılıklar, sahadaki yerel tektonik faz değişikliklerine işaret etmektedir. Buna göre sahanın kuzeyinde, önce KB-GD yönlü açılma çatlakları gelişmiş ve bulardan çıkan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'lı sular tarafından, KB-GD uzanımlı travertenler çökeltmiştir. Sonra, bu travertenlerin güneyinde yine KB-GD yönlü bir açılma çatlağı gelişmiş ve bu çatlağa bağlı olarak sahanın güneyindeki travertenler çökmeye başlamıştır. Daha sonra, bu çatlağın GB'sında KD-GB doğrultulu olan en genç açılma çatlağı gelişmiştir. Zira sahanın kuzey kesimlerinde güncel traverten oluşumları gözlenmezken, güneydeki bu çatlağa bağlı olarak gözlenmektedir.

Sahanın kuzeyinde, kuzeydeki traverten oluşumu tamamlandıktan sonra ve/veya traverten çökeltten su çıkışları güneye kaydıktan sonra, eğim atımlı normal faylar gelişmiştir. Kuzeydeki traverten yayılımının KD'su ve GB'sı boyunca KB-GD doğrultulu olarak oluşan bu fayların doğrultuya dik yöndeki kesitlerinde rotasyonel bir hareketin geliştiği gözlenmiştir. Sarıkaya traverten sahasındaki bu tektonik gelişmelerden sonra, kuzeydeki traverten yayılımının GB'sında, yaklaşık KDD-GBB doğrultulu olarak oluşan doğrultu atımlı sol yönlü fay veya faylar gelişmiştir.

3.4.5. Sarıkaya traverten sahasının rezerv durumu

Sarıkaya traverten sahasının rezervi için; önce uygun geometrik şekiller yardımıyla travertenlerin kapladığı yüzey alanı hesaplanmış, daha sonra kalınlık değişimleri dikkate alınarak travertenlerin rezervi hesaplanmıştır. Buna göre; kuzeydeki travertenlerin

gör.+muh. rezervi 3 300 000 m³, güneydeki travertenlerin ise 2 400 000 m³ olarak hesaplanmıştır.

Yüzey kaplama taşı işletmelerindeki ortalama % 40 blok verimine göre; travertenlerin gör.+muh. rezervi, kuzeydeki travertenler için 1 320 000 m³, güneydeki travertenler için ise 960 000 m³ olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, Sarıkaya travertenlerinin yüzey kaplama taşı olarak toplam gör.+muh. rezervi 2 280 000 m³ olarak hesaplanmıştır.

3.5. Uyuç Çermik Traverten Sahasının Ayrıntılı Jeolojisi

3.5.1. Konum ve ulaşım

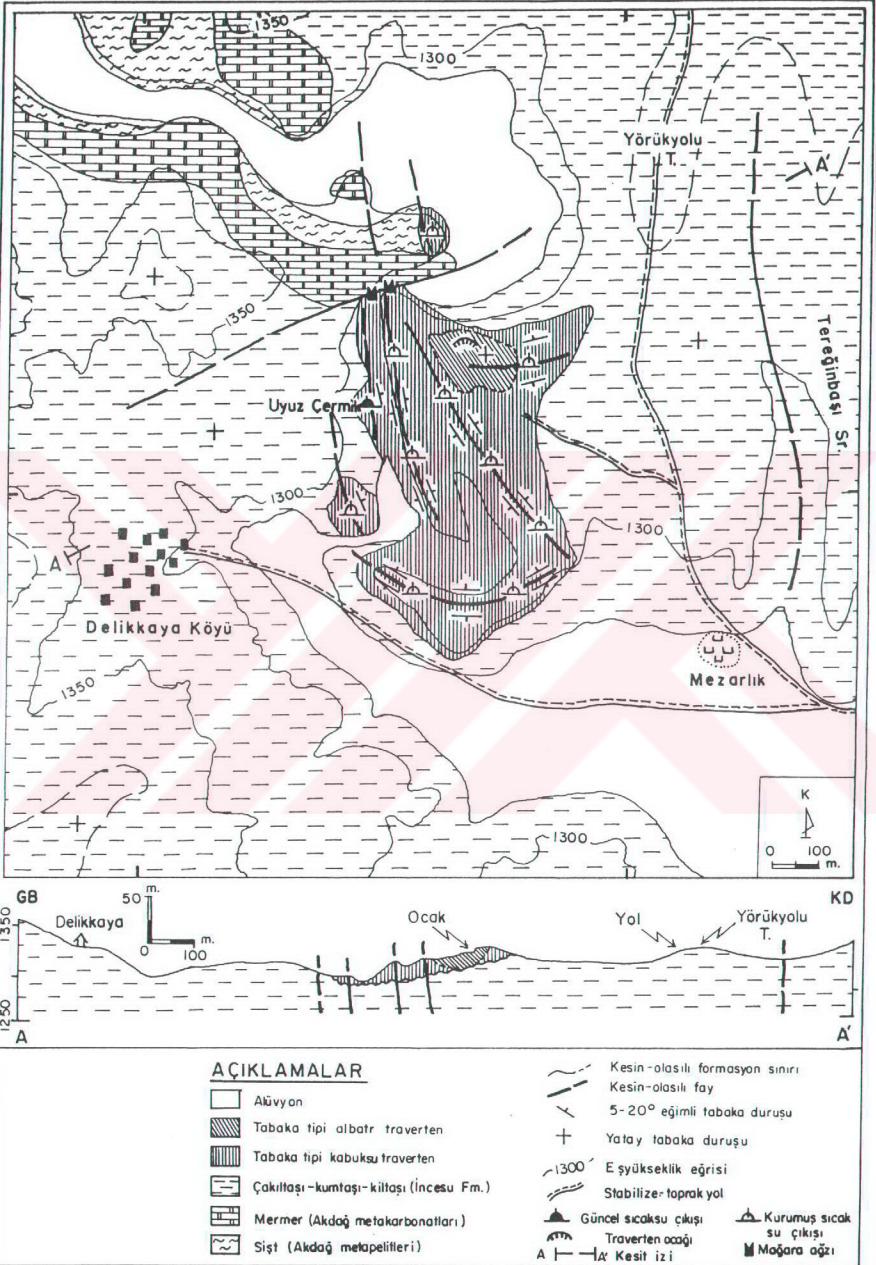
Uyuç Çermik traverten sahası, Sivas İ37-b4 paftasında ve Mumcuçiftliği köyünün yaklaşık 4 km kuzeyinde, Delikkaya Köyü'nün 450- 500 m KD'sunda yer almaktadır (EK-1).

Uyuç Çermik traverten sahasına ulaşım, Sivas-Yıldızeli karayolunun yaklaşık 26. km'sinde kuzeye ayrılan 10 km'lik bir stabilize yol ile sağlanmaktadır. Bu stabilize yolun son 250-300 m'si toprak yol niteliğinde olup, zemini rijit yapılı travertenlerden oluşmaktadır. Ulaşım ve nakliye de bir sorun bulunmamaktadır.

3.5.2. Yakın çevrede yüzeyleyen kayalar türleri

Uyuç Çermik traverten sahasında 3.20 km² 'lik, 1/10 000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası yapılmış olup, sahadaki birimler yaşlıdan gence doğru; Paleozoyik yaşlı Akdağ Metamorfikleri, Üst Miyosen yaşlı Derindere üyesi, Kuvaterner yaşlı travertenler ve alüvyonlar şeklinde ayrılmıştır (Şekil 3.25).

Akdağ Metamorfikleri; ayrıntılı çalışma alanında altta şistler, üstte mermer ile temsil edilirler. Ayrıntılı çalışma alanının KB'sında KB-GD yönlü bir yayılım sergileyen Akdağ Metamorfikleri, İncesu Formasyonu'nun Üst Miyosen yaşlı Derindere üyesi tarafından aşılmal bir uyumsuzlukla üzerlenir. Bunun yanında traverten yayılımlarının kuzey kesimlerinde, şistlerin ve mermerlerin üzerinde traverten çökelimleri de gözlenmiştir. Sahada yüzeyleyen şistler, hakim olarak gri-yeşil renkli, mermerler ise gri-beyaz renkli ve orta-kalın tabakalanmalı olarak gözlenirler.



Şekil 3.25: Uyuz Çermik (Yıldızeli-Sivas) yöresinin ayrıntılı jeolojik haritası ve kesiti

Derindere üyesi; sahada çakıldaş, kumtaşı ve kıltaşı litolojisiyle temsil edilir. Derindere üyesi, Akdağ Metamorfitleri'nin üzerine uyumsuzlukla gelir ve travertenler ve alüvyonlar tarafından da uyumsuzlukla üzerlenir. Derindere üyesinin çakıldaşları ve kumtaşıları, hakim olarak gri renkli ve polijenik malzemeli olup bazalt, diyabaz, serpantin, gabro, radyolarit, şist, amfibolit ve mermerlerden oluşmaktadır. Çakıldaşları farklı boy taneli olup, çakıl boyutları 8-10 cm'ye kadar çıkabilmektedir. Bunlar çoğunlukla siltli ve yer yer kireçli bir bağlayıcıyla gevşek bir şekilde tutturulmuşlardır. Kıltaşıları ise kırmızı ve kahverengi renkli olup, kolay dağılmaktadır.

Travertenler; Kuvaterner yaşlı olup, üç ayrı yerde gözlenmektedir. Bunlar; sahanın ortasında, kuzey kesiminde ve batı kesiminde yüzeylenmektedirler. Orta kesimde bulunan traverten oluşumu, sahanın en büyük ve en önemli travertenleridir. Kuzeyde ve batıda bulunan diğer traverten oluşumları ise küçük yayılımlar şeklinde bulunurlar. Traverten yayılımları genellikle K-G uzanımlıdır. Orta kesimdeki traverten oluşumunun K-G uzanımı yaklaşık 750 m, D-B uzanımı yaklaşık 300 m, ortalama kalınlığı 20 m, kuzeydeki traverten oluşumunun K-G uzanımı yaklaşık 100 m, D-B uzanımı yaklaşık 60 m, ortalama kalınlığı 5 m, batıdaki traverten oluşumunun ise K-G uzanımı yaklaşık 120 m, D-B uzanımı yaklaşık 110 m ve ortalama kalınlığı da 8 m civarındadır.

Güncel traverten çökelleri, sadece büyük traverten oluşumunun batı kesiminde devam etmektedir (Şekil 3.26). Sahadaki travertenler, oluşum şekli bakımından tamamen tabaka tipinde gözlenmiştir. Traverten oluşumları genellikle kabuksu yapılı, kenar ve alt kesimlerde de yer yer bitki yapılı ve breş dolgusu yapılı olarak gözlenirken, sahanın ortasında bulunan travertenlerin kuzey kesiminde ise albatr yapısında gözlenmiştir. Albatr yapılı travertenler, bu sahada, diğer sahalardaki oluşumların tersine tabaka tipinde gözlenmiştir.

Alüvyonlar ise yine Kuvaterner yaşlı olup, sahanın kuzey ve güney kesimlerinde yüzeylenmektedir. Polijenik malzemeli ve farklı boy taneli olan alüvyonların güncel oluşumları devam etmektedir. Bunlar, ortalama 10-15 m kalınlığındadır.

Uyuz Çermik sahasında bulunan alüvyonlar Yıldız Irmağı'nın KB kolu boyunca, genellikle KB-GD uzanımlı olarak yayılım gösterirler.



Şekil 3.26: Uyuz Çermik sahasındaki sırt tipi traverten oluşumları (st) ve güncel traverten oluşumlarına neden olan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'lı su çıkışları (▲) (Kuzeyden güney görünüşü)

3.5.3. Uyuz Çermik travertenlerinin özellikleri

Uyuz Çermik sahasındaki travertenler, tabaka tipi oluşumlardır. Ancak, diğer sahalarda gözlenen tek çeşit tabaka tipi traverten oluşumlarından farklı olarak, Uyuz Çermik sahasında iki çeşit tabaka tipi traverten oluşumu gözlenmiştir. Bunlardan birincisi, diğer sahalarda da yaygın olarak gözlenen iri boşluklu, düzensiz bantlanmalı, çoğunlukla mikritik özellikteki, kabuksu yapılu tabaka tipi travertenlerdir. İkincisi ise diğer sahalarda damar tipinde gözlenen, iri boşluk içermeyen, ince ve düzenli bantlanmalı ve çoğunlukla sparitik özellikteki, albatr yapılu tabaka tipi travertenlerden oluşmaktadır.

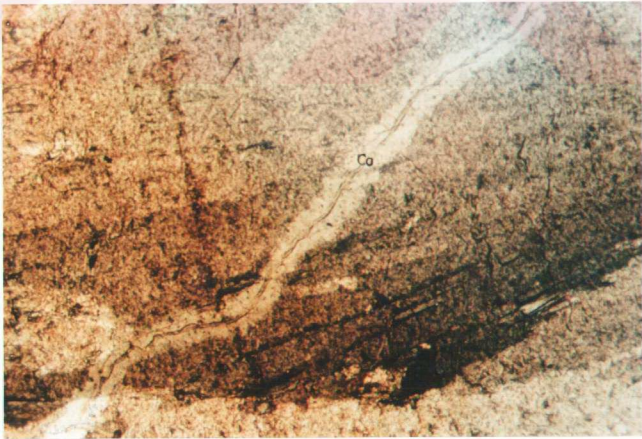
Sahanın ortasında yüzeyleyen kabuksu yapıdaki travertenlerin kuzey kesiminde bulunan tabaka tipindeki albatr travertenler; yüzeye çıkan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ içerikli suların, çukur bir alanda göllenecek şekilde birikip, CaCO_3 'ünü yavaş yavaş çöktmesi sonucunda, yatay bantlanmalı olarak oluşmuştur. Albatr travertenlerin oluşumuna neden olan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ içerikli sular, yaklaşık D-B doğrultulu bir açılma çatlağından çıkmıştır. Açılmış olan yarmalarda, bunların taban kesimlerinde Derindere üyesine ait kayaçlar gözlenmektedir. Ayrıca, bu travertenlerin, tabanda tane boyu 5 cm'ye kadar çıkan kayaç parçalarının arasındaki boşlukları doldurarak, breş dolgusu yapısında çimentolandıkları gözlenmiştir. Yani, paleotopoğrafyanın durumuna göre, kısmen Derindere üyesi üzerinde, kısmen de kabuksu - travertenler üzerinde çökelmişlerdir.

Albatr yapılu travertenlerin mikroskopik incelemeleri, bunların çoğunlukla sparitik dokulu olduklarını göstermiştir (Şekil 3.27). Gözenekliliğin çok az olduğu bu albatr yapılu travertenlerde, yer yer kalsit dolgulanmalı mikrofissürlere de rastlanılmıştır (Şekil 3.28). Bunun yanında, bu zona ait travertenlerden alınan beş adet örnek üzerinde yapılan XRD incelemelerinde, eser miktarlarda kuvars ve feldispatların da bulunduğu saptanmıştır.

Uyuz Çermik traverten sahasında gözlenen tabaka tipi - albatr yapılu travertenler, iki ayrı zon şeklinde ayırtlanmıştır. Bunlardan I. zon, albatr - travertenlerin en üstte bulunan 40-50 cm kalınlıktaki seviyesini oluşturmaktadır. Sarı - krem, beyaz ve kırmızı renkli bantlardan oluşan bu zon, az bozunmuş ve az dayanıklı bir yapı gösterir. Çok kırıklı olan bu zonun işletilebilir niteliği bulunmamaktadır. II. zon ise I. zonun altındaki albatr travertenlerden oluşmaktadır. Kırmızı, sarı - krem ve beyaz bantlanmalı olan II. zonun bantlanma kalınlıkları mm boyutundan cm boyutuna kadar çıkmaktadır. Bu zonun üst kesimlerinde hakim olarak kırmızı bantlanmalar, alt kesimlerinde ise hakim olarak krem



Şekil 3.27: Uyuz Çermik sahasında bulunan albatr yapılı tabaka tipi travertenlerdeki sparitik kesimler (İncekesit; çift nk., 40x)



Şekil 3.28: Uyuz Çermik sahasındaki, albatr yapılı tabaka tipi travertenlerde gözlenen, kalsit dolgulanmalı (Ca) mikro çatlaklar (İncekesit; tek nk., 40x)

renkli bantlanmalar gözlenir. Yer yer gözlenen boşluk oluşumları, üst kesimlerde nispeten geniş (5-8 mm) iken, alt kesimlerde küçük (1-2 mm) boyutludur. II. zonda, çeşitli yönlerde gelişmiş olan çok sayıda kırık ve çatlak bulunmaktadır. Genellikle tabaka sınırları boyunca gelişmiş yatay kırıklar, blok kalınlığını belirlemekte ve bu kalınlık 60 cm'ye kadar çıkabilmektedir. Bu zondaki travertenler, hediyelik - süs eşyası yapımına yönelik olarak, basamaklama yöntemiyle işletilmektedir. Bu zondan çıkarılabilecek blok boyutları maksimum 60 x 50 x 40 cm civarındadır.

Sahadaki kabuksu travertenler de kendi içinde iki ayrı zon şeklinde ayrılmıştır. I. zon, tabaka tipi kabuksu travertenlerin en üstte bulunan 1-1.5 m kalınlığındaki seviyesini oluşturmaktadır. Sarı - krem renkli, iri boşluklu, yer yer bitki yapılı, az bozunmuş ve az dayanıklı bir yapı gösteren bu zon dekapaj malzemesi durumundadır. II. zon ise I. zonan altında bulunan seviyeden oluşmaktadır. Bu zon, sarı - krem renkli ve iri boşluklu olup, gözenek boyutları mm boyutundan 2.5 cm'ye kadar değişmektedir. Bunlar, bozunmamış ve dayanıklı/az dayanıklı bir yapıda gözlenmişlerdir. Sahada, bu zona ait travertenlerin, yüzey kaplama taşı ve yapıtaşına yönelik olarak zaman zaman işletildikleri gözlenmiştir. Bu zondan çıkarılabilecek blok boyutları maksimum 2 x 2 x 2.5 m civarındadır.

3.5.4. Tektonik

Uyuz Çermik traverten sahasında gözlenen tektonik yapıların en önemlisini açılma çatlakları oluşturmaktadır. Travertenlerde gözlenen bu açılma çatlakları, K-G, KB-GD ve D-B yönlü olarak gelişmişlerdir. Ancak albatr yapısındaki tabaka tipi travertenlerin, yaklaşık D-B doğrultulu bir açılma çatlağına bağlı olarak oluştuğu gözlenmiştir. Aktif traverten oluşumunun gerçekleştiği alandaki $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'li su çıkışları, K-G doğrultulu açılma çatlağından gelmektedir. Sahadaki açılma çatlakları boyunca, genellikle sırt tipi traverten oluşumları gözlenmektedir.

3.5.5. Uyuz Çermik traverten sahasının rezerv durumu

Uyuz Çermik sahasında iki ayrı traverten rezervi hesaplanmıştır. Bunlardan birincisi, albatr yapılı tabaka tipi travertenlerin rezervi olup, bunlar çoğunlukla hediyelik-süs eşyası yapımında kullanılmaktadırlar. İkincisi ise kabuksu yapılı tabaka tipi

travertenlerin rezervleri olup, bunlar da yüzey kaplama taşı ve yapıtaşı olarak değerlendirilmektedirler.

Uyuz Çermik sahasındaki albatr yapılı tabaka tipi travertenlerin gör.+muh. rezervi yaklaşık 120 000 m³ olarak hesaplanmıştır. Hediyelik-süs eşyası yapımında kullanılan bu albatr yapılı travertenlerin % 70'lik bir randımanla değerlendirilebileceği düşünülmüştür. Buna göre, sahadaki albatr yapılı tabaka tipi travertenlerin üretilebilir rezervi 84 000 m³ tür.

Uyuz Çermik sahasındaki kabuksu yapılı tabaka tipi travertenlerin gör.+muh. rezervi ise yaklaşık 2 600 000 m³ olarak hesaplanmıştır. Yüzey kaplama taşı işletmelerinde ortalama % 40 blok verimine göre; bu travertenlerden kazanılabilecek gör.+muh. rezervi 1 040 000 m³ olarak hesaplanmıştır.

3.6. İnceleme Alanındaki Travertenlerin Oluşumu

3.6.1. Önceki araştırmacıların görüşleri

İnceleme alanındaki travertenlerin oluşumlarına yönelik olarak yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte, yörede farklı amaçlara yönelik olarak çalışan Gökalp (1972), Aktimur ve diğ. (1990), Aral ve Söylem (1991), Ergin (1992) gibi araştırmacılar, travertenlerin oluşumlarıyla ilgili görüşlerini dile getirmişlerdir. Bu araştırmacıların görüşleri, aşağıda verilmiştir.

Gökalp (1972), "Sıcak Çermik kaplıcası (Sivas) hidrojeoloji etüd raporu" adlı çalışmasında; travertenlerin, ilk sıcak su çıkışlarında, suların doğu ve batıya yayılmaları sonucunda oluştuğunu, daha sonra travertenlerde, tektonik etkilerle yarık ve çatlakların geliştiğini belirtmektedir. Araştırmacı, travertenlerdeki yarık ve çatlaklarda bulunan dik tabakalı oluşumları "oniks" diye tanımlamakta ve bunların silice zengin su çıkışları neticesinde oluşmuş olabileceğini düşünmektedir.

Aktimur ve diğ. (1990), "Sivas-Erzincan Tersiyer havzasının jeolojisi" adlı çalışmalarında; travertenlerin Neotektonik dönemde oluşmuş doğrultu atımlı faylara bağlı olarak çökeldiğini belirtmektedirler.

Aral ve Söylem (1991), "Sıcak Çermik (Sivas) sıcak su kaynaklarının jeolojik ve hidrojeolojik incelemesi" adlı çalışmalarında; travertenlerin, derinlerden ısınarak gelen ve çeşitli mineral eriyikleri ile CaCO₃ içeren sıcak suların, tektonik kırık hatları ve çatlaklar

boyunca yüzeye çıkıp, bugünkü konumlarına ulaştıklarını belirtmektedirler. Araştırmacılar, yüzeye çıkan suların, bünyelerinde taşıdıkları CaCO_3 'ü, kaynak ve çevresinde çökttiklerini ifade etmektedirler.

Ergin (1992), "Sıcak Çermik (Sivas-Yıldızeli) yöresinin jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları" adlı çalışmasında; travertenlerin, sıcak suların yüzeye çıkması ve sular içindeki iyonların çökmesiyle oluştuğunu belirtmektedir. Yarık ve çatlaklar içerisinde "oniks" diye tanımladığı oluşumların ise sıcak suların içindeki silisin çökmesiyle oluşmuş olabileceğini ifade etmektedir.

3.6.2. Bulgular

İnceleme alanında, Paleozoyik'ten güncel kadar değişen yaş aralığında çeşitli kayalık türleri yüzeylenmekte olup, traverten oluşumlarının genellikle Üst Miyosen yaşlı Derindere üyesi üzerinde uyumsuz olarak bulunduğu gözlenmektedir.

İnceleme alanında yüzeyleyen traverten oluşumlarının en önemlileri; Karlıkaya, Kandilsırtı, Sarıkaya ve Uzun Çermik yörelerinde gözlenmiştir. Traverten oluşumlarının en büyüğü Sıcak Çermik yakınlarındaki Karlıkaya ve Kandilsırtı travertenleri olup, bunların K-G uzanımı yaklaşık 5 km, D-B uzanımı 2 km (orta kesimde) ve ortalama kalınlığı ise 30 m civarındadır.

İnceleme alanında, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ içerikli su çıkışları bulunmaktadır. Açılma çatlaklarından çıkan bu suların, çatlaklar içinde damar tipi, yüzeyde akarken ise tabaka tipi travertenleri oluşturduğu gözlenmektedir.

İnceleme alanındaki travertenler; yapısal açıdan, genellikle kabuksu (süngerimsi) ve albatr yapılı olarak, yer yer ise bitki yapılı ve breş dolgusu yapılı olarak bulunmaktadırlar. Kabuksu - travertenler; iri boşluklu ve hakim sarı - krem renkli, albatr - travertenler; genellikle boşluksuz, sarı - krem, kırmızı - kahverengi ve beyaz renklerden oluşan ince bantlanmalı, bitki yapılı travertenler; genellikle ince borular şeklinde ve sarı - krem renkli, breş dolgusu yapılı travertenler ise; kayalık parçalarının arasındaki boşlukları doldurmuş şekilde ve sarı - krem - kahverengi renklidirler. Bitki yapısı ve breş dolgusu yapısı, traverten oluşumlarının genellikle taban ve kenar kesimlerinde gözlenmektedirler.

Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya yörelerindeki kabuksu - travertenler tabaka tipinde, albatr - travertenler ise tümüyle damar tipinde gözlenirken, Uyuz Çermik yöresindeki kabuksu ve albatr yapılı travertenlerin her iki tipi de tabaka tipinde gözlenmiştir. Buna bağlı olarak; her kabuksu - traverten oluşumunun tabaka tipinde bulunduğu, ancak her albatr - traverten oluşumunun sadece damar tipinde değil, tabaka tipinde de bulunabileceği söylenilebilir.

İnceleme alanındaki travertenlerin oluşumlarında etkili olduğu düşünülen parametreler aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

(i) Bölgenin yağış rejimi ve Yıldız Irmağı ile Kalın Irmağı gibi yüksek debili akarsuların bulunması, traverten oluşumları için gerekli suyun meteorik kökenli olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca, Kaçaroğlu ve diğ. (1994) tarafından Sıcak Çermik sularında yapılan Trityum, Oksijen-18 ve Döteryum izotoplarının analiz sonuçları, alandaki sicalsuların meteorik kökenli olduğunu ve yaşının 50 yıl civarında olduğunu göstermiştir.

(ii) Akdağ metamorfitlelerine ait mermerler, bol kırık ve çatlaklı olup; traverten oluşumları için en önemli kaynak kayaç (CaCO_3) durumundadır.

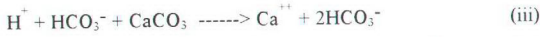
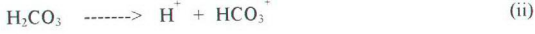
(iii) İnceleme alanının batı kesiminde yüzeyleyen Üst Pliyosen yaşlı Bayat volkanitlerinin derinlik ve/veya yarıderinlik türevlerinin, CO_2 gazı için kaynak olduğu düşünülmektedir. Zira, inceleme alanı dışındaki bazı alanlarda gözlenen CO_2 çıkışlarının, Yılmaz (1996; sözlü görüşme), Ayaz ve Kızılsu (1997) gibi araştırmacılarca magmatik kökenli oldukları belirtilmektedir.

(iv) İnceleme alanında bulunan ve genellikle K-G yönlü olarak gelişmiş çok sayıdaki açılma çatlakları, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'li su çıkışları için uygun kanallar durumundadırlar.

3.6.3. Tartışma

İnceleme alanında, derinlere sızan meteorik kökenli sular, Bayat volkanitlerinin bir ürünü olarak çıkan CO_2 'i içine alarak, karbonikasıtçe zenginleşmiş çözücü özelliği fazla sular haline gelmişlerdir. Oluşan H_2CO_3 (i), H^+ ve HCO_3^- şeklinde iyonlarına ayırmış (ii) ve Akdağ Metamorfitleleri'ne ait mermerlerin kırık ve çatlaklarından geçerken CaCO_3 'ü etkilemiştir (iii). Mermerlerin çözünmesi geliştikçe, sular bünyelerine önemli miktarlarda Ca^{++} ve HCO_3^- iyonlarını alarak çözelti haline dönüşmüş ve $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ içeriği açısından zenginleşmiştir. Daha sonra bu sular,

yüzeye yaklaştıkça ve/veya yüzeye çıktıklarında CO_2 basıncının azalmasına bağlı olarak CaCO_3 'ü çökeltirerek travertenleri oluşturmuştur (iv).



Bu traverten oluşumları, açılma çatlakları içinde damar tipi travertenler olarak, yeryüzeyinde ise tabaka tipi travertenler olarak çökelmişlerdir.

İnceleme alanındaki albatr - traverten oluşumları, genellikle damar tipi oluşumlar şeklinde gözlenmektedir. Damar tipi albatr - traverten oluşumları, çatlaklar boyunca gelişmiş olan traverten çökeltilerinin, devam eden açılmalarla tekrar yarılp, yeniden dolgulanması ve bunun tekrarlanmasıyla oluşmaktadır. Bununla birlikte, Uyuz Çermik sahasında yüzeyleyen albatr - travertenler, tabaka tipinde oluşmuşlardır. Bunlar, yüzeye çıkan $\text{Ca}(\text{H}_2\text{CO}_3)_2$ içerikli suların göllenmeler yapacak şekilde birikip, CaCO_3 'ünü yavaş yavaş çökeltilmesiyle oluşmuşlardır.

İnceleme alanında yüzeyleyen travertenlerin boyutları ve yayılımları çok farklılık göstermektedir. Traverten yüzeylemelerinin boyutlarında gözlenen bu farklılıklarda çeşitli parametreler etkili olmuştur. Bu parametrelerin en önemlileri; (1) travertenlere kaynak kayaç durumunda olan tabandaki mermerlerin varlığı ve bolluğu, (2) mermerlerin bol kırıklı/çatlaklı olması, (3) mermerleri kateden yeraltı sularına karışan CO_2 'in miktarı ve (4) mermerlerden çözünmeyle oluşan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ içerikli çözelti sularının çıkabileceği, uygun açılma çatlaklarının ve/veya kırıkların bulunması, şeklinde sıralanabilir.

İnceleme alanındaki yayılımı en fazla olan traverten oluşumu, Bayat suyu ile Kalın Irmağı'nın keşişiminde, Sıcak Çermik yöresinde bulunmaktadır. Bunun nedeni; traverten oluşumları için gerekli olan jeolojik koşulların en çok bu yörede sağlanmasıdır. Bu jeolojik koşullar; tabanda travertenler için kaynak kayaç olan mermerlerin yaygın olarak bulunması, yeraltı suyuna bol miktarda CO_2 'in karışması ve derin açılma çatlaklarının gözlenmesi şeklinde özetlenebilir.

Bayat volkanitlerine daha yakın alanlarda, tabanda mermerler bulunduğu halde yeryüzeyinde travertenlerin gözlenemeyişi, bu kesimlerde $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'li suların gelişini kolaylaştıracak bir alçılma çatlağının bulunmamasından kaynaklanmış olabilir. Bayat

volkanitlerinin yayılım gösterdiği alana uzak kesimlerdeki traverten oluşumlarında ise CO₂'in, bu volkanitlerin tabandaki yarı derinlik/derinlik türevlerinden ve/veya bunlarla bağlantılı kırıklardan sağlandığı düşünülebilir.

4. İNCELEME ALANINDAKİ TRAVERTENLERİNİN ENDÜSTRİYEL ÖZELLİKLERİ

4.1. Yapılan Testler ve Değerlendirmelerle İlgili Ön Bilgiler

İnceleme alanındaki travertenlerin endüstriyel özelliklerinin belirlenmesi için; blok verme (1. yöntem), renk ve desen özelliği jeolojik yöntemlerle, levhalar şeklinde dilimlenebilme, cilalanabilme ve parlayabilme özellikleri işlemecilikte kullanılan yöntemlere göre, Mohs sertliği TS 6809 (1989)'a göre, blok verme (2. yöntem), suda dağılma dayanımı ve Schmidt sertlikleri ISRM (1978)'e göre, saydamlık Türkiye Mermer Envanteri (MTA, 1966)'ya göre, birim hacim kütlesi, özgül kütle, doluluk oranı, kütlece ve hacimce su emme, gözeneklilik, aşınma, tek eksenli basınç dayanımı, don sonu tek eksenli basınç dayanımı, eğilme dayanımı, darbe dayanımı, dona karşı dayanım, don kaybı, açık hava tesirlerine dayanım, paslanma ve asitlere karşı dayanım testleri ise TS 699 (1987)'ye göre yapılmış ve sonuçlar, TS 2513 (1977)'de belirtilen kullanım standartlarına göre yorumlanmıştır.

Yapılan testlere ait sonuçlar ve bunların istatistiksel değerlendirilmesi tablolar halinde verilmiştir. Testler, sahada travertenlerin üst seviyelerinden alt seviyelerine doğru alınan örnek sırasıyla yapılmış ve sonuçlar tablolarda aynı sırayla verilmiştir. Tablolarda; test sonuçları, minimum ve maksimum değerler, aritmetik ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri verilmiştir. Aritmetik ortalama ($\bar{X}$), standart sapma (S) ve standart hata ($S\bar{x}$) değerleri aşağıdaki bağıntılarla hesaplanmıştır (x : test sonuçlarını, n : örnek sayısını göstermektedir).

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} ; \quad S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}} ; \quad S\bar{x} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

4.2. Blok Verme Özelliği

İnceleme alanındaki travertenlerin blok verme özellikleri; (i) ana kırıklarla sınırlanmış doğal blok kütlelerinin ve ocaklarda sökülüşmüş olan blokların ölçülmesi, (ii) hacimsel eklem sayısı ölçümleri şeklinde olmak üzere iki farklı yöntemle yapılmıştır.

(i) Ana kırıklarla sınırlanmış doğal blok kütlelerinin ve ocaklarda sökülüşmüş olan blokların ölçülmesi yöntemine göre; Sıcak Çermik-Karlıkaya travertenleri max. 2 x 3 x 3 m, Sıcak Çermik-Kandilsırtı travertenleri max. 2 x 2.5 x 3 m, Sarıkaya travertenleri max. 2 x 3 x 3 m, Uyuz Çermik travertenleri max. 2 x 2 x 2.5 m ve Uyuz Çermik albatr- travertenleri de max. 60 x 50 x 40 cm ebatlarında blok verme özelliklerine sahiptirler.

(ii) Hacimsel eklem sayısı (J_v) yönteminde (ISRM, 1978), travertenlerin eklem (kırık/çatlak) takımlarının dik yönlerinde çeşitli ölçümler yapılmış ve $J_v = (e_1/a_1) + (e_2/a_2) + (e_3/a_3) + (e_4/a_4)$ bağıntısıyla hacimsel eklem sayısı bulunmuştur ($e_{1,2,3,4}$: eklem (kırık/çatlak) sayısı (adet), $a_{1,2,3,4}$: ölçüm mesafesi (m)). Daha sonra, bulunan " J_v " değeri, Tablo 4.1'e göre değerlendirilmiştir.

Hacimsel eklem sayısı yönteminde, her traverten sahası için dörder adet ölçüm yapılmış olup, ölçüm yönleri ilk üç ölçümde eklem (kırık/çatlak) takımlarına dik yönlerde olacak şekilde, dördüncü ölçümde ise rastgele olarak veya uygun yarmalarda düşey yönde olacak şekilde seçilmiştir. Buna göre; Sıcak Çermik-Karlıkaya travertenlerinde ilk ölçümde 25 m'lik mesafede 4 adet, ikinci ölçümde 20 m'lik mesafede 5 adet, üçüncü ölçümde 10 m'lik mesafede 4 adet ve düşey yönde yapılan dördüncü ölçümde 7 m'lik mesafede 3 adet kırık/çatlak ölçülmüş ve hacimsel eklem sayısı 1.2 eklem / m olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.2). Sıcak Çermik-Kandilsırtı travertenlerinde ilk ölçümde 20 m'lik mesafede 8 adet, ikinci ölçümde 25 m'lik mesafede 12 adet, üçüncü ölçümde 25 m'lik mesafede 7 adet ve dördüncü ölçümde 10 m'lik mesafede 3 adet kırık/çatlak ölçülmüş ve hacimsel eklem sayısı 1.5 eklem / m olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.2). Sarıkaya travertenlerinde ilk ölçümde 20 m'lik mesafede 4 adet, ikinci ölçümde 20 m'lik mesafede 6 adet, üçüncü ölçümde 10 m'lik mesafede 5 adet ve dördüncü ölçümde 10 m'lik mesafede 3 adet kırık/çatlak ölçülmüş ve hacimsel eklem sayısı 1.3 eklem / m olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.2). Uyuz Çermik albatr- travertenlerinde ise birinci ölçümde 5 m'lik mesafede 5 adet, ikinci ölçümde 5 m'lik mesafede 14 adet, üçüncü ölçümde 5 m'lik mesafede 15 adet ve düşey yönde yapılan

Tablo 4.1: Hacimsel eklem sayısı değerlerine göre blok boyutlarının tanımlanması (I.S.R.M., 1987'den)

Tanımlama	Hacimsel Eklem Sayısı [Jv] (eklem / m ³)
Çok büyük bloklar	< 1
Büyük bloklar	1-3
Orta boyutlu bloklar	3-10
Küçük bloklar	10-30
Çok küçük bloklar	> 30
Kırılmış kayaç	> 60

Tablo 4.2: İnceleme alanındaki travertenlerin hacimsel eklem sayısı (Jv) ölçümleri

Saha / Ocak İsmi	Ölçüm Hattı	Ölçüm Mesafesi (m)	Eklem (Kırık/Çatlak) Sayısı (adet)	Hacimsel Eklem Sayısı [Jv] (eklem / m)
Sıcak Çermik - Karlıkaya	1	25	4	1.2
	2	20	5	
	3	10	4	
	4	7	3	
Sıcak Çermik - Kandilsırtı	1	20	8	1.5
	2	25	12	
	3	25	7	
	4	10	3	
Sarıkaya	1	20	4	1.3
	2	20	6	
	3	10	5	
	4	10	3	
Uyuz Çermik	1	5	5	11
	2	5	14	
	3	5	15	
	4	3	16	

dördüncü ölçümde 3 m'lik mesafede 16 adet eklem (kırık/çatlak) ölçülmüş ve hacimsel eklem sayısı 11 eklem / m olarak hesaplanmıştır.

Bu sonuçlar, Tablo 4.1'deki sınır değerlerine göre değerlendirildiklerinde; Sıcak Çermik-Karlıkaya ve Kandilsırtı ile Sarıkaya travertenlerinin büyük boyutlu bloklar verdikleri, Uyuz Çermik albatr-travertenlerinin ise küçük boyutlu bloklar verdikleri görülmektedir. Bununla birlikte, kırık ve çatlak oluşumlarına neden olan darbeli bloktaş çıkarma yöntemleri, blok boyutlarını olumsuz yönde etkilemekte ve blok boyutlarını küçültmektedir.

4.2. Renk ve Desen Özelliği

İnceleme alanında bulunan travertenler, kabuksu yapılı ve albatr yapılı olmak üzere iki kısımda bulunurlar. Sıcak Çermik-Karlıkaya ve Kandilsırtı mevkiileri ile Sarıkaya yöresinde, ekonomik potansiyelleri açısından kabuksu yapılı travertenler ön plana çıkarken, Uyuz Çermik yöresinde albatr yapılı travertenler ön plana çıkmaktadır.

Kabuksu yapılı travertenler, genellikle sarı - krem renkli ve iri boşluklu olup, gözenekler çoğunlukla elipsoid yapılıdır (Şekil 4.1). Bunlarda, yer yer beyaz renkli kalsit damarları da gözlenmektedir. Sarıkaya travertenlerinde, I. zon ile II. zonun üst seviyelerinde yüksek demir içeriğini karakterize eden kırmızı-kahve renkli bantlanmalar da bulunmaktadır (Şekil 4.2). Renk ve desen homojenliğini olumsuz yönde etkileyen bu özelliklere, kısmen Sıcak Çermik-Kandilsırtı mevkiinde de rastlanılmaktadır. Sıcak Çermik-Karlıkaya mevki ve çevresindeki kabuksu yapılı travertenler, renk ve desen özelliği açısından, inceleme alanının en homojen travertenlerini oluşturmaktadır.

Albatr yapılı travertenler ise sarı - krem, kırmızı - kahve ve beyaz renkli ince bantlardan oluşmaktadır. İri boşlukların fazla gözlenmediği bu travertenler, hediyeelik - süs eşyası yapımı için estetik renk ve desene sahiptirler. Uyuz Çermik sahasında bulunan tabaka tipi-albatr travertenlerden başka, Sıcak Çermik-Karlıkaya mevkiinin KD'sunda bulunan damar tipi albatr - travertenlerde de benzer özellikler gözlenmektedir.

4.3. Levhalar Şeklinde Dilimlenebilme Özelliği

İnceleme alanında bulunan kabuksu yapılı travertenler, 2-2.5 cm kalınlıklarında levhalar halinde rahatlıkla kesilebilmektedir. Kabuksu yapılı travertenler daha ince



Şekil 4.1: İnceleme alanında, genellikle sarı - krem renkli olarak bulunan ve çoğunlukla elipsoid şekilli olan, iri boşluklu kabuksu - travertenler (Karlıkaya traverten sahası, ocak içi)



Şekil 4.2: Sarıkaya travertenlerinin üst seviyelerde gözlenen ve yüksek demir içeriğini karakterize eden kırmızı-kahve renkli bantlanmalar (Sarıkaya traverten sahası, ocak içi)

kesildiklerinde, iri boşlukların delik yapması sorunu çıkmakta ve levhanın dayanımı azalmaktadır. 2-2.5 cm kalınlıklarındaki kabuksu-traverten levhalarının kenar-köşe kesimleri olumlu sonuçlar verirken, daha ince olanlarda kırılmalar gözlenmektedir.

Albatr yapılı travertenler, normal olarak 1 cm kalınlığında veya daha ince levhalar halinde rahatlıkla kesilebilmektedirler. Ancak, levhaların inceltilmesine bağlı olarak levha yüzey alanlarının da küçültülmesi gerekmektedir, aksi taktirde kırılmalık artmaktadır. Kenar ve köşe kesimleri olumlu sonuçlar veren albtr - travertenlerin yuvarlatılabilme ve oyulabilme özellikleri de iyidir. Bu nedenle, hediyeelik - süs eşyası yapımında kullanılabilmektedirler.

4.4. Cilalanabilme ve Parlayabilme Özelliği

İnceleme alanında bulunan kabuksu ve albtr yapılı travertenler, levhalar şeklinde kesildikten sonra zımparalanarak yüzey pürüzleri giderilmiş ve cilalanıp parlayabilme özellikleri test edilmiştir. Yapılan testlerde, albtr - travertenlerin kabuksu travertenlere göre çok daha iyi cilandığı ve parladığı gözlenmiştir. Bunun en önemli nedeni, albtr - travertenlerin çoğunlukla sparitik, kabuksu - travertenlerin ise çoğunlukla mikritik dokulu olmalarıdır. Bunun yanında, albtr - travertenlerin gözenekliliklerinin az olması da cilalanabilme ve parlayabilme özelliğini arttırmaktadır.

Kabuksu - travertenlerin cilalanıp parlayabilme özelliklerinde meydana gelen değişimler üç yıl süreyle izlenerek incelenmiş olup; 1. yıl sonunda, açık hava tesirlerine bağlı olarak matlaşmalar belirlenmiş, 2. yıl sonunda, matlaşmanın arttığı, 3. yıl sonunda ise matlaşmanın daha fazla ilerlemediği gözlenmiştir. Hediyeelik - süs eşyası yapımında kullanılan albtr - travertenlerde ise matlaşma tehlikesi bulunmamaktadır. Kabuksu - travertenlerin parlaklıkları, vernikleme yöntemiyle daha uzun ömürlü olabilmektedir.

4.5. Birim hacim kütlesi

İnceleme alanındaki travertenlerin birim hacim kütleleri, her saha için 5'er adet örnek üzerinde, boyutları yaklaşık 70 x 70 x 70 mm olan küp örnekler kullanılarak test edilmiş ve $d_h = G_k \div V$ bağıntısıyla hesaplanmıştır (d_h: birim hacim kütlesi [gr/cm³]; G_k: değışmez kütleye kadar kurutulmuş örneğin kütlesi [gr]; V: örneğin hacmi [cm³]).

İnceleme alanındaki travertenlerin birim hacim kütlesi test sonuçları ve istatistiksel değerlendirilmeleri Tablo 4.3'de görülmektedir. Bu sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin ortalama birim hacim kütleleri; Karlıkaya travertenlerinde 2.36 ± 0.06 gr/cm³, Kandilsırtı travertenlerinde 2.34 ± 0.03 gr/cm³, Sarıkaya travertenlerinde 2.56 ± 0.14 gr/cm³ ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde 2.66 ± 0.04 gr/cm³ olarak belirlenmiştir.

Anon (1979) tarafından yapılan, kayaların birim hacim kütleleri ile ilgili tanımlamalar Tablo 4.4'de verilmiştir. Bu sınıflamaya göre; Karlıkaya ve Kandilsırtı travertenleri orta, Sarıkaya travertenleri orta-yüksek, Uyuz Çermik travertenleri ise yüksek birim hacim kütleli olarak tanımlanmıştır.

4.6. Özgül Kütle

İnceleme alanındaki travertenlerin özgül kütleleri, her saha için 5'er adet öğütülmüş örnek üzerinde test edilmiş ve her örnek için yaklaşık 250 gr, inceleme alanının tümü için ise toplam yaklaşık 5 kg'lık örnek kullanılmıştır. Özgül kütle testleri; $do = [G_{pn} - G_p] \div [(G_{pn} - G_p) - (G_{pns} - G_{ps})]$ bağıntısıyla hesaplanmıştır (do: Özgül kütle, G_{pn} : Piknometre + örnek kütlesi [gr], G_p : Piknometre kütlesi [gr], G_{pns} : Piknometre + örnek + su kütlesi [gr], G_{ps} : Piknometre + su kütlesi [gr]).

İnceleme alanındaki travertenlerin özgül kütle testleri sonuçları ve bunların istatistiksel değerlendirilmesi Tablo 4.5'te görülmektedir. Bu sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin ortalama özgül kütleleri; Karlıkaya travertenlerinde 2.58 ± 0.02 , Kandilsırtı travertenlerinde 2.58 ± 0.03 , Sarıkaya travertenlerinde 2.69 ± 0.11 ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde 2.71 ± 0.04 olarak belirlenmiştir.

TS 2513'e göre, yüzey kaplama taşlarında özgül kütlenin 2.55'ten küçük olmaması gerekmektedir. İnceleme alanındaki travertenlerin özgül kütleleri bu değerlerden büyük olup, belirtilen standarta uygunluk göstermektedir.

4.7. Doluluk Oranı

İnceleme alanındaki travertenlerin doluluk oranları, birim hacim kütlesi ve özgül kütle değerlerinden yararlanılarak, $k = [dh - do] \cdot 100$ bağıntısıyla hesaplanmıştır (k: doluluk oranı [%], dh: birim hacim kütlesi [gr/cm³]; do: özgül kütle).

Tablo 4.4: Kayaçların birim hacim kütlelerinin tanımlanması (Anon, 1979)

Sınıf	Birim Hacim Kütlesi (gr/cm ³)	Tanımlama Terimi
1	< 1.80	Çok düşük
2	1.80 - 2.20	Düşük
3	2.20 - 2.55	Orta
4	2.55 - 2.75	Yüksek
5	> 2.75	Çok yüksek

Tablo 4.5: İnceleme alanındaki travertenlerin özgül kütle test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Ö z g ü l K ü t l e				
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.	Standart Sapma
Karlıkaya	5	2.57	2.55	2.61	2.58	0.02
		2.55				
		2.59				
		2.58				
		2.61				
Kandilsırtı	5	2.59	2.55	2.63	2.58	0.03
		2.55				
		2.58				
		2.63				
		2.56				
Sarıkaya	5	2.68	2.57	2.86	2.69	0.12
		2.57				
		2.63				
		2.86				
		2.71				
Uyuz Çermik	5	2.75	2.67	2.75	2.71	0.04
		2.73				
		2.67				
		2.68				
		2.71				
						0.01
						0.01
						0.05
						0.02

İnceleme alanındaki travertenlerin doluluk oranları ve istatistiksel değerlendirme sonuçları Tablo 4.6'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin ortalama doluluk oranları; Karlıkaya travertenlerinde $\% 91.3 \pm 1.71$, Kandilsırtı travertenlerinde $\% 90.6 \pm 1.75$, Sarıkaya travertenlerinde $\% 95.2 \pm 1.78$ ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde $\% 98.3 \pm 0.63$ olarak belirlenmiştir.

Bu değerlere göre, inceleme alanındaki travertenlerin boşluk / gözenek içeriklerinin; Sıcak Çermik ve Sarıkaya yörelerindeki kabuksu - travertenlerde bol miktarda, Uyuz Çermik yöresindeki albatr - travertenlerde ise çok az miktarda oldukları söylenilebilir.

4.8. Su Emme Oranı

İnceleme alanındaki travertenlerin su emme oranları, her saha için 5'er adet örnek üzerinden, boyutları yaklaşık 100 x 100 x 100 mm olan küp şeklindeki düzgün geometrik şekilli örnekler kullanılarak test edilmiş ve aynı örneklerden hem kütlece, hem de hacimce su emme oranları hesaplanmıştır.

Kütlece su emme oranı ; $Sk = [(Gd - Gk) \div Gk] \cdot 100$ bağıntısıyla hesaplanmıştır (Sk: kütlece su emme oranı [%]; Gd: örneğin doygun haldeki kütlesi [gr]; Gk: değişmez kütlece kadar kurutulmuş örneğin kütlesi [gr]).

İnceleme alanındaki travertenlerin kütlece su emme oranı test sonuçları ve bunların istatistiksel değerlendirmeleri Tablo 4.7'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin ortalama kütlece su emme oranları; Karlıkaya travertenlerinde $\% 1.63 \pm 0.11$, Kandilsırtı travertenlerinde $\% 1.66 \pm 0.17$, Sarıkaya travertenlerinde $\% 1.29 \pm 0.32$ ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde $\% 0.17 \pm 0.11$ olarak belirlenmiştir.

TS 2513'e göre, yüzey kaplama taşlarında kütlece su emme oranının $\% 1.8$ 'den büyük olmaması gerekmektedir. İnceleme alanındaki travertenlerin kütlece su emme oranları, Kandilsırtı travertenlerinin en üst seviyesine ait değer dışında, belirtilen standarta uygunluk göstermektedir.

Hacimce su emme oranı; aynı zamanda zahiri (görünen) gözeneklilik olup, $Sh = [(Gd - Gk) \div (Gd - Gds)] \cdot 100$ bağıntısıyla hesaplanmıştır (Sh: hacimce su emme oranı (zahiri gözeneklilik) [%]; Gd: örneğin doygun haldeki kütlesi [gr]; Gk: değişmez

Tablo 4.6: İnceleme alanındaki travertenlerin doluluk oranı sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Doluluk Oranı (%)					
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.	Standart Sapma	Standart Hata
Karlıkaya	5	91.8	89.0	93.5	91.3	1.71	0.77
		89.0					
		91.9					
		90.3					
		93.5					
Kandilsırtı	5	91.1	88.2	92.9	90.6	1.75	0.78
		92.9					
		91.1					
		88.2					
		89.8					
Sarılkaya	5	93.7	93.7	96.2	95.2	0.97	0.43
		95.3					
		96.2					
		95.1					
		95.9					
Uyuz Çermik	5	98.9	97.4	98.9	98.3	0.63	0.28
		98.2					
		98.9					
		98.1					
		97.4					

Tablo 4.7: İnceleme alanındaki travertenlerin kitlece su emme test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	K ü t l e c e S u E m m e (%)					Standart Hata
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.	Standart Sapma	
Karlıkaya	5	1.65	1.51	1.79	1.63	0.11	0.05
		1.51					
		1.56					
		1.66					
		1.79					
Kandilsırtı	5	1.88	1.47	1.88	1.66	0.17	0.07
		1.53					
		1.70					
		1.47					
		1.74					
Sarılkaya	5	1.69	0.98	1.69	1.29	0.32	0.14
		1.58					
		0.98					
		1.17					
		1.04					
Uyuz Çermik	5	0.31	0.06	0.31	0.17	0.11	0.05
		0.12					
		0.06					
		0.08					
		0.26					

kütleye kadar kurutulmuş örneğin kütlesi [gr]; Gds: doygun haldeki örneğin su içindeki kütlesi [gr]).

İnceleme alanındaki travertenlerin hacimce su emme oranı test sonuçları ve bunların istatistiksel değerlendirmeleri Tablo 4.8’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin ortalama hacimce su emme oranları; Karlıkaya travertenlerinde $\% 4.17 \pm 0.30$, Kandilsırtı travertenlerinde $\% 4.35 \pm 0.49$, Sarıkaya travertenlerinde $\% 3.61 \pm 0.67$ ve Uyuz Çermik albatır - travertenlerinde $\% 0.45 \pm 0.29$ ’dur.

Bu değerlere göre; Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya yörelerindeki kabuksu - travertenlerin, Uyuz Çermik yöresindeki albatır - travertenlere göre daha zayıf dokulu (bağılantılı boşluklu / gözenekli) olduğu söylenilebilir.

4.9. Gözeneklilik

İnceleme alanındaki travertenlerin gözeneklilikleri; zahiri ve gerçek gözeneklilikler olarak iki ayrı şekilde olmak üzere, 5’er adet örnek üzerinde hesaplanmıştır.

Zahiri (görünür) gözeneklilik; aynı zamanda kayaçların hacimce su emme oranıdır. İnceleme alanındaki travertenlerin zahiri gözeneklilik değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri Tablo 4.8’de verilmiş olup, inceleme alanındaki travertenlerin ortalama zahiri gözeneklilikleri; Karlıkaya travertenlerinde $\% 4.17$, Kandilsırtı travertenlerinde $\% 4.35$, Sarıkaya travertenlerinde $\% 3.61$ ve Uyuz Çermik albatır - travertenlerinde $\% 0.45$ olarak belirlenmiştir.

Bu değerlere göre, inceleme alanındaki travertenlerin boşluk / gözenek içeriklerinin; Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya yörelerindeki kabuksu - travertenlerde bol ve iri, Uyuz Çermik yöresindeki albatır - travertenlerde ise az ve küçük olduğu söylenilebilir.

Gerçek gözeneklilik; birim hacim kütlesi ve özgül kütle test sonuçları kullanılarak $P = [1 - (dh \div do)].100$ bağıntısıyla hesaplanmıştır (P: gerçek gözeneklilik [%]; dh: birim hacim kütlesi [gr/cm³]; do: özgül kütle) .

İnceleme alanındaki travertenlerin gerçek gözeneklilik dereceleri ve istatistiksel değerlendirmeleri Tablo 4.9’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin ortalama gerçek gözeneklilikleri; Karlıkaya travertenlerinde $\% 8.7 \pm 1.71$,

Tablo 4.8: İnceleme alanındaki travertenlerin hacimce su emme test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Hacimce Su Emme (%)					
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.	Standart Sapma	Standart Hata
Karlıkaya	5	4.22	3.82	4.62	4.17	0.30	0.14
		3.82					
		3.98					
		4.23					
		4.62					
Kandilsırtı	5	4.78	3.70	4.81	4.35	0.49	0.22
		3.70					
		4.45					
		4.01					
		4.81					
Sarıkaya	5	4.31	2.59	4.31	3.61	0.67	0.30
		3.99					
		2.59					
		3.80					
		3.36					
Uyuz Çermik	5	0.84	0.18	0.84	0.45	0.29	0.13
		0.33					
		0.18					
		0.22					
		0.68					

Tablo 4.9: İnceleme alanındaki travertenlerin gerçek gözeneklilik derecesi sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Gözeneklilik (%)				
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.	Standart Sapma
Karlıkaya	5	8.2	6.5	11.0	8.7	1.71
		11.0				
		8.1				
		9.7				
		6.5				
Kandilsırtı	5	8.9	7.1	11.8	9.4	1.75
		7.1				
		8.9				
		11.8				
		10.2				
Sarılkaya	5	6.3	3.8	6.3	4.8	0.97
		4.7				
		3.8				
		4.9				
		4.1				
Uyuz Çermik	5	1.1	1.1	2.6	1.7	0.63
		1.8				
		1.1				
		1.9				
		2.6				
						0.77
						0.78
						0.43
						0.28

Kandilsırtı travertenlerinde % 9.4 ± 1.75 , Sarıkaya travertenlerinde % 4.8 ± 0.97 ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde % 1.7 ± 0.63 olarak belirlenmiştir.

Anon (1979) tarafından yapılan, kayaçların gözeneklilik sınıflaması Tablo 4.10'da verilmiştir. Buna göre; Karlıkaya ve Kandilsırtı travertenleri ile Sarıkaya travertenlerinin en üst seviyesi (1 değer) orta, Sarıkaya travertenlerinin alt kesimleri ile Uyuz Çermik travertenleri ise düşük gözenekliliğe sahiptir.

4.10. Suda Dağılma Dayanımı

Suda dağılma dayanımı için yapılan testlerle travertenlerde, ıslanma - kuruma işlemlerinden sonra meydana gelebilecek dağılma dayanımları belirlenmiştir.

İnceleme alanındaki travertenlerin suda dağılma dayanımlarının belirlenmesi için, yaklaşık 2 kg kadar örnek kullanılmıştır. Her sahadan yaklaşık 50 gr x 10 adet örneğin karışımından hazırlanan temsili örneklerle travertenlerin suda dağılma dayanımları test edilerek I. ve II. suda dağılma dayanım indeksleri bulunmuştur. Suda dağılma dayanım indeksleri, örneklerin son ve ilk kuru ağırlıklarının oranları şeklinde verilen $I_{d1} = [(B-D) \div (A-D)] \cdot 100$ ve $I_{d2} = [(C-D) \div (A-D)] \cdot 100$ eşitlikleriyle hesaplanmıştır (A: Örnek + tambur ağırlığı [gr]; B: 1. dönme sonrasındaki örnek + tambur ağırlığı [gr]; C: 2. dönme sonrasındaki örnek + tambur ağırlığı [gr]; D: Tambur ağırlığı [gr]).

İnceleme alanındaki travertenlerin suda dağılma dayanım indeksleri Tablo 4.11'de verilmiştir. Buna göre; Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya travertenlerinin suda dağılma dayanımları % 98, Uyuz Çermik albatr - travertenlerinin de % 99'dur. Tablo 4.12'de verilen dağılma dayanım sınıflamasına göre, inceleme alanındaki travertenlerin dağılma dayanımları çok yüksektir.

4.11. Sertlik

İnceleme alanındaki travertenlerin sertlikleri; Mohs ve Schmidt sertlikleri olmak üzere iki farklı şekilde belirlenmiştir.

Mohs sertliği; her saha için 5'er adet örnek üzerinde, TS 6809 (1989)'a uygun olarak yapılmıştır. Standart mineraller olarak jips, kalsit ve floritin kullanıldığı testler, binoküler büyüteçlerle gözlenmiş ve inceleme alanındaki travertenlerin Mohs sertlikleri 3 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.10: Kayaçların gözeneklilik değerlerine göre tanımlanması (Anon, 1979)

Sınıf	Gözeneklilik [P] (%)	Tanımlama Terimi
1	> 30	Çok yüksek
2	30 - 15	Yüksek
3	15 - 5	Orta
4	5 - 1	Düşük
5	< 1	Çok düşük

Tablo 4.11: İnceleme alanındaki travertenlerin suda dağılma dayanımı test sonuçları

Saha / Ocak İsmi	1. Suda Dağılma Dayanım İndeksi (%)	2. Suda Dağılma Dayanım İndeksi (%)	Suda Dağılma Dayanım İndeksi (%)
Sıcak Çermik- Karlıkaya Mv.	99	98	98
Sıcak Çermik- Kandilsırtı Mv.	99	98	98
Sarıkaya	98	98	98
Uyuz Çermik	99	99	99

Tablo 4.12: Suda dağılma dayanımı sınıflaması (Gamble, 1971 (I_{d2} için))

İndeks Değeri (%)	Dağılma Dayanım Sınıflaması
0 - 30	Çok düşük
30 - 60	Düşük
60 - 85	Orta derece
85 - 95	Orta - yüksek
95 - 98	Yüksek
98 -100	Çok yüksek

Schmidt sertliği; Schmidt çekici kullanılarak ölçülen bir sertlik belirleme yöntemi olup, kayaçların Schmidt sertlikleri Tablo 4.13’de olduğu gibi sınıflandırılmaktadır.

İnceleme alanındaki travertenlerin Schmidt sertlik testleri, bantlanmaya dik yönde 20 adet, bantlanmaya paralel yönde de 20 adet olmak üzere, her sahada 40 adet ölçüm yapılarak saptanmıştır. Alınan bu ölçümlerin en yüksek 10’ar değerin aritmetik ortalaması hesaplanarak travertenlerin Schmidt sertlikleri belirlenmiştir.

Karlıkaya ve Kandilsırtı travertenlerinin, bantlanmaya paralel ve dik yönlerde ölçülen Schmidt sertlik değeri ve bunların istatistiksel değlendirmeleri Tablo 4.14’te, Sarıkaya ve Uyuz Çermik travertenlerinin de Tablo 4.15’te verilmiştir. Buna göre, Karlıkaya travertenlerinde ortalama Schmidt sertliği; bantlanmaya dik yönde 31, bantlanmaya paralel yönde 32, Kandilsırtı travertenlerinde; bantlanmaya dik yönde 30, bantlanmaya paralel yönde 28, Sarıkaya travertenlerinde; bantlanmaya dik yönde 30, bantlanmaya paralel yönde 29, Uyuz Çermik travertenlerinde ise bantlanmaya dik yönde 38, bantlanmaya paralel yönde 37 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Tablo 4.13’te verilen “kaya sertliği tanımı”na göre yorumlanmış ve inceleme alanındaki travertenlerin Schmidt sertlikleri “az sert” olarak tanımlanmıştır.

4.12. Saydamlık

İnceleme alanındaki travertenlerin saydamlık özellikleri, 2-3 mm kalınlığında kesilen traverten plakacıklarının, ışığı geçirebilme yeteneklerine göre belirlenmiştir. Yapılan testlere göre, inceleme alanındaki kabuksu - travertenlerin saydamlığı bulunmamaktadır. Albatır - travertenler ise ince plakacıklarda, özellikle beyaz ve açık renkli bantlanmalar boyunca yarı saydam özellik göstermektedirler.

4.13. Aşınma Kaybı

İnceleme alanındaki travertenlerin aşınma kayıpları, her saha için 5’er adet örnek üzerinde, boyutları 71 x 71 x 71 (± 1.5) mm olan küp örnekler kullanılarak, Böhme yöntemiyle (TS 699 (1987)) test edilmiştir. Bu testlerle travertenlerde sürtünmeden dolayı meydana gelen kalınlıkça ve hacimce aşınma kayıpları belirlenmiştir. Kalınlıkça aşınma kaybı, $Dd_h = h_0 - h_1$; hacimce aşınma kaybı da $Dd_v = (d_0 - d_1) \cdot 50$ bağıntılarıyla hesaplanmıştır (Dd_h : kalınlıkça aşınma kaybı [$\text{cm}/50 \text{ cm}^2$]; Dd_v : hacimce aşınma kaybı [$\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$];

Tablo 4.13: Schmidt çekici değerlerine göre kaya sertliğinin niteliksel tanımı (ISRM, 1978)

Schmidt Çekici Değeri	Tanım Terimi
0-10	Yumuşak (Soft)
10-20	Az yumuşak (Slightly soft)
20-40	Az sert (Slightly strong)
40-50	Sert (Strong)
50-60	Çok sert (Very strong)
> 60	Aşırı sert (Extremely strong)

d_0 : örneğin testten önceki ortalama kalınlığı [cm]; d_1 : örneğin testten sonraki ortalama kalınlığı [cm]).

Sürtünmeden dolayı kalınlıkça aşınma kaybı sonuçları ve bunların istatistiksel değerlendirilmeleri Tablo 4.16'da verilmiştir. Buna göre, inceleme alanındaki travertenlerin ortalama kalınlıkça aşınma kayıpları; Karlıkaya travertenlerinde 0.20 ± 0.04 cm/50cm², Kandilsırtı travertenlerinde 0.23 ± 0.06 cm/50cm², Sarıkaya travertenlerinde 0.14 ± 0.05 cm/50cm² ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde 0.13 ± 0.04 cm/50cm² olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre; inceleme alanındaki travertenlerin, sürtünmeden dolayı kalınlıkça aşınma kayıplarının fazla olmadığı ve yer döşemesi, merdiven basamağı gibi alanlarda kullanılabilecekleri söylenilebilir.

Sürtünmeden dolayı hacimce aşınma kaybı sonuçları ve bunların istatistiksel değerlendirmeleri Tablo 4.17'de verilmiştir. Buna göre, inceleme alanındaki travertenlerin ortalama hacimce aşınma kayıpları; Karlıkaya travertenlerinde 9.75 ± 2.06 cm³/50cm², Kandilsırtı travertenlerinde 11.61 ± 2.84 cm³/50cm², Sarıkaya travertenlerinde 6.97 ± 2.51 cm³/50cm² ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde 6.62 ± 2.26 cm³/50cm² tür.

TS 2513'e göre, döşeme kaplaması ve merdiven basamağı gibi aşındırıcı etkiler altında kalan yüzey kaplama taşı kullanımlarında, sürtünmeden dolayı hacimce aşınma kaybının 15 cm³/50cm² 'den, yol parkesi ve bordürü gibi kullanımlarda ise 10 cm³/50cm² 'den fazla olmaması gerekmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin sürtünmeden dolayı hacimce aşınma kayıpları; Kandilsırtı travertenlerinin en üst seviyesinin dışında, yüzey kaplama taşı olarak kullanılabilme sınırları içerisinde. Bunun yanında, Uyuz Çermik sahasındaki albatr - travertenler ile Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya sahalarındaki kabuksu - travertenlerin alt seviyeleri, yol parkesi ve bordürü gibi kullanımlar için uygun sürtünme dayanımı göstermektedir. Ancak bu alanda, sürtünme dayanımı çok daha iyi olan kayalar kullanılmaktadır.

4.14. Tek Eksenli Basınç Dayanımı

4.14.1. Metod

Bu çalışmada, travertenlerden elde edilecek yüzey kaplama taşı ve yapıtaşı, yapılarda köşeli plakalar şeklinde kullanılacağı için tek eksenli basınç dayanımı testleri,

Tablo 4.16: İnceleme alanındaki travertenlerin sürtünmeden dolayı kalınlıkça aşınma kaybı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Sürtünmeden Dolayı Kalınlıkça Aşınma Kaybı (cm/50cm ²)				
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.	Standart Sapma
Karlıkaya	5	0.25	0.15	0.25	0.20	0.02
		0.23				
		0.17				
		0.15				
		0.18				
Kandilsırtı	5	0.31	0.18	0.31	0.23	0.03
		0.28				
		0.20				
		0.18				
		0.20				
Sarılkaya	5	0.22	0.09	0.22	0.14	0.02
		0.16				
		0.10				
		0.09				
		0.13				
Uyuz Çermik	5	0.20	0.09	0.20	0.13	0.02
		0.12				
		0.10				
		0.09				
		0.15				

Tablo 4.17: İnceleme alanındaki travertenlerin sürtünmeden dolayı hacimce aşınma kaybı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Sürtünmeden Dolayı				Hacimce Aşınma Kaybı (cm ³ /50cm ²)	Standart Hata
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.		
Karlıkaya	5	12.43	7.56	12.43	9.75	2.06	0.92
		11.39					
		8.57					
		7.56					
		8.82					
Kandilsırtı	5	15.38	8.91	15.38	11.61	2.84	1.27
		13.88					
		10.08					
		8.91					
		9.80					
Sarılkaya	5	10.78	4.54	10.78	6.97	2.51	1.12
		7.94					
		5.04					
		4.54					
		6.55					
Uyuz Çermik	5	10.08	4.54	10.08	6.62	2.26	1.01
		5.96					
		4.96					
		4.54					
		7.56					

kübik şekilli test örnekleri üzerinde yapılmıştır. Ancak, bilindiği üzere kayaçlar üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımı testlerinde, kübik şekilli örneklerin dayanımları, silindirik şekilli örneklerin dayanımlarından % 20 - 30 daha düşük çıkmaktadır. Bunun nedeni; yükleme sırasında kübik örneklerin köşelerinde oluşan gerilme birikimleridir.

İnceleme alanındaki travertenlerin, tek eksenli basınç dayanımlarına göre tanımlanması, ISRM (1981) tarafından verilen sınıflamaya göre yapılmıştır (Tablo 4.18).

4.14.2. Bantlanmaya dik yöndeki tek eksenli basınç dayanımı

İnceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki tek eksenli basınç dayanımları, her saha için 5'er adet küp şekilli örnek üzerinde, basınç gerilmesi saniyede yaklaşık 10 kgf/cm² artacak şekilde test edilmiştir. Uyuz Çermik yöresindeki albatr - travertenler için, boyutları yaklaşık 70 x 70 x 70 mm olan kübik örnekler kullanılırken, bünyesinde heterojen dağılımlı iri boşluklar içeren Sıcak Çermik ve Sarıkaya yörelerindeki kabuksu - travertenler için ise boyutları yaklaşık 100 x 100 x 100 mm olan kübik örnekler kullanılmıştır. Test sonuçları $f_{bd} = P_k / A$ bağıntısıyla hesaplanmıştır (f_{bd} : Bantlanmaya dik yöndeki tek eksenli basınç dayanımı [kgf/cm²]; P_k : Kırılmaya sebep olan en büyük yük [kgf]; A: Örneğin yük uygulanan yüzünün alanı [cm²]).

İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki tek eksenli basınç dayanımı test sonuçları ve bunların istatistiksel değerlendirmeleri Tablo 4.19 'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre, bantlanmaya dik yöndeki ortalama tek eksenli basınç dayanımları; Karlıkaya travertenlerinde 415.0 ± 46.9 kgf/cm², Kandilsırtı travertenlerinde 381.3 ± 64.1 kgf/cm², Sarıkaya travertenlerinde 440.6 ± 52.4 kgf/cm² ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde 717.9 ± 135.3 kgf/cm² olarak belirlenmiştir.

Bantlanmaya dik yöndeki tek eksenli basınç dayanımı testlerinde, max. yüklemelere bağlı olarak, kübik traverten örneklerinde meydana gelen kırılmalar gözlenmiş ve kırılma düzlemleri ile düşey arasındaki θ açıları ölçülmüştür. Bu ölçümlere göre θ açıları, Karlıkaya travertenlerinde min. 5°, max. 25°, ortalama 18°, Kandilsırtı travertenlerinde min. 10°, max. 30°, ortalama 19°, Sarıkaya travertenlerinde min. 10°, max. 25°, ortalama 17° ve Uyuz Çermik travertenlerinde min. 5°, max. 25°, ortalama 15° olarak ölçülmüştür.

TS 2513'e göre, yüzey kaplama taşı olarak kullanılacak travertenlerin basınç dayanımlarının 350 kgf/cm² 'den düşük olmaması gerekmektedir. Buna göre, inceleme

Tablo 4.18: Kayaçların tek eksenli basınç dayanımlarına göre sınıflandırılması (ISRM, 1981)

Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	Tanımlama
< 60	Çok düşük
60 - 200	Düşük
200 - 600	Orta
600 - 2 000	Yüksek
> 2 000	Çok yüksek

Tablo 4.19: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki tek eksenli basınç dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Bantlanmaya Dik Yöndeki Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)			Arit. Ort.	Standart Sapma	Standart Hata
		Sonuçlar	Min.	Max.			
Karlıkaya	5	350.6	350.6	460.4	415.0	46.9	21.0
		460.4					
		451.0					
		390.0					
		442.3					
Kandilsırtı	5	298.3	298.3	475.0	381.3	64.1	28.7
		376.0					
		475.0					
		397.8					
		359.6					
Sarıkaya	5	378.0	378.0	518.8	440.6	52.4	23.4
		415.3					
		456.8					
		434.3					
		518.8					
Uyuz Çermik	5	659.7	533.2	892.4	717.9	135.3	60.5
		787.6					
		892.4					
		696.5					
		533.2					

alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki basınç dayanımları; Kandilsırtı travertenlerinin en üst seviyesi (I değer) dışında, belirtilen standarta uygunluk göstermektedir. Bununla birlikte, Kandilsırtı kabuksu - travertenlerinde en düşük, Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde ise en yüksek değerler gözlenmiştir.

ISRM (1981)'e göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki tek eksenli basınç dayanımları; Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya travertenleri ile Uyuz Çermik albatr - travertenlerinin en alt seviyesi için “orta dayanımlı” olarak, Uyuz Çermik albatr - travertenlerinin üst seviyeleri için ise “yüksek dayanımlı” olarak tanımlanmıştır.

4.14.3. Bantlanmaya paralel yöndeki tek eksenli basınç dayanımı

İnceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki tek eksenli basınç dayanımları, her saha için 5'er adet küp şekilli örnek üzerinde, basınç gerilmesi saniyede yaklaşık 10 kgf/cm² artacak şekilde test edilmiştir. Uyuz Çermik yöresindeki albatr - travertenler için, boyutları yaklaşık 70 x 70 x 70 mm olan kübik örnekler kullanılırken, bünyesinde heterojen dağılımlı iri boşluklar içeren Sıcak Çermik ve Sarıkaya yörelerindeki kabuksu - travertenler için ise boyutları yaklaşık 100 x 100 x 100 mm olan kübik örnekler kullanılmıştır. Test sonuçları $f_{bp} = P_k/A$ bağıntısıyla hesaplanmıştır (f_{bp} : Bantlanmaya paralel yöndeki tek eksenli basınç dayanımı [kgf/cm²]; P_k : Kırılmaya sebep olan en büyük yük [kgf]; A: Örneğin yük uygulanan yüzünün alanı [cm²]).

İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya paralel yöndeki tek eksenli basınç dayanımı testleri sonuçları ve bunların istatistiksel değerlendirmeleri Tablo 4.20'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki ortalama tek eksenli basınç dayanımı Karlıkaya travertenlerinde 470.9 ± 47.7 kgf/cm², Kandilsırtı travertenlerinde 422.3 ± 90.5 kgf/cm², Sarıkaya travertenlerinde 463.5 ± 68.5 kgf/cm² ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde 550.8 ± 47.0 kgf/cm² olarak belirlenmiştir.

Bantlanmaya paralel yöndeki tek eksenli basınç dayanımı testlerinde, max. yüklemelere bağlı olarak, kübik traverten örneklerinde meydana gelen kırılmaların genellikle gözenek dizilimlerinin oluşturduğu hatlar boyunca geliştiği gözlenmiştir. Kırılma düzlemleri ile düşey arasında ölçülen θ açıları, Karlıkaya travertenlerinde min. 3°,

max. 13°, ortalama 7°, Kandil Sırtı travertenlerinde min. 3°, max. 10°, ortalama 7°, Sarıkaya travertenlerinde min. 5°, max. 20°, ortalama 13° ve Uyuz Çermik travertenlerinde ise min. 2°, max. 20°, ortalama 10° olarak ölçülmüştür.

TS 2513’de, travertenlerin yüzey kaplama taşı kullanımları için belirtilen, minimum 350 kgf/cm²’lık basınç dayanımı değerine göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki basınç dayanımları; Kandilsırtı travertenlerinin en üst ve en alt seviyelerinin dışında (2 değer), belirtilen standarta uygunluk göstermektedir. Kandilsırtı kabuksu - travertenlerinde en düşük, Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde ise en yüksek değerler gözlenmiştir.

Yapılan testlerde, beklenenin aksine kabuksu - travertenlerde bantlanmaya paralel yöndeki basınç dayanımları, bantlanmaya dik yöndeki basınç dayanımlarından nispeten daha yüksek çıkmıştır. İri boşlukların gözlenmediği, masif yapılı albatr - travertenlerde ise kabuksu travertenlerde gözlenenin tam tersi bir durum izlenmiştir. Genellikle bantlanmalar arasında iri boşluklar / gözenekler içeren kabuksu - travertenlerdeki bu durumun en önemli nedeni; bantlanmaya paralel yöndeki uygulamalarda, bantlanmaların, yükü bir kolon işleviyle taşıdığı, bantlanmaya dik yöndeki uygulamalarda ise düşey yönde sık aralıklı olarak gözlenen boşluk / gözenek hatlarının, yük basıncını yeteri kadar taşıyamadığı ve daha düşük bir yük basıncında kırıldığı şeklinde açıklanabilir.

ISRM (1981)’e göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki tek eksenli basınç dayanımları; Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya travertenleri ile Uyuz Çermik albatr - travertenlerinin 4. seviyesi dışında “orta dayanımlı” olarak, Uyuz Çermik albatr - travertenlerinin 4. seviyesi ise “yüksek dayanımlı” olarak tanımlanmıştır.

4.15. Don Sonu Tek Eksenli Basınç Dayanımı

4.15.1. Bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı

İnceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımları, her saha için 5’er adet küp şekilli örnek üzerinde, basınç gerilmesi saniyede yaklaşık 10 kgf/cm² artacak şekilde test edilmiştir. Uyuz Çermik yöresindeki albatr - travertenler için, boyutları yaklaşık 70 x 70 x 70 mm olan kübik örnekler

kullanılırken, bünyesinde heterojen dağılımlı iri boşluklar içeren Sıcak Çermik ve Sarıkaya yörelerindeki kabuksu - travertenler için ise boyutları yaklaşık 100 x 100 x 100 mm olan kübik örnekler kullanılmıştır. Bu testle ilgili sonuçlar da dona tabi tutulmadan yapılan tek eksenli basınç dayanımı testi sonuçları gibi hesaplanmıştır.

İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı testleri sonuçları ve bunların istatistiksel değerlendirmeleri Tablo 4.21 'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki ortalama don sonu tek eksenli basınç dayanımları; Karlıkaya travertenlerinde 364.5 ± 39.1 kgf/cm², Kandilsırtı travertenlerinde 316.2 ± 69.7 kgf/cm², Sarıkaya travertenlerinde 391.7 ± 55.0 kgf/cm² ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde 681.8 ± 127.9 kgf/cm² olarak belirlenmiştir.

Bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı testlerinde, max. yüklemelere bağlı olarak meydana gelen kırılmalar gözlenmiş ve kırılma düzlemleri ile düşey arasındaki θ açıları ölçülmüştür. Bu ölçümlere göre θ açıları, Karlıkaya mevkiine ait örneklerde min. 5°, max. 25°, ortalama 16°, Kandilsırtı mevkiine ait örneklerde min. 5°, max. 20°, ortalama 17°, Sarıkaya sahasına ait örneklerde min. 10°, max. 25°, ortalama 16° ve Uyuz Çermik sahasına ait örneklerde de min. 5°, max. 25°, ortalama 15° olarak ölçülmüştür.

TS 2513'de, travertenlerin yüzey kaplama taşı kullanımları için belirtilen, minimum 350 kgf/cm² 'lık basınç dayanımı değerine göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki don sonu basınç dayanımları; Karlıkaya travertenlerinin en üst seviyesi (1 değer), Kandilsırtı travertenlerinin en üst ve en alt seviyeleri (3 değer) ve Sarıkaya travertenlerinin en üst seviyesi (1 değer) dışında belirtilen standarta uygunluk göstermektedir. Kandilsırtı kabuksu - travertenlerinde en düşük, Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde ise en yüksek değerler gözlenmiştir.

4.15.2. Bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı

İnceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımları, her saha için 5'er adet küp şekilli örnek üzerinde, basınç gerilmesi saniyede yaklaşık 10 kgf/cm² artacak şekilde test edilmiştir. Uyuz Çermik yöresindeki albatr - travertenler için, boyutları yaklaşık 70 x 70 x 70 mm olan kübik

Tablo 4.21: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Bantlanmaya Dik Yöndeki Don Sonu Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)					
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.	Standart Sapma	Standart Hata
Karlıkaya	5	309.6	309.6	419.0	364.5	39.1	17.5
		355.2					
		371.3					
		367.3					
		419.0					
Kandilsırtı	5	204.5	204.5	382.0	316.2	69.7	31.2
		295.7					
		382.0					
		350.4					
		348.2					
Sarıkaya	5	323.4	323.4	472.8	391.7	55.0	24.6
		364.0					
		400.3					
		397.7					
		472.8					
Uyuz Çermik	5	615.4	529.7	850.9	681.8	127.9	57.2
		769.8					
		850.9					
		643.0					
		529.7					

örnekler kullanılırken, bünyesinde heterojen dağılımlı iri boşluklar içeren Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya yörelerindeki kabuksu - travertenler için ise boyutları yaklaşık 100 x 100 x 100 mm olan kübik örnekler kullanılmıştır. Bu testle ilgili sonuçlar da donatı tutulmadan yapılan tek eksenli basınç dayanımı testi sonuçları gibi hesaplanmıştır.

İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı testlerine ait sonuçlar ve bunların istatistiksel değerlendirilmesi Tablo 4.22 'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki ortalama don sonu tek eksenli basınç dayanımları; Karlıkaya travertenlerinde $410.2 \pm 47.2 \text{ kgf/cm}^2$, Kandilsırtı travertenlerinde $371.0 \pm 81.4 \text{ kgf/cm}^2$, Sarıkaya travertenlerinde $417.8 \pm 61.6 \text{ kgf/cm}^2$ ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde $510.0 \pm 51.1 \text{ kgf/cm}^2$ olarak belirlenmiştir.

Bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı testlerinde, max. yüklemelere bağlı olarak meydana gelen kırılmalar gözlemlenmiş ve kırılma düzlemleri ile düşey arasındaki θ açıları ölçülmüştür. Bu ölçümlere göre θ açıları, Karlıkaya travertenlerinde min. 3° , max. 20° , ortalama 12° , Kandilsırtı travertenlerinde min. 3° , max. 20° , ortalama 10° , Sarıkaya travertenlerinde min. 5° , max. 20° , ortalama 14° ve Uyuz Çermik travertenlerinde ise min. 5° , max. 20° , ortalama 14° olarak ölçülmüştür.

TS 2513'de, travertenlerin yüzey kaplama taşı kullanımları için belirtilen, minimum 350 kgf/cm^2 'lık basınç dayanımı değerine göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki don sonu basınç dayanımları; Karlıkaya ve Kandilsırtı travertenlerinin en üst seviyelerinin (1'er değer) dışında belirtilen standarta uygunluk göstermektedir. Kandilsırtı kabuksu - travertenlerinde en düşük, Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde ise en yüksek değerler gözlenmiştir.

4.16. Travertenlerin Dayanım Anizotropisi Özellikleri

İnceleme alanındaki travertenlerin dayanım anizotropisi özellikleri; don öncesi ve don sonrası tek eksenli basınç dayanımı sonuçları kullanılarak hesaplanmış olup, Tablo 4.23'te verilmiştir.

Tablo 4.22: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Bantlanmaya Paralel Yöndeki Don Sonu Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)					
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.	Standart Sapma	Standart Hata
Karlıkaya	5	341.0	341.0	471.0	410.2	47.2	21.1
		422.1					
		420.3					
		396.7					
		471.0					
Kandilsırtı	5	266.1	266.1	463.3	371.0	81.4	36.4
		389.9					
		463.3					
		425.3					
		310.6					
Sarıkaya	5	350.0	350.0	491.1	417.8	61.6	27.5
		397.5					
		491.1					
		473.3					
		376.6					
Uyuz Çermik	5	468.1	468.1	598.2	510.0	51.1	22.9
		497.6					
		483.1					
		598.2					
		502.9					

Tablo 4.23: İnceleme alanındaki travertenlerin dayanım anizotropisi özellikleri

Saha/Ocak İsmi	Don Öncesi Tek Eksenli Basınç Day. Arit. Ort. (kgf/cm ²)		Don Sonu Tek Eksenli Basınç Day. Arit. Ort. (kgf/cm ²)		Don Öncesi Anizotropi	Don Sonu Anizotropi
	Bantlanmaya Dik Yönde	Bantlanmaya Paralel Yönde	Bantlanmaya Dik Yönde	Bantlanmaya Paralel Yönde	(%)	(%)
Karlıkaya	415.0	470.9	364.5	410.2	11.9	11.1
Kandilsırtı	381.3	422.3	316.2	371.0	9.7	14.8
Sarıkaya	440.6	463.5	391.7	417.8	4.9	6.3
Uyuz Çermik	717.9	550.8	681.8	510.0	23.3	25.2

Buna göre, inceleme alanındaki travertenlerin dayanım anizotropileri; Karlıkaya travertenlerinde % 11.9 - 11.1, Kandilsırtı travertenlerinde % 9.7 - 14.8, Sarıkaya travertenlerinde % 4.9 - 6.3 ve Uyuz Çermik yöresindeki albatr - travertenlerde ise % 23.3 - 25.2 arasında değişmektedir.

Kabuksu - travertenlerde, beklenenin aksine, bantlanmaya paralel yöndeki basınç dayanımları, bantlanmaya dik yöndeki basınç dayanımlarından nispeten daha yüksektir. Bunun nedeni; bantlanmaya paralel yöndeki uygulamalarda, bantların, yükü bir kolon işleviyle taşıdığı, bantlanmaya dik yöndeki uygulamalarda ise düşey yönde sık aralıklı olarak gözlenen boşlukların, yük basıncını yeteri kadar taşıyamayıp kırıldığı şeklinde açıklanabilir. İri boşluklar içermeyen albatr - travertenlerde ise, beklendiği gibi, kabuksu travertenlerde gözlenenin tam tersi bir durum izlenmiştir. Bu özellikler, travertenlerin dayanım anizotropilerinin temel belirleyici faktörü olmuştur.

Dayanım anizotropisi, don sonunda Kandilsırtı, Sarıkaya ve Uyuz Çermik travertenlerinde artarken, Karlıkaya travertenlerinde çok az miktarda azalmıştır. Karlıkaya travertenlerinde, beklenenin aksine don sonunda gözlenen bu azalma, don sonu testler için hazırlanan örneklerin gözenekliliğinin bağıl olarak daha küçük ve az olmasından kaynaklanmış olabilir.

Yüzey kaplama taşı, yapıtaşı ve süs eşyası yapımında kullanılacak olan kayaçların dayanım anizotropilerinin çok yüksek olmaması, kırılmadan kolay işlenebilme yeteneği sağlar. Bununla birlikte, Uyuz Çermik yöresindeki albatr - travertenlerin dayanım anizotropisi nispeten yüksek çıkmıştır. Ancak, bunların tek eksenli basınç dayanımlarının yüksek olması nedeniyle, işleme esnasında herhangi bir sorun çıkmamaktadır.

4.17. Eğilme Dayanımı

4.17.1. Bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı

İnceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımları, her saha için, 5'er adet örnek üzerinde, yük artışı dakikada 450 kgf'i geçmeyecek şekilde test edilmiştir. Boyutları $50 \times 100 \times 200 \pm 5$ mm olan prizmatik örneklerle yapılan bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı testi sonuçları $f_{egd} = (3P_k \cdot l) / (2b \cdot h^2)$ bağıntısıyla hesaplanmıştır (f_{egd} : bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı [kgf/cm²]; P_k : kırılmaya

sebepe olan en büyük yük [kgf]; ℓ : örneğin alt mesnetler arasında kalan boyu; b: örneğin genişliği [cm]; h: örneğin kalınlığı [cm]).

İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı testlerine ait sonuçlar ve bunların istatistiksel değerlendirmeleri Tablo 4.24’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki ortalama eğilme dayanımları; Karlıkaya travertenlerinde $32.0 \pm 1.7 \text{ kgf/cm}^2$, Kandilsırtı travertenlerinde $32.0 \pm 2.4 \text{ kgf/cm}^2$, Sarıkaya travertenlerinde $33.3 \pm 2.6 \text{ kgf/cm}^2$ ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde $37.8 \pm 3.9 \text{ kgf/cm}^2$ olarak belirlenmiştir.

TS 2513’e göre, yüzey kaplama taşı olarak kullanılacak travertenlerin, eğilme dayanımlarının 30 kgf/cm^2 ’den düşük olmaması gerekmektedir. Buna göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımları; Kandilsırtı travertenlerinin en üst seviyesi (1 değer) ve Sarıkaya travertenlerinin en alt seviyesi (1 değer) dışında, belirtilen standarta uygunluk göstermektedir. Ayrıca, Kandilsırtı kabuksu - travertenlerinde en düşük, Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde ise en yüksek değerler gözlenmiştir.

4.17.2. Bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı

İnceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımları, her saha için, 5’er adet örnek üzerinde, yük artışı dakikada 450 kgf ’i geçmeyecek şekilde test edilmiştir. Boyutları $50 \times 100 \times 200 \pm 5 \text{ mm}$ olan prizmatik örneklerle yapılan bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı testi sonuçları $f_{e\text{gp}} = (3P_k \cdot \ell) / (2b \cdot h^2)$ bağıntısıyla hesaplanmıştır ($f_{e\text{gp}}$: bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı [kgf/cm^2]; P_k : kırılmaya sebep olan en büyük yük [kgf]; ℓ : örneğin alt mesnetler arasında kalan boyu; b: örneğin genişliği [cm]; h: örneğin kalınlığı [cm]).

İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı testlerine ait sonuçlar ve bunların istatistiksel değerlendirilmesi Tablo 4.25’te verilmiştir. Bu sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki ortalama eğilme dayanımları; Karlıkaya travertenlerinde $31.3 \pm 2.9 \text{ kgf/cm}^2$, Kandilsırtı travertenlerinde $30.4 \pm 2.4 \text{ kgf/cm}^2$, Sarıkaya travertenlerinde $33.5 \pm 1.6 \text{ kgf/cm}^2$ ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde $36.9 \pm 4.7 \text{ kgf/cm}^2$ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.24: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Bantlanmaya Dik Yöndeki Eğilme Dayanımı (kgf/cm ²)					
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.	Standart Sapma	Standart Hata
Karlıkaya	5	34.6	30.1	34.6	32.0	1.7	0.8
		31.5					
		32.9					
		30.1					
		31.1					
Kandilsırtı	5	29.3	29.3	35.3	32.0	2.4	1.1
		32.0					
		33.2					
		35.3					
		30.2					
Sarıkaya	5	33.4	29.6	36.8	33.3	2.6	1.2
		32.5					
		36.8					
		34.3					
		29.6					
Uyuz Çermik	5	35.5	32.0	40.8	37.8	3.9	1.7
		40.0					
		40.8					
		40.6					
		32.0					

Tablo 4.25: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Bantlanmaya Paralel Yöndeki Eğilme Dayanımı (kgf/cm ²)					
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.	Standart Sapma	Standart Hata
Karlıkaya	5	29.8	28.1	35.9	31.3	2.9	1.3
		31.7					
		35.9					
		30.8					
		28.1					
Kandilsırtı	5	30.0	27.7	34.4	30.4	2.4	1.1
		30.0					
		34.4					
		29.9					
		27.7					
Sarıkaya	5	34.1	30.8	35.0	33.5	1.6	0.7
		33.4					
		35.0					
		34.2					
		30.8					
Uyuz Çermik	5	32.5	31.1	41.1	36.9	4.7	2.1
		40.0					
		39.8					
		41.1					
		31.1					

TS 2513'de, travertenlerin yüzey kaplama taşı kullanımları için belirtilen, minimum 30 kgf/cm² 'lik eğilme dayanımı değerine göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımları; Karlıkaya travertenlerinin en üst ve en alt seviyeleri (1'er değer) ve Kandilsırtı travertenlerinin en alt seviyeleri (2 değer) dışında belirtilen standarta uygunluk göstermektedir. Kandilsırtı kabuksu - travertenlerinde en düşük, Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde ise en yüksek değerler gözlenmiştir.

4.18. Darbe Dayanımı

4.18.1. Bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı

İnceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımları, her saha için 5'er adet üzerinde test edilmiştir. Testler için, boyutları yaklaşık 40 x 40 x 40 ±1 mm olan kübik örnekler kullanılmıştır.

Bu test için, tokmak ağırlığı 50 kg olan şahmerdan kullanılmıştır. Birinci darbedeki tokmak yüksekliği; kübik örneğin her birim cm³'ü için 2 kgf.cm'lik bir iş elde edilecek şekilde hesaplanmıştır. Buna göre, kübik örneğin her birim cm³'ü için gerekli olan düşme yüksekliği $h.50=2$ eşitliğinden $h=0.04$ cm olarak belirlenirken, $H_1=0.04.V$ eşitliğiyle de örneğin toplam hacmi için birinci darbedeki düşme yüksekliği belirlenmiştir (H_1 : Tokmanın ilk düşme yüksekliği; V : Örneğin hacmi). Daha sonra, takip eden her darbedeki düşme yüksekliği; bir önceki yüksekliğin, ilk düşme yüksekliği kadar (H_1) arttırılması şeklinde ayarlanmış ve örnek kırılncaya kadar bu işleme devam edilmiştir. Bu şekilde darbe sayıları (n) belirlenerek, $A = P.H_1 + P.H_2 + \dots P.H_n$ bağıntısıyla toplam darbe işi bulunmuştur (A : Toplam darbe işi [kgf.cm]; P : Tokmak ağırlığı [50 kg]; $H_{1,2,n}$: Tokmanın düşme yükseklikleri).

Travertenlerin darbe dayanımları, $D = A \div V$ bağıntısıyla hesaplanmış, $D = n(n+1)$ bağıntısıyla da sonuçlar kontrol edilmiştir (D : Darbe dayanımı [kgf.cm/cm³]; A : Toplam darbe işi [kgf.cm]; V : Örneğin hacmi [cm³]; n : Örneğin kırılmasına sebep olan darbe sayısı).

İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı test sonuçları ve bunların istatistiksel değerlendirmeleri Tablo 4.26'da verilmiştir. Buna göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki ortalama darbe dayanımları;

Tablo 4.26: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Bantlanmaya Dik Yöndeki Darbe				Dayanımı (kgf.cm/cm ³)	
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.	Standart Sapma	Standart Hata
Karlıkaya	5	2	2	12	6.4	3.6	1.6
		6					
		6					
		12					
		6					
Kandilsırtı	5	2	2	6	5.2	1.8	0.8
		6					
		6					
		6					
		6					
Sarıkaya	5	6	2	12	7.6	4.3	1.9
		12					
		6					
		12					
		2					
Uyuz Çermik	5	6	6	12	8.4	3.3	1.5
		12					
		12					
		6					
		6					

Karlıkaya travertenlerinde $6.4 \pm 3.6 \text{ kgf.cm/cm}^3$, Kandilsırtı travertenlerinde $5.2 \pm 1.8 \text{ kgf.cm/cm}^3$, Sarıkaya travertenlerinde $7.6 \pm 4.3 \text{ kgf.cm/cm}^3$ ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde $8.4 \pm 3.3 \text{ kgf.cm/cm}^3$ olarak belirlenmiştir.

Travertenlerin, yer yer 1.5 cm genişliğinde iri boşluklar içermesi nedeniyle, standart sapmalar yüksek çıkmıştır.

TS 2513'e göre, yüzey kaplama taşı olarak kullanılacak travertenlerin, darbe dayanımı değerlerinin 6 kgf.cm/cm^3 'ten düşük olmaması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımları; Karlıkaya ve Kandilsırtı travertenlerinin en üst seviyeleri (1'er değer) dışında belirtilen standarta uymaktadır. Bununla birlikte, Kandilsırtı travertenlerinde; en üst seviyeye ait test sonucunun düşük olması ve diğer sonuçların da sınır değerde olması nedeniyle, aritmetik ortalama, standart değer altına düşmüştür. İnceleme alanının tümü için, sonuçlar çoğunlukla sınır değerde bulunmaktadır.

4.18.2. Bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımı

İnceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımları, her saha için 5'er adet üzerinde test edilmiştir. Testler için, boyutları yaklaşık $40 \times 40 \times 40 \pm 1 \text{ mm}$ olan kübik örnekler kullanılmıştır. Bu testler de bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı testleri gibi yapılmış ve sonuçlar aynı şekilde hesaplanmıştır.

İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımı test sonuçları ve bunların istatistiksel değerlendirmeleri Tablo 4.27'de verilmiştir. Buna göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki ortalama darbe dayanımları; Karlıkaya travertenlerinde $7.2 \pm 2.7 \text{ kgf.cm/cm}^3$, Kandilsırtı travertenlerinde $6.4 \pm 3.6 \text{ kgf.cm/cm}^3$, Sarıkaya travertenlerinde $7.6 \pm 4.3 \text{ kgf.cm/cm}^3$ ve Uyuz Çermik albatr - travertenlerinde $8.4 \pm 3.3 \text{ kgf.cm/cm}^3$ olarak belirlenmiştir.

Travertenlerin, yer yer 1.5 cm genişliğinde iri boşluklar içermesi, bu testlerin standart sapmalarının da yüksek çıkmasına neden olmuştur.

TS 2513'de, travertenlerin yüzey kaplama taşı kullanımları için belirtilen, minimum 6 kgf.cm/cm^3 'lik darbe dayanımı değerine göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımları; Kandilsırtı travertenlerinin en üst ve Sarıkaya travertenlerinin en alt seviyeleri (1'er değer)

Tablo 4.27: İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımı test sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri

Saha / Ocak İsmi	Örnek Sayısı	Bantlanmaya Paralel Yöndeki Darbe				Dayanımı (kgf.cm/cm ³)	
		Sonuçlar	Min.	Max.	Arit. Ort.	Standart Sapma	Standart Hata
Karlıkaya	5	6	6	12	7.2	2.7	1.2
		6					
		6					
		12					
		6					
		6					
Kandilsırtı	5	2	2	12	6.4	3.6	1.6
		6					
		12					
		6					
		6					
		6					
Sarıkaya	5	6	2	12	7.6	4.3	1.9
		12					
		6					
		12					
		2					
		6					
Uyuz Çermik	5	6	6	12	8.4	3.3	1.5
		12					
		6					
		12					
		6					
		6					

dışında belirtilen standarta uygunluk göstermektedir. Ancak, sonuçlar çoğunlukla sınır değerinde bulunmaktadır. Bununla birlikte, Kandilsırtı travertenlerinde en düşük, Uyuz Çermik albatır - travertenlerinde ise en yüksek değerler gözlenmiştir.

4.19. Dona Karşı Dayanım

İnceleme alanındaki travertenlerin dona karşı dayanım özelliği, “don kaybı” ve “don etkisiyle oluşan basınç dayanımı azalması” olarak, iki şekilde belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarla travertenlerde, donma - çözünme süreçleri sonrasında meydana gelen değişimler ve bu değişimlerin yüzey kaplama taşı olarak kullanımlara olan etkisi irdelenmiştir.

İnceleme alanındaki travertenlerin don kaybı, her saha için yaklaşık 5'er kg'lık kırıntı örneğin, elek aralığına göre üç grup halinde (40-20 mm'lik; 20-10 mm'lik ve 10-5 mm'lik elekler), Na₂SO₄ çözeltisi ile muamelesi şeklinde yapılmıştır. Toplam 20 kg'lık örneğin kullanıldığı bu testlerde, her grup için don kaybı $k_{d(1,2,3)} = (G_0 - G_1) \div G_0$ bağıntısıyla; toplam don kaybı ise $\Sigma k_d = 0.5k_{d1} + 0.3k_{d2} + 0.2k_{d3}$ bağıntısıyla hesaplanmıştır ($k_{d(1,2,3)}$: Na₂SO₄ - don kaybı [%], G_0 : Örneğin başlangıç kütlesi [gr], G_1 : Örneğin testten sonra elek üzerinde kalan kütlesi [gr]).

İnceleme alanındaki travertenlerin don kaybı testi sonuçları ve don tesiriyle basınç dayanımlarında meydana gelen azalmalar Tablo 4.28'de verilmiştir. Buna göre don kaybı; Karlıkaya travertenlerinde % 2.4, Kandilsırtı travertenlerinde % 2.6, Sarıkaya travertenlerinde % 2.2 ve Uyuz Çermik travertenlerinde % 1.9 olarak belirlenmiştir. En yüksek don kaybını veren Kandilsırtı travertenlerinin don sonrası basınç dayanımları da diğer sahalara göre daha fazla düşmüştür.

TS 2513'e göre, yüzey kaplama taşı kullanımları için don kaybının % 5'ten fazla olmaması gerekmektedir. Buna göre, inceleme alanındaki travertenlerin don kayıpları, yüzey kaplama taşı olarak kullanılabilme sınırları içindedir.

4.20. Kimyasal Bileşim

İnceleme alanındaki traverten oluşumlarının her birinden alınan 5'er adet örneğin bazı elementler için XRF yöntemiyle yapılan kimyasal analizlere ait sonuçlar Tablo 4.29'da verilmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarından da anlaşılacağı üzere

Tablo 4.28: İnceleme alanındaki travertenlerin don kaybı test sonuçları ve don tesiriyle basınç dayanımında meydana gelen azalmalar

Saha / Ocak İsmi	Na ₂ SO ₄ Don Kaybı (%)	Bantlanmaya Dik Yöndeki Basınç Day. Ortalaması Azalması		Bantlanmaya Paralel Yöndeki Basınç Day. Ortalaması Azalması	
		kgf/cm ²	%	kgf/cm ²	%
Karlıkaya	2.38	54.4	13.0	60.6	12.9
Kandilsırtı	2.64	65.2	17.1	51.3	12.1
Sarıkaya	2.23	49.0	11.1	45.8	9.9
Uyuz Çermik	1.90	36.1	5.0	40.8	7.4

Tablo 4.29: İnceleme alanındaki travertenlerin, tüm kayacın majör oksit kimyasal analiz sonuçları (nd: belirlenememiş değerleri göstermektedir)

Saha/Ocak İsmi	Örnek No	B i l e Ő e n l e r											
		% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% TiO ₂	%ΣFe ₂ O ₃	% MnO	% MgO	% CaO	% Na ₂ O	% K ₂ O	% P ₂ O ₅	%Atış.Ky.	Toplam
Karlıkaya	E-1a-K	7.82	1.29	nd	1.87	0.03	0.65	46.33	nd	nd	0.02	42.64	100.65
	E-1b-K	8.20	1.38	nd	2.24	0.03	0.64	45.20	nd	nd	0.02	42.53	100.24
	E-1c-K	7.67	1.25	nd	2.27	0.03	0.66	45.95	nd	nd	0.02	43.12	99.97
	E-1d-K	7.73	1.27	nd	2.19	0.02	0.61	45.71	nd	nd	0.02	42.54	100.09
	E-1e-K	7.73	1.27	nd	2.03	0.03	0.62	45.80	nd	nd	0.02	42.61	100.11
Kandilsırtı	E-2a-K	7.72	1.27	nd	1.09	0.01	0.78	45.71	nd	nd	0.01	43.33	99.92
	E-2b-K	7.72	1.31	nd	1.18	0.01	1.00	45.35	0.02	nd	0.02	43.04	99.65
	E-2c-K	7.58	1.26	nd	0.95	0.01	0.93	45.84	nd	nd	0.01	43.43	100.01
	E-2d-K	7.70	1.29	nd	1.14	0.01	0.97	46.10	0.03	nd	0.02	43.24	100.50
	E-2e-K	8.05	1.33	nd	3.36	0.01	0.83	44.58	nd	nd	0.02	42.05	100.23
Sarıkaya	E-3a-K	9.30	1.62	nd	0.95	0.02	0.92	44.93	0.04	0.04	0.03	42.32	100.17
	E-3b-K	8.83	1.51	nd	1.11	0.02	0.85	45.30	0.02	nd	0.03	42.61	100.28
	E-3c-K	8.06	1.37	nd	1.08	0.02	0.77	46.01	0.01	nd	0.02	43.17	100.51
	E-3d-K	7.99	1.35	nd	0.94	0.02	0.75	45.46	0.01	nd	0.02	43.13	99.67
	E-3e-K	8.18	1.38	nd	0.97	0.02	0.73	45.77	nd	nd	0.02	42.98	100.05
Uyuz Çermik	E-4a-K	7.70	1.29	nd	1.08	nd	1.39	45.34	0.03	nd	0.01	43.66	100.50
	E-4b-K	7.74	1.31	nd	1.21	nd	1.23	44.70	0.02	nd	0.02	43.71	99.94
	E-4c-K	7.60	1.26	nd	1.05	nd	1.45	44.57	0.04	nd	0.01	43.61	99.60
	E-4d-K	7.58	1.26	nd	1.03	nd	1.40	45.51	0.04	nd	0.01	43.56	100.39
	E-4e-K	7.63	1.28	nd	0.86	nd	1.34	45.66	0.04	nd	0.01	43.68	100.50

travertenlerin en önemli kimyasal bileşenlerini sırasıyla CaO , SiO_2 , $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ ve Al_2O_3 oluşturmaktadır. MgO , MnO ve P_2O_5 içerikleri ise çok daha az miktarlarda bulunmaktadır.

İnceleme alanındaki travertenlerin CaO içerikleri % 44.57 ile % 46.33 arasında değişirken, SiO_2 içerikleri % 7.58-9.30 arasında, $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ içerikleri % 0.94-3.36 arasında, Al_2O_3 içerikleri % 1.25-1.62 arasında, MgO içerikleri % 0.61-1.45 arasında ve P_2O_5 içeriği ile belirlenebilen MnO içeriği de % 0.01-0.03 arasında değişmektedir. Karşılaştırma yapmak açısından; Antalya travertenleri ise % 55.12 CaO , % 0.16 SiO_2 , % 0.26 $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$, % 0.48 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ ve % 0.52 MgO içerirken (İnan, 1985), Denizli - Kocabaş Köyü travertenleri % 54.55 CaO , % 0.26 SiO_2 , % 0.32 $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ ve % 0.31 MgO içemektedir (Türkiye Mermerleri Kataloğu, 1990). İnceleme alanındaki travertenler ile bu sonuçlar karşılaştırıldığında; Antalya ve Denizli - Kocabaş Köyü travertenlerine göre, inceleme alanındaki travertenlerin CaO içerikleri düşük, buna karşılık SiO_2 çok yüksek, $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$, Al_2O_3 ve MgO içeriklerinin ise yüksektir.

İnceleme alanındaki travertenlerin CaO içeriklerinin nispeten düşük, SiO_2 içeriklerinin ise yüksek olmasının nedeni; yöredeki en önemli kaynak kayaç olan mermerlerin, yer yer kuvars mermerlerle geçişli olması şeklinde açıklanabilir.

İnceleme alanındaki kabuksu - travertenlere, sarı - krem rengini veren pigmentlerin tam olarak hangi bileşenlerden kaynaklandığını belirlemek için, farklı örneklerden yapılan kimyasal analizlerle kükürt içeriği de belirlenmiştir. Ancak, kükürt içeriğinin % 0.02 ile % 0.17 arasında değiştiği gözlenmiş ve bunların renk vermede etkili olamayacağı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle kabuksu - travertenlerdeki sarı - krem - kahverengi renginin, demir (limonit) içeriğinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

4.21. Açık Hava Tesirlerine Dayanım

İnceleme alanındaki travertenlerde, açık hava tesirlerine bağlı olarak meydana gelebilecek renk ve görünüm bozukluklarını belirlemek amacıyla yapılan açık hava tesirlerine dayanım testlerinde, her saha için boyutları yaklaşık 10 x 10 x 2 cm olan 5'er adet plaka örnek kullanılmıştır. Bu plaka örnekler, cilalanıp parlatıldıktan sonra

ortadan iki eşit parça şeklinde kesilmiş ve bunların birer parçası test edilirken, diğer parçaları da görsel karşılaştırmalar için saklanmıştır.

Test edilen plaka örneklerin parlak yüzeylerine, TS 699 (1987)'de belirtildiği şekilde, değişik zamanlarda % 1'lik HCl çözeltisi sürülmüş ve farkedilebilir değişiklikler, diğer yarım örneklerle karşılaştırılarak belirlenmiştir.

Yapılan açık hava tesirlerine dayanım testlerinde, inceleme alanındaki kabuksu - travertenlerin zamanla matlaştıkları gözlenirken, albatr - travertenlerin ise fazla etkilanmedikleri gözlenmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi, kabuksu - travertenlerin dış yüzey kaplaması kullanımlarının, üç yıllık bir zaman süreci boyunca yapılan gözlemlerinde de yine matlaşmalar gözlenmiştir. Ancak kabuksu - travertenlerin göze hoş gözüken renk ve desen özelliği, matlaşmalara rağmen estetik görünümünü muhafaza etmektedir.

4.22. Asitlere Karşı Dayanım

Asitlere karşı dayanım testleriyle havadaki nem ve baca gazlarının (ve/veya diğer zararlı gazların) reaksiyonu ile oluşan asitlerin, travertenler üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Bunun için her sahayı temsil eden 5'er çift örnek kullanılmıştır. El büyüklüğünde olan ve kırık yüzeylerinin çevrelediği bu örneklerin birer parçası test edilirken, diğer parçaları da görsel karşılaştırmalar için hava almayacak bir yerde saklanmıştır.

Test edilen örnekler, TS 699 (1987)'de belirtildiği şekilde, hazırlanan uygun bir düzenele içinde oda sıcaklığında H_2SO_4 bulunan bir kabın üzerine, asite değmeyecek şekilde, ancak asit yüzeyine çok yakın olacak şekilde asılmış ve toplam 28 gün süreyle bekletilmiştir. Test sürecinde bu örnekler, her 7 günde bir, diğer yarım örneklerle karşılaştırılmış ve meydana gelen değişiklikler belirlenmiştir.

İnceleme alanındaki kabuksu ve albatr yapılı travertenlerin parlak yüzeylerinde matlaşmalar ve albatr - travertenlerdeki beyaz renkli bantlarda paslanmalar gözlenmiştir. Lavabo ve mutfak tezgahı kullanımlarının belirlenmesi bakımından önem taşıyan bu testin sonuçlarına göre; inceleme alanındaki travertenler, asitlere karşı yeterli dayanımı göstermemektedirler. Bu nedenle inceleme alanındaki travertenler, lavabo ve mutfak tezgahı yapımları için uygun değildir.

4.23. Paslanma

İnceleme alanındaki travertenlerde, su ve hava etkisine bağılı olarak meydana gelebilecek leke oluşumlarını belirlemek amacıyla yapılan paslanma testlerinde, her saha için 5'er çift örnek kullanılmıştır. El büyüklüğünde olan ve kırık yüzeylerinin çevrelediği bu örneklerin birer parçası test edilirken, diğer parçaları da görsel karşılaştırmalar için saklanmıştır.

Test edilen örnekler, TS 699 (1987)'de belirtildiği şekilde, kalınlıklarının yarısına kadar su içinde kalacak şekilde ve bu durumları muhafaza edilecek şekilde, açık bir kap içerisine konularak 28 gün süreyle bekletilmiştir. Bu süre sonunda çıkarılan örnekler, diğer örnek çiftleriyle karşılaştırılarak incelenmiştir.

Mineralojik - petrografik incelemelerin ışığında yapılan paslanma testleri sonucunda, inceleme alanındaki kabuksu - travertenlerde paslanma tehlikesi gözlenmezken, albatr - travertenlerde, özellikle kırmızı - kahverengi renkli bantlardan beyaz renkli bantlara doğru bir pas atma özelliği gözlenmiştir. Ancak, hediyelik - süs eşyası yapımında kullanılacak olan bu albatr - travertenler fazla suyla temas etmeyecekleri için paslanma tehlikesinden etkilenmeyeceklerdir.

4.24. Bazı Test Sonuçlarının Birbirleriyle İlişkileri

4.24.1. Kullanılan yöntem

Bu kapsamda, kabuksu - travertenlere ait veriler ile albatr - travertenlere ait veriler birlikte değerlendirilmiştir. Buna göre; birim hacim kütlesi, gözeneklilik, don öncesi bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki tek eksenli basınç dayanımları, don sonrası bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki tek eksenli basınç dayanımları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki eğilme dayanımları ve bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki darbe dayanımları test sonuçları kullanılarak regresyon analizleri yapılmıştır.

Eğriler çizilirken; doğrusal, logaritmik, üss ve üssel eğri uyum yaklaşımları denenerek en yüksek korelasyon katsayısı elde edilmeye çalışılmış ve bu katsayı

kullanılmıştır. Buna göre, korelasyonu yapılan parametrelerin birbirleri arasındaki ilişkiler yorumlanmaya çalışılmıştır.

4.24.2. Birim hacim kütlesi - don öncesi tek eksenli basınç dayanımı değişimi

Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya dik yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki Şekil 4.3'te verilmiştir. Bu iki değişken arasında pozitif bir ilişki görülmektedir. Buna göre; birim hacim kütlesi arttıkça, bantlanmaya dik yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı da artmaktadır.

Yüksek birim hacim kütlesi değerleri veren Uyuz Çermik yöresindeki iri boşluk içermeyen albatr - travertenler ile yer yer ofiyolit parçaları içeren Sarıkaya travertenlerinin alt seviyelerinin birim hacim kütleleri ve bantlanmaya dik yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımları bağıl olarak yüksektir. Bu değerler, iki değişken arasındaki pozitif ilişkinin oluşmasında belirleyici olmuşlardır.

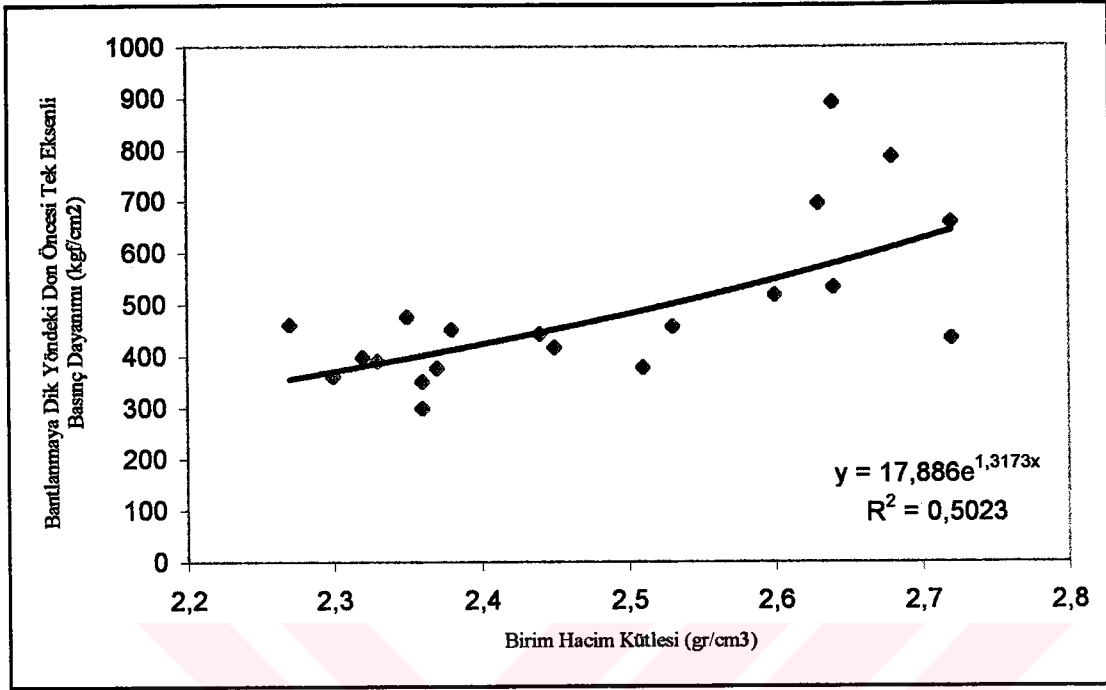
Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya paralel yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki ise Şekil 4.4'te verilmiştir. Buna göre; yine bu iki değişken arasında çok düşük eğimli pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Yani; birim hacim kütlesindeki artışlarla bantlanmaya paralel yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı çok az miktarda artmaktadır.

4.24.3. Birim hacim kütlesi - don sonu tek eksenli basınç dayanımı değişimi

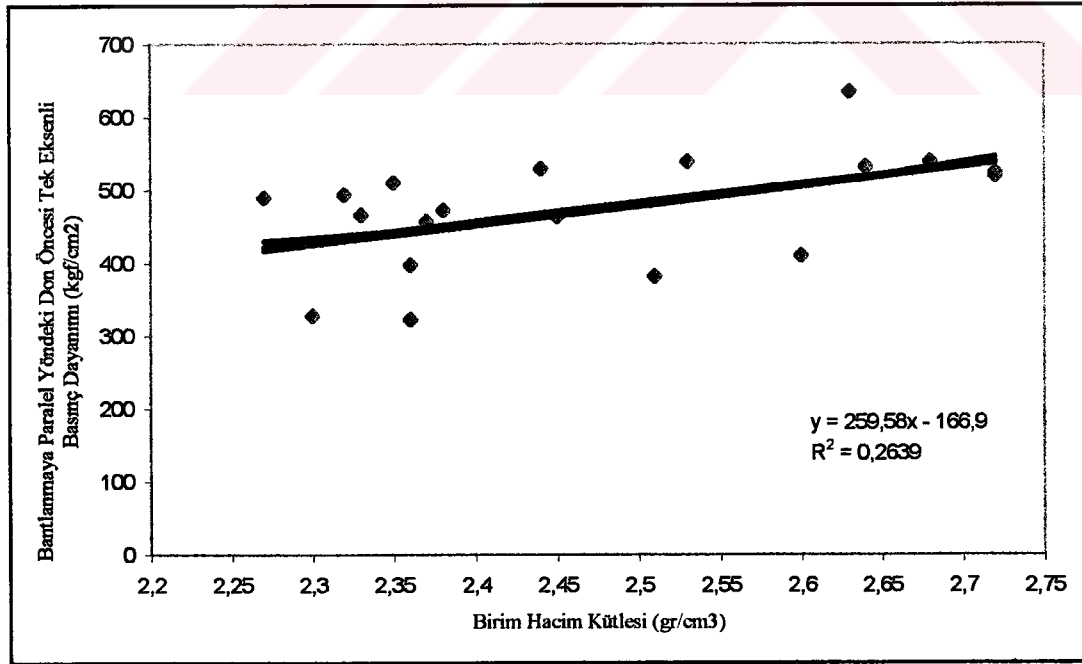
Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki Şekil 4.5'te verilmiştir. Bu iki değişken arasında pozitif bir ilişki görülmektedir. Buna göre; birim hacim kütlesi arttıkça, bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı da artmaktadır.

Yüksek birim hacim kütlesi değerleri veren Uyuz Çermik yöresindeki iri boşluk içermeyen albatr - travertenler ile yer yer ofiyolit parçaları içeren Sarıkaya travertenlerinin alt seviyeleri pozitif ilişkinin oluşmasında asıl belirleyici olmuşlardır.

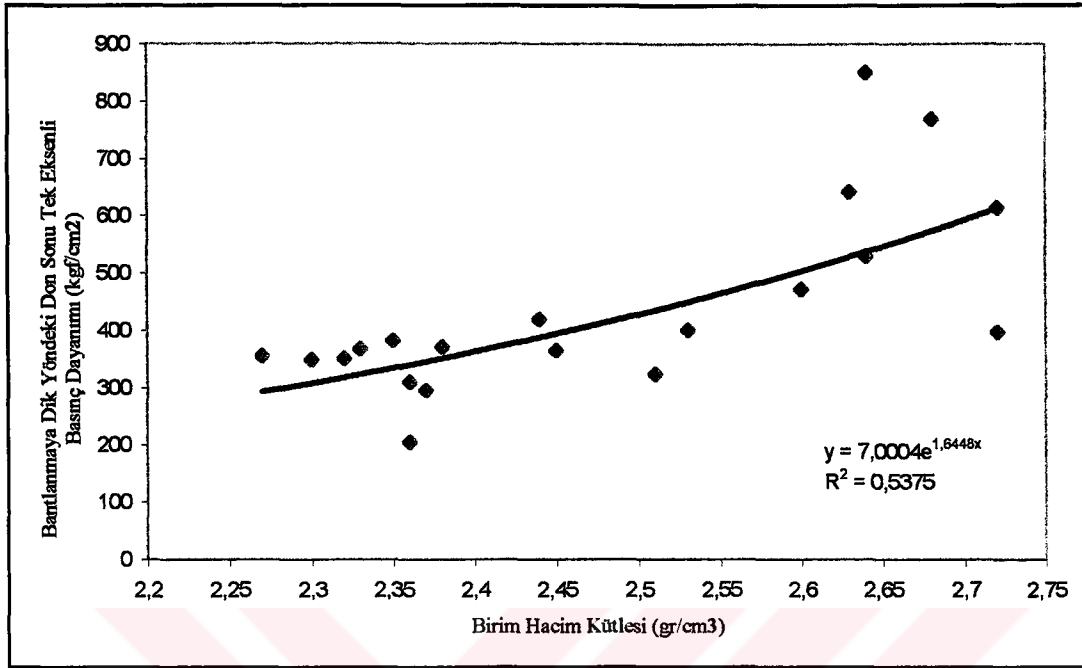
Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki ise Şekil 4.6'da verilmiştir. Bu iki değişken, düşük eğimli pozitif ilişkilidir. Yani; birim hacim kütlesi arttıkça, bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı da çok az miktarda artmaktadır.



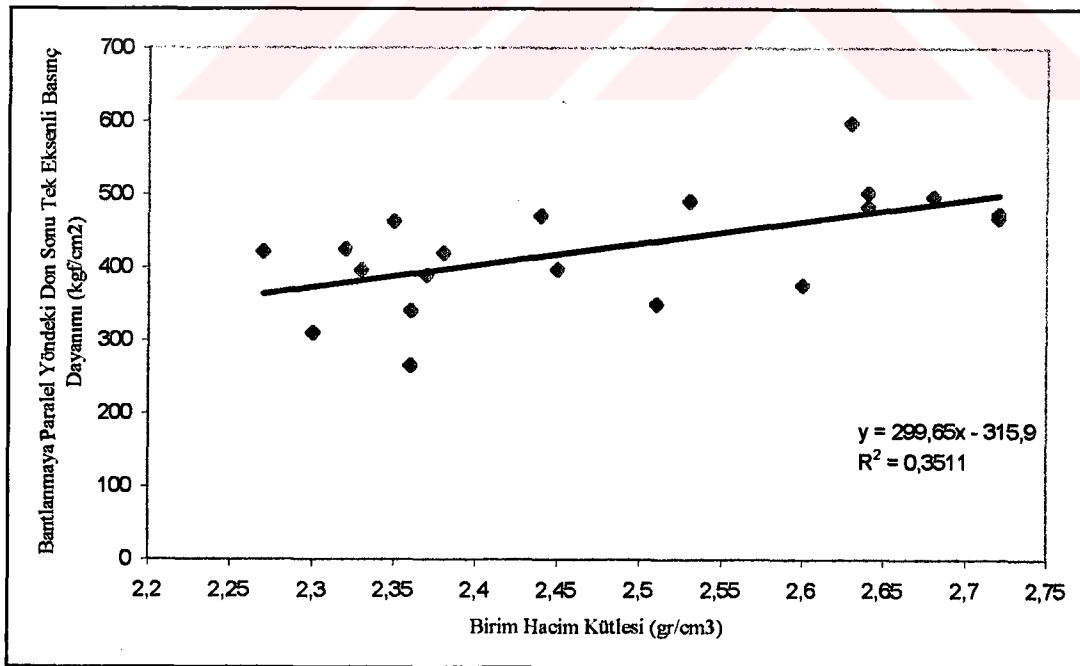
Şekil 4.3: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya dik yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 4.4: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya paralel yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 4.5: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 4.6: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

4.24.4. Birim hacim kütlesi - eğilme dayanımı değişimi

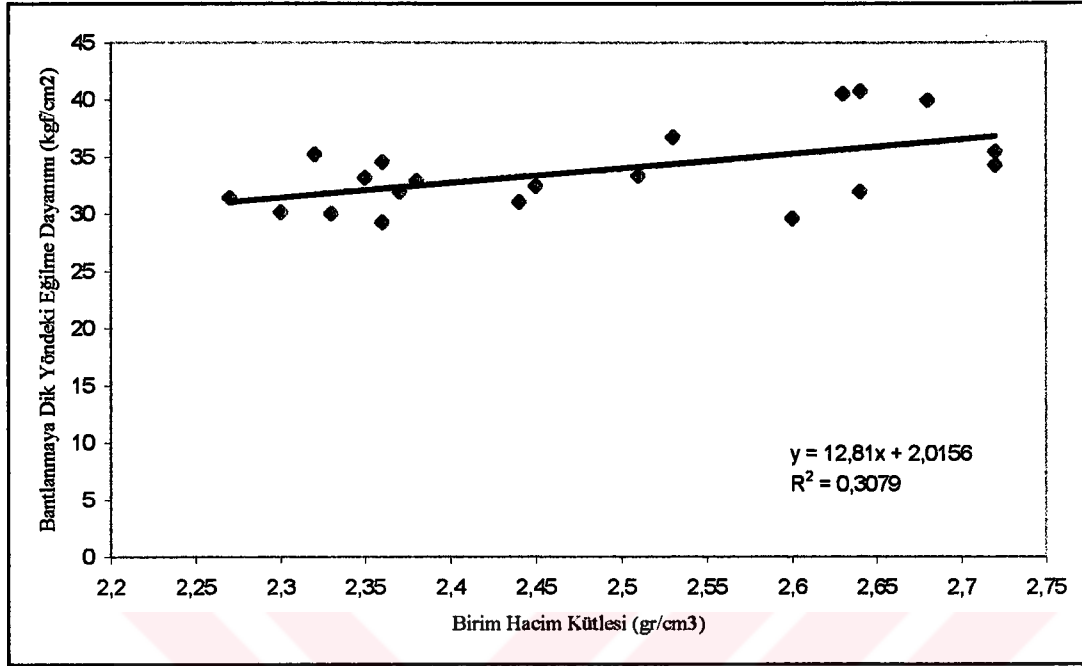
Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı arasındaki ilişki Şekil 4.7’de, birim hacim kütlesi ile bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı arasındaki ilişki ise Şekil 4.8’de verilmiştir. Elde edilen eğriler, çok düşük eğimli pozitif ilişkiler göstermektedir. Buna göre; birim hacim kütlesi arttıkça, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki eğilme dayanımları da çok az miktarda artmaktadır.

Uyuz Çermik yöresindeki iri boşluk içermeyen albatr - travertenler ile yer yer offiyolit parçaları içeren Sarıkaya travertenlerinin alt seviyeleri, bağıl olarak yüksek değerler vermekte ve düşük eğimli pozitif ilişkilerin oluşmasında belirleyici olmaktadır. Eğer bu değerler dikkate alınmazsa, kabuksu - travertenlerde lineer bir ilişki gözlenecektir. Bu durumun en önemli nedeni; kabuksu - travertenlerdeki gözeneklerin iri ve çok oluşu ile heterojen dağılımıdır. Travertenlerin dayanımına olumsuz yönde etki eden bu özellikler, birim hacim kütlesi ile eğilme dayanımları arasındaki ilişki eğrilerinin açık olarak oluşmasına engel olmaktadır.

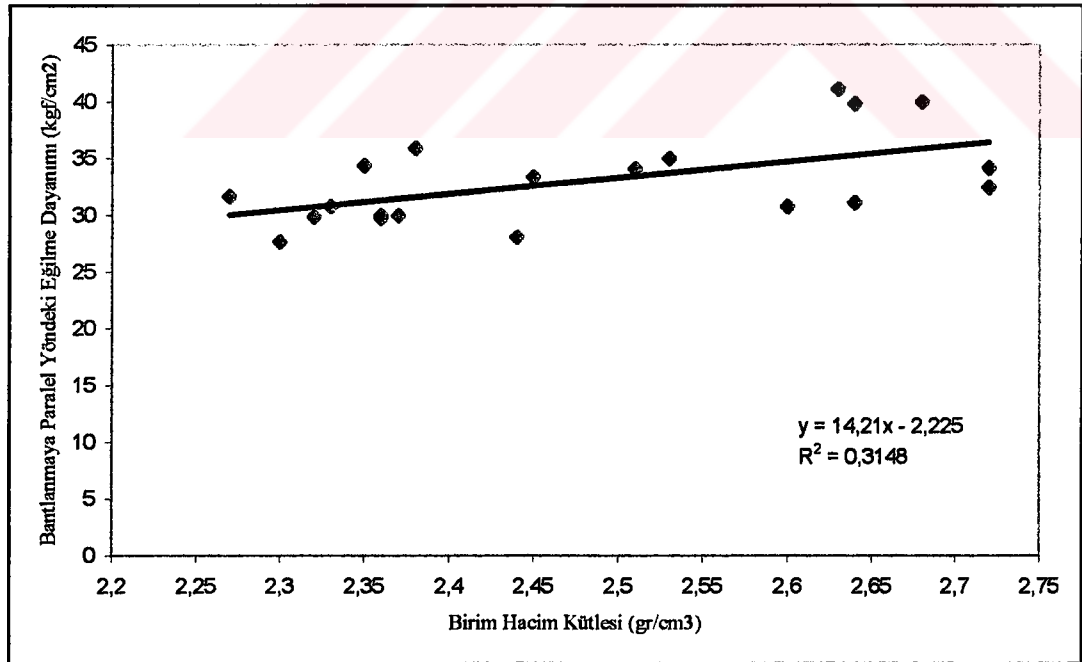
4.24.5. Birim hacim kütlesi - darbe dayanımı değişimi

Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı arasındaki ilişki Şekil 4.9’da, birim hacim kütlesi ile bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımı arasındaki ilişki ise Şekil 4.10’da verilmiştir.

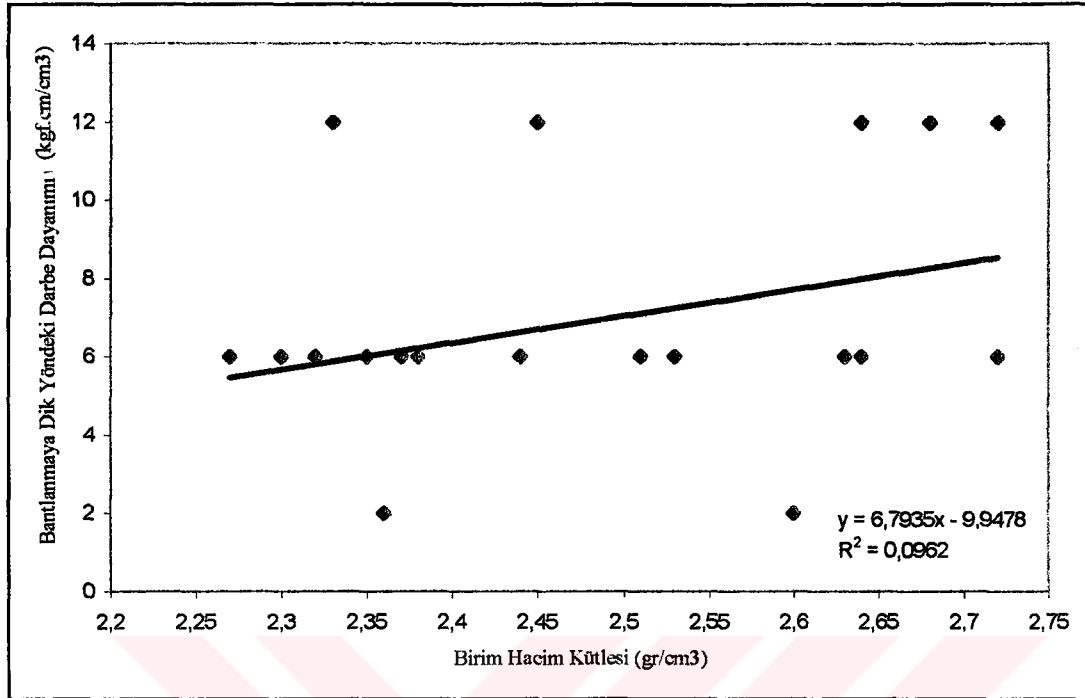
Kayaçların darbe dayanımı testleri için kullanılan üç model bulunmaktadır. Bunlar; (1) ASTM D-3 (1966), (2) AASHO T-5 (Ceylanoglu, 1991’den) ve (3) TS 699 (1987) modelleridir. Bu modellerden ASTM D-3 (1966) ve AASHO T-5 (Ceylanoglu, 1991’den) için kullanılan test örnekleri silindirik olup, yüksekliği 25 mm ve çapı 24-25 mm arasındadır. TS 699 (1987) için kullanılan test örnekleri ise küp şekilli olup, 40x40x40 mm boyutlarındadır. Kabuksu - travertenler, yer yer 15-20 mm genişliğinde boşluk içerdikleri için, darbe dayanımı testlerinde, hata miktarı en az olması beklenen (yüzey alanı ve hacmi en büyük olan) TS 699 (1987) modeli tercih edilmiştir. Buna rağmen, kabuksu travertenlerin gözenek boyutları, miktarı ve dağılımı çok değişken olduğu için; birim hacim kütlesi ile bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki darbe dayanımları arasında sağlıklı bir ilişki gözlenememiştir.



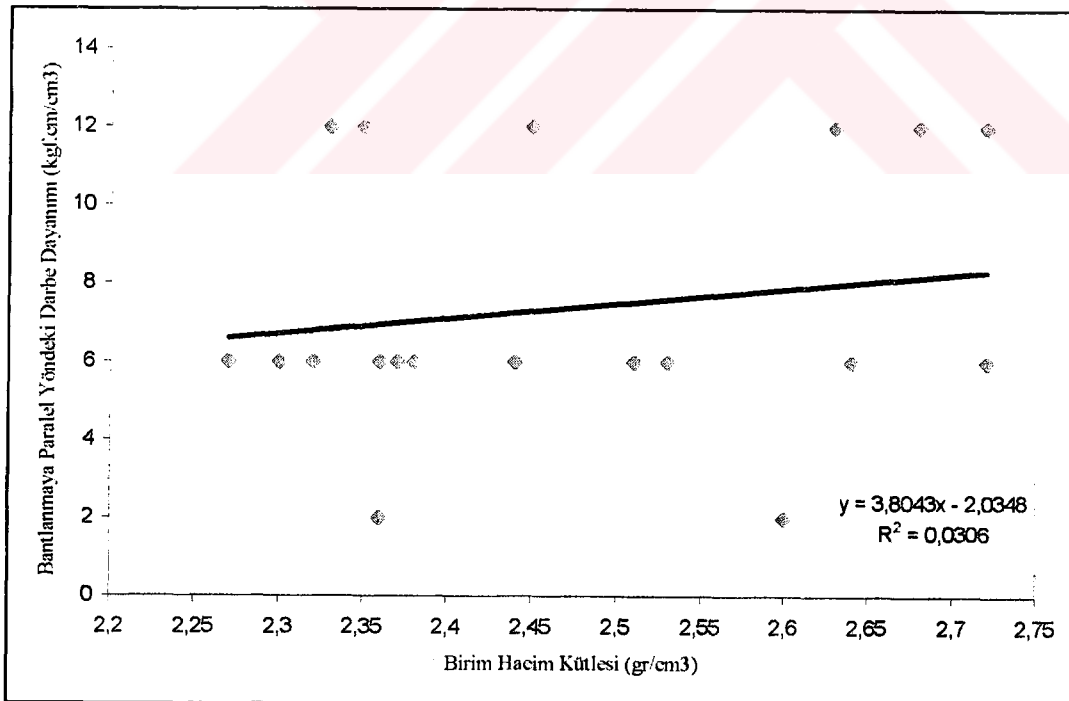
Şekil 4.7: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 4.8: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 4.9: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 4.10: Birim hacim kütlesi ile bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımı arasındaki ilişki

Bununla birlikte, sözkonusu değişkenler arasında çok düşük eğimli pozitif ilişkilerin bulunduğu söylenebilir. Yani; birim hacim kütlesi arttıkça, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki darbe dayanımları da çok az miktarda artmaktadır.

Gözenek boyutu, miktarı ve dağılımı çok değişken olan kabuksu - travertenler için, darbe yüzey alanı ve hacmi daha büyük olan, bir darbe dayanımı test modelinin geliştirilmesi gereği açıktır.

4.24.6. Gözeneklilik - don öncesi tek eksenli basınç dayanımı değişimi

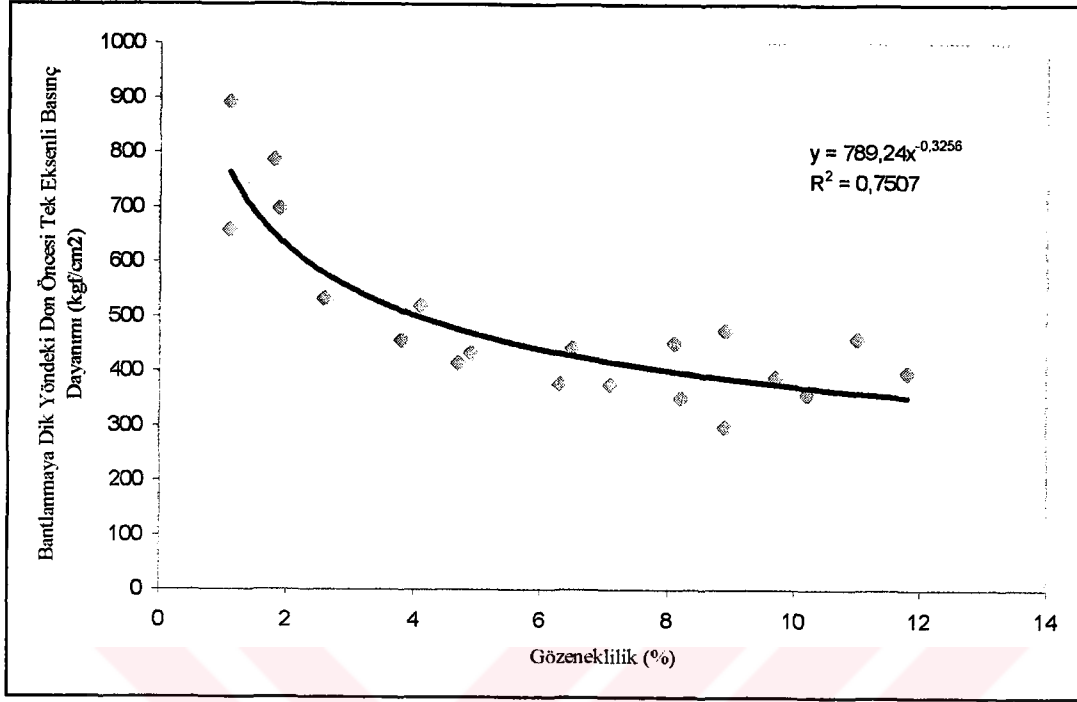
Gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki Şekil 4.11'de verilmiştir. Buna göre; gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır. Yani; gözeneklilik arttıkça, bantlanmaya dik yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı düşmektedir.

Uyuz Çermik yöresindeki iri boşluk içermeyen albatr - travertenler ile yer yer ofiyolit parçaları içeren Sarıkaya travertenlerinin alt seviyelerinin gözeneklilikleri düşük, bantlanmaya dik yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımları ise yüksek değerler vermektedir. Bu kesimlerle daha iri ve bol gözenekli olan kabuksu - travertenleri yansıtan kesimlerin geçiş bölgesindeki ilişki eğrisi daha yüksek açılıdır. Yani bu kesimdeki negatif ilişki daha sağlıklı ve açık bir şekilde gözlenebilmektedir.

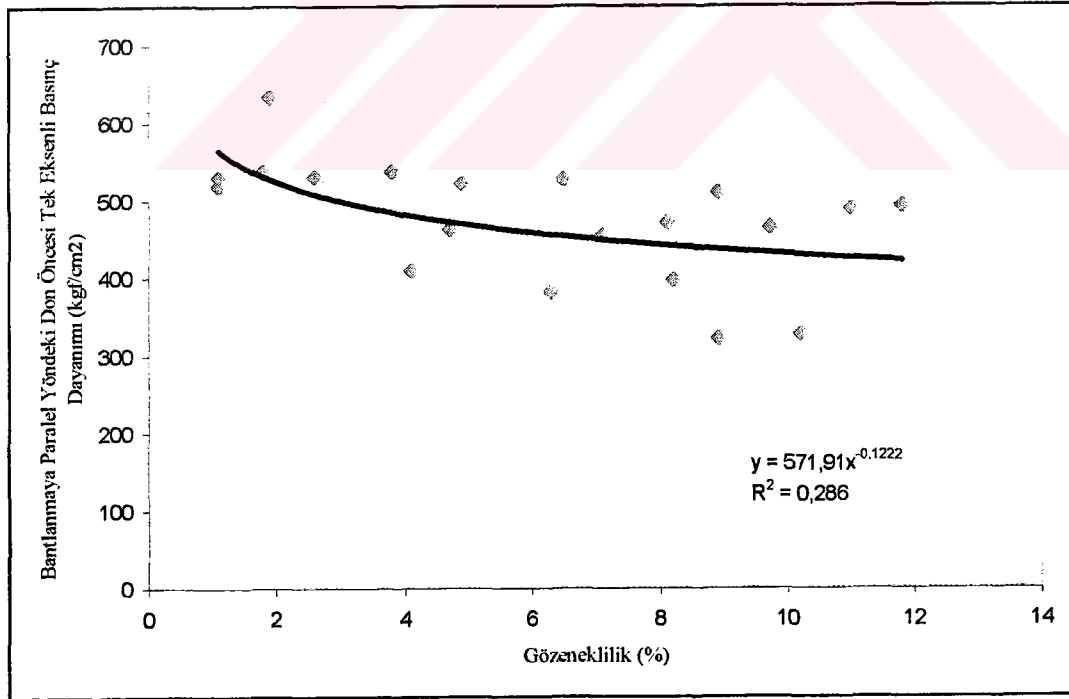
Gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki ise Şekil 4.12'de verilmiştir. Buna göre; Gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasında çok düşük açılı negatif bir ilişki bulunmaktadır. Yani; gözeneklilik arttıkça, bantlanmaya paralel yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımının çok az miktarda düştüğü gözlenmektedir. Buradaki ilişkinin daha açık gözlenemeyişinin temel nedeni; kabuksu - travertenlerdeki gözeneklerin iri ve çok oluşu ile heterojen dağılımıdır.

4.24.7. Gözeneklilik - don sonu tek eksenli basınç dayanımı değişimi

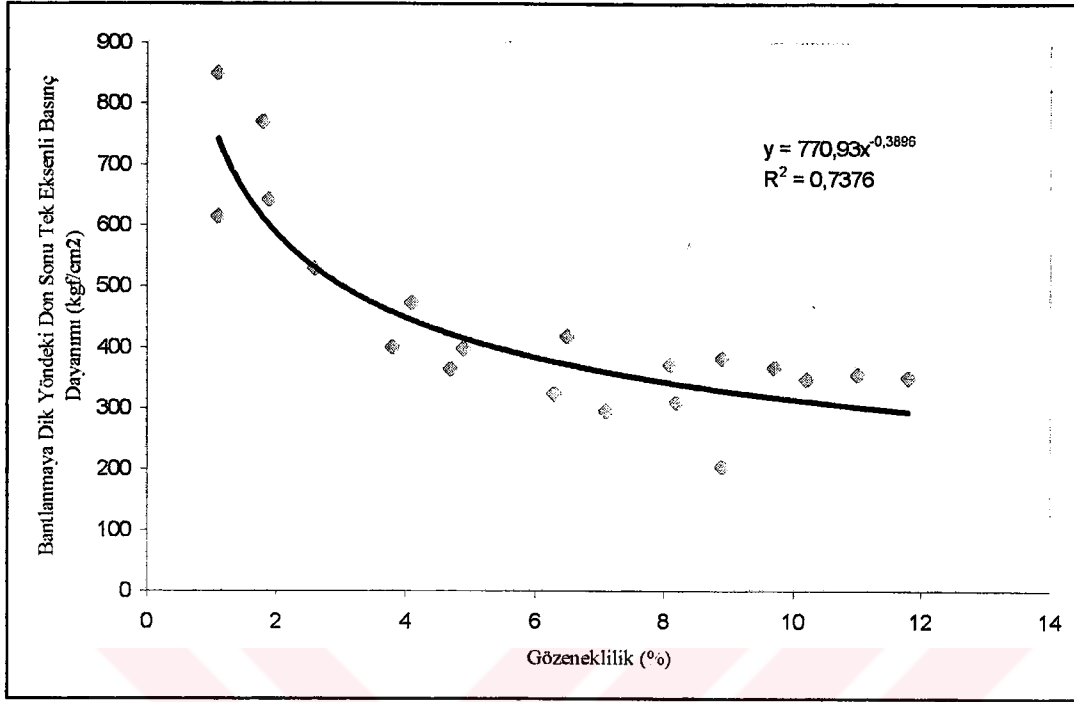
Gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki Şekil 4.13'te, gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki ise Şekil 4.14'te verilmiştir.



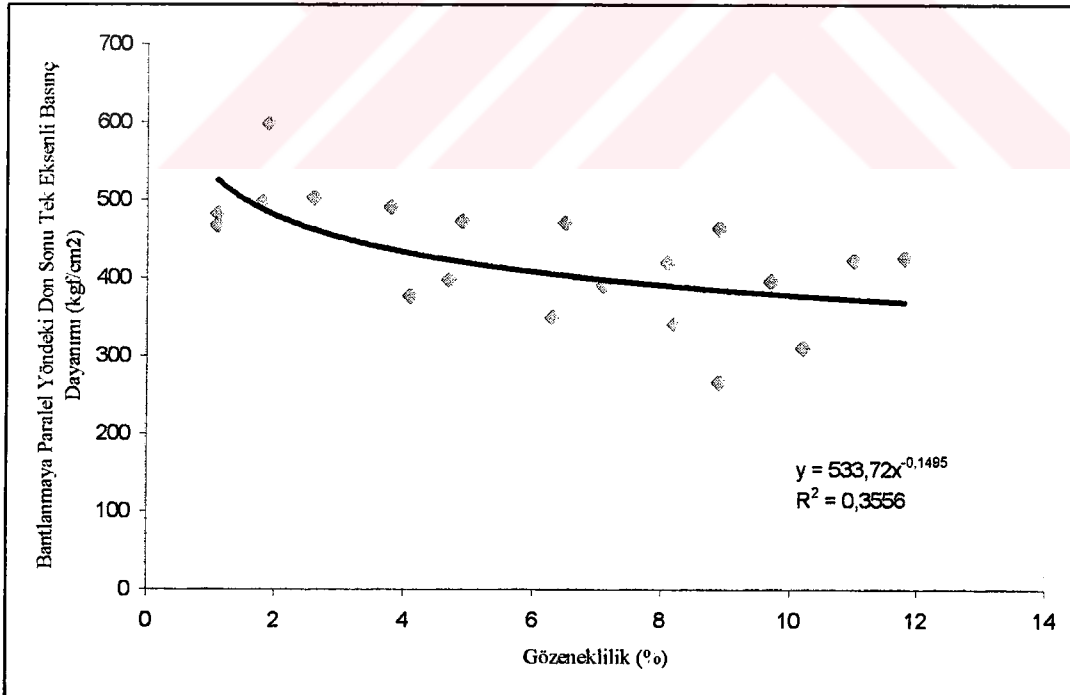
Şekil 4.11: Gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 4.12: Gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki don öncesi tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 4.13; Gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 4.14: Gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

Bu ilişkilere göre; gözeneklilik ile bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki don sonu tek eksenli basınç dayanımları arasında negatif ilişkiler bulunmaktadır. Yani; gözeneklilik arttıkça, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki don sonu tek eksenli basınç dayanımları düşmektedir. Bu özellik, gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımı arasında daha belirgin olarak gözlenmektedir.

4.24.8. Gözeneklilik - eğilme dayanımı değişimi

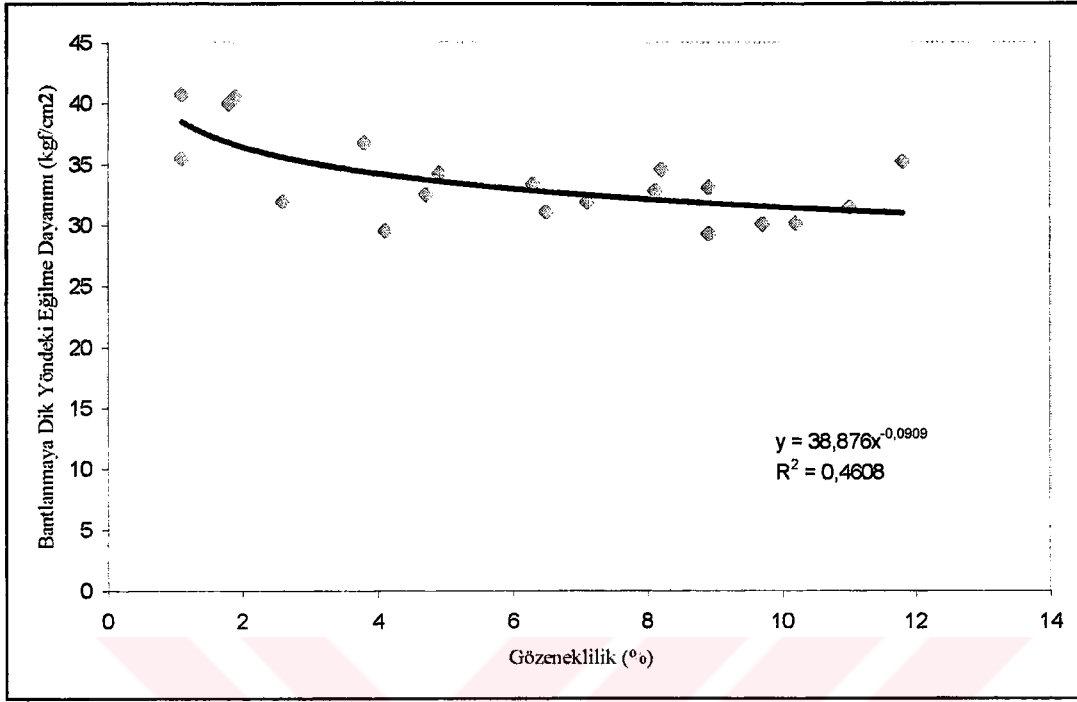
Gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı arasındaki ilişki Şekil 4.15'te, gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı arasındaki ilişki ise Şekil 4.16'da verilmiştir.

Bu ilişkilere göre; gözeneklilik ile bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki eğilme dayanımları arasında negatif ilişkiler bulunmaktadır. Yani; gözeneklilik arttıkça, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki eğilme dayanımları düşmektedir. Uyuz Çermik yöresindeki iri boşluk içermeyen albatr - travertenler ile yer yer ofiyolit parçaları içeren Sarıkaya travertenlerinin alt seviyelerinin gözeneklilikleri en düşük, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki eğilme dayanımları ise en yüksek değerleri vermektedir.

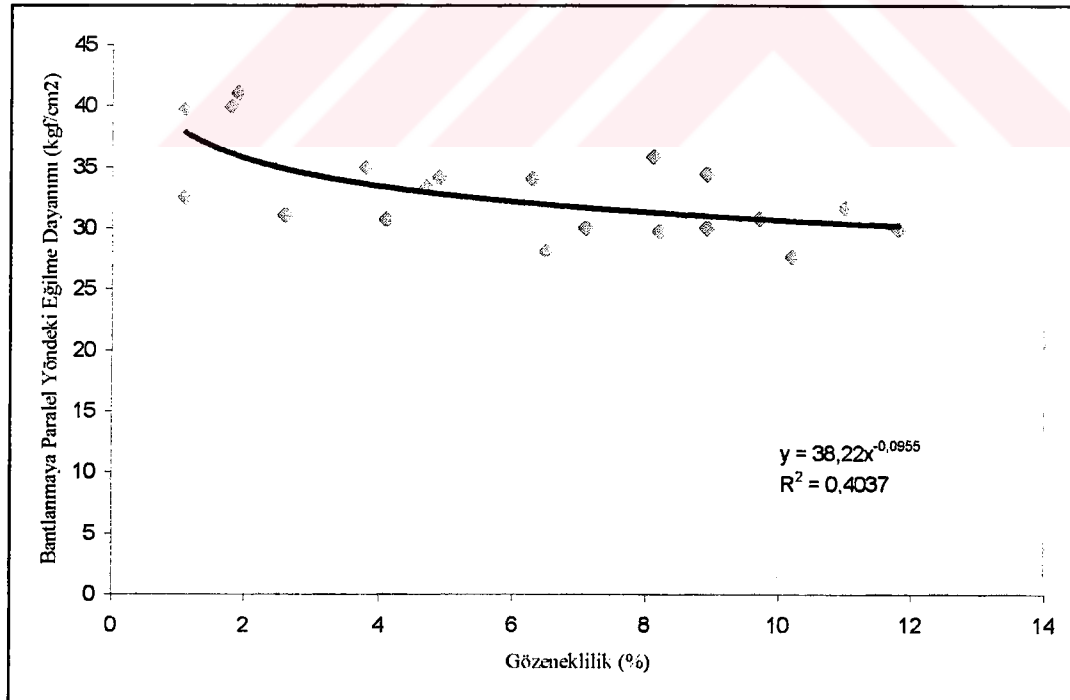
4.24.9. Gözeneklilik - darbe dayanımı değişimi

Gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı arasındaki ilişki Şekil 4.17'de, gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımı arasındaki ilişki ise Şekil 4.18'de verilmiştir.

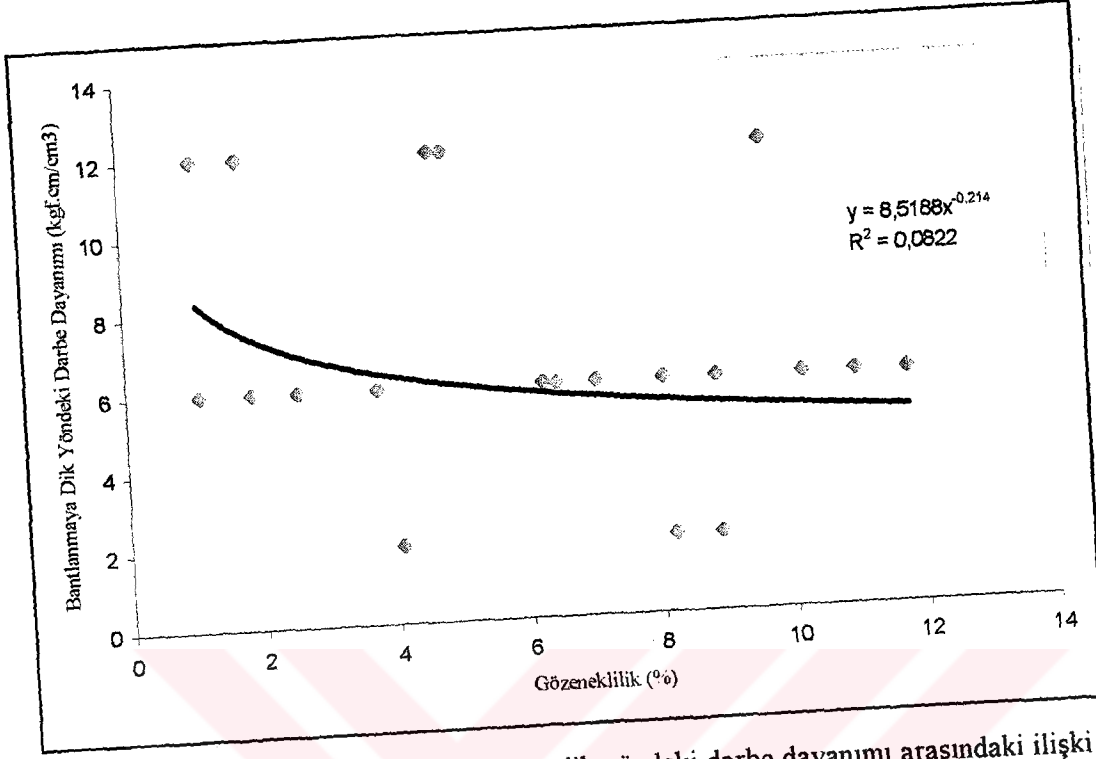
Bu ilişkilere göre; gözeneklilik ile bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki darbe dayanımları arasında genel olarak negatif ilişkiler bulunmaktadır. Yani; gözeneklilik arttıkça, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki darbe dayanımları düşmektedir. Ancak, negatif ilişkiyi gösteren eğri çok düşük açılıdır. Bu nedenle değişkenler arasında sağlıklı bir ilişki gözlenememektedir. Bunun en önemli nedeni; kabuksu - travertenlerin gözenek boyutlarının, miktarlarının ve dağılımlarının çok değişken olmasıdır. Buna bağlı olarak, daha önce belirtildiği gibi, darbe dayanımı testlerinde uygulanan modeller, kabuksu travertenler için yeterli olmamaktadır.



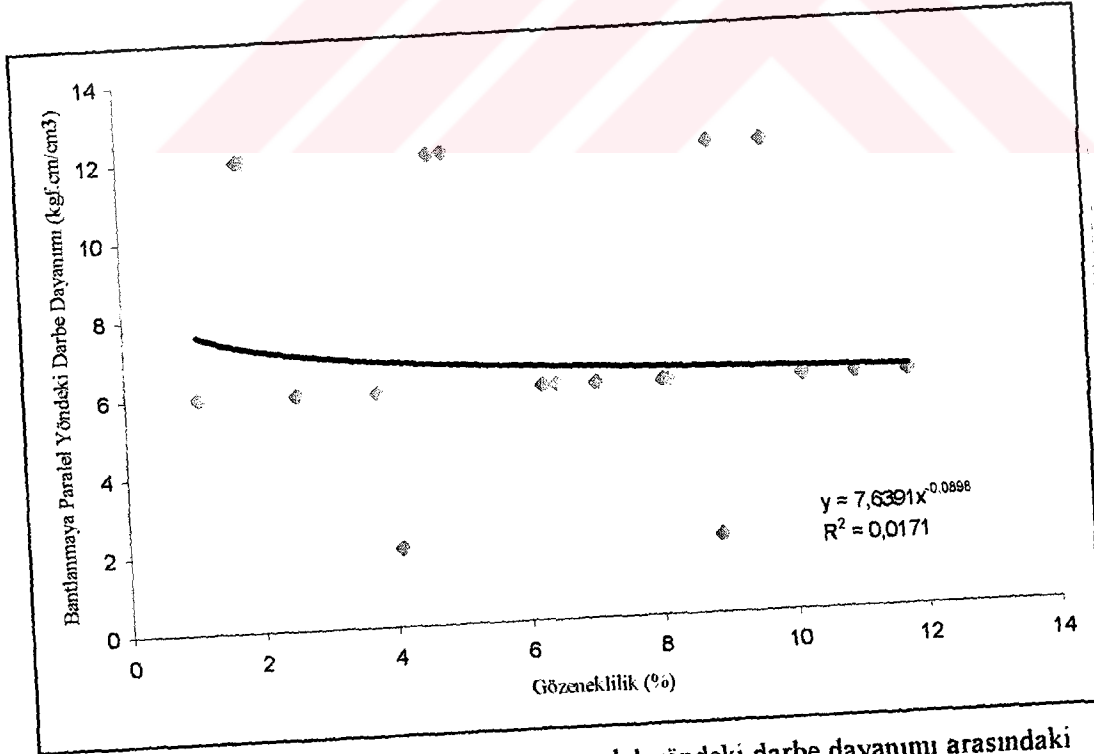
Şekil 4.15: Gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 4.16: Gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 4.17: Gözeneklilik ile bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı arasındaki ilişki



Şekil 4.18: Gözeneklilik ile bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımı arasındaki ilişki

4.25. Endüstriyel Özelliklerin Değerlendirilmesi

İnceleme alanındaki travertenlerin TS 699 (1987), TS 6809 (1989), ISRM (1978), ve Türkiye Mermer Envanteri (MTA, 1966)'ya göre yapılmış test sonuçlarının, TS 2513 (1977)'de belirtilen değerler ile karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan endüstriyel özellikleri, aşağıda olduğu gibi özetlenebilir.

Blok verme özelliği bakımından, inceleme alanındaki travertenlerin "II. zon" olarak tanımlanan alt kesimlerinden farklı boyutlarda blok çıkarılabilir. Kabuksu - travertenlerden büyük boyutlu (Karlıkaya mevkiinde max. 2 x 3 x 3 m, Kandilsırtı mevkiinde max. 2 x 2.5 x 3 m, Sarıkaya yöresinde max. 2 x 3 x 3 m, Uyuz Çermik yöresinde max. 2 x 2 x 2.5 m), Uyuz Çermik sahasındaki albatr - travertenlerden ise küçük boyutlu (max. 60 x 50 x 40 cm) blokların çıkarılabileceği belirlenmiştir. Kabuksu - travertenler, yüzey kaplaması için uygun renk ve desen özelliği gösterirken, albatr - travertenler ise hediyelik - süs eşyası yapımı için uygun renk ve desen özelliği göstermektedir. Kabuksu ve albatr travertenlerin her ikisi de levhalar şeklinde dilimlenebilme ve cilalanıp parlayabilme özelliğine sahiptirler. Yuvarlatılabılme ve oyulabilme özelliğine de sahip olan albatr-travertenlerin cilalanma ve parlayabilme özellikleri daha iyidir.

İnceleme alanındaki travertenlerin birim hacim kütlesi, özgül kütle, doluluk oranı, kütlece ve hacimce su emme oranları, zahiri ve gerçek gözeneklilikler, suda dağılma dayanımı, Mohs ve Schmidt sertlikleri, saydamlık, kalınlıkça ve hacimce aşınma kayıpları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki tek eksenli basınç dayanımları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki don sonu tek eksenli basınç dayanımları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki eğilme dayanımları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki darbe dayanımları, dona karşı dayanım, don kaybı, açık hava tesirlerine dayanım, paslanma ve asitlere karşı dayanım özellikleri, belirtilen standartlara uygunluk göstermekte olup, yüzey kaplama taşı olarak rahatlıkla kullanılabilecek özelliktedirler. Ancak, Kandilsırtı travertenlerinin basınç dayanımlarının ve darbe dayanımlarının nispeten zayıf oldukları anlaşılmıştır. Ayrıca, kabuksu - travertenlerin görünümünün zamanla matlaştığı, ancak göze hoş gözüken renk ve desen özelliğinden dolayı, estetik görünümünü muhafaza ettikleri gözlenmiştir.

Yapılan değerlendirmelerle inceleme alanında yayılım gösteren kabuksu - travertenlerin, endüstriyel alandaki en uygun kullanım alanlarının yüzey kaplama

taşı sektörü, albatr - travertenlerin de hediyelik - süs eşyası yapımı sektörü olduğu belirlenmiştir.

Yapılan incelemeler, inceleme alanındaki travertenlerin, ayrıca ek kullanım alanlarının da bulunduğunu ortaya koymuştur. Zira, kabuksu - travertenler, hafiflik ve kısmi izolasyon görevi gören gözeneklilik özelliğinden dolayı, ideal bir doğal yapıtaşı malzemesi durumundadır. Bu nedenle, kabuksu - travertenlere ait küçük blokların yapıtaşı olarak kullanımları uygunluk arz etmektedir.

İnceleme alanındaki travertenlerin kimyasal bileşimleri ve diğer yapısal özellikleri, bunların çimento hammaddesi olarak da kullanılabileceğini göstermektedir. Travertenlerin artık ve atıklarının, kireç hammaddesi olarak değerlendirilmesi, ek bir gelir sağlayacaktır. Bunların dışında, Karlıkaya traverten sahasının kuzeybatısındaki Midillininboz Sırtı yöresinde bulunan ayrıışmış travertenler, mikro çözünme yapılarına (gözeneklere) bağlı olarak, suyu emme ve çamurlaşmayı önleme özelliğine sahip olup, yol kaplama (sergi) malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Ayrıca, bazı test sonuçlarının birbirleriyle ilişkileri incelendiğinde, genel olarak; travertenlerin birim hacim kütlesi artışına bağlı olarak, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki don öncesi ve don sonu tek eksenli basınç dayanımları, eğilme dayanımları ve darbe dayanımları artmaktadır. Travertenlerin gözeneklilik artışına bağlı olarak ise bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki don öncesi ve don sonu tek eksenli basınç dayanımları, eğilme dayanımları ve darbe dayanımları azalmaktadır. Bununla birlikte, kabuksu - travertenlerin gözenek boyutlarının, miktarlarının ve dağılımlarının çok değişken olması, bunların dayanım özellikleri ile diğer değişkenler arasındaki ilişkilerin daha açık olarak gözlenmesini zorlaştırmıştır.

5. İNCELEME ALANINDAKİ TRAVERTENLERİN SINIFLANDIRILMASI

5.1. Genel Bilgiler

Travertenler genel olarak; morfolojik görünümleri, yapısal özellikleri, yataklanma şekilleri ve endüstriyel kullanım alanları gibi farklı kriterlere göre sınıflandırılabilirler. Morfolojik görünümleri bakımından (1) teras (set) tipi, (2) sırt tipi, (3) fay önü tipi, (4) kanal tipi ve (5) damlataş tipi şeklinde; yapısal özellikleri bakımından (1) masif, (2) kabuksu/süngerimsi, (3) albatr yapılı, (4) bitki yapılı, (5)

oolitik-pizolitik, (6) böbreğimsi ve (7) breş dolgusu şeklinde; yataklanma şekline göre (1) tabaka tipi ve (2) damar tipi şeklinde; kullanım alanlarına göre ise (1) yüzey kaplama taşı olarak kullanılabilen, (2) yapıtaşı olarak kullanılabilen, (3) hediyelek-süs eşyası yapımında kullanılabilen, (4) çimento yapımında kullanılabilen, (5) kireç imalinde kullanılabilen, (6) yol sergisinde kullanılabilen ve (5) turistik değer taşıyan travertenler şeklinde sınıflandırılabilirler (Ayaz, 1997).

Travertenlerin en yaygın ve en önemli endüstriyel kullanımı olan yüzey kaplama taşı kullanımı için de çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. Yapıtaşı ve hediyelek - süs eşyası yapımında kullanılabilen travertenler için de geçerli olan bu sınıflandırmaların en önemlileri;

- (a) Blok verme özelliğine göre (ISRM, 1978),
- (b) Renk özelliğine göre (Güleç, 1980),
- (c) Kristal boyutuna göre (Güleç, 1980),
- (d) İşlenme özelliği ve yapısal kusurlarına göre (Güleç, 1980),
- (e) Birim hacim kütlelerine göre (Anon, 1979),
- (f) Gözenekliliğine göre (Anon, 1979),
- (g) Suda dağılma dayanım indeksine göre (Gamble, 1971),
- (h) Ayrışma derecesine göre (ISRM, 1979),
- (i) Sertliğine göre (Mohs (TS 6809, 1989) ve Schmidt (ISRM, 1978))
- (i) Tek eksenli basınç dayanımına göre (ISRM, 1981)

yapılan sınıflandırmalardır.

5.2. Genel Sınıflandırma

İnceleme alanındaki travertenlerin genel sınıflandırılması Tablo 5.1’de verilmiştir. Buna göre, inceleme alanında; morfolojik görünümleri bakımından tabaka tipi, sırt tipi, damar tipi ve fay önü tipi travertenler, yapısal özellikleri bakımından kabuksu/süngerimsi yapılı, albatr yapılı, bitki yapılı, breş dolgusu yapılı ve ayrıca Aşağı Çermik mevkiindeki bazı güncel oluşumlarda da oolitik-pizolitik ve böbreğimsi yapılı travertenler, yataklanma şekline göre tabaka tipi ve damar tipi travertenler, endüstriyel kullanımlarına göre de yüzey kaplama taşı, yapıtaşı, hediyelek-süs eşyası yapım taşı, çimento hammaddesi ve turistik değer taşıyan travertenler gözlenmektedir. Bunların dışında, Sıcak Çermik traverten

sahasının kuzeyindeki Midillininboz Sırtı yöresindeki ayrıışmış travertenler de yol sergisinde kullanılabilen travertenler gözlenmektedir.

5.3. Endüstriyel Özelliklere Göre Sınıflandırma

İnceleme alanındaki travertenlerin, yüzey kaplama taşı, hediyelik-süs eşyası yapım taşı ve yapıtaşı kullanımlarına yönelik olarak yapılan sınıflandırmaları Tablo 5.2’de verilmiştir.

ISRM (1978)’de verilen blok verme özelliğine göre, inceleme alanındaki kabuksu - travertenlerin işletilebilme niteliği taşıyan II. zonları “büyük bloklar” sınıfında tanımlanırken, albatr-travertenler, Uyuz Çermik sahasında “küçük boyutlu bloklar” sınıfında tanımlanmıştır. Kandilsırtı ve Sarıkaya sahalarındaki albatr - travertenlerin blok verme özellikleri ise “kırılmış kayaç” sınıfında tanımlanmış olup, bunların blok verme özellikleri bulunmamaktadır.

Güleç (1980)’de verilen sınıflandırmalarda; renk özelliğine göre kabuksu-travertenler “kirli sarı”, albatr travertenler ise “karışık renkli” olarak; kristal boyutuna göre kabuksu travertenler “çok ince taneli (<50 mikron)”, albatr travertenler de “ince taneli (50-100 mikron)” olarak, işlenme özelliği ve yapısal kusurlarına göre kabuksu-travertenler “B-sınıfı” (bol iri gözenekli olduğu için işlenme özelliği iyi değil), albatr-travertenler “A-sınıfı (sağlam, üniform ve işlenme özelliği çok iyi)” olarak tanımlanmışlardır.

Anon (1979)’da verilen birim hacim kütlesi sınıflamasına göre; kabuksu-travertenler “orta” (Sarıkaya travertenleri yer yer yüksek), albatr-travertenler ise “yüksek birim hacim kütleli” olarak tanımlanmıştır. Anon (1979)’da verilen gözeneklilik sınıflamasına göre; kabuksu-travertenler “orta-düşük”, albatr-travertenler ise “düşük gözenekli” olarak tanımlanmıştır. Gamble (1971)’de verilen suda dağılma dayanım indeksi sınıflamasına göre; her iki traverten çeşidi de “çok yüksek dayanımlı (% 98-100)” olarak, ISRM (1981)’de verilen ayrışma derecesi sınıflamasına göre; her iki traverten çeşidi de “taze (1. sınıf)” olarak, sertliğine göre her iki traverten çeşidi için de Mohs sertliği “3” (TS 6809, 1989’a göre), Schmidt sertliği “az sert” (ISRM, 1981’e göre) olarak ve ISRM (1981)’de verilen tek eksenli basınç dayanımı sınıflamasına göre; kabuksu-travertenler “orta dayanımlı”, albatr - travertenler ise “orta - yüksek dayanımlı” olarak tanımlanmışlardır.

Tablo 5.2: İnceleme alanındaki travertenlerin yüzey kaplama taşı, hediyeelik-süs eşyası yapım taşı ve yapıtaşı kullanımlarına yönelik olarak yapılan sınıflandırılması

Saha/Ocak İsmi	Traverten Çeşidi	Blok Verme Özellığı ⁽¹⁾	Renk Özellığı ⁽²⁾	Kristal Boy ⁽²⁾	İşlenmeÖz. ve Yapısal Kusuru ⁽²⁾	Birim Hacim Kütl. ⁽³⁾	Göze- neklilik ⁽³⁾	Suda Dağıl. Dayanım İndeksi ⁽⁴⁾	Ayrışma Derecesi ⁽⁵⁾	Sertlik		Tek Eksenli Basınç Dayanımı ⁽⁵⁾
										Mohs ⁽⁶⁾	Sch. ⁽¹⁾	
Karlıkaya	Kabuksu- traverten	Büyük bloklar	Kirli sarı	Çok ince taneli	B-sınıfı	Orta	Orta	Çok yüksek dayanımlı	Taze	3	Az sert	Orta dayanımlı
	Albatr- traverten	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Kandilırtı	Kabuksu- traverten	Büyük bloklar	Kirli sarı	Çok ince taneli	B-sınıfı	Orta	Orta	Çok yüksek dayanımlı	Taze	3	Az sert	Orta dayanımlı
	Albatr- traverten	Kırılmış kayaç	Karışık renkli	İnce taneli	–	–	–	–	–	–	–	–
Sarıkaya	Kabuksu- traverten	Büyük bloklar	Kirli sarı	Çok ince taneli	B-sınıfı	Orta- Yüksek	Düşük- Orta	Çok yüksek dayanımlı	Taze	3	Az sert	Orta dayanımlı
	Albatr- traverten	Kırılmış kayaç	Karışık renkli	İnce taneli	–	–	–	–	–	–	–	–
Uyuz Çermik	Kabuksu- traverten	Büyük bloklar	Kirli sarı	Çok ince taneli	B-sınıfı	–	–	–	Taze	3	Az sert	Orta dayanımlı
	Albatr- traverten	Küçük bloklar	Karışık renkli	İnce taneli	A-sınıfı	Yüksek	Düşük	Çok yüksek dayanımlı	Taze	3	Az sert	Orta-yüksek dayanımlı

(1) ISRM, 1978; (2) Güleç, 1980 (3) Anon, 1979; (4) Gamble, 1971; (5) ISRM, 1981; (6) TS 6809 (1989)

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, Sivas'ın batısında Sıcak Çermik yakınlarında bulunan ve Türkiye'nin en önemli traverten yatakları arasında yer alan, Karlıkaya, Kandilsırtı, Sarıkaya ve Uyuz Çermik traverten yataklarının jeolojisi, endüstriyel özellikleri ve kullanılabilirlikleri incelenmiştir.

Yapılan incelemelerin sonuçları aşağıda olduğu gibi sıralanabilir;

(a) İnceleme alanı; Sivas'ın batısında, yaklaşık 224 km²'lik bir alanda ve 1/25 000 ölçekli Sivas İ37-a3, b4, c1 ve d2 paftaları sınırlarında bulunmaktadır.

(b) İnceleme alanında, 1/25 000 ölçeği düzeyinde; Akdağ Metamorfitleri, Pazarcık Volkanitleri, Boğazköy Formasyonu, Hafik Formasyonu, İncesu Formasyonu, Bayat Volkanitleri, travertenler ve alüvyonlar ayırtlanmıştır.

(c) Bölgedeki en önemli traverten oluşumlarının Karlıkaya, Kandilsırtı, Sarıkaya ve Uyuz Çermik yörelerinde yüzeylendikleri gözlenmiştir.

(d) Yapılan ayrıntılı jeoloji haritalarıyla; travertenlerin oluşumları, yataklanma şekilleri, konumları, yayılımları, kalınlıkları, renkleri, yapısal - dokusal özellikleri, işletme özellikleri ve tektonik özellikleri belirlenmiştir.

(e) Travertenleri oluşturan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ içerikli suların, açılma çatlakları boyunca çıktıkları, bu çatlaklar içinde damar tipi, yüzeyde akarken ise tabaka tipi travertenleri oluşturduğu söylenebilir.

(f) İnceleme alanındaki travertenler, yapısal açıdan, kabuksu (süngerimsi) yapılı ve albatr yapılı olmak üzere iki genel sınıf şekilde isimlendirilmiştir. Kabuksu - travertenler; $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ içerikli suların yeryüzeyine çıktıktan sonra, hızlı bir çökeltme sonucunda oluşan, iri boşluklu ve hakim sarı - krem renkli olan travertenlerdir. Albatr - travertenler ise; $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ içerikli suların çatlaklarda ve/veya yeryüzeyindeki küçük çanağımsı alanlarda birikip, nispeten yavaş bir çökeltme sonucunda oluşan, genellikle iri boşluk içermeyen ve sarı - krem, kırmızı - kahverengi ve beyaz renkli ince bantlanmalı olan travertenlerdir.

(g) İnceleme alanında, Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya sahalarındaki kabuksu - travertenler tabaka tipinde, albatr - travertenler de damar tipinde

gözlenirken, Uyuz Çermik sahasındaki kabuksu ve albatr-travertenlerin her iki tipi de tabaka tipinde gözlenmiştir.

(h) Her kabuksu traverten oluşumunun tabaka tipinde oluştuğu söylenilebilir. Ancak albatr traverten oluşumları hem damar tipinde, hem de tabaka tipinde oluşabilmektedir.

(ı) İnceleme alanındaki travertenlerin endüstriyel özelliklerinin belirlenmesi için; blok verme (1. yöntem), renk ve desen özelliği jeolojik yöntemlerle, levhalar şeklinde dilimlenebilme, cilalanabilme ve parlayabilme özellikleri işlemecilikte kullanılan yöntemlere göre, mohs sertliği TS 6809 (1989)'a göre, blok verme (2. yöntem), suda dağılma dayanımı ve schmidt sertlikleri ISRM (1978)'e göre ve saydamlık ise Türkiye Mermer Envanteri, (MTA, 1966)'ya göre test edilmiş ve sonuçların kullanılabilir özellikte olduğu anlaşılmıştır. Birim hacim kütlesi, özgül kütle, doluluk oranı, kütlece ve hacimce su emme, gözeneklilik, aşınma, tek eksenli basınç dayanımı, don sonu tek eksenli basınç dayanımı, eğilme dayanımı, darbe dayanımı, dona karşı dayanım, don kaybı, açık hava tesirlerine dayanım, paslanma ve asitlere karşı dayanım testleri ise TS 699 (1987)'ye uygun olarak yapılmış ve Kandilsırtı travertenlerinin bantlanmaya dik yöndeki don sonu basınç dayanımı ile bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı özellikleri dışında, inceleme alanındaki travertenlerin tüm özelliklerinin TS 2513 (1977)'te belirtilen kullanım standartlarına uygun oldukları belirlenmiştir.

(i) İnceleme alanındaki kabuksu - travertenlerin dayanım anizotropisi % 4.9 - 14.8 arasında değişirken, albatr - travertenlerin dayanım anizotropisi % 23.3 - 25.2 arasında değişmektedir.

(j) İnceleme alanındaki travertenlerin CaO içerikleri nispeten düşük, SiO₂ içerikleri ise yüksektir. Bunun nedeni; yöredeki en önemli kaynak kayaç olan mermerlerin, yer yer kuvars mermerlerle geçişli olması ve kuvarsit seviyelerinin bulunması şeklinde açıklanabilir.

(k) Bazı test sonuçlarının birbirleriyle ilişkileri incelendiğinde, genel olarak; travertenlerin birim hacim kütlesi artışına bağlı olarak, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki don öncesi ve don sonu tek eksenli basınç dayanımları, eğilme dayanımları ve darbe dayanımları artmaktadır. Travertenlerin gözeneklilik artışına bağlı olarak ise bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki don öncesi ve don sonu tek eksenli basınç dayanımları, eğilme dayanımları ve darbe dayanımları azalmaktadır. Bununla birlikte,

kabuksu - travertenlerin gözenek boyutlarının, miktarlarının ve dağılımlarının çok değişken olması, bunların dayanım özellikleri ile diğer değişkenler arasındaki ilişkilerin daha açık olarak gözlenmesini zorlaştırmıştır.

(l) Travertenlerden elde edilecek yüzey kaplama taşı ve yapıtaşı, yapılarda köşeli plakalar şeklinde kullanılacağı için, bu amaca yönelik olarak yapılacak tek eksenli basınç dayanımı ve darbe dayanımı testlerinin, TS 699 (1987)'ye uygun olarak, kübik şekilli test örnekleri üzerinde yapılması benimsenmiştir.

(m) İnceleme alanındaki travertenlerin endüstriyel özelliklerinin değerlendirilmesi sonucunda, kabuksu-travertenlerin en uygun olarak yüzey kaplama taşı sektöründe, albatr-travertenlerin ise en uygun olarak süs eşyası yapımında kullanılabilecekleri belirlenmiştir.

(n) İnceleme alanındaki kabuksu - travertenlerin; hafiflik ve izolasyon sağlayan gözeneklilik özelliğinden dolayı doğal yapıtaşı olarak, kimyasal bileşim ve diğer yapısal özelliklerinden dolayı da çimento hammaddesi olarak, ek kullanım alanlarına sahip oldukları, ayrıca; Karlıkaya traverten sahasının kuzeybatısındaki Midillininboz Sırtı yöresinde bulunan ayrılmış travertenlerin ise toprak yollar için iyi bir yol sergisi malzemesi olduğu söylenilebilir.

6.2. Öneriler

(a) İnceleme alanındaki travertenlerin, yukarıda belirtilen şekillerde kullanımlarının artırılması ve ocak işletmeciliğinin en az zayıat verecek şekilde, bilinçli ve gelişmiş teknolojiyle yapılması önerilir.

(b) Kabuksu - travertenlere ait küçük bloklardan uygun ebatlarda olanlarının yapıtaşı olarak, diğer parçalarının ve yüzey kaplama taşı atıklarının da kireç hammaddesi olarak çimento hammaddesi olarak kullanılması önerilir.

(c) Sivas'ta ve Türkiye'deki diğer traverten oluşumlarının endüstriyel özelliklerinin belirlenmesi, bilinçli ve gelişmiş teknolojiyle işletilmesi, desteklenmesi, teşvik edilmesi ve endüstriyel alandaki kullanımlarının yaygınlaştırılması önerilir.

(d) Kabuksu - travertenler için, darbe yüzey alanı ve hacmi daha büyük olan bir darbe dayanımı test modelinin geliştirilmesi önerilebilir.

(e) İnceleme alanındaki traverten sahalarında bulunan ve uzunlukları 800 m'ye kadar ulaşabilen, estetik görünümlü sırt tipi traverten oluşumlarının, koruma altına alınıp, turistik amaçlı olarak değerlendirilmesi düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- Aktimur, H.T., Tekirli, M.E. ve Yurdakul, M.E., 1990, Sivas-Erzincan Tersiyer havzasının jeolojisi; MTA Dergisi, No: 111.
- Alpaslan, M., 1993, Yıldızeli yöresi (Sivas batısı) metamorfitlelerinin petrolojik incelenmesi; Cumhuriyet Üniv. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, 359 s. (yayınlanmamış).
- Anon, 1979, Classification of rocks and soils for engineering geological mapping, Part 1 - rock and soil materials; Report of the Comission of Engineering Geological Mapping, Bulletin of the International Association of Engineering Geology, No: 19, 364-71.
- Aral, F. ve Söylem, B., 1991, Sıcak Çermik (Sivas) sıcak su kaynaklarının jeolojik ve hidrojeolojik incelenmesi; Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu - Bildiriler, Çukurova Üniv. Müh.-Mim. Fak. Jeo. Müh. Böl. s 23-32, Adana.
- ASTM, 1966, Testing techniques for rock mechanics; Amer. Soc. Test. Matr, Philadelphia, S.T.P. No: 402.
- Atalay, Z., 1993, Sivas'ın batısı ve güneybatısındaki karasal Neojen çökellerinin stratigrafisi ve çökel ortamları; Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, 203 s. (yayınlanmamış).
- Ayaz, M. E., 1992, Mastak Dağı yöresi (Maden-Elazığ) Elazığ Vişne Taşı'nın jeolojisi ve endüstriyel özellikleri; Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Enst. Yük. Lis. Tezi, 83 s.
- Ayaz, M. E., 1997, Travertenlerin oluşumunda etkili olan faktörler ve travertenlerin sınıflandırılması; Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Semineri - I, 52 s. (yayınlanmamış).
- Ayaz, M. E., 1997, Sivas yöresi traverten sahaları ve travertenlerin Sivas'ın yeraltı kaynakları içindeki önemi; Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Semineri - I, 52 s. (yayınlanmamış).
- Ayaz, M. E. ve Kızılsu, H., 1997, Karayün - Hacıali (Sivas) yöresi karbondioksit aramaları jeoloji ve sondaj raporu; MTA Raporu (yazımda).
- Aydoğan, S., Demirbaş, Ş., Yemen, H., İçerler, A., Doğan, M. ve Önder, İ., 1991, Sıcak Çermik (Sivas-Yıldızeli) yöresi gravite-manyetik ve jeoelektrik etüdü; MTA Derlemesi (yayınlanmamış).

- Baykal, F., 1947, Zile-Tokat-Yıldızeli bölgesinin jeolojisi; İstanbul Üniv. Fen Fak. Mecm., Seri B, XII/3, İstanbul.
- Berg, G., 1910, Geologische beobachtungen in Kleinasien; Zeitsch. Der Deutschen Geol. Ges., Bd. 62, Abh.
- Bingöl, E., 1989, 1 / 2 000 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası, MTA yay., Ankara.
- Ceylanoğlu, A., 1991, Kaya mekaniği laboratuvar deneyleri; Cumhuriyet Üniv. Müh. Fak. Maden Müh. Böl., Sivas.
- Çağlar, K.Ö., 1961, Türkiye maden suları ve kaplıcaları; MTA Yayınları No: 107, Fasikül-4, Ankara.
- Çubuk, Y., Kayan, T., Kayakıran, S., Ocakoğlu, F., Karakullukçu, T., Kurt, İ., Koşun, E., Cadoğlu, F. ve Ozansoy, C., 1994, Sivas Tersiyer Havzası'nın doğusunun jeolojisi ve sölestin yatakları; MTA Rap. No: 9700, Ankara.
- Ergin, Ç., 1992, Sıcak Çermik (Sivas-Yıldızeli) yöresinin jeolojisi ve jeotermal olanakları; C.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yük. Lis. Tezi., 71s. (yayınlanmamış).
- Ford, T. D., Cullingford, C.H.D., 1976, The science of sepeleology; Academic Pres, 320 p., London.
- Frech, F., 1910, Geologische beobachtungen in pontischen Gebirge; Neues jahrb. für Geol. und Min Bd. 1.
- Gamble, J. C., 1971, Durability-plasticity classification of shales and other argillaceous rocks; Ph. D., thesis, University of Illinois, 380 p.
- Gökalp, E., 1972, Sıcak Çermik Kaplıca bölgesinin jeolojik ve hidrojeoloji etüdü; MTA Derleme Rapor No: 3440.
- Gökçe, A. ve Ceyhan, F., 1988, Sivas güneydoğusundaki Miyosen yaşlı jipsli çökellerin stratigrafisi, yapısal özellikleri ve oluşumu; Cumhuriyet Üniv., Müh. Fak., Yerbilimleri Dergisi, 5/1, 91-113.
- Gökçe, A., 1995, Maden yatakları; Cumhuriyet Üniv. Yay. No: 59, 307 s., Sivas.
- Güleç, K., 1980, Mühendislik jeolojisi; Sakarya Devlet Müh. Mim. Akademisi Yay. No: 4, 296 s., İstanbul.
- ISRM, 1978, Suggested method for the quantitative description of discontinues in rock mass; Geo. 10 Standart of Lab. And Field Test., Int. J. Rock Mec. Min. Sct. Jeomec, Abs. Tr. V. 15, pp. 319-368.

- ISRM, 1981, Basic geotechnical description of rock masses; International Society of Rock Mechanics Commission on the Classification of Rock and Rock Mosses, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanical Abstract, 18, 85-110.
- İnan, N., 1985, Antalya travertenlerinin oluşumu ve özellikleri; Jeoloji Mühendisliği, TMMOB Jeo. Müh. Odası Yayın Organı, Sayı 24, 31-37 s.
- İnceoğlu, İ., 1974, Sivas İli mermer ve süsleme taşları genel ve ekonomik araştırma raporu; MTA Derleme Rapor No: 5248.
- Kaçaroğlu, F., Nacitarhan, V., Değirmenci, M., Hizmetli, S., Elden, H., Göker, İ., 1994, Sivas-Sıcakçermik termal suyunun hidrojeolojisi ve gonartrozlu olgularda terapötik olarak fizik tedavi yöntemleri ile karşılaştırılması; Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu'94, Pamukkale Üniv., Denizli.
- Ketin, İ., 1983, Türkiye jeolojisine genel bir bakış; İ.T.Ü. Yay., Sayı 1259, 595 s.
- Kurtman, F., 1973, Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı bölgesinin jeolojik ve tektonik yapısı; MTA Der., 80, 1-32, Ankara.
- Külahçıoğlu, G., 1965, Sivas İli faal maden ve mermer ocakları envanter revizyonu raporları; MTA Derleme Rapor No: 3703.
- MTA, 1976, Sivas-Sıcak Çermik 1 nolu sıcak su sondaj kuyu bitiş raporu; MTA Gn. Md., Ankara (yayınlanmamış).
- MTA, 1996, Sivas-Sıcak Çermik 2 nolu sıcak su sondaj kuyu bitiş raporu; MTA Gn. Md., Ankara (yayınlanmamış).
- MTA, 1997, Sivas-Sıcak Çermik 4 nolu sıcak su sondaj kuyu bitiş raporu; MTA Gn. Md., Ankara (yazımda).
- Okay, A.C., 1953, Sivas ile Tokat arasındaki bölgenin (Reşadiye 44/3 paftasının) jeolojisi hakkında not; MTA Derleme Rapor No: 2242.
- Okay, A.C., 1955, Sivas ile Tokat arasındaki bölgenin jeolojik etüdü; İst. Üniv. Fen Fak. Mecm. Seri B, Cilt XX, Sayı 1-2, 95-108.
- Oktun, G., 1947, Sivas çimento fabrikası sahasında su-kalker-kil ve alçı etüdü hakkında rapor; MTA Derleme Rapor No: 1769.
- Oswald, F., 1910, Zur tektonischen Entwicklungsgeschichte des Armenischen Hochlandes; Peterm. Mitt. Bd. 56.

- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Sümengen, M., Tekeli, O., 1980, Kuzey Anadolu Fayı - Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi; MTA Rap. No: 6722, Ankara.
- Özer, B., 1988, Hayranlı-Çelebiler (Sivas) yöresi Neojen tortullarının stratigrafik ve sedimantolojik özellikleri; C.Ü. Fen Blm. Enst. Yük. Lis. Tezi (yayınlanmamış).
- Philipson, A., 1918, Kleinasien, handbuch der regionalen geologie; Bd. V/2, Heft 22.
- Pollak, A., 1957, 1957 yılında Akdağmadeni - Yıldızeli sahasında yapılan prospeksiyon hakkında rapor; MTA Derleme Rapor No: 2679.
- Sağiroğlu, G., 1955, Sivas İli Yıldızeli İlçesi radyoaktif flüorit zuhuru hakkında rapor; MTA Derleme Rapor No: 1838.
- Sağiroğlu, A., 1984, Akdağmadeni (Yozgat) kurşun-çinko yataklarında cevherleşme; Jeoloji Müh. Der., Sayı 21, 15-27 s.
- Savoja, A., 1960, Belcik-Yıldızeli (Sivas) bölgesinin jeolojisi ve petrol imkanları; MTA Derleme Rapor No: 2844.
- Schaffer, F., 1907, Grundzüge des geologischen baues von Türkisch - Armenien und dem Östlichen Anatolien; Peterm. Mitt. Bd. 53.
- Sümengen, M., Terlemez, İ., Bilgiç, T., Gürbüz, M., Ünay, E., Ozaner, C., Tüfekçi, K., 1987, Şarkışla Gemerek dolaylı Tersiyer havzasının stratigrafisi, sedimantolojisi ve jeomorfolojisi; MTA Rap. No: 8118 (yayınlanmamış).
- Şahin, M.B., 1991, Başçatak Köyü (Akdağmadeni-Yozgat) doğusunun jeolojik ve petrografik özelliklerinin incelenmesi; H.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yük. Lis. Tezi (yayınlanmamış).
- Tatar, Y., 1977, Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafi ve petrografisi; MTA Dergisi, Sayı: 88, 56-72 s.
- TSE, 1987, TS 699 - Tabii yapı taşları - muayene ve deney metodları; Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TSE, 1977, TS 2513 - Doğal yapı taşları; Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TSE, 1989, TS 6809 - Mohs sertlik cetveline göre sertlik tayini; Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Tschihatscheff, P., 1867-1869, Asie Mineure; Geologie, Tome I - III, Paris.

- Tunç, M., Özçelik, O., Tutkun, Z. ve Gökçe, A., 1991, Divriği - Yakuplu - İliç - Hamo (Sivas) yöresinin temel jeoloji özellikleri; Doğa, Tr. J. Of Eng. And Envi. Scie. V.15, P. 225 - 245.
- Tülümen, E., 1980, Akdağmadeni (Yozgat) yöresinde petrografik ve metalojenik incelemeler; Doktora Tezi, K.T.Ü. Yer Bilimleri Fak., 157 s. (yayınlanmamış).
- Türkiye Maden Suları, 1976, Türkiye Maden Suları - 5; İ. Üniv., Tıbbi Ekoloji ve Hidro - Klimatoloji Kürsüsü, İstanbul.
- Türkiye Mermer Envanteri, 1966, MTA Yay., No.134, 174 s., Ankara.
- Türkiye Mermerleri Kataloğu, 1990, Denizli traverten (20); İstanbul Maden İhracatçıları Birliği, İstanbul.
- Yalçınlar, İ., 1955, Sivas 61-1, 61-4 paftalarına ait jeolojik rapor; MTA Derleme Rapor No: 2577 (yayınlanmamış).
- Yıldırım, A., Akyol, M. ve Nişan, E., 1991, Ö.İ.R:1144 ruhsat nolu sahanın mahallindeki tetkik raporu; MTA, Sivas.
- Yılmaz, A., 1980, Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitlerin kökeni, iç yapısı ve diğer birimlerle ilişkisi; A.Ü. Fen Fak. Jeoloji Kür., Doktora Tezi, 163s. (yayınlanmamış).
- Yılmaz, A., 1981, Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitli karışığın yapısı ve yerleşme yaşı; TJK Bül., 24/2, 51-58.
- Yılmaz, A., 1982, Dumanlıdağı (Tokat) ile Çeltekdağı (Sivas) arasının temel jeoloji özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu; MTA Derleme Rapor No: 7230.
- Yılmaz, A., 1984, Tokat (Dumanlıdağı) ile Sivas (Çeltekdağı) dolaylarının temel jeolojisi ve ofiyolitli karışığın konumu; MTA Enst. Der., 99-100.
- Yılmaz, A. ve Özer, S., 1984, Kuzey Anadolu Bindirme Kuşağı'nın Akdağmadeni (Yozgat) ile Karaçayır (Sivas) arasındaki bölümünün temel jeoloji incelemesi ve Tersiyer havzasının yapısal evrimi; TJK Ketin Simp., 163-174.
- Yılmaz, A., Sümengen, M., Terlemez, İ., Bilgiç, T., 1989, Şarkışla-Ulaş (Sivas) arasının jeolojisi; MTA Rap. No: 9090 (yayınlanmamış).
- Zeschke, G, 1955 (Çeviri: Havzoğlu, T., 1992), Kavik (Sivas) florit-bakır-uranyum yatağı; TJK Bül., C.6, S.1, s.109-110.

ÖZGEÇMİŞ

01.05.1968 yılında Elazığ'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Elazığ'da tamamladı. Yüksek öğrenimine 1985 yılında Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde başladı. 1988 - 1989 öğretim yılında, MTA Genel Müdürlüğü'nden burs kazandı ve aynı yıl mezun olarak, MTA Orta Anadolu 1. Bölge Müdürlüğü'nde, Jeoloji Mühendisi olarak göreve başladı.

1990 yılında, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Jeo. Müh. Böl.)'nde Yüksek Lisans'a başladı ve 1992 yılında "Mastak Dağı Yöresi (Maden-Elazığ) Elazığ Vişne Taşı'nın Jeolojisi ve Endüstriyel Özellikleri" konulu Yüksek Lisans Tezi'ni bitirdi. Aynı yıl, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Jeo. Müh. Böl.)'nde Doktora çalışmalarına başladı.

1989 - 1997 yılları arasında, MTA bünyesinde; jeoloji etütleri, endüstriyel hammaddeler ve enerji hammaddeleri konularında çeşitli çalışmalar yaptı. Halen, MTA Orta Anadolu 1. Bölge Müdürlüğü'nde, Geo. Yük. Müh. olarak çalışmaya devam etmektedir.

Evli ve bir çocuk babasıdır.