

**KAYSERİ KENTİ YERLEŞİM ALANININ MÜHENDİSLİK
JEOLJİSİ ÖZELLİKLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

EBRU ÖZTÜRK

Haziran-2003

T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SİVAS

KAYSERİ KENTİ YERLEŞİM ALANININ MÜHENDİSLİK
JEOLJİSİ ÖZELLİKLERİ

Yüksek Lisans Tezi

EBRU ÖZTÜRK

Haziran-2003
SİVAS

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAYSERİ KENTİ YERLEŞİM ALANININ MÜHENDİSLİK
JEOLojİSİ ÖZELLİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI


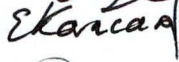

ERGUN KARACAN
(Danışmanın Adı)

Jeoloji-Doç. Dr.
(Bölümü-Ünvanı)

(İmzası)

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ' NE

Bu çalışma jürimiz tarafından, jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan Doç. Dr. Mustafa DEĞİRMENCI 
Üye Doç. Dr. Ergun KARACAN 
Üye Doç. Dr. Haluk TEMİZ 
ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.



.....18-08-2003

Prof. Dr. Rauf AMİROV V,

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

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 “Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu” adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

ÖZET**Yüksek Lisans Tezi****KAYSERİ KENTİ YERLEŞİM ALANININ JEO-MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ****Ebru Öztürk****Cumhuriyet Üniversitesi****Fen Bilimleri Enstitüsü****Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Doç. Dr. Ergun KARACAN**

Bu çalışmada Kayseri kenti ve yakın çevresindeki jeolojik birimlerin jeo-mühendislik özelliklerinin incelenmesi, değerlendirilmesi ve konu ile ilgili kişi ve kuruluşların kullanımına sunumu amaçlanmıştır. İnceleme alanı yaklaşık 189 km² bir alana sahip olup Kayseri kent merkezini ve yakın çevresini kapsamaktadır. İnceleme alanında yüzeyleyen kayaç birimleri; yaşlıdan gence doğru, Alt Miyosen yaşlı Yemliha Formasyonu (aglomera), Alt Pliyosen yaşlı Pekmezlik Bazaltı, Üst Pliyosen yaşlı Göbü Tüfü, İncesu İgnimbiriti, Çatakdere Tüfü, Velibaba Tüfü, Alt Pleyistosen yaşlı Başakpınar Tüfü, Alt Pleyistosen yaşlı Alakuşak İgnimbiriti, Üst Pleyistosen yaşlı Endürlük lavları (andezit) ve Alidağ Domu (andezit), Hisarcık Lavları (bazalt) ve Holosen yaşlı alüvyondan oluşmaktadır.

Bu çalışma kapsamında inceleme alanının 1:25.000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası ve eğim haritası hazırlanmıştır. Mühendislik jeolojisi haritalaması kapsamında jeolojik birimlerin dayanımları ve sınıflama hassasiyetleri belirlenmiştir.

Mühendislik jeolojisi çalışmaları kapsamında, jeolojik birimlerden alınan örnekler üzerinde laboratuvarında indeks özellik deneyleri yapılmıştır. İnceleme alanında yüzeyleyen kayaçların kuru birim hacim ağırlık değerleri açısından, andezitlerin "düşük", bazaltların "orta", aglomeraların "yüksek", ignimbiritlerin "çok düşük-düşük", tüflerin "çok düşük", ağırlık değerlerine sahiptir. Porozite değerleri açısından andezitlerin "orta", bazalt ve aglomeraların "düşük", ignimbiritlerin "yüksek-çok yüksek", tüflerin "çok yüksek" porozite değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. ISRM (1981) tarafından önerilen sınıflama sistemine göre andezitler, bazaltlar,

ignimbiritler "yüksek", aglomera "orta", tüfler "çok düşük" dayanıma sahip kayalar olarak sınıflandırılmıştır. Bazalt, aglomera, ignimbirit, tüf üzerinde yapılan Schmidt çekici deneyleri sonucunda elde edilen geri tepme sayılarının istatistiksel değerlendirmesi sonucunda andezit, bazalt ve ignimbiritlerin "Sert kaya", aglomeralar "Az sert kaya", tüfler "Az yumuşak kaya" olarak tanımlanmışlardır.

İnceleme alanı ve yakın çevresi 3. derece deprem kuşağında bulunmaktadır. Kayseri ve çevresinde en şiddetli depremler Kayseri merkez ve Kayseri' nin güney ve güneybatısından geçen faylara bağlı olarak Kayseri' nin kuzeyinden geçen Kızılırmak Fayı ile buna bağlı tali fayların hareketi sonucunda oluşmuştur. Bu depremlerin magnitüdü 4-5 arasındadır. Diğer taraftan mevcut değerlere göre Kayseri merkez ve çevresinde magnitüdü 5 şiddetinden yukarı olabilen başka depremlerin olabileceği ortaya çıkmaktadır. Kayseri kenti ve civarında yer alan tali faylar çalışma alanı içerisinde bulunmaktadır. Sonuç olarak Kayseri kenti ve civarında bundan sonra yapılacak yer seçimi ve yapılaşma çalışmalarında zeminlerin jeo-mühendislik özelliklerin ve bölgenin depremselliğin gözönünde bulundurulması sağlıklı ve güvenli bir kentleşmeye önemli katkı sağlayacaktır.

ANAHTAR KELİMELER: Jeo-mühendislik özellikler, dayanım, indeks özellikler, depremsellik

ABSTRACT**M.Sc. Thesis****ENGINEERING GEOLOGICAL PROPERTIES OF THE
KAYSERİ METROPOLITAN AREA****Ebru Öztürk****Cumhuriyet University****Graduate School of Natural and Applied Sciences****Department of Geological Engineering****Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Ergun KARACAN**

The aim of this investigation is to determine and evaluate the geo-engineering properties of the geological units within the Kayseri metropolitan area and its vicinity, and to present the data obtained from the studies to related organizations. The study area is about 189 km² which covers Kayseri metropolitan area and its vicinity. The lithological units cropping out in the study area consist of Lower Miocene Yemliha Formation (agglomerate); Lower Pliocene Pekmezlik Basalt; Upper Pliocene Göbü Tuff, İncesu Ignimbrite, Çatakdere Tuff, Velibaba Tuff; Lower Pleistocene Başakpınar Tuff, Alakuşak Ignimbrite; Upper Pleistocene Endürlük Lava (andesite), Alidağ Dome (andesite), Hisarcık Lava (basalt), and Holocene alluvium.

1/25.000 scaled engineering geology and slope maps were prepared within the scope of the study. Engineering geology mapping covers the strength and liquefaction properties of the geological units.

Index properties of the samples taken from geological units were determined in the laboratory. Regarding dry unit weight andesite, basalt, agglomerate, ignimbrite, and tuff have “low”, “medium”, “high”, “very low-low”, and “very low” values, respectively. Porosities of the basalt and agglomerate, ignimbrite and tuff are as “low”, “high”, and “very high” respectively. According to the classification system proposed by ISRM (1981) andesite, basalt, and ignimbrite have “high”, agglomerate has “medium”, and tuff has “very low” strength values. Based on the Schmidt hammer test data andesite,

basalt and ignimbrite were described as “hard rock”, “slightly hard rock”, and “slightly soft rock”, respectively.

The study area and its vicinity is situated within 3rd earthquake zone. The highest magnitude earthquake that occurred in Kayseri and its environs are related to the movements of the faults to the south and southwest of the Kayseri, and Kızılırmak Fault and secondary faults. The magnitudes of the these earthquakes range between 4-5. It is probable to occur the earthquakes that have magnitudes higher than 5 in Kayseri and its vicinity. The above mentioned secondary faults are situated in the study area. As a conclusion the geo-engineering properties and seismicity of the Kayseri and its vicinity must be taken into consideration for settlement area selection and construction; this will make an important contribution to the safety of the urbanization.

KEY WORDS: Geo-engineering properties, Strength, Index properties, Sismicity.

TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans tezi çalışmalarımın her aşamasında bana destek olan, katkılarını hiçbir konuda esirgemeyen , çalışmalarımında titizlik ve sabırla yardım eden tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ergun KARACAN' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarının oluşturulması sırasında çok değerli eleştirilerinden yararlandığım değerli hocam Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU' na ve değerli bilgilerinden yararlandığım kıymetli hocam Yr. Doç. Dr Süha ÖZDEN' e, tez çalışmaları için veri sağlamada gösterdiği kolaylıktan dolayı DSİ XII Bölge Müdürlüğünde çalışan Yüksek Müh. Mehmet BAYRAM' a ve MTA Müdürlüğünde çalışan Jeoloji Müh. Remzi KILIÇDAĞ' a teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca tezimin hazırlanması sırasında manevi desteğini benden esirgemeyen Araş.Gör. Tülay EKEMEN' e, teşekkür ederim.

Her zaman benimle birlikte olduklarını bildiğim sevgili aileme maddi ve manevi desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Ebru ÖZTÜRK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	I
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	V
İÇİNDEKİLER	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
EKLER	XI
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	2
1.2. Çalışma Alanının Tanıtılması.....	2
1.2.1.Genel Konum.....	2
1.2.2. İl Sınırları.....	3
1.2. 3. Çalışma Alanı Sınırları.....	4
1.2.4.Coğrafya.....	4
1.2.5. İklim ve Bitki Örtüsü.....	5
1.2.6.Nüfus.....	6
1.2.7.Ulaşım.....	7
1.2.8. Saha Kullanımı.....	7
1.2.9. Topoğrafya ve Jeomorfolojik Yapı.....	8
1.2.10. Volkanizma.....	10
1.2.11. Önceki Çalışmalar.....	12
2. JEOLojİ.....	14
2.1. Genel Jeolojik Konum.....	14
2.2. Litostratigrafik Birimler.....	19
2.2.1. Yemliha Formasyonu.....	19
2.2.2. Pekmezlik Bazaltı.....	19
2.2.3. Göbü Tüfü.....	20
2.2.4. İncesu İgnimbiriti.....	20
2.2.5. Çatakdere Tüfü.....	20
2.2.6. Velibaba İgnimbiriti.....	20

2.2.7. Başakpınar Tüfü.....	21
2.2.8. Alakuşak İgnimbiriti.....	21
2.2.9. Endürlük Lavları.....	21
2.2.10. Alıdağ Domu.....	22
2.2.11. Hisarcık Lavları.....	22
2.2.12. Akarsu Çökelleri.....	22
2.3. Saha Çalışmaları.....	23
2.3.1. Jeolojik Haritalama.....	23
2.3.2. Örnekleme Yöntemi.....	23
2.4. Tektonik ve Paleocoğrafya.....	24
2.4.1. Eski Tektonik Dönem Yapıları.....	24
2.4.2 Yeni Tektonik Dönem Yapıları.....	24
2.4.3. Çalışma Alanının Temel Yapısal Özellikleri.....	25
3.HİDROJEOLJİ.....	27
3.1. Hidrometeoroloji.....	28
3.2. Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri.....	29
3.3. Kayseri Ovasının Hidrojeolojisi.....	30
3.4. Kayseri Ovasının Yeraltı Jeolojisi.....	31
3.5. Su Kirliliği.....	31
4.DEPREMSELLİK.....	32
4.1 Kayseri İlinde Deprem Riski ve Mühendislik Problemleri.....	32
4.2. Kayseri Çevresi Zemin Özelliklerinin Deprem Hasarına Olan Etkisi.....	33
5. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ.....	37
5.1. Laboratuvar Çalışmaları.....	38
5.1.2. Laboratuvar Örneklerinin Hazırlanması.....	38
5.2. Toprak Zeminler.....	38
5.2.1. Toprak Zeminlerin Mühendislik Özellikleri.....	38
5.2.2. Kıyvam Sınırları ve İndeksi.....	40
5.3. Kayaç Zeminler.....	43
5.3.1. Kayaç Zeminleri Mühendislik Özellikleri.....	43
5.3.1.1. İndeks Özellikler.....	43
5.3.1.2. Mekanik Özellikler.....	44
5.3.1.2.1. Tek Eksenli Basınç Dayanımı.....	44

5.3.1.2.2 Schmidt Çekici Deneyleri.....	45
5.4.Mühendislik Jeolojisi Haritalaması.....	46
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	47
7.DEĞİNİLEN BELGELER.....	52
ÖZGEÇMİŞ.....	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. Kayseri il sınırları.....	3
Şekil 2. Çalışma alanı yerbulduru haritası.....	4
Şekil 3. Erciyeş Volkanı'nın dikey kesiti.....	12
Şekil 4. Kayseri ve yakın çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.....	17
Şekil 5. Çalışma alanının stratigrafik dikme kesiti.....	18
Şekil 6. Orta Anadolufay Zonu'nun Kayseri kenti ve civarının basitleştirilmiş jeoloji haritası.....	26
Şekil 7. Kayseri kenti ve civarının çizgisel unsurları.....	27
Şekil 8. Yağış ve potansiyel buharlaşma - terleme değerleri ilişkileri.....	29
Şekil 9. Atıksu kirliliğinin kaynaklara göre dağılımı.....	32
Şekil 10. Kayseri kenti ve civarının deprem haritası.....	36
Şekil 11. Çalışma alanı içerisindeki alüvyonun iri taneli düzeylerine ait tane boyu dağılımı aralığı.....	39
Şekil 12. Çalışma alanı içerisindeki toprak zeminleri oluşturan alüvyonun ince taneli düzeylerinden alınan örneklerin plastisite kartı üzerindeki dağılımları.....	40

ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1. 22 Ekim 2000 genel nüfus sayımı geçici sonuçları.....	7
Çizelge 2. Kayseri meteoroloji istasyonu su bilançosu.....	29
Çizelge 3. 1981-1986 Yılları (37.61.39.77) N-(33.53.-37.52)-E arasındaki Kayseri ve çevresi	34
Çizelge 4. Kayseri ve çevresinin deprem tehlikesi.....	34
Çizelge 5.Çalışma alanı içerisindeki toprak zeminleri oluşturan alüvyonların değişik bölgelerinden alınan zemin elek analizleri sonucunda elde edilen çakıl, kum silt ve kil bileşenlerinin dağılımı.....	39
Çizelge 6. Alüvyonun ince taneli düzeylerinden alınan örneklerin Atterberg Limitleri, zemin grupları ve tane özgül ağırlığı değerleri.....	41
Çizelge 7. Çalışma alanındaki alüvyonun ince taneli düzeylerine ait örneklerin indeks özelliklerinin istatistiksel değerlendirme sonuçları.....	41
Çizelge 8. Şişen zeminlerin sınıflandırılması.....	42
Çizelge 9. Plastisite indeksine (Ip) bağlı olarak zeminlerin şişme potansiyeli değerleri	
Çizelge 10. Likit limite bağlı olarak zeminlerin şişme sınıflaması.....	42
Çizelge 11. Çalışma alanında yüzeyleyen kayalara ait bazı indeks özellikler.....	43
Çizelge 12. Kayaların birim hacim ağırlık ve porozite değerlerinin tanımlanması.....	44
Çizelge 13. Kayaların tek eksenli basınç dayanımına göre tanımlanması.....	44
Çizelge 14. Çalışma alanı içindeki kayalara ait tek eksenli basınç dayanımı değerleri.....	45
Çizelge 15. Schmidt Çekici değerlerine göre kaya sertliğinin niteliksel tanımı.....	45
Çizelge 16. Schmidt Çekici deneyleri sonucunda elde edilen veriler ve istatistiksel değerlendirme sonuçları.....	46

EKLER DİZİNİ

EK-1. Kayseri kenti ve çevresinin 1:25.000 ölçekli jeoloji haritası

Ek-2. Kayseri kenti ve çevresinin 1:25.000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası

Ek-3. Kayseri kenti ve çevresinin 1:25.000 ölçekli eğim haritası

1. GİRİŞ

Kuruluşundan bu yana büyük bir hızla büyüyen Kayseri'nin kentleşme açısından gelişimi, bu bölgenin jeolojik özellikleri dikkate alınarak yapılmaya çalışılmışsa da çarpık kentleşme örnekleri görülmektedir. Herhangi bir bölgedeki sanayileşme, ulaşım ve yerleşme, o bölgedeki doğal çevre dengesini büyük ölçüde etkiler. Bu etkilerden doğabilecek olası zararların önlenmesi için, bu tür bir gelişimin doğal çevre üzerindeki etkilerinin denetim altına alınması zorunludur. Bunun için de, o bölgenin "jeo-mühendislik" (jeolojik ve mühendislik) özelliklerinin bilinmesi gerekir. Ancak bu ilke içinde öngörülen bir gelişme, sanayileşme-ulaşım-yerleşme ile doğal çevre arasında bir denge sağlayabilir ve bunun sürekliliğini olanaklı kılabilir (Kasapoğlu, 1980).

Bir bölgenin özellikle kentleşme açısından, sağlıklı bir biçimde büyümesinde ve gelişmesinde, o bölgenin jeo-mühendislik özelliklerine büyük ölçüde gereksinimine ihtiyaç duyulmaktadır. Kayseri ve çevresinin jeolojisi konusunda bugüne dek yapılan bilimsel çalışmalar, bölgenin ayrıntılı jeolojik özelliklerinin belirlenmesi ile sınırlı kalmıştır. Kentin jeo-mühendislik özelliklerinin mühendislik açısından değerlendirilmesi ve yorumlanması son yıllarda yapılmaya başlanmıştır.

Hızlı kentleşmenin bir sonucu olarak, her gün eskilerine yenileri eklenen yol ve bina şeklindeki beton yığınları ile, Kayseri kent sınırları içindeki jeolojik "çıkımlar", büyük bir hızla örtülmekte ve/veya ortadan kaldırılmaktadır. Bu durum, söz konusu bölgede, yüzeysel jeolojik haritalamayı her geçen gün biraz daha güçleştirmektedir. Bu çalışmada, Kayseri kent sınırları içindeki çalışma alanına bu nedenle öncelik verilmiştir. Bu çalışma doç. Dr. Ergun Karacan'ın danışmanlığında gerçekleştirilen MTA (1999) çalışmasından yararlanılarak ve ilaveler yapılarak hazırlanmıştır. Çalışmanın amacı açısından 1:25.000 ölçeği uygun görülmüştür. Bölgenin ayrıntılı temel jeolojik incelemesi ve jeolojik sorunlarının çözümü, bu çalışmaların kapsamı dışında tutulmuş; bu konuda, bölgede daha önceden yapılmış olan çok sayıdaki genel jeolojik araştırmaların ortaya koyduğu ortak veriler ve çözümlerle yetinilmiştir. Bölgenin bu genel temel jeolojisi esas alınarak; önce, Kayseri kent sınırları içerisinde yer alan çalışma alanı içindeki ana litolojik birimleri ve bunlara ait çıkımları belirleyen, 1:25.000 ölçekli, bir "Jeoloji Haritası" hazırlanmıştır. Daha sonra, bu haritadaki litolojik birimler, bu birimlerden alınan örnekler üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri sonuçlarına, kent sınırları içerisinde yapılan sondaj kuyusu verilerine ve haritalama sırasında yapılan saha gözlemlerine göre, ayrı ayrı gruplandırılarak; ikinci aşamada, bölgenin yine 1:25.000 ölçekli bir "Mühendislik Jeolojisi Haritası" oluşturulmuştur. Bu harita Ek-2'de sunulmuştur. Daha sonra Ek-3'de

sunulan 1:25.000 ölçekli eğim haritasından ise, çalışma alanı içindeki zeminlerle ilgili mühendislik sorunlarının belirlenmesinde, çözümünde ve arazi kullanılmasında yararlanılması amaçlanmıştır.

Son olarak, haritalama çalışmaları sırasında yapılan gözlemler, yersel makamlarla özel jeoteknik bürolarla yapılan kişisel görüşmeler, laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçlar, jeoloji ve mühendislik açısından değerlendirilerek, Kayseri kent sınırları içindeki çalışma alanının, sınılaşma hassasiyeti gibi önemli mühendislik jeolojisi sorunu belirlenmeye çalışılmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada Kayseri kenti ve yakın çevresindeki jeolojik birimlerin jeo-mühendislik özelliklerinin incelenmesi, değerlendirilmesi ve elde edilecek verilerin ilgili kişi ve kuruluşların (zemin etüt büroları, belediye, diğer kamu kuruluşları) yararlanmalarına sunumu amaçlanmıştır.

1.2. Çalışma Alanının Tanıtılması

Kayseri gibi sürekli ve hızlı gelişme sürecinde olan büyük bir kentte, mühendislik jeolojisi uygulamalarının başarılı olabilmesi için bu kentin, söz konusu gelişmeyi etkileyen, sosyo-ekonomik yapısına ilişkin bilgilere büyük ölçüde gereksinim vardır. Ekolojik yaklaşımın zorunlu kıldığı bu gereksinim, kentin, sistematik bilgilere dayalı, çok yönlü tanıtımı ile bir ölçüde giderilebilir. Bu tür bir tanıtma, mühendislik jeolojisi açısından gerekli görülen konularda, aşağıda kısa ve öz olarak sunulmuştur.

1.2.1. Genel Konum

Genel coğrafi konum basamağında Kayseri, Orta Anadolu'yu çevreleyen kentler kuşağının içinde bulunmaktadır. Gerçektende, Anadolu'nun genel jeomorfolojisi sonucunda, İç Anadolu ile bu bölgeyi denizden ve diğer bölgelerden ayıran sıradağlar arasında yerleşmeye elverişli bir eşik kuşağın ortaya çıktığı görülmektedir Kentsel yerleşmeye uygun bu eşik kuşağı, aynı zamanda, Anadolu'daki başlıca yollara güzergahlık etmiş yolların geçişi ise, kuşağın yerleşmeye elverişliliğini arttırmıştır. Bu kuşak içinde Kayseri kenti jeolojik açıdan çek ayır tipinde (pull-apart) bir havza içinde yer almaktadır (Koçyiğit and Beyhan, 1998).

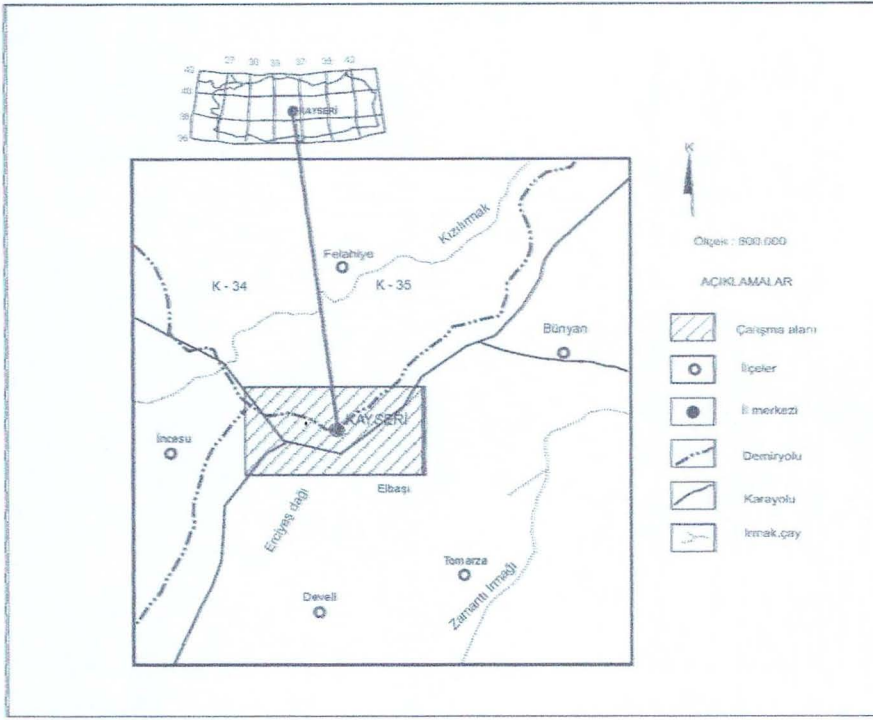
1.2.2. İl Sınırları

Kayseri il alanı, kuzeybatı ve kuzeyden; Yozgat'ın Çayıralan ve Boğazlıyan, kuzey ve kuzeydoğudan; Sivas'ın Gemerek, Şarkışla, Kangal ve Gürün, doğudan; Kahramanmaraş'ın Afşin ve Göksun, güneyden; Adana'nın Tufanbeyli, Saimbeyli, Feke ve Karaisalı, güneybatıdan; Niğde Merkez ve Çamardı, batıdan ise Nevşehir'in Derinkuyu, Ürgüp ve Avanos ilçeleriyle çevrilidir. İli, güneyden ve doğudan orta Torosların uzantıları, kuzeyden ve batıdan ise geniş bir lav platosu sınırlar. (Erciyes.net internet sitesi) (Şekil 1).

Kayseri arazileri genel olarak engebeli bir yapıya sahiptir. Güneyindeki Erciyeş Dağı İç Anadolu'nun en yüksek dağıdır. Dağın zirvedeki yüksekliği 3916 m. dir. Zirve etrafında daha alçak seviyede ve yükseklikler 2000- 2500 m.ler arasında değişen çeşitli tepeler yer alır. Kayseri Ovası (Sarımsaklı Ovası) Kayseri il merkezinin kuzeydoğusundaki Sarımsaklı köyünden başlar, güneybatıda İncesu ilçe merkezinden 2 km. kuzeyine kadar ortalama 10 km. genişliğinde ve 35 km. uzunluğunda KD-GB istikametinde uzanır. Ovası çevreleyen yükseltiler; Gülle Tepe (1414 m.), Hıdırlıyeri Tepe (1482), Hacıahmet Tepe (1217 m.), Karadağ Tepe, Sakız Tepe ve Bozdağ (1360 m.), Yılanlı Dağı, Eskişehirin Dağı, Ali Dağı (1870 m.) ile Beyler Tepe ve Çakıl Tepe'lerdir (M.T.A, 1999).



Şekil 1. Kayseri il sınırları



Şekil 2. Çalışma alanı yerbulduru haritası

1.2.3. Çalışma Alanı Sınırları

Çalışma alanı 1:25.000 ölçekli Kayseri kenti merkezinde olup yaklaşık 189 km² lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 2). Bu alan kuzeybatısında Kızıl kayalar, Kağrıyolu Sırtı, Hacı Mehmet Tepe, kuzeyinde Ovabağları, Ağıratak Mevkii, kuzeydoğusunda Kumluk Bağları, güneybatısında Yılan Dağı, Eskişehirin Dağı, güneyinde Talas, güneydoğusunda Aydınlar, Mimarsinan, batısında Ambar, Karpuzatan, Sarımsaklı Çiftliği, Kamışlık Mevkii, kent merkezinde Melikgazi, Kocasinan, Talas yerleşim alanları yer almaktadır. Bu çalışma Kayseri K-34 b3, c2 ve Kayseri K-35 a4, d1 1:25.000 ölçekli paftalarının bazı kesimlerin kapsamaktadır. Çalışma alanı Kayseri il merkezinin içinde bulunduğu bir alanla sınırlandırılmıştır.

1.2.4. Coğrafya

İç Anadolu'nun yukarı Kızılırmak bölümünde yer alan Kayseri 34° 56' - 36° 59' doğu boylamlarıyla 37° 45' - 38° 18' kuzey enlemleri arasındadır. İl, kuzeybatı ve kuzeyden Yozgat (194 km), kuzey ve kuzey doğudan Sivas (194 km), güneyden Adana (331 km) güneydoğudan K.Maraş (286 km) batıdan Nevşehir ile sınırlıdır.

Kayseri, 16.917 km² alanı ile ülke topraklarının % 22'sini kaplamaktadır. Arazinin yaklaşık % 49'u platodur. Sönmüş bir volkan olan Erciyeş Dağı (3916 m), kent merkezinin

hemen güneyinde tek bir kütle olarak yer almaktadır. İlin diğer önemli dağları ise; Aladağ (3736 m, İncesu), Dumanlı Dağ (3024 m, Pınarbaşı), Binboğa Dağı (2856 m, Sarız), Hınzır Dağı (2500 m, Akkışla), Bakır Dağı (2462 m, Develi), Tahtalı Dağı (2100 m, Sarız), Soğanlı Dağı (2100 m, Sarız), Bostan Dağı (2100 m, Sarız), Bey Dağı (2054 m, Pınarbaşı) dır. Kayseri oldukça engebeli bir arazi yapısına sahiptir. Geniş platoların yanı sıra ovalarda mevcuttur. Bunların başlıcaları Develi ve Sarımsaklı ovalarıdır. Kayseri, Kızılırmak ve Seyhan Havzaları içinde kalmaktadır. Önemli akarsuları Kızılırmak ile Zamantı Irmağıdır. Bu ırmakların yanı sıra bölgede irili ufaklı derelerde bulunmaktadır. Bunlar; Develi Deresi, Kestuvan Suyu, Sarımsaklı Suyu, Yahyalı Deresi v.b. Kayseri il sınırları içerisinde, Sultan Sazlığı (Camiz) Yay, Çöl, Sarı Göl ve Tuzla doğal gölleri; Ağcasar, Akköy, Kovalı ve Sarımsaklı baraj gölleri Karakuyu, Zincirdere, Sıklı, Tekir, Kerpiç v.s. göletleri bulunmaktadır. Kayseri, yeraltıları bakımından da zengindir. İlin büyük bir kısmında farklı derinliklerde yeraltı suyuna ulaşmak mümkündür. İlde maden suyu olarak Hasan Alp Maden Suyu ve iki adette içmece vardır. (Yeşilhisar, Saz içmesi), Bayram hacı, Tek Göz ve Çift Göz Kaplıcaları da il sınırları içerisinde. İl merkezi deniz seviyesinden 1050 m yüksekliktedir. (Kayseri Sanayi Odası İnternet sitesi. www.business.wec-net.com.tr/kayseri).

1.2.5. İklim ve Bitki Örtüsü

Kayseri' de karasal iklim hüküm sürer. Kışları kar yağışlı ve soğuk, yazları ise sıcak ve kuraktır. Bahar ayların da ise yağmur şeklinde yağışlar gözüktür. İklim, çukur bölgelerde nispeten yumuşak, dağlık kesimlere gittikçe sertleşir. En sıcak günler Temmuz ve Ağustos aylarında 35 °C-38 °C' a kadar yükselebilir. Bu ayların ortalaması ise yaklaşık 23 °C dır. En soğuk günler ise Aralık, Ocak ve Şubat aylarında olup sıcaklığın -36 °C kadar düştüğü görülmüştür. Kış ortalaması ise -2 °C ile -6 °C arasındadır. Kayseri'de kapalı gün sayısı oldukça azdır. Kapalı gün sayısı ortalama 68, açık ve güneşli gün sayısı ortalama 110 gün civarındadır. Ortalama nispi nem oranı % 65 tir. Ortalama Yağış miktarı ise metrekareye 375 Kg'dır. En fazla yağış Nisan, Mayıs ve Haziran aylarındadır. İlde bozkır bitki örtüsü hakimdir. Yüksek kesimlerde yer yer iyi orman örtüsüne rastlanırsa da bu alanlar genellikle bozuk orman ve çalılıklarla kaplıdır. İlin güneyinde Toros Dağları'nın yer aldığı bölümde Karaçam, Kızılačam, Köknar, Ladin ve Meşe türlerine rastlanır. İyi nitelikli ormanlar Tomarza, Yahyalı ve Develi ilçeleri çevresindedir. Dağlar arasındaki çöküntülü havza ve ovalarda zaman içerisinde geniş ölçüde tarım alanları olmuştur. Dağların özellikle Erciyeş 'in etekleri bağlık ve bahçeliktir. Arazinin % 41'i çayır ve mera % 39'u tarım alanı, % 8,5 u orman ve fundalık

alan, geri kalanı ise tarım dışı alandır (Kayseri Sanayi Odası İnternet sitesi. www.business.wec-net.com.tr/kayseri).

1.2.6. Nüfus

Kayseri kent nüfusunun gelişiminde, ticari yatırımların çokluğu ve yeni iş imkanlarının varlığı, Orta Anadolu'da ki coğrafi konumu nedeniyle Doğu Anadolu'ya uzanan önemli ticaret yollarının bu kentten geçişi, diğer büyük şehirlere nazaran şehirleşme ve ulaşımın daha düzenli oluşu, son yıllarda ülkemizin çeşitli kesimlerine meydana gelen depremler rol oynamıştır. Bu özellikler, kırsal alanlardan itilen nüfusu nispeten çekmiştir. 1990 ile 2000 yılları arasındaki nüfus artışı %11.62'dir.

1990 Genel Nüfus Sayımı'na göre ilin toplam nüfusu 943.484 olup, bunun 421.000'i kent merkezindedir. Yine 1990 verilerine göre nüfusun % 64'ü (604.072) şehir niteliğindeki yerleşim alanlarında geri kalanı ise kırsal alanlarda yani köylerde yaşamaktadırlar. Bu oran Türkiye Geneli için % 59'dur. 1985-1990 dönemindeki nüfus artışı % 17.59 olup, 1990 itibarıyla kilometrekareye 56 kişi düşmektedir. Kayseri, nüfusun büyüklüğüne göre Türkiye'nin 17. ilidir. İl nüfusunun % 50.01'ini erkek, % 49,99'u kadındır. Bir anlamda erkek ve kadın sayısı eşittir. DPT tahminlerine göre ilin nüfusu, 2000 yılında 1.102.954 olacaktır. İlin 12 yaş üstü faal nüfusu (337.524) olup, bu toplam nüfusun % 35.6'sini oluşturmaktadır. İktisada faal nüfusun tarımdaki payı % 45.2, sanayideki payı ise %17.5'dir. İktisadi faal nüfusun %67'sini (275.221) erkek, % 33'ünü (112.303) kadın oluşturmaktadır. Yine bu iktisadi faal nüfusu % 31'i Büyük Şehir Belediye Sınırları içerisinde, % 13.4'ünün ilçe merkezlerinde ve geri kalan % 55.6'si ise bucak ve köylerde dir. Kentsel kesimde çalışan aktif nüfusun % 89.2'sini (113.896) erkek, % 10.8'ini (16.008) ise kadın nüfus oluşturmaktadır. Kırsal kesimde ise bu oranlar sırasıyla % 48.7'sini (91.325) erkek, % 51.3'ü (96.115) kadındır (Kayseri Sanayi Odası İnternet sitesi. www.business.wec-net.com.tr/kayseri).

Çizelge 1'de İl nüfusunun (22 Ekim 2000 genel nüfus sayımı geçici sonuçları) ilçeler itibarıyla dağılımı aşağıdaki tabloda verilmektedir (Kayseri Melikgazi Belediyesi internet sitesi. www.kayseri.net).

Çizelge 1. 22 Ekim 2000 genel nüfus sayımı geçici sonuçları

İlçenin Adı	Toplam	Şehir	Köy
Kocasinan	322 749	3273287	49 462
Melikgazi	307 000	257575	49 425
Akkışla	12 349	3 926	8 421
Bünyan	39 672	12 617	27 055
Develi	71 838	35 420	36 418
Felahiye	21 000	7 454	13 546
Hacılar	21 908	20 662	1 246
İncesu	22 712	8 508	14 204
Özvatan	10 765	7 370	3 395
Pınarbaşı	39 185	15 795	23 390
Sarıoğlan	31 769	5 222	26 547
Sarız	14 561	4 404	10 157
Talas	60 925	40 122	20 803
Tomarza	37 374	10 937	26 437
Yahyalı	45 198	24 302	20 896
Yeşilhisar	25 243	14 099	11 144
TOPLAM	1 084 246	741 700	342 546

1.2.7. Ulaşım

Kayseri hem karayolu hem de demiryolları ile ülkenin önemli bir kavşak noktasında yer almaktadır. Ayrıca İstanbul bağlantılı uçak seferleri, 12 ay ve her gün yapılmaktadır. Ülkemizin batısını, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'ya Bağlayan (Sivas, Erzincan, Erzurum, Kars, Malatya, Elazığ, Van, Kahramanmaraş, Gaziantep, Şanlıurfa, Diyarbakır) devlet yolunun önemli bir bağlantısı Kayseri üzerindedir. Ayrıca Niğde üzerinden Çukurova ve Antalya yöresine de kolay ulaşım sağlanabilmektedir. Kayseri' nin Sivas, Samsun Üzerinden Karadeniz' e de bağlantısı vardır. Yine batı ile doğu ve güneydoğu Anadolu'nun demir yolu bağlantısı Kayseri üzerinden Çukurova' ya da demir yolu ile ulaşım mümkündür. (Kayseri Sanayi Odası İnternet sitesi. www.business.wec-net.com.tr/kayseri).

1.2.8. Saha Kullanımı

Çalışma alanı Kayseri Belediyesi mücavir alan sınırlarını içerisinde yer almakta olup 189 km²'lik bir alan kapsamaktadır. Orta Anadolu'nun en yüksek dağı olan Erciyeş Dağı

(3916 m) çalışma alanının dışında hemen güneyinde yer alır. Kayseri kenti 500.000'e varan nüfusuyla 130 km² lik bir alana yerleşmiştir. Kentin artan nüfusu ve gelişmesine bağlı olarak, mevcut karışık kent yerleşim alanıyla birlikte başka yerleşim alanlarına da ihtiyaç duyulacağı bir gerçektir. Bunların başında toplu konut, organize sanayi bölgeleri, çöp depolama, ağaçlandırma ve dinlenme alanları bulunmaktadır.

Büyük ve gelişmekte olan kentlerde kent içi alanlarının rahat olmayışı ve özel araç sayısının artması, orta ve üst gelir gruplarının yerleşme tercihlerini şehir dışına kaydırmaktadır. Şehir dışında bulunan imar planı dışındaki alanlarda özel sektör ve kooperatifler, şehrin gelişim yönüne paralel olarak arazi alımına gitmekte buralarda büyük yerleşim yerleri kurmaktadır.

Diğer taraftan çalışma alanı içerisindeki Kayseri kent merkezinin nüfusunun artması ile nüfusa bağlı konut ve kentsel kullanım alan ihtiyacı 2050 yılı hedef alınarak planlanmıştır. Konut ihtiyacı hesabında her 5 kişi için 1 adet konuta ihtiyaç duyulacağı varsayımından hareket edilmiştir. Ayrıca kent kullanım alan ihtiyacı batı standartlarında olduğu gibi kişi başına 100-150 m² olarak düşünülmüş ve hesaplamalar bu değerler üzerinden yapılmıştır. Burada 100 km² çok katlı konut alanları için, 150 m² ise bahçeli konut alanları için standart konut alanı olarak alınmıştır (MTA, 1999).

Kayseri kent merkezinde konut yapıları, kamuya ve özel sektöre ait hizmet binaları, ticaret merkezleri ile fabrikalar belli bir plan dahilinde yapılmıştır. Fakat eski binalar ise karışık bir şekilde iç içe bitişik nizam şeklinde yapılanmıştır. Yine eski yapılanma kent içinde çok geniş yer kaplamaktadır. Son yıllarda ise eski yapılaşmalar yıkılarak planlı yeni yapılaşmalara gidilmektedir. Kayseri ili mevcut yerleşim alanında, kuzeyde çalışma alanının dışındaki Erkilet Beldesi yerleşim alanı ile çalışma alanında yer alan Kayseri' nin güneyindeki Talas Beldesi yerleşim alanı birleşmiş durumdadır. Kayseri ilinde yeni binalar genelde çok katlı olarak yapılmaktadır. Çok katlı binalar şehir merkezinde, villa tipi bahçeli evler ise güneyde Talas ile çalışma alanı dışındaki Hisarcık Beldelerinde bulunmaktadır (MTA, 1999).

1.2.9. Topoğrafya ve Jeomorfolojik Yapı

Yol ve bina inşaatlarının yoğun ve sürekli olduğu çalışma alanının topoğrafyası bu inşaatların gereği olarak yapılan yarma ve doldurmalarla, hemen her gün değişmekle beraber; bölgenin genel topoğrafyası, ana çizgileri ile belirlenebilir niteliktedir. Bölgenin topoğrafik açıdan en belirgin özelliği, deniz düzeyinden ortalama yüksekliği 1050 m olan bir çek ayır (pull-apart) havzası oluşudur. Kayseri oldukça engebeli bir arazi yapısına sahiptir. Geniş

platoların yanı sıra ovalarda mevcuttur. Bunların başlıcaları çalışma alanının bir kısmını oluşturan Sarımsaklı Ovası ve çalışma alanının dışında yer alan Develi Ovası' dır. Çalışma alanının dışında güneyinde Erciyeş Dağı, İç Anadolu'nun en yüksek dağıdır. Dağın zirvedeki rakımı 3916 m. dır. Zirve etrafında daha alçak seviyede ve rakımları 2000-2500 m.ler arasında değişen muhtelif tepeler yer alır. Kayseri Ovası (Sarımsaklı Ovası) Kayseri il merkezinin kuzeydoğusundaki Sarımsaklı Köyünden başlar, güneybatıda İncesu ilçe merkezinden 2 km. kuzeyine kadar ortalama 10 km. genişliğinde ve 35 km. uzunluğunda KD-GB istikametinde uzanır. Ovayı çevreleyen yükseltiler; Gülle Tepe (1414 m.), Hıdırıyeri Tepe (1482), Hacıahmet Tepe (1217 m.), Karadağ Tepe, Sakız Tepe ve Bozdağ (1360 m.), Yılanlı Dağı, Eskişehirin Dağı, Ali Dağı (1870 m.) ile Beyler Tepe ve Çakıl Tepe'lerdir.

Çalışma alanı içerisindeki en yüksek nokta Yılandağı (1643 m) dır. En alçak noktası harman düzü olup (1042 m) dır. Denizden ortalama yüksekliği 1050m dır. Başlıca yükseltiler çalışma alanının güneyinde Yılan Dağı (1643 m), Kale Tepe (1495 m), Eskişehirin dağı (1173 m), kuzeyinde Kızılkayalar (1226 m), Hacımehmet Tepe (1217 m), Nevruz Tepe (1084 m), batısında Devetaşı Tepe (1058 m), yer alır.

Günümüzde kent mühendislik jeolojisi çalışmalarında, en uygun yerleşim alanlarının belirlenmesine yönelik olarak değişik ölçekte eğim haritaları yapılmaktadır. MTA (1999)'dan yararlanılarak çalışma alanının 1:25.000 ölçekli eğim haritası (Ek-3) yeniden oluşturulmuştur. Hazırlanan 1:25.000 ölçekli eğim haritası değerlendirilerek çalışma alanındaki araziler yamaç eğimlerine göre tanımlanmış ve aşağıdaki şekilde bir değerlendirme yapılmıştır.

- 1- **0-3° eğimli araziler;** Çalışma alanı içerisinde eğim derecesi 0-3⁰ ve eğimi % 0-5 olan araziler alüvyon birimlerin yer aldığı eğimi çok düşük alanlardır. Çalışma alanında bu araziler; çalışma alanı içerisinde yer alan Kayseri Ovasının tamamıdır. Bu tür araziler yüksek standartlı demir yolları, hava limanları, yüksek standartlı oto yolları sulu tarım alanları olarak kullanılmaya en uygun arazilerdir.
- 2- **3°-6° eğimli araziler;** Çalışma alanı içerisinde eğim derecesi 3⁰-6⁰ ve eğimi % 5-10 olan arazilerdir. Ovaların kenar kısımlarında, ignimbirit, tuf ile alüvyon yelpazelerinin yüzelediği dağ eteklerinin bulunduğu alanlarda yer alan arazilerdir. Bu araziler Mımarşinan, Talas, Yılandağı eteklerinde, Eskişehirin dağ eteklerinde, Keykubat Tepe eteklerindedir. Bu nitelikli araziler, karayolları, her mevsimde kent yolları, ticaret merkezleri ve sulu tarım alanları olarak kullanıma en elverişli arazilerdir.
- 3- **6°-12° eğimli araziler;** Bu araziler eğim derecesi 6⁰-12⁰ ve eğimleri % 10-20 olan araziler olup, volkanik malzemelerden oluşan bazalt, andezit, ignimbirit, tuf ve

aglomeraların oluşturduğu alanlardır. Yayılım olarak bu alanlar Alıdağ Domu eteklerinde, Mimarsinan, Erkilet, Yılanlıdağ çevresinde yer alır. Bu tür araziler kullanım açısından, genel kent kullanımı, konvansiyonel konut yapımı, eğimli tarım alanları şeklinde değerlendirilebilecek arazilerdir.

- 4- **12°-17° eğimli araziler;** Eğim derecesi 12°-17° ve eğimi % 20-30 olan arazilerdir. Geniş yayılıma sahip kayaçların volkanik kayaçların bulunduğu aşınmaya biraz daha dirençli kayaçların yüzelediği alanlardır. Mühendislik yapıları, genel eğlence bölgeleri, makinalı-tarım alanları için değerlendirilebilecek arazilerdir.
- 5- **17°- 35° eğimli araziler;** Hazırlanan haritada eğim derecesi 17°-35° ve eğimin % 30-70 olan araziler olup, çoğunlukla dayanıklı bazalt, andezitlerin bulunduğu dik ve sarp arazilerdir. Mühendislik yapıları, genel eğlence bölgeleri-taraklı araç operasyonları, orman bölgeleri için kullanıma elverişli arazilerdir. Çalışma alanında Alıdağ, Yılanlıdağı bu özelliindedir.
- 6- **35°' den büyük eğimli araziler;** Çalışma alanında çok az yayılıma sahip, eğim derecesi 35°' den fazla ve eğimin % 70-100 olduğu arazilerdir. Volkanik konilerin oluşturduğu oldukça dik yamaçların bulunduğu sert, aşınmaya dayanıklı volkanik kayaçlardan bazalt, andezitlerin bulunduğu çok yüksek ve sarp arazilerdir. Tüm mühendislik yapıları için sorun oluşturan bir arazidir. Yılanlıdağı'nın zirvesinde bu eğimli arazilere rastlanmaktadır (MTA, 1999).

1.2.10. Volkanizma

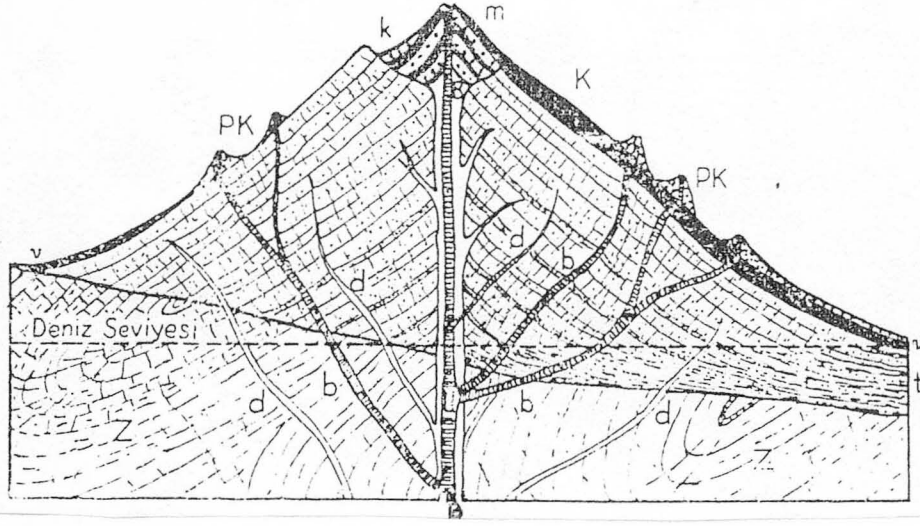
Çalışma alanı ve yakın çevresi günümüzdeki yeryüzü şekillerini ve jeolojik yapısını Erciyeş Dağı volkanizmasına bağlı olarak kazandığı için bu alt başlık altında volkanizmaya değinilmiştir.

Orta Anadolu'nun sönmüş volkanları arasında büyüklüğü ve yüksekliği ile en başta gelmekte olup, 3916 m. yüksekliğe erişen merkez konisinin etrafında çapları 600-3000 m. olan çeşitli büyüklüklerde 68 volkan konisi bulunmakta ve bunlar tek bir volkan değil volkan topluluğudur (Ketin, 1983). Şekil 3'de Erciyeş Volkanı'nın dikey kesiti görülmektedir. Erciyeş Dağı volkanizması starato tipi volkan olup hem lav hem de tuf ve proklastik faaliyeti olmuştur. Erciyeş volkan topluluğunda çalışmalar yapan Ayrancı (1963), volkanizmanın 3 evrede oluşumunu tamamladığını; ilk evre ile doleritik bazalt-tuf ve ignimbirit-olivinli bazalt ve bazik damar taşlarının, ikinci evrede bazik ortaç lavlar ile bazaltik andezitler, üçüncü evre ile de kuvarslı olivin bazalt-bazaltik tuf-bazik dayklar-andezitler ve sonra çeşitli

proklastiklerin (lapilli kül, süngertaşı v.b) meydana geldiğini belirtmiştir. Pasquare (1968) ise Erciyeş volkanının 5 evrede oluştuğunu ileri sürerek, birinci evre ile andezitik-bazaltik lavların oluşturduğu bir kalkanın meydana geldiğini, ikinci evrede bu lav kalkanının çökerek bu çöküntü içinde merkez koniği ve etrafındaki lav kubbeleriyle asıl Erciyeş' in andezitik strato volkanın geliştiğini, yer yer de dasit ve riyodasit dayklarının oluştuğunu; dördüncü evrede olivin bazaltik lavlarının aktığını ve dasitik piroklastiklerin ise çok uzaklara püskürmelerle saçıldığını, son evrede ise dasitik lavlar ile süngertaşı ve küllerin oluşturduğunu öne sürmüştür. Güner ve diğerleri (1984), Kayseri havzasının Alt Pliyosen' de normal bileşeni KD-GB yönde doğrultu atımlı faylarla oluşmuş tektonik bir çukurluk olduğunu, Erciyeş Strato volkanının Kayseri Havzasını GD dan sınırlanan ve sol yanal atımı ile düşey atımı (oblik) saptanan "Erciyeş Fayı" üzerinde oluştuğunu belirterek; Volkanizmanın Üst Miyosen sonunda andezitik domların oluşumuyla başladığını daha sonra riyolitik tüfler ve ignimbiritlerin meydana geldiğini Alt Pliyosen'de Kayseri havzasının oluşup Erciyeş Strato volkanının volkanik etkinliğinin sürdüğünü, Üst Pliyosen'de Erciyeş ana konisinin tıkanarak yamaçlarda dasitik domların oluştuğunu, Alt Pliyosen' de strato volkanın Erciyeş Fayı ile ikiye kesildiğini ve ışınsal çatlaklardan andezitik bazalt lavlarının çıktığını Üst Pliyosen' den itibaren ise bazaltik kül konileri ve lavların, en son olarak da riyodasitik lavlar ve andezitik lav, pomza ve curufların püskürdüğünü öne sürmüşlerdir.

Kayseri, Tomarza, Erciyeş Dağı, İncesu dolaylarında, İnnocenti ve diğerleri (1975) tarafından yapılan radyometrik yaş tayinleri ile; ignimbiritler de $8.5 \pm 0.2\text{my}$; $4.4 \pm 0.1\text{my}$; $3.0 \pm 0.1\text{my}$; $2.8 \pm 0.1\text{my}$; $2.7 \pm 0.1\text{my}$; tüflerde $7.8 \pm 1.6\text{my}$; andezitlerde $5.0 \pm 0.3\text{my}$; $5.1 \pm 0.1\text{my}$; $0.3 \pm 0.1\text{my}$; riyolitlerde $5.4 \pm 1.1\text{my}$; $0.9 \pm 0.2\text{my}$; gibi değerler elde edilmiş ve tüm bölgedeki yaygın Erciyeş volkanitlerinin Üst Miyosen-Kuvaterner oldukları belirlenmiştir.

Erciyeş volkanitlerinde Uygun ve diğerleri (1973-1976) tarafından toplam 52 örnekte yapılan kimyasal analizler, Zanettin (1984) diyagramına taşındığında volkanitlerin bazalt, bazaltik andezitik, traki-bazalt, andezit, trakit, traki-andezit, dasit ve riyolit alanlarına düştükleri görülmüştür. Güner ve diğerleri (1984) de Erciyeş Dağı ve yakın çevresindeki bazalttan riyolite kadar kalkalkalen ailenin tüm türlerini içeren bu volkanitlerin mineralojik bileşimlerinin pasifik çevresi adayayı volkanitlerinin bileşimlerine uyduklarını kimyasal bileşimlerinin ise Pasifik çevresi ve And tipi kayaç serileri arasında geçiş gösterdiklerini ve oluşumlarında kıta kabuğunun önemli ölçüde etkili olduğunu belirtmişlerdir (MTA, 1999).



Şekil 3. Erciyeş Volkanı'nın dikey kesiti. B ve b: baca, d: ikincil baca, k: krater K: koni, pK: parazit koni, t: tüfit, V: lav akıntısı, Z: volkanın tabanı, zemin (Ketin, 1983)

1.2.11. Önceki Çalışmalar

Kayseri ve yakın çevresi ile ilgili olarak, bugüne dek yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde, bunların çoğunlukla genel jeoloji ve hidrojeoloji konularında yoğunlaşmış oldukları dikkati çekmektedir. Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeo-mühendislik özellikleri ile doğrudan ilgili çalışmalar ise çok sınırlı olup, bunların da büyük bir bölümü yayımlanmamış raporlar halindedir. Bölgede yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Tilev (1958); Kayseri yöresinde hidrojeolojik amaçlı yaptığı çalışmada; Kayseri Ovası'nın yeraltı suyu bakımından imkanlarını araştırmış, akarsularla ve akarsuların sulamaya yeterli olmadığı yerlerde yeraltı suyundan faydalanılarak sulama yapılması gerektiğini belirtmiş, ayrıca yeraltı suyunun bulunduğu akiferin yeri, cinsi, derinliği, porozite ve rezervine yönelik çalışmalar yapmıştır.

Erentöz ve diğerleri (1960); 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeolojisi Haritası Kayseri paftasının hazırlanması çalışmalarında, volkanizmanın bazaltlarla başladığını, Neojen ve Kuvaterner boyunca etkin olduğunu belirtmektedirler.

Beekman (1963); İncesu bölgesinde jeolojik ve volkanolojik amaçlı yaptığı çalışmada; sahanın genellikle önemli bir kısmının bazik bileşimde olan volkanik kütlelerden oluştuğunu,

sahada yer alan fayların Erciyeş Dağı' nı çevreleyen bir fay sisteminin parçası olduğunu belirtmiştir.

Ayrancı (1963-1968); Erciyeş'in kuzey bölümünün haritalarını hazırlamış; araştırmacı, volkanizmanın evrimini orojen volkanizması, intermediyer ile bazik orta volkanizma ve geç volkanik faaliyet olmak üzere üç ana grupta toplamıştır.

Özkuzey (1974); Nevşehir-Kayseri ili civarında perlit amaçlı yaptığı prospeksiyon çalışmasında; bölgede andezit, bazalt, volkanik tuf, aglomera ve breşlerin bulunduğunu fakat çalışmalar neticesinde perlit zuhurlarına rastlanmadığını belirtmiştir.

Günalay (1976); Kayseri ilinin bir çok kısımlarında Orta Anadolu' nun geniş Neojen ve Plio-Pleistosen sedimantasyon alanlarında linyit yataklarının teşekkülü ve muhafazası için elverişli şartların beklenebileceğini, Pliyosen yaşlı havza dolgularının orta kısımlarında ve kaidesinde muhtelif yerlerde işletmeye elverişli olmayan linyitlerin mostra verdiğini ve bu serinin üst kısımlarında linyitlere rastlanmadığını belirtmiştir.

Bektimuroğlu (1977); Kayseri ili, Hırka Köyü civarındaki diyatomit yatakları hakkındaki ön etüt çalışmalarında; diyatomitin Neojen havzalarında gözlemlendiğini; bunların altta aglomera ve breşlerin üst seviyelerinde, üstte üst tuf serisinin alt ve ortalarında ve asıl diyatomit tabakaları olmak üzere üç seviye halinde bulunduğunu belirtmiştir.

Erkan (1978); Kayseri ili Develi ilçesine bağlı Zile ve Tombak köylerinde yer alan demir cevherleşmesiyle ilgili yaptıkları çalışmada; çalışma sahasında Paleozoik yaşlı kireçtaşlarının temeli oluşturduğunu, bunun üzerine Neojen'de başlayarak Kuvaterner 'de de süren Erciyeş volkanizması'nın ürünlerinin geldiğini, volkanik-ekskalatif oluşumlu limonit-hematit cevherleşmelerinin tuf ve aglomera birimlerinin geçiş zonunda yer aldığını belirtmiştir.

Demirok (1982); Ambarköy civarında yer alan turba yatağında yaptığı çalışmada; turbaların iki seviyede gözlemlendiğini, üstteki serinin kül içeriğinin yüksek, ısı değerinin düşük olduğunu; alttaki serinin ise üstteki seriye göre biraz daha yüksek kalorili olduğunu belirtmiştir.

İnan ve diğerleri (1984); Zamantı yöresinde farklı jeolojik yaşta ve farklı çökeltme şartlarında oluşan birimlerin yüzelediğini; Zn-Pb cevherleşmelerinin değişik istiflerde, istiflerin değişik seviyelerinde yer almalarına rağmen benzer özellik gösterdiğini ve başlıca cevher minerallerinin ikincil Zn-Pb mineralleri olduğunu belirlemiştir.

Kayaoğlu (1987); Erciyeş Dağı civarında jeotermal enerjiye yönelik manyetik etüt çalışmasında; Erciyeş Dağı çevresinde önemli bir anomali tespit edilmemiş, ancak buhar çıkışının yanında küçük bir fayın bulunduğunu belirlemiştir.

İlgün ve diğerleri (1987,1989); Kayseri ili Gürpınar, Cebir, Başakpınar, Sakaltutan, Kuruköprü, Çatakdere köyleri ile Tomarza ilçesi Çömlekçi Köyü civarında pomza amaçlı yaptıkları çalışmada; pomzaların volkano-sedimanter bir yataklanma gösterdiğini, Tersiyer ve daha genç birimler içinde bulunduğunu belirtmişlerdir.

Demirtaş (1988); Kayseri yöresinde jeotermal enerjiye yönelik detay gravite etüdü çalışmasında; buhar çıkışının bulunduğu yerde KB-GD yönünde uzanan bir fayın olduğunu, buhar çıkışının fay sistemleriyle ilgili olduğunu belirtilmiştir.

Koçyiğt ve Beyhan (1998); Orta Anadolu Fay Zonu'nun Kayseri kenti ve civarının jeolojisini incelemişler ve bir jeoloji haritası hazırlamışlardır.

Koçyiğit ve Erol (1999); Erciyes pull-apart havzasının jeomorfolojisini incelemişlerdir.

MTA (1999); Kayseri kenti' nin çevre jeolojisi ve doğal kaynaklarını incelemişlerdir. Kentleşme ve planlama açısından karşılaşılabilecek problemlere temel veri oluşturmak, Kayseri ili ve civarının hidrojeolojik özelliklerinin, su kaynakları potansiyeli, su kalitesi ve suların çeşitli alanlarda kullanıma uygunluklarının belirlenmesi, jeotermal enerji potansiyelinin değerlendirilebilirliğini araştırmışlardır. Çeşitli mühendislik uygulamalarına temel veri oluşturacak zeminlerin indeks ve bazı mekanik özelliklerinin belirlemişlerdir. Proje kapsamında Kayseri ilinin depremselliğini incelemişler ve zeminlerin deprem hasarına olan etkisini araştırmışlardır. Kayseri ve yakın çevresinin Jeoloji Haritası, Mühendislik Haritası, Eğim Haritası, Hidrojeoloji Haritası, Su içilebilirlik Haritası, Su sertlik Haritası, EC Haritası, Yeraltı suyu kirliliğine ait örnekleme Haritası, Radyoaktif baz Haritası, Arazi kullanım potansiyel Haritası hazırlamışlardır.

Karacan ve diğerleri (2002); Kayseri kenti yerleşim alanının mühendislik jeolojisi özelliklerini ve yakın çevresindeki kayaların kütle özelliklerini incelemişlerdir.

2. JEOLojİ

2.1. Genel Jeolojik Konum

Çalışma kapsamı içerisinde arazi çalışmaları sırasında jeolojik birimlerin sınırları kontrol edilip inceleme alanının genel jeolojisi MTA (1999)'dan yararlanılarak sunulmuştur.

Bu çalışmaya göre; Kayseri ve yakın çevresinin genel jeolojik istifi yaşlıdan gence doğru şöyledir: Bölgenin temel kayası Triyas yaşlı kristalize kireçtaşları içeren Aşagediği Metamorfileri'dir. Üzerinde tektonik ilişkili, siyah kristalize kireçtaşı ve dolomit içeren Jura yaşlı Tavşancıdağtepe Formasyonu vardır. Bu formasyon üzerine bindiren Kretase yaşlı, serpantinit, gabro, diyabaz, mermer içeren Yeşilyayla karışığı, ofiyolit ve karışığı kesen Gülle

Granitleri yer alır. Granitler üzerine uyumsuz olarak gelen, Eosen yaşlı kireçtaşı, gabro, volkanit, serpantin olistolitleri içeren çakıtaşı, marn, killi kireçtaşı litolojisine sahip Bürüngüz Formasyonu gelmektedir. Formasyon üzerinde, Oligosen yaşlı kumtaşı, çakıtaşı, çamurtaşı içeren Dökmetaş Formasyonu gelir. Dökmetaş Formasyonu ile uyumlu olarak bulunan, aglomera, tuf, volkanik breş içeren Alt Miyosen yaşlı Yemliha Formasyonu'dur. Bu formasyon üzerinde ise Orta Miyosen yaşlı, çakıtaşı, kumtaşı, kilitaşı ve kireçtaşı içeren ve uyumlu olarak istiflenen Eğerci Formasyonu bulunmaktadır. Çakıtaşı ve kumtaşı içeren, Eğerci Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen, Küçük İsiil Formasyonu Üst Miyosen yaşlıdır. Küçük İsiil Formasyonu üzerine ise, Alt Pliyosen Yaşlı Güvercinlik Andeziti ve Pekmezlik Bazaltı gelmektedir. Bazalt ve andezitler üzerinde Alt Pliyosen yaşlı çakıtaşı, kumtaşı, kireçtaşı, marn şeklinde istiflenen Sarımsaklı Formasyonu bulunmaktadır. Bu formasyon üzerine Üst Pliyosen yaşlı gölsel kireçtaşları içeren Yücekayalar Formasyonu üzerine gelir. Yücekayalar Formasyonunu aynı yaşlı Göbü Tufu, İncesu İgnimbiriti, Çatakdere Tufu, Velibaba ignimbiriti, tuf ve aglomera içeren Koçdağ volkanitleri kesmektedir. Alt Pleystosen yaşlı tuf ve pomza içeren Başakpınar Tufu Koçdağ volkanitlerinin hemen üzerinde bulunmaktadır ve tufu üzerine uyumlu olarak Alt Pleystosen yaşlı Alakuşak İgnimbiriti gelmektedir. Alakuşak İgnimbiritlerini kesen Üst Pleystosen yaşlı andezit içeren Endürlük lavları, yine Üst Pleystosen yaşlı ve andezitler üzerine uyumlu olarak gelen Alıdağ Domu ve bu dom üzerinde bulunan Üst Pleystosen yaşlı bazaltik andezitler içeren Topakkaya Lavları yer alır. Lavları kesen Üst Pleystosen yaşlı bazalt içeren Hisarcık Lavlarıdır. Lavlar üzerine uyumsuz olarak gelen, Holosen yaşlı travertenler ve alüvyon istiflenmiştir.

Bu ilişkiler stratigrafik dikme kesit ile ifade edilmiş ve aşağıda Şekil 4'de gösterilmiştir. Bu stratigrafik dikme kesit Kayseri kenti ve yakın çevresini kapsamakta olup çalışma alanı için ayrıca stratigrafi dikme kesiti hazırlanmıştır.

Çalışma alanında yüzeyleyen birimlerin ilişkileri Şekil 5'de gösterilen stratigrafik dikme kesiti ile ifade edilebilir ve ilişkiler yaşlıdan gence doğru şu şekildedir; Alt Miyosen yaşlı aglomera, tuf, volkanik breş içeren çalışma alanının temelini oluşturan Yemliha Formasyonu'dur. Formasyon üzerine uyumsuz olarak gelen Alt Pliyosen yaşlı Pekmezlik Bazaltı'nı Üst Pliyosen yaşlı Göbü Tufu kesmektedir. Bu tuf üzerinde uyumlu olarak bulunan, Üst Pliyosen yaşlı İncesu ignimbiriti, Çatakdere Tufu, Velibaba ignimbiriti yer alır. Tuf ve ignimbiritler üzerine uyumlu olarak Alt Pleystosen yaşlı tuf ve pomza içeren Başakpınar tufu gelmektedir. Başakpınar Tufu ile uyumlu Alt Pleystosen yaşlı Alakuşak ignimbiritlerini Üst Pleystosen yaşlı, andezit içeren Endürlük Lavları kesmektedir. Andezitik

lavlarla uyumlu olarak bulunan ve Üst Pleyistosen yaşı Alidağ Domu, yine Üst Pleyistosen yaşı bazalt içeren Hisarcık Lavları tarafından kesilmektedir. Bazaltik lavlar üzerine uyumsuz olarak gelen alüvyonlar ise Holosen yaşı olup en genç çökelleri oluşturmaktadır (MTA, 1999).

SİSTEM	SERİ	FORMASYON	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR			
KUVATERNER	HOLOSEN	Alüvyon Traverten	Alüvyon		Qal: Alüvyon			
		Hisarcık Lavları	Qh		Qtr : Traverten Qh: Bazalt			
	PLEYİSTOSEN	ÜST	Topakkaya Lavları	Qt		Qt: Bazaltik andezit		
			Alıdağ Domu	Qad		Qad: Alıdağ domu		
			Endürlük Lavları	Qe		Qe: Andezit		
			Alakuşak İgnimbiriti	Qa		Qa: İgnimbirit		
		ALT	Başakpınar Tüfü	Qb		Qb: Tüf, pomza		
			NEOJEN	PLİYOSEN	ÜST	Koçdağ Volkanitleri	Tk	Tk: Tüf, aglomera
						Velibaba İgnimbirit	Tv	Tv: İgnimbirit
						Çatakdere Tüfü	Tç	Tç: tüf, pomza
İncesu İgnimbiriti	Ti	Ti: İgnimbirit						
Göbü Tüfü	Tg	Tg: Tüf						
Yücekayalar Formasyonu	Tyü	Tyü: Gölsel kireçtaşı						
ALT	Sarımsaklı Formasyonu	Ts	Ts: Çakıltaşı, kumtaşı, kireçtaşı, marn					
	MIYOSEN	ÜST	Güvercinlik Andeziti Pekmezlik Bazaltı		Tg - Tp	Tp: Bazalt Tg : Andezit		
			Belikler Basmalar Küçük İsiil		Tbe Tk Tb	Tbe: Çakıltaşı Tk: Kumtaşı Tb: Çakıltaşı, kumtaşı		
	ALT ORTA	Eğerci Formasyonu	Te		Te : Çakıltaşı, Kumtaşı, Kıltaşı ve kireçtaşı			
Yemliha Formasyonu		Ty	Tmy: Aglomera, tüf, volkanik breş					
PALEOJEN	OLİGOSEN	Dökmetaş Formasyonu	Td	Td: Kumtaşı, çakıltaşı, çamurtaşı				
	EOSEN	Bürüngüz Formasyonu	Tbü	Tb: Kireçtaşı, gabro, volkanit, serpantin olistolitleri de içeren çakıltaşı, marn, killi kç				
KRETASE	Gülle graniti Yeşilyayla Karışığı	Ky	Ky: Serpantin, gabro, diyabaz, mermer					
		Kg	Bindirme					
	JURA	Tavşancıdağtepe Formasyonu	Jt	Jt : Siyah kristalize kireçtaşı ve dolomit				
TRİYAS	Aşağediği Formasyonu	Ta	Ta : Kristalize Kireçtaşı					

Ölçeksiz

Şekil 4. Kayseri ve yakın çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (MTA, 1999)

SİSTEM	SERİ	FORMASYON	SİMGE	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR		
KUVATERNER	HOLOSEN		Qal	200		Qal: Alüvyon		
		PLEYİSTOSEN	ÜST	Hisarcık Lavları	Qh	25		Qh: Bazalt
	Alıdağ domu			Qad	35		Qad: Alıdağ domu	
	Endürlük Lavları		Qe	30		Qe: Andezit		
	ALT		Alakuşak İgnimbiriti	Qa	10		Qa: İgnimbirit	
			Başakpınar Tüfü	Qb	20		Qb: Tüf, pomza	
			Velibaba İgnimbiriti	Tv	2-20		Tv: İgnimbirit	
			Catakdere Tüfü	Tç	2-15		Tç: Tüf, pomza	
	PLİYOSEN		ÜST	İncesu İgnimbiriti	Ti	3-10		Ti: İgnimbirit
				Göbü Tüfü	Tg	2-15		Tg: Tüf
			ALT	Pekmezlik Bazaltı	Tp	40-50		Tp: Bazalt
		Yemliha formasyonu		Ty	350-400		Ty: Aglomera, tüf volkanik breş	
	TERSİYER	NEOJEN						

Ölçeksiz

Şekil 5. Çalışma alanının stratigrafik dikme kesiti(MTA, 1999'dan değiştirilmiştir.)

2.2. Litostratigrafik Birimler

Çalışma alanı ve yakın çevresinde yer alan litolojik ana birimler yaşlıdan gence doğru Yemliha Formasyonu, Pekmezlik Bazaltı, Göbü Tüfü, İncesu İgnimbiriti, Çatakdere Tüfü, Velibaba İgnimbiriti, Başakpınar Tüfü, Alakuşak İgnimbiriti, Endürlük Lavları, Alidağ Domu, Hisarcık Lavları ve alüvyonlardır.

2.2.1. Yemliha Formasyonu (Ty)

Formasyon, Orta Miyosen yaşlı piroklastik lav ve bunlardan türeme çökel kayalardan oluşur. Yemliha Aglomerası (Uygun, 1976) olarak adlandırılmış birime, salt aglomeralardan oluşmuş olmaması nedeniyle (Türkecan, 1997; MTA, 1999) Yemliha Formasyonu adı verilmiştir.

Piroklastik olarak aglomera, tüf, pomzalı tüf ve volkanik breş içeren formasyonun egemen kaya türü aglomera'dır. Aglomeralar genellikle andezitik ve dasitik, yer yer bazaltiktir. Katmanlanma göstermezler ve som görünümlüdürler. Bunlar koyu yeşil-koyu kahve renkli olup parçaları krem renkli bir tüf hamur içinde bulunur. Tüfler krem renkli, kötü tutturulmuş ve yer yer pomza parçalıdır. Bunlar çoğunlukla andezitik özellikte olup herhangi bir katmanlanma göstermezler ve som görünümlüdürler. Seyrek olarak gözlemlenen volkanik breşler ise som görümlü ve gri renklidir (MTA, 1999).

Formasyon içinde lav olarak bazalt, andezit ve dasit bulunur. Bazaltlar koyu gri-siyah renkli ve olivin bazalt özelliğindedir. Andezitler ve dasitler gri-pembemsi gri renklidir. Çoğunlukla formasyonun orta kesimlerinde görülür. Volkanik kayalardan türeyen çökel kayalar ise çakıltaşı ve kumtaşlarıdır. Bunlar aglomera, tüf ve lav parçaları içerir. Çakıltaşı-kumtaşları, kırmızı-kızıl kahve renkli, koşut ve çapraz tabakalanmalı, kötü boylanmalı, orta-iyi tutturulmuş olup içerdikleri parçalar yoğun köşelidir. Yemliha Formasyonu, Höbek Formasyonu üzerinde yer alır. Üzerine değişik yerlerde Eğerci Formasyonu uyumsuz olarak gelir. Yaklaşık kalınlığı 350-400 m. arasındadır.

2.2.2. Pekmezlik Bazaltı (Tp)

Birim Alt Pliyosen yaşlı bazaltlardan oluşur. Bazaltlardan oluşan birim siyah renkli, sert akma yapılı, eklemli ve yer yer gaz boşlukludur. Morfolojik olarak alanda dik setler oluşturur. Petrografik olarak olivin bazalt niteliğindedir (Türkecan ve diğerleri, 1997). Pekmezlik Bazaltı Ofiyolitleri, Eğerci Formasyonu'nu uyumsuz olarak örter. Üzerine pomzalı

tüfler gelir. Birimin yaşı Alt Pliyosen 'dır (Türkecan, 1997; MTA, 1999). Yaklaşık kalınlığı 40-50 m. arasındadır.

2.2.3. Göbü Tüfü (Tg)

Birim beyaz, gri, sarı, pembe renkli, pomza ve volkanik materyal de içeren tüflerden oluşmaktadır. Göbü Tüfü çalışma alanı içinde Mesozoyik yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Üzerinde ise uyumlu olarak mat siyah renkli İncesu İgnimbiritleri gelmektedir. Birimin kalınlığı değişken olup, genel olarak 2-15 m. arasında değişim gösterir. Birimin yaşı Alt Pliyosen'dır (Türkecan,1997; MTA, 1999).

2.2.4. İncesu İgnimbiriti (Ti)

Birim gri, koyu gri, siyah ve pembe renklerde gözlenen, masif, sert iyi kaynaklanma gösteren ignimbirit olarak gözlenmektedir. Birim petrografik olarak incelendiğinde gri, koyu gri, siyah seyrek olarak pembe renklerde izlenir. Camsı yapıda olup reçinemsiz parlaklıktadır. İçinde alev yapıları (fiamme) gözlenir. Sert olup kırılması zordur. İçlerinde parçacıklar akmaya paralel olarak dizilmişlerdir. Gri ve koyu gri renkte gözlenenler daha az kaynaklanmışlardır. Çekiç darbesi ile çöker ve boşluk sesi işitilir. Yüzeyde yol ve çukurluklu aşınma izleri gözlenir. Genelde masif görümlü ve kalın katmanlıdır. Pembe ve siyah olanlar yapı malzemesi olarak kullanılır. Birim vitrofirik dokudadır. Çalışma alanı içinde Göbü Tüfü nün üzerine uyumlu olarak gelmekte, üzerinde ise Çatakdere Tüfü yer almaktadır. Birimin kalınlığı değişken olup, genel olarak 30 cm ile 10 m. arasında değişmektedir. Birimin yaşı Üst Pliyosen'dır (Türkecan, 1997; MTA, 1999).

2.2.5. Çatakdere Tüfü (Tç)

Birim beyaz, gri, sarı, pembe renkli pomza ve tuf ardalanması olarak gözükmektedir. Birim İncesu İgnimbiritinin üzerine uyumlu olarak gelir. Üzerinde ise Velibaba İgnimbiriti yer alır. Birimin kalınlığı değişken olup, genel olarak 2-15 m. arasında değişmektedir. Birim yaşı Üst Pliyosen' dır (Türkecan, 1997; MTA, 1999).

2.2.6. Velibaba İgnimbiriti (Tv)

Birim gri, koyu gri, siyah renklerin yanı sıra kiremit kırmızısı ve pembe renklerinde gözlendiği, oldukça sert, iyi kaynaklanma gösteren ignimbirit olarak gözlenmektedir. İncelenen örneklerde birim hiyaloporfirik ve vitrafirik dokudadır. Fenokristalleri; plajiyoklaz,

az miktarda kayaç ile devitrifiye olmuş cam parçalarından oluşmaktadır. Plajiyoklaz farklı örnekler andezin ve anortit olarak saptanmıştır. Piroksenler, klinopiroksen (ojit) ve ortopiroksen (hipersten) olup, genel olarak kloritleşmişlerdir. Hamur tümüyle camsal olup, andezitik kayaç parçaları ve devitrifiye olmuş cam parçaları içermektedir. Ancak belirgin bir akma düzeninde sıralanmış alev yapıların izlemek mümkündür. Yer yer demir hidroksitleri boyanmış, karbonatlaşmış ve killeşmiştir. Velibaba ignimbirit çalışma alanı içinde Çatakdere Tüfü üzerine uyumlu olarak gelmekte, üzerinde ise Başakpınar Tüfü yer almaktadır. Birimin kalınlığı değişken olup, genel olarak 3-20 m. arasında değişim gösterir. Birim yaşı Üst Pliyosen 'dır (Türkecan, 1997; MTA, 1999).

2.2.7. Başakpınar Tüfü (Qb)

Birim sarı, beyaz, gri, pembe, kahverengi renkli, yer yer içerisinde pomza volkanik materyal, yer yer de pomza seviyesi içeren tüfler olarak gözlenmektedir. Yaklaşık kalınlığı 20 m. dir. Birim çalışma alanı içinde Velibaba ignimbiriti üzerinde uyumlu bulunmakta, üzerinde ise uyumlu olarak Alakuşak ignimbiritleri gelmektedir. Birimin yaşı Alt Pleyistosen'dır (Türkecan, 1997; MTA, 1999).

2.2.8. Alakuşak İgnimbiriti (Qa)

Birim genellikle kırmızı, yer yer grimsi renkte olup inceleme alanında yer alan en üst ve en genç ignimbirittir. Oldukça sert olup kırmızı-mor renkte köşeli bazalt ve andezit parçaları içerir. Bu parçalarla beraber, içinde pomzularla, alev yapılarını da görmek mümkündür. Birim çalışma alanı altındaki Başakpınar Tüfü'nün üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Birimin yaşı Alt Pleyistosen' dır (Türkecan 1997; MTA, 1999).

2.2.9. Endürlük Lavları (Qe)

Grimsi siyah renkli hamur içinde plajiyoklaz latalarının izlendiği blok, lavlı, yeşil likenli lavlar Endürlük lavları adı altında toplanmıştır. Birim piroksen andezit olarak adlandırılmıştır. Hiyalolitik ve porfirik doku türleri ile fenokristal olarak plajiyoklaz, piroksen ve opak mineral ile çok az miktarda olivin izlenmektedir. Plajiyoklazlar, 0.8 mm ile 2.56 mm arasında, hipidiomorf kristaller halinde ve zonlu yapıdadırlar. Bazılarında kil mineralleşme gözlenmektedir. Piroksenler (klinopiroksen-ojit/pijeyonit, ortopiroksen-hipersten) 1.44–0.3 mm arasında değişen boylarda idiomorf kristaller halindedirler. Hamur intersertal dokuda olup, volkanik cam ve içinde kristalit, granüle piroksen ve granüle opak mineralden

oluşmaktadır. Yer yer karbonatlaşma ve alterasyon izlenmektedir. Birimin taze yüzeyi siyah, alterasyon rengi kahverengi renklindedir. Birimin alt kesimleri levhamsı yapıda, üst kesimleri ise masif ve blokludur. Birim yaşı Üst Pliyosen'dır (Türkecan,1997; MTA, 1999).

2.2.10. Alidağ Domu (Qad)

Gri-mavimsi gri, eflatun renklere andezitik ve dasitik türde domsal çıkış gösteren Alidağ Domu 'nun doruğu üç bölümden oluşur ve bunlar arasında doğuya doğru açılan yay şeklinde krater yer alır. Alidağ lav akıntısına sahip olmayıp çıkan magma olduğu yerde yığılmış ve katılaşmıştır. Oldukça dik yamaçlı olup bu yamaçlarda kendisine ait köşeli bloklar içeren, gravite etkisi ile moloz akmaları (talus) oluşmuştur. Alidağ Domu kendinden önce oluşan Reşadiye volkanitleri ile İncesu ve Velibaba İgnimbiritlerini kesmiştir. Ancak birimin üst dokanağında herhangi bir birim bulunmamaktadır. Birimin yaşı Üst Pliyosen'dır (Türkecan,1997; MTA, 1999).

2.2.11. Hisarcık Lavları (Qh)

Gri-siyah yer yer şarabi renkli, içinde feldispat çubuklarının gözlendiği lavlar Hisarcık lavları olarak adlandırılmıştır (Türkecan,1997; MTA, 1999). Birim petrografik olarak bazalt olarak adlandırılmıştır ve porfirik doku izlenmektedir. Fenokristalin olarak, plajiyoklaz, piroksen ve olivin içermektedir. Plajiyoklaz zonlu yapı göstermekte ve hipiomorf kristaller halindedirler. İç kısımlarında kil mineralleşmesi izlenmektedir. Piroksenler (klinopiroksen-ojit-ortopiroksen-hipersten), ksenomorf ve ince taneli kristal topluluklar halindedir. Hamur intersertal dokuda olup, birbirlerini engeller durumlu mikrolit ve kristaller arası granüle piroksen, az miktarda granüle opak mineral ve volkanik cam ile doldurulmuştur. Olivin fenokristallerin çevrelerinde hamurdaki olivinlerin ise tümünde iddingsitleşme izlenmektedir. Bu birim Reşadiye Volkanitlerini örtmektedir.

2.2.12. Akarsu Çökelleri (Qal)

Akarsu çökelleri, dere yataklarında ve düzlüklerde akarsu etkinliği ile oluşmuş kil, silt, kum, çakıl tane boyundaki malzemelerden oluşmaktadır. Bu çökellerin iri taneli düzeyleri genellikle gevşek ve/veya orta sıkı tutturulmuş ve sıkılaşmamıştır.

2.3. Saha çalışmaları

Saha çalışmalarının temel amacı, çalışma alanı içindeki ana litolojik birimleri ayırtlamak; bunların, birbirleri ile olan ilişkilerini ve bölgenin jeo-mühendislik sorunları ile ilgili olabilecek yapısal ve morfolojik özelliklerini belirlemek olmuştur. Çalışma alanının ayrıntılı temel jeolojik incelemesi ve jeolojik sorunlarının çözümü, saha çalışmalarının kapsamı dışında tutulmuş; bu konuda, bölgede daha önce yapılmış çok sayıdaki genel jeolojik çalışmaların ortaya koyduğu ortak veriler ve çözümler ile yetinilmiştir.

Saha çalışmalarının ilk aşamasında, çalışma alanı için hazırlanması öngörülen mühendislik jeolojisi haritasına temel oluşturacak, 1:25.000 ölçekli Ek-1'de verilen bir jeolojik harita oluşturulmuştur. Jeolojik haritalama sırasında, çalışma alanı içindeki litolojik birimlerden el örnekleri alınmış ve makroskobik olarak rahatlıkla tanındığı için ince kesitler üzerinde petrografik çalışmalar yapılmamıştır.

Saha çalışmalarının ikinci aşamasında ise, daha önce oluşturulan jeolojik harita üzerindeki litolojik birimlerin mühendislik özelliklerini saptamak amacı ile öngörülen laboratuvar deneyleri için gerekli kayaç ve toprak örnekleri, sistematik olarak toplanmıştır.

2.3.1. Jeolojik Haritalama

Çalışma alanı için hazırlanması öngörülen mühendislik jeolojisi haritası, ayrıntısı ve uygulama amacı açısından, ölçekleri 1:5.000 ve 1:50.000 arasında değişen "temel ve ayrıntılı ana harita" ölçekleri grubuna girmektedir (Matula, 1969; Kasapoğlu, 1980). Bu nedenle bu çalışmanın kapsamı içinde yer alan haritalar 1:25.000 ölçeği uygun görülmüştür. Öte yandan hızlı kentleşmenin, kent sınırları içindeki topografyayı da sürekli olarak değiştirdiği göz önünde tutularak; temel harita olarak, bölgenin aynı ölçekli topografik haritalarından MTA (1999)'dan yararlanarak çalışma alanı amaca uygun haritalanmıştır. Özellikle, örtülü alanların jeolojisinin belirlenmesinde; bölgenin, bina yol ve kanalizasyon yarmalarından büyük ölçüde yararlanılmıştır.

2.3.2. Örnekleme Yöntemi

Çalışma alanı içinde, jeolojik harita alımı sırasında ayırtlanan ve Ek-1'deki jeoloji haritasında gösterilen litolojik birimlerin, jeo-mühendislik özelliklerini belirlemek amacı ile öngörülen laboratuvar çözümlenmeleri ve deneyleri için gerekli örneklerin toplanmasında esas alınan ölçüt, örnek sayısının ve yerlerinin, çalışma alanının tümünü temsil edebilecek nitelikte olması şeklinde belirlenmeye çalışılmıştır. Ancak, bir hızlı kentleşme bölgesi olan

çalışma alanı içinde, örneklenmesi öngörülen litolojik birimlerin büyük ölçüde örtülü oluşu nedeniyle, örnek sayısı, yerleri ve derinliği, çalışma alanı içinde var olan kayaç çıkmaları, inşaat yol ve kanalizasyon yarmaları ile sınırlandırılmıştır.

Yine örnekleme açısından, çalışma alanı içinde, toprak ve kayaç zeminler olmak üzere iki grup zemin ayırt edilmiş ve bu iki grup, ayrı ayrı örneklenmiştir. Ancak, gerek var olan çıkmaların ve yarma derinliklerinin yetersizliği, gerek aletsel örnekleme olanaksızlığı nedeniyle; örnekleme, genelde yüzeysel olarak yapılmış; fakat her şeye karşın özellikle kayaçlarda, zaten fazla derin olmayan (< 2 m) bozunma zonunun altına inilmiştir. Topraklarda ise, düşey yöndeki değişik düzeyler (Ör., çakıl, kum, kil gibi) mümkün olduğu kadar derin örneklemeye çalışılmıştır. Çalışma kapsamında litolojik birimlerden 25 adet temsili kaya blok örneği ve alüvyondan 25 adet örselenmiş zemin örneği alınmış ve örnek yerleri mühendislik jeolojisi haritası üzerine işaretlenmiştir (Bkz. Ek-2).

2.4. Tektonik ve Paleocoğrafya

Çalışma alanı ve çevresinde eski ve yeni tektonik dönemlere ilişkin yapısal unsurlar gözlemlenir. Bu nedenle de ana yapısal öğeler, eski tektonik dönem yapıları ve yeni tektonik dönem yapıları olarak iki grupta toplanabilir. Çalışma alanı içerisinde Eski tektonik dönem yapıları gözlenmemiştir. Ancak Şekil 4.'de Kayseri ve yakın çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti verildiğinden Eski tektonik dönem yapılarının açıklanması uygun görülmüştür.

2.4.1. Eski Tektonik Dönem Yapıları

Eski tektonik dönem yapıları Üst Miyosen' e dek oluşmuş yapısal unsurları kapsar. Bu unsurları da naplar, bindirmeler, kıvrımlar ve uyumsuzluklar oluşturur. Kayseri ilinin kuzey kesiminde yüzeyleyen Orta Anadolu Kristalin Kompleksi genç örtü kayaları'nda, eski tektonik dönemin sıkışma tektoniğine bağlı olarak gelişmiş yapı unsurlarına rastlanmaz. Ancak bölgesel anlamda bu yapısal unsurların varlığı, kimi ayrımlar söz konusu olsa da, bunlar gözetilerek bu istif içinde görülen uyumsuzluklar eski tektonik dönem yapıları içinde değerlendirilmiştir.

2.4.2. Yeni Tektonik Dönem Yapıları

Yeni tektonik dönem, Üst Miyosen'le başlayıp günümüze kadar süren dönemi kapsar. Yeni tektonik dönem yapıları da, bu dönemde oluşmuş yapısal unsurlardır. Bunlar normal faylar ve uyumsuzluklardır.

Kayseri kenti ve çevresinde genç normal faylar genellikle bir fay takımı durumundadır. Genç fayların harita izleri çoğunlukla KD-GB gidişlidir. Harita izleri K-G ve KB-GD olan faylar azınlıktadır.

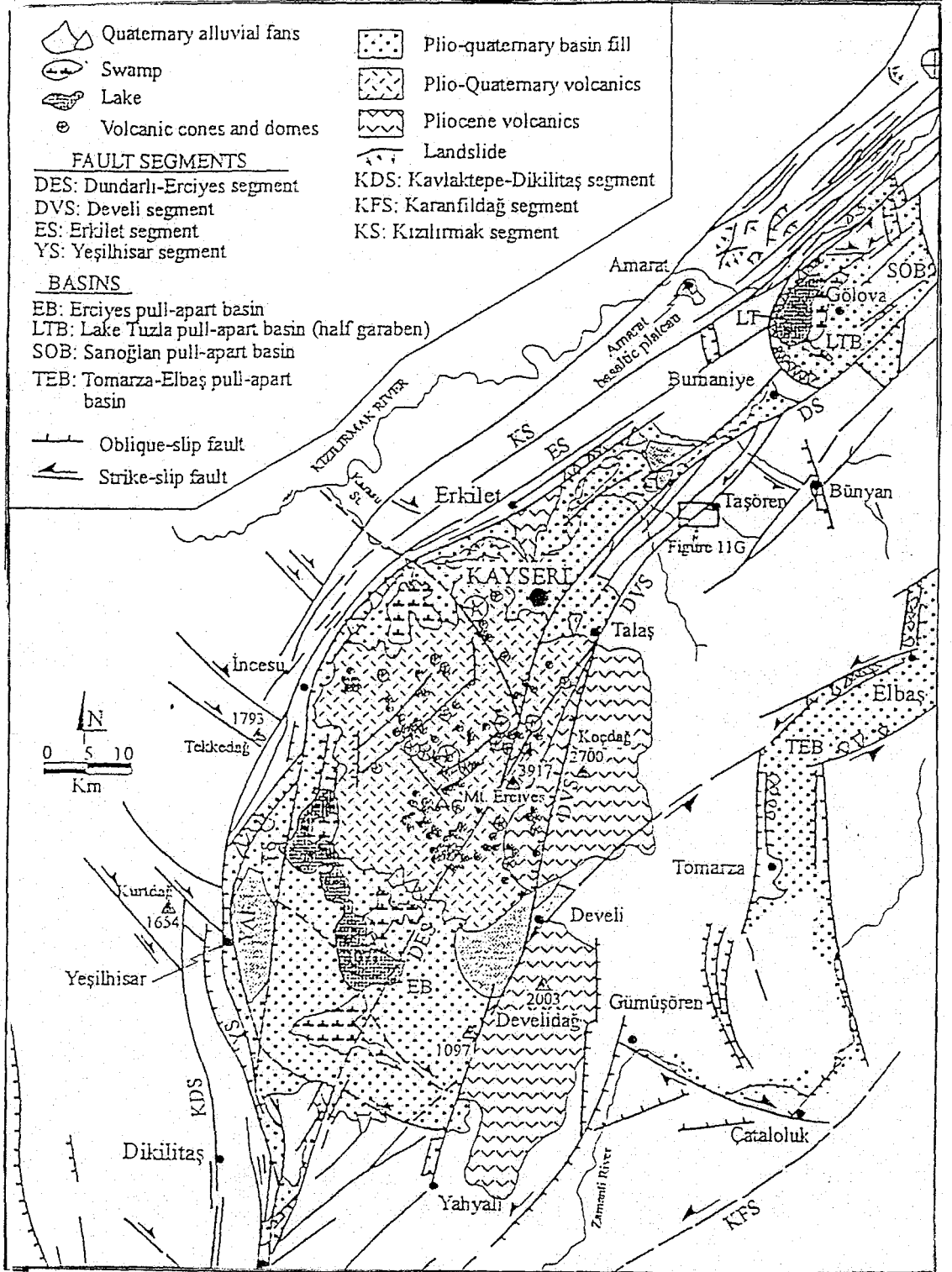
Normal fayların etkinliği, Üst Miyosen sonu ve özellikle de Alt Pliyosen'de başlamış ve kuvaterner havzaları gelişmiş ve günümüzde de görülen morfolojik çöküntü ve yükseltiler oluşmuştur (MTA, 1999).

2.4.3. Çalışma Alanının Temel Yapısal Özellikleri

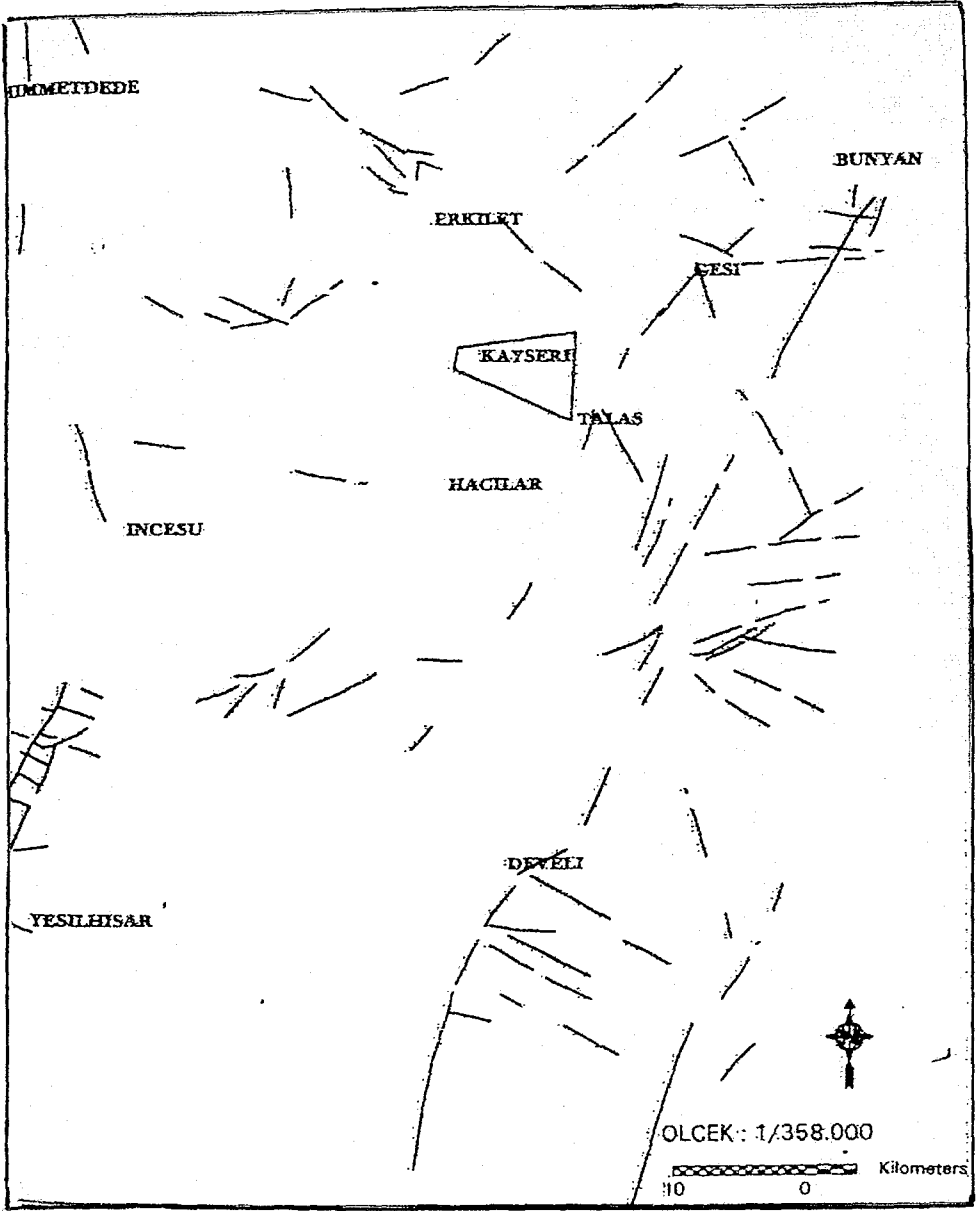
Bir pull-apart havza içerisinde yer alan Kayseri Ovası'nda yer alan çalışma alanında Develi Segmenti (DVS) normal bileşeni olan doğrultu atımlı sol yanal faydır (yada verev atımlı normal fay)'dır. Aynı zamanda bu fay Pliyosen yaşlı volkaniklerinin içindedir. KD-GB doğrultulu bir fay olup birbirine paralel küçük segmentlerden oluşmaktadır. Koçyiğit ve Beyhan (1998)'e göre çalışma sahasının doğusundaki bu sol yanal doğrultu atımlı fay Develi Segmenti (DVS) olarak adlandırılmıştır. Bu fay Kayseri pull-apart havzasını D-GD'dan sınırlayan iki ana segmentten biri olan Dökmetaş Segmenti'nin (DS) splay (ikincil fay) faylarından biri olan Develi Segementi (DVS) ile tanımlanır. Pull-apart havzası B-KD'dan ise Kızılırmak (KS) ve Erkilet (ES) segmentleri ile sınırlanmaktadır. Bu faylarda verev atımlı normal faylardır. Orta Anadolu Fay Zonu'nun Kayseri kenti ve civarının jeoloji haritası Şekil 6'de verilmiştir.

MTA (1999) tarafından yapılan Kayseri kenti ve civarının uzaktan algılama çalışmaları neticesinde bölgenin çizgisel unsurları belirlenmiştir ve Şekil 7'de gösterilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, özellikle fay veya kırık hattı olabilecek çizgisel unsurlar haritalanmıştır. Kayseri ilinin doğu ve güneydoğu bölgesinde ana tektonik hatların KD-GB doğrultusunda olduğu gözlenmiştir (Şekil 7).

Kayseri ili merkezinin batı ve güneybatıya doğru gelişimi, tektonik yoğunluktan uzaklaşması gerekmektedir. Ayrıca kuzeydeki tarıma elverişli alanın kentleşme sahası dışında tutulmasında büyük yarar vardır (MTA; 1999).



Şekil 6. Orta Anadolu Fay Zonu'nun Kayseri kenti ve civarının jeoloji haritası (Koçyiğit ve Beyhan, 1998).



Şekil 7. Kayseri kenti ve civarının çizgisel unsurları (MTA, 1999)

3. HİDROJEOLOJİ

Dünyada kronik bir su kıtlığı vardır. Dünya nüfusunun % 40 'ını barındıran 80 ülkede su sıkıntısı yaşanmaktadır. Yeryüzünde nüfusun yarısı 250 nehir havzasında yaşamaktadır. Fakat son yıllarda sanayi atıklarının ve evsel atıkların (kanalizasyon sularının) yeraltısu ve akarsulara boşaltılmasıyla su kirliliği problemleri oluşmuş ve insanlar kendi geleceklerini tehlikeye sokmuşlardır. 2025 yılında dünya nüfusunun 8-9 milyar olacağı tahmin edilmektedir. Her yıl su ihtiyacı % 2 artarak 27 yıl sonra suya talep bugünkü

mevcudun iki katı olacaktır. Su, buğday, enerji ve petrol gibi stratejik hammaddelerden biridir. Son 50 yıl içinde dünyadaki su tüketimi % 400 artmıştır. Günümüzde bir milyar beş yüz milyon insan sağlıklı içme suyu, iki milyar insanın ise sağlıklı kullanma suyu bulunmamaktadır. 2000'li yıllar ve sonrasında ülke ve şehirler, insanların ihtiyaçlarını karşılayabilecek suyu bulmada çok zorlanacaktır (Şimşek ve diğerleri, 1969; MTA, 1999).

Ülkemiz su kıtlığı çeken ülkeler arasında yer almakta, yüksek nüfus artışı nedeniyle kişi başına düşen yıllık yenilebilir su miktarında hızlı bir düşüş gözlenmektedir. Miktar azalmasının yanı sıra kaynaklarımızın korunmasında yaşanan problemlerden dolayı suların kalitesinde bozulmalar meydana gelmektedir. Türkiye'nin yıllık 107.3 milyar m³'lük kullanılabilir su potansiyelinin 95 milyar m³'ünü yer üstü sularının, 12.3 m³'ünü ise yeraltı suları oluşturmaktadır (Şimşek ve diğerleri, 1969; MTA, 1999).

Kayseri ili yeraltı suyu bakımından zengin bir ilimizdir. Bu yeraltı suyu kaynakları ve kuyular aracılığı ile elde edilip kullanılmaktadır. Sanayileşen bir il olması nedeniyle suya ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. 1960'lı yıllarda 300-350 lt/sn debili kaynak ve kuyular şehrin su ihtiyacını karşılarken, 1998 yılında 2000lt/sn su tüketimi yapılmıştır. 2025 yıllarında ise su ihtiyacının 3500-4000 lt/sn arasında olacağı tahmin edilmektedir (MTA,1999).

3.1.Hidrometeoroloji

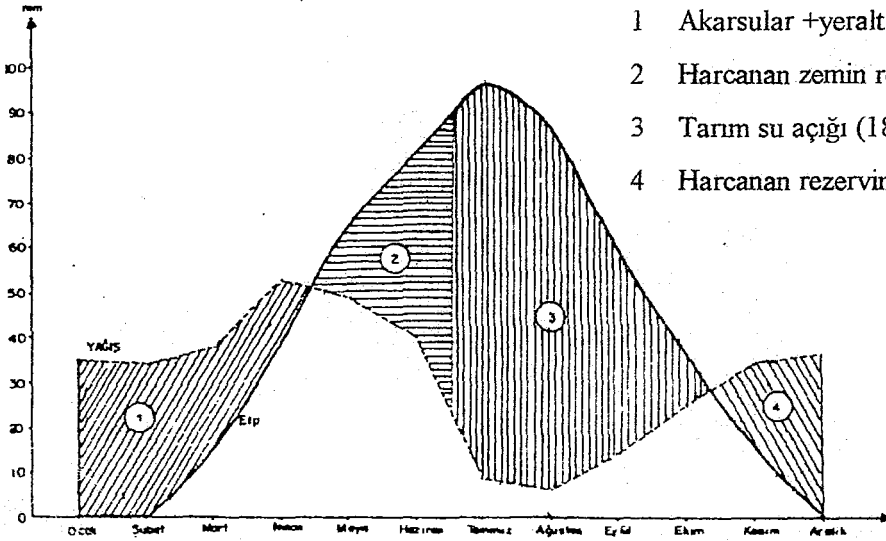
Kayseri ili ve çevresinde yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve karlı, karasal bir iklim mevcuttur. Yaz mevsimi ise kısa süreli olan ilde, kış ve yaz , gece ve gündüz arasında büyük bir sıcaklık farkları görülür. Kayseri meteoroloji istasyonunun 57 yıllık rasatlarına göre yıllık ortalama sıcaklık 10.4 °C 'dir. En yüksek sıcaklık Ağustos ayı içerisinde tespit edilmiş olup, 40.7 °C, en düşük sıcaklık Ocak ayında tespit edilmiş olup - 32.4 °C 'dir. 59 yıllık ortalamaya göre yıllık yağış miktarı 374.6 mm.'dir. Yağışın % 28.2' si kış, %40.3'ü ilkbahar, %14.5'i ise sonbahar mevsiminde görülmektedir. Aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri kullanılarak Thomthwaite yöntemine göre buharlaşma-terleme değerleri hesaplanmış ve su bilançosu oluşturulmuştur (Çizelge 2).

Yağış ve potansiyel buharlaşma-terleme değerleri ilişkileri Şekil 8'de verilmiştir. Şekil 8'e göre Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarındaki yağış fazlası, akarsuları ve yeraltı sularını beslemektedir. Mayıs ve Haziran aylarında kuramsal olarak 100 mm. varsayılan zemin rezervi harcanmakta; Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında buharlaşma fazla olduğundan tarım su açığı ortaya çıkmaktadır. Kasım ve Aralık aylarında

ise yağışların artmasıyla birlikte harcanan rezervin tamamlandığı görülmektedir (MTA,1999).

Çizelge 2. Kayseri meteoroloji istasyonu su bilançosu

AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Aylık ort. yağış (P)	35,2	34,6	38,4	53	48,9	39,4	9	6,5	14,5	25,3	33,6	36,2	374,6
Aylık ort. Sıcaklık	-2,1	0	4,5	10,5	15,1	19,1	22,4	21,8	17	11,4	5,2	0,5	
Aylık sıcaklık endeksi	0	0	0,85	3,08	5,33	7,61	9,68	9,29	6,38	3,48	1,06	0,03	46,79
Enlem düzeltme katsayısı (38°45)	0,85	0,84	1,03	1,1	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83	
Etp (mm)	0	0	15	36	52	65	77	74	58	39	18	2	436
Düzeltilmiş ETP	0	0	15,45	39,6	63,96	80,6	96,25	86,58	60,32	37,4	15,12	1,66	496,98
Zemin rezervi	88,2	100	100	100	84,94	43,74	0	0	0	0	18,48	53,02	
Zemin rezerv değişimi	-	-	-	-	-15,1	-41,2	-100	-100	-100	-100	-81,52	-46,98	
Yağış fazlası	0	22,8	22,95	13,4	-	-	-	-	-	-	0	0	59,2
Etr (mm)	0	0	15,45	39,6	63,96	80,6	52,74	6,5	14,5	25,3	15,12	1,66	315,43
Tarım su açığı	-	-	-	-	-	-	43,51	80,08	45,82	12,1	-	-	181,55
Nem miktarı	-	-	1,56	0,47	-0,06	-0,39	-0,88	-0,91	-0,75	-0,35	0,87	17,1	



- 1 Akarsular +yeraltına süzülen yağış (159.17 mm)
- 2 Harcanan zemin rezervi (100 mm)
- 3 Tarım su açığı (181.55 mm)
- 4 Harcanan rezervin tamamlanması

Şekil 8. Yağış ve potansiyel buharlaşma - terleme değerleri ilişkileri

3.2. Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri

Litolojik birimlerin mineralojik, petrografik, yapısal özelliklerinin ve stratigrafik ilişkileri farklı olduğu gibi hidrojeolojik özellikleri de farklıdır. Yaşları Jura-Kretase ile Holosen arasında değişen litolojik birimler hidrojeolojik özelliklerine göre hidrojeoloji birimlerine (Hidro-stratigrafik birim) ayrılabilir. Buna göre Kayseri kenti litolojik birimleri yaygın ve zengin akifer, zayıf akifer ve geçirimsiz birim şeklinde adlandırılabilir. Çalışma

alanı içerisinde yer alan Yemliha Formasyonu (Ty), Pekmezlik Bazaltı (Tp), Göbü Tüfü (Tg), Velibaba İgnimbiriti (Tv), Başakpınar Tüfü (Qb), Hisarcık Lavları (Qh) ve Alüvyon (Qal) yeraltısuyu taşıyan, kaynaklarla yeraltı boşalımı görülen ve/veya kuyularla yeraltısuyu alınabilen birimlerdir.

Kayseri Ovası'nın çalışma alanı içerisinde yer alan alüvyon dışındaki akifer özelliği taşıyan diğer birimler, yaşları Pliyosen-Holosen arasında değişen ve volkanik (andezit, bazalt ve tuf) ve volkano-sedimanter kayalardan oluşan birimlerdir. Bu birimlerde yeraltısuyu, soğuma sırasında oluşan gözeneklerden, taneler arası boşluklarda ve kırık çatlaklarda bulunmaktadır (MTA, 1999).

3.3. Kayseri Ovasının Hidrojeolojisi

Kayseri Ovası'nın yeraltısuyu bakımından en önemli litolojik birimler alüvyonların kumlu ve çakıllı seviyeleri, birinci konileri, tuf, aglomera ve bazaltlardır. Açılan sondaj kuyularından elde edilen veriler ve arazide yapılan gözlemlere göre ovada yer alan alüvyon kalınlığı 200–250 m arasındadır. Ovadaki alüvyon akifer genel olarak serbest akifer özelliğindedir. Bununla birlikte Ambarköyü civarında ve çalışma alanı dışındaki Karasazlık Mevkiinde yüzeyden itibaren basınçlı tabaka oluşturan killerin varlığı yeraltısuyunun basınç kazanmasına neden olmuştur.

Kayseri Ovası'nın güney ve kuzeydoğu kenarlarında birikinti konileri ve yamaç molozları yer alır. Bunlar aglomera tuf ve bazaltların ayrışması sonucu oluşmuşlardır.

Ovada açılan sondaj kuyularında DSİ tarafından pompaj deneyleri yapılarak akiferlerin iletkenlik (transmisibilite) ve özgül debi değerleri hesaplanmıştır. Sondaj kuyularına su veren birimler kum, çakıl, kumlu çakıl, tüflerden oluşmaktadır ve akifer kalınlığı genellikle 50–180 m arasında değişmektedir. Bu akiferlerin iletkenliği genel olarak 200–2000 m³/gün/m, özgül debisi 0.5–10.0 lt/sn/m arasındadır.

Ovadaki sondaj kuyularının derinliği 10-270 m arasındadır. Kuyulardaki statik yeraltısuyu seviyesi 4-100 m arasında değişmektedir. Yeraltısuyunun beslenimi ovaya düşen yağıştan doğrudan süzülme yoluyla ve ovayı çevreleyen birimlerden gelen yüzeysel akım ve yer altı akımları yoluyla olmaktadır. Yeraltısuyu akımı ovanın doğu kesiminde KD-GB yönünde, orta kesiminde D-B yönündedir (MTA,1999).

3.4. Kayseri Ovasının Yeraltı Jeolojisi

Kayseri Ovası'nın yeraltı jeolojisi açılmış olan sondaj kuyuları, jeolojik ve jeofizik etütler neticesinde aydınlatılmıştır (DSİ,1969). Ovanın kuzey ve güney kenarları faylı olup, bir çöküntü havzası durumundadır. Bu çöküntü havzasında, Pliyo–Kuvaterner yaşlı formasyonlar ile aynı zamanda oluşmuş olan tüf, aglomera, bazalt ve andezitik lavlarla dolmuştur. Bu dolgunun kalınlığı ise jeofizik incelemelerine göre 350–400 m. ye yakındır (DSİ, 1969; MTA, 1999).

Çalışma alanı içerisinde yer alan Sarımsaklı Suyu'nun ovaya giriş yeri ile Küçükacı Tepe ve Keykubat Tepe yakınlarına kadar olan kum, çakıl, killi kumlu çakıl, tüflü ve değişik kalınlıkta kil bantları yer almaktadır. Ovanın batısında Ambarlı Köyü civarında kum, çakıl, tüf tabakaları ve kil bantları yer alır. Ambarköy 'ün güneybatısında ve çalışma alanının dışında kalan Çorakdüzü Mevkisine kadar olan alan (Karasazlık Bataklığı) kum, çakıl ve kalın kil seviyelerinden oluşur. Karasazlık alanında killerin kalınlığı yüzeyden itibaren ortalama 100 m dır. Killerin altında yer yer sert, çatlaklı bazaltlar bulunur. Buradaki killer arasında yer yer turbalı ve fosilli seviyeler vardır (Şimşek ve diğerleri,1969). Tüfler Karasazlık Bataklığı mevkiinin batısında ve kuzeyinde yüzeyden itibaren 10–15 m derinlikte, Ağryatak Köylerinde 50-150 m derinlikte gözlenmektedir.

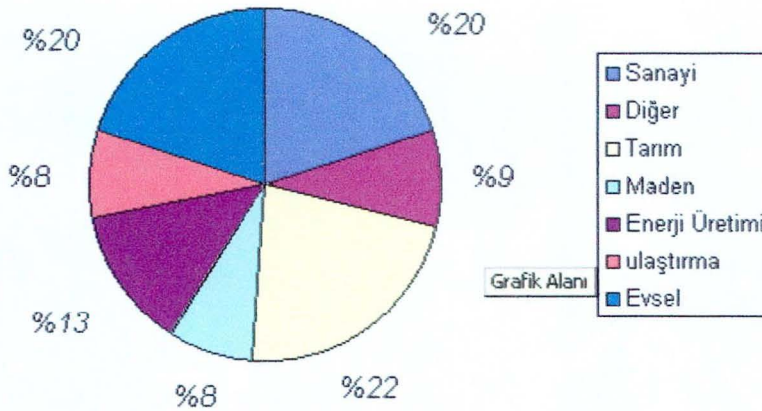
3.5. Su Kirliliği

Plansız Kentleşme ve sanayileşme ile su kaynaklarının aşırı kullanımı sonucu ortaya çıkan kirlenme günümüzün en önemli sorununu oluşturmaktadır. Kirletilen su kaynakları ve yeraltısuyunun tekrar doğal durumuna dönüştürülmesi oldukça güç ve pahalı olmaktadır. Aşırı nüfus artışı ile birlikte artan evsel atıklar, endüstriyel atıklar ve tarımsal çalışmalar sırasındaki yanlış gübre ve mücadele ilaçları kullanımı nedeniyle tarımdan dönen kirli sular su kaynaklarına çok zarar vermektedir.

Önemli su kaynaklarından olan akarsuların, doğal yada yapay nedenlerle/ maddelerle kirlenmeleri, yeraltısularının ve tarım alanlarını (toprak) kirletmeleri nedeniyle önem taşımaktadır. Sarımsaklı Barajı, Sarımsaklı Çayı (Ambar suyu) endüstriyel ve evsel atıklarla kirlenmektedir. Çok farklı tür ve yapıda kirletici madde içeren (kanalizasyon atıkları) sıvı atıklarının Sarımsaklı Barajı'na verilmesi ekolojik dengenin bozulmasının yanı sıra yer altı suyunu da kirleterek insan sağlığı açısından tehlike oluşturmaktadır. Ayrıca Kayseri kenti içinde alt yapısı bulunmayan semtlerdeki evsel atıklarda yeraltısuyunu kirleterek insan sağlığına zarar vermektedir. Atık suların oluşturduğu kirlilik OECD ölçeğinde ortalamalar

dikkate alınarak kirletici parametreler yönünden (Şekil 9) incelenmiştir (MTA,1999). Miktar yönünden sanayii kaynaklı atık sular, evsel nitelikli olanlarla aynı olup, her biri % 20 civarındadır.

Endüstriyel faaliyetler olduğu sürece kirleticilerde ortaya çıkacaktır. Endüstriyel üretim kaçınılmaz olduğuna göre, oluşabilecek zararlı etkilerin en aza indirilmesi için teknolojinin ve endüstri ürünlerinin çevreye daha uyumlu hale getirilmesi, atık olarak çıkan birçok maddenin geri kazanılması ve yeniden kullanılması, arıtma teknolojileri ile atıkların arıtıldıktan sonra çevreye verilmesi önlemlerine başvurulması gerekmektedir.



Şekil 9. Atıksu kirliliğinin kaynaklara göre dağılımı (MTA, 1999).

4. DEPREMSELLİK

4.1.Kayseri İlinde Deprem Riski ve Mühendislik Problemleri

Ülkemiz Alp-Himalaya Dağ oluşum sisteminin Akdeniz kesiminde yer almaktadır. Türkiye'nin üç ana tektonik hattını, Kuzey Anadolu Fay Zonu, Doğu Anadolu Fay Zonu, Ege Graben Sistemi oluşturmaktadır (Işıkara,1996). Bu ana tektonik sistemlerin yanı sıra yer alan ikinci ve üçüncü derecede kırık hatları Türkiye'nin deprem bakımından büyük potansiyele sahip ülkeler arasında bulunmasına neden olmuştur.

Deprem olayı kısacası bir kırık hattı (fay)' ndan kaynaklanan deprem enerjisinin aniden dalgalar şeklinde yayılması, etkinlik sahası içerisinde bulunan sosyo-ekonomik ve fiziksel sistemleri (yapıları) hasara uğratması ve bu hasarın azaltılmasına yönelik deprem öncesi, sırası ve sonrası yapılan tüm çalışmaları kapsayan bir faaliyet topluluğu olarak tanımlanabilir (Işıkara,1996).

Deprem tehlikesi, can ve mal kaybına neden olabilecek büyüklükteki bir depremden kaynaklanan yer hareketinin belirli bir yerde ve belirli bir zaman aralığında meydana gelme olasılığıdır. "Deprem riski" ise deprem nedeni ile oluşabilecek hasar, mal ve can kaybı olarak tanımlanabilir (Işıkara,1996).

Kent planlamasında, kent ve yakın civarındaki yerleşim alanlarının tespitinde, deprem tehlikesi ve riskinde göz önüne alınması büyük bir önem taşımaktadır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında da Kayseri kenti ve civarının depremselliği genel olarak incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Bakanlar kurulununun 18 Nisan 1996 tarih ve 96/8109 sayılı kararı ile yürürlüğe giren Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre Kayseri İli III. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. III. Derecedeki deprem bölgesinde $I_0 = VII$ ($m=5.65$) şiddetinde depremleri oluşabilmektedir. Buradaki m değeri, MSK şiddet ölçüsü (I_0) ' nün karşılığı olan " magnitüd " değerleridir. Kayseri İli ve çevresinde 1881-1986 yılları arasında meydana gelen depremler incelendiğinde (Çizelge 3) magnitüd değeri 6.6 şiddetindeki Akpınar Depremi ve 6.2 şiddetindeki Sarıkaya Depremi bölgede görülen en önemli depremleri oluşturmaktadır. Ayrıca magnitüd değeri 5.2 şiddetindeki Kayseri-Develi depreminde 37 kişi ölmüş, 530 adet binada önemli sayılabilecek hasarlar meydana gelmiştir.

Kayseri ve çevresinde en şiddetli depremler Kayseri merkez ve Kayseri' nin güney ve güneybatısından geçen faylara bağlı olarak ve Kayseri' nin kuzeyinden geçen Kızılırmak Fayı ile buna bağlı tali fayların hareketi sonucunda oluşmuştur.

Bu depremlerin magnitüdü 4-5 arasındadır. Diğer taraftan mevcut değerlere göre Kayseri merkez ve çevresinde magnitüdü 5 şiddetinden yukarı olabilen başka depremlerin olabileceği ortaya çıkmakta olup, mühendislik uygulamalarında bunun dikkate alınması gerekir. Magnitüd-frekans bağıntısından faydalanılarak "olasılık yöntemi" olarak bilinen $\log N = a - bM$ bağıntısı, bölge içi, $\log N = 3.12 - 0.46 M$ şeklinde belirlenmiştir (Gençoğlu ve diğerleri, 1990). Burada, M = magnitüdü ve N = frekansı belirtir. Ayrıca bölgenin deprem tehlikesi % olarak Çizelge 4'de olduğu gibi tespit edilmiştir.

4.2. Kayseri Çevresi Zemin Özelliklerinin Deprem Hasarına Olan Etkisi

Bir bölgede deprem belirli bir büyüklükte olmuş ise, hasar yapmakta ve yeni fay veya kırıkların oluşmasına neden olmaktadır. Deprem sonrası hasar bölgesinde yapılan araştırmalarda episanırdan sonra veya fay hattından uzaklaştıkça hasarın azalarak son bulduğu bilinmektedir.

Çizelge 3. 1981-1986 Yılları (37.61.39.77) N-(33.53.-37.52)-E arasındaki Kayseri ve çevresi depremleri (MS=4.2) (Deprem Araştırma Dairesi-Ankara)

Kayıt No	No	Tarih	Zaman	Enlem (N)	Boylam (E)	Değer (km)	Magnitüd	Ref.No	Açıklama
218	1	22,02,1909	14:04	39	37	0	5,7	1	
361	2	22,02,1917		39,75	37	0	5,1	2	
487	3	01,02,1922	16:52:44	38	37	0	5,3	1	
661	4	29,12,1926		38,5	34,5	0	4,3	2	
754	5	05,07,1928	03:31:12	39,2	34,8	0	4,5	1	
781	6	09,04,1930	05:07:46	39,7	34	0	5	1	
1060	7	19,04,1938	10:59:20	39,44	33,79	10	6,6	1	Akpınar
1061	8	19,04,1938	23:11:18	39,65	33,87	30	5	1	
1065	9	14,05,1938	04:45:53	39,74	33,55	10	4,8	1	
1066	10	14,05,1938	06:55	39,4	33,8	0	4,7	1	
1067	11	28,05,1938	00:05:00	39,4	33,81	30	4,9	1	
1075	12	21,07,1938	21:56:06	39,56	33,68	10	5	1	
1083	13	16,12,1938	11:03:03	39,52	33,91	10	4,8	1	
1125	14	03,02,1940	19:34:44	38,49	36,85	0	4,5	2	
1127	15	21,02,1940	00:50	38,4	35,3	0	5,2	1	Develi
1136	16	13,04,1940	06:29:15	38,8	35,2	0	5,7	2	
1158	17	30,07,1940	00:12:15	39,64	35,25	50	6,2	1	Sarıkaya
1159	18	31,07,1940	10:36:34	39,72	35,53	10	4,9	1	
1160	19	03,08,1940		39,5	35,2	0	4,3	2	
1174	20	03,08,1940		38	34,2	0	5,2	2	
1185	21	27,04,1941	13:01:32	39,68	35,31	60	5,7	1	
1440	22	21,08,1948	08:33:00	39,7	37	0	4,3	2	
1593	23	03,10,1952	10:55:03	38,8	35,9	0	4,3	2	
1975	24	12,03,1960	21:25:00	39,4	36,4	0	4,5	2	
2025	25	31,08,1960	22:12:00	39,9	35,98	70	4,7	1	
2028	26	15,03,1961	21:45:00	39,1	34,2	0	4,9	2	
2036	27	01,06,1961	16:31:44	37,65	36,76	40	5	1	
2069	28	20,03,1962	15:50:03	38,3	36,9	0	4,6	2	
2070	29	26,06,1962	21:13:28	38,3	37,13	10	4,2	2	
2707	30	29,08,1969	02:46:50	38	36,5	0	4,2	2	
2872	31	02,07,1970	02:24:35	38,87	36,81	19	4,9	1	
2885	32	13,10,1970	00:53:37	38,28	36,98	34	4,6	1	
3175	33	13,05,1972	09:19:27	38	36,1	0	4,5	2	
3556	34	04,12,1978	03:12:38	38,07	37,43	37	4,6	1	
3730	35	04,09,1981	23:52:19	38,9	37	84	4,3	3	
3816	36	24,04,1982	00:02:05	37,74	35,4	59	4,2	3	

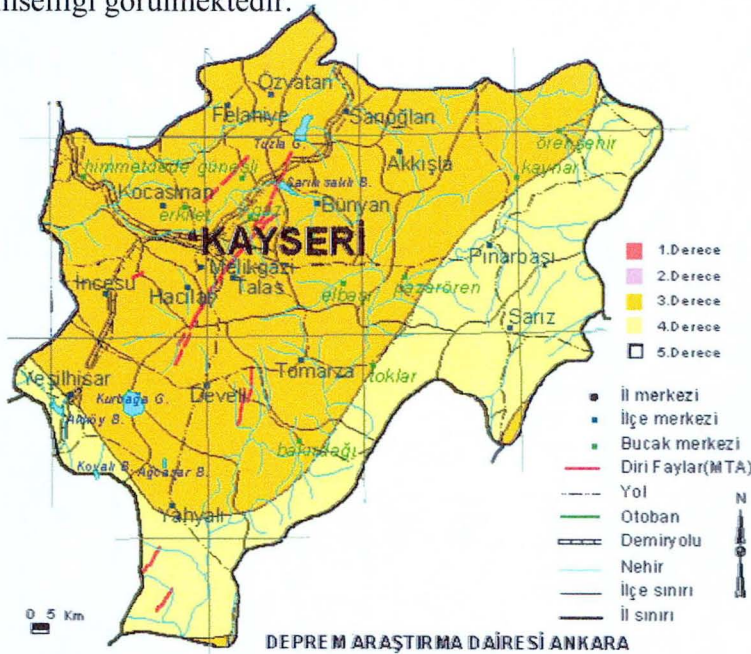
Çizelge 4. Kayseri ve çevresinin deprem tehlikesi (% olarak)(Gençoğlu ve diğerleri,1990)

MAGNİTÜD/PERİYOD	1	25	49	73	97	DÖN.PER.
5	5.6	76	93.9	98.5	99.6	17.5
5.5	3.3	56.7	80.7	91.3	96.1	29.8
6	1.9	38.9	61.9	76.2	85.2	50.8
6.5	1.1	25.1	43.2	57	67.4	86.6
7	0.7	15.6	28.3	39	48.2	147.5
7.5	0.4	9.5	17.7	25.2	32	251.2

Bununla birlikte episantr sahasında veya fay hattından eşit uzaklıktaki bölgelerde yapı tekniği bakımından aynı sayılabilecek binalarda hasar durumunun çok farklı olduğu izlenmiştir. Deprem sonrası hazırlanan izoseist haritalarında şiddeti düşük az hasarlı bölgelerde veya tamamı en dışında yerel olarak fazla hasarlı büyük deprem şiddetinin olduğu bölgelerde görülmüştür. Çeşitli bölgelerde meydana gelen deprem alanlarında en fazla hasar alüvyon veya dolgu zeminler üzerindeki yapılarda gözlenmektedir. Çünkü yapılan arazi gözlemleri ve deneylerde depremlerdeki duraylılık oranı büyükten küçüğe doğru şöyle sıralanabilmektedir. a) Alüvyondan oluşmuş b) Kum tepecikleri (yelpaze çökeltileri) c) Ovaya yaklaşan sığ alüvyon ve/veya toprak örtü d) Tamamen kaya (Tuna,1993). Özellikle Kayseri Ovası' nda yer alan alüvyonlar ile yamaç molozu olarak ifade edilen gevşek ve dolgu zeminler üzerinde kurulan yapılarda en fazla hasar oluşabilmektedir. Hasar ile ilgili yapılan saha çalışmalarında kalınlığı 60-70 metreyi bulan gevşek zeminler üzerinde 6-9 katlı binalarda hasar fazla olmuştur. Kalınlık artışına bağlı olarak bina katsayısı da arttıkça hasar oranı daha fazla olacaktır. Bu da uzakta oluşan depremin alüvyon bir zemin üzerindeki etkisini, kalınlık arttıkça yüksek katlı binalarda hasar oranının artmasına neden olduğunu göstermektedir. Kent yerleşimi açısından önemli olan Kayseri Ovası alüvyonu üzerinde kurulan yüksek katlı binalarda oluşan depremlerin etkileri daha fazla hissedilecektir. Bu binalarda hasar oranı daha fazla olacaktır.

Yapılan çalışmalar, deprem kaydının genliğini, periyodunu titreşim süresini ve ivmesini zemin genel tabakalaşması ile ilgili olduğu ve bilhassa üst tabakasına bağlı olarak değiştiğini ortaya koymuştur. Sert zemin tabakaları üzerindeki sahalarda az katlı yapılar çok hasar, çok katlı yapılarda daha az hasar görülürken, kalın yumuşak zemin tabakalar üzerindeki sahalarda, çok katlı yapılar çok hasara, az katlı yapılarda daha az hasara uğrayabileceklerdir. Çünkü yumuşak zeminler sert zeminlere nazaran daha uzun periyotla daha uzun süren titreşim yapacaklardır. Depremde kohezyonsuz zemin tabakalarının sıkışmasına ve zemin oturmasına neden olduğu bilinmektedir. Birçok depremlerde bu durum gözlenmiştir. Bu durum en fazla köprü ayaklarında görülmektedir. Karstik erime boşluklarında yerel ölçekte hasar neden olacaktır. Bunlardaki çok sayıdaki boşluklar herhangi bir deprem sırasında önemli hasarların oluşmasına neden olacaktır. Suya doygun kum tabakalarının sıvılaşması sonucunda yapılarda büyük hasar görülmektedir. Suya doygun kum tabakası deprem titreşimlerine uğradığı zaman sıkışmaya ve hacmini azaltmaya eğilim göstermekte, bu anda boşluk suyu basıncının artması sonucu, kum dayanımını tamamen kaybederek sıvı gibi akmaya başlamaktadır. Genellikle malzeme silt-kum arası bir

granümetriye sahip ise ve penetrasyon sayısı N değerinin 10'dan az olduğu zeminlerde sıvılaşma olayı meydana gelmektedir. Depremler sırasında oluşan toprak kaymaları ve şev göçmelerinde su ile doygun hale gelen zeminler kayma yüzeyleri üzerinde hareket etmeye hazır durumda iken, deprem titreşimleri o anda, olayı çabuklaştırarak gerçekleşmesine neden olmaktadır. Zeminlerdeki yeraltısuyunun varlığı ve su tablasının seviyesi deprem hasarlarının büyümesinde önemli bir etken olarak görülmektedir. Şayet yer altı su seviyesi 10 m. veya daha derinde ise seviyenin değişmesi şiddete tesir etmez. Yüzeğe daha yakın seviyelerde değişme olur ve su seviyesi yükselirse şiddet aniden artacağından özellikle Kayseri Ovasında yer alan alüvyon zeminler bu olayın gerçekleşmesine müsait zeminlerdir. Bu zeminlerde yeraltısuyu seviyesinin değiştiği yapılan deneyler sonucunda görülmüştür. Değişik formasyon sınırlarına rastlayan sahalarda deprem hasarının arttığı görülmüştür. Çünkü bu sahalarda iki ayrı formasyonun birleştiği zayıf zonalardır. Deprem anındaki davranışlar birbirinden farklı olacağı için üstte bulunma yapılarına da farklı yansiyacaktır. Aktif olarak belirlenen faylı bölgeler deprem sırasında daha kolay deformasyona uğramakta ve sonunda hasarın artmasına neden olmaktadır. 1998 yılında meydana gelen depremlerde Kayseri il ve ilçelerinde, kırık, çatlak ve fay zonlarında yapılarındaki hasarın arttığı görülmüştür. Yapılan incelemeler sonucunda Kayseri ilinin doğu ve güneydoğu bölgesindeki ana tektonik hatların KD-GB doğrultusunda olduğu gözlenmiştir. Bu hatlar deprem açısından önemli hatlar olarak değerlendirilebilir (MTA, 1999). Şekil 10'da Kayseri kenti ve civarının depremselliği görülmektedir.



Şekil 10. Kayseri kenti ve civarının deprem haritası (Deprem Araştırma İnternet Sitesi; www.deprem.gov.tr)

5. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

Ülkemizin gelişmekte olan en büyük kentlerinden biri olan Kayseri'nin kentleşme açısından gelişimi, geçmişte ve bugün çevre-jeoloji ve mühendislik özellikleri dikkate alınmaksızın olmuştur. Son yıllarda yapılan uluslararası ve ulusal bilimsel çalışmalarda herhangi bir bölgedeki sanayileşme, ulaşım ve yerleşim o bölgedeki doğal çevre dengesini önemli ölçüde etkilemekte, bazen çözümü olmayan çevre sorunları yaratabilmektedir. Bir bölge arazisinin gelişigüzel kullanılması yer altı suyu kirliliği, ulaşım sorunları, aşırı gürültü gibi çevre sorunlarını da oluşturmaktadır.

Çalışma alanı ve yakın çevresinin bulunduğu alanın hidrojeolojik ve jeo-mühendislik özelliklerinin araştırılıp ortaya konulması, kentin gelişebileceği yerlerin, sanayi ve ulaşım ağlarının en uygun bir şekilde seçilmesi ve yer altı suyu kalitesinin ve dağılımının değerlendirilmesi, kent-doğal çevre arasındaki dengenin oluşturulması açısından büyük bir önem taşımaktadır.

Kentlerin sağlıklı bir biçimde doğal çevreyi bozmayacak şekilde gelişmesi için, o bölgenin jeolojik, jeo-mühendislik ve hidrojeolojik özelliklerinin ortaya konulup değerlendirilmesine büyük ölçüde gereksinim vardır. Kayseri kenti ve yakın civarının jeolojisi konusunda bugüne dek yapılan bilimsel çalışmalar bölgenin salt jeolojik özelliklerinin belirlenmesi ile sınırlı kalmış, bu özelliklerin çevre-mühendislik jeolojisi ve hidrojeoloji açısından değerlendirilmesi yönünde kapsamlı bilimsel çalışmalar yapılmamıştır. Kayseri kenti ve yakın çevresinde önceki çalışmalar bölümünde belirtildiği gibi bugüne kadar daha çok genel jeoloji ağırlıklı çalışmalar yapılmıştır. Çalışma kapsamında inceleme alanı ve yakın çevresinde yer alan birimlerin temel jeolojik ve yapısal özelliklerini içeren 1:25.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır (Ek-1). Daha sonra bu haritalardaki litolojik birimler, bunlardan alınan örnekler üzerinde laboratuvarda yapılan deneylerin sonuçlarına ve saha gözlemlerine göre mühendislik jeolojisi ve çevre-kent sorunları açısından değerlendirilerek bölgenin kent zeminlerinin temel olma koşullarını belirten mühendislik jeolojisi haritası (Ek-2) oluşturulmuş ve önerilerde bulunulmuştur.

Çalışma alanı için öngörülen mühendislik jeolojisi haritasının hazırlanmasında gereksinme duyulan, çalışma alanı içindeki litolojik birimlerin mühendislik sınıflamasına esas olacak parametreleri saptamak amacı ile planlanan laboratuvar çalışmaları, laboratuvar örneklerinin hazırlanması ve mühendislik deneyleri olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

5.1. Laboratuvar Çalışmaları

5.1.2. Laboratuvar Örneklerinin Hazırlaması

Saha çalışmaları sırasında, çalışma alanı içindeki litolojik birimlerden, toprak örnekleri, kayaç (blok) örnekleri olmak üzere iki tür örnek toplanmıştır. Toplanan bu saha örneklerinden mühendislik deneyleri için gereksinme duyulan laboratuvar örneklerinin hazırlanmasında, toprak ve kayaç mekaniği ile ilgili uluslararası standartlar esas alınmıştır.

Saha çalışmaları sırasında makroskobik olarak gözlenen birimleri tanımlamada güçlük çekilmemiş, litolojik birimleri mikroskobik olarak tanımlayabilmek için gereksinme duyulan ince kesitler yapılmamıştır.

Kayaçlar üzerinde yapılan mühendislik deneyleri için gereksinme duyulan karot örneklerinin hazırlanmasında, çalışma alanı içindeki kayaç çıkıntılarında, inşaat ve yol yarmalarından alınan düzensiz şekildeki bloklar; önce 250 mm. çaplı elmas hızar ile, yaklaşık (15 x 15 x 15) cm boyutlarında küçük bloklar halinde kesilmiştir. Daha sonra, değişik deneyler için değişik çapta ve uzunluktaki karot örnekleri, bu bloklardan, FOBCO STAR marka su soğutmalı karot alıcı da, 150 mm. boyunda BX (40 mm) ve NX (52 mm) dış çaplı ve elmas uçlu karotiyerler ile delinerek alınmıştır. Alınan karot örnekler ISRM (1981) standartlarına uygun boyutlarda kesilmiş ve düzleştirilmiştir.

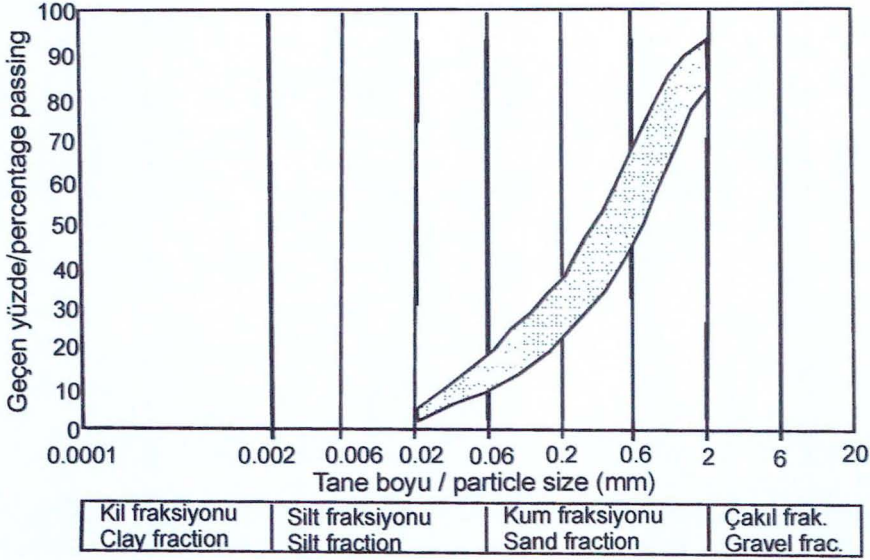
5.2. Toprak Zeminler

Çalışma alanı içerisindeki toprak zeminleri alüvyon (Qal) oluşturmaktadır. Bu alüvyonların saha gözlemleri ve laboratuvar deneyleri ile belirlenen mühendislik jeolojisi özellikleri ile bu özellikler göz önüne alınarak yapılan bazı mühendislik sınıflamaları aşağıda sunulmuştur.

5.2.1. Toprak Zeminlerin Mühendislik Özellikleri

Çalışma alanı içerisindeki toprak zeminlerin önemli sayılabilecek bazı temel mühendislik özellikleri bu zeminlerden alınan örselenmiş örnekler üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri ile belirlenmiştir. Laboratuvar deneylerinde daha çok toprak zeminlerin üzerinde tane özgül ağırlığı (Gs), tane boyu dağılımı ve Atterberg sınırları uluslararası standartların öngördüğü yöntemler (Lambe, 1967; Kezdi, 1980) kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma alanı içindeki alüvyonal zeminlerden alınan zemin örnekleri üzerinde yapılan deneyler sonucunda alüvyonların tane özgül ağırlığı değerleri minimum 2.58 maksimum 2.73, ortalama 2.65 olarak belirlenmiştir.

Çalışma alanı içerisinde yer alan alüvyonun değişik bölgelerden alınan iri taneli düzeylere ait örnekler üzerinde tane boyu dağılımı çözümlenmeleri yapılmış ve bu dağılımın ağırlığı Şekil 11’de sunulmuştur.



Şekil 11. Çalışma alanı içerisindeki alüvyonun iri taneli düzeylerine ait tane boyu dağılımı aralığı.

Çizilen bu tipik tane boyu eğrisinden tane çapı aralıkları esas alınarak hesaplanan çakıl, kum, silt ve kil yüzdeleri ise Çizelge 5’de sunulmuştur.

Çizelge 5. Çalışma alanı içerisindeki toprak zeminleri oluşturan alüvyonların değişik bölgelerinden alınan zemin elek analizleri sonucunda elde edilen çakıl, kum, silt ve kil bileşenlerinin dağılımı

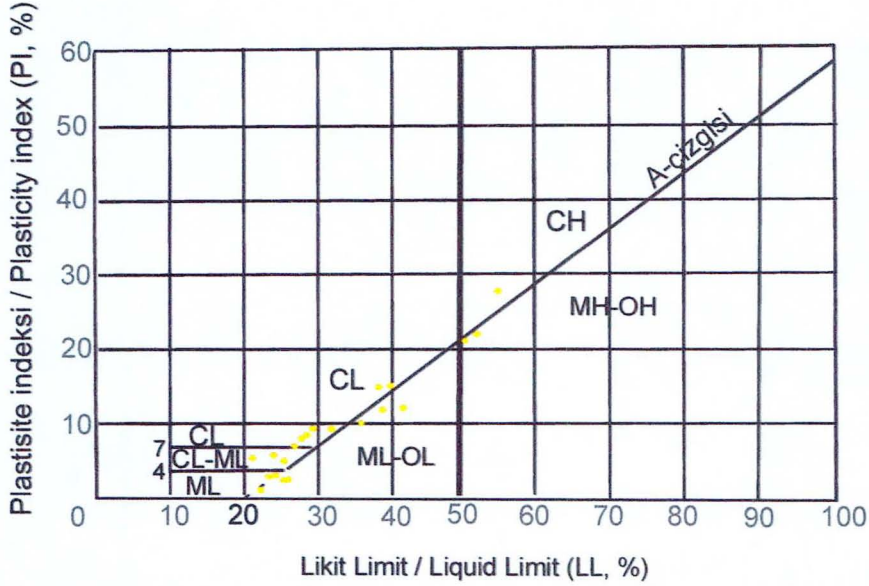
Zemin Örnek No	Çakıl	Kum	Silt	Kil	Grup	Gs
Z – 17	19	78	3	-	SP	2.71
Z – 20	12	84	4	-	SP	2.7
Z – 21	14	80	6	-	SP	2.71
Z – 25	17	79	4	-	SP	2.7

Bu dağılıma göre çalışma alanındaki alüvyonun iri taneli düzeyleri % 15 çakıl, % 80 kum, % 5 silt tane boyundaki malzemelerden oluşmaktadır. Kil tane boyundaki malzeme çok azdır. Tane boyu dağılımı eğrilerinden örneklerin derecelenme katsayısı (Cc) en az 0.22, en çok 0.66, ortalama 0.44, uniformluk katsayısı (Cu) en az 6.00 en çok 8.3 ortalama 6.77 olarak

belirlenmiş olup Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması Sistemine göre SP grubu (fena derecelenmiş kumlar ve çakıllı kumlar, ince taneleri az ve hiç olmayan) zeminler olarak tanımlanmışlardır.

5.2.2. Kıvam Sınırları ve İndeksi

Çalışma alanı içerisinde bulunan ve toprak zeminleri oluşturan alüvyonun ince taneli seviyelerinden alınan zemin örnekleri üzerinde Atterberg limitlerini (likit limit LL; plastik limit PL, linear büzülme limiti L_R) belirlemeye yönelik deneyler yapılmış olup, alüvyonun değişik bölgelerinden zemin örneklerinin plastisite kartı üzerindeki dağılımları Şekil 12'de sunulmuştur. Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sisteminde ince taneli zeminler plastisite kartına göre sınıflandırıldığı için ince taneli düzeylerden alınan örnekler için tane boyu dağılımı analizleri yapılmamıştır. Ayrıca alüvyona ait zemin örneklerinin kıvam, rötre ve zemin grupları toplu olarak Çizelge 6' de ve indeks özellikleri istatistiksel değerlendirme sonuçları Çizelge 7' de sunulmuştur.



Şekil 12. Çalışma alanı içerisindeki toprak zeminleri oluşturan alüvyonun ince taneli düzeylerinden alınan örneklerin plastisite kartı üzerindeki dağılımları.

Alüvyonun (Qal) ince taneli seviyelerden alınan zemin örnekleri üzerinde yapılan deneyler sonucunda likit limit değerleri en az % 20.00, en çok % 53.00, ortalama % 28.67 olarak; plastik limit değerleri en az % 16 en çok % 29, ortalama % 22.5, plastisite indeksi en az % 2, en çok % 28 ortalama % 14.87, lineer büzülme değişimleri ise en az % 3.5, en çok %

9 ortalama % 5.4 olarak belirlenmiş olup bu birim içerisinde yer alan toprak zeminler genelde CL-ML grubu zeminler olarak tanımlanmışlardır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Alüvyonun ince taneli düzeylerinden alınan örneklerin Atterberg Limitleri, zemin grupları ve tane özgül ağırlığı değerleri.

Zemin örnek No	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Ls (%)	Grup	Gs
Z-1	28	20	8	5	CL	2.65
Z-2	30	21	9	6	CL	2.63
Z-3	51	28	23	9	CH	2.68
Z-4	42	29	13	8	CL	2.62
Z-5	22	20	2	4.5	ML	2.6
Z-6	38	25	13	6	CL	2.64
Z-7	53	25	28	8	CH	2.7
Z-8	24	18	6	5	ML	2.58
Z-9	28	20	8	5.5	CL	2.6
Z-10	50	29	21	8	CL	2.62
Z-11	21	16	5	3.5	ML	2.57
Z-12	23	19.6	3.4	3.6	ML	2.59
Z-13	24	21	3	4.6	ML	2.55
Z-14	27	20	7	3.5	ML	2.58
Z-15	32	23	9	5	CL	2.65
Z-16	23	19.4	3.6	4.7	ML	2.6
Z-18	35	25	10	8	CL	2.68
Z-19	24	21	3	4.5	ML	2.6
Z-22	25	20	5	6	ML	2.58
Z-23	38	24	14	5,5	CL	2.65
Z-24	40	26	14	5	CL	2.67

Çizelge 7. Çalışma alanındaki alüvyonun ince taneli düzeylerine ait örneklerin indeks özelliklerinin istatistiksel değerlendirme sonuçları

Sembol	Parametre	Min	Max	Ort
Qal	Likit Limit (LL)	22.00	53.00	28.67
	Plastik Limit (PL)	16	29	22.5
	Plastisite İndeksi (Ip)	2	28	14.87
	LineerRötire (Is)	3.5	9	5.4

Zeminler plastisite indeksi ve şişme potansiyeli değerleri baz alınarak O' Neil and Poormoayed, (1980)' e göre sınıflandırıldığında, orta-düşük şişme potansiyeline sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Şişen zeminlerin sınıflandırılması (O'Neil and Poormoayed, 1980)

Likit Limit (LL)	Plastisite İndeksi (Ip)	Şişme Potansiyeli (Şp)	Şişme Potansiyeli Sınıflaması
< 50	< 25	< 0.5	Düşük
50 – 60	25 – 35	0.5 - 1.5	Orta
> 60	> 35	>1.5	Yüksek

Zeminler plastisite indeksine bağlı olarak Chen (1988)' e göre sınıflandırıldığında alüvyon (Qal), alınan zemin örneklerinin şişme potansiyeli değerleri "düşük", şişme potansiyeline sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Plastisite indeksine (Ip) bağlı olarak zeminlerin şişme potansiyeli değerleri (Chen, 1988).

Ölçüt	Şişme Potansiyeli
$I_p \geq 55$	Çok yüksek
$20 \leq I_p \leq 55$	Yüksek
$10 \leq I_p \leq 35$	Orta
$I_p \leq 15$	Düşük

Zeminler Casagrande (1948) tarafından önerilen ve Dumbleton (1968) tarafından likit limit esas alınarak geliştirilen sınıflamaya göre alüvyon (Qal), "düşük", şişme özelliği gösteren zeminler olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 10).

Çizelge 10. Likit limite bağlı olarak zeminlerin şişme sınıflaması (Dumbleton, 1968)

Likit Limit (LL)	Sınıflandırma
0 – 20	Şişmeyen
20 – 35	Düşük şişme
35 – 50	Orta şişme
50 – 70	Yüksek şişme
70 – 90	Çok yüksek şişme
> 90	İleri düzeyde şişme

5.3. Kayaç Zeminler

Bu çalışmada zemin (ground) kelimesi inşaat mühendisliğinde kullanıldığı şekilde kullanılmayıp yeryuvarındaki kayaç ve toprak malzemeleri içeren bir terim olarak kullanılmıştır.

Çalışma alanındaki kayaç zeminler; Erciyeş Volkanizması' nın ürünleri olan andezit, bazalt, ignimbirit, tuf ve aglomeradan oluşmaktadır. Bu birimlerin saha gözlemleri ve laboratuvar deneyleri ile saptanan bazı temel mühendislik özellikleri aşağıda sunulmuştur.

5.3.1. Kayaç Zeminleri Mühendislik Özellikleri

5.3.1.1. İndeks Özellikler

Çalışma alanı içindeki kayaçların birim hacim ağırlık (kuru birim hacim ağırlık γ_k), görünür gözeneklilik (n), boşluk oranı (e), ağırlıkça su emme (Sw), özellikleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar toplu olarak Çizelge 11'de, kayaçların birim hacim ağırlık ve porozite değerlerine göre tanımlanması ise Çizelge 12' de verilmiştir.

Çizelge 11. Çalışma alanında yüzeyleyen kayaçlara ait bazı indeks özellikler

Kayaç Adı	γ_k (gr/cm ³)			n (%)			e (%)			Sw (%)		
	Min	Max	Ort	Min	Max	Ort	Min	Max	Ort	Min	Max	Ort
Andezit I (Qe)	2.35	2.48	2.29	5	6.5	5.65	5.25	7.85	6.45	2.65	3.9	2.95
Andezit II (Qad)	1.89	2.35	2.1	9.1	10.15	9.7	9	12.36	10.32	1.8	5.06	3.11
Bazalt I (Qh)	2	2.55	2.45	0.95	6.15	4.2	0.76	6.35	3.25	0.54	1.95	0.96
Bazalt II (Tp)	2.01	2.6	2.51	5.34	8.25	7.56	0.88	5.28	3.34	0.65	1.63	1.12
Aglomerata (Ty)	2.5	2.68	2.57	1.45	3	2.25	1.96	3.1	2.25	0.66	1.9	0.95
İgnimbirit I (Qa)	1.1	1.8	1.6	26.25	32.45	3.1	36.12	44.8	39.65	14.97	23	16.33
İgnimbirit II (Tv)	2.1	2.35	2.12	7.35	25.6	23	8.1	33.25	21	3.18	19.98	12.17
İgnimbirit III (Ti)	1.5	1.96	1.84	8.6	56.85	54.65	11.1	31.15	22.36	7.54	17	12.65
Tuf I (Qb)	1.35	1.65	1.54	50.45	54.23	51.25	82.6	93	86.15	32.2	39.36	24.75
Tuf II (Tg)	1.37	1.53	1.35	48.65	48.9	45.35	78.5	89.98	77.14	29.55	31.65	26
Tuf III (Tç)	1.4	1.5	1.3	43.2	49.1	46.5	86.1	89.95	87.17	23.1	29.55	21.12

Çizelge 12. Kayaçların birim hacim ağırlık ve porozite değerlerinin tanımlanması

(Anon, 1979)

Sınıf	Kuru Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Tanımlama	Porozite	Tanımlama
1	< 1.80	Çok düşük	>30	Çok yüksek
2	1.80 – 2.20	Düşük	30 - 15	Yüksek
3	2.20 – 2.55	Orta	15 - 5	Orta
4	2.55 – 2.75	Yüksek	5 - 1	Düşük
5	< 2.75	Çok yüksek	< 1	Çok düşük

Anon (1979) tarafından önerilen sınıflamaya göre çalışma alanında yüzeyleyen kayaçların kuru birim hacim ağırlık değerleri açısından, andezit ve bazaltların "orta", aglomeraların "yüksek", ignimbiritlerin "çok düşük-düşük", tüflerin "çok düşük", ağırlık değerlerine sahip oldukları; porozite değerleri açısından andezitlerin "orta", bazalt ve aglomeraların "düşük" ignimbiritlerin "yüksek-çok yüksek", tüflerin "çok yüksek" porozite değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir.

5.3.1.2. Mekanik Özellikler

5.3.1.2.1. Tek Eksenli Basınç Dayanımı

Çalışma alanından alınan blok örneklerden karotlar alınmıştır. Bu karot örnekler üzerinde tek eksenli basınç deneyleri (her birim için 10 örnek üzerinde) ISRM (1981)'e göre yapılmıştır. Kayaçların en önemli dayanımlarından biri olması ve kaya kütle taşıma gücünde de kullanılabilmesi nedeniyle çalışma kapsamında bu dayanım deneyinin yapılması yeterli görülmüştür. Çalışma alanındaki kayaçların tek eksenli basınç dayanımlarına göre tanımlanması Çizelge 13 yapılmış ve sonuçlar toplu olarak Çizelge 14'da sunulmuştur.

Çizelge 13. Kayaçların tek eksenli basınç dayanımına göre tanımlanması (ISRM,1981)

Dayanım (MPa)	Tanımlama
< 6	Çok Düşük
6 – 20	Düşük
20 – 60	Orta
60 – 200	Yüksek
>200	Çok yüksek

Not: 1MPa \cong 10 kg/cm² dir.

Çizelge 14. Çalışma alanı içindeki kayalara ait tek eksenli basınç dayanımı değerleri

Kayaç Adı	Tek Eksenli Basınç		Dayanımı (MPa)
	Min	Max	Ort.
Andezit I (Qe)	63.50	140.00	100.00
Andezit II (Qad)	35.00	86.00	72.00
Bazalt I (Qh)	84.00	175.00	12.00
Bazalt II (Tp)	88.0	150.00	125.00
Aglomera (Ty)	39.00	63.00	59.00
İgnimbirit I (Qa)	95.00	105.00	101.00
İgnimbirit II (Tv)	77.00	103.00	97.00
İgnimbirit III (Ti)	65.00	101.00	95.00
Tüf I (Qb)	2.20	4.20	3.50
Tüf II (Tg)	2.35	3.95	2.85
Tüf III (Tç)	3.10	3.85	1.75

ISRM (1981) tarafından önerilen bu sınıflama sistemine göre andezitler, bazaltlar, ignimbiritler "yüksek", aglomera, "orta", tüfler "çok düşük" dayanıma sahip kayalar olarak sınıflandırılmıştır.

5.3.1.2.2. Schmidt Çekici Deneyleri

Schmidt çekici ile yapılan deneylerde ISRM (1981) tarafından önerilen yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntem, kayaç üzerine en az 3 mm aralıklarla 20 ayrı noktadan okuma yapılması ve en yüksek 10 değerlerin aritmetik ortalamasının "Schmidt çekici değeri" olarak kabul edilmesi şeklindedir. Schmidt çekici geri tepme sayısına bağlı olarak kaya cinsleri Çizelge 15'de görüldüğü gibi tanımlanmıştır. Schmidt çekici deneyleri sonucunda elde edilen veriler ve istatistiksel değerlendirme sonuçları ise Çizelge 16'de sunulmuştur.

Çizelge 15. Schmidt çekici değerlerine göre kaya sertliğinin niteliksel tanımı (ISRM, 1981)

Schmidt Çekici Değerleri	Tanımlama
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)

Çizelge 16. Schmidt çekici deneyleri sonucunda elde edilen veriler ve istatistiksel değerlendirme sonuçları

Kayaç Adı	Schmidt Çekici		G.T.S	
	Min	Max	ort.	Std.Sapma
Andezit	39	54	46	4,15
Bazalt	41	59	50	5,20
Aglomera	26	37	32	3,80
İgnimbirit	35	54	46	4,20
Tüf	8	18	13	2,30

Bazalt, aglomera, ignimbirit, tüf üzerinde yapılan Schmidt çekici deneyleri sonucunda elde edilen geri tepme sayılarının İstatistiksel değerlendirmesi sonucunda andezitlerin ortalama Schmidt çekici geri tepme sayısı 46 olarak belirlenmiş olup ISRM (1981) tarafından önerilen tanımlamaya göre "sert kaya", bazaltların ortalama Schmidt çekici geri tepme sayısı 50 olarak belirlenmiş olup "sert kaya", aglomeralar üzerinde yapılan Schmidt çekici deneyleri sonucunda aglomeraların ortalama Schmidt çekici geri tepme sayısı 32 olarak belirlenmiş olup "az sert kaya", ignimbiritler üzerinde yapılan Schmidt çekici deneyleri sonucunda ignimbiritlerin ortalama Schmidt çekici geri tepme sayısı 46 olarak belirlenmiş olup "sert kaya", tüfler üzerinde yapılan Schmidt çekici deneyleri sonucunda tüflerin ortalama Schmidt çekici geri tepme sayısı 13 olarak belirlenmiş olup "az yumuşak kaya" olarak tanımlanmışlardır.

5.4. Mühendislik Jeolojisi Haritalaması

Çalışma alanı içindeki kayaç ve toprak zeminlerden alınan örneklerin, laboratuvar deneyleri ile saptanan mühendislik özellikleri, bu özelliklere göre yapılan mühendislik sınıflaması esas alınarak ve MTA (1999)'dan yararlanılarak oluşturulan mühendislik jeolojisi haritası Ek-2'de sunulmuştur. Bu mühendislik jeolojisi haritasında, DSİ ve bir çok özel mühendislik bürosundan elde edilen sondaj verilerinden yararlanılarak, çalışma alanındaki alüvyonun sınıflandırmaya hassas bölgeleri de belirlenmeye çalışılmıştır. Sınıflandırmaya hassas bölgelerin belirlenmesinde zeminin grubu, sıklığı ve yeraltısuyu seviyesinden oluşan zemin parametreleri dikkate alınmıştır. Çalışma alanı içerisindeki toprak zeminleri, mühendislik jeolojisi haritası'nda alüvyon'dur. Birleştirilmiş Zemin Sınıflamasına göre alüvyonun yüzeye yakın düzeyleri genelde inorganik killer (CL), inorganik silt ve çok ince kumlar (ML), Kötü derecelenmiş kumlar (SP) olarak adlandırılmış ve haritada gösterilmiştir.

Çalışma alanı içindeki kayaç zeminleri andezit, bazalt, ignimbirit ,tüf ve aglomeradan oluşturmaktadır. Kayaç zeminlerin mühendislik jeolojisi haritası üzerindeki tanımlamaları ise, bu zeminlerden alınan örneklerin, laboratuvar deneyleri ile belirlenen, "Tek eksenli sıkışma dayanımı" ve arazide yapılan Schmidt çekici deney verileri baz alınarak ISRM (1981)'e göre mühendislik sınıflaması yapılmıştır. Mühendislik jeolojisi haritası'na göre çalışma alanı içerisindeki andezit (Qe, Qad), bazalt (Qh, Tp), ignimbirit (Tv, Ti, Qa) "sağlam kaya", aglomera (Ty) "orta sağlam kaya", tüfler (Tç, Qb, Tg) ise "zayıf kaya" olarak tanımlanmıştır.

6. Sonuçlar ve Öneriler

Saha ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen tüm verilerin, jeo-mühendislik açısından değerlendirilmeleriyle varılan genel sonuçlar ve öneriler aşağıda özetlenmiştir:

- 1) Bu çalışmada MTA (1999) ve elde edilen sondaj verilerinden yararlanılarak çalışma alanının 1:25.000 ölçekli jeoloji haritası (Ek-1), mühendislik jeolojisi haritası (Ek-2) ve eğim haritası (Ek-3) yeniden hazırlanmıştır.
- 2) MTA (1999)'den yararlanılarak çalışma alanının suların çeşitli alanlarda kullanıma uygunluklarının belirlenmesine çalışılmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki sonuç ve öneriler ortaya konulmuştur.

Kayseri ili yarı kurak karasal bir iklime sahiptir. Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında tarımsal su açığı ortaya çıkmaktadır. Bu aylarda yer altı suyundan yararlanma yollarına gidilebilir.

Kayseri Ovası tarımsal su ihtiyacının büyük bir bölümü ovada açılan kuyulardan sağlanmaktadır. Çalışma alanı içerisinde yer alan Çırkalan Köyünde DSİ ve kişilerin sulama amaçlı açmış oldukları çok sayıda kuyu bulunmaktadır. Bu kuyu suları DSİ tarafından analiz edilmiş ve pH değerleri 6.5–7.9, sertlikleri 20-30 arasında bulunmuştur. MTA (1999)'un çalışmalarına göre inceleme alanında bulunan Ambar suyu ve Çırkalan Kaynağı yapay olarak kirletilmektedir. Çırkalan suyu içilebilir bir su olması nedeniyle ve yapay (evsel, tarımsal ve havyansal atıklarla) olarak kirletilmiş olmasından dolayı kullanılmamaktadır. Bu kaynağın tekrar doğal haline dönüştürülmesi için koruma tedbirlerinin alınması gerekmektedir. Evsel ve endüstriyel atıklar belirli arıtmalardan sonra kanalizasyon veya Ambar Suyuna verilebilir.

- 3) Çalışma alanı içerisinde toprak zeminler ve kayaç zeminler olmak üzere, genelde, iki tür zemin ayırt edilmiştir. Toprak zeminler, alüvyonlardan; kayaç zeminler ise andezit, bazalt, aglomera, tuf ve ignimbirit' den oluşur.
- 4) Çalışma alanının yaklaşık üçte ikisini kaplayan alüvyon, genelde, değişik kalınlıklarda çakıllı, kumlu, siltli ve çok az killi düzeyler içermektedir. Renkleri griden, sarımsı kahverengiye kadar değişen bu az pekişmiş toprak zeminler, çalışma alanı içerisinde belirgin bir katmanlanma göstermezler; içerdikleri killi, siltli, kumlu ve çakıllı düzeyler, daha çok birbiri içine kamalanan değişik boyutlardaki merccek halinde olup, bunların yanal devamlılıkları yoktur.
- 5) Toprak zeminlerin iri taneli düzeyleri, ortalama olarak yaklaşık % 15 çakıl, %80 kum ve %5 silt tane boyutundaki malzemelerden oluşur ve genelde gevşek-orta sıkı özelliktedir.
- 6) Toprak zeminlerin tane özgül ağırlığı değerleri 2.57 ile 2.68 arasında değişmekte olup; ortalama tane özgül ağırlığı değerleri 2.62' dir. Derecelenme katsayısı (Cc) en az 0.22, en çok 0.66, ortalama 0.44, uniformluk katsayısı (Cu) en az 6.00 en çok 8.3 ortalama 6.77 olarak belirlenmiştir. Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması Sistemine göre SP grubu (fena derecelenmiş kumlar ve çakıllı kumlar, ince taneleri az ve hiç olmayan) zeminler olarak tanımlanmışlardır. Alüvyon (Qal) ince taneli seviyelerden alınan zemin örnekleri üzerinde yapılan deneyler sonucunda likit limit değerleri en az % 20, en çok % 53, ortalama % 28.67 olarak, plastik limit değerleri, en az % 16, en çok % 29, ortalama % 22.5 plastisite indeksi en az % 2, en çok % 28, ortalama % 14.87, lineer rötre değişimleri ise en az % 3.5, en çok % 9, ortalama 5 5.4 olarak belirlenmiş olup Bu formasyon içerisinde yer yer alan toprak zeminler CL-ML grubu zemin olarak belirlenmiştir.
- 7) Zeminler Casagrade (1948) tarafından önerilen ve Dumbleton (1968) tarafından likit limit esas alınarak geliştirilen sınıflamaya göre alüvyon (Qal) "düşük" şişme özelliği gösteren zeminler olarak sınıflandırılmıştır.
- 8) Çalışma alanı içerisindeki kayaç zeminler, genelde kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahiptir. Andezit, bazalt, aglomera, ignimbirit, tuf üzerinde yapılan Schmidt çekici deney sonuçlarına göre ISRM (1981) tarafından önerilen tanımlamaya göre andezitler ve bazaltlar "sert kaya", aglomeralar "az sert kaya", ignimbiritler "sert kaya", tüfler "az yumuşak kaya" olarak tanımlanmışlardır.

- 9) Çalışma alanı içerisindeki kayalar tek eksenli basınç dayanımları baz alınarak ve ISRM (1981) tarafından önerilen sınıflama sistemine göre andezitler, bazaltlar, ignimbiritler "yüksek", aglomera, "orta", tüfler "çok düşük" dayanıma sahip kayalar olarak sınıflandırılmıştır.
- 10) Anon (1979) tarafından önerilen sınıflamaya göre çalışma alanı içerisinde yüzeyleyen kayalar kuru birim hacim ağırlık değerleri açısından, andezitler "düşük", bazaltlar "orta", aglomeralar "yüksek", ignimbiritler "çok düşük-düşük", tüfler "çok düşük" birim hacim ağırlık değerlerine sahiptir. Porozite değerleri açısından andezitler "orta", bazaltlar ve aglomeraların "düşük", ignimbiritler "yüksek-çok yüksek", tüfler "çok yüksek" dereceli porozite değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir.
- 11) Çalışma alanı ve yakın çevresinde bulunan alüvyonlar iyi akifer özelliğinde verimli tarım alanları oluşturdukları için bu birim üzerinde yeni yerleşim alanlarının açılmasına mümkün olduğu kadar izin verilmemelidir. Ayrıca alüvyonlar taneli , gevşek yapıda ve düşük kohezyon değerlerine sahip oldukları için depremlerden en fazla etkilenen jeolojik birim özelliği taşımaktadır. Bu durum Kayseri ve çevresinde tarihsel dönemde ve günümüzde oluşan depremlerden sonra yapılan yapı hasarları ile de ortaya konulmuştur.
- 12) MTA (1999)'dan yararlanılarak çalışma alanı içerisindeki yapısal özelliklerin, özellikle fay ve kırık hattı olabilecek çizgisel unsurlar, jeoloji ve mühendislik haritalarında belirtilmiş olup Kayseri ili'nin doğu ve güneydoğu bölgesinde ana tektonik hatların KD-GB doğrultusunda olduğu gözlenmiştir.
- 13) MTA (1999)' dan yararlanılarak çalışma alanının 1:25.000 ölçekli eğim haritası hazırlanmıştır (Bkz. Ek-3). Eğim haritasında belirtilen kullanım açısından sorunlu alanlardan mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır. İnceleme alanı saha kullanımı açısından incelendiğinde diri fay hattında bulunan ve iyi akifer özelliği gösteren Kayseri Ovası'nda yeni yerleşimlere izin verilmemelidir. Belediye konut yapımı yer seçiminde bilinçli davranarak ova kenarlarındaki tuf ve ignimbirit üzerine konutların inşa edilmesine izin vermektedir. Yapılan yeni konutlarla Erkilet ve Talas birleşmiştir.
- 14) MTA (1999)'dan yararlanılarak Kayseri kenti ve yakın çevresinin depremselliği irdelenmiş ve aşağıdaki sonuç ve öneriler çıkarılmıştır.

Kayseri ili, Türkiye Deprem Bölgeleri haritasında 3.derece tehlike arz eden deprem kuşağında bulunmaktadır. Şekil 10'da Kayseri kenti ve civarının deprem haritası

verilmektedir. Bu haritadan görüldüğü üzere Kayseri kenti yerleşim alanından diri fay hattı geçmektedir.

1881–1986 yılları arasında Kayseri ve çevresinde magnitüdü 4.2 nin üzerinde 36 adet deprem meydana gelmiştir ve bunların en şiddetlisi 6.6 şiddetindeki Akpınar depremi ile 5.2 şiddetindeki Develi depremleridir.

Kayseri kent merkezinin, özellikle yerel zemin koşullarının deprem hasarına olan etkisi irdelenmiştir. Buna göre Kayseri Ovasında yer alan alüvyon birikintileri üzerindeki çok katlı binaların, olası bir deprem sırasında fazla hasarlar görebileceği ve zemindeki yeraltısuyunun sığ derinliklerde bulunması nedeniyle bu hasarın daha da fazla olabileceği bir gerçektir. Ayrıca alüvyonda olası bir depremden en fazla etkilenebilecek sınılaşmaya hassas bölgeler mühendislik jeolojisi haritasında belirtilmiştir (Bkz. Ek-2) .

Yüksek sınılaşma hassasiyeti gösteren alanlarda yeraltı su seviyesi oldukça sığ seviyelerde derinlik olup en fazla 10 m.'dir. Gevşek yapıya ve ince kum özelliği gösteren zeminlerde sınılaşma riski yüksektir. Orta sınılaşma hassasiyeti gösteren zeminlerde ise yeraltı su seviyesi 10 m.'nin altında olup zemin ise gevşek–orta sıkı özellik göstermektedir. Yeni imar planında ise Kayseri Ovası sınılaşma hassasiyeti dikkate alınarak ve ovanın iyi akifler özelliğinden dolayı tarım alanı olarak kullanımı amaçlanmıştır. Ovanın kenar kısımlarındaki ignimbirit ve tuf üzerine yeni yerleşim alanları kurulmaktadır.

15) Mühendislik jeolojisi haritası'na göre çalışma alanı içerisindeki andezit (Qe, Qad), bazalt (Qh, Tp), ignimbirit (Tv, Ti, Qa), "sağlam kaya", aglomera (Ty) "orta sağlam kaya", tüfler (Tç, Qb, Tg) ise "zayıf kaya" olarak tanımlanmıştır. Buna göre andezit ve bazaltlarda deprem şiddeti ve tehlikesi tuf ve alüvyonlara oranla daha az beklenmektedir. Andezit ve bazaltlar üzerine çok katlı binalar inşa edilerek deprem hasarları azaltılabilir. Tuf ve aglomeralar üzerinede eğer yapımı zorulu ise az katlı binalar yapılarak deprem hasarı azaltılabilir. Aglomeralar orta sağlam kaya olup yerleşim alanı olarak kullanılabilir. Tuf , aglomera ve alüvyona yapılacak binaların bina temeli özellikleri ve yapımında kullanılacak malzemenin deprem hasarlarına göre belirlenmesi gereklidir.

16) Mevcut imar planı dikkate alındığında Ek-2'de gösterilen sınılaşmaya hassas bölgelerde kent merkezi yerleşmiştir. Olası bir etkili deprem sarsıntısında yüksek sınılaşma hassasiyetine sahip olan kent merkezinde deprem hasarlarına ve sınılaşma

tehlikelerine karşı en az kayıplar verilecek şekilde önlemler alınmalıdır. Sıvılaşma tehlikelerinin azaltılmasında üç olasılık vardır. Bunlar;

1-Sıvılaşmaya hassas zeminlerden kaçınmak

Birinci olasılık sıvılaşmaya hassas zeminler üzerinde inşaat yapımından kaçınmaktır. Kent merkezi alüvyon üzerinde daha önceden kurulduğu için bu önlem ancak yeni konut yapımı için alınabilecek bir önlemdir.

2- Sıvılaşmaya dayanıklı yapılar yapmak

Bazı aralık sınıflamaları uygun lokasyon veya diğer nedenlerden dolayı sıvılaşmaya hassas zemin üzerinde inşaat yapımı zorunlu ise sıvılaşmanın etkilerine karşı direnç gösteren temel elemanları tasarlayarak sıvılaşmaya karşı dayanıklı yapı yapılması mümkün olabilmektedir. Ülkemizde jeolog ve jeoloji mühendisine verilen önem malesef ki 1999 Düzce depremi ile artmıştır. Daha önceki dönemlerde jeoloji çalışmalarına fazla önem verilmemesiyle Kayseri kenti imar planında yer alan eski konutlarda sıvılaşma tehlikesi düşünülerek inşa edilmemiştir. Yeni konut yapımında ise binaların alüvyon üzerine değil de ova kenarında bulunan tüf ve ignimbiritlere yapılmaktadır. Tüf ve ignimbirit birer kayaç olup sıvılaşma tehlikesi beklenmez.

3-Zemin iyileştirilmesi

Zemin dayanım, sıkılık ve/veya drenaj karakteristiklerini iyileştirerek sıvılaşma tehlikelerini azaltmasını içerir. Sıvılaşmaya karşı yapıları korumak için; binaların altındaki zeminlerin kazıklarla sıkılaştırılması, bina temelini sıvılaşabilecek zeminin altındaki sağlam zemine oturtulması, binanın altına ağır ve kalın bir bodrum yapılması, sıvılaşabilecek zemine kimyasal maddeler içirimi ve titreşimler vererek sabitleştirilip sıkıştırılması gibi önlemler alınabilir.

7. DEĞİNİLEN BELGELER

- Anon, 1979.** Classification Of Rocks And Soils For Engineering Geological Mapping, Part 1, Rock And Soil Materials, Report Of The Commision Of Engineering Geological Mapping:Bulletin Of The International Association Of Engineering Geology, No:19, Pp. 364-371.
- Ayrancı, B., 1963.** Kayseri K 34-B3,C2, C3 Paftalarının Jeolojik Etüdü. Merkez Arşiv No: 6278 Ankara. 45s.
- Beekman, 1983.** İncesu-Kayseri Bölgesinin Jeolojik Ve Volkanolojik Oluşumlarını İnceleme Raporu. MTA. Rap. 6880, Ankara. 55p.
- Bektimuroğlu, O., 1977.** Kayseri (Hırka) Diyatomit Zuhuru Hakkında Ön Rapor. Merkez Arşiv No: 5983, Ankara. 68s.
- Chen, F.H., 1988.** Foundation On Expansive Soils. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam. 280p.
- Casagrande,A.,1948.** Classification and identification of soils. Transactions of the American Society of Civil Engineerings, 113, 901-92.
- DSİ, 1991.** Haritalı İstatistik Bülteni, Dsİ Gn. Md. Yayını. Ankara.
- DSİ, 1969.** Kayseri-Sarımsaklı Ovasının Hidrojeolojik Etüt Raporu. 48s.
- Demirok, Y., 1982.** Kayseri Ambarköyü Civarı Gitya-Linyit (Turba) Yatağına Ait Ön Değerlendirme Raporu, Merkez Arşiv No:7214,. Ankara.
- Demirtaş S., 1988.** Kayseri Jeotermal Gravite Etüdü Merkez Arşiv No: 8337., Ankara. 78s.
- Deprem Araştırma Dairesi İnternet Sitesi.** www.deprem.gov.tr
- Dumbleton, M.S., 1968.** The Classification And Description Of Soil for Engineering Purposes. A Suggested Classification Of British System Rlr Report, Ir 182, U.K. 96p.
- Erciyeş.net internet sitesi.** www.Erciyeş.net
- Erkan, E. N., 1978.** Kayseri-Yahyalı Karamadazı Yöresi ve Kovalı Yöresi Demir Madenleri Merkez Arşiv No: 6609,. Ankara. 56s.
- Erentöz, C., 1960.** Türkiye Jeolojisi Haritası Merkez Arşiv No. 2159
- Gençoğlu, S., İnan, E., Güler, H.H., 1990.** Türkiyenin Deprem Tehlikesi Raporu T.M.M.O.B. Jeofizik Mühendisleri Odası III. Yönetim Kurulu, kasım 1990, Ankara.
- Günelay, M.E., 1976.** Kayseri merkez Ambar Köyü Civarında Bulunan Maden Kömürü Sahası Raporu Merkez Arşiv No. 3169., Ankara. 66s.

- Güner, Y., Emre, Ö. ve Baş, H.; 1984.** Erciyeş Yanardağının Jeolojisi ve Jeomorfolojisi; MTA Rapor No: 7570 ; Ankara. 34s. (Yayımlanmamış).
- ISRM, 1981.** Rock Characterization Testing And Monitoring (Editor: E.T Brown, Ismr Suggested Methods): Pergamon Press, Oxford, England, 221 p.
- Işıkkara, M., 1996.** Erzincan Afetler Araştırma, Eğitim Acil Kurtarma derneği Bülteni, Yıl. 1. Sayı 1. 53s.Erzincan.
- İlgün, F., (1987-89).** Kayseri Merkez-Kuruköprü-Çatakdere-Kızıltepe-Dikritepe-Ortatepe-Hüseyinova-Sınırtaş-Cebir-Başakpınar-Gürpınar Köyleri ve Tomarza İlçesi-Yazyurdu-Yamaçlı-Başakpınar Köyleri ve Çömlekçi Köyü Höyüktepe Ağyol Mevkii Civarı Pomza Sahası Maden Jeoloji Raporu. Merkez Arşiv No: 8170, 8498, 8553,8500, 8547, 8479, 8545.
- İnan ve diğ., 1984.** Zamantı Yöresi Zn-Pb Aramaları.Merkez Arşiv No: 1601. 43s.
- Innocetti ve diğ., 1975.** The , Neogene Calcalkaline Volcanism of Central Anatolia: Geochronological Data on Kayseri-Niğde Area, Geol.Mag. No:112, 349- 360 p.
- Karacan ve Arslan A. T., ve Kılıçdağ R., 2002.** Kayseri Kenti Yerleşim Alanlarının Mühendislik Jeolojisi Özellikleri. 55. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri özleri Kitabı, 145-146s.
- Kasapoğlu, E., 1980.** Ankara Kenti Zeminlerinin Jeo-Mühendislik Özellikleri Doçentlik Tezi. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü. 206s.
- Kayaoğlu, A., 1987.** Kayseri (Erciyeş) Doğal jeotermal Enerji Aramaları Manyetik Etüd Raporu. Merkez Arşiv No: 2250., Ankara. 78s.
- Kayseri Sanayi Odası İnternet sitesi.** www.business.wec-net.com.tr/kayseri
- Kayseri Melikgazi Belediyesi internet sitesi.** www.kayseri.net
- Ketin, İ., 1983.** Kayseri-Erciyeş Volkanizmasına Ait Jeolojik Etüt Raporu.
- Kezdi, A., 1980.** Handbook of Soil Mechanics ; Vol.2, Soil testing:Elsevier, Amsterdam, 258 p.
- Koçyiğit A., Beyhan A., 1998.** New İntercontinental Transcurrent Structure : The Central Fault Zone, Turkey, Tectonophysics No:284, 317-336 p.
- Koçyiğit A., Erol O., 1999.** Tectonic Research Unit, Department of Geological Engineering, Middle East Technical University, 133-145p.
- Lambe,T.W., 1967.** Soil tessting for engineers: John Wiley and Sons, New York, 165 p.
- Matula, M., 1969.** Engineering geologic mapping and evaluation in urban planning: Environmental planning and geology, U.S.Dept. of Housing and urban

Development, U.S.Dept.of Interior, 144-153.

MTA, 1999. Kayseri Kenti' nin Çevre Jeolojisi ve Doğal kaynakları. Rapor Arşiv No: 10322., Ankara. 125s.(Yayımlanmamış)

O' Neil, M.W. and Poormoayed, A.M., 1980. Methodology for foundations on expansive clays. Proceedings of the American Society of Civil Engineerings, Journal of the Geotechnical Engineering Division, 106 (GT12), 1245-1367.

Özkuzey, S., 1974. Nevşehir Doğusu ve Kayseri Civarı Perlit Prospeksiyon Ön Raporu. Merkez Arşiv No: 2780., Ankara.

Pasquare., 1968. Kayseri Yöresinin Jeolojik ve Volkanolojik Etüt Raporu. No:150 MTA Ankara.

Şimşek,R., Bozkaya, Y., Türkmeni, M., Ergün., 1969. Kayseri Sarımsaklı Ovasının Planlanma Kademesinde Hidrojeolojik Etüt Raporu. Dsi Gn. Md. Y.A.S Da. Yayını 48s. Ankara.

Tilev, N.N., 1958. Hydrogeological İnvestigation Report for the Kayseri Plain; by Dr. Geologist Nuh Naci TİLEV, Report No. 1504/1-HJ, 1958.

Tuna, M.E., 1993. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarım İlkeleri G.Ü.i.F. Matbaa – Ankara 89s.

Türkecan, A., Dönmez, M., 1997. Bünyan-Develi, Tomarza Yöresinin Jeolojisi ve Volkanik Kayaçların Petrolojisi MTA Merkez Arşiv No. 10186

Uygun, A.; 1976. Geologie Unt Diatomit - Vorkommen Des Neogen – Beckens Von Emmiler–Hırka (Kayseri–Türkei); Bonn Üniv. Doktora Tezi; 127 S. (Yayımlanmamış)

Zanettin, B., 1984. Proposed New Chemical Classification of Volcanic Rocks. Episodes., Vol 7 No:4. 19-20p.

ÖZGEÇMİŞ

Ebru ÖZTÜRK 1978 yılında Kayseri'de doğdu. İlk ve orta öğretimini sırasıyla Servet Akaydın İlkokulu ve Sümer Lise'sinde tamamladı. 1996 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2000 yılında mezun oldu. 2001 yılının Şubat ayında C. Ü. Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans Öğrenimine başladı.