



**T.C.**

**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YENİKENT (AKSARAY) VE ÇEVRESİNİN OBRUK OLUŞMA  
POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ**

**ÇİHAN ÇAĞATAY SEĞMENOĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Haziran-2022**

**KONYA**

**Her Hakkı Saklıdır**

## 1. TEZ KABUL VE ONAYI

Cihan Çağatay SEĞMENOĞLU tarafından hazırlanan “Yenikent (Aksaray) Ve Çevresinin Obruk Oluşma Potansiyelinin İncelenmesi” adlı tez çalışması 30/06/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof.Dr. Fetullah ARIK

.....

Danışman

Doç.Dr. Arif DELİKAN

.....

Üye

Doç.Dr. Bilgehan Yabgu HORASAN

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN  
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması ..... tarafından ..... nolu proje ile desteklenmiştir.

## 2. TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## 3. DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Cihan Çağatay SEĞMENOĞLU

Tarih:30.06.2022

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

# YENİKENT (AKSARAY) VE ÇEVRESİNİN OBRUK OLUŞMA POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ

Cihan Çağatay SEĞMENOĞLU

**Konya Teknik Üniversitesi**  
**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji**

**Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç.Dr. Arif DELİKAN**

**2022, 177 Sayfa**

**Jüri**

Doç.Dr. Arif DELİKAN

Prof.Dr. Fetullah ARIK

Doç.Dr. Bilgehan Yabgu HORASAN

Çalışma alanı Aksaray ilinin 20 km batısında yer alan Yenikent ve çevresini kapsamaktadır. Bölgede önemli doğal gaz boru güzergahlarının geçmesi ve bölge güneybatısında doğalgaz depolama alanlarının yer alması bölgeyi önemli kılmaktadır. Bu nedenle bölgedeki Senozoyik yaşlı kayaların obruk oluşturma potansiyeline sahip olup olmadıkları araştırılmıştır. Bölgede Neojen yaşlı İnsuyu ve İncesu formasyonları yer almaktadır. Bu formasyonlar içerisinde Sultanhanı ve Kızören bölgelerinde obruk ve yüzey deformasyonları olduğu bilinmektedir. Neojen yaşlı formasyonlar Tuzgölü formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir. Tuzgölü formasyonu içerisinde çözünme potansiyeli yüksek tuz ve sülfatlı kayaların yer alması boşluk oluşturma riskini arttırmaktadır. Yapılan Jeokimyasal analizlerde de bölgede karbonatlı kayaların hakim olması ve hafif asitik yüzey ve yeraltı sularının bu kayalar ile etkileşimi de obruk riskini arttırıcı önemli bir faktör olduğu belirlenmiştir. Yenikent'ten güneye doğru bir güzergah üzerinden yapılan jeofiziksel yöntemler ile yapılan araştırmada özellikle Akhüyük ve güneyinde yeraltında boşluk ve arızalar tespit edilmiştir. Yerbilimsel yöntemler ile belirlenen bir noktadan yapılan sondajda bu boşluklar net bir şekilde ortaya konmuştur. Ölçülen güzergah boyunca ve çevresinde İnsansız hava aracı ile uçuşlar gerçekleştirilmiş ve ortofotolar hazırlanmıştır. Elde edilen verilerde bölgede çöküntü alanı tespit edilmemiştir.

Bölgede yapılan sedimantolojik, yapısal jeolojik, hidrojeolojik çalışmalar, uzaktan algılama, jeofizik çalışmaları ve sondaj çalışmalarının obruk araştırmada yeterli metodlar olduğu ortaya koyulmuş ve 4 noktada boşluklar tespit edilmiş ve boşlukların analizi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yenikent, Obruk, Yüzey yarıkları, Yer Radarı, Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT)

**MS THESIS**  
**INVESTIGATION OF POTENTIAL SINKHOLE FORMATION AT  
YENIKENT (AKSARAY) AREA**

**Cihan Çağatay SEĞMENOĞLU**

**Konya Technical University Institute of Graduate Studies**

**Department of Geological**

**Engineering Advisor: Associate Prof.Dr. Arif DELİKAN**

**2022, 177 Pages**

**Jury**

**Prof.Dr. Fetullah ARIK**

**Associate Prof.Dr. Arif DELİKAN**

**Associate Prof.Dr. Bilgehan Yabgu HORASAN**

The study area covers Yenikent and its surroundings, located 20 km west of Aksaray. The passing of important natural gas pipelines in the region and the presence of natural gas storage areas in the southwest of the region make the region important. For this reason, it was investigated whether the Cenozoic aged rocks in the region have the potential to form sinkholes. There are Neogene aged İnsuyu and İncesu formations in the region. It is known that there are sinkholes and surface deformations in Sultanhanı and Kızören regions among these formations. The Neogene aged formations are unconformably overlain by the Tuzgölü formation. The presence of salt and sulphate rocks with high dissolved potential in the Tuzgölü formation increases the risk of void formation. In the geochemical analyzes, it was determined that the predominance of carbonate rocks in the region and the interaction of slightly acidic surface and ground waters with these rocks are an important factor increasing the risk of sinkholes. In the research carried out with geophysical methods on a line from Yenikent to the south, cavities and faults in the underground were determined especially in Akhüyük and its south. These gaps were clearly revealed in the sounding made from a point determined by geoscience methods. Unmanned aerial vehicle flights were carried out along and around the measured line and orthophotos were prepared. In the data obtained, no depression area was detected in the region.

Sedimentological, structural geological, hydrogeological studies, remote sensing, geophysical studies and drilling studies carried out in the region have been shown to be sufficient methods in sinkhole research, and gaps have been identified at 4 points and the gaps have been analyzed.

**Keywords:** Yenikent, Obruk (Sinkhole), Surface Fault, Ground Radar (GPR), ERT (Electrical Resistivity Tomography)

## TEŐEKKÜR

Bu alıŐma Konya Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans alıŐması olarak yapılmıştır. Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın her aŐamanın tamamlanmasında büyük pay sahibi olan danışman hocam Sayın Doç. Arif DELİKAN'a teŐekkürü bir borç bilirim. ÇalıŐmamın her aŐamasında değerli bilgi, tecrübe, destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Fetullah ARIK. Bu çalıŐmayı gerçekleŐtirmem için saha çalışmalarında olan Sayın Arş. Gör. Dr YeŐim ÖZEN'e teŐekkür ederim.

Bu uzun ve yorucu süreçten benimle birlikte geçen ve anlayıŐını benden esirgemeyen sevgili eŐime teŐekkürlerim.

**Cihan Çağatay SEĞMENOĞLU**

KONYA-2022

## İÇİNDEKİLER

<b>1. TEZ KABUL VE ONAYI</b> .....	<b>2</b>
<b>2. TEZ BİLDİRİMİ</b> .....	<b>3</b>
<b>3. DECLARATION PAGE</b> .....	<b>3</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>4. ÇİZELGELER LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.2.1. Coğrafik Konum .....	1
<b>2. Kaynak Araştırması</b> .....	<b>3</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEMLERİ</b> .....	<b>14</b>
3.1. Hazırlık Çalışmaları ve Ön İncelemeler .....	14
3.2. Saha Çalışmaları .....	15
3.2.1. Jeolojik haritalama ve numune alma çalışmaları .....	15
3.2.2. Karstlaşma ve Obruk Araştırmaları .....	19
3.2.2.1. Karstlaşma ve inceleme alanın karstik özellikleri .....	19
3.2.2.2. Obruklarla ilgili genel bilgiler .....	22
3.2.4. Jeofiziksel Araştırmalar GPR (yer radarı) Ölçümleri .....	23
3.2.5. Uzaktan Algılama (İHA) Ölçümleri .....	28
3.3. Laboratuvar Çalışmaları ve Analizlerin Yorumlanması .....	32
3.3.1. Mineralojik – petrografik analizler .....	32
3.3.2. Jeokimyasal analizler .....	33
3.4. Sondaj Çalışmaları .....	35
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	<b>38</b>
4.1. Genel Jeoloji .....	38
4.1.1. Bölgesel jeoloji .....	38
4.1.1.1. İnsuyu formasyonu (Ngi) .....	41
4.1.1.1.1. Armutlu kilitaşı üyesi (Ngia) .....	51
4.1.1.1.2. Bunsal kireçtaşı üyesi (Ngib) .....	51
4.1.1.1.3. Kılavuztepe bazaltı (Ngkb) .....	54
4.1.1.2. İncesu Formasyonu (NgQi) .....	55
4.1.1.2.1. Kürdan kireçtaşı üyesi (NgQik) .....	59
4.1.1.3. Tuzgölü formasyonu (Qt) .....	59
4.1.1.3.1. Yeşilova Üyesi (Qty) .....	62

4.1.1.3.2. Alibekebağlı Üyesi (Qta) .....	63
4.1.1.4. Alüvyon (Qal) .....	63
4.2. Mineralojik – Petrografik Analizler .....	63
4.2.1. Yenikent (Aksaray) bölgesinin mineralojik-petrografik özellikleri .....	63
4.3. Jeokimyasal analizler .....	68
4.3.1.1. Yenikent bölgesinin jeokimyasal özellikleri .....	69
Tuzgölü formasyonu; .....	70
Alibekebağlı üyesi .....	70
Yeşilova üyesi .....	78
4.4. Yer Radarı (GPR) Ölçümleri .....	82
4.4.1. Yenikent (Aksaray) GPR ölçümleri .....	83
4.4.1.1. Yenikent (Aksaray) GPR ölçüm profilleri .....	83
4.4.1.2. Yenikent (Aksaray) bölgesi GPR 2B ölçüm sonuçları ve anomaliler .....	89
4.4.1.2.1. Yenikent bölgesi ana güzergâh sağ (gidiş) güzergah anomalileri .....	90
4.4.1.2.2.1. Ana güzergah sağ güzergâh P-9 anomalileri .....	90
4.4.1.2.2.2. Ana güzergah sağ güzergâh P-11 anomalileri .....	93
4.4.1.2.2. Yenikent Bölgesi ana güzergah sol güzergah anomalileri .....	95
4.4.1.2.2.3. Ana güzergah sol güzergah (dönüş) P-25 anomalileri .....	95
4.4.1.2.2.4. Ana güzergah sol güzergâh P-27 anomalileri .....	97
4.4.1.2.3. Yenikent bölgesi ara geçiş sağ güzergah anomalileri .....	99
4.4.1.2.2.5. Ara geçiş sağ güzergah P-37 anomalileri .....	100
4.4.1.2.2.6. Ara geçiş sağ güzergah P-38 anomalileri .....	104
4.4.1.2.4. Yenikent bölgesi ara geçiş sol güzergah anomalileri .....	108
4.4.1.2.2.7. Ara geçiş sol (dönüş) güzergâh P-34 anomalileri .....	109
4.4.1.2.2.8. Ara geçiş sol (dönüş) güzergâh P-35 anomalileri .....	113
4.4.1.1. Yenikent (Aksaray) GPR çalışması sonuçları .....	119
4.5. Uzaktan Algılama Çalışmaları .....	124
4.5.1. Yenikent (Aksaray) bölgesi İHA çalışmaları .....	124
4.6. Araştırma Sondaj Çalışmaları .....	138
4.6.1. SK – 3 Nolu Temel Sondaj Kuyusu (Yenikent P9_3) .....	140
4.7. Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) çalışmaları .....	144
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>148</b>
5.1. Sonuçlar .....	148
5.2. Öneriler .....	151
<b>DEĞİNİLEN BELGELER .....</b>	<b>152</b>



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Çalışma bölgesinin yer bulduru haritası.....	2
Şekil 2. Karstik bir arazide gelişen başlıca yeryüzü şekilleri (Nazik, 2018) .....	7
Şekil 3. Konya Kapalı Havzasında obruk oluşumları (Orhan ve ark., 2017).....	9
Şekil 4. Türkiye’de karstlaşma gerçekleşebilecek alanlar ve obrukların dağılımı.....	10
Şekil 5. Çökme dolini (obruk) tipleri (Ford ve Williams, 1989’dan) .....	10
Şekil 6. Başlıca obruk oluşum tipleri (Waltham ve ark., 2005’ten).....	11
Şekil 7. Kohezyonsuz örtü bulunan karstik bölgelerde obruk gelişimi (Galloway ve ark., 1999’dan). 12	
Şekil 8. Kohezyonlu örtü bulunan karstik bölgelerde çöküntünün gelişimi (Ferrara, 2020’dan).....	13
Şekil 9. Oluştukları kayaç tipi, morfolojik şekillerine göre obruk oluşum türleri .....	13
Şekil 10. Yenikent bölgesinin jeolojik özellikleri ve numune alım yerleri.....	17
Şekil 11. Araziden alınan numunelerin analizler için hazırlanması.....	18
Şekil 12. Yer radarı yönteminin çalışma prensibi (MTA, 2012; Kesemen, 2007).....	24
Şekil 13. Yenikent (Aksaray) bölgesinde ölçümü yapılan bir profile ait 2B radargram.....	25
Şekil 14. Yenikent bölgesinde GPR ölçümü yapılan profillerin Google Earth üzerindeki görünümü . 26	
Şekil 15. Yenikent (Aksaray) bölgesi yer radarı (GPR) ölçüm çalışmalarında kullanılan GPR Cihazı ve GPR ve İnsansız hava aracı (İHA) Ölçüm çalışmaları .....	27
Şekil 16. Yenikent bölgesi İHA ile çekilen ortofotoların Aksaray – Konya Yolunun güneyinde Google Earth konumları, çekilen fotoğraflar (aralık 50 m) ve güzergahlar arasındaki mesafeler (150 m). .....	29
Şekil 17. a) Çekilen görüntülerin karşılaştırılma planı. Kırmızı ve sarı alanlar, zayıf sonuçların ortaya çıkabileceği düşük örtüşmeyi gösterirken yeşil alanlar, her piksel için 5’ten fazla görüntünün karşılaştığı alanlardır. b) Eşleşen (çakışan) görüntüler arasında bağlantı bulunan ve hesaplanan görüntü konumlarının üstten görünümü. Bağlantıların koyuluğu, görüntüler arasındaki eşleşen 2B anahtar noktalarının sayısını gösterir. Parlak alanlar zayıf bağlantıları göstermekte olup manuel bağlantı noktaları veya daha fazla görüntü gerektirir. ....	30
Şekil 18. a) Yenikent (Aksaray) bölgesinde birbirine paralel olarak belirlenen 3 uçuş güzergâhında çekilen fotoğrafların eşleştirilmesiyle elde edilen ortomozaik, b) Ortomozayige karşılık gelen aralıklı Sayısal Yüze Modeli (DSM). ....	31
Şekil 19. a) MTA Genel Müdürlüğü Mineraloji-Petrografi laboratuvarında XRD analizi için kullanılan Panalytical X’Pert Powder XRD Analiz Cihazı, b) Kantitatif analizde kullanılan Rietveld Analiz yazılımı ( <a href="https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/xrd">https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/xrd</a> , 2020).....	33
Şekil 20. ICP-MS (Inductively Coupled Plasma, Mass Spectrometry) cihazı çalışma prensibi.....	34
Şekil 21. İnceleme alanında sondaj yapılan noktaların Google Earth üzerindeki konumları .....	36
Şekil 22. P9_3 anomalisi üzerinde yapılan sondaj (SK-3) çalışması.....	36
Şekil 23. Karot sandıklarına yerleştirilen karotların görünümü (SK-3).....	38
Şekil 24. Yenikent ve Sultanhanı (Aksaray) ve yakın çevresinin jeolojik haritası Dönmez ve Akçay, 2005 ve Törk ve ark., 2013’ten düzenlenerek).....	40
Şekil 25. Yenikent ve çevresinin stratigrafik dikme kesiti.....	41
Şekil 26. İnsuyu formasyonu içinde Yaşca Yaylası’nın 1 km KB’sında ölçülü stratigrafik kesit (Törk ve ark., 2013’ten) .....	43

<b>Şekil 27. a)</b> İnsuyu formasyonu içinde kireçtaşı, killi kireçtaşı ve marn aralanmaları, <b>b)</b> İnsuyu formasyonunun taban kesimlerindeki çakıltaşları ile üste doğru kiltası ve kireçtaşları .....	44
<b>Şekil 28.a)</b> İnsuyu formasyonuna ait kireçtaşları içinde gastropoda fosilleri (Planorbis sp, Yaşca Yaylası 1 Km Kuzebatısı; Törk ve ark., 2013'ten), <b>b)</b> İnsuyu formasyonunun üst kesimlerinde içinde ince-orta tabakalı plaket kireçtaşları ve altında formasyon içi kireçtaşı çakıllı ara seviyelerden görünüm.....	45
<b>Şekil 29. a)</b> İnsuyu formasyonuna ait kireçtaşı, formasyon içi konglomera ve marnlar, <b>b)</b> İnsuyu formasyonuna ait marnlar içindeki dolomitçe zengin silis yumruları (Küpbasan Yaylası KB'sı, Aktoprak Deresi, Törk ve ark., 2013'ten) .....	46
<b>Şekil 30.</b> İnsuyu formasyonunda oluşan bazı obrukların görünümü.....	48
<b>Şekil 31.</b> Armutlu kiltası üyesinin genel görünümü ve içindeki ince çamurtaşı ara tabakaları .....	52
<b>Şekil 32. a)</b> Bunsal kireçtaşlarında aşınma yüzeyleri ve çatlaklar, <b>b)</b> İnsuyu formasyonuna ait mikrobiyalitik kireçtaşı ve marnlarda farklı aşınma şekilleri .....	53
<b>Şekil 33. a)</b> Bunsal kireçtaşı üyesinde yer yer ikincil spartler dolgulu bitki kök ve saplarına bağlı boşluklar, <b>b)</b> Bunsal kireçtaşlarında karstik boşluklar (Törk ve ark., 2013'ten) .....	53
<b>Şekil 34. a)</b> İncesu formasyonuna ait çakıltaşlarında az yuvarlaklaşmış çört, radyolarit, kireçtaşı ve serpantin çakılları, <b>b)</b> İncesu formasyonu içinde kiltaları ile çakıllı- kumlu çamurtaşları (Celilboğazı-Kuşça).....	57
<b>Şekil 35.</b> İncesu formasyonunda çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşları içinde peribacası oluşumları (Yer: Kuşça Kasabası-Celilboğazı mevkii-Cihanbeyli).....	58
<b>Şekil 36.</b> Tuzgölü formasyonunda yatay ve çapraz tabakalanmalı çakıl-kum aralanmaları, Bolluk Gölü batısı (Özsayın, 2007'den).....	61
<b>Şekil 37.</b> Yenikent bölgesi numune alım yerleri .....	65
<b>Şekil 38.</b> Yenikent bölgesinde Alibekeagılı üyesinden alınan YAK-1 numunesine ait XRD analizi difraktogramında tespit edilen mineraller: kuvars, plajioklas, alkali feldispat, mika/illit ve klorit .....	66
<b>Şekil 39.</b> Yenikent bölgesinde Alibekeagılı üyesinden alınan YAK-4 numunesine ait XRD analizi difraktogramında tespit edilen mineraller: kalsit, kuvars, plajioklas ve kil mineralleri.....	67
<b>Şekil 40.</b> Yenikent bölgesinde Alibekeagılı üyesinden alınan YAK-4 numunesine ait XRD analizi difraktogramında tespit edilen mineraller: kalsit, kuvars, plajioklas ve kil mineralleri .....	67
<b>Şekil 41.</b> Yenikent bölgesinde Yeşilova üyesine ait YAK-10 numunesinin XRD analizi difraktogramında tespit edilen mineraller: kalsit, kuvars, plajioklas, mika/illit, amfibol ve kil mineralleri.....	67
<b>Şekil 42.</b> Yenikent bölgesinde Yeşilova üyesinden alınan YAK-14 numunesine ait XRD analizi difraktogramında tespit edilen mineraller: kalsit, kuvars, plajioklas, mika/illit, amfibol ve kil mineralleri.....	68
<b>Şekil 43.</b> Alibekeagılı üyesinden alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçlarına uygulanan korelasyon katsayıları kullanılarak hazırlanan küme analizi dendrogramı .....	75
<b>Şekil 44.</b> Alibekeagılı üyesinden alınan numunelerde gerçekleştirilen faktör analizinde ortaya çıkan faktörler ve element – faktör yük dağılım grafikleri .....	77
<b>Şekil 45.</b> Yeşilova üyesinden alınan numunelerin ana oksit analiz sonuçlarına uygulanan korelasyon katsayıları kullanılarak hazırlanan küme analizi dendrogramı .....	81
<b>Şekil 46.</b> Yeşilova üyesinden alınan numunelerde gerçekleştirilen faktör analizinde ortaya çıkan faktörler ve element – faktör yük dağılım grafikleri .....	82

Şekil 47. Yenikent bölgesinde GPR ölçümü yapılan profillerin Google Earth üzerindeki görünümü .	85
Şekil 48. Yenikent bölgesinde ana güzergah ve ara geçiş bölgesinde ölçüm yapılan GPR profilleri...	86
Şekil 49. Yenikent bölgesinde ana güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-9.1 profilinin Km: 8+100-8+200 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgiler) .....	90
Şekil 50. Yenikent bölgesi ana güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-9.3 profilinin Km: 8+300-8+400 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi).....	91
Şekil 51. Yenikent bölgesi ana güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-9.5 profilinin Km: 8+500-8+600 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi).....	92
Şekil 52. Yenikent bölgesi ana güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-11 profilinin Km:10+000-10+100 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi).....	94
Şekil 53. Yenikent bölgesi ana güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-11.7 profilinin Km:10+700-10+800 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi).....	94
Şekil 54. Yenikent bölgesi ana güzergahında sol (dönüş) güzergah P-25.1 profilinin Km: 8+100-8+200 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi).....	96
Şekil 55. Yenikent bölgesi ana güzergahında sol (dönüş) güzergah P-25.5 profilinin Km: 8+500-8+600 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi).....	97
Şekil 56. Yenikent bölgesi ana güzergahında sol (dönüş) güzergah P-27 profilinin Km:10+00-10+100 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi).....	98
Şekil 57. Yenikent bölgesi ana güzergahında sol (dönüş) güzergah P-27.7 profilinin Km:10+00-10+100 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi).....	99
Şekil 58. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-37.2 profilinin Km:1+200-1+300 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	100
Şekil 59. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-37.3 profilinin Km:1+300-1+400 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	101
Şekil 60. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-37.5 profilinin Km:1+500-1+600 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	102
Şekil 61. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-37.5 profilinin Km:1+500-1+600 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	103
Şekil 62. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-37.7 profilinin Km:1+700-1+800 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	104

Şekil 63. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-38 profilinin Km: 2+00-2+100 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi).....	105
Şekil 64. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-38.1 profilinin Km:2+100-2+200 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	106
Şekil 65. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-38.3 profilinin Km:2+300-2+400 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	107
Şekil 66. Yenikent bölgesi sağ (gidiş) güzergah P-38.9 profilinin Km:2+900-3+020 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .	108
Şekil 67. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-34.2 profilinin Km:1+200-1+300 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	109
Şekil 68. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-34.3 profilinin Km:1+300-1+400 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	110
Şekil 69. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-34.5 profilinin Km:1+500-1+600 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	111
Şekil 70. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-34.6 profilinin Km:1+600-1+700 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	112
Şekil 71. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-34.7 profilinin Km:1+700-1+800 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	113
Şekil 72. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-35 profilinin Km: 2+000-2+100 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi).....	114
Şekil 73. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-35.1 profilinin Km:2+100-2+200 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	115
Şekil 74. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-35.2 profilinin Km: 2+200-2+300 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	116
Şekil 75. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-35.3 profilinin Km: 2+300-2+400 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	117
Şekil 76. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-35.5 profilinin Km: 2+500-2+600 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	118
Şekil 77. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-35.9 profilinin Km: 2+900-3+000 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi) .....	119
Şekil 78. İnceleme alanında anomali veren profillerin Google Earth üzerindeki konumları .....	120

Şekil 79. Yenikent bölgesi GPR ölçümleri sonucunda belirlenen ana profiller, alt profiller anomali bölgeleri ve anomali genişlikleri .....	121
Şekil 80. Yenikent bölgesinde İHA ile gerçekleştirilen uçuş güzergahları, güzergah dönüş ve mesafe kontrol noktaları .....	125
Şekil 81. Yenikent bölgesinde İHA ile gerçekleştirilen uçuş güzergahlarında çekilen ortofoto noktaları. Ortofotolar arasındaki mesafeler 50 m ve güzergahlar arasındaki mesafeler 75 m.....	126
Şekil 82. İHA ölçümlerinde görüntü eşleştirmesi yapılan ortofotolarda örtüşme oranları; kırmızı renkler düşük örtüşmeyi gösterirken yeşil alanlarda her piksel için 5'ten fazla görüntü çakışmaktadır. ....	127
Şekil 83. Yenikent bölgesinde güzergah boyunca birbirine paralel olarak belirlenen 3 uçuş güzergâhında çekilen fotoğrafların eşleştirilmesiyle elde edilen ortomozaik.....	128
Şekil 84. Yenikent bölgesinde çekilen ortofotoların eşleştirilmesiyle elde edilen ortomozayikten üretilen 0.5 m aralıklı Sayısal Yüze Modeli (DSM).....	129
Şekil 85. Yenikent bölgesi 0-2 km ortomozaik ve jeolojik haritası .....	130
Şekil 86. Yenikent bölgesi 3-4 km ortomozaik ve jeolojik haritası .....	131
Şekil 87. Yenikent bölgesi 5-6 km ortomozaik ve jeolojik haritası .....	132
Şekil 88. Yenikent bölgesi 7-8 km ortomozaik ve jeolojik haritası .....	133
Şekil 89 .Yenikent bölgesi 9-10 km ortomozaik ve jeolojik haritası .....	134
Şekil 90. Yenikent bölgesi 11-12 km ortomozaik ve jeolojik haritası .....	135
Şekil 91. Yenikent bölgesi 13-14 km ortomozaik ve jeolojik haritası .....	136
Şekil 92. Yenikent bölgesi 15-16 km ortomozaik ve jeolojik haritası .....	137
Şekil 93. Yenikent (aksaray) bölgesinde yapılan sondajın yeri (SK-3).....	139
Şekil 94. Yenikent (Aksaray) bölgesi üzerinde yapılan SK-3 sondajına ait numunelerin karot sandığındaki dizilimi (7.00-7.50 m arasında 0.50 m, 10.20-10.50 m arasında 0.30 m, 14.40-15.00 m arasında 0.60 m ve 19.20-19.50 m arasında 0.30 m boşluk geçilmiştir).....	141
Şekil 95. Yenikent (Aksaray) bölgesi üzerinde yapılan SK-3 sondajına ait temel sondaj logu.....	142
Şekil 96. Yenikent (Aksaray) bölgesinde 50 m uzunluğundaki P9.5_7 (Km 8+500) GPR ölçümüne ait 3 boyutlu diyagram.....	144
Şekil 97. Yenikent (Aksaray) bölgesi P9.5 alt profili (Km 8+500-8+600 m) arasında alınan çok elektrotlu 3-boyutlu Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) ölçüm lokasyonu .....	145
Şekil 98. Yenikent (Aksaray) bölgesi P9.5 altprofili (Km 8+500-8+600 m) arasında alınan çok elektrotlu 3-boyutlu Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT)görüntüsünün güzergahtın başlangıcına göre sağdan görünümü .....	145
Şekil 99. Yenikent (Aksaray) bölgesi P9.5 altprofili (Km 8+500-8+600 m) arasında alınan çok elektrotlu 3-boyutlu Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) görüntüsünün güzergahtın başlangıcına göre soldan görünümü .....	146
Şekil 100. Yenikent (Aksaray) bölgesi P9.5 altprofili (Km 8+500-8+600 m) arasında yapılan çok elektrotlu 3-boyutlu Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) üç yönde oluşturulan kesitler .....	147
Şekil 101. Sondajda geçilen boşluklara göre muhtemel obruk oluşum senaryosu.....	151

#### 4. ÇİZELGELER LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Yenikent bölgesinde örnek alım noktaları, koordinatlar ve gerçekleştirilen analizler .....	166
<b>Tablo 2..</b> Sondaj açımında kullanılan makine ve ekipman listesi .....	37
<b>Tablo 3.</b> Yenikent bölgesi Tuzgölü formasyonuna ait Alibekeğalı ve Yeşilova üyelerinden alınan numunelerin kalitatif mineral analiz sonuçları .....	69
<b>Tablo 4.</b> Yenikent bölgesinden alınan numunelere ait ana oksit kimyasal analiz sonuçları, parametrik istatistiksel özetleri, student t testi ve anakitle ortalama tahmin testi ( <b>Qta</b> : Alibekeğalı Üyesi, <b>Qty</b> : Yeşilova Üyesi, $t_{\text{tablo}}$ : 1.76, <b>KK</b> : Kızdırma kaybı).....	693
<b>Tablo 5.</b> Alibekeğalı üyesinden alınan numunelere ait kimyasal analiz sonuçları ve parametrik istatistiksel özetleri, student t testi ve anakitle ortalama tahmin testi ( <b>N</b> : Numune sayısı, <b>Ort.</b> : Aritmetik ortalama, <b>S.S.</b> : Standart sapma, <b>S.H.</b> : Standart güzergaha, $t_h$ : Hesaplanan t değeri, <b>A.S.</b> : Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, <b>Ü.S.</b> : Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı, <b>KK</b> : Kızdırma kaybı, $t_{\text{tablo}(n=8)}$ :2.36, $t_{\text{tablo}(n=3)}$ :4.30) .....	715
<b>Tablo 6.</b> Alibekeğalı üyesinden alınan numunelere ait basit korelasyon analizi.....	736
<b>Tablo 7.</b> Alibekeğalı üyesinden alınan numunelere ait faktör analizinde ortaya çıkan faktörler, başlangıç ve toplam değişime etkileri .....	760
<b>Tablo 8.</b> Yeşilova üyesinden alınan numunelere ait kimyasal analiz sonuçları ve parametrik istatistiksel özetleri, student t testi ve anakitle ortalama tahmin testi ( <b>N</b> : Numune sayısı, <b>Ort.</b> : Aritmetik ortalama, <b>S.S.</b> : Standart sapma, <b>S.H.</b> : Standart güzergaha, $t_h$ : Hesaplanan t değeri, <b>A.S.</b> : Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, <b>Ü.S.</b> : Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı, <b>KK</b> : Kızdırma kaybı, $t_{\text{tablo}(n=7)}$ : 2.24, $t_{\text{tablo}(n=2)}$ :12.71) .....	783
<b>Tablo 9.</b> Yeşilova üyesinden alınan numunelerde ana oksitlere ait basit korelasyon analizi .....	804
<b>Tablo 10.</b> Yeşilova üyesinden alınan numunelere ait faktör analizinde ortaya çıkan faktörler, başlangıç ve toplam değişime etkileri .....	815
<b>Tablo 11.</b> Yenikent bölgesinde başlangıcından itibaren güzergahtın sağından gidiş yönünde yapılan GPR Ölçüm Profilleri başlangıç ve bitiş mesafeleri (km+100 m).....	872
<b>Tablo 12.</b> Yenikent bölgesinde sonundan itibaren güzergahtın solundan dönüş yönünde yapılan GPR Ölçüm rofilleri başlangıç ve bitiş mesafeleri (km+100 m).....	883
<b>Tablo 13.</b> Yenikent bölgesinde Ara Geçiş Alanının gidiş (Sağ) ve dönüş (Sol) Güzergahları boyunca yapılan GPR Ölçüm Profilleri başlangıç ve bitiş mesafeleri (km+100 m) .....	894
<b>Tablo 14.</b> Yenikent bölgesi ana güzergahında GPR ölçümleri sonucunda anomali tespit edilen profiller, anomali derinlik ve genişlikleri .....	12227
<b>Tablo 15.</b> Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında GPR ölçümleri sonucunda anomali tespit edilen profiller, anomali derinlik ve genişlikleri.....	123
<b>Tablo 16.</b> İnceleme alanında açılan sondajların koordinat, derinlik, SPT ve UD sayıları.....	1405
<b>Tablo 17.</b> SK-3 sondajının in-situ SPT (Standart Penetrasyon Testi) değerleri .....	1405
<b>Tablo 18</b> SK-3 sondajında tespit edilen boşlukların başlangıç, bitiş derinlikleri ve boyutları .....	1416
<b>Tablo 19.</b> SK-3 sondajından alınan SPT (Standart Penetrasyon Deneyi) ve UD (Örselenmemiş numune) laboratuvar analiz sonuçları .....	143
<b>Tablo 20.</b> İnceleme alanında yapılan GPR ölçümleri sonucunda anomali tespit edilen profiller, anomali derinlik ve genişlikleri ile anomali sebepleri .....	1506

## 1. GİRİŞ

Bu çalışma Sedimantolojik, Yapısal Jeolojik ve Jeofiziksel çalışmalar yapılarak henüz obruk oluşturmamış, fakat ileride oluşturabilecek gömülü yeraltı erime boşluklarının veya hali hazırda oluşmuş fakat topoğrafyada belirgin bir değişikliğe neden olmamış obruk oluşum alanlarının tespiti, mühendislik yapılarına ve karayollarına etkisinin belirlenmesi; bu morfolojik yapıların konum, genişlik, risk başlangıç derinliklerinin belirlenmesi ve görüntülenmesi; güzergahlar boyunca makaslama düzlemi, küçük faylar, diğer çeşit yeraltı boşlukları gibi yeryüzüne yakın litolojik, yapısal, stratigrafik ve karstik özelliklerin belirlenmesi için sahada araştırma metotlarının ortaya konulması ve çalışma planının belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır.

## 1.2. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

### 1.2.1. Coğrafik Konum

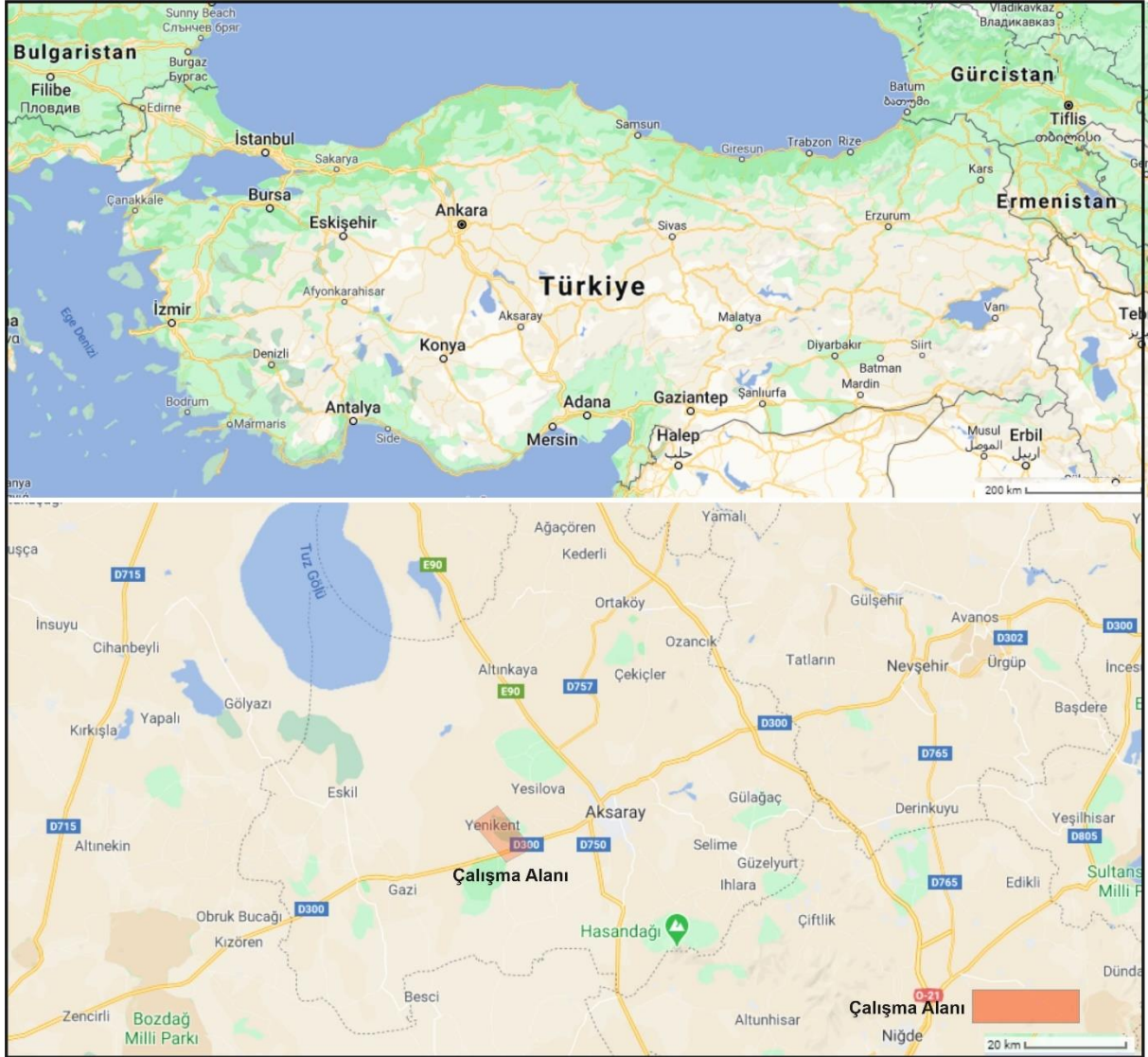
Yenikent (Aksaray) Tuz Gölü'nün güneyinde, Aksaray il merkezinin 30 km batısında Aksaray – Konya D300 Karayolu üzerinde Yenikent Kasabası ve güneyini kapsayan Türkiye topografik haritalarından 1/500.000 ölçekli Kayseri ve 1/100.000 ölçekli Aksaray L31 paftası içinde yer almaktadır. Bölge 1/25.000 ölçekli Aksaray L31a3, Aksaray L31b4, Aksaray L31c1 ve Aksaray L31d2 paftaları içinde yer almaktadır (Şekil 1).

İnceleme alanı Konya-Aksaray arasındaki D300 karayolu üzerinde bulunmakta olup her mevsim karayolu ulaşımına açıktır. İnceleme alanını genel olarak düze yakın bir morfolojiye sahiptir. Bölgedeki yükseklikler 909 m ile 1147 m arasında değişmekte olup en yüksek nokta inceleme alanının güneyindeki Büyükinliburun Yaylasında 1147 m, en düşük kot ise Tuz Gölü'nde olup 909 m'dir. Yenikent bölgesindeki çalışma alanında ise yükseklikler alanın kuzeyinde 917.3 m ve alanın güneyindeki 950.3 m arasında değişmektedir.

Aksaray soğuk, karasal iklim tipine sahip olup yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Aksaray'da Yıllık ortalama yağış 340 kg/m<sup>2</sup>'dir. Sahada yıl boyunca akışa sahip akarsu yoktur. İlkbaharda karların erimesine bağlı olarak yer yer akan birkaç küçük dere vardır.

Bölgede yıllık ortalama sıcaklık 11.8 °C'tır (<https://tr.climate-data.org/asya/turkiye/aksaray/247>, <https://www.mgm.gov.tr>, 2019). Mevsimsel ve gece-gündüz sıcaklık farkı oldukça yüksektir. Yaz aylarında nemlilik oldukça düşük olup aşırı sıcaklar ve rüzgâr etkisiyle buharlaşma miktarı yüksektir. Bölgede en fazla yağış 29.10.1998'de günlük 65.8 kg/m<sup>2</sup>, en yüksek sıcaklık 30.07.2000'deki 40 °C, en hızlı rüzgâr 12.03.1968'de kaydedilen 165.6 km/h

ve en yüksek kar ise 11.12.1974'te gerçekleşen 45 cm'lik yağıştır (http://www.aksaray.gov.tr/cografi, 2020).



Şekil 1. Çalışma bölgesinin yer bulduru haritası



## 2. Kaynak Araştırması

İnceleme alanı yaklaşık 10.000 km<sup>2</sup>'lik bir yüzölçümüne sahip olup bölgede jeolojik, jeokimyasal, hidrojeolojik ve karst araştırmaları şeklinde çok sayıda araştırma gerçekleştirilmiştir. 1/100.000 ölçekli jeolojik çalışmalar MTA Genel Müdürlüğü tarafından çeşitli tarihlerde gerçekleştirilen 1/500.000 ve 1/250.000 ölçekli çalışmalardan sonra gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada başvuru alanı 1/100.000 ve 1/25 ölçekli çalışmalar farklı paftalarda Aksaray arasında 1/100.000 ölçekli Aksaray L30 ve Aksaray L31 paftaları paftası Dönmez ve Akçay (2005a ve b) tarafından derlenmiş olup 1/500 000 Ölçekli jeoloji haritalarının yenilenmesi projesi kapsamında Lahn, (1940), Tromp (1942), Buchardt, (1954), Agalede (1954), Rigo de Righi ve Cortesini (1959), Beckman (1966), Erol (1969), Pasquare (1968), Arıkan (1975), Uğurtaş (1975), Turgut (1978), Görür ve Derman (1978), Uygun ve Şen (1978), Oktay (1981), Uygun ve ark. (1981), Yaşar ve ark. (1982), Ulu ve ark. (1994), Özcan ve ark. (1989, 1990) gibi pek çok araştırmacının çalışmalarından yararlanılmıştır.

Karaman M30, Karaman M31 ve Karaman 32 paftalarını derleyen Ulu (2009'a ve b) ise Şenel (1997), Özgül (1976), Brunn ve ark. (1971, 1973), Graciansky (1968, 1972), Konak ve ar. (1987), Şenel ve ar. (1989), Özcan ve ark. (1989 ve 1990), Göğür ve Kırıl (1973), Ugun ve ark. (1994), Alan ve ark. (2007) gibi pek çok çalışmaya ait verileri değerlendirmiştir.

Karaman N30 paftasını derleyen Ulu ve Balcı (2009) ise çalışmalarında temelde Blumenthal (1956), Brunn ve ark. (1971), Özgül (1976), Koçyigit (1976), Hakyemez ve ark. (1992) ve Ulu ve ark. (1994)'nın yapmış olduğu araştırmalardan yararlanmışlardır.

Karaman N31 paftasını derleyen Bilgiç (2009) ise Tchihatcheff (1869) ve Schaffer (1903), Blumenthal (1956), Demirtaşlı ve ark. (1973, 1984 ve 1986) Gill ve ark. (1984), Pampal (1989), Koçyigit (1978), Çalapkulu (1978), Oktay (1982), Pampal (1986, 1987, 1988), Pampal ve Meriç (1990), Şafak (1997, 1999), Dhont ve ark. (1999), Dilek ve ark. (1999), Ulu ve ark. (2000), Bilgiç ve Gökten (2002) ve Bilgiç (2003) çalışmalarıyla yararlanmışlardır.

Proje alanında birçok araştırmacı tarafından hidrojeolojik çalışmalar yapılmıştır. DSİ (1975), Canik ve Çörekcioğlu (1986), Erol (1990), Biricik (1982), Özgüner (1993), Çörekcioğlu (1994), Canik (1997), Göçmez ve ark (2001), Nazik (2004), Pekkan (2004), Bayeri, Pekkan ve Özyurt (2008), Yavuz (2010) bu çalışmalardan bazılarıdır.

DSİ (1975), "Konya-Çumra-Karapınar Ovası Hidrojeoloji Etüt Raporu" isimli çalışmada Konya ovasının su taşıyan formasyonlarının Paleozoyik mermerler, Mesozoyik kalkerler, Neojen kalkerler ve Pliyosen ile alüvyonun kumlu çakıllı seviyeleri olduğunu

belirtmiştir. Havza için yıllık beslenimin 396 milyon m<sup>3</sup> yıllık emniyetli verimin 396 milyon m<sup>3</sup> olduğu tespit edilmiştir.

Canik ve Çörekçioğlu (1986), Konya-Karapınar ve Kızören arasındaki obruk oluşumlarını incelemiştir. Neojen kireçtaşlarının gösel ortamda çökmesi ile oluşan obrukların iç karstlaşma sonucu oluştuklarını savunmuşlardır.

Erol (1990), Konya – Karapınar kuzeybatısındaki obrukları incelemiş ve bu obrukların jeomorfolojik gelişimini ortaya koymuşlardır.

Biricik (1992), Obruk Platosu ve Çevresinin Jeomorfolojisi isimli çalışmada; Obruk çukurluklarının yalnız Neojende değil, Paleozoyik temelde de görüldüğünü, özellikle yer altı sularının sismik ve mekanik etkileriyle ve bunların büyük kısmının Kuvaterner’de oluştuğunu belirtmiştir.

Özgüner (1993), “Konya-Karapınar Ovası Jeolojisi ve Tuzlu Su Seviyelerinin Sodyum sülfat Açısından Değerlendirilmesi” isimli çalışmada Karapınar kuzeyindeki Sultaniye Ovasının Kuvaterner yaşlı graben düzlüğü olduğunu belirterek grabenin doğu yakasında Neojen ve Kuvaterner yaşlı Karacadağ volkanizması, güney yakasında Kuvaterner yaşlı volkanizma, batı ve kuzey yakasında ise Neojen yaşlı marn ve kireçtaşlarının yer aldığını belirtmiştir.

Çörekçioğlu (1994), Konya-Çumra-Karapınar ile Aksaray-Sultanhanı-Obruk havzaları arasındaki alanda obruk sayılarının 50 den fazla olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Üzecek dağı volkanının geçirimsiz sınır şartı oluşturması nedeniyle yeraltı suyunun bu doğal bariyerler arasındaki dar bir kanaldan geçmek zorunda olduğunu, volkanik arazilerde CO<sub>2</sub> fazlalığının yeraltı suyuna geçerek korozif özelliğini artırdığını savunmuştur. Yeraltı suyu seviye haritalarına göre yeraltı suyu akımının güneyden kuzeye doğru dar bir sahadan olduğunu, yeraltı su rezervinin 45 hm<sup>3</sup> olduğunu belirtmiştir.

Canik (1997), Konya dolayında yaptığı çalışmada, karstik yer şekillerinin oluşumunu iki ayrı sebebe bağlamıştır. Bunlardan birincisi, yeraltı suyunun kireçtaşını aşındırıp taşıması ile oluşan yeraltı şekilleri, ikincisi ise suyun derinlerden taşıdığı kireci yeryüzünde kaynak alanı ve dolayında çökeltmesi ile oluşan yer üstü şekilleridir. Bu oluşum alanlarından bir tanesinin Ca(HCO<sub>3</sub>)’ca zengin suyun yeryüzünde CaCO<sub>3</sub>’ü çökeltmek kaynağı traverten konileri oluşturduğu Cihanbeyli Bolluk Gölü dolayında, diğerinin ise CO<sub>2</sub>’ce zengin suyun yeraltındaki hareketi sırasında kireçtaşlarını eriterek oluşturduğu mağaraların, daha ileri aşamada da obrukların oluştuğu Kızören-Karapınar dolayında olduğunu belirtmiştir.

Göçmez ve ark. (2001), Mayıs 2000’de oluşan Yavşan obruğuna ait Mayıs-Ekim 2000 tarihleri arasındaki gelişimini içeren gözlem ve ölçümlerine değinmiştir. Buna göre; 24 Mayıs, 18 Ağustos ve 23 Kasım’da yapılan alan ve su seviye ölçümleri sırasıyla; 46.5m 2-55m, 201m–57m ve 205 m-56.5m olarak belirlemiştir.

Nazik (2004) “Karst Regions of Turkey” adlı çalışmasında, Türkiye’deki karst bölgelerini 6 ana gruba ayırmış ve Obruk Platosu’nu da içine alan bölgeyi İç Anadolu Karst Bölgesi olarak adlandırmıştır.

Pekkan (2004), çalışmasında, İç Anadolu’da Konya Ovası dolayında yer alan ve obruk olarak adlandırılan karstik çöküntü yapılarının oluşum mekanizmalarını hidrojeokimyasal yöntemlerle değerlendirmiştir. Araştırmacı, obruk oluşumunda etkili olabilecek olası süreçleri; bölgesel yeraltı suyu ile yerel yüzeysel beslenme suyu karışımına bağlı karışım korozyonu, kırık güzergahları boyunca gerçekleşmesi olası kabuksal karbondioksit getirimine bağlı yerel yeraltı suyu agresifliği, Neojen örtüsü içindeki kırıntılı ve karbonatlı malzemenin çözünme ve taşınma ile altta yer alan Mesozoyik yaşlı paleokarstik boşlukları doldurması olarak sıralamıştır.

Bayarı, Özyurt ve Kilani (2008), İç Anadolu Konya Kapalı Havzası’ndaki yeraltı suyunun radyokarbon yaş dağılımını çalışmışlardır. Toroslarda günümüz (Recent) yaşında olan yeraltı suyunun Tuz Gölü civarında 40000 yıl yaşında olduğu bulunmuştur.

Bayarı, Pekkan ve Özyurt (2008), jeolojik, jeofizik, hidrojeolojik veriler ile yeraltı suyunun kimyası ve izotop kompozisyonu değerlendirmeleri obruk gelişiminde hipojenik bir mekanizmanın varlığını desteklediğini belirtirler.

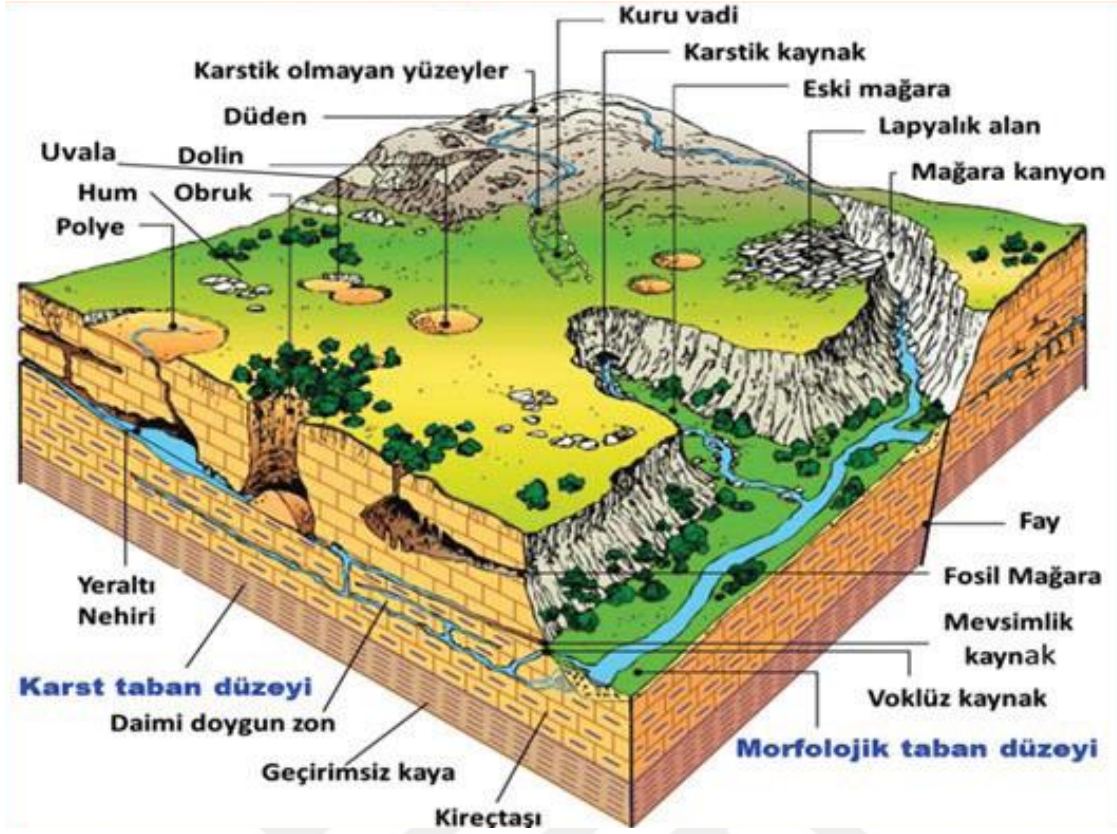
Sultan (2010), Konya-Karapınar havzası karstik özelliklerinin belirlenmesinde hidrojeolojik parametrelerin kullanılması isimli çalışmasında, hidrojeolojik parametreler kullanılarak, çöküntü oluşabilecek muhtemel alanların belirlenebilmesi için; çalışma sahasında her 25 km<sup>2</sup>’yi en iyi temsil ettiği düşünülen kuyulardan seviye ölçümleri alınarak ve özellikle güncel olan Akkuyu ve İnoba obrukları çevresinde kuyu seviye ölçümleri ile yeraltı su tablası haritasını çizmiştir.

Yörede sıkça gözlenen obruklarla ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda farklı yerbilimsel yöntemler kullanılarak obruk oluşum yerleri ile ilgili yaklaşımlar geliştiren Törk ve Ark. (2013 ve 2019)’na göre Karapınar bölgesindeki obrukların, litoloji, yeraltı suyu karakteri ve güncel tektonikle ilişkilerini ortaya koymuşlardır. Obruk bir tür karstik yeryüzü şekli olup havzadaki mevcut karstlaşma süreçleri ile oluşan çökme dolinleri yörede ilk oluştuğu Obruk Platosu’ndaki Kızören çöküntüsüne atfen obruk olarak tanımlanmıştır (Arık, 2018).

“**Karst**” deyimi Eski Yugoslavya'da Adriyatik Denizi kıyısındaki kireçtaşı platolarında kireçtaşlarının yüzey ve yeraltı suları ile çözünmesi ve aşındırılması sonucunda meydana gelen tipik morfolojik yerşekilleri tanımlamak için Slavcada “susuz kayalık dağ” anlamına gelen “**Kras**” kelimesinden veya İtalyanca'daki “**Carso**” kelimesinden türetilmiştir (Sür, 1994). Karbonatlı, sülfatlı ve klorürlü kayaların çözümleri ile doğal koşullarda gelişen ve büyüklüklerine göre polye (gölova ya da dağarası ova) dolin (koyak), uvala, düden (subatan), Uobruk, U lapy ve mağara gibi yerşekilleri topluluğuna "**karst topografyası**", karstik yerşekillerinin oluşum süreçlerine ise “**karstlaşma**” denilmektedir (Şekil 2; Nazik, 2018).

Karstlaşma yeryüzünü oluşturan dış etkenlerden (akarsu, buzul, rüzgâr, volkan, kıyı jeomorfolojileri) farklı olarak hem yüzey hem de yeraltında birbiriyle bağlantılı büyük bir sistem halinde gelişir (Nazik, 2018; www.geographynotes.com, 2020).

Karstlaşmada en önemli etkenlerden biri yüzey ve yeraltı suları varlığı ve suların seviyesi, sıcaklığı, yeraltı su akım yönü, debi ve suyun hidrokimyasal özellikleridir. Son yıllarda suların kökeni de araştırılmakta olup yüzey kökenli (epijen) ve derin kökenli (hipojen) suların karstlaşmaya birlikte etki ettikleri değerlendirilmektedir (Nazik, 2018). Suların sıcaklık ve çözünmüş karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) içeriği karstik kayaçların çözünmesinde son derece önemlidir. Karbonatlı kayaçlar normal atmosferik koşullarda sınırlı oranda çözünürken  $\text{CO}_2$  bakımından zengin sularla temas etmeleri halinde daha fazla çözünmektedir. Karbonatlı kayaçların kırık ve çatlakları boyunca ilerleyen  $\text{CO}_2$ 'li yeraltısularının düşey doğrultudaki hareketleri çözünebilir kayaçların altındaki çözülmeyen karst taban seviyesi ile bölgenin genel jeomorfolojik taban düzeyi ile sınırlıdır (Nazik, 2018).



*Şekil 2. Karstik bir arazide gelişen başlıca yeryüzü şekilleri (Nazik, 2018)*

Topoğrafik yüzey ile karst taban düzeyi arasında gelişen hidrolojik kuşaklar ve bu kuşakların birbirlerine göre bağıl konumları yeraltındaki boşluk ve mağaraların genel gelişim yönlerini ve büyüklüklerini belirlemektedir. Karst taban düzeyinin (KTD) geçici morfolojik taban düzeyinden (MTD) derinlerde bulunduğu bölgelerde; gerek havalandırma kuşağı (vadoz zon) ve gerekse daimî doygun zon (freatik zon) ile bu zonun beslenmeye bağlı olarak hem yatay hem de düşey yönde alçalıp-yükseldiği oynama zonu (salınım zonu) gelişir. Karst taban düzeyinin yüzeye yakın olduğu alanlarda sığ yüzeysel karst (geniş polyeler veya gölovalar, uvalalar, büyük dolinler ve obruklar) ile derinliği fazla olmayan, düden veya kaynak konumlu yatay veya az eğimli boşluk ve mağaralar meydana gelir (Nazik, 2018). Daimî doygun zonun su kalınlığını belirleyen diğer önemli bir faktör, geçici karst taban düzeyi ile morfolojik taban düzeyi arasındaki yükselti farkıdır. Genel olarak yüzeyden doygun su zonuna kadar olan havalandırma kuşağında, dikey veya çok eğimli boşluk ve mağaralar gelişmektedir. Bu bölgelerde geçici karst taban düzeyleri üzerinde gelişen salınım bölgesine (oynama kuşağına) yaklaştıkça hidrolik gradyan azalmakta yeraltısularının hareketi yatay doğrultuya dönüşmektedir. Yeraltısuyu seviyesinin yağışlara bağlı olarak alçalıp-yükseldiği bu salınım bölgesinde, genel olarak uzun ve yatay boşluk ve mağaralar gelişmektedir (Nazik, 2018).

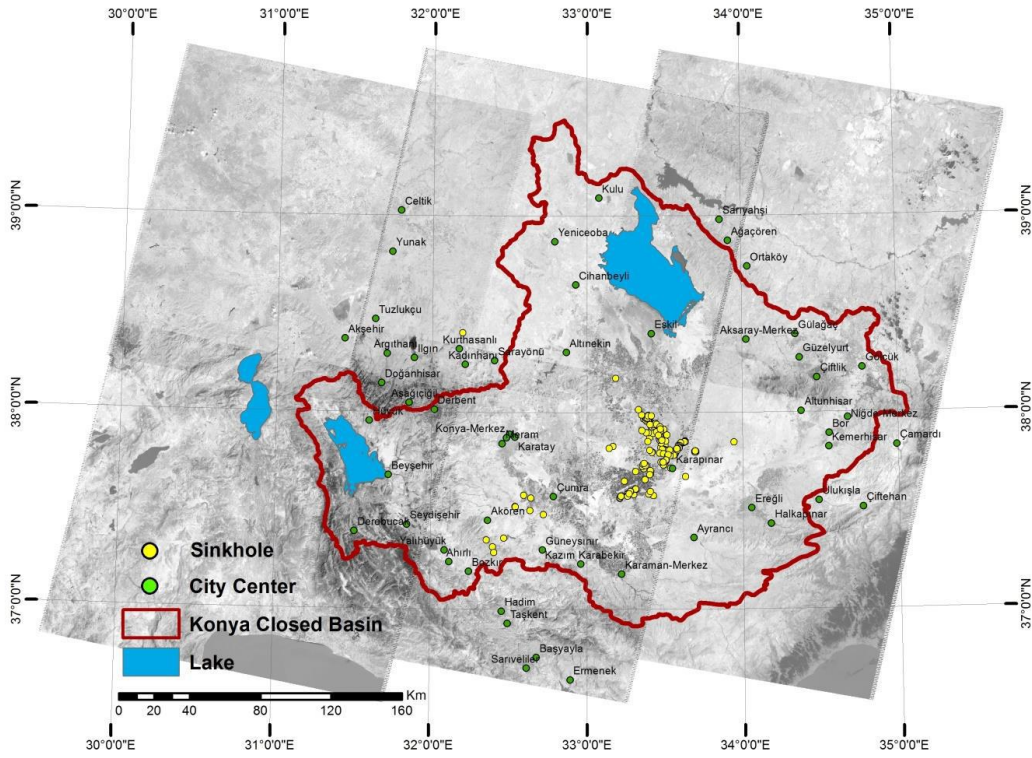
Konya Kapalı Havzası'nın Karapınar Tuzgölü arasında yeraltı suyu akım yönü yaklaşık güneyden kuzeye doğrudur. Yağışlı kış mevsiminden sonra  $COR_2R$  bakımından da zenginleşerek yeraltına süzülen suların etkisiyle yeraltı su seviyesi kısmen yükselmekte, sıcak yaz aylarında evapotranspirasyon (buharlaştırma ve terleme) ve tarımsal sulamalar nedeniyle yeniden düşmektedir. İnceleme alanında yeraltı sularında  $HR_2RS$  seviyesi de yüksek olup  $HR_2RS$  zayıf asit karakterli kabul edilmektedir. Suların seviyesindeki oynamalar bölgedeki su-kayaç etkileşimini artıran önemli bir faktördür. Bütün bu faktörlerin birlikte etkilemesi sonucu yeraltında yaygın olarak devam etmekte olan iç karstlaşmaya bağlı olarak karbonatlı kayalardaki kırık, çatlak ve boşluklar genişleyerek bağlantılı boşluklar ve mağaralar haline gelmektedir.

İnceleme alanında yeraltı su seviyesi 1960'lı yıllarda yüzeye oldukça yakın iken devam eden kuraklık ve aşırı yeraltı su kullanımı sonucunda ilk yıllarda birkaç cm olan yeraltı su seviyesi düşümleri 2000'li yıllarda yılda ortalama 1-1,5 metreye yükselmiş son yıllarda yılda 6-7 metreye ulaşarak günümüzde yeraltı su seviyesi yer yer yüzeyden 60-200 m derine düşmüştür. Böylece yeraltındaki boşluklar yatay veya yataya yakın konumlu mağaralara dönüşmüştür.

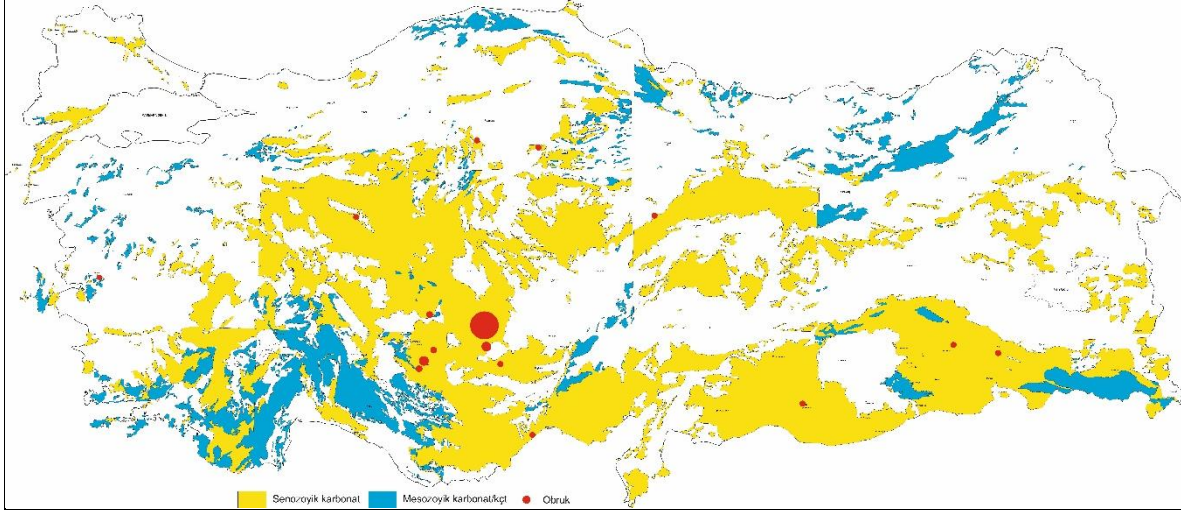
Konya kapalı havzası içinde Konya ili Merkez Meram, Selçuklu ve Karatay ilçeleri ile Akören, Çumra, Karapınar, Eskil, Altınekin, Sarayönü, Kadınhanı ve Cihanbeyli, Aksaray ili Eskil ve Sultanhanı ve çevresinde oldukça geniş bir alanda yayılım gösteren İnsuyu formasyonu içinde özellikle Karapınar-Tuzgölü arasında yoğun olarak polye, uvala, dolin, düden, yarıklar vb. karstik yapılar oluşmaktadır.

Karapınar-Eskil arasındaki bölgede geçmişten bu yana obruk oluşumları gerçekleşmesine karşın son yıllarda oluşan obrukların sayısı tehlikeli derecede artmıştır. Yukarıda ayrıntıları ile verildiği gibi geçmişte yeraltı su seviyesinin daha yüksek olması nedeniyle topografik olarak daha yüksek alanlarda meydana gelen obruklar son yıllarda yeraltı su seviyesinin düşmesine bağlı olarak daha düşük alanlarda meydana gelmektedir. Dolayısıyla insanların yaşadığı ilçe ve köylerle yayla olarak tanımlanan küçük yerleşim alanları, tarımsal alanlar, önemli karayolları ve enerji yatırım alanlarında obruklar oluşmaya başlamıştır. Kuraklık ve aşırı yeraltı suyu kullanımı sonucunda 2000'li yıllardan sonra obruk oluşumları çoğalmış olup bölgede 2017 yılı sonu itibariyle 299 obruk oluşumu tespit edilirken (Şekil 3) 2020 yılında gerçekleştirilen çalışmalarla obruk sayısının 500'ü geçtiği belirlenmiştir (Arık , 2018).

Türkiye’de kuraklık ve aşırı yeraltı suyu tüketimi sonucunda sadece Konya Kapalı Havzası’nda değil komşu havzalarda da obruk oluşumları artmıştır. Geçmişten bu yana karstlaşmanın yaygın olduğu Orta Toroslar’da Antalya ve Mersin illerindeki karbonatlı kayaların olduğu bölgelerin dışında Konya’ya komşu illerden Karaman, Aksaray, Afyonkarahisar ve Eskişehir’de de obruk oluşumları yaygınlaşmaktadır (Şekil 4). Ayrıca Sivas, Çankırı ve Çorum gibi sülfatlı kayaların bulunduğu bölgelerde ve münferit olarak Şanlıurfa, Batman ve Siirt’te rastlanan obrukların bazıları yerleşim alanlarını tehdit etmektedir. Obrukların can ve mal kayıplarına neden olmaması ve petrol-doğal gaz, ulaşım ve diğer alt yapıya zarar vermemesi için ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir.



**Şekil 3. Konya Kapalı Havzasında obruk oluşumları (Orhan ve ark., 2017).**



**Şekil 4 .Türkiye’de karstlaşma gerçekleşebilecek alanlar ve obrukların dağılımı**

Obruk oluşumları oluşum mekanizmalarına göre çok farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Ford ve Williams (1989) tarafından; 1) üstten çözünme, 2) Alttan aşındırma ve 3) yüzücü desteğinin kalkması şeklinde 3 tür obruk oluşum mekanizması önerilmektedir (Şekil 5).

Oluşum Mekanizması	Üstten Çözünme	Altta Aşındırma	Yüzücü Desteğinin kalkması
<b>ÇÖKME ÖNCESİ</b>			
<b>ÇÖKME SONRA</b>			

**Şekil 5. Çökme dolini (obruk) tipleri (Ford ve Williams, 1989’dan)**

Obruklar (dolin) Jennings (1985) tarafından oluşum şekillerine göre çökme, çözülme, oturma, taban kayaç yenilmeleri ve alüvyal kaynak boşalmalarına bağlı oluşumlar şeklinde beş sınıfa ayrılmıştır. Waltham ve ark. (2005) ise obrukları morfolojik yapıları, taban kayacında



veya örtü kayacında oluşması, örtü malzemenin cinsi gibi bazı özellikleri dikkate alarak; 1) çözünme (solution) obruğu, 2) çöküntü (collapse) obruğu, 3) örtü kayacı (caprock) obruğu, 4) yıkılma (dropout) obruğu, 5) yayılma (suffosion) obruğu ve 6) gömülü (buried) obruk olmak üzere altı gruba ayırmışlardır (Şekil 6).

	ÇÖKME-GÖÇME (COLLAPSE)	OTURMA-SARKMA (SAGGING)	BOĞULMA (SUFFOSION)
ÖRTÜ KAYACI (Cover rock)	<p><b>Örtü çökmesi (dropout)</b></p>	<p><b>Örtü oturması (sagging)</b></p>	<p><b>Boğulma (suffosion)</b></p>
ANA KAYAÇ (Bedrock)	<p><b>Ana kayaç çökmesi (collapse)</b></p>	<p><b>Ana kayaç oturması (sagging)</b></p>	<p><b>Çözünme (solution) obruğu</b></p>
TAVAN KAYACI (Cap rock)	<p><b>Tavan kayacı (caprock) çökmesi</b></p>	<p><b>Tavan kayacı (caprock) oturması</b></p>	<p>Jennings (1985) Waltham ve ark. (1995) Galloway ve ark. (1999) Gutierrez ve ark. (2008)</p>

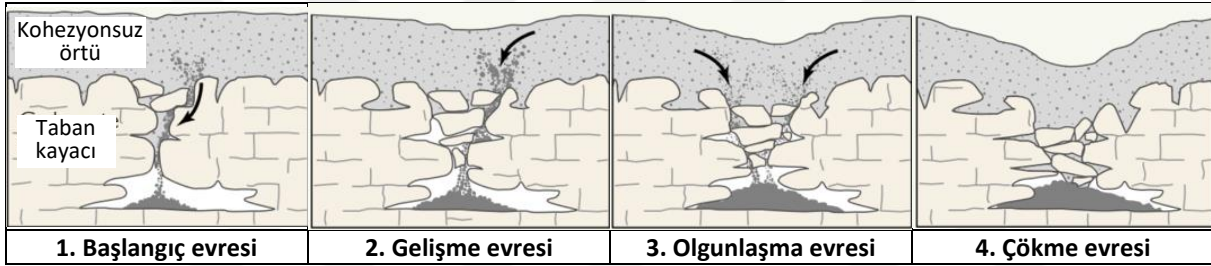
Şekil 6. Başlıca obruk oluşum tipleri (Waltham ve ark., 2005'ten).

- 1. Çözünme (solution) obrukları:** Kireçtaşı gibi çatlaklı, kırıklı ve suda çözünen kayaçların yüzey şartlarında yavaş yavaş çözünerek çözünen malzemenin alttaki kırık ve çatlaklara taşınması ile oluşurlar. Yer yer küçük çökmeler meydana gelebilir.
- 2. Çökme-yıkılma (collapse) obrukları:** Karbonatlı kayaçlardan oluşan bir bölgede alttaki mağara veya küçük boşlukların giderek büyümeleri ani olarak tavanın çökmesi sonucu oluşurlar
- 3. Örtü kayacı (Caprock) obruğu:** Çökme obruklarına benzemektedir. Ancak bu tip obruklarda alttaki karbonatlı kayaçların mağara ve boşlukların çökmesi büyümesi sonucu üstte su ile çözünmeyen örtü malzemesi kırılarak çökmektedir.
- 4. Yıkılma-bırakma (dropout) obruklar:** Altta karbonatlı kayaçları örten kohezyonlu malzemenin süzülen yağmur suyunun etkisiyle alttaki kayaçların kırık ve çatlaklarına taşınması sonucu bir süre sonra oluşan boşluğun ani olarak çökmesi sonucu oluşur.
- 5. Yayılma (Suffosion) obruğu:** Yıkılma obruğuna benzemesine rağmen örtü malzeme kohezyonsuz olup yağmur suları örtü malzeme sürekli olarak alttaki karbonatlı

kayaçların kırık ve çatlaklarına taşımaktadır. Böylece keskin kenarlardan çok yayvan görünümlü bir obruk morfolojisi oluşmaktadır.

**6. Gömülü (buried) obruklar:** Eski çözünme veya çökme obruklarının zamanla toprakla doldurulduğu yerde meydana gelir. Daha sonra toprak dolgunun sıkışması nedeniyle yüzey çökmesi meydana gelebilir.

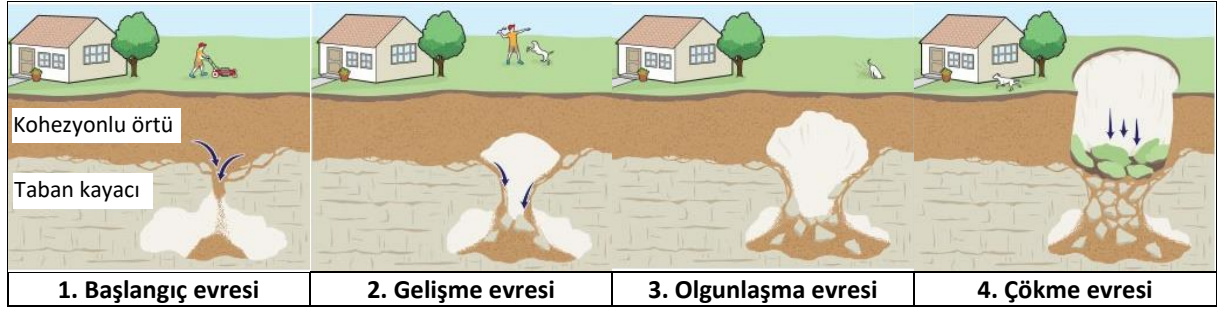
İnceleme alanında İnsuyu formasyonunun içinde karbonatlı kayaçlarla aratabakalı olarak ve İnsuyu formasyonunu örten İncesu ve Tuzgözü formasyonları ile güncel alüvyon ve tarım topraklarında kil miktarı değişken olup hem kohezyonlu hem de kohezyonsuz zeminler vardır. Kohezyonlu ve kohezyonsuz örtü bulunan bölgelerde oluşan obrukların ve çöküntülerin yapısı değişkendir. Daha çok çakıl, kum silt gibi kırıntılılardan oluşan kohezyonsuz topraklarda alttaki karbonatlı kayaçların çatlak ve kırıkları yağışlarla aşağı hareket eden kum ve silt gibi malzemelerle tarafından doldurulmakta olup alttaki boşlukların üzerinde yavaş yavaş yaklaşık dairesel geometrilili değişken boyutlu çukurluklar oluşmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Kohezyonsuz örtü bulunan karstik bölgelerde obruk gelişimi (Galloway ve ark., 1999'dan)

- 1. Başlangıç evresi:** Yağmur suyu yeraltına sızdığına üstteki örtü malzemesi alttaki kayadaki ikincil boşluklar ve çatlaklar vasıtasıyla daha önce oluşan bir boşluğa doğru akar.
- 2. Gelişme Evresi:** Üstten gelen malzeme boru olarak tanımlanan bir sütun oluşturur.
- 3. Olgunlaşma Evresi:** Çözünme ve üstteki malzemenin önemli bir bölümünün aşağıdaki boşluğa hareket etmesi sonucu yüzeyde belirgin çöküntüler gözlenir.
- 4. Çökme Evresi:** Yavaş çökme sonucunda birkaç cm'den onlarca cm boyutlarına ulaşan yüzey çöküntüleri meydana gelir.

Kil bakımından zengin kohezyonlu toprak örtülerin olduğu yerlerde ise yağışlarla aşağıya çok malzeme hareket etmemekte olup alttaki boşluk giderek büyümekte ve ani çökmeler meydana gelmektedir. Bu tip obrukların gelişiminde çökme öncesinde bazen yüzeyde herhangi bir çöküntü meydana gelmediği için önlem almak oldukça zordur (Şekil 8).



Şekil 8. Kohezyonlu örtü bulunan karstik bölgelerde çöküntünün gelişimi (Ferrara, 2020'den)

5. **Başlangıç evresi:** Yağmur suyu yeraltına sızdığına üstteki örtü malzemesi alttaki kayadaki çatlaklar vasıtasıyla daha önce oluşan bir boşluğa doğru akar.
6. **Gelişme Evresi:** Akan toprağın bir kısmı düşer ve boşluğun üzerinde bir kemerin oluşur
7. **Olgunlaşma Evresi:** Boşluk zamanla büyür, ancak kemer sağlam kalır, bu nedenle obruk yüzeyden algılanamaz.
8. **Çökme evresi:** Boşluk üzerindeki kohezyonlu kemer çok incelendiğinde ani olarak çöker ve obruk oluşur.

Şekil 9. Oluştukları kayaç tipi, morfolojik şekillerine göre obruk oluşum türleri

	ÇÖKME-YIKILMA (COLLAPSE)	OTURMA-SARKMA-BÜKÜLME (SAGGING)	YUTULMA-BOĞULMA (SUFFOSION)
ÖRTÜ KAYAÇ (COVER ROCK)	Alttaki çözünebilir karbonatlı / evaporitik kayaçların içindeki mağara ve boşlukların büyümesi çökmesi sonucu üstte su ile çözünmeyen kohezyonlu örtü malzemesi aniden kırılarak çökmektedir.	Alttaki çözünebilir karbonatlı / evaporitik kayaçların içindeki mağara ve boşlukların büyümesi çökmesi ile birlikte üstteki kohezyonsuz örtü malzemesinin bu boşluklara hareket ederek yüzeyde örtü kayacındaki çöküntülerdir.	Kohezyonsuz örtü malzemesinin yüzey suları ile alttaki çözünebilir karbonatlı/evaporitik kayaçların kırık ve çatlaklarına taşınması ve yutulması sonucu ana kayacın yüzeylemesine kadar ilerleyen yayvan kenarlı çökmeler
ANA KAYAÇ (BED ROCK)	Karbonatlı kayaçlar ve/veya evaporitik kayaçlardan oluşan bir bölgede alttaki mağara veya küçük boşlukların giderek büyümeleri ani olarak tavanın çökmesi sonucu oluşan kırıklı, çatlaklı, boşluklu morfolojik yapılar.	Karbonatlı / evaporitik kayaçların yüzey şartlarında yavaş yavaş çözünerek çözünmesi çözünen malzemenin alttaki kırık ve çatlaklara taşınması ile oluşurlar. Yer yer küçük çökmeler meydana gelebilir.	<b>ÇÖZÜLME (SOLUTION)</b> Karbonatlı / evaporitik kayaçların bulunduğu yerlerde çatlaklı, kırıklı ve suda çözünebilir kayaçların yüzey şartlarında yavaş yavaş çözünerek çözünen malzemenin alttaki kırık ve çatlaklara taşınması ile oluşurlar.
TAVAN KAYAÇ (CAP ROCK)	Alttaki karbonatlı kayaçları örten kohezyonlu, sıkı tavan kayacının alttaki kayaçların kırık ve boşluklarının büyümesi sonucu ani olarak çökmesi sonucu oluşur.	Eski çözünme veya çökme obruklarının zamanla kohezyonsuz tavan kayacına ait malzeme ile doldurulduğu yerlerde morfolojik olarak hafif çöküntüler şeklinde gözlenen obruklardır.	

### 3. MATERYAL VE YÖNTEMLERİ

Saha çalışmaları sırasında her km<sup>2</sup> den numune alınarak kimyasal analiz yaptırılmış, analiz sonucuna göre çözünme olasılığı yüksek kayalar tespit edilmiştir. Çalışma sahasında bir güzergah boyunca jeofiziksel yöntemlerden yer radarı ve ERT kullanılarak yeraltındaki boşluklar belirlenmeye çalışılmıştır. Boşluk izlendiği lokasyonda en az 30 metre karotlu sondaj yapılarak boşluk yerleri kesinleştirilmiştir. Bu çalışmalar esnasında uzaktan algılama için sensifly insansız hava aracı, 100MHz kapalı antene sahip Yer Radarı aleti, En az 50-90 metre görüntüleme kapasitesine sahip Elektrik Özdirenç-ERT aleti ve Karaotlu sondaj makinesinden faydalanılmıştır. Kimyasal Analizler ALS firması tarafından yapılmıştır.

Tez hazırlama safhaları;

- 1) Hazırlık çalışmaları,
- 2) Saha çalışmaları ve numune alımı,
- 3) Laboratuvar çalışmaları ve analiz yorumları ve
- 4) Tezin raporlanması

olmak üzere başlıca dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

#### 3.1. Hazırlık Çalışmaları ve Ön İncelemeler

Coğrafi ve topoğrafik özelliklerin ön araştırmalarında inceleme alanında daha önce yapılan bilimsel ve akademik çalışmalar, yerel ve merkezi idarelerce araştırması yapılarak yayınlanmış dokümanlardan yararlanılarak coğrafik, meteorolojik, lojistik, morfolojik, jeolojik hidrojeolojik ve bölgesel olarak deprem, heyelan, su baskını, çığ, kaya düşmesi, karstlaşma ve obruklar gibi veriler temin edilmiştir.

Hazırlık çalışmaları kapsamında sahada bir ön inceleme gerçekleştirilmiş ve sahanın genel morfolojik yapısı, farklı jeolojik birimlerin varlığı, fay ve diğer yapısal unsurların varlığı ve türleri, obruk varlığı veya obruk morfolojisine benzer yapıların varlığı gibi genel bir değerlendirme yapılmıştır. Bu incelemeler sonucunda inceleme alanındaki obruk varlığı, henüz obruk oluşturmamış, fakat ileride oluşturabilecek gömülü yeraltı erime boşluklarının veya hali hazırda oluşmuş fakat topoğrafyada belirgin bir değişikliğe neden olmamış obruk oluşum alanlarının tespiti ve etkisinin belirlenmesi; bu morfolojik yapıların konum, genişlik, risk başlangıç derinliklerinin belirlenmesi ve görüntülenmesi; güzergah boyunca makaslama düzlemi, fay, litolojik, yapısal, stratigrafik ve karstik özelliklerin belirlenmesi için yapılacak çalışma yöntemleri belirlenmiştir.

Çalışma alanını 1/500.000, 1/100.000 ve 1/25.000 ölçekli topoğrafik ve jeolojik haritalar temin edilmiştir. Ayrıca sahada daha önce yapılan uydu çalışmaları ile ücretsiz temin edilebilen Google Earth görüntüleri araştırılmıştır.

### **3.2. Saha Çalışmaları**

Saha çalışmaları jeolojik haritalama, yapısal jeolojik gözlemler, toprak ve kayalık numunesi alımı, yer radarı (GPR) ölçümleri, ERT ve İHA ölçümleri olarak ayrılabilir.

#### **3.2.1. Jeolojik haritalama ve numune alma çalışmaları**

Saha çalışmaları esnasında kullanılmak üzere temin edilen ve MTA tarafından hazırlanarak yayınlanan Türkiye Jeolojik haritalarından Yenikent (Aksaray) bölgesi için 1/100.000 ölçekli Aksaray L31 paftası içindeki 1/25.000 ölçekli Aksaray L31a3, Aksaray L31b4, Aksaray L31c1 ve Aksaray L31d2 paftaları içindeki alanın jeolojik haritası güncellenmiştir.

Söz konusu haritalar üzerine güzergahların yerleri işlenmiş ve güzergahlar boyunca yüzeyde obruk varlığı araştırılmıştır. Yüzeyde ayrıntılı yapısal jeolojik çalışmalar yapılarak tabaka, yapraklanma ve çatlaklar gibi düzlemsel yapılarla, fay ve kıvrım eksenleri gibi çizgisel yapıların konumları ölçülerek haritalara işlenmiş ve farklı deformasyonlara ait veriler uygun jeolojik veri analizi yöntemleriyle değerlendirilerek egemen tektonik eksen konumları hesaplanmıştır.

Belirlenen güzergah boyunca litolojik özelliklerin tespit edilmesi amacıyla her bir km'den 1 örnek alınması planlanmıştır. Saha çalışmaları esnasında önemli yol geçişleri, kanal, menfez, tarihi yapılar gibi fiziksel sınırların olduğu bölgelerde numune alım aralıkları değiştirilmiş olup bazı örnekler arasındaki mesafe 1 km'den farklı olmuştur. Güzergahlar boyunca genellikle tarım arazileri ve meralar bulunmakta olup numune alınabilecek herhangi bir kayalık oluşumu oldukça sınırlıdır.

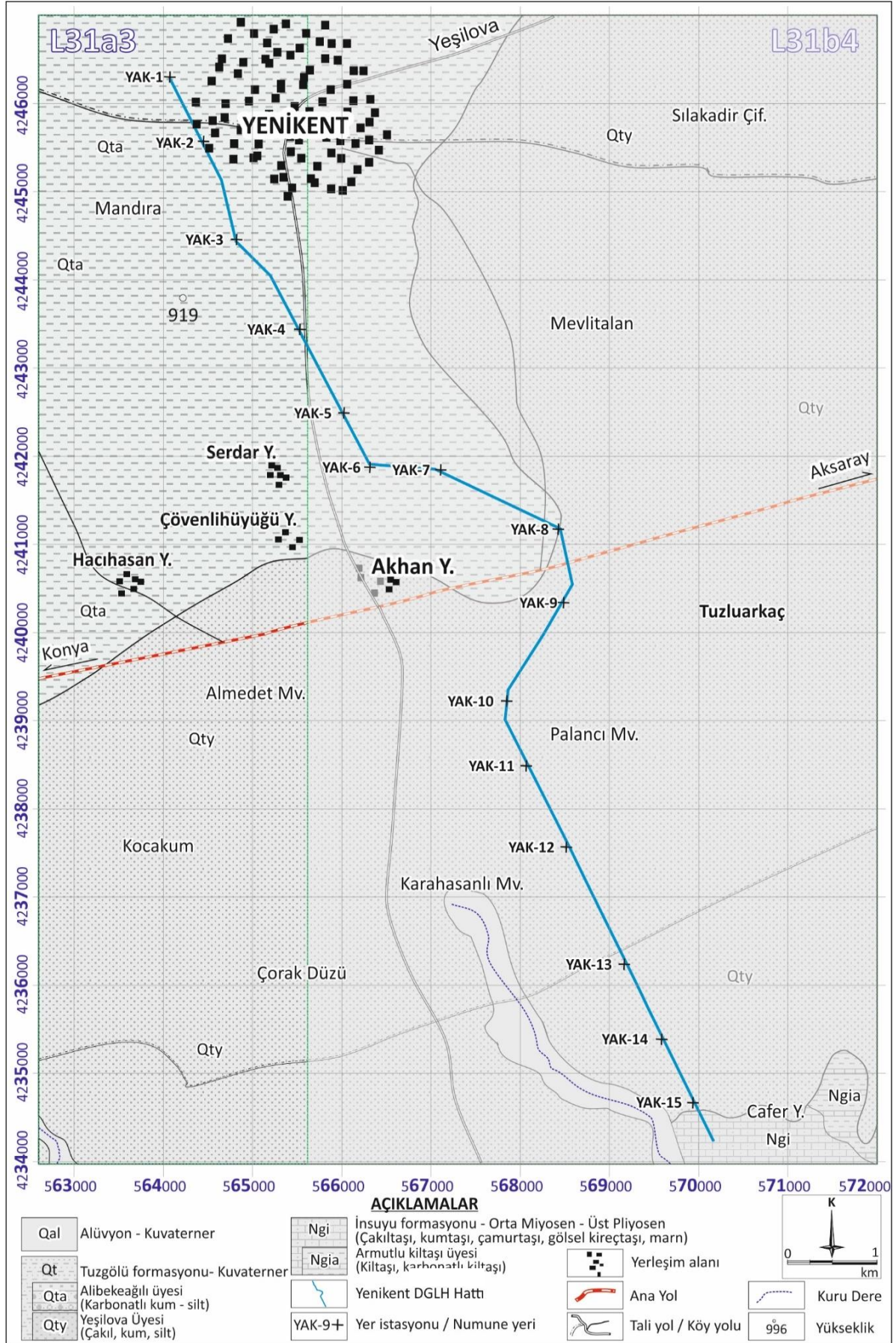
GPR ölçüm çalışmaları esnasında Yenikent (Aksaray) bölgesinden 15 adet numune, alınmıştır.

Yenikent (Aksaray) bölgesi 1/100.000 ölçekli Aksaray L31 paftasının Aksaray L31a3 ve Aksaray L31b4 paftaları içinde toplam uzunluğu 16 km bir güzergahtır. Belirlenen güzergah Yenikent kasabasından başlayarak güneye doğru Akhan Yaylası civarında Konya Aksaray Karayolunu keserek İncesu Kasabası'nın kuzeyine kadar devam etmektedir. Yenikent güzergahı boyunca Tuzgölü formasyonuna ait kayalar yüzeyde olup alına 15 numunenin

8'i Alibekeğılı, 7'si ise Yeşilova üyesine ait karbonatça zengin kırıntılılardır (Tablo 1 ve Şekil 10).

**Tablo 1.** Yenikent bölgesinde örnek alım noktaları, koordinatlar ve gerçekleştirilen analizler

Numune No	X	Y	Z	Kimyasal	XRD
YAK-1	564073,265	4246290,758	934,35	İz element+Si	X
YAK-2	564452,201	4245559,751	934,40	Ana oksit	
YAK-3	564824,281	4244446,824	929,65	Ana oksit	
YAK-4	565534,886	4243428,396	927,60	İz element+Si	X
YAK-5	566029,733	4242480,512	924,10	Ana oksit	
YAK-6	566322,441	4241864,352	922,00	Ana oksit	
YAK-7	567115,240	4241836,123	922,60	İz element+Si	X
YAK-8	568433,356	4241166,795	924,20	Ana oksit	
YAK-9	568494,873	4240332,835	928,70	Ana oksit	
YAK-10	567860,954	4239213,076	931,40	İz element+Si	X
YAK-11	568080,294	4238477,316	925,10	Ana oksit	
YAK-12	568530,174	4237556,570	928,70	Ana oksit	
YAK-13	569183,339	4236227,458	931,65	İz element+Si	X
YAK-14	569602,747	4235376,621	940,35	Ana oksit	
YAK-15	569955,325	4234657,104	945,60	Ana oksit	



Şekil 10. Yenikent bölgesinin jeolojik özellikleri ve numune alım yerleri

Numunelerin alımında örnek noktası işaretlenerek daha önce güzergah belirleme çalışmaları esnasında koordinatları belirlenen ve İHA için yer kontrol noktası olarak toz kireç ile işaretlenen noktalardan örnek alınma özen gösterilmiştir. Alınan numuneler bazen oldukça nemli güzergahta ıslak oldukları için öncelikle kurutulmuş daha sonra kimyasal analizler ve X ışınları kırınım analizleri için uygun ağırlıkta tartılarak numune kaplarına yerleştirilmiştir (Şekil 11).



*Şekil 11. Araziden alınan numunelerin analizler için hazırlanması*



### 3.2.2. Karstlaşma ve Obruk Araştırmaları

#### 3.2.2.1. Karstlaşma ve inceleme alanın karstik özellikleri

Obruk Türkçe kökenli bir kelime olup boru, baca veya kuyu şeklinde, yeni oluşumlarda keskin köşeli, eski oluşumlarında ise daha yayvan görümlü çöküntülerdir. Obruk bir tür karstik yeryüzü şekli olup havzadaki mevcut karstlaşma süreçleri ile oluşan çökme dolinleri yörede ilk oluştuğu Obruk Platosu'ndaki Kızören çöküntüsüne atfen obruk olarak tanımlanmıştır. Konya kapalı Havzası'nda bu tür karstik çökme yapıları çok yaygın olduğundan oluşan her yeni çökme obruk olarak tanımlanmış ve bilimsel literatürde de bu oluşumlar obruk olarak tanımlanmaya başlanmıştır (Arık, 2018).

Slavcada “susuz kayalık dağ” anlamına gelen “**Kras**” kelimesinden veya İtalyanca'daki “**Carso**” kelimesinden türetilmiş olan “**Karst**” deyimini eski Yugoslavya'da Adriyatik Denizi'ne bakan dağlık alandaki kireçtaşı platolarında kireçtaşlarının yüzey ve yeraltı suları ile erimesi ve aşındırılması sonucunda meydana gelen tipik morfolojik yerşekilleri tanımlamak için kullanılmıştır (Sür, 1994). Erimeye uygun karbonatlı, sülfatlı ve klorürlü kayaların çözünmeleri sonucu doğal koşullarda gelişen ve büyüklüklerine göre polye (gölova ya da dağarası ova) dolin (koyak), uvala, düden (subatan), Obruk, U lapy ve mağara gibi yerşekilleri topluluğuna “**karst topografyası**”, karstik yerşekillerinin oluşum süreçlerine ise “**karstlaşma**” denilmektedir (Şekil 2). Karstlaşma yeryüzünü oluşturan dış etkenlerden (akarsu, buzul, rüzgâr, volkan, kıyı jeomorfolojileri) farklı olarak hem yüzey hem de yeraltında birbiriyle bağlantılı büyük bir sistem halinde gelişir (Nazik, 2018; www.geographynotes.com, 2020).

Karstlaşma ve özel olarak obruk oluşumları için başta litoloji ve yapısal jeoloji olmak üzere jeolojik koşullar, yüzey ve yeraltı sularının varlığı ve seviyesi, suların pH, EC, sıcaklık ve hidrokimyasal özellikleri gibi hidrojeolojik koşullar, iklim, yağış, sıcaklık ve buharlaşma gibi meteorolojik koşullar, yükselti, yüzey şekilleri bitki örtüsü gibi coğrafik ve jeomorfolojik koşulların önemli rolü vardır.

Karstlaşmanın gelişebilmesi için en önemli faktör litolojik özellikler olup yerkabuğunun üst kesiminin önemli bir bölümü (yaklaşık %15-20) karstlaşmaya uygun karbonatlı (Ca, Mg, Na karbonatlar: kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn, dolomit, tebeşir, mermer, trona, termonatrit, gaylusit, vb), sülfatlı (Ca, Mg, Na sülfatlar: jips, anhidrit, tenarit, mirabilit, globerit, vb) ve klorürlü (Na, K, Mg klorürler: halit, silvin, polihalit, karnalit, vb) kayalar ve minerallerle kaplıdır.

Ülkemizin özellikle Akdeniz kıyıları olmak üzere bazı iç bölgelerde karstlaşmaya uygun karbonatlı kayalar ve evaporitlerin yaygın olduğu alanlar vardır. Paleocoğrafik, sedimentolojik ve tektonik etkiler de karstlaşmada önemli etkenler olup paleoiklim ve bitki

örtüsü, çökme ortamları ve çökme koşulları, tabakaların konumları, kalınlıkları, derecelenmeleri, tabaka altı, tabaka içi ve tabaka üstü yapılar, kıvrımlar, kayaçların gözeneklilik ve geçirimsizlikleri, kırık, çatlak ve boşluklar ile fayların türü, konumları ve atımları da karstlaşmaya doğrudan etki eden jeolojik koşullardır.

İnceleme alanında oldukça geniş alanlarda yüzeyleyen Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı İnsuyu formasyonu yer yer kırıntılı ara düzeyler içerse de genellikle kireçtaşı, killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, killi kireçtaşı ve marnlardan oluşmaktadır. Bölgede Neotektonik dönemde gelişen yaklaşık GD-KB ve GB-KD doğrultulu normal faylarla İnsuyu formasyonunu oluşturan kayaçlar etkilenmiş olup kırılan kayaçlarda fayların konumlarına göre önemli ölçüde yükselmeler ve düşmeler meydana gelmiştir.

Karstlaşmada en önemli etkenlerden biri yüzey ve yeraltı suları varlığı ve suların seviyesi, sıcaklığı, yeraltı su akım yönü, debi ve suyun hidrokimyasal özellikleridir. Son yıllarda suların kökeni de araştırılmakta olup yüzey kökenli (epijen) ve derin kökenli (hipojen) suların karstlaşmaya birlikte etki ettikleri değerlendirilmektedir (Nazik, 2018). Suların sıcaklık ve çözülmüş karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) içeriği karstik kayaçların çözünmesinde son derece önemlidir. Karbonatlı kayaçlar normal atmosferik koşullarda sınırlı oranda çözünürken  $\text{CO}_2$  bakımından zengin sularla temas etmeleri halinde daha fazla çözünmektedir. Karbonatlı kayaçların kırık ve çatlakları boyunca ilerleyen  $\text{CO}_2$ 'li yeraltısularının düşey doğrultudaki hareketleri çözünebilir kayaçların altındaki çözülme karst taban seviyesi ile bölgenin genel jeomorfolojik taban düzeyi ile sınırlıdır (Nazik, 2018).

Topoğrafik yüzey ile karst taban düzeyi arasında gelişen hidrolojik kuşaklar ve bu kuşakların birbirlerine göre bağıl konumları yeraltındaki boşluk ve mağaraların genel gelişim yönlerini ve büyüklüklerini belirlemektedir. Karst taban düzeyinin (KTD) geçici morfolojik taban düzeyinden (MTD) derinlerde bulunduğu bölgelerde; gerek havalandırma kuşağı (vadoz zon) ve gerekse daimi doymuş zon (freatik zon) ile bu zonun beslenmeye bağlı olarak hem yatay hem de düşey yönde alçalıp-yükseldiği oynama zonu (salınım zonu) gelişir. Karst taban düzeyinin yüzeye yakın olduğu alanlarda sığ yüzeysel karst (geniş polyeler veya gölovalar, uvalalar, büyük dolinler ve obruklar) ile derinliği fazla olmayan, düden veya kaynak konumlu yatay veya az eğimli boşluk ve mağaralar meydana gelir (Nazik, 2018; Şekil 2). Daimi doymuş zonun su kalınlığını belirleyen diğer önemli bir faktör, geçici karst taban düzeyi ile morfolojik taban düzeyi arasındaki yükselti farkıdır. Genel olarak yüzeyden doymuş su zonuna kadar olan havalandırma kuşağında, dikey veya çok eğimli boşluk ve mağaralar gelişmektedir. Bu bölgelerde geçici karst taban düzeyleri üzerinde gelişen salınım bölgesine (oynama kuşağına)

yaklaştıka hidrolik gradyan azalmakta yeraltısularının hareketi yatay doğrultuya dđnüşmektedir. Yeraltısuyu seviyesinin yağışlara bağlı olarak alçalıp-yükseldiği bu salınım bölgesinde, genel olarak uzun ve yatay boşluk ve mağaralar gelişmektedir (Nazik, 2018).

Konya Kapalı Havzası'nın Karapınar Tuzgölü arasında yeraltı suyu akım yönü yaklaşık güneyden kuzeye doğrudur. Yağışlı kış mevsiminden sonra COR<sub>2</sub>R bakımından da zenginleşerek yeraltına süzölen suların etkisiyle yeraltı su seviyesi kısmen yükselmekte, sıcak yaz aylarında evapotranspirasyon (buharlaşma ve terleme) ve tarımsal sulamalar nedeniyle yeniden düşmektedir. İnceleme alanında yeraltı sularında HR<sub>2</sub>RS seviyesi de yüksek olup HR<sub>2</sub>RS zayıf asit karakterli kabul edilmektedir. Suların seviyesindeki oynamalar bölgedeki su-kayaç etkileşimini artıran önemli bir faktördür. Bütün bu faktörlerin birlikte etkilemesi sonucu yeraltında yaygın olarak devam etmekte olan iç karstlaşmaya bağlı olarak karbonatlı kayalardaki kırık, çatlak ve boşluklar genişleyerek bağlantılı boşluklar ve mağaralar haline gelmektedir.

İnceleme alanında yeraltı su seviyesi 1960'lı yıllarda yüzeye oldukça yakın iken devam eden kuraklık ve aşırı yeraltı su kullanımı sonucunda ilk yıllarda birkaç cm olan yeraltı su seviyesi düşümleri 2000'li yıllarda yılda ortalama 1-1.5 metreye yükselmiş son yıllarda yılda 6-7 metreye ulaşarak günümüzde yeraltı su seviyesi yer yer yüzeyden 60-200 m derine düşmüştür. Böylece yeraltındaki boşluklar yatay veya yataya yakın konumlu mağaralara dđnüşmüştür.

Konya kapalı havzası içinde Konya ili Merkez Meram, Selçuklu ve Karatay ilçeleri ile Akören, Çumra, Karapınar, Eskil, Altınekin, Sarayönü, Kadınhanı ve Cihanbeyli, Aksaray ili Eskil ve Sultanhanı ve çevresinde oldukça geniş bir alanda yayılım gösteren İnsuyu formasyonu içinde özellikle Karapınar-Tuzgölü arasında yoğun olarak polye, uvala, dolin, düden, yarıklar vb. karstik yapılar oluşmaktadır.

Karapınar-Eskil arasındaki bölgede geçmişten bu yana obruk oluşumları gerçekleşmesine karşın son yıllarda oluşan obrukların sayısı tehlikeli derecede artmıştır. Yukarıda ayrıntıları ile verildiği gibi geçmişte yeraltı su seviyesinin daha yüksek olması nedeniyle topografik olarak daha yüksek alanlarda meydana gelen obruklar son yıllarda yeraltı su seviyesinin düşmesine bağlı olarak daha düşük alanlarda meydana gelmektedir. Dolayısıyla insanların yaşadığı ilçe ve köylerle yayla olarak tanımlanan küçük yerleşim alanları, tarımsal alanlar, önemli karayolları ve enerji yatırım alanlarında obruklar oluşmaya başlamıştır. Kuraklık ve aşırı yeraltı suyu kullanımı sonucunda 2000'li yıllardan sonra obruk oluşumları çoğalmış olup bölgede 2017 yılı sonu itibariyle 299 obruk oluşumu tespit edilirken (Şekil 4)

2018’de 19 ve 2019’da 20’nin üzerinde ve 2020’nin ilk 9 ayında bilinen 15’in üzerinde yeni obruk oluşmuş ve günümüzde Konya Kapalı Havzası’nda obrukların sayısı 360’ı aşmıştır.

Türkiye’de kuraklık ve aşırı yeraltı suyu tüketimi sonucunda sadece Konya Kapalı Havzası’nda değil komşu havzalarda da obruk oluşumları artmıştır. Geçmişten bu yana karstlaşmanın yaygın olduğu Orta Toroslar’da Antalya ve Mersin illerindeki karbonatlı kayaçların olduğu bölgelerin dışında Konya’ya komşu illerden Karaman, Aksaray, Afyonkarahisar ve Eskişehir’de de obruk oluşumları yaygınlaşmaktadır (Şekil 4). Ayrıca Sivas, Çankırı ve Çorum gibi sülfatlı kayaçların bulunduğu bölgelerde ve münferit olarak Şanlıurfa, Batman ve Siirt’te rastlanan obrukların bazıları yerleşim alanlarını tehdit etmektedir. Obrukların can ve mal kayıplarına neden olmaması ve petrol-doğal gaz, ulaşım ve diğer alt yapıya zarar vermemesi için ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir.

### **3.2.3.2. Obruklarla ilgili genel bilgiler**

Obruk oluşumları oluşum mekanizmalarına göre çok farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Ford ve Williams (1989) tarafından; 1) üstten çözünme, 2) Alttan aşındırma ve 3) yüzücü desteğinin kalkması şeklinde 3 tür obruk oluşum mekanizması önerilmektedir (Şekil 5).

Obruklar (dolin) Jennings (1985) tarafından oluşum şekillerine göre çökme, çözülme, oturma, taban kayaç yenilmeleri ve alüvyal kaynak boşalmalarına bağlı oluşumlar şeklinde beş sınıfa ayrılmıştır. Waltham ve ark. (2005) ise obrukları morfolojik yapıları, taban kayacında veya örtü kayacında oluşması, örtü malzemenin cinsi gibi bazı özellikleri dikkate alarak; 1) çözünme (solution) obruğu, 2) çöküntü (collapse) obruğu, 3) örtü kayacı (caprock) obruğu, 4) yıkılma (dropout) obruğu, 5) yayılma (suffosion) obruğu ve 6) gömülü (buried) obruk olmak üzere altı gruba ayırmışlardır (Şekil 6).

İnceleme alanında İnsuyu formasyonunun içinde karbonatlı kayaçlarla aratabakalı olarak ve İnsuyu formasyonunu örten İncesu ve Tuzgözü formasyonları ile güncel alüvyon ve tarım topraklarında kil miktarı değişken olup hem kohezyonlu hem de kohezyonsuz zeminler vardır. Kohezyonlu ve kohezyonsuz örtü bulunan bölgelerde oluşan obrukların ve çöküntülerin yapısı değişkendir. Daha çok çakıl, kum silt gibi kırıntılılardan oluşan kohezyonsuz topraklarda alttaki karbonatlı kayaçların çatlak ve kırıkları yağışlarla aşağı hareket eden kum ve silt gibi malzemelerle tarafından doldurulmakta olup alttaki boşlukların üzerinde yavaş yavaş yaklaşık dairesel geometrilili değişken boyutlu çukurluklar oluşmaktadır (Şekil 8).

Kil bakımından zengin kohezyonlu toprak örtülerin olduğu yerlerde ise yağışlarla aşağıya çok malzeme hareket etmemekte olup alttaki boşluk giderek büyümekte ve ani çökmeler meydana gelmektedir. Bu tip obrukların gelişiminde çökme öncesinde bazen yüzeyde herhangi bir çöküntü meydana gelmediği için önlem almak oldukça zordur (Şekil 9).

### 3.2.4. Jeofiziksel Araştırmalar GPR (yer radarı) Ölçümleri

Yüzeyde gözlenemeyen boşluk, kırık ve diğer yapısal problemlerin görüntülenmesi bakımından jeofiziksel ölçüm yöntemleri kullanılarak bu tür risk unsurları görünür hale getirilmektedir. Yeraltının yapısını belirleyebilmek için gravite, jeoelektrik, GPR (yer radarı) gibi birçok yöntem birlikte veya ayrı ayrı kullanılmaktadır.

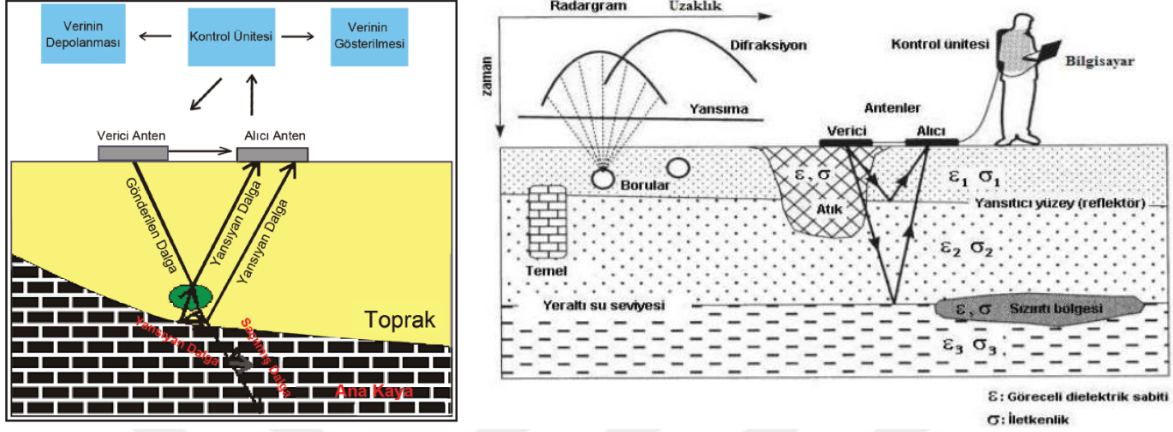
Yer radarı yöntemi, 1980'li yıllardan beri sığ yüzey araştırmalarında sıklıkla kullanılan jeofizik yöntemlerinden birisidir. Yer radarı (GPR) yöntemi, optiksel olarak şeffaf olmayan (örneğin toprak, beton, tuğla duvar, asfalt, taş ya da buz gibi) gömülü ve örtülü nesnelere ya da katmanların yerlerini belirlemek ve haritalamak için yakın yüzey sığ araştırmalarda kullanılan yüksek frekanslı elektromanyetik (EM) jeofiziksel bir araştırma yöntemidir (Demirci, 2012; Koşaroğlu ve ark., 2016; <https://www.radartutorial.eu/>).

Yer Radarı (GPR) yönteminin en önemli avantajları, kullanımının kolay olması, çok hızlı veri toplanabilmesi, veri toplama sırasında çalışma alanında herhangi bir tahribat oluşturmaması ve santimetre düzeyinde yüksek çözünürlüklü iki boyutlu (2B) ve üç boyutlu (3B) yer altı görüntülemenin yapılabilmesidir. Bu yöntemle, yapıların konum ve derinliklerinin çok daha net belirlenebilmesi, özellikle 3B görüntüleme ile karmaşık yapı bölgelerinde aranan özel yapının kararlaştırılması ve oldukça etkin görüntü ile sunulabilmesi özellikleri nedeniyle tüm sığ araştırmalarda, son yıllarda en çok kullanılan jeofizik yöntem olmuştur (Annan, 2000).

Bir yer radarı sistemi; (1) verici ve alıcı anten, (2) diz üstü bilgisayar, (3) kontrol ünitesi ve (4) mesafe ölçerden oluşmaktadır (Şekil 20). Yöntemde yeraltında bulunan farklı jeolojik tabakaların sınırlarından yansımalar elde edilirken, aynı zamanda tabakaların içyapılarına yönelik bilgiler de sağlanmaktadır. Bu yöntemin diğer jeofizik yöntemlere göre en büyük avantajı, belirli bir güzergah boyunca çok hızlı ölçümler alınabilmesi ve yer altındaki değişimleri yüksek çözünürlükle elde edilebilmesi açısından da önemlidir (Erik ve Koşaroğlu, 2017).

Bir yer radarı yer yüzeyinin altındaki verileri elde etmek için elektromanyetik enerji kullanır (<https://www.radartutorial.eu/>). Verici anten (transmitter), yatay doğrultuda elektrik alan vektörüne sahip olup birkaç nano saniyelik bir elektromanyetik sinyal üretmektedir.

İncelenecek bölgeye doğru yönlendirilen ve yer içinde ilerleyen enerji dalgaları herhangi bir boru, duvar, kırık, boşluk, tabaka sınırı vb. yapılar ile karşılaştıklarında yansıma veya saçılmaya uğrayarak tekrar yukarı çıkarlar ve yüzeydeki alıcı anten, kontrol ünitesi ve kayıtcı yardımı ile zamanın bir fonksiyonu olarak kayıt edilmektedir (MTA, 2012; Şekil 12).



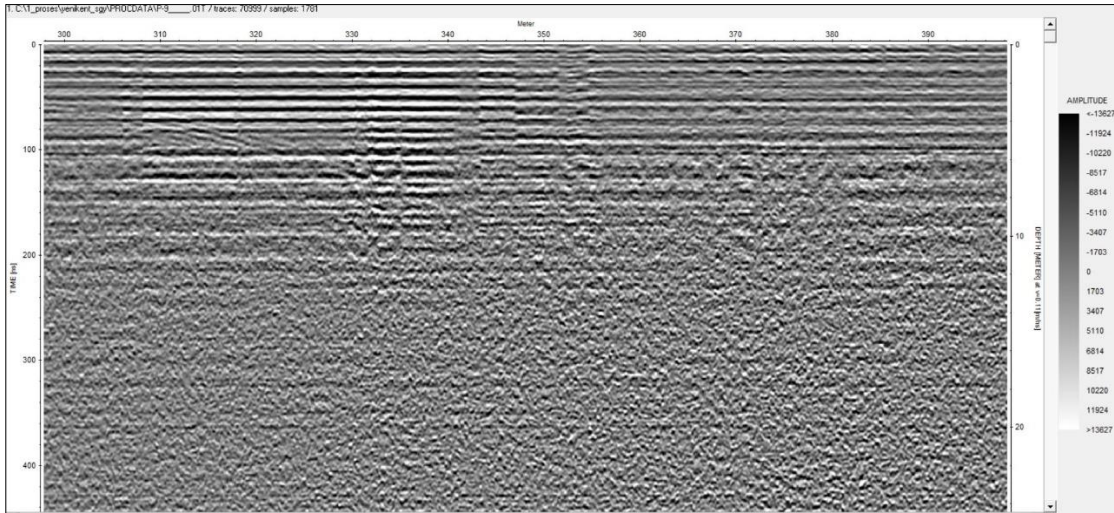
Şekil 12. Yer radarı yönteminin çalışma prensibi (MTA, 2012; Kesemen, 2007).

Gönderim işareti ve yankı işareti arasındaki geçen süreden faydalanarak bu süreksizliğin derinliği belirlenebilmektedir. Yeraltına gönderilen sinyal yer içinde yayılırken küresel yayılımdan dolayı sönülmeye ve saçılmaya uğramaktadır. Sönümlenme (absorpsiyon) yer içine doğru küresel olarak yayılan elektromanyetik dalgadaki enerji kaybından dolayı genlik azalması ile ilgilidir. Saçılma (dispersiyon) ise dalga parametrelerinin frekansa bağlı olması yüzünden elektromanyetik sinyaldeki deformasyonu tanımlamaktadır. Genellikle sinyalin yüksek frekanslı bileşimi, düşük frekanslı bileşimine göre daha fazla sönülmeye uğramaktadır. Bu nedenle elektromanyetik dalgalar frekansa bağlı bir sönülmeye uğrar. Sönümlenme materyalin efektif iletkenliğine (effective conductivity) bağlıdır. Efektif iletkenlik ise gerçek elektrik iletkenliğinin (actual electric conductivity) gerçel bölümü ve dielektrik permitivitenin sanal bölümünün fonksiyonudur (Balanis, 1997).

Yer radarı yöntemi, yeraltına gönderilen 10 ile 2500 MHz arasında değişen yüksek merkez frekanslı elektromanyetik radar darbelerinin yer içinde yayınımları sırasında karşılaştıkları farklı elektriksel ve manyetik özelliklere sahip süreksizliklerden, enerjilerinin bir bölümünün geriye yansiyarak yüzeydeki alıcı anten yoluyla kaydedilmesi ve bu yayılım boyunca geçen toplam sürenin ölçülmesi ilkesine dayanır (Balanis, 1997; van der Kruk et al., 1998). Yer radarı yöntemi, radar tipine ve toprağın yayılma özelliklerine bağlı olarak birkaç on metrelik derinliğe kadar inebilir ve katmanın bir kesiti çıkarılabilir (Şekil 12; <https://www.radartutorial.eu/>).

Yöntemin araştırma derinliği, çalışma amacına uygun seçilen farklı frekanslı antenlere göre değişmektedir. Antenin merkez frekansı arttıkça araştırma derinliği azalmaktadır. Buna karşılık derinlikteki değişimi belirlemedeki düşey ayrımlılık santimetre (cm) hassasiyetine yükselir. Anten frekansı azaldıkça araştırma derinliği artar, buna karşılık da duyarlılık azalmaktadır. Araştırma derinliği, kullanılan anten frekansı ve ortamın iletkenlik değerine göre farklılık göstermektedir (MTA, 2012; Kadioğlu ve Demirci, 2012; Davis ve Annan, 1989). Yerin yüksek çözünürlüklerde haritasının çıkarılabilmesi için cihazın yüksek frekanslarda (500-250 Mhz) çalışması gerekmekte olup anten frekansı ne kadar yükselirse inceleme derinliği de o oranda azalmaktadır. GPR cihazında 100 MHz kapalı anten olması halinde 0-20 m arasındaki derinlikte yüksek doğruluklu sonuçlar üretilebilmektedir. Bu çalışmada anten frekansı 100 Mhz olan GPR kullanılması uygun bulunmuştur.

GPR yönteminde veriler belirlenen doğrultular üzerinde anten düzeneği sabit tutularak önceden belirlenmiş ölçüm aralıkları ile toplanmaktadır. Her bir ölçüm noktasında bir radar izi elde edilmekte olup ölçüm aralığı 0.005-1.0 m arasında değişebilmektedir. Bir güzergah (profil) boyunca tüm ölçüm noktalarındaki radar izleri profil üzerindeki konumları ile sıralandıklarında yatay eksen (x doğrultusu) profil başlangıç noktasına göre m (metre) cinsinden mesafe, düşey eksen (y doğrultusu) yüzeyden itibaren ns (nanosaniye) cinsinden kayıt zamanı olan 2B radar profil kesiti (radargram veya radagram) elde edilmektedir (Şekil 13).



**Şekil 13.** Yenikent (Aksaray) bölgesinde ölçümü yapılan bir profile ait 2B radargram

Yer radarı yönteminde bir noktadaki ölçüm zamanının fonksiyonu olarak alıcı antene ulaşan EM dalgasına ait genlik değerleri olup “radar izi” veya “EM dalga alanı” olarak tanımlanmaktadır. Bazı durumlarda değerlendirmeyi kolaylaştırmak için EM dalga alanındaki genlikler büyüklüklerine göre renklendirilebilir ve yapılan renklendirme genlik-renk cetveli ile

açıklanabilmektedir (Kadioğlu ve Demirci, 2012). Bu çalışmada renklendirme yapılmamış olup gri renk tonlaması yeterli görülmüştür. GPR çalışmaları alansal olarak yapılmışsa elde edilen 2B radargramlar kullanılarak alanın 3B görüntüsü oluşturulabilmektedir. 3B veri hacmi ile derinlik düzlemleri, iz düzlemleri ve profil düzlemleri olarak veya birden fazla düzlemlerin bir araya geldiği dilimler şeklinde interaktif görüntüleme ile sunulabilmektedir (Kadioğlu ve Kadioğlu, 2004). Bu çalışma bir güzergah üzerinde yani çizgisel olarak gerçekleştirildiği için 3B görüntüler oluşturulmamıştır.



**Şekil 14.** Yenikent bölgesinde GPR ölçümü yapılan profillerin Google Earth üzerindeki görünümü

GPR ölçümlerinde belirlenen güzergah boyunca arazi tipi 4\*4 traktöre özel bir düzenekle bağlanan Geoscanners marka Akula 9000-C 100 Mhz anten frekansına sahip olan GPR cihazı kullanılmıştır (Şekil 15). Harici 12V DC akü ile çalışan GPR cihazında 16 bitlik veri kullanılmakta olup haberleşme hızı 700 kb/s'den büyük olup veri transfer hızı 4 Mbit/s'dir. Veri işlemlerinin yorumlanmasında Zemin Vision yazılımı ile uyumlu çalışmaktadır.

Ölçümlerde belirlenen güzergah ortada kalacak şekilde güzergah boyunca GPR cihazı 3 km/s hızla yavaşça ilerleyen traktör ile sürüklenmiştir. Yukarıda da değinildiği gibi traktörün ilerleyemediği alanlarda GPR cihazı sahadaki ekip tarafından elle sürüklenmiştir.

GPR ölçümleri ile kaydedilen veriler ReflexW yazılımı (Sandmeier, 2002) ile değerlendirilmiştir. 2-Boyutlu olarak alınan yer radarı ölçümlerinin değerlendirilmesi neticesinde elde edilen sonuçlardaki anomalilerin (belirtilerin), alandaki gözlemsel incelemelere de dikkat ederek veri işlemleri yapılmış ve 2-Boyutlu ham radargramlar elde edilmiştir. Genellikle ham GPR kesitlerinden yeraltındaki yapısal durumun izlenmesi oldukça zordur. Dolayısıyla ham GPR verileri; Move start time, Time cut, Back ground removal,



Subtract-mean (dewow), Bandpass frequency, Energy Decay, Running average, Diffraction stack olarak sırlanabilecek veri işlem aşamalarından geçirilmiştir.



**Şekil 15.** Yenikent (Aksaray) bölgesi yer radarı (GPR) ölçüm çalışmalarında kullanılan GPR Cihazı ve GPR ve İnsansız hava aracı (İHA) Ölçüm çalışmaları

Uygulanan temel veri işlem adımlarından Energy Decay (enerji azalımı); elektromanyetik dalganın yayıldığı ortamda uzaklığa bağlı olarak genlikteki azalımı geri kazanmak için uygulanan bir süzgeçleme işlem olarak gerçekleştirilirken ölçüm profilindeki tüm izlerden bir enerji azalım oranı hesaplanmaktadır. Daha sonra bu azalım eğrisi ile her bir noktanın genlik değeri bölünerek her bir izin genlik ayarlaması yapılmaktadır.

Bu süzgeç, iz üzerinde aşağıya doğru ilerledikçe genliklerde belirli bir büyümeye sebep olmaktadır. Çünkü elektromanyetik dalgalar daha uzak mesafelere ilerledikçe ortam içerisinde daha fazla enerji kaybetmektedirler. Diğer bir veri işlem uygulaması olan Dewow (ortalama bileşenlerin çıkarılması); izden düşük frekanslı dalgaların atılmasını sağlamaktadır. Bunu matematiksel olarak yaparken, hareketli ortalama değeri (running mean value) bulmak için zaman penceresi seçimi önemlidir.

Bu süzgeç veriden yararlı bilgileri de uzaklaştırabileceği için bu aşamada oldukça dikkatli bir şekilde işlemler gerçekleştirilmiştir. Sıfır ortalama (zero mean) olarak ta adlandırılan Subtract DC-shift, zamanda oluşan sabit bir kaymanın çıkarılması işlemidir. Son olarak uygulanan Background removal; GPR verilerinin çözümlenmesinde önemli bir adım olarak düşünülmektedir.

GPR verilerinde genellikle uyumlu gürültünün genel bir türü olan “ringing etkisi” gözlenmekte ve radargramlardaki sinyalleri olumsuz olarak etkilenmektedir. Ötesinde bu tür izlerde uyumsuz gürültünün kuvvetli olduğu zaman ringing etkisi uzaklaştırılmamakta ve daha derin yapıları tamamen maskeleymektedirler. Bundan dolayı kesitlerde yatay ve periyodik olaylar olarak görülen ringing; veri işleme kaldırılması gereken en önemli olaylardan birisidir Kim ve ark. (2007). Yansıma olayları; daha rastgele ve daha az ilişkili olduğunda, ringing etkisinin, tüm GPR kesiti boyunca hemen hemen uyumlu olduğu kabul edilerek, sadece ringing gürültüsünü içeren bir iz için tüm kesitin ortalama bir izi dikkate alınmıştır. Kim ve ark. (2007) tarafından önerilen kabul ışığında, bu ortalama izin basit bir şekilde çıkarılmasıyla radargramda ringing etkisinin yatay görünümü giderilmiştir.

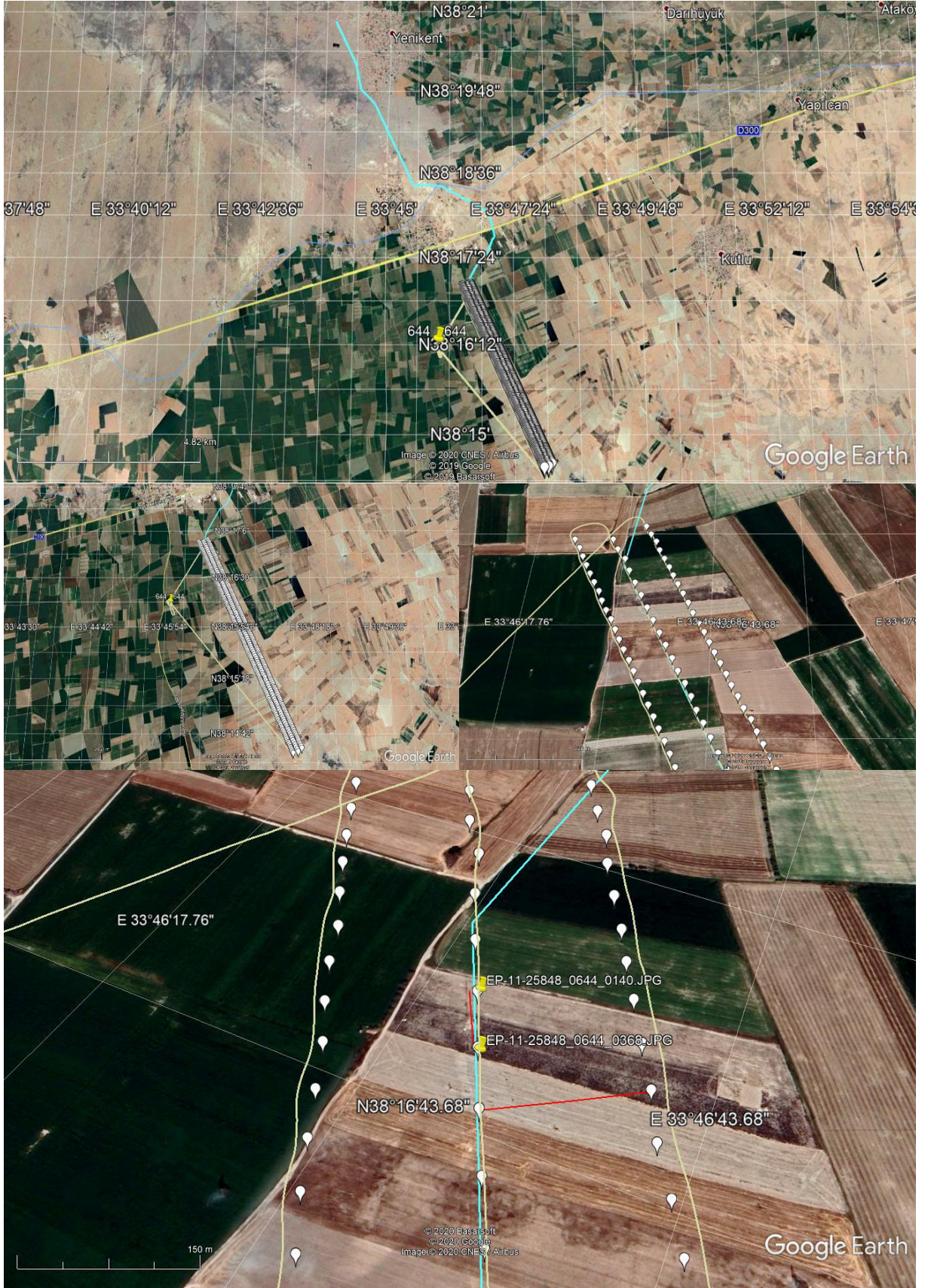
Daha sonra sahada gözlenen jeolojik, yapısal jeolojik, stratigrafik ve sedimantolojik bilgilerle birlikte yorumlanmıştır. Güzergahtın her iki yanında da alınan yer radarı ölçümleri üzerinde gerekli veri işlemleri yapılarak güzergahlar boyunca makaslama düzlemi, küçük faylar, diğer çeşit yeraltı boşlukları gibi yeryüzüne yakın litolojik, yapısal, stratigrafik ve karstik özelliklerin belirlenmesi ve obruk oluşumuna sebep olabilecek (kırık-çatlaklı veya gözenekli) farklılık gözlenen kesimler tespit edilmeye çalışılmıştır.

### **3.2.5. Uzaktan Algılama (İHA) Ölçümleri**

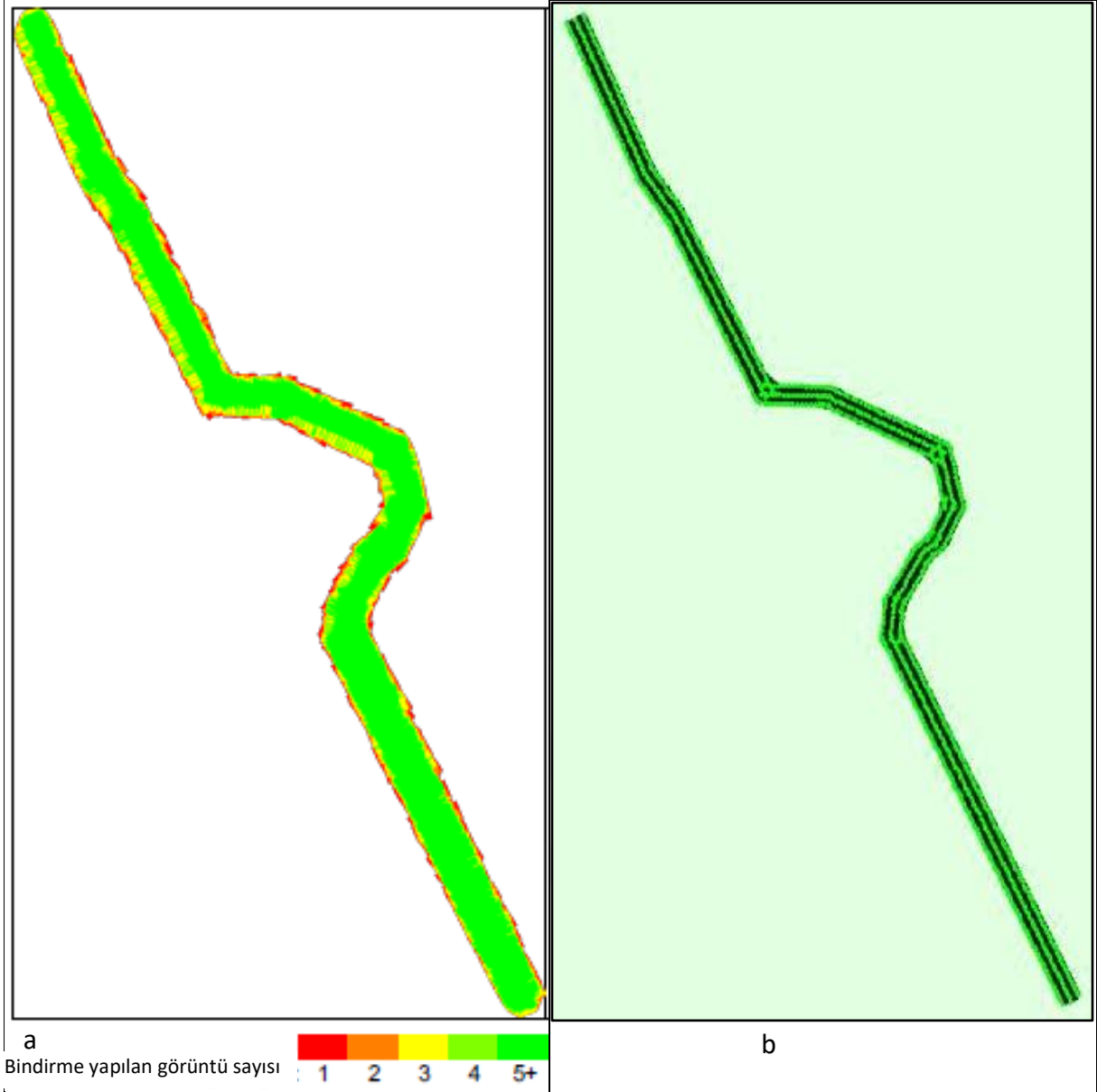
Bölgeye ait Google Earth görüntülerinin yanısıra sabit kanatlı insansız hava aracı (İHA) ile ölçümler yapılmıştır. İHA ölçümlerinde 2 kişilik harita mühendisi ekibi ile çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ölçümler belirli bir çizgisel güzergah üzerinde gerçekleştirileceğinden güzergahtın her iki yanından da ek uçuşlar yapılmasına karar verilmiş olup belirlenen uçuş güzergâhı üzerinde birbirine paralel 3 uçuş gerçekleştirilmiştir. Uçuş güzergâhları arasındaki mesafe ortalama 150 m olarak belirlenmiştir.

Öncelikle GPS donanımı olan yer kontrol noktası tesis edilerek İHA ile eşleşme sağlanmıştır (Şekil 15). Daha sonra yer kontrol noktasındaki dizüstü bilgisayardaki yazılım üzerinde belirlenen uçuş güzergâhı teyit edilmiştir. Ölçümlerde SenseFly Marka 24 mpx kameraya sahip ortalama 5.2 cm mekânsal çözünürlük (GSD) değerine sahip sabit kanatlı İHA kullanılmıştır (Şekil 15).

İstenilen nitelikte ortomozaik elde edilebilmesi için uçuş güzergâhı doğrultusu boyunca her 50 m’de bir ortofoto çekilmiştir. Bu yolla Yenikent (Aksaray) çalışma sahası üzerinde kalibrasyonu yapılan 981 adet fotoğraf çekilmiştir. Coğrafi olarak konumlandırılan ve kalibre



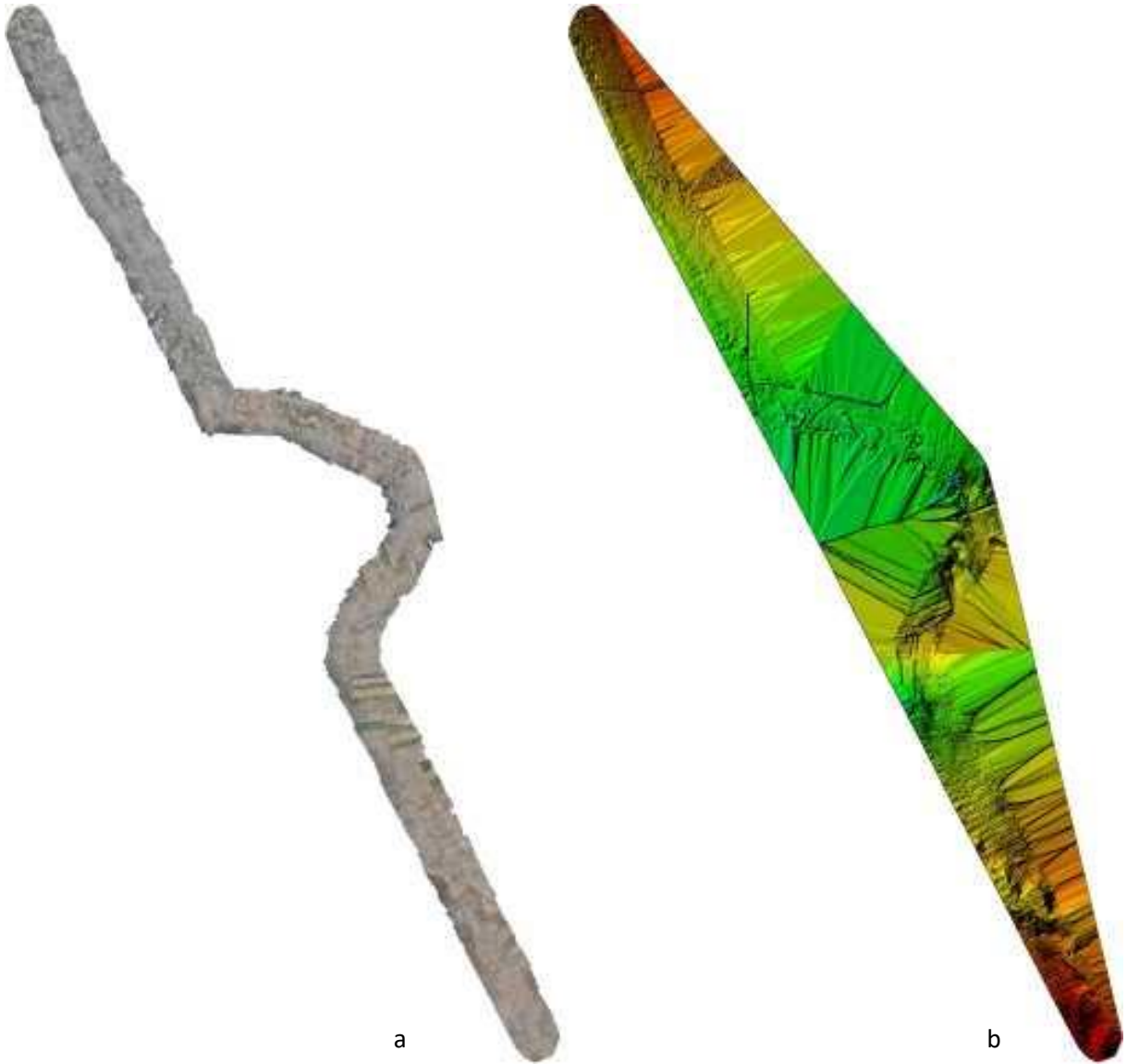
**Şekil 16.** Yenikent bölgesi İHA ile çekilen ortofotoların Aksaray – Konya Yolumun güneyinde Google Earth konumları, çekilen fotoğraflar (aralık 50 m) ve güzergahlar arasındaki mesafeler (150 m).



**Şekil 17. a)** Çekilen görüntülerin çakıştırılma planı. Kırmızı ve sarı alanlar, zayıf sonuçların ortaya çıkabileceği düşük örtüşmeyi gösterirken yeşil alanlar, her piksel için 5'ten fazla görüntünün çakıştığı alanlardır. **b)** Eşleşen (çakışan) görüntüler arasında bağlantı bulunan ve hesaplanan görüntü konumlarının üstten görünümü. Bağlantıların koyuluğu, görüntüler arasındaki eşleşen 2B anahtar noktalarının sayısını gösterir. Parlak alanlar zayıf bağlantıları göstermekte olup manuel bağlantı noktaları veya daha fazla görüntü gerektirir.

edilen 981 görüntüden 385'i uygun olmayan görüntü olarak etiketlenmiştir. Çekilen her fotoğraf için ortalama 6266 adet 2B anahtar nokta tesis edilmiştir. Güzergahtın uçuş doğrultusu boyunca çekilen fotoğraflarda % 80 yanal yöndeki paralel güzergahta çekilen fotoğraflarda % 60 bindirme yapılarak görüntülerdeki eğiklik dönüklükle ilgili problemler en aza indirilmiş ve gerçek yüzeye çok büyük oranda doğruluk arz eden görüntü elde edilmiştir. Ortomozaikte her bir piksel için hesaplanan örtüşen görüntü sayısına göre renklendirmeler yapılmış olup yeşilden kırmızıya doğru örtüşme zayıflamaktadır. Yeşil alanlar en az 5 görüntünün çakıştığı alanları

gösterirken kırmızı alanlarda sadece 2 görüntü çakışmaktadır (Şekil 17a ve b). Yenikent bölgesinde en çok örtüşen fotoğraflar seçildikten sonra güzergahlar boyunca % 80 ve paralel güzergahlar arasında % 60 görüntü bindirmesi yapılarak ortomozaik elde edilmiştir (Şekil 18 a). Ortomozaik üzerinde üstten (XY) önden (XZ) ve yandan (YZ) ölçümü yapılan ve çakışan 2B anahtar noktalar eşleştirilerek sayısal yüzey modeli oluşturulmuştur (Şekil 18 b). Her görüntü için ortalama 62666 anahtar nokta belirlenmiş olup eşleştirilen her iki görüntü için ortalama 28711 adet 2B anahtar nokta örtüştürülmüştür. Sayısal yüzey modeli kullanılarak sayısal yüksekliğe göre eş yükseklik haritaları çizilmiştir.



**Şekil 18.** *a)* Yenikent (Aksaray) bölgesinde birbirine paralel olarak belirlenen 3 uçuş güzergâhında çekilen fotoğrafların eşleştirilmesiyle elde edilen ortomozaik, *b)* Ortomozayığe karşılık gelen aralıklı Sayısal Yüzey Modeli (DSM).

### 3.3. Laboratuvar Çalışmaları ve Analizlerin Yorumlanması

Bu çalışma kapsamında saha gözlemlerinin yanısıra kayaç ve toprak numuneleri alınarak alınan numunelerin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal analizleri yapılmıştır. Saha çalışmaları ve numune alma bölümünde de açıklandığı gibi petrografik ince kesit yapılabilecek kayaç numuneleri oldukça azdır.

#### 3.3.1. Mineralojik – petrografik analizler

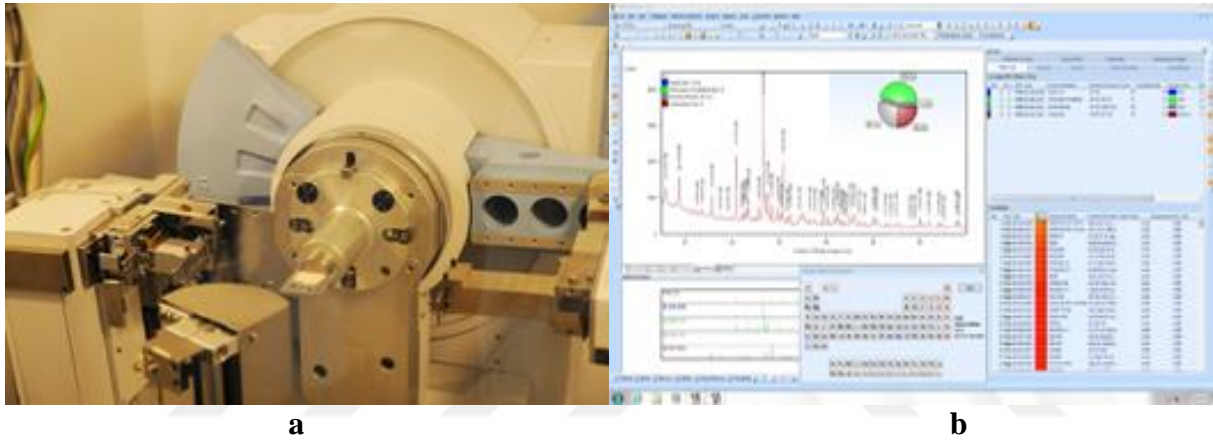
Saha çalışmaları esnasında petrografik analizi yapılabilecek kayaç oluşumunun oldukça az olduğu ve bölgenin genellikle ayrık ve ince taneli zemin malzemesi üzerinde yer aldıkları tespit edilmiştir. Dolayısıyla alınan toprak örneklerinde petrografik ince kesitler yerine optik mikroskopik yöntemleri ile belirlenemeyecek kadar küçük tane boyutuna sahip minerallerin tanımlanmasında yaygın olarak kullanılan bir teknik olan X Işınları Kırınım (X Ray Diffractometer: XRD) analizlerinin yapılmasına karar verilmiştir. XRD analizleri için sahadan derlenen toprak numuneleri Konya Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği laboratuvarlarında tartılmış, numuneler aşırı nemli oldukları için laboratuvarında doğal kurumaya bırakılarak kurutulmuş ve daha sonra çeyreklerek analize hazır hale getirilmiştir.

XRD analizleri MTA Genel Müdürlüğü Mineraloji-Petrografi Laboratuvarı (Ankara)'nda yapılmıştır. XRD analizi yapılacak numune, uygun tane boyutunda öğütülerek toz haline getirilerek XRD analiz cihazları ile analiz edilmektedir. X-Işını Kırınım yöntemi (XRD), her bir kristalen fazın kendine özgü atomik dizilimlerine bağlı olarak, X-ışınlarını karakteristik bir düzen içerisinde kırması esasına dayanır. Her bir kristalen faz için bu kırınım profilleri o mineral için karakteristik olduğu için minerallerin kolaylıkla tayin edilmesi mümkün olmaktadır. MTA Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında XRD analizleri Bruker D8 Advance, Panalytical X'Pert Powder ve Philips PW 1830 marka model cihazlar ile yürütülmektedir (Şekil 19a).

Standart kalitatif XRD analizlerinde numuneler Ni filtreli 1.544 Å dalga boyuna sahip Cu X-ışın tüplü cihazlar en fazla 60 KV ve 50 mA ile 2-70°P arasında analiz edilmekte, elde edilen X-ışın difraktogramları ASTM standartlarına göre yorumlanmaktadır. Standart XRD analizleri ile tanımlanmaları mümkün olmayan kil grubu mineralleri için zenginleştirme işlemi uygulanarak kalitatif XRD detay kil analizleri yapılmaktadır. Bu yöntemde standart analiz sonrası zenginleştirilen numuneler Ni filtreli Cu X-ışın tüplü cihazlar ile 2-40°P arasında normal, etilen glikollü ve fırınlamalı (550 °C) olarak analiz edilmekte, elde edilen X-ışın difraktogramları ASTM standartlarına göre yorumlanmaktadır. Kalitatif analizler önceden

hazırlanan ICDD kartları veya bu amaçla geliştirilen yazılımlar kullanılarak analiz edilen minerallerin tayin edilmesi esasına göre de yapılabilmektedir. Minerallerin oranları (kantitatif XRD analizi) Rietveld metodu kullanılarak hesaplanmaktadır (Şekil 19b). Uygulanan metot ile yüksek çözünürlüklü Pixel tabanlı detektörden alınan difraktogramlar üzerinde, kristal yapı dosyalarını içeren veri tabanları kullanılarak gerekli pik düzeltmeleri yapılmakta ve standart sapma oranları ile birlikte minerallerin % oranları verilmektedir (<https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/xrd>).

Laboratuvarla yapılan görüşmede XRD analizi yapılacak her bir numune için uygun boyutta öğütülmüş asgari 20 gr numune gerektiği belirlenmiş ve numuneler tartılarak uygun numune saklama poşetlerine konularak etiketlenmiş ve laboratuvara gönderilmiştir.



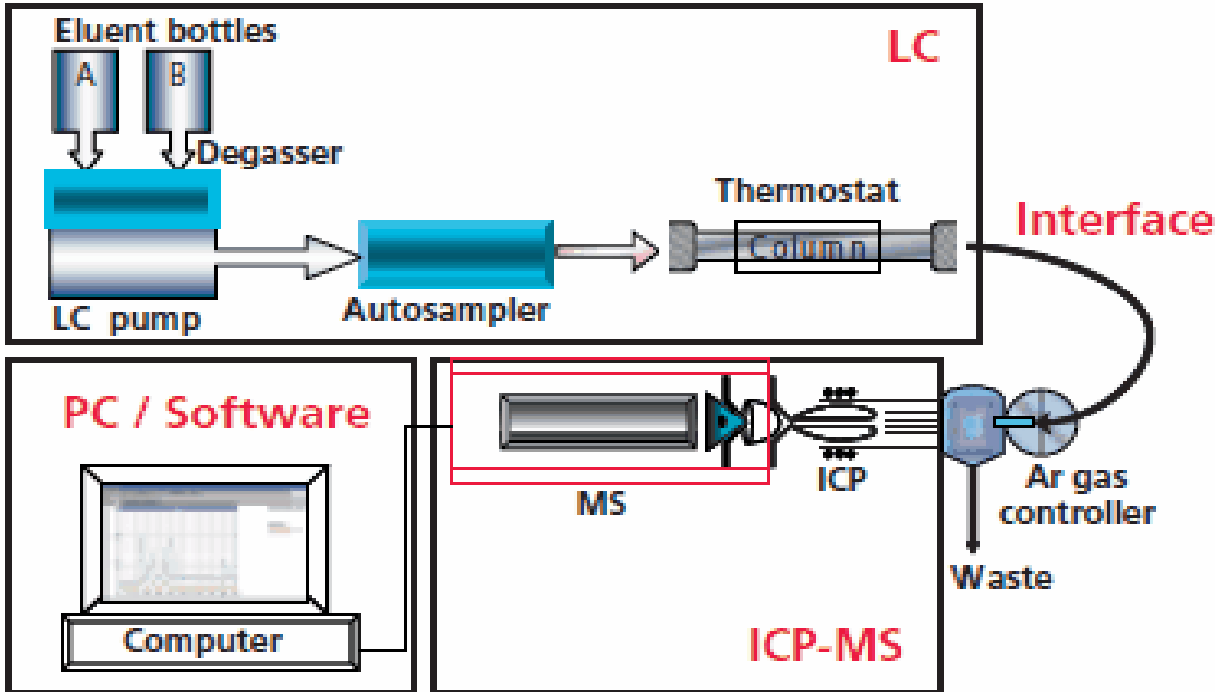
**Şekil 19.** a) MTA Genel Müdürlüğü Mineraloji-Petrografi laboratuvarında XRD analizi için kullanılan Panalytical X'Pert Powder XRD Analiz Cihazı, b) Kantitatif analizde kullanılan Rietveld Analiz yazılımı (<https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/xrd>, 2020)

### 3.3.2. Jeokimyasal analizler

Obruk oluşumunda en önemli parametrelerden biri olan kayaçların eriyebilir özellikte karbonat miktarının belirlenmesi amacıyla kayaç ve toprakların jeokimyasal özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Saha aştırmaları esnasında çok az sayıda kayaç oluşumuna rastlanmış olup çok büyük oranda toprak örnekleri derlenmiştir. Alınan toprak numunelerinde ana oksit, iz element ve Nadir Toprak Elementi (NTE) analizleri yapılmıştır (Tablo 1-8).

Jeokimyasal analizler için hazırlanan toprak numunelerinin analizleri uluslararası alanda oldukça çeşitli ve doğru analizler yapan ALS Global firmasının Türkiye temsilcisi olan ALS Laboratuvar Hizmetleri firması aracılığı ile yaptırılmıştır. Yenikent bölgesinden alınan toprak numuneleri makro gözlemlerde genellikle birbirine benzemekte olduğundan kimyasal analizlerde numuneler için ICP-AES (Inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy: İndüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektroskopisi) ve ICP-MS

(Inductively coupled plasma mass spectroscopy: İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi) gibi farklı analiz yöntemleri uygulanmıştır. ICP yöntemi belirli bir elementin karakteristik dalga boylarında elektromanyetik radyasyon yayan uyarılmış atomlarını ve iyonlarını üretmek için indüksiyonla birleşmiş plazmayı kullanan bir tür emisyon spektroskopisidir. Alev sıcaklığı 6000 ila 10.000 K aralığında olan bir alev tekniğidir. Oluşan emisyonun yoğunluğu, numunedeki elementin konsantrasyonunun bir göstergesidir. ICP-AES; ICP ve optik spektrometreden oluşmaktadır. ICP meşalesi, 3 eş merkezli kuvars cam tüpten oluşur. Radyo frekansı (RF) jeneratörünün çıkışı veya "iş" bobini bu kuvars meşalenin bir kısmını çevreler. Argon gazı tipik olarak plazmayı oluşturmak için kullanılır. Oluşan plazma optik birim(ler) içinde, ışığın farklı dalga boylarına (renklerine) ayrılmasından sonra, ışık yoğunluğu, bir foto çoğaltıcı tüp veya fiziksel olarak söz konusu her bir element çizgisi için çok özel dalga boylarını "görüntülemek" için konumlandırılmış tüplerle ölçülür veya daha modern birimlerde, ayrılan renkler, yük bağlaşımlı aygıtlar (charge coupled devices-CCDs) gibi bir dizi yarı iletken fotodetektöre düşer. Bu detektör dizilerini kullanan birimlerde, tüm dalga boylarının yoğunlukları (sistemin kapasitesi dahilinde) eşzamanlı olarak ölçülebilir, böylece birim cihaza aynı anda her elementin hassas analizini sağlar (Şekil 20; <https://tr.wikipedia.org/>, 2020).



Şekil 20. ICP-MS (Inductively Coupled Plasma, Mass Spectrometry) cihazı çalışma prensibi

Numunelerin 10 adedinde ICP-AES analitik cihazı ile ana oksit ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SrO}$  ve

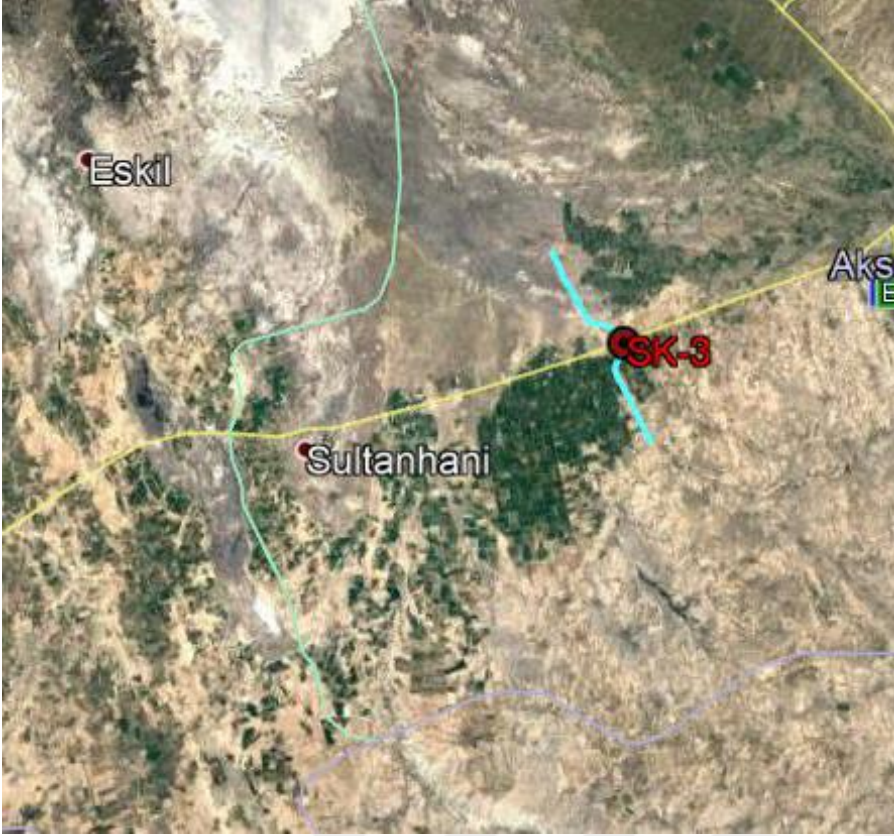


TiOR<sub>2</sub>R) analizlerinin yapıldığı tüm kayaç analiz paketi (ME-ICP06) kullanılmıştır. Aynı numunelerde kızdırma kaybı (Ateş Zayıyatı/Kızdırma Kaybı: Loss On Ignition) analizleri için IOOC (LOI) analiz paketi uygulanmıştır. Toprak numunelerinin 5 adedinde ise iz elementler ve nadir toprak elementlerinin (Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Ho, In, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, N, Nd, Ni, P, Pb, Pr, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sm, Sn, Sr, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr) analizlerinin yapıldığı peroksit füzyon-ICP-AES (ME-ICP8 lx) ve 4A çoklu element + NTE analiz paketi ICP-MS (ME-MS6 lr) kullanılmıştır. İz elementler içinde analiz edilemeyen Si analizleri için bu numunelerde ayrıca Silikon - Peroksit Füzyon - ICP-AES (Si-ICP8 lx) paketine göre silisyum analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarının toplam değerlerinin hesaplanarak hassasiyet ve doğruluğun test edilmesi için toplam hesaplama (TOT-ICP06) yöntemi kullanılmıştır.

Analiz sonuçları yorumlanırken iz element konsantrasyonları şeklinde analizi yapılan ana elementler oksit konsantrasyonlarına dönüştürülmüş ve bütün sonuçlar parametrik ve çok değişkenli istatistiksel analizlerle değerlendirilmiştir. Parametrik istatistiksel analizlerde ortalama, ortanca, standart sapma, standart güzergaha, student t testi, anakitle tahmin testleri vb analizler gerçekleştirilerek yorumlanmıştır. Çok değişkenli istatistiksel analizlerde ise başta elementlerin birbiri ile ilişkilerinin olup olmadığını belirten korelasyon analizleri yapılarak korelasyon varsa ilişkinin şekli, yönü ve kuvveti hesaplanmıştır. Daha sonra ortak korelasyon katsayıları kullanılarak elementler arasında bir kümelenmenin varlığının belirlenmesi amacıyla küme (cluster) analizleri yapılmış ve yorumlanmıştır. Son olarak çok değişkenli faktör analizi yapılarak elementlerin sahadaki bulunuşlarına etki eden jeolojik faktörler tartışılmıştır.

### **3.4. Sondaj Çalışmaları**

Yenikent (Aksaray) bölgesinde yapılan jeolojik, mineralojik, petrografik çalışmalar ile yer radarı çalışmaları sonucunda belirlenen anomali noktalarında sondajlı araştırma çalışmalarına karar verilmiştir. Tez kapsamında toplam 30 m sondaj çalışması planlandığı için sahada büyük olasılıkla boşluk bulunan anomali noktaları arasından seçilen 1 noktadan sondaj çalışması gerçekleştirilmiştir (Şekil 21). Sondaj noktası belirlenirken jeolojik birimlerin litolojik özellikleri dikkate alınmıştır.



*Şekil 21. İnceleme alanında sondaj yapılan noktaların Google Earth üzerindeki konumları*

Yenikent (Aksaray) bölgesinde GPR çalışmaları ile boşluk olduğu belirlenen alternatif 4 nokta için sahada yapılan araştırmalarda Konya – Aksaray karayolunun güneyindeki bölümlerinde tarımsal ürün bulunduğu için tarımsal ürün olmayan Konya-Aksaray Karayolu'nun kuzeyindeki P9-3 alt GPR profili üzerindeki anomali noktası (SK-3) sondaj noktası olarak belirlenmiştir (Şekil 21, 22 ve 23).



*Şekil 22. P9\_3 anomali üzerinde yapılan sondaj (SK-3) çalışması*

Sondaj derinliklerinin tespitinde ise GPR çalışmaları ile yüzeyden itibaren 20-25 m'ye kadar sağlıklı veri alınabilirken daha derinlerde bulunan boşluk ve diğer anomaliler net olarak belirlenemediğinden en az 30 m'lik sondaj derinliklerinin olması gerektiği kararlaştırılmıştır. Yenikent (Aksaray) bölgesindeki P9\_3 alt profilindeki SK-3 sondajı Tuzgölü formasyonunun altındaki birimlerin belirlenebilmesi için 30 m'den daha derin olarak 40 m derinliğinde açılmıştır.

Sondajımız doğrudan zemin özellikleri ve boşlukların araştırılması amacıyla yapıldığı için standart zemin etüdünden farklı olarak HQ serisi karotiyerle ilerleme yapılmıştır. İlerlemeler esnasında zeminde olağandışı bir durum gelişmediğinden 3 m'lik HQ serisi tijler kullanılmıştır. Zemin kırıntılı ve killi olduğu için Standart Penetrasyon (SPT) deneyleri yapılmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Sondaj açımında kullanılan makine ve ekipman listesi

<b>Makine tipi ve modeli</b>	Rotary/MS 750
<b>SPT Aracı</b>	Otomatik
<b>Pompa</b>	135 lt/sn debiye ve 700 psi basınç oluşturma yetisine sahip Tripleks/Hidrolik
<b>Ekipman</b>	1 adet HQ Wireline karotiyer
	40 adet HQ 3 metrelik tij
	20 adet Bw tij (SPT-UD)
	20 adet HW (Muhafaza) 1.5 metrelik tij
	1 adet BST sehpa ve HQ Wireline çiftli paker
	Anahtar, başlık, bağlantı ekipmanı ve yedekleri

Sondaj açımı esnasında karotiyerle alınan numuneler karot sandıklarına yerleştirilmiş olup SPT yapılan yerlerden sondaj açımı esnasında belirlenen farklı litolojik özellik gösteren karotlardan deney yapımı için numuneler alınmıştır.



*Şekil 23. Karot sandıklarına yerleştirilen karotların görünümü (SK-3)*

#### **4. ARAŞTIRMA BULGULARI**

Yenikent (Aksaray) ve yakın çevresinde yapılan saha ve laboratuvar çalışmalarında elde edilen bulgular 1) Genel Jeoloji, 2) Mineralojik-petrografik analizler, 3) Jeokimyasal Analizler, 4) GPR Araştırmaları 5) İHA ölçümleri 6) Araştırma sondaj çalışmaları 7) ERT çalışmaları olmak üzere 7 ana başlıkta ele alınmıştır.

##### **4.1. Genel Jeoloji**

İnceleme alanının jeolojik ve yapısal jeolojik özelliklerinin anlaşılabilmesi bakımından sadece araştırma yapılan güzergâhın değil aynı zamanda inceleme alanının içinde bulunduğu Konya-Aksaray arasındaki bölgenin jeolojik özelliklerinin de ortaya konulması gerekmektedir. Dolayısıyla Genel jeoloji bölümü Bölgesel Jeoloji ve İnceleme Alanın Jeolojisi olmak üzere 2 alt başlıkta ele alınmıştır.

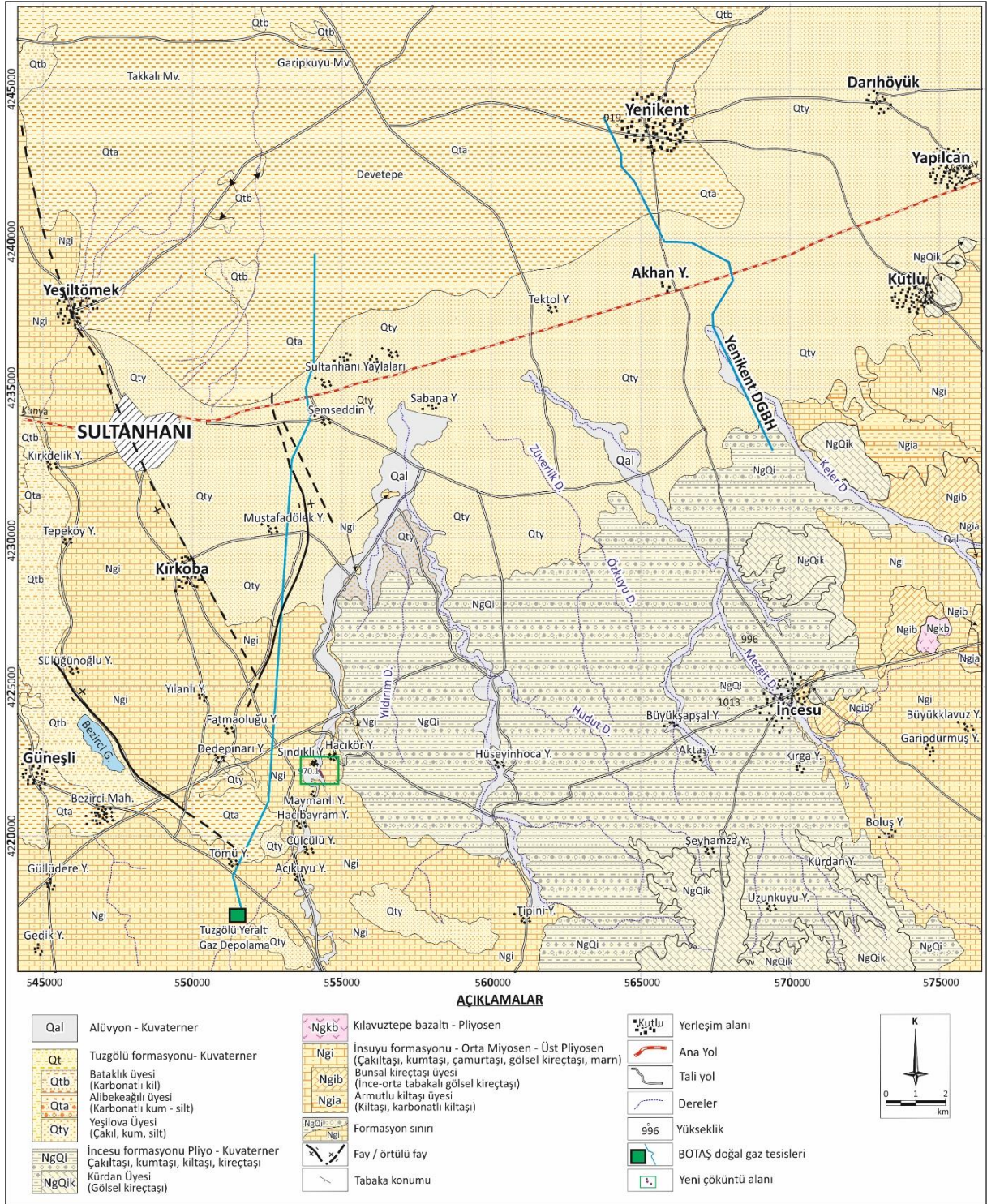
##### **4.1.1. Bölgesel jeoloji**

Aksaray-Yenikent bölgesinde genellikle Senozoyik yaşlı kırıntılı, karbonatlı ve volkanik kayalar yüzeylemektedir. Senozoyik yaşlı kayaların en yaşlısı Aksaray çevresinde Geç Kretase – Paleosen döneminde sokulum yapmış olan asidik magmatik kayalardır (Şekil 24).

Çalışma alanının batısı ve güneybatısında yer alan İnsuyu formasyonu içerisinde derin yarık ve obruk oluşumları incelenmektedir.

İnceleme alanında Neojen yaşlı sedimanter ve volkanik birimler ağırlıklı olarak mostra vermektedirler. Bu birimleri Kuvaterner yaşlı Tuzgözü formasyonu açılı uyumsuzlukla örtmektedir. Tüm yaşlı birimler Alüvyon tarafından örtülmektedir (Şekil 25).





**Şekil 2424.** Yenikent ve Sultanhanı (Aksaray) ve yakın çevresinin jeolojik haritası Dönmez ve Akçay, 2005 ve Törk ve ark., 2013'ten düzenlenerek)

SENZOYİK		ÜST SİSTEM	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
NEOJEN		KUVATERNER	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
Miyosen	Pliyosen						
		Holosen	Alüvyon		Qal		Tutturulmamış, az tutturulmuş çakıl, kum, kil <b>UYUMSUZLUK</b>
		Pleyistosen	Tuzgölü formasyonu	Alibekeoğlu üyesi	Qt	Qta	Yer yer karbonat içerikli kum, silt, kil
				Yeşilova üyesi	Qty		Bej, kirli beyaz, gri renkli çakıl-kum-silt
		Pliyosen	İncesu formasyonu	Kürdan kireçtaşı	NgQi	NgQik	<b>UYUMSUZLUK</b> Kirli beyaz, açık gri ince-orta tabakalı gösel kireçtaşı
			Klavuztepe bazaltı		Ngkb		Koyu gri, siyah renkli bazalt, bazaltik cüruf <b>UYUMSUZLUK</b>
		Miyosen	İnsuyu formasyonu	Bunsal kireçtaşı	Ngi	Ngib	Genellikle bej, kirli beyaz renkli orta tabakalı, çatlaklı kireçtaşı
				Armutlu kıltaşı		Ngia	Sarımsı yeşil renkli kıltaşı, karbonatlı kıltaşı
							Genellikle bej, kirli beyaz renkli çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı, gösel kireçtaşı, marn ardalanması

Şekil 25. Yenikent ve çevresinin stratigrafik dikme kesiti

#### 4.1.1.1.İnsuyu formasyonu (Ngi)


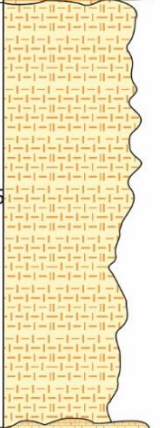


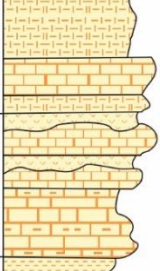




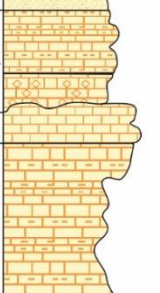
İnsuyu formasyonu başlıca bej, sarımsı beyaz, kirli beyaz renkli kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn ve bu karbonatlı kayaçlarla ara seviyeli olarak gözlenen konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ve kıltaşları ile temsil edilmektedir. Birim birçok araştırmacı tarafından (Ulu ve ark., 1994; Dönmez ve Akçay; 2005 a ve b; Törk ve ark., 2013 ve Törk ve ark., 2019) İnsuyu formasyonu olarak tanımlanmıştır. Aynı birim Erol (1969) ile Uygun ve ark. (1982) tarafından İnsuyu kireçtaşı, Atabey (1989) tarafından Peçenek formasyonu, Göğer ve Kıral (1969) ile Özcan ve

ark. (1990) tarafından "Dilekçi formasyonu" içinde "Ulumuhsine kireçtaşı üyesi", Hakyemez ve ark. (1992) tarafından Dilekçi formasyonu ve Eren (1993) tarafından "Dilekçi Grubu" içinde "Ulumuhsine formasyonu" olarak adlanmıştır. Formasyonun tip mevki Konya ili Cihanbeyli ilçesinin hemen batısındaki İnsuyu deresi olup bu bölgede daha çok ince tabakalı kireçtaşları baskındır. Formasyonun üst kesimlerindeki kırıntılı baskın karbonatlı kayaçlar ise bazı araştırmacılar tarafından (Akarsu, 1971; Görür, 1981; Görür ve ark., 1984; Göncüoğlu ve ark., 1996; Gündoğan ve Helvacı, 1996; Dirik ve Erol, 2003; Özsayın, 2007) tarafından Cihanbeyli formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada inceleme alanının güneybatısında geniş alanlarda yayılım sunan gölsel nitelikli karbonatlı kayaçlarla birlikte yer yer kırıntılı kayaç ara seviyeleri içeren birimin adı daha önceki araştırmacıların tanımlamaları ile birlik olması amacıyla İnsuyu formasyonu olarak kabul edilmiştir.

İnsuyu formasyonunun hâkim litolojisi genellikle beyaz, açık gri, bej renkli, yer yer pembe ve sarımsı renkli, ince-orta tabakalı yer yer fosilli kireçtaşı, marn, kumlu kireçtaşı, killi kireçtaşı, karbonatlı kiltası gibi karbonatlı kayaçlarla temsil edilmektedir. Karasal akarsu ve gölsel ortamda çökelen formasyon içinde yanal ve düşey olarak sık sık litolojik değişimler izlenmekte olup taban seviyelerinde marnlar içerisinde yer yer çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ara düzeyleri bulunmaktadır. Üste doğru kumtaşı ve çamurtaşı ara katkılı marn, killi kireçtaşı, karbonatlı kiltaları ve kiltaları araldanmaları gözlenmektedir. Bazı yerlerde marnlar daha baskın olup içlerinde kireçtaşı ara tabakaları vardır. Önceki araştırmacıardan Dönmez ve Akçay (2005a ve 2005b), Ulu (2009a ve 2009b), Umut (2009a ve 2009b) ve Törk ve ark. (2013) birim içinde haritalanabilir boyutta tüf, tüfit ve ignimbiritlerin bulunduğunu belirtmekte olup bazı araştırmacılar bu volkanoklastik oluşukları üye mertebesinde incelemişlerdir. Özsayın (2007) ve Törk ve Ark. (2013)'e göre İnsuyu formasyonu içinde yer yer jips ve tuz gibi evaporitik çökeller içerdiğini ifade etmişlerdir.

İnceleme alanının batısında Eskil ve Karapınar arasında kireçtaşı ara tabakalı marnlar ve killi karbonatlar daha yaygın olup bölgedeki eski obrukların çoğunluğu (Kızören, Çıralı, Meyil, Ak Obruk vb) bu alanda oluşmuştur. Yaşca Yaylası kuzeybatısında Törk ve ark. (2013) tarafından yapılan ölçülü stratigrafik kesitlerde, birim tabandan itibaren killi kireçtaşları başlamakta ve üste doğru kireçtaşı, kireçtaşı ara tabakalı marn, formasyon içi çakıllı kireçtaşı, karbonatlı kiltası, killi kireçtaşı araldanmasından oluşan bir istiflenme sunmaktadır (Şekil 26 ve 27).

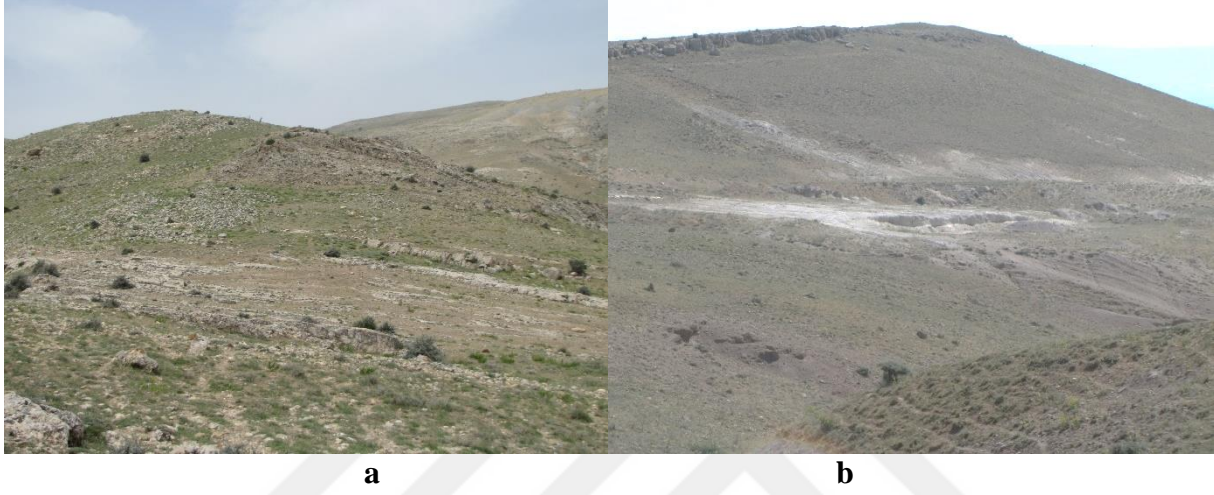


SERİ	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
ÜST MİYOSEN - PLİYOSEN İNSUYU		2		Kireçtaşı; krem renkli, boşluklu bitki kırıntılı, gözenekli ve kovuklu
		12,5		Marn-kiltaşı ar dalanması; beyaz, kirli beyaz, az tutturulmuş, dağılgan, silis nodüllü. Marnlar daha yağındır.
		2,5		Kırıntılı kireçtaşı-marn ar dalanması, volkanik tane, orta tabakalı.
		2		Kireçtaşı-marn ar dalanması, Kireçtaşı; gri, fosilli, gözenekli orta tabakalı, orta serttir. Marn; beyaz kirli beyaz gevşek tutturulmuştur. Az karbonatlı-killi tüfit aratabakalıdır.
		6		Kiltaşı; yeşil dağılgan, az karbonatlı, gevşek tutturulmuş.
		4,5		Marn-kireçtaşı ar dalanması. Kireçtaşı; açık gri, orta tabakalı ve gevşek tutturulmuş, bitki-kavkı boşluklu, gözenekli, kırıntılı, tuf katkılıdır. Gri, dağılgan, karbonat yumrulu, volkanik kiltası ara seviyeleri içerir.
		2,5		
		4		Kireçtaşı; açık gri, intra formasyonel, çakıllı ve kovuklu
		1		Kireçtaşı; beyaz, killi, gevşek tutturulmuştur.
		3		Killi kireçtaşı; beyaz, orta sert, çok gözenekli, bitki sap-köklü ve boşlukludur.

Şekil 266. İnsuyu formasyonu içinde Yaşca Yaylası'nın 1 km KB'sında ölçülü stratigrafik kesit (Törk ve ark., 2013'ten)

İnsuyu formasyonu tabanda kırmızı, kahve renkli daha çok temel birimlerden türeme çakıllar içeren alüviyal yelpaze çökelleri ile başlamakta, yanal ve düşey olarak kumtaşı, kiltası, marn ve kireçtaşından oluşan görsel çökelere geçiş göstermektedir (Dönmez ve Akçay, 2005 a

ve b). Formasyon içinde killi kireçtaşı, marn ve karbonatlı kilitaşları, kireçtaşlarına göre daha yaygın ve daha kalın seviyeler oluşturmakta olup düşey yönde bu kayalar sıkça tekrarlanan seviyeler halinde gözlenmektedir (Şekil 27a). İnsuyu formasyonu içinde yaygın olarak gözlenen kilitaşları ise inceleme alanının güneyindeki İncesu Kasabası civarında olduğu gibi bazı alanlarda oldukça geniş yayılım sunmaktadır. İstifin tabanında bulunan çakilitaşları ise genellikle karasal-görsel geçişler gösteren dereceli ve çapraz tabakalı ince seviyeler halindedir (Şekil 27b).



**Şekil 27. a)** İnsuyu formasyonu içinde kireçtaşı, killi kireçtaşı ve marn ardalanmaları, **b)** İnsuyu formasyonunun taban kesimlerindeki çakilitaşları ile üste doğru kilitaş ve kireçtaşları

Dönmez ve Akçay (2005 a ve b)'a göre gastropodlu kireçtaşları bazen geniş düzlükleri oluştururken Törk ve ark. (2013) Yaşça Yaylası civarında birkaç seviye halinde, bol gastropoda fosilli killi karbonat ve kilitaş ara seviyelerinin bulunduğunu belirtmişlerdir (Şekil 50a). İnsuyu formasyonu genel olarak yatay veya yataya yakın tabakalı olup yamaçlarda yamaç eğiminin morfolojisine uygun olarak az eğimli bir yapı kazanmıştır.

İnsuyu formasyonuna ait kireçtaşları beyaz, bej, açık gri renkli olup yüzeyde genellikle sarımsı bej, kahvemsı sarı ve gri renklidir. Kireçtaşları yer yer yoğun çatlaklı, yer yer boşluk ve gözenekli, genellikle orta ve kalın tabakalı olmak üzere değişken tabaka kalınlıklarına sahiptir. Petrografik incelemelerde kireçtaşlarının genellikle mikritten oluştuğu gözlenmiştir. Kayaç içinde bitki sap ve kök izlerine bağlı olarak meydana gelen boşluk ve gözenekler yer yer ikincil spartlerle doldurulmuştur. Kayaç içinde yer yer gastropod ve bivalv kavkı parçaları ve oolitler bulunmaktadır (Şekil 28a). Kireçtaşlarının çok yoğun bitki sapı veya bitki kökü boşluklu, kovuklu, erime yüzeyli ve erime boşluklu olması sığ derinlikli çökme ortamında oluştuklarını göstermektedir. Kireçtaşları formasyonun üst kesimlerine doğru bazı yerlerde ince orta kalınlıklı, plaket kireçtaşı görünümüne tabakalanmalar sunmaktadır (Şekil 28b).



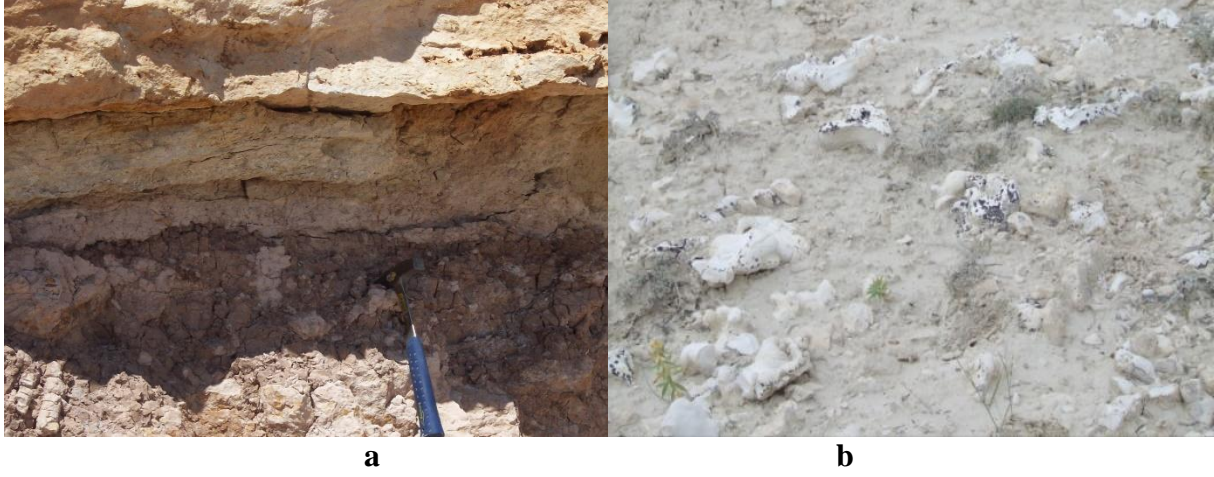
a

b

**Şekil 28.a)** İnsuyu formasyonuna ait kireçtaşları içinde gastropoda fosilleri (*Planorbis sp*, Yaşca Yaylası 1 Km Kuzeybatısı; Törk ve ark., 2013'ten), **b)** İnsuyu formasyonunun üst kesimlerinde içinde ince-orta tabakalı plaket kireçtaşları ve altında formasyon içi kireçtaşı çakıllı ara seviyelerden görünüm

İnsuyu formasyonu içinde yaygın olarak gözlenen killi kireçtaşı ve marnlar genellikle bej, sarımsı beyaz ve açık sarı renkli olup taze yüzeyleri daha açık renklidir. Marnlarda tabakalanma çok belirgin değildir. Ancak kireçtaşı seviyeleri arasında onların tabakalanmalarına uyumlu olarak yer almışlardır. Marn, karbonatlı kiltası, killi kireçtaşları genellikle az tutturulmuş ve düşük dayanımdan dolayı daha çok aşınmışlardır (Şekil 29a). Marnlar kil ve magnezyumca zengin olup dolomitik özellikleri sunmakta ve içlerinde yer yer karasal, kurak ve sıcak iklim koşullarına özgü evaporit çökeliminin göstergesi olan sepiyolit yığılımları ile dolomitçe zengin silis yumruları (Şekil 29b), bazen de jips mercekleri bulunmaktadır (Ulu, 2009 a ve b; Törk ve ark., 2013).

İnsuyu formasyonuna ait kireçtaşları ve yer yer kiltası içinde konglomera ve kumtaşı ile temsil edilen kırıntılı kayaç ara seviyeleri ve mercekleri bulunmaktadır. Konglomeralar kumtaşlarına göre daha yaygın olup bej ve gri renkli, belirgin tabakalanmalı ve genellikle karbonat çimentoludur. Konglomeraların içindeki çakıllar daha çok formasyon içi kireçtaşı çakılları olup az oranda çört ve volkanik kayaç çakıllarıdır. Çakıllarda yuvarlaklaşma iyi gelişmemiş, boylanma zayıf ve kısmen tane boyuna bağlı normal derecelenme gözlenmektedir. Kumtaşı mercekleri ise genellikle çakıltaşları ile ilişkili olup karbonat çimentoludur. Kumtaşları polijenik kökenli, kötü boylanmalı ve yer yer çapraz tabakalıdır.



**Şekil 29. a)** İnsuyu formasyonuna ait kireçtaşı, formasyon içi konglomera ve marnlar, **b)** İnsuyu formasyonuna ait marnlar içindeki dolomitçe zengin silis yumruları (Küpbasan Yaylası KB'sı, Aktoprak Deresi, Törk ve ark., 2013'ten)

İnsuyu formasyonu içinde yer yer kil miktarının artışına bağlı olarak beyaz, krem, yeşilimsi gri renkli killi kireçtaşı ve marnlar hakim olmaktadır. Kirli beyaz, sarı, yeşil ve gri renkli çamurtaşları çok ince ara seviyeler şeklinde bulunmakta olup Eren (1993) bu çamurtaşları içinde yer yer ince kömürlü seviyeler bulunduğunu belirtmektedir. Taban kesimindeki çamurtaşlarının içinde yer yer mercek ve kanal dolguları şeklinde çakıltaşları ve çakıllar bulunmaktadır. Formasyon içinde çakılları saran stromatolitik yapılar yaygın olup çakıllı düzeylerde dereceli ve çapraz tabakalanmalar olağandır. Koyu sarı-kahvemsi renkli en alt tabakalarda, yoğun kamış fosillerinin yanında kum taneleri de olağandır.

İnsuyu formasyonu içinde daha önceki araştırmacılar sıklıkla tuf ve ignimbirit seviyeleri ve yer yer çakıltaşları ve kireçtaşları içinde volkanik kökenli çakıl ve kum tanelerinin bulunduğunu belirtmektedirler (Ulu ve ark., 1994; Dönmez ve Akçay, 2005 a ve b; Umut, 2009 a ve b; Ulu, 2009 a ve b; Törk ve ark., 2013). Formasyon içindeki tuf, tüfit, ignimbirit ve aglomeralar ilk defa Ulu ve ark. (1994) tarafından Gidiric üyesi olarak tanımlanmış olup daha sonra bölgede araştırmalar yapan Dönmez ve Akçay (2005'a ve b) bu birimleri Nevşehir civarındaki volkaniklerle denemişlerdir. İnceleme alanının güneyinde Karapınar çevresinde çalışmalar yapan Törk ve ark. (2013)'da bu volkanikler Gidiric üyesi olarak incelenmiştir.

İnsuyu formasyonunun baskın kaya türü olan kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn ve karbonatlı kilaşları karstlaşmaya oldukça yakın olup inceleme alanını da kapsayan Konya Kapalı Havzası'ndaki çökme dolinleri (obruk), uvala, polye vb karstik yapıların en çok gözlemlendiği birimdir. İnceleme alanında bu karstik yeryüzü şekillerine rastlanmasa da bölgenin güneyinde Karapınar ve çevresindeki güncel obrukların tamamına yakını ve eski obrukların büyük bir bölümü bu formasyon içinde oluşmuştur. Tarihi dönemlerden bu yana kervanların güzergâhı

üzerinde bir Kervansaray olarak kullanılan Kızören Obruğu (Şekil 30a) ve Kervansarayı inceleme alanının hemen batısında yer almaktadır. Kızören obruğunun güneydoğusunda Karapınar'a kadar olan bölgede meydana gelen Meyil Obrukları (Şekil 33b), Kızıl Obruk, Potur Obruğu, Kürk Obruğu, Çıralı Obruğu, Ak Obruk (Şekil 30c), Opan Obrukları, Fincan Obrukları, Karain Obruğu, Cehennem Obruğu, Dikmen Obruğu, Gözlük Obrukları, Kayalı Obrukları, Seyithacı Obrukları, Zincancı Obruğu, Büyük Sekizli Obruğu, Kayalı Obruğu, Sığracık Obrukları, Sarıkadınlı Obruğu, Nakiboğlu Obrukları, Karakuyu Obrukları, Eşeli Obrukları, Köken Obrukları, Nebili Obrukları, Küpbasan Obrukları, Yarımoglu Obruğu ile Konya Kapalı Havzası'ndaki diğer pek çok obruk yine İnsuyu formasyonu içinde oluşmuşlardır (Şekil 30). Dolayısıyla obruk oluşumları açısından İnsuyu formasyonunun daha ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir.

İnsuyu formasyonu inceleme alanının güneydoğu kesiminde Kutlu Kasaba'sının güneyinde ve İncesu Kasabası'nın doğusunda yaklaşık 70 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yayılım göstermektedir. Törk ve ark. (2013) obrukların İnsuyu formasyonunda yaygın olarak gözlenmesi nedeniyle bu formasyonu detaylı litolojik özellikleri incelenerek haritalanabilecek derecede yüzlek veren birimleri üye mertebesinde incelemişler ve taban çakıltaşlarını Güzergahlı Üyesi ara seviyeler halinde gözlenen çakıltaşlarını Kasımlar Üyesi, kıltaşlarını Armutlu Üyesi, ignimbirit ve tuf seviyelerini Gidirç Üyesi ve kireçtaşı seviyelerini ise Bunsal Üyesi adı altında tanıtmışlardır. Bu çalışmada İnsuyu formasyonu içinde haritalanabilecek boyutta olan Armutlu Kıltaşı üyesi ve Bunsal Kireçtaşı üyesi tanımlanarak açıklanmıştır.

İnsuyu formasyonunun tabanı inceleme alanında gözlenmemekte olup temeli teşkil etmektedir. Ancak inceleme alanının hemen doğusunda daha yaşlı birimler üzerinde uyumsuzlukla yer aldığı gözlenmiştir. Formasyon Pliyosen yaşlı Kılavuztepe bazaltı tarafından kesilmekte ve örtülmekte, Pliyo-Kuvaterner yaşlı İncesu formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir. Formasyonun inceleme alanında gözlenebilen kalınlığı çökelme ortamı farklarına göre değişken olmakla birlikte 150 m'den fazladır. Konya çevresinde İnsuyu formasyonu ile litolojik ve stratigrafik olarak deneştirilebilecek nitelikte olan ve Ulumuhsine formasyonunun kalınlığı Eren (1993'e göre yaklaşık olarak 500 m iken Yetiş (2017)'e göre birimin kalınlığı yaklaşık 300 m, Ulu ve ark. (1994)'na göre 450 m, Umut (2009 a ve 2009b)'a göre 150 m ve Ulu (2009b)'ya göre 550 m olarak belirtilmiştir.



a. Kızören Obruğu



b. Meyil Obruğu



c. Ak obruk

**Şekil 30.** İnsuyu formasyonunda oluşan bazı obrukların görünümü

Bu çalışmada formasyon içinde çok sayıda tatlı su gastropod ve bivalv fosilleri gözlemiş ancak yaşlandırma çalışması yapılmamıştır. Formasyonun içinde oldukça bol gastropoda ve lamelli fosilleri bulunmaktadır. Kızılören (Konya) çevresinde İnsuyu formasyonu ile benzer ortamda depolanmış olan ve litolojik olarak benzer birimlere sahip olan Dilekçi grubu içindeki karbonatlı kayalarda araştırmalar yapan Göğer ve Kırıl (1969) *Unio* sp., *Radix* sp., *Ostracodes* sp. ve *Chara* sp. gibi tatlı su faunalarını saptayarak birime Pliyosen yaşını vermişlerdir. İnsuyu formasyonun çeşitli bölgelerdeki yüzeylemelerinde çalışan araştırmacılardan Aslan (1977) *Giraffidea* gen. et. sp. indet., *Carnivora* gen. et. sp. indet., *Proboscidea* gen. et. sp. indet., *Hipparion* sp., *Bovidea* gen. et. sp. indet., *Rhinocerotidae* gen. et. sp. indet., *Gazella* sp. gibi memeli fosillerine göre formasyonun yaşını Geç Miyosen (Ponsiyen) olarak belirlemişlerdir. İnsuyu formasyonu içinde Koçyiğit (1976) tarafından Pliyosen yaşlı *61Tllyocypris gibba*61T (Ramdohr), *llyocypris*61T *brady*61T Sars, *61TLandona*61T sp. ve gastropod fosilleri tespit edilirken Umut (2009 a ve b) tarafından *61Tllyocypris gibba* 61T(Ramdohr), *61Tllyocypris brady*61T Sars, *61TCandona*61T sp., *61TCandona*61T (Candona) *61Tcandida*61T (Müller), *61TCandona*61T (C.) *61Tparalella pannonica*61T Zalanyii, *61TCandona*61T (C.) *61Tdevexa*61T Kaufmann, *61TPlanorbis* 61Tcf. *61Tthillierei*61T (Michaud), *61TLymnaea*61T sp., *61TPlanorbis*61T sp. gibi Geç Miyosen-Pliyosen döneminde yaşayan fosiller bulunmuştur. Hakyemez ve ark. (1992) İnsuyu formasyonu ile aynı litolojik özelliklere sahip olan ve benzer çökeltme ortamında oluşan Apa formasyonu içinde *61TCyperideis torosa*61T (Jones), *61TCyperideis seminulum*61T (Reuss) ve *61TCyperideis*61T sp. gibi Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı fosilleri tespit etmişlerdir. Ulu ve ark. (1994) ile Ulu (2009a ve b) diğer çalışmalarla denetleme yaparak birimin yaşını Geç Miyosen-Pliyosen olarak kabul etmişlerdir. İnsuyu Formasyonu, Konya batısında yaygın olarak gözlenen volkanik kayalara Orta-Geç Miyosen ve Pliyosen yaşlı (10.9 my-7.95 my Besang ve ark., 1977; 11.95-3.35 my Keller ve ark. 1977) proklastik ve ignimbiritleri ile yanal ve düşey geçişlidir. Aksaray ve Ürgüp (Nevşehir) dolaylarında birim içerisindeki ignimbiritlerle aynı dönemde oluşmuş volkanik kayalarda radyometrik yaş çalışmaları yapan Temel, (1992)'ye göre ignimbiritlerin yaşı Geç Miyosen'dir. Yukarıda açıklanan çalışmalarda elde edilen fosil bulguları ve radyometrik yaş çalışmaları ve benzer birimlerle korelasyonu yapılan İnsuyu formasyonunun yaşı Geç Miyosen-Pliyosen olarak kabul edilmiştir.

İnsuyu formasyonu tabandan itibaren kırmızı renkli karasal nitelikli kırıntılı kayalarla başlamakta olup üste doğru yanal yönde değişken olmakla birlikte giderek tane boyu incelenerek çamurtaşı, karbonatlı kiltası, killi kireçtaşı, marn ve kireçtaşlarına geçiş göstermektedir. Üst

kesimlerdeki kireçtaşlarında formasyon içi kötü boylanmalı çakıllar bulunmaktadır. Formasyon Dönmez ve Akçay (2005 a ve b)'a göre akarsu ve göl ortamını gösteren karasal ortamlarda, Ulu (2009 a ve b)'ya göre alüvyon yelpazesi ve gölsel ortam koşullarında ve Umut (2009 a ve b)'a göre karbonat çökeliminin yoğun olduğu bir göl ortamında çökelmiştir. Umut (2009 a ve b)'a göre formasyon içindeki silisleşmiş seviyeler volkanik etkinin varlığını işaret ederken marn ve kil ara seviyeleri ise karasal kökenli malzemenin zaman zaman baskın olduğunu göstermektedir. Ulu (2009 a ve b) ise İnsuyu formasyonunun akarsu ve alüvyal yelpaze nitelikli kırıntılılarla başladığını, daha sonra gölsel nitelikli karbonatlı kayaçların yaygınlaştıklarını ve üstte ise kıyı ortamı çökellerini ayrı ayrı üye mertebesinde ayırtlamıştır. Formasyonunun üst düzeylerindeki kireçtaşlarının formasyon içi çakıllı, kötü boylanmalı olması Ulu (2009a ve b)'ya göre istifin derin ve durgun tatlı su ortamından giderek sığlaşan hafif çalkantılı bir ortama, buradan da yüksek enerjili kıyı ortamına geçtiğini göstermektedir. İnsuyu formasyonu Geç Miyosen-Pliyosen döneminde Orta Anadolu'da oldukça geniş alanlarda yayılım gösteren Büyük Konya Gölü ve bu göle malzeme taşıyan akarsuların getirdiği karasal malzemelerle temsil edilmektedir. Buna göre İnsuyu formasyonu Büyük Konya Gölü'nün kıyısından itibaren başlangıçta akarsu ortamında oluşan kırıntılılarla başlayarak giderek derinleşen gölsel ortamda çökelmiş olup Pliyosen sonunda gölün çekilmesine paralel olarak kıyı ortamında çökelmiş olmalıdır.

İnsuyu formasyonunun farklı kesimleri inceleme alanının da içinde bulunduğu Orta Anadolu ve Konya çevresinde araştırmalar yapan araştırmacılar tarafından farklı isimlerle tanımlanmıştır. Formasyon içindeki karbonatlı kayaçlar Erol (1969) ile Uygun ve ark. (1982 a ve b)'nın Tuzgölü civarında tanımladıkları İnsuyu kireçtaşı ile Konya kuzeyinde Kızılören civarında araştırmalar yapan Göğer ve Kırıl (1969) tarafından tanımlanan Dilekçi formasyonu içindeki Ulumuhsine kireçtaşı üyesi ile korele edilebilmektedir. Cihanbeyli çevresinde birimin üst kesimlerindeki kırıntılı baskın karbonatlı kayaçlar ise bazı araştırmacılar (Akarsu, 1971; Görür, 1981; Görür ve ark., 1984; Göncüoğlu ve ark., 1996; Gündoğan ve Helvacı, 1996; Dirik ve Erol, 2003; Özsayın, 2007) tarafından Cihanbeyli formasyonu olarak tanımlanmıştır. İnsuyu formasyonu adlaması ise ilk kez Seydişehir, Bozkır, Cihanbeyli ve Karapınar bölgesinde çalışmalar yapan Ulu ve ark. (1994 a ve b) tarafından yapılmıştır.

İnsuyu formasyonu Kütahya – Bolcardağı kuşağında araştırmalar yapan Özcan ve ark. (1990) tarafından Dilekçi formasyonu, Konya kuzeyinde çalışan Eren (1993) tarafından Dilekçi grubu içinde Ulumuhsine formasyonu, Ilgın-Doğanhisar bölgesinde Umut ve ark. (1987) tarafından tanımlanan Doğanhisar formasyonu, Altınekin civarında Karaman (1983) tarafından



Hoydos formasyonu olarak tanımlanmıştır. Karaman bölgesinde Koçyiğit (1972) tarafından formasyonun üst kesimlerindeki plaket kireçtaşları Üçbaş Formasyonu olarak tanımlanırken Kadınhanı ve Sarayönü bölgesinde araştırma yapan Umut ve ark. (1990) tarafından Devriş formasyonu olarak ele alınmıştır. İnsuyu formasyonu Birgili ve ark. (1975) tarafından tanımlanan Kızılırmak formasyonu, Atabey (1989) tarafından tanımlanan Peçenek formasyonu Hakyemez ve ark. (1992)'nin Çumra-Akören bölgesinde tanımladıkları Apa formasyonu ile de litolojik olarak denestirilebilir özelliktedir.

#### **4.1.1.1.1. Armutlu kıltaşı üyesi (Ngia)**

İnsuyu formasyonu içinde haritalanabilecek derecede geniş alanlarda yüzeyleyen Armutlu kıltaşı üyesi genellikle kirli beyaz, sarımsı beyaz, yeşilimsi gri ve kırmızı renkli yer yer karbonatlı zayıf dayanımlı kıltaşları ile temsil edilmektedir. Armutlu kıltaşı üyesi ilk defa inceleme alanının hemen güneydoğu sınırındaki Armutlu Kasabası civarındaki yüzeylemelerine atfen Törk ve ark. (2013) tarafından adlandırılmış olup bu çalışmada da bu tanımlama benimsenmiştir. Armutlu kıltaşı üyesi İncesu Kasabası'nın doğusunda inceleme alanının doğu sınırındaki Armutlu Kasabası çevresinde ve Kutlu Kasabası'nın güneyinde Keler Dere boyunca tipik olarak yüzeylemektedir.

Armutlu kıltaşı üyesini oluşturan kıltaşları İnsuyu formasyonunun hakim kaya birimleri olan kireçtaşları, killi kireçtaşları ve marnların içinde ara katmanlar şeklinde yer almaktadır. Kıltaşları genellikle kirli beyaz renkli olup rengi değişkendir. Yer yer sarımsı beyaz, yeşilimsi gri ve kırmızı renkli killerle birlikte çamurtaşı düzeylerinin olduğu yerlerde kırmızımsı renklidir. Kıltaşları tabakalanması belirsiz, zayıf dayanımlı ve gevşek tutturulmuş olup birçok yerde yoğun ayrışmaya maruz kalmıştır. Kıltaşlarının içinde yer yer kahve ve kırmızı renkli Törk ve ark. (2013)'na göre bol gastropod ve az lamelli fosilli biyotürbasyonlu seviyeler içeren çakıltaşı ve kumtaşı merccekleri ve ara tabakaları vardır (Şekil 31).

#### **4.1.1.1.2. Bunsal kireçtaşı üyesi (Ngib)**

İnsuyu formasyonunun en yaygın kaya birimi olan kireçtaşları günlenme yüzeyleri genellikle sarımsı bej, kahvemsı sarı ve gri taze yüzeyleri ise kirli beyaz, bej ve açık gri renkli yer yer yoğun çatlaklı ve boşluklu orta-kalın tabakalıdır. İnceleme alanında yer yer haritalanabilecek düzeyde geniş alanlar kaplamakta olup bu çalışmada üye mertebesinde incelenmiştir. Bunsal kireçtaşı üyesi adlanması ilk defa inceleme alanının güneyinde çalışmalar yapan Törk ve ark. (2013) tarafından Bunsal Yaylası'ndaki yüzeylemelerine atfen adlandırılmış

olup bu çalışmada da bu adlama kabul edilmiştir. İnceleme alanının güneyindeki İncesu Kasabası çevresinde ve İncesu'nun doğusunda birkaç alanda tipik olarak gözlenmektedir.



*Şekil 311. Armutlu kiltası üyesinin genel görünümü ve içindeki ince çamurtaşı ara tabakaları*

Bunsal kireçtaşı üyesine ait kireçtaşları beyaz, bej, açık gri renkli olup yüzeyde genellikle sarımsı bej, kahvemsı sarı ve gri renklidir (Şekil 32a ve Şekil 32b). Kireçtaşları yer yer yoğun çatlaklı, yer yer boşluk ve gözenekli, genellikle orta ve kalın tabakalıdır (1- 5m; Törk ve ark., 2013). Kireçtaşları düşey yönde İnsuyu formasyonunun diğer karbonatlı birimlerinden marn, killi kireçtaşı ve karbonatlı kireçtaşları ile ardalanmalı gözlenmektedir. Yanal yönde de marn, killi kireçtaşı ve kiltaları içinde kama ve mercek şeklinde değişim göstermektedir. Aşınmaya karşı diğer kaya birimlerinden daha dayanımlı olduğu için vadi ve sırtlarda daha belirgin yükseltiler şeklinde izlenmektedir (Şekil 32a ve Şekil 32b).

Bunsal kireçtaşlarına ait kireçtaşları genellikle çok ince taneli karbonat ve mikritlerden oluşmaktadır. Sığ derinliklerde oluşan kesimlerinde kayaç içinde bitki sap ve kök izlerine bağlı olarak gelişen çok yoğun boşluk ve gözenekler vardır. Çatlaklar ve boşluklar ikincil spartitlerle doldurulmuştur (Şekil 33a).



**a**

**b**

**Şekil 32.** a) Bunsal kireçtaşlarında aşınma yüzeyleri ve çatlaklar, b) İnsuyu formasyonuna ait mikrobiyalitik kireçtaşı ve marnlarda farklı aşınma şekilleri

Yer yer gastropod, lamellibrans ve bivalv kavkı parçaları ve oolitler bulunmaktadır. Kireçtaşlarının içinde yer yer çoğunluğu formasyon içi karbonatlı kayaç çakılı içeren çakıltaşı, kumtaşı ve kil mercekleri bulunmaktadır. Törk ve ark. (2013)'na göre yer yer dolomit, dolomitik kireçtaşı ve silisifiye kireçtaşı özellikleri sunan birimin içinde, bazen tüflü kireçtaşları da yer almaktadır. Aynı araştırmacılara göre kireçtaşlarında, kuruma çatlakları, parçalanmaya bağlı breşleşme ve kalışleşme de gözlenmekte olup yer yer süreksizlik yüzeyleri boyunca da karstik gelişimin etkili olduğu gözlenmektedir (Şekil 36b). Bitki kökü izleri kireçtaşlarının sıg su koşullarında çökeldiğini, kuruma çatlakları ise kurak dönemlerde kireçtaşı çökeliminin kesikliğe uğradığını göstermektedir (Törk ve ark., 2013). İnceleme alanının da içinde yer aldığı Konya Kapalı Havzası'ndaki obruk oluşumlarının büyük bir çoğunluğu İnsuyu formasyonunun yayılım gösterdiği alanlarda meydana gelmektedir. Obruk oluşumlarında su ile karşılaştığında eriyebilecek nitelikte kayaçların bulunması gerekmekte olup Bunsal kireçtaşı üyesinde gözlenen bu boşluklar obruk oluşumlarının başlangıcı olarak görülmektedir.



**a**

**b**

**Şekil 33.** a) Bunsal kireçtaşı üyesinde yer yer ikincil spartler dolgulu bitki kök ve sapslarına bağlı boşluklar, b) Bunsal kireçtaşlarında karstik boşluklar (Törk ve ark., 2013'ten)

#### 4.1.1.1.3.Kılavuztepe bazaltı (Ngkb)

Kılavuztepe bazaltları genellikle koyu gri, pembemsi gri ve gri renkli, akma yapılı, masif ince taneli bazaltlarla temsil edilmektedir. Birim ilk defa Ulu ve ark. (1994) tarafından İnceleme alanının güneyindeki Armutlu Kasabası'nın güneyindeki Küçükkılavuz Tepe ve Büyükkılavuz Tepe civarındaki yüzeylemeleri dikkate alınarak Büyük Kılavuztepe ve Küçük Kılavuztepe bazaltı olarak iki farklı birim olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanında çalışmalar yapan Dönmez ve Akçay (2005b) ise bu iki farklı adlamayı birleştirerek Kılavuztepe Bazaltı olarak tanıtmışlardır. Yörede daha sonra çalışmalar yapan Törk ve ark. (2013) ise Dönmez ve Akçay (2005b)'ın adlamasına uygun olarak Kılavuztepe bazaltı olarak adlanmış olup bu çalışmada da Kılavuztepe Bazaltı olarak incelenmiştir. Kılavuztepe bazaltı tipik olarak inceleme alanının güneyinde İncesu Kasabası'nın doğusunda dar bir alanda İnsuyu formasyonunu keserek yüzeylemektedir.

Kılavuztepe lavları gri, koyu gri renkli, yer yer akma yapılı, levhamsı ve yer yer sütünsal ayrışmalı yapılıdır. Ulu ve ark. (1994) tarafından yapılan petrografik gözlemlerde bazaltların akma yapılı olduğu ve piroksen ile plajiyoklas fenokristallerinden oluştuğu belirtilmektedir (Dönmez ve Akçay, 2005a). İnceleme alanının güneybatısında Karaman civarında çalışan Ulu (2009a ve b) Kılavuztepe bazaltları ile eş yaşlı ve benzer litolojik özelliklere sahip olan Kaletepe bazaltlarının mikrolitik-porfirik dokulu olduklarını belirtmiştir. Ulu (2009a)'a göre bazaltlarda hamur ve fenokristal fazının bulunmakta olup fenokristal fazı başlıca piroksen (ojit), hamur fazı ise akma dokusu gösteren plajiyoklas mikrolitleri ile granüle opak minerallerden oluşmaktadır. Kayaçta yoğun olarak karbonatlaşma izlenmekte olup yer yer opaklaşmış amfiboller bulunmaktadır. Ulu (2009 b) ise Kılavuztepe bazaltı ile kronostratigrafik olarak benzer olan İğredağı bazaltlarını oluşturan lavların mikrolitik porfirik, trakitik dokulu olduklarını belirtmektedir. Araştırmacı bazaltların akma yapılı plajiyoklas mikrolitleri ile piroksen mikrokristallerinden ve opak minerallerden oluşmuş bir hamur maddesi içinde, plajiyoklas (andezin ve labrador), bol ojit ve az olivin fenokristallerinden oluştuğunu belirtmektedir.

Kılavuztepe bazaltında yaşlandırma çalışmaları yapılmamıştır. Ancak Kılavuztepe bazaltı Üst Miyosen Pliyosen yaşlı İnsuyu formasyonunu keserek yüzeylemiş ve Ulu (2009a)'ya göre Kaletepe bazaltları yamaç molozu ile uyumsuz olarak örtülmektedir. İnceleme alanının güneybatısındaki Karadağ volkanitlerinde Kılavuztepe bazaltlarına benzerlik gösteren Selvitepe bazaltlarında (Pasquare, 1968) yapılan radyometrik yaşlandırma çalışmalarında  $3,21 \pm 0,09$  My ile  $1,3 \pm 0,07$  My (Besang ve ark., 1977) yaşlar elde edilmiş olup Kaletepe bazaltının

Pliyosen yaşta olabileceği söylenebilir (Ulu, 2009a). Kılavuztepe bazaltlarına benzer bir başka bazalt oluşumu olan İğredağı bazaltlarında (Tokel ve ark., 1988) ise Ercan ve ark. (1990) tarafından yapılan K/Ar radyometrik yaş tayininde  $1.151.000 \pm 76.000$  yıllık bir sonuç elde edilmiştir (Ulu, 2009a). Buna göre Kılavuztepe bazaltları bu radyometrik yaşlandırma çalışmaları ile birlikte inceleme alanında Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı İnsuyu formasyonunu keserek yüzeyletiği için Üst Pliyosen veya daha genç yaşlı olabileceği düşünülmektedir.

İnceleme alanında gözlenen tek volkanik birim Kılavuztepe bazaltıdır. Ancak inceleme alanının da içinde bulunduğu Orta Anadolu’da Nevşehir, Aksaray, Konya ve Karaman bölgesinde Neojen ve Kuvaterner döneminde çok sayıda volkanik faaliyet gerçekleşmiştir. Ulu (2009a)’ya göre bölgede andezitleri takiben gelişen bu bazaltik volkanizma Hotamış gölünün oluşumundan hemen önce Geç Neojen-Erken Kuvaterner’de başlamakta ve bu periyodun sonuna doğru bitmektedir. Karacadağ volkanizmasının kolları olarak nitelenen bu volkanik ürünler Konya havzasındaki kayaları keserek batıya doğru ilerleyen hafif alkalin özellikler taşıyan bu bazaltik volkanizma, çoğunlukla kıtasal kabuk kökenli olmakla birlikte, mantonun etkilerinin bulunduğu da düşünülmektedir.

Kılavuztepe bazaltları Karadağ (Karaman) civarındaki Selvitepe bazaltları (Pasquare, 1968), inceleme alanı ve güneydoğusundaki Küçük Kılavuztepe ve Büyük Kılavuztepe bazaltı ile Kulu-Cihanbeyli arasındaki Tavşançalı bazaltı (Ulu ve ark., 1994), Karapınar-Çumra bölgesindeki Kaletepe bazaltı (Ulu, 2009a), Karapınar – Ereğli arasında Belkaya Köyü doğusundaki İğredağı ve Kutören civarındaki İğredağı bazaltı (Tokel ve ark., 1988) ve Orta Anadolu’daki Neojen-Kuvaterner döneminde oluşan diğer bazaltik volkanitler ile litolojik ve kronostratigrafik olarak deneştirilebilir özelliktedir.

#### **4.1.1.2.İncesu Formasyonu (NgQi)**

İncesu formasyonu tabandan itibaren başlıca gri, yer yer kırmızı renkli kalın tabakalı çakıltaşları, ince tabakalı-laminalı düz ve yer yer çapraz tabakalı kumtaşları, kırmızı renkli laminalı çamurtaşı ve az tutturulmuş kilaşları ile üste doğru bej, sarımsı bej, sarımsı gri renkli ince tabakalı, boşluklu ve yatay konumlu kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Orta Anadolu’da daha önce çalışmalar yapan birçok araştırmacı bu birimi İnsuyu formasyonunun üst kesimlerindeki kırıntılı karbonatlı seviyeler içinde ele almışlardır (Uygun, 1981; Uygun ve ark., 1982; Dirik ve Erol, 2003; Dönmez ve Akçay, 2005 a ve b). İnceleme alanının kuzeybatısında çalışmalar yapan bazı araştırmacılar (Görür, 1981; Görür ve ark., 1984; Ulu ve ark., 1994a, b; Göncüoğlu ve ark., 1996; Gündoğan ve Helvacı, 1996; Çemen ve ark., 1999; Özsayın, 2007) Cihanbeyli formasyonu olarak tanımlamışlardır. İnceleme alanı ve güneyinde araştırmalar

yapan Törk ve ark. (2013) birimi ilk defa İncesu kasabası çevresindeki yüzeylemelerine atfen İncesu formasyonu olarak adlandırmışlar ve bu çalışmada da bu adlama benimsenmiştir.

İncesu formasyonunun en yaygın kaya birimi çakıltaşları olup sarımsı bej, sarı ve kırmızı renkli çakıltaşları taban kesimlerinde genellikle aşındırmalı bir yüzey üzerinde gelişmiştir. Daha eski birimlere ait az yuvarlaklaşmış kireçtaşı, kristalize kireçtaşı çört, radyolarit, serpantinit, tuf, pomza, kumtaşı vb. çakıllar içeren çakıltaşları genellikle karbonatlı bir çimento ile tutturulmuşlardır (Şekil 34a). Kireçtaşı çakıllarının bazıları İnsuyu formasyonuna ait karbonatlı kayalara benzemektedir. Çakılların tane boyu değişken bazı çakılların boyutu 10 cm'ye ulaşmaktadır. Törk ve ark. (2013) çakıltaşı seviyelerini gri, yer yer kırmızı renkli, kalın tabakalı, tabaka tabanı bazen aşındırmalı, tane destekli, gevşek-orta tutturulmuş, çoğunlukla İnsuyu formasyonuna ait kireçtaşı çakıllı, yer yer çok tür taneli olarak tanımlamışlardır. Çakıltaşlarının bağlayıcı malzemesi karbonat olup orta- kalın tabakalıdır (Şekil 34b)

İncesu formasyonu içinde çakıltaşları içinde yer yer sarımsı bej renkli ince-orta tabakalı kumtaşları bulunmaktadır. Kumtaşları tabakalar arası geçişler belirgin, ince-kalın tabakalı, yer yer düzlemsel çapraz tabakalıdır (Törk ve ark., 2013). Kumtaşı seviyeleri paralel ince tabakalı, laminalı silttaşı ve kıltaşı ile birlikte bulunmaktadır (Öztürk ve ark., 2017).

İncesu formasyonunda çakıltaşları ve kumtaşlarının üzerinde kırmızı, gri ve bej renkli kumlu ve nadiren çakıllı, düzlemsel tabakalı ince tabakalı ve laminalı çamurtaşları bulunmaktadır. Çamurtaşları genellikle gevşek-orta tutturulmuş ve yumrulu görünüme sahiptir. İçlerinde yer yer merceksel geometrili çakıltaşı ve kumtaşları bulunmaktadır. Törk ve ark., (2013)'na göre çamurtaşları üste doğru tabakalanması belirgin olmayan, yer yer çapraz tabakalı yarı yuvarlak, yuvarlak, yassı, bazalt, andezit ve pomza ile az kireçtaşı (İnsuyu Formasyonu) taneleri içeren çakıltaşı ve kumtaşlarına geçiş göstermektedir (Şekil 34b). Daha üstte kalın tabakalı, bej ve gri renkli tüflü seviyeler yer alırken, alt seviyelerde rastlanan çakıltaşı-çamurtaşı araldanması tekrar gözlenmektedir (Diken ve ark., 2010; Özsayın, 2007).

İncesu formasyonunun üst seviyelerinde kirli beyaz, krem renkli ince-orta tabakalı yer yer plaketsel gölsel kireçtaşı ve kıltaşı araldanmaları yer almaktadır. Çakıltaşından kireçtaşına doğru bu litolojik değişim her yerde gözlenmemekte olup yanal ve düşey yönde mercek ve kamalanmalar şeklinde geçişler mevcuttur. Kırıntılı seviyelerin üzerinde yer alan gölsel kireçtaşı düzeyleri Törk ve ark. (2013) tarafından üye mertebesinde ayrılarak Kürdan kireçtaşı üyesi olarak tanımlanmıştır.



**Şekil 34. a)** İncesu formasyonuna ait çakıltaşlarında az yuvarlaklaşmış çört, radyolarit, kireçtaşı ve serpantinit çakılları, **b)** İncesu formasyonu içinde kiltaşları ile çakıllı- kumlu çamurtaşları (Celilboğazı-Kuşça)

İnceleme alanının güney kesiminde araştırmalar yapan Törk ve ark. (2013) birimde litolojik değişimlerin ve kalınlıkların yerel olarak değiştiğini belirterek inceleme alanının güneyindeki Kürdan Yaylası çevresinde birim, alttan üste doğru tüflü kiltaş, çakıllı kumtaş, çakıltaş ve kireçtaşından oluşan bir istiflenme sunduğunu belirtmektedirler.

İnceleme alanının kuzeybatısında Cihanbeyli-Tuzgölü arasında çalınma yapan Özsayın (2007) İncesu formasyonunun alt kesimlerindeki grimsi-siyah renkli, az yuvarlaklaşmış gabro, serpantinit ve radyolarit çakılları içeren kalın tabakalı çakıltaşları ve bunlarla dereceli geçişli kırmızımsı renkli, tane destekli, kaba-ince taneli kumtaş aralanmalarını Cihanbeyli formasyonu içinde Kuşça üyesi olarak tanımlamıştır. Kuşça üyesinin tipik olarak gözlemlendiği Kuşça Kasabası Celilboğazı mevkiinde rüzgâr aşındırması sonucunda jeolojik miras olarak nitelenebilecek olağanüstü güzel görünümüne sahip ve olan peribacası oluşumları yer almaktadır (Diken ve ark., 2011; Öztürk ve ark., 2017; Şekil 35).

İncesu formasyonu inceleme alanında İnsuyu formasyonu üzerinde uyumsuzlukla yer almaktadır. Birim Pleyistosen-Kuvaterner yaşlı Tuzgölü formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir. İnceleme alanının güneyinde İncesu Kasabası çevresinden başlayarak inceleme alanının batı sınırına doğru Hüseyin Hoca Yaylası'nı da kapsayarak Yıldırım Deresi'ne kadar oldukça geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Birimin inceleme alanındaki kalınlığı jeolojik kesitlere ve arazi gözlemlerine göre yaklaşık 35 m'dir.



**Şekil 35.** *İncesu formasyonunda çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşları içinde peribacası oluşumları (Yer: Kuşça Kasabası-Celilboğazı mevki-Cihanbeyli)*

Bu çalışmada İncesu formasyonu içinde yaşlandırma araştırması yapılmamıştır. Birim Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı İnsuyu formasyonu üzerinde uyumsuzlukla yer aldığından ondan daha gençtir. Türk ve ark. (2013) birim içindeki gözlenen cüruf ve pomza çakıllarının İnsuyu formasyonuna ait Gidiric Üyesi ile Hasan Dağı Volkanizması'na ait olabileceğini ve stratigrafik deneştirmelere göre birimin yaşının Pliyo-Kuvaterner olduğunu kabul etmişlerdir. Özsayın (2007) Cihanbeyli formasyonunun kireçtaşı seviyelerinden aldıkları örneklerde Pliyosen yaşını veren Ostracoda türleri tespit eden araştırmacılara dayanarak (Tunoğlu ve ark., 1995; Beker, 2002) birimin Pliyosen yaşlı olduğunu belirtmiştir. Bu verilere göre İncesu formasyonunun yaşı Geç Pliyosen-Pleyistosen (Pliyo-Kuvaterner) olarak kabul edilmiştir.

İncesu formasyonu tabandan itibaren az yuvarlaklaşmış kötü boylanmalı çakıltaşları ile başlamakta, üste doğru tane boyu incelererek ince-orta tabakalı kumtaşları, çamurtaşları ve kilttaşlarına geçiş göstermektedir. Formasyon içinde en üstte ince tabakalı göl sel kireçtaşları bulunmaktadır. Buna göre İncesu formasyonu karasal akarsu çökelleri ile başlamakta olup kıyından itibaren giderek derinleşen bir göl ortamında oluşmuştur.

İncesu formasyonu Tuzgölü çevresinde araştırmalar yapan Uygun (1981), Uygun ve ark., (1982) tarafından tanımlanan İnsuyu kireçtaşı, Ulu ve ark. (1994), Dirik ve Erol (2003) ile Dönmez ve Akçay (2005 a ve b) tarafından tanımlanan İnsuyu formasyonunun üst seviyelerindeki kırıntılı kayalarla deneştirilebilmektedir. Birim Görür (1981), Görür ve ark. (1984), Ulu ve ark. (1994a ve b); Göncüoğlu ve ark. (1996), Gündoğan ve Helvacı (1996), Çemen ve ark. (1999) ve Özsayın (2007) tarafından tanımlanan Cihanbeyli formasyonu,



Tuzgözü Havzası'nın doğusunda Uygun ve ark (1982), Atabey (1989), Leventoğlu (1994), Özkul ve Türkmen (2000) tarafından tanımlanan Peçenek formasyonunun orta ve üst seviyeleri ve Çumra-Akören bölgesinde Hakyemez ve ark. (1992) tarafından tanımlanan Apa formasyonları ile de litolojik olarak denestirilebilir özelliktedir.

#### **4.1.1.2.1. Kürdan kireçtaşı üyesi (NgQik)**

İncesu formasyonunun üst seviyelerinde kırıntılı kayaların üzerinde bulunan genellikle sarımsı, sarımsı gri ve bej, ince tabakalı, yer yer plakete yapılı, gözenekli ve kırıntılı kireçtaşları litolojik olarak üye mertebesinde ayrılmış olup Törk ve ark. (2013) tarafından Kürdan kireçtaşı üyesi adı verilerek açıklanmıştır.

İnceleme alanında İncesu Kasabası'nın kuzeyinde Mezgit Dere ile Keler Dere arasında ve Keler Dere'nin kuzey kıyısında olmak üzere iki yerde haritalanabilir boyutta yüzeylenmektedir. Kürdan kireçtaşları başlıca koyu bej, sarımsı bej ve sarımsı gri renkli ince ve yatay tabakalıdır. Tabakalanma yer yer belirlenemeyecek derecede kötü gelişmiş olup plakete yapıları, yer yer ikincil karbonat dolgulu boşluk ve gözenekler yaygındır. Kireçtaşlarının içlerinde yer yer önemli miktarda gevşek tutturulmuş kum ve çakıl boyutunda kırıntılılar bulunmaktadır. Yer yer kumtaşı mercikleri şeklinde izlenen bu kırıntılıların çoğunluğu birimin tabanındaki İncesu formasyonuna ait çakıltaşı ve kumtaşlarından türemişlerdir. Törk ve ark. (2013) kireçtaşlarının kalınlığının 2-5 m arasında değiştiğini ve tabanında 60-80 cm kalınlığında, gevşek tutturulmuş, dağılgan, kumlu, siltli kireçtaşı seviyelerinin yer aldığını belirtmişlerdir. Kürdan kireçtaşlarında yapılan petrografik incelemelerde (Törk ve ark., 2013) kayada kriptomikrokristalen karbonat mineralleri içerisinde kuvars, plajiyoklas, amfibol, piroksen, epidot ve taşınmış karbonatlarla temsil edilen yabancı taneler, sparitleşmiş mikrofossil kavkaları ve silisleşmiş kayac parçaları gözlenmiş olup fosilli kumlu kireçtaşı olarak tanımlanmıştır.

Kürdan kireçtaşlarında yer yer gelişen yıkanma etkisiyle bazı yerlerde mikrit çamuru kaybolmuş, yerine çökelen ikincil karbonat mineralleri tabakalı görünüm kazandırmıştır. Kireçtaşlarında yer yer gözlenen kuruma çatlakları, breşleşme ve kalışleşmeler ise Törk ve ark., (2013) tarafından bu birimin oldukça sığ ve zaman zaman kuruyan bir gölün kenarında çökelmiş olması şeklinde açıklanmaktadır.

#### **4.1.1.3. Tuzgözü formasyonu (Qt)**

Tuzgözü formasyonu genel olarak yanal ve düşey geçişli gri, koyu gri renkli az tutturulmuş karbonatlı çakıl, kum, silt ve killi kırıntılı çökellerle birlikte yer yer jips ve

evaporitik kayalarla temsil edilmektedir. Daha önceki birçok araştırmacının Kuvaterner çökelleri veya alüvyon olarak tanımladıkları birim içindeki farklı litolojik özellikteki oluşumlar Çumra – Akören bölgesinde çalışan Hakyemez ve ark. (1992) tarafından Türkmencamili, Okçu ve Çumra formasyonları olarak tanımlanmıştır. Birim ilk defa Ulu ve ark. (1994) tarafından Cihanbeyli-Tuzgölü arasındaki yüzeylemelerine atfen Tuzgölü formasyonu olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanını da kapsayan Orta Anadolu bölgesinde daha sonra yapılan birçok çalışmada da (Dönmez ve Akçay, 2005 a ve b; Özsayın, 2007; Ulu, 2009 a ve b; Umut, 2009 a ve b; Törk ve ark., 2013) Tuzgölü formasyonu tanımlaması yapılmış olup bu çalışmada da Tuzgölü formasyonu adlanması kabul edilmiştir. Formasyon inceleme alanında Konya-Aksaray yolu çevresinde tipik olarak yüzeylenmektedir.

Tuzgölü formasyonu sıklıkla hem yanal hem de düşey yönde dereceli geçişler gösteren genellikle yatay tabakalı, Tuzgölü'ne doğru hafifçe kuzeye eğimli çakıl-kum, silt-kil, jips ara tabakalı killer ile kireçli kil seviyeleri ile temsil edilmektedir (Dönmez ve Akçay 2005 a ve b; Ulu, 2009 a ve b; Törk ve ark. 2013). Bu kayalar Formasyonun tabanında genellikle aşınmalı bir yüzey üzerinde gelişen yatay veya yataya yakın tabakalı kum boyutunda tane destekli iyi yuvarlaklaşmış çakıllar bulunmaktadır. Çakıllı seviye içinde yer yer yatay ve çapraz tabakalı (Özsayın, 2007) kum boyutlu ara seviyeler bulunmaktadır. Çakıllı-kumlu seviyelerin üzerinde yine yatay tabakalı açık yeşil, yeşilimsi beyaz renkli ince taneli kum, silt ve killi seviyeler yer almaktadır. Silt ve killi seviyeler genellikle yatay konumlu ve orta-kalın tabakalı killerden oluşmakta ve içlerinde yer yer ince laminalı silt ara tabakaları bulunmaktadır (Şekil 36). Ulu (2009 a ve b)'ya göre bu siltli-kil seviyesi içinde kalınlıkları oldukça değişken ve yayımları yüzlerce m'ye ulaşan jips yumruları, ince paralel laminalı disk veya kırlangıç kuyruğu biçimli jips kristalleri içeren jips merccekleri vardır. Siltli kil seviyelerinin çoğunlukla yatay katmanlı silt ve kumlarla yer yer yatay ve ince tabakalı killi kireçtaşları gelmektedir. Kireçtaşlarında gerçekleştirilen petrografik incelemelerde mikrit ve killi kireçtaşı oldukları belirlenmiştir (Ulu, 2009 a ve b).

Tuzgölü formasyonu içinde farklı fasiyelerde oluşan ve farklı litolojik özelliklere sahip olan birimler Ulu ve ark. (1994) tarafından üye mertebesinde ayrılmış olup kıyı ortamında oluşan yatay katmanlı çakıl ve kum içeren kırıntılılar Yeşilova Üyesi (Qty), karbonat matriksli kum, kil ve siltlerle temsil edilen karbonatlı kırıntılılar Alibekeagılı üyesi (Qta) ve bataklık ortamında çökelen koyu gri renkli, karbonatlı kil ve yumuşak karbonattan oluşan ince taneli kırıntılılar Bataklık üyesi (Qtb) olarak tanımlanmıştır. İnceleme alanında Yeşilova üyesi ve Alibekeagılı üyesine ait birimler yüzeylenmektedir.



**Şekil 36.** Tuzgölü formasyonunda yatay ve çapraz tabakalanmalı çakıl-kum ardalanmaları, Bolluk Gölü batısı (Özsayın, 2007'den).

Tuzgölü formasyonu inceleme alanında yüzeyleyen diğer birimlerin kapladığı alandan daha geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Formasyon Aksaray – Konya karayolunun güneyinde alanın doğusundaki Kutlu Kasabası'ndan başlayarak inceleme alanın batı sınırına kadar diğer birimlerle sınır oluşturarak inceleme alanının kuzey sınırına kadar uzanmaktadır. Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İnsuyu ve Pleyistosen yaşlı İncesu formasyonları üzerinde uyumsuzlukla duran Tuzgölü formasyonu Holosen yaşlı alüvyonlarla uyumsuz olarak örtülmektedir. Birimin inceleme alanındaki kalınlığı jeolojik kesitlerde yaklaşık 30 m olarak hesaplanmış olup daha önceki çalışmalarda (Ulu, 2009a ve b; Umut 2009 a ve b) birimin 20-110 m kalınlığa sahip olduğu belirtilmektedir.

Tuzgölü formasyonu Pliyo-Kuvaterner yaşlı İncesu formasyonunu uyumsuz olarak örtmektedir. Daha önceki araştırmacıların bazıları birimin Pliyo-Kuvaterner (Ulu ve ark., 1994) yaşlı olduğunu belirtirken araştırmacıların çoğunluğu (Dönmez ve Akçay, 2005 a ve b; Özsayın, 2007; Ulu, 2009 a ve b; Umut, 2009 a ve b, Törk ve ark., 2013) Kuvaterner yaşlı olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada stratigrafik konumuna göre Tuzgölü formasyonunun Kuvaterner yaşlı olduğu kabul edilmiştir.

Orta Anadolu bölgesinde Tuzgölü ve Konya havzasında Tuzgölü formasyonu içinde bulunan kırıntılı ve karbonatlı kayalara benzeyen karasal ve gölsel çökeller oldukça geniş alanlarda yüzeylemektedir. Tuzgölü formasyonu içinde bulunan kırıntılı, karbonatlı ve sülfatlı

çökeller farklı çökme ortamlarını yansıtmaktadır. Formasyonun tabanındaki yatay tabakalı kum destekli iyi yuvarlaklaşmış ve iyi boylanmış çakıllar yüksek enerjili, sığ, düze yakın bir çökme ortamının ürünü olmalıdır. Birim içinde üst seviyelere doğru baskın hale gelen siltli ve killi birimler ise suda daha uzun mesafelerde taşınabilen askı malzemenin çökeldiği durgun su ortamını, tane destekli çakıllar ise çalkantılı ortam şartlarını yansıtmaktadır. İnce kalınlıklı yatay tabakalı kil ve siltler Ulu (2009 a ve b)'ya göre durgun su ortamında gerçekleşen hızlı bir çöklimin varlığını yansıtırken, jipsler, sülfatlı çözelti içeriği bakımından oldukça doygun, sığ-sualtı koşulları ile yüksek yeraltı suyu koşullarının hakim olduğu karasal çökme ortamını göstermektedir. Jips gibi evaporitik kayaçlar genellikle kurak-yarı kurak-kurak iklim şartlarında playa ve sabkha ortamlarında oluşmaktadır. Formasyonun en üst kesimlerindeki karbonatlı killer ise kıyıya yakın durgun su ortamında çökelmiş olmalıdır. Buna göre Tuzgölü formasyonu kurak-yarı kurak iklim şartları altında zaman zaman suların çekilerek karasal koşulların etkili olduğu ve kıyıda akarsular tarafından taşınan kırıntıların baskın olduğu gölsel kıyı ortamından giderek derinleşen sığ su ortamında çökelmiş olmalıdır.

Tuzgölü formasyonu Sarayönü-Kadınhanı bölgesinde çalışmalar yapan Umut ve ark. (1990)'nın tanımladıkları Kadınhanı ve Bayramlı formasyonları, Cihanbeyli-Tuzgölü ve güneyinde araştırmalar yapan Ulu ve ark. (1994) tarafından tanıtılan Hotamış, Uzundere ve Sazlıpınar formasyonları, Çumra-Akören bölgesinde çalışan Hakyemez ve ark. (1992)'nin tanımladıkları Türkmencamili, Okçu ve Çumra formasyonları ile deneştirilebilir özelliktedir.

#### **4.1.1.3.1. Yeşilova Üyesi (Qty)**

Tuzgölü formasyonunun taban kesimlerindeki yatay tabakalı çakıl, kum ve siltlerle temsil edilen birim Ulu ve ark. (1994) tarafından inceleme alanının kuzey sınırındaki Yeşilova kasabası civarındaki yüzeylemelerine atfen Yeşilova üyesi olarak adlandırılmıştır. Bölgede daha sonra araştırmalar yapan Dönmez ve Akçay (2005 a ve b) ile bölgenin güneyinde çalışan Türk ve ark. (2013) aynı adlamayı kullanmışlardır. Yeşilova üyesi Aksaray-Konya karayolunun her iki tarafında inceleme alanının doğu sınırındaki da Darıhöyük ve Kutlu Kasabası arasından başlayarak batıya doğru Yenikent Kasabası ve Akhan Yaylasını'nı kapsayarak inceleme alanının batısına kadar uzanan oldukça geniş bir alana yüzeylemektedir.

Yeşilova üyesi içinde alttan üste doğru tane boyu incelmekte olup en altta kalın tabakalı iyi yuvarlaklaşmış ve iyi boylanmış, sıkı tutturulmuş çakıltaşları yer almaktadır. Üste doğru tedrici olarak yer yer hafif kuzeye eğimli ve genellikle yatay konumlu, bazı yerlerde çapraz tabakalı, sıkı tutturulmuş, tane destekli kumtaşları ile ince orta tabakalı kumtaşı-çakıltaşı

ardalanmaları yer almaktadır (Törk ve ark., 2013). En üstte ise bej, krem renkli, sıkı tutturulmuş, karbonatlı kumtaşı ve killi siltler bulunmaktadır. Çakıllar genellikle İnsuyu formasyonu ve temele ait metamorfik kayalardan türemiştir. Ulu ve ark. (1994) birimin yüksek enerjili düz bir çökeltme ortamında, yer yer de durgun su, fırtına koşullarına özgü çökeltme ortamında geliştiğini belirtmektedirler (Dönmez ve Akçay, 2005, a ve b).

#### **4.1.1.3.2. Alibekeçalılı Üyesi (Qta)**

Tuzgölü formasyonu içinde tabandaki çakıl ve kumların üzerinde yer alan bej ve grimsi –bej renkli karbonat matriksli kum, kil, silt ve karbonatlar gibi göl tabanını temsil eden kayalar Ulu ve ark. (1994) tarafından Alibekeçalılı üyesi olarak adlandırılmıştır. Birim inceleme alanının kuzeybatısında Yenikent Kasabası'ndan inceleme alanının kuzey ve batı sınırına kadar oldukça geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Alibekeçalılı üyesi genellikle yatay konumlu olup alt kesimlerinde kum ve siltli seviyeler üst kesimlerinde kireçtaşı ve kiltaşları içermektedir. Birim içindeki ince taneli sedimanlar ve karbonatlar birimin durgun su göl ortamında çökeldiğini göstermektedir.

#### **4.1.1.4. Alüvyon (Qal)**

İnceleme alanındaki alüvyonlar daha eski birimlerde ait taneler içeren tutturulmamış veya az tutturulmuş çakıl, kum ve siltlerle temsil edilmektedir. İnceleme alanındaki güneyden kuzeye doğru baharda akışa geçen ve yaz mevsiminde kuruyan Karaboğaz Dere, Özkuyu Dere ve Keler Dere gibi dereler boyunca yayılım göstermektedir. Bazı dereler boyunca meydana gelen alüvyon örtü oldukça ince olup haritalanmamıştır. Alüvyonlar diğer birimlerin üzerinde uyumsuz olarak yer almakta olup oluşumları halen devam etmektedir.

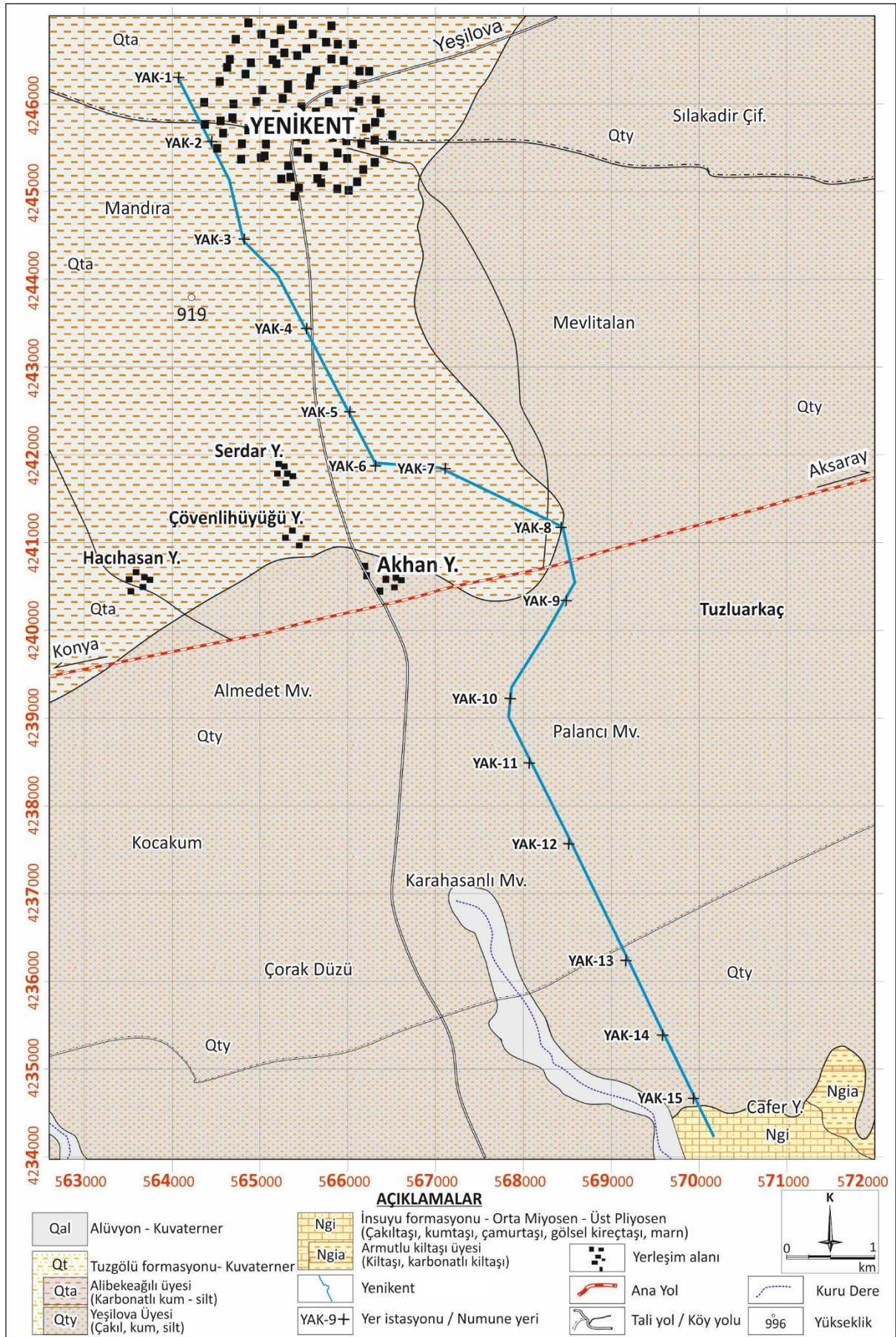
## **4.2. Mineralojik – Petrografik Analizler**

### **4.2.1. Yenikent (Aksaray) bölgesinin mineralojik-petrografik özellikleri**

Çalışma alanında Yenikent Kasabası'nın batısında Tuzgölü formasyonu içindeki Alibekeçalılı üyesine (Qta) ait gri ve bej renkli karbonat, karbonat matriksli kum, kil ve siltler gibi göl tabanını temsil eden kaya birimleri yüzeylemektedir. Alibekeçalılı üyesi genellikle yatay konumlu olup alt kesimlerinde kum ve siltli seviyeler üst kesimlerinde ise kiltaşları ve karbonatlı kiltaşları bulunmaktadır. Bölgenin güneyine doğru Konya-Aksaray yolunun hemen 300 m kuzeyinden güneydoğuya doğru yine Tuzgölü formasyonu içindeki Yeşilova üyesine (Qty) ait kaya birimleri bulunmaktadır. Yeşilova üyesi altta kalın tabakalı iyi yuvarlaklaşmış ve iyi boylanmış, sıkı tutturulmuş çakiltaşları ile başlamakta, üste doğru genellikle yatay yer

yer çapraz tabakalı, tane destekli kumtaşları ile ince orta tabakalı kumtaşı-çakıltaşı ardaalanmaları ve en üstte ise bej, krem renkli, sıkı tutturulmuş, karbonatlı kumtaşı ve killi siltlerle temsil edilmektedir. Bölgenin en güney ucunda ise İnsuyu formasyonuna ait çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ve killi kireçtaşları yer almaktadır (Şekil 37). Bölgede yapılan saha çalışmalarında petrografik ince kesit yapılabilecek kaya oluşumuna rastlanmamış olup genellikle ayrı taneli çakıl, kum, silt ve kil boyutunda malzeme içeren topraklar vardır. Toprak örtü inceleme alanında mera veya tarım arazisi olarak değerlendirilmektedir.

Yenikent bölgesinde belirlenen bir güzergah boyunca üzerinden km'de 1 numune alımı gerçekleştirilmiş Saha çalışmaları esnasında belirlenen güzergah boyunca petrografik analizi yapılabilecek kayaç oluşumunun olmadığı ve yaygın olarak kil ve siltlerle yer yer kumlu ve çakıllı malzemelerden oluştuğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla alınan numunelerde petrografik ince kesitler yerine X Işınları Kırınım (X Ray Diffractometer: XRD) analizleri yapılmıştır. MTA Genel Müdürlüğü Mineraloji-Petrografi Laboratuvarı (Ankara)'nda gerçekleştirilen XRD analizleri sonucunda zemin malzemesinin genellikle kuvars, kalsit, mika/illit, alkali feldispat, plajyoklas, klorit ve amfibollerden oluştuğu belirlenmiştir (Tablo 3, Şekil 38, 39, 40,41 ve 42). Tuzgölü formasyonuna ait iki üyeden kuzeydeki Alibekeğallı Üyesi ve güneydeki Yeşilova üyesi bazı mineraller bakımından ayırt edilebilmektedir (Tablo 3).



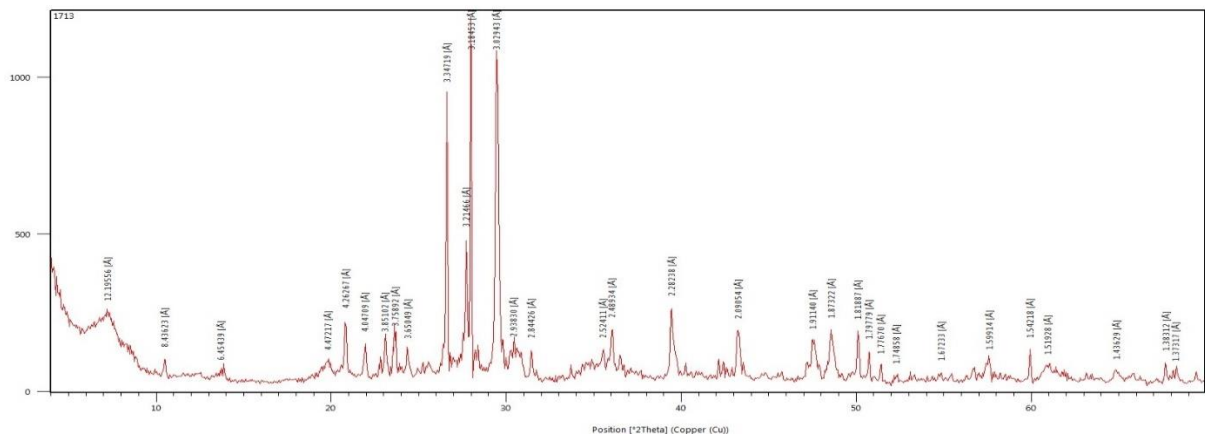
Şekil 37. Yenikent bölgesi numune alım yerleri

Konya-Aksaray yolunun kuzeyinde genellikle Tuzgözü formasyonuna ait Alibekeçalı üyesi yayılım göstermektedir. Bu kesimden alınan numuneler (YAK-1, YAK-4 ve YAK-7) genellikle kalsit, kuvars, plajiyoklas ve killerden oluşmaktadır (Tablo 2; Şekil 38, 39 ve 40). Sadece güzergahtın en kuzey ucundaki başlangıç noktasından alınan YAK-1 kodlu numunede yukarıdaki minerallere ek olarak alkali feldispat ve klorit mineralleri de yer almaktadır.

Konya –Aksaray yolunun güneyinde ise yine Tuzgözü formasyonuna ait Yeşilova üyesine ait birimler yüzeylenmekte olup güney kesimden alınan numunelerde (YAK-10 ve YAK-13) ise kalsit, kuvars, plajiyoklas ve kil minerallerine ek olarak mika/illit ve amfibol mineralleri bulunmaktadır (Tablo 3, Şekil 41 ve Şekil 42).

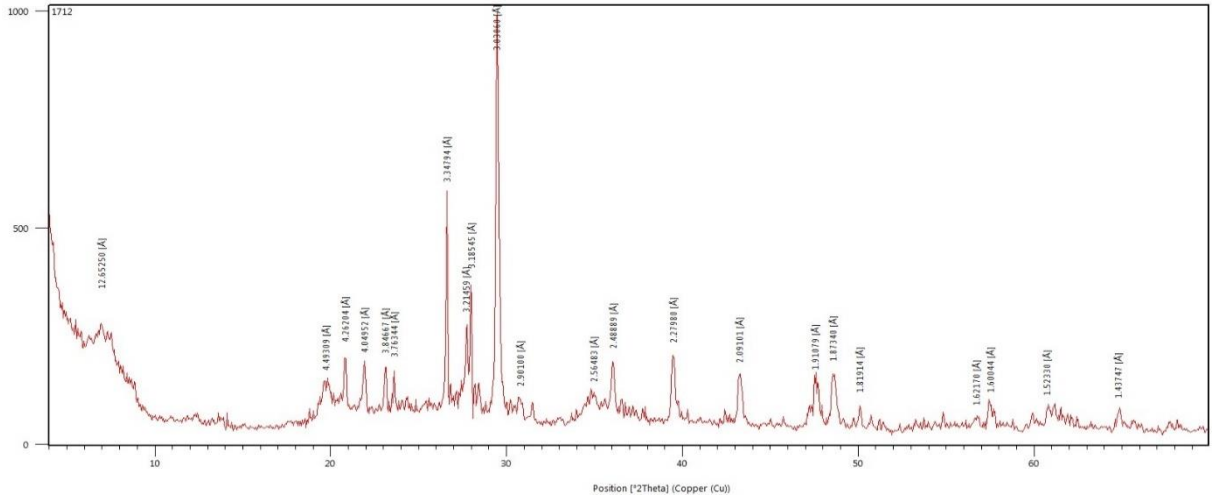
**Tablo 3.** Yenikent bölgesi Tuzgözü formasyonuna ait Alibekeçalı ve Yeşilova üyelerinden alınan numunelerin kalitatif mineral analiz sonuçları

XRD ile Belirlenen Bütün Mineraller		Alibekeçalı Üyesi			Yeşilova Üyesi	
		YAK-1	YAK-4	YAK-7	YAK-10	YAK-13
<b>Kalsit</b>	CaCO <sub>3</sub>		+	+	+	+
<b>Kuvars</b>	SiO <sub>2</sub>	+	+	+	+	+
<b>Plajiyoklas</b>	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> - CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	+	+	+	+	+
<b>Alkali feldispat</b>	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	+				
<b>Mika</b>	Muskovit: KAl <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> , Biyotit: K(Mg, Fe) <sub>3</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub> Lepidolit: K,Li,Al,Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> (OH,F) <sub>2</sub>	+			+	+
<b>Amfibol</b>	(Na,K) <sub>0-1</sub> (Ca,Na,Mn,Fe,Mg,Li) <sub>2</sub> (Mg,Fe,Al,T,Mn, Cr,Li,Zn) <sub>5</sub> (Si,Al) <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH,Cl,F) <sub>2</sub>				+	+
<b>Kil / illit</b>	Kaolinit: (Al <sub>4</sub> (Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>8</sub> ) Montmorillonit: 0.33M <sup>+</sup> (Al,Mg) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> nH <sub>2</sub> O Na-bentonit: (NaAl) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> nH <sub>2</sub> O İllit: (K,H <sub>3</sub> O)(Al,Mg,Fe) <sub>2</sub> (Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O)		+	+	+	+
<b>Klorit</b>	(Mg,Al,Fe) <sub>12</sub> [(Si,Al) <sub>8</sub> O <sub>20</sub> ](OH) <sub>16</sub>	+				

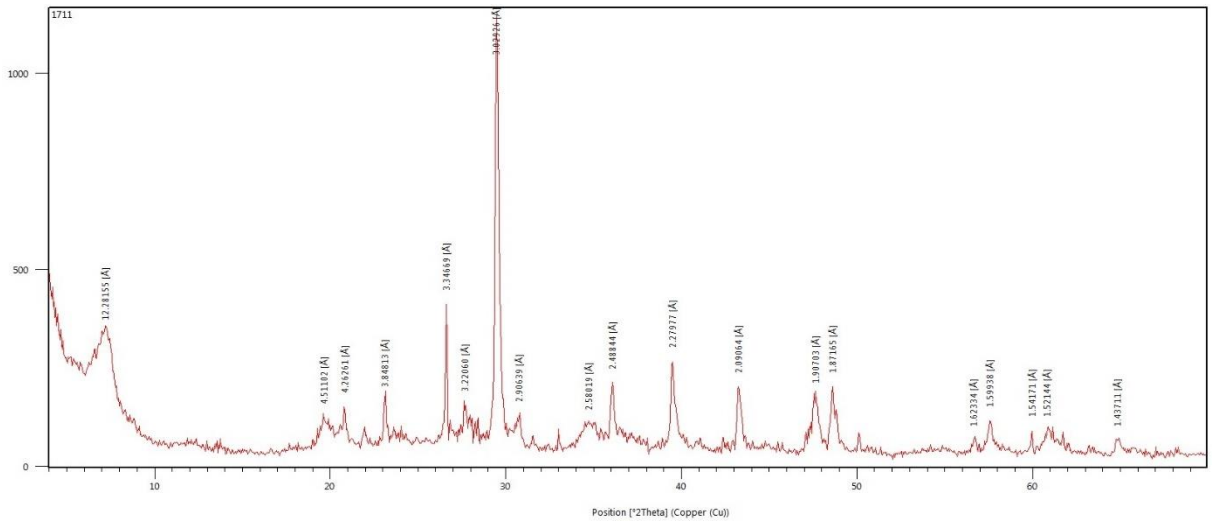


**Şekil 38.** Yenikent bölgesinde Alibekeçalı üyesinden alınan YAK-1 numunesine ait XRD analizi difraktogramında tespit edilen mineraller: kuvars, plajiyoklas, alkali feldispat, mika/illit ve klorit

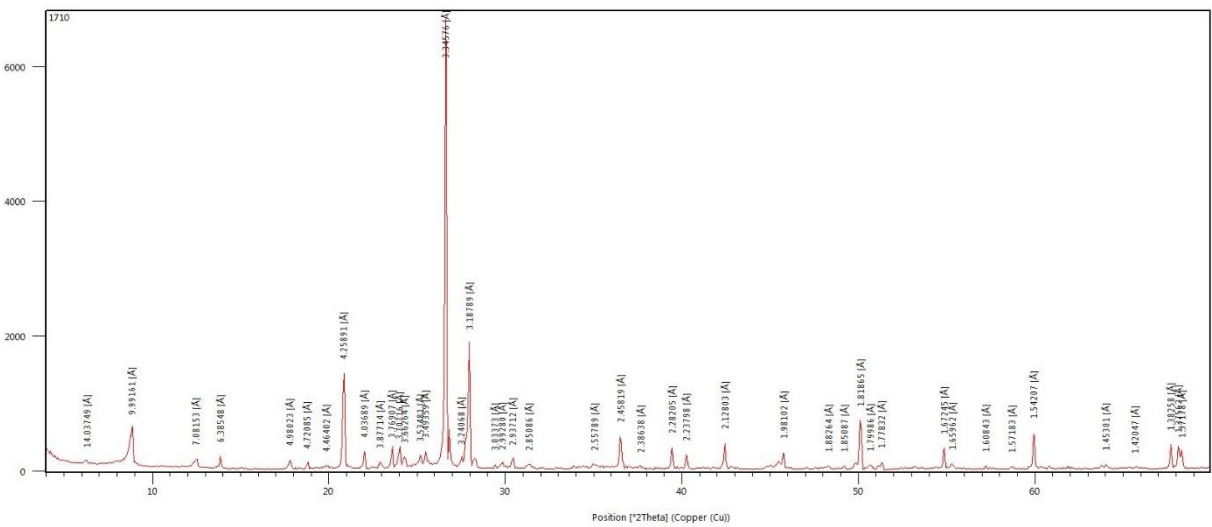




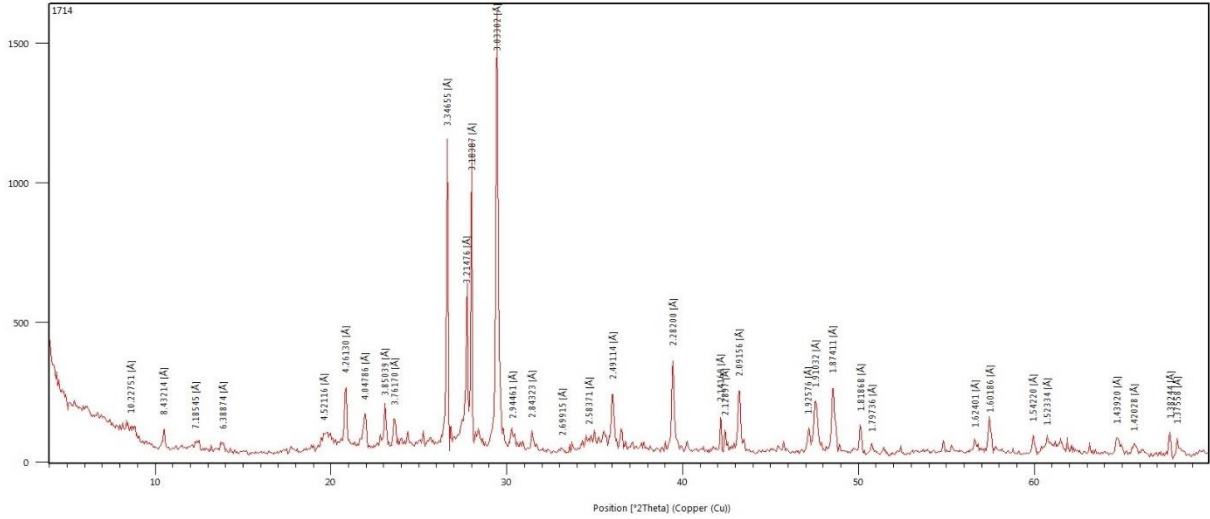
**Şekil 39.** Yenikent bölgesinde Alibekeği üyesinden alınan YAK-4 numunesine ait XRD analizi difraktogramında tespit edilen mineraller: kalsit, kuvars, plajiyoklas ve kil mineralleri



**Şekil 40.** Yenikent bölgesinde Alibekeği üyesinden alınan YAK-4 numunesine ait XRD analizi difraktogramında tespit edilen mineraller: kalsit, kuvars, plajiyoklas ve kil mineralleri



**Şekil 41.** Yenikent bölgesinde Yeşilova üyesine ait YAK-10 numunesinin XRD analizi difraktogramında tespit edilen mineraller: kalsit, kuvars, plajiyoklas, mika/illit, amfibol ve kil mineralleri



**Şekil 42.** Yenikent bölgesinde Yeşilova üyesinden alınan YAK-14 numunesine ait XRD analizi difraktogramında tespit edilen mineraller: kalsit, kuvars, plajiolklas, mika/illit, amfibol ve kil mineralleri

### 4.3. Jeokimyasal analizler

Tez çalışmaları esnasında güzergahlar boyunca yüzeyleyen jeolojik birimlerin jeokimyasal özelliklerin tespit edilmesi amacıyla yaklaşık her bir km'den 1 örnek alınması planlanmıştır. Ancak saha çalışmaları esnasında önemli yol geçişleri, kanal, menfez, tarihi yapılar gibi fiziksel sınırların olduğu bölgelerde numune alım aralıkları değiştirilmiş olup bazı örnekler arasındaki mesafe 1 km'den biraz farklı olmuştur. Obruk riski araştırması yapılan güzergahlar boyunca genellikle tarım arazileri ve meralar bulunmakta olup numune alınabilecek kayaç oluşumu oldukça sınırlıdır (Tablo 1-4).

Yenikent bölgesinde 15 adet numune alınmıştır.

Kimyasal analizler ALS Global Laboratuvarları (İrlanda)'nda ICP-AES analitik cihazı ile ana oksit analizleri ( $Al_2O_3$ ,  $BaO$ ,  $CaO$ ,  $C_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$ ,  $MnO$ ,  $Na_2O$ ,  $P_2O_5$ ,  $SiO_2$ ,  $SrO$  ve  $TiO_2$ ) iz elementler ve nadir toprak element (NTE) analizleri (Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Ho, In, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, N, Nd, Ni, P, Pb, Pr, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Si, Sm, Sn, Sr, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr) yaptırılmıştır. Jeokimyasal analizler gerçekleştirilirken güzergahlar boyunca genel jeokimyasal özellikler ve incelenen bölgedeki jeolojik birimlerin jeokimyasal özellikleri olmak üzere iki farklı jeokimyasal analiz yapılmıştır.

İz element konsantrasyonları şeklinde analizi yapılan ana elementler oksit konsantrasyonlarına dönüştürülmüş ve bütün sonuçlar parametrik ve çok değişkenli istatistiksel analizlerle değerlendirilmiştir. Parametrik istatistiksel analizlerde ortalama, ortanca, standart sapma, standart güzergaha, student t testi, anakitle tahmin testleri vb analizler gerçekleştirilerek

yorumlanmıştır. Çok değişkenli istatistiksel analizlerde ise başta elementlerin birbiri ile ilişkilerinin olup olmadığını belirten korelasyon analizleri yapılarak korelasyon varsa ilişkinin şekli, yönü ve kuvveti hesaplanmıştır. Korelasyon katsayıları kullanılarak elementler arasında bir kümelenmenin varlığının belirlenmesi amacıyla küme (cluster) analizleri yapılmış ve yorumlanmıştır. Son olarak çok değişkenli faktör analizi yapılarak elementlerin sahadaki bulunuşlarına etki eden faktörler tartışılmıştır.

#### 4.3.1.1. Yenikent bölgesinin jeokimyasal özellikleri

Yenikent bölgesinde alınan numunelerin 10 adedinde ana oksit analizleri 5 adedinde ise iz elementler ve nadir toprak element (NTE) analizleri yaptırılmıştır (Tablo 4). Alınan numunelerin 8'i Tuzgölü formasyonu Alibekeoğlu üyesinden 7'si ise Yeşilova üyesinden alınmıştır. Genellikle ayırık taneli kil, silt, kum ve çakıl karışımı şeklinde gözlenen bu iki üyeye ait numunelerin kimyasal analiz sonuçlarında belirgin farklılıklar vardır.

Yenikent bölgesinden alınan bütün numunelerin kimyasal analiz sonuçları birlikte değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizlerin tutarlılığının denetlenmesi amacıyla gerçekleştirilen student t testine göre tabloR<sub>t</sub>R değeri 1.76 olup örnek ortalamaları için yapılan yorumlar % 95 anlamlılık düzeyinde tutarlıdır. Yenikent güzergahtı üzerinden alınacak 15 adet numuneye sahip herhangi bir örnekte bulunabilecek kimyasal analiz sonuçları tek yönlü T testine göre % 95 olasılıkla Tablo 17'de verilen anakitle ortalama alt sınırı ve anakitle ortalama üst sınırı arasında bir değer olacaktır. Örneğin bölgeden alınacak 15 elemanlı herhangi bir örneğin ortalama SiO<sub>2</sub>R içeriği % 95 olasılıkla % 38.74 ile % 44.93 arasında olması beklenmektedir. Güzergah boyunca eriyebilir nitelikte karbonatlı kayaç oluşturması muhtemel CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>ROR<sub>3</sub>R ve KK toplamı ise % 44.98'dir. Bu bileşenlerden Fe<sub>2</sub>ROR<sub>3</sub>R ve MgO bazı oksit ve killi silikat minerallerini de oluşturdukları için karbonatlı kayaç miktarı en az % 40 olarak kabul edilebilir. Yenikent güzergahtı boyunca obruk riski bakımından dönemsel olarak izlenmesi uygun olacaktır.

**Tablo 4.** Yenikent bölgesinden alınan numunelere ait ana oksit kimyasal analiz sonuçları, parametrik istatistiksel özetleri, student t testi ve anakitle ortalama tahmin testi (*Qta*: Alibekeoğlu Üyesi, *Qty*: Yeşilova Üyesi, *tR<sub>tablo</sub>R*: 1.76, *KK*: Kızdırma kaybı)

N. No	Üye	KOORDİNAT		ANA OKSİT KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI											
		X	Y	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	KK
YAK-1	Qta	564073.27	4246290.76	30.81	5.31	2.27	19.73	8.22	0.77	1.05	0.05	0.23	0.01	0.19	30.81
YAK-2	Qta	564452.20	4245559.75	37.10	6.44	2.26	16.95	7.51	0.90	1.27	0.05	0.26	0.01	0.15	25.50
YAK-3	Qta	564824.28	4244446.82	38.60	7.53	2.87	16.45	6.05	0.89	1.31	0.07	0.31	0.01	0.17	25.10

<b>YAK-4</b>	Qta	565534.89	4243428.40	<b>48.13</b>	10.03	3.19	12.02	4.56	1.81	1.90	0.05	0.33	0.01	0.11	17.25
<b>YAK-5</b>	Qta	566029.73	4242480.51	37.40	7.98	2.35	20.30	6.11	1.89	1.18	0.05	0.28	0.02	0.11	21.80
<b>YAK-6</b>	Qta	566322.44	4141864.35	33.90	5.79	1.90	<b>20.70</b>	8.80	1.03	0.79	0.03	0.20	0.01	0.06	26.00
<b>YAK-7</b>	Qta	567115.24	4241836.12	44.80	9.54	2.85	15.39	5.42	2.21	1.13	0.05	0.30	0.01	0.06	17.71
<b>YAK-8</b>	Qta	568433.36	4241166.80	38.90	8.58	3.13	19.30	4.75	2.58	1.24	0.06	0.34	0.03	0.07	20.60
<b>YAK-9</b>	Qty	568494.87	4240332.84	45.00	10.90	4.14	14.85	3.53	1.65	1.63	0.09	0.45	0.03	0.23	17.85
<b>YAK-10</b>	Qty	567860.95	4239213.08	44.92	10.11	3.97	15.95	3.00	1.69	1.26	0.07	0.39	0.02	0.11	17.84
<b>YAK-11</b>	Qty	568080.29	4238477.32	47.80	12.05	4.67	10.95	3.34	1.54	1.81	0.10	0.53	0.03	0.19	16.60
<b>YAK-12</b>	Qty	568530.17	4237556.57	48.10	11.40	4.25	12.80	3.07	1.94	1.50	0.09	0.47	0.04	0.15	16.00
<b>YAK-13</b>	Qty	569183.34	4236227.46	48.35	11.07	4.60	13.29	2.80	1.78	1.29	0.09	0.49	0.03	0.13	15.48
<b>YAK-14</b>	Qty	569602.75	4235376.62	43.50	10.20	4.65	16.15	2.99	1.46	1.30	0.13	0.55	0.04	0.12	18.10
<b>YAK-15</b>	Qty	569955.33	4234657.10	40.20	9.44	4.40	18.40	3.27	1.37	1.19	0.10	0.49	0.03	0.11	20.00
<b>N (Numune Sayısı)</b>				<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<b>Ortalama</b>				<b>41.83</b>	<b>9.09</b>	<b>3.43</b>	<b>16.22</b>	<b>4.89</b>	<b>1.57</b>	<b>1.32</b>	<b>0.07</b>	<b>0.37</b>	<b>0.02</b>	<b>0.13</b>	<b>20.44</b>
<b>Ortanca</b>				43.50	9.54	3.19	16.15	4.56	1.65	1.27	0.07	0.34	0.02	0.12	18.10
<b>En Küçük değer</b>				30.81	5.31	1.90	10.95	2.80	0.77	0.79	0.03	0.20	0.01	0.06	15.48
<b>En Büyük değer</b>				48.35	12.05	4.67	20.70	8.80	2.58	1.90	0.13	0.55	0.04	0.23	30.81
<b>Standart sapma</b>				5.58	2.09	0.99	3.07	2.04	0.51	0.29	0.03	0.11	0.01	0.05	4.50
<b>Standart güzergaha</b>				1.44	0.54	0.26	0.79	0.53	0.13	0.07	0.01	0.03	0.00	0.01	1.16
<b>t<sub>n</sub> (Hesaplanan t değeri)</b>				29.02	16.88	13.38	20.44	9.30	11.83	17.92	10.31	12.69	7.46	10.17	17.59
<b>Anakitle Ortalama Alt Sınırı</b>				38.74	7.94	2.88	14.51	3.77	1.28	1.16	0.06	0.31	0.01	0.10	17.95
<b>Anakitle Ortalama Üst Sınırı</b>				44.93	10.25	3.98	17.92	6.02	1.85	1.48	0.09	0.44	0.03	0.16	22.94

### Tuzgözü formasyonu;

Yenikent güzergahtından alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçlarının alındıkları Alibekeoğlu ve Yeşilova üyesine göre farklı olduğu gözlenmiştir. Örneğin Alibekeoğlu üyesine ait numunelerin ortalama CaO içerikleri % 17.61 iken Yeşilova üyesine ait numunelerin ortalama CaO içeriği % 14.63'tür (Tablo 28). Benzer olarak kızdırma kaybı (KK, LOI) içerikleri karşılaştırıldığında Alibekeoğlu üyesinin % 23.10 ve Yeşilova üyesinin % 17.41 KK içeriğine sahip olduğu görülmektedir. SiO<sub>2</sub> içerikleri bakımından değerlendirildiğinde Yeşilova üyesine ait numuneler ortalama % 45.41 SiO<sub>2</sub> içerirken Alibekeoğlu üyesine ait numunelerin ortalama SiO<sub>2</sub> içerikleri % 38.71'dir. Bu sonuç XRD analizlerinde de belirlenen mineralojik bileşime uymakta olup Alibekeoğlu üyesine ait numunelerde karbonatlı mineraller daha baskın iken Yeşilova üyesine ait numunelerde silikat mineralleri daha yaygındır. Dolayısıyla numunelerin tümünü birlikte ele alan yaklaşım yerine her bir üye ayrı ayrı değerlendirmesi tercih edilmiştir.

### Alibekeoğlu üyesi

Alibekeoğlu üyesinden alınan numunelerin SiO<sub>2</sub> içerikleri % 30.81 ila % 48.13 olup ortalama SiO<sub>2</sub> içeriği % 38.71 olup bu numunelerin alındığı Alibekeoğlu üyesinden derlenecek herhangi bir 8 numunedan oluşan örneğin ortalama SiO<sub>2</sub> içeriğinin % 95 olasılıkla %3 4.06 ila % 43.35 arasında değişmesi beklenmektedir (Tablo 5). Alibekeoğlu üyesinin SiO<sub>2</sub> içeriği mineralojik analizlerle belirlenen kuvars, feldispat ve kil minerallerine bağlıdır.

Alibekeğalı üyesinin ortalama CaO içeriği % 17.61 olup CaO değişim aralığı %12.02 ila % 20.70 arasında değişmekte olup bu örneklerin alındığı anakitlerin CaO içeriği % 95 olasılıkla % 15.12 ila % 20.09 arasında olması beklenmektedir. Alibekeğalı üyesinin CaO içeriği birim içindeki kalsit ve plajyoklaslara bağlıdır. Aynı üyeden alınan numunelerin MgO içerikleri ortalama % 6.43 ve KK (kızdırma kaybı) içerikleri ise ortalama % 23.1'dir. Numunelerdeki CaO ve MgO toplamı % 24.04 olup % 23.41'lik KK (CO<sub>2</sub>) ile birlikte asgari % 45'lik bir karbonatlı mineral varlığından söz edilebilir. Buna göre Alibekeğalı üyesinde kalsitlerle birlikte mineralojik analizlerle belirlenemeyen % 5-6 oranında dolomit varlığı ortaya çıkmaktadır.

Alibekeğalı üyesinde ortalama Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı % 2.6 olup en yüksek Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değeri % 3.13'tür. Birimin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı ise ortalama % 7.65 olup Alibekeğalı üyesinin tamamında ortalama % 6.21 ila % 9.09 arasında Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> beklenmektedir. Alibekeğalı üyesinden alınan numunelerdeki % 1.51 Na<sub>2</sub>O ve % 1.23 K<sub>2</sub>O ile SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> birlikte değerlendirildiğinde alkali feldispat, plajyoklas, mika ve kil minerallerinin varlığı analiz sonuçlarını etkilemiştir. Alibekeğalı üyesinin iz elementlerine bakıldığında ortalama 24.73 ppm As, 350.00 ppm Ba, 12.80 ppm Cu, 89.50 ppm Li, 11.53 ppm Pb, 73.53 ppm Rb, 1385.00 ppm Sr, 74.00 ppm V, 34.33 ppm Zn, 46.17 ppm Zr ve 67.21 ppm LREE içerikleri dikkat çekicidir (Tablo 5).

**Tablo 5.** Alibekeğalı üyesinden alınan numunelere ait kimyasal analiz sonuçları ve parametrik istatistiksel özetleri, student t testi ve anakitle ortalama tahmin testi (N: Numune sayısı, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.: Standart sapma, S.H.: Standart güzergaha, t<sub>h</sub>: Hesaplanan t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı, KK: Kızdırma kaybı, t<sub>tablo(n=8)</sub>:2.36, t<sub>tablo(n=3)</sub>:4.30)

Bileşen	ANALİZ SONUÇLARI								İSTATİSTİKSEL ANALİZLER						
	YAK-1	YAK-2	YAK-3	YAK-4	YAK-5	YAK-6	YAK-7	YAK-8	N	Ort.	S.S.	S.H.	t <sub>h</sub>	A.S.	Ü.S.
SiO <sub>2</sub>	30.81	37.10	38.60	48.13	37.40	33.90	44.80	38.90	8	<b>38.71</b>	5.55	1.96	19.72	34.06	43.35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.31	6.44	7.53	10.03	7.98	5.79	9.54	8.58	8	<b>7.65</b>	1.72	0.61	12.61	6.21	9.09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.27	2.26	2.87	3.19	2.35	1.90	2.85	3.13	8	<b>2.60</b>	0.47	0.17	15.69	2.21	2.99
CaO	19.73	16.95	16.45	12.02	20.30	<b>20.70</b>	15.39	19.30	8	<b>17.61</b>	2.98	1.05	16.72	15.12	20.09
MgO	8.22	7.51	6.05	4.56	6.11	<b>8.80</b>	5.42	4.75	8	<b>6.43</b>	1.58	0.56	11.47	5.10	7.75
Na <sub>2</sub> O	0.77	0.90	0.89	1.81	1.89	<b>1.03</b>	2.21	2.58	8	<b>1.51</b>	0.70	0.25	6.12	0.93	2.09
K <sub>2</sub> O	1.05	1.27	1.31	1.90	1.18	0.79	1.13	1.24	8	<b>1.23</b>	0.32	0.11	11.07	0.97	1.50
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	8	<b>0.05</b>	0.01	0.00	12.87	0.04	0.06
TiO <sub>2</sub>	0.23	0.26	0.31	0.33	0.28	0.20	0.30	0.34	8	<b>0.28</b>	0.05	0.02	16.29	0.24	0.32
MnO	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	0.03	0.05	0.06	8	<b>0.01</b>	0.01	0.00	6.18	0.01	0.02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.19	0.15	0.17	0.11	0.11	0.06	0.06	0.07	8	<b>0.12</b>	0.05	0.02	6.41	0.07	0.16
KK	<b>30.81</b>	25.50	25.10	17.25	21.80	26.00	17.71	20.60	8	<b>23.10</b>	4.61	1.63	14.17	19.24	26.95
As	31.8			15.8			26.6		3	<b>24.73</b>	8.16	4.71	5.25	4.46	45.01
Ba	270			450			330		3	<b>350.00</b>	91.65	52.92	6.61	122.33	577.67
Be	0.74			1.19			0.98		3	<b>0.97</b>	0.23	0.13	7.46	0.41	1.53
Cd	0.11			0.09			0.08		3	<b>0.09</b>	0.02	0.01	10.58	0.06	0.13
Co	6.5			8.8			8.3		3	<b>7.87</b>	1.21	0.70	11.26	4.86	10.87
Cs	13.25			11.35			2.49		3	<b>9.03</b>	5.74	3.32	2.72	-5.24	23.30

<b>Cu</b>	13.90	14.20	10.30	3	<b>12.80</b>	2.17	1.25	10.22	7.41	18.19
<b>Ga</b>	6.15	11.05	10.25	3	<b>9.15</b>	2.63	1.52	6.03	2.62	15.68
<b>Hf</b>	1.00	1.70	1.00	3	<b>1.23</b>	0.40	0.23	5.29	0.23	2.24
<b>Li</b>	116.5	95.0	57.0	3	<b>89.50</b>	30.13	17.39	5.15	14.66	164.34
<b>Nb</b>	5.30	8.50	5.50	3	<b>6.43</b>	1.79	1.03	6.22	1.98	10.89
<b>Ni</b>	28.70	33.60	35.00	3	<b>32.43</b>	3.31	1.91	16.98	24.22	40.65
<b>Pb</b>	10.10	13.80	10.70	3	<b>11.53</b>	1.99	1.15	10.06	6.60	16.47
<b>Rb</b>	77.0	103.0	40.6	3	<b>73.53</b>	31.34	18.10	4.06	-4.33	151.40
<b>Sb</b>	1.85	0.96	0.61	3	<b>1.14</b>	0.64	0.37	3.09	-0.45	2.73
<b>Sr</b>	1475	1050	1630	3	<b>1385.00</b>	300.29	173.37	7.99	639.03	2130.97
<b>Th</b>	5.26	9.32	4.90	3	<b>6.49</b>	2.45	1.42	4.58	0.40	12.59
<b>U</b>	1.40	2.10	2.70	3	<b>2.07</b>	0.65	0.38	5.50	0.45	3.68
<b>V</b>	58	67	97	3	<b>74.00</b>	20.42	11.79	6.28	23.27	124.73
<b>Zn</b>	32.0	39.0	32.0	3	<b>34.33</b>	4.04	2.33	14.71	24.29	44.37
<b>Zr</b>	42.7	60.7	35.1	3	<b>46.17</b>	13.15	7.59	6.08	13.51	78.83
<b>Y</b>	8.0	12.0	7.9	3	<b>9.30</b>	2.34	1.35	6.89	3.49	15.11
<b>Sc</b>	5.0	7.3	5.8	3	<b>6.03</b>	1.17	0.67	8.95	3.13	8.93
<b>HNTE</b>	54.41	83.22	64.12	3	<b>67.21</b>	14.67	8.47	7.93	30.77	103.65
<b>ANTE</b>	3.53	5.3	3.52	3	<b>4.28</b>	0.92	0.53	8.08	2.00	6.55

Alibekeğılı üyesinden alınan numunelerde analiz edilen bileşenlerin jeokimyasal ortamlarda birbirleri ile ilişkilerinin varlığı, şekli ve kuvvetlerinin belirlenmesi amacıyla basit korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizlerinde ana bileşenlerden SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> birbirleri ve iz elementlerden Be, Co ve Ga, ile çok kuvvetli K<sub>2</sub>O, Ni, Sc ve LREE ile kuvvetli pozitif korelasyon gösterirken CaO, MgO ve KK ile çok kuvvetli, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile kuvvetli negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 28). Ana oksitlerden CaO ve MgO ise KK, As, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Sb ve Cd ile çok kuvvetli ve kuvvetli pozitif, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> Ba, be, Co, Ga, Hf, Nb, Ni, Pb, Th, U, Zn, Y, Sc ve REE ile çok kuvvetli ve kuvvetli negatif korelasyona sahiptir (Tablo 6).

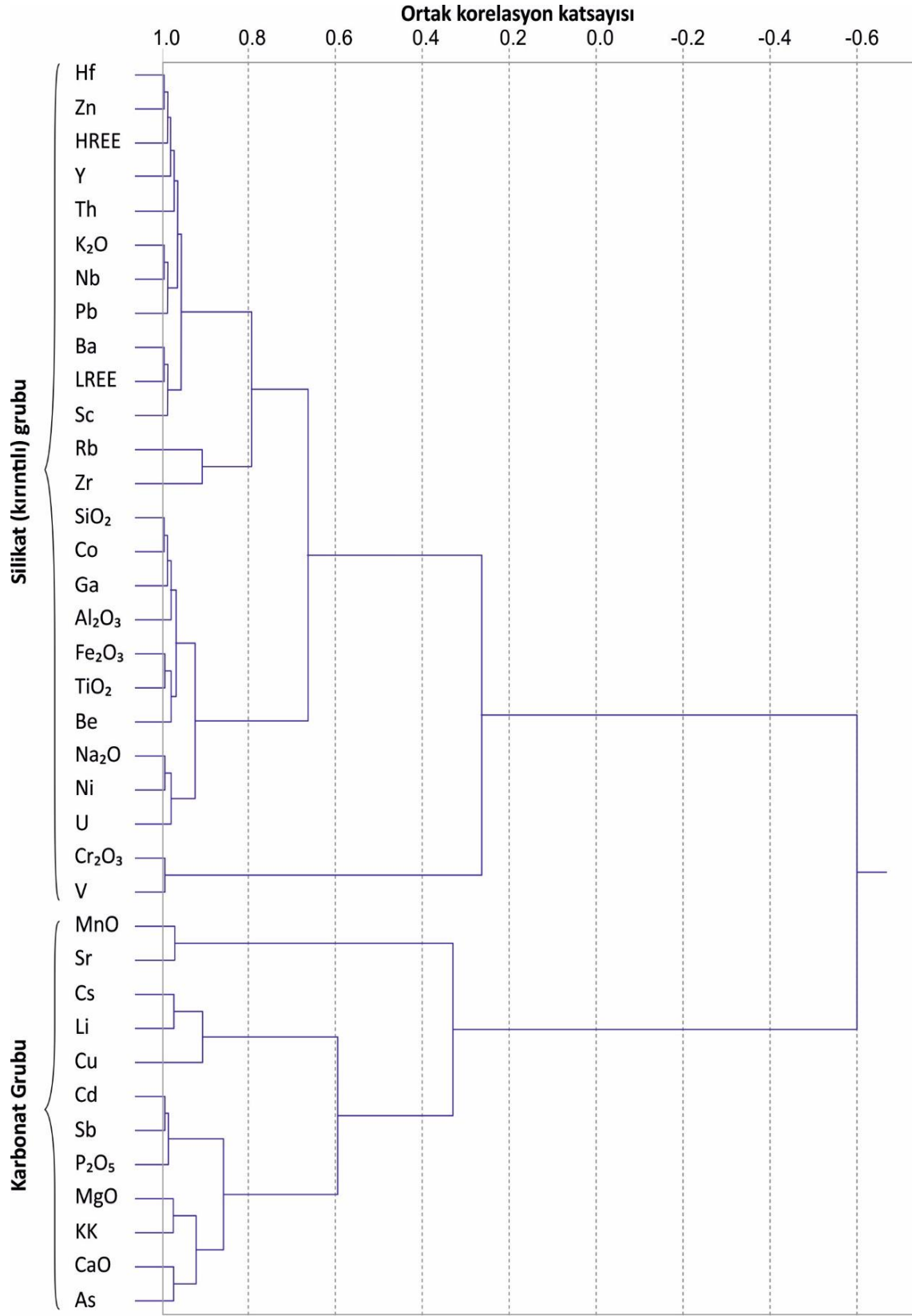


HREE)-Y]-Th} alt grubuna eklenen [(K<sub>2</sub>O-Nb)-Pb] ile [(Ba-LREE)-Sc] ve bu gruba eklenen (Rb-Zr) çiftinden oluşmaktadır. Bu grupta yer alan ana bileşenlerin dağılımına bakıldığında SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O ve Na<sub>2</sub>O XRD analizlerinde tespit edilen kuvars, plajioloklas, K-feldispat, mika, amfibol, klorit ve kil minerallerinin ana bileşenleridir. Dolayısıyla bu grup **silikat grubu** olarak tanımlanmıştır (Şekil 43). Alibekeoğlu üyesinin başlıca kum, silt, çakıl ve killi karbonatlarla temsil edilen kırıntılı kayaçlardan oluşması silikat grubunun bu üyenin kırıntılı fazını temsil ettiği ortaya çıkmaktadır.

Dendrogramda ikinci grup (Cd-Sb)-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> alt grubuna eklenen (CaO-As) ve (MgO-KK) çiftlerinin oluşturduğu kümeye sırasıyla eklenen (Cs-Li)-Cu ve MnO-Cu'dan oluşmaktadır (Şekil 102). Bu gruptaki ana bileşenlerden CaO, MgO ve genel olarak KK ile ifade edilen CO<sub>2</sub> Alibekeoğlu üyesindeki kalsit (CaCO<sub>3</sub>) ve dolomit (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) gibi karbonatlı minerallerin ana bileşenleri olup bu grup **karbonat grubu** olarak adlandırılmıştır.

Alibekeoğlu üyesinden alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçlarına göre analiz edilen bileşenlerin her birinin farklı bir jeolojik süreçle sahada buldukları varsayılarak bu faktörlerin ortak yanlarının ortaya çıkarılması için faktör analizleri gerçekleştirilmiştir. Numune sayısının oldukça az olmasından dolayı faktör analizleri ile ortaya konulan sonuçların teyit edilmesi için daha çok numune ile faktör analizi yapılması uygun olacaktır. Ancak mevcut verilerle değerlendirmeye alınan 37 bileşen kullanılarak yapılan faktör analizinde eigen değerleri 1'den büyük olan ilk iki faktör değişimin tamamına yakını temsil etmektedir (Tablo 7). Faktör yükleri kullanılarak hazırlanan faktör yük dağılım grafiklerinde (Şekil 44) negatif ve pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler küme analizi dendrogramında belirlenen gruplarla örtüşmektedirler.





**Şekil 43.** Alibekeoğlu üyesinden alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçlarına uygulanan korelasyon katsayıları kullanılarak hazırlanan küme analizi dendrogramı

**Tablo 7.** Alibekeagılı üyesinden alınan numunelere ait faktör analizinde ortaya çıkan faktörler, başlangıç ve toplam değişime etkileri

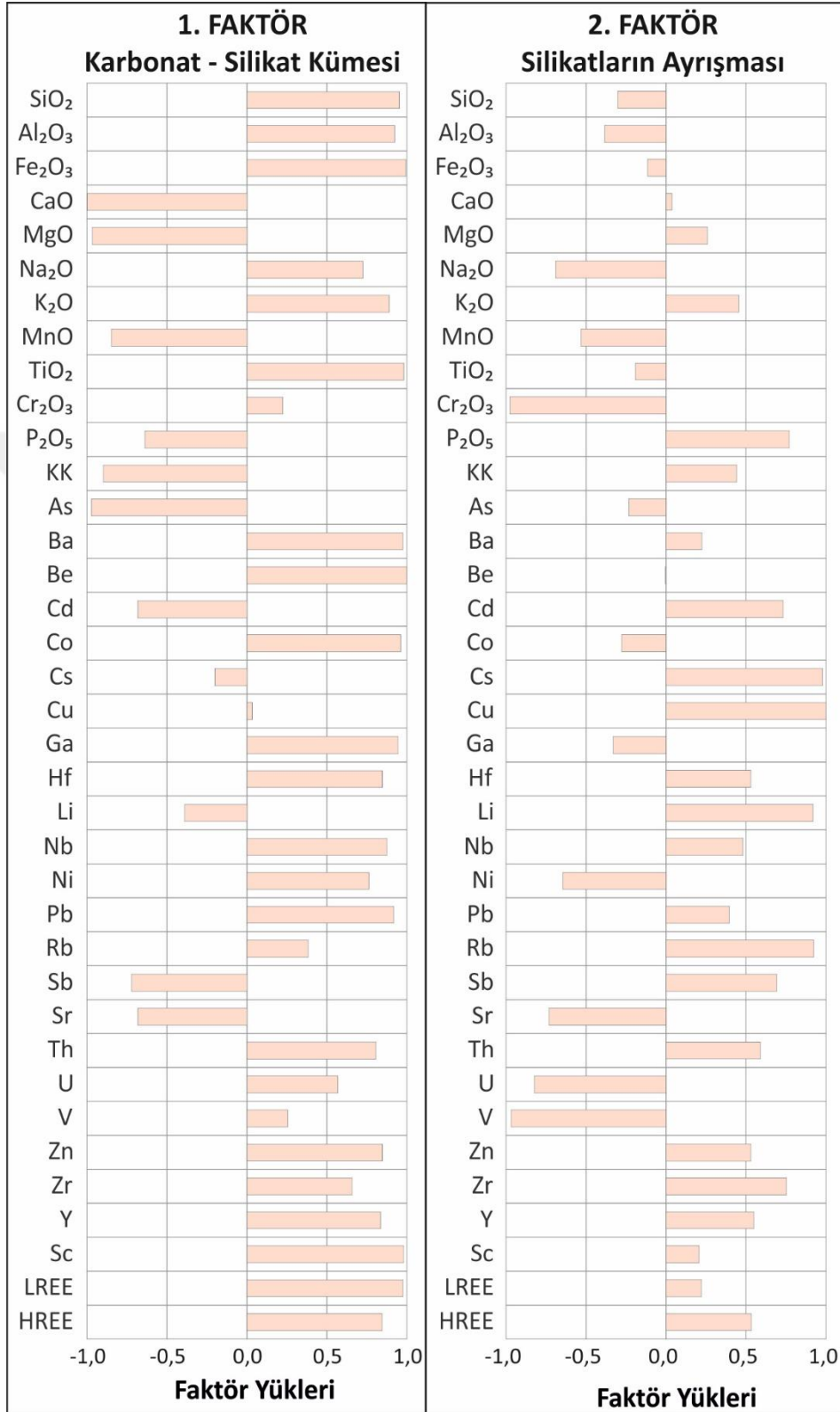
Faktör Numarası	Başlangıç değerleri içindeki payı	Değişim içindeki payı (%)	Toplam değişim (%)
Faktör 1	23.87	64.5	64.500
Faktör 2	13.13	35.5	100.000
TOPLAM	37.00	100.0	

Değişim içinde payı % 64.5 olan birinci faktör CaO, MgO, MnO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, KK, As, Cd, Li, Sb ve Sr'un önemli negatif SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, Ba, Be, Co, Ga, Hf, Nb, Ni, Pb, Rb, Th, U, V, Zn, Zr, Y, Sc, LREE ve HREE'nin pozitif faktör yükleri ile temsil edilmektedir. Pozitif ve negatif faktör yüklerinin dağılımına bakıldığında pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler küme analizinde belirlenen silikat (kırıntılı) grubu ve negatif faktör yüklerine sahip olan bileşenler ise küme analizi dendrogramındaki karbonat grubu ile tam olarak örtüşmektedir. Bu faktörde bu kadar belirgin bir kümelenmenin varlığı Alibekeagılı üyesindeki kırıntılı ve karbonatlı kayaçların oluşum ortamlarının tamamen farklı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu faktörde negatif faktör yüklerine sahip olan karbonat grubuna ait minerallerin çökmesini sağlayan nispeten derin gölsel ortamı yansıtmaktadır. Pozitif faktör yüklerine sahip olan silikat grubu ise gölün çekilmesine bağlı olarak akarsularla ortama gelen çakıl, kum, silt ve kil boyutlu malzeme desteğinin arttığını göstermektedir.

Faktör analizinde toplam değişimin % 35.5'ini temsil eden ikinci faktör ise Na<sub>2</sub>O, MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ni, Sr, U ve V'un önemli negatif, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Co ve Ga'un zayıf negatif yüklerine karşılık, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cd, Cs, Cu, Hf, Li, Nb, Rb, Sb, Th, Zn, Zr, Y ve LREE'nin pozitif yükleri ile temsil edilmektedir. Negatif yüklere sahip olan Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, V, Na<sub>2</sub>O, Ni ve U ile birlikte SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Co ve Ga silikat grubu içindeki duraylı elementleri temsil etmektedir. Pozitif yüklere sahip olan bileşenlerse genellikle iz elementler olup bu elementler yıkanarak ortamdan uzaklaştırılmıştır. Buna göre bu faktörde jeokimyasal olarak mobil elementlerin uzaklaşması ve immobil elementlerin yerinde kalarak zenginleşmesini sağlayan atmosferik ayrışma koşulları gerçekleşmiştir.

Alibekeagılı üyesinin faktör analizlerine göre birinci faktör gölsel ortamda karbonat çöklimini sağlayan nispeten derin ortamların daha sonra sığ su ortamının hakim olduğunu ve bu esnada silikatlı minerallerin kırıntılı kayaçlarla birlikte ortamda yerleştiklerini göstermektedir. Faktör analizindeki ikinci faktör ise kırıntılı kayaçların göle taşınmasından sonra gerçekleşen karasallaşma döneminde atmosferik şartlarda bazı minerallerin ayrıştıklarını

ve bu esnada kil mineralleri ve kloritlerin oluştuklarını ancak jeokimyasal olarak mobil olan bazı iz elementlerin ortamdaki uzaklaşıklarını göstermektedir.



**Şekil 44.** Alibekeoğılı üyesinden alınan numunelerde gerçeleştirilen faktör analizinde ortaya çıkan faktörler ve element – faktör yük dağılım grafikleri

## Yeşilova üyesi

Yeşilova üyesinden alınan numunelerin ortalama SiO<sub>2</sub> içerikleri % 45.41 bu numunelerin alındığı Yeşilova üyesinden derlenecek herhangi 7 numuneden oluşan bir örneğin ortalama SiO<sub>2</sub> içeriğinin % 95 olasılıkla %42.67 ila % 48.15 arasında değişmesi beklenmektedir (Tablo 8). Yeşilova üyesinin SiO<sub>2</sub> içeriği XRD analizleriyle belirlenen kuvars, feldispat ve kil mineralleri ile Alibekeagağı üyesinden farklı olarak amfibol, mika ve kloritlere bağlı olarak daha yüksektir.

Yeşilova üyesinin ortalama CaO içeriği % 14.63 olup CaO değişim aralığı %10.95 - % 18.40 olup bu örneklerin alındığı Yeşilova üyesinin CaO içeriğinin % 95 olasılıkla 12.33 - % 16.92 arasında olması beklenmektedir. Yeşilova üyesinin CaO içeriği birim içindeki kalsit, plajiyoklas ve amfibollere bağlıdır. Birimden alınan numunelerin ortalama MgO içeriği % 3.14 ve KK içerikleri ise % 17.41'dir. Numunelerdeki CaO ve MgO toplamı % 18 olup % 17.41 KK ile birlikte asgari % 30'luk bir karbonatlı mineral ve birimde mineralojik analizlerle belirlenemeyen % 3-4 oranında dolomit varlığını ortaya çıkarmaktadır.

Yeşilova üyesinde ortalama Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı % 4.38, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değişim aralığı %3.97 - % 4.67 olup bu formasyondan derlenecek herhangi 7 numuneden oluşan bir örneğin ortalama Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarının % 95 ihtimalle % 4.13-% 4.63 arasında olması beklenmektedir. Birimin ortalama Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı % 10.74, değişim aralığı % 9.44-%12.05 olup Yeşilova üyesinden alınacak herhangi bir örneğin ortalama Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı % 9.92 ila % 11.55 arasında beklenmektedir. Birimin ortalama Na<sub>2</sub>O içeriği % 1.63 ve ortalama K<sub>2</sub>O miktarı % 1.43'tür. SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O içerikleri birlikte değerlendirildiğinde bu bileşenlerin kuvars, plajiyoklas, amfibol, mika, klorit ve kil minerallerinden kaynaklandığı ortaya çıkmaktadır.

Yeşilova üyesinden alınan 2 numunenin analiz sonuçlarına göre birimde ortalama 420.00 ppm Ba, 14.2 ppm Co, 16.65 ppm Cu, 25.50 ppm Li, 59.70 ppm Ni, 15.45 ppm Pb, 46.45 ppm Rb, 630.0 ppm Sr, 70.0 ppm V, 46.0 ppm Zn, 57.10 ppm Zr ve 105.31 ppm LREE içerikleri dikkat çekicidir (Tablo 8).

Yeşilova üyesine uygulanan student t testi iz elementlerde sadece 2 örnek bulunması nedeniyle analiz sonuçları ile yapılan yorumların % 95 anlamlılık düzeyinde tutarlı olmadığını göstermektedir. Anakitle aritmetik ortalamasının tahmin edildiği t testinde iz elementlerin pek çoğunda beklenen aralık 0'ın altından başlamıştır (Tablo 8). Dolayısıyla korelasyon analizi, küme analizi ve faktör analizlerinde sadece ana oksitler değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

**Tablo 8.** Yeşilova üyesinden alınan numunelere ait kimyasal analiz sonuçları ve parametrik istatistiksel özetleri, student t testi ve anakitle ortalama tahmin testi (N: Numune sayısı, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.:

Standart sapma, *S.H.*: Standart güzergaha, *t<sub>n</sub>*: Hesaplanan *t* değeri, *A.S.*: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, *Ü.S.*: Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı, *KK*: Kızdırma kaybı, *t<sub>tablo(n=7)</sub>*: 2.24, *t<sub>tablo(n=2)</sub>*: 12.71)

BİLEŞEN	ANALİZ SONUÇLARI							İSTATİSTİKSEL ÖZET						
	YAK-9	YAK-10	YAK-11	YAK-12	YAK-13	YAK-14	YAK-15	N	Ort.	S.S.	S.H.	th	A.S.	Ü.S.
SiO <sub>2</sub>	45.00	44.92	47.80	<b>48.10</b>	48.35	43.50	40.20	7	<b>45.41</b>	2.97	1.12	19.72	42.67	48.15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.90	10.11	<b>12.05</b>	11.40	11.07	10.20	9.44	7	<b>10.74</b>	0.88	0.33	12.61	9.92	11.55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.14	3.97	<b>4.67</b>	4.25	4.60	4.65	4.40	7	<b>4.38</b>	0.27	0.10	15.69	4.13	4.64
CaO	14.85	15.95	10.95	12.80	13.29	16.15	<b>18.40</b>	7	<b>14.63</b>	2.48	0.94	16.72	12.33	16.92
MgO	<b>3.53</b>	3.00	3.34	3.07	2.80	2.99	3.27	7	<b>3.14</b>	0.25	0.09	11.47	2.91	3.37
Na <sub>2</sub> O	1.65	<b>1.69</b>	1.54	1.94	1.78	1.46	1.37	7	<b>1.63</b>	0.19	0.07	6.12	1.45	1.81
K <sub>2</sub> O	1.63	1.26	1.81	1.50	1.29	1.30	1.19	7	<b>1.43</b>	0.23	0.09	11.07	1.21	1.64
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.09	0.07	0.10	0.09	0.09	0.13	0.10	7	<b>0.10</b>	0.02	0.01	12.87	0.08	0.11
TiO <sub>2</sub>	0.45	0.39	0.53	0.47	0.49	0.55	0.49	7	<b>0.48</b>	0.05	0.02	16.29	0.43	0.53
MnO	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	7	<b>0.03</b>	0.01	0.00	6.18	0.02	0.04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.23	0.11	0.19	0.15	0.13	0.12	0.11	7	<b>0.15</b>	0.05	0.02	6.41	0.11	0.19
KK	17.85	17.84	16.60	16.00	15.48	18.10	<b>20.00</b>	7	<b>17.41</b>	1.52	0.58	14.17	16.00	18.82
As		7.1			5.9			2	<b>6.50</b>	0.85	0.60	5.25	-1.12	14.12
Ba		400			440			2	<b>420.00</b>	28.28	20.00	6.61	165.88	674.12
Be		1.14			1.35			2	<b>1.25</b>	0.15	0.11	7.46	-0.09	2.58
Cd		0.14			0.17			2	<b>0.16</b>	0.02	0.02	10.58	-0.04	0.35
Co		12.9			15.5			2	<b>14.20</b>	1.84	1.30	11.26	-2.32	30.72
Cs		3.55			3.67			2	<b>3.61</b>	0.08	0.06	2.72	2.85	4.37
Cu		15.9			17.4			2	<b>16.65</b>	1.06	0.75	10.22	7.12	26.18
Ga		11.2			12.65			2	<b>11.93</b>	1.03	0.73	6.03	2.71	21.14
Hf		1.5			1.6			2	<b>1.55</b>	0.07	0.05	5.29	0.91	2.19
Li		27.5			23.5			2	<b>25.50</b>	2.83	2.00	5.15	0.09	50.91
Nb		8.2			9.5			2	<b>8.85</b>	0.92	0.65	6.22	0.59	17.11
Ni		55.6			63.8			2	<b>59.70</b>	5.80	4.10	16.98	7.60	111.80
Pb		14.4			16.5			2	<b>15.45</b>	1.48	1.05	10.06	2.11	28.79
Rb		44.1			48.8			2	<b>46.45</b>	3.32	2.35	4.06	16.59	76.31
Sb		0.79			0.96			2	<b>0.88</b>	0.12	0.09	3.09	-0.21	1.96
Sr		707			553			2	<b>630.00</b>	108.89	77.00	7.99	-348.38	1608.38
Th		8.09			8.08			2	<b>8.09</b>	0.01	0.00	4.58	8.02	8.15
U		1.7			1.6			2	<b>1.65</b>	0.07	0.05	5.50	1.01	2.29
V		60			80			2	<b>70.00</b>	14.14	10.00	6.28	-57.06	197.06
Zn		42			50			2	<b>46.00</b>	5.66	4.00	14.71	-4.82	96.82
Zr		55.1			59.1			2	<b>57.10</b>	2.83	2.00	6.08	31.69	82.51
Y		12			14.4			2	<b>13.20</b>	1.70	1.20	6.89	-2.05	28.45
Sc		8.5			10			2	<b>9.25</b>	1.06	0.75	8.95	-0.28	18.78
LREE		98.38			112.23			2	<b>105.31</b>	9.79	6.93	7.93	17.31	193.30
HREE		5.28			6.34			2	<b>5.81</b>	0.75	0.53	8.08	-0.92	12.54

Yeşilova üyesinden alınan numunelerde ana oksitlere uygulanan basit korelasyon analizlerinde SiO<sub>2</sub>; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile çok kuvvetli ve Na<sub>2</sub>O ile kuvvetli pozitif korelasyona sahipken CaO ve KK ile çok kuvvetli negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 8). Ana bileşenlerden Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; SiO<sub>2</sub> ile çok kuvvetli K<sub>2</sub>O ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ile kuvvetli pozitif, CaO ile çok kuvvetli ve KK ile kuvvetli negatif korelasyona sahiptir. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ise TiO<sub>2</sub> ile çok kuvvetli, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile kuvvetli pozitif korelasyona sahiptir (Tablo 8).

Ana bileşenlerden CaO; KK ile çok kuvvetli pozitif korelasyon gösterirken SiO<sub>2</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile çok kuvvetli, K<sub>2</sub>O ile kuvvetli negatif korelasyona sahiptir. Kızdırma kaybı (KK: LOI) CaO ile gösterdiği çok kuvvetli pozitif korelasyon dışında SiO<sub>2</sub> ile çok kuvvetli, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Na<sub>2</sub>O ile kuvvetli negatif korelasyona sahiptir (Tablo 9). Korelasyon analizlerine göre Yeşilova üyesinde SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Na<sub>2</sub>O ayrı bir grup oluşturarak CaO ve KK ile ters yönde hareket etmiştir.

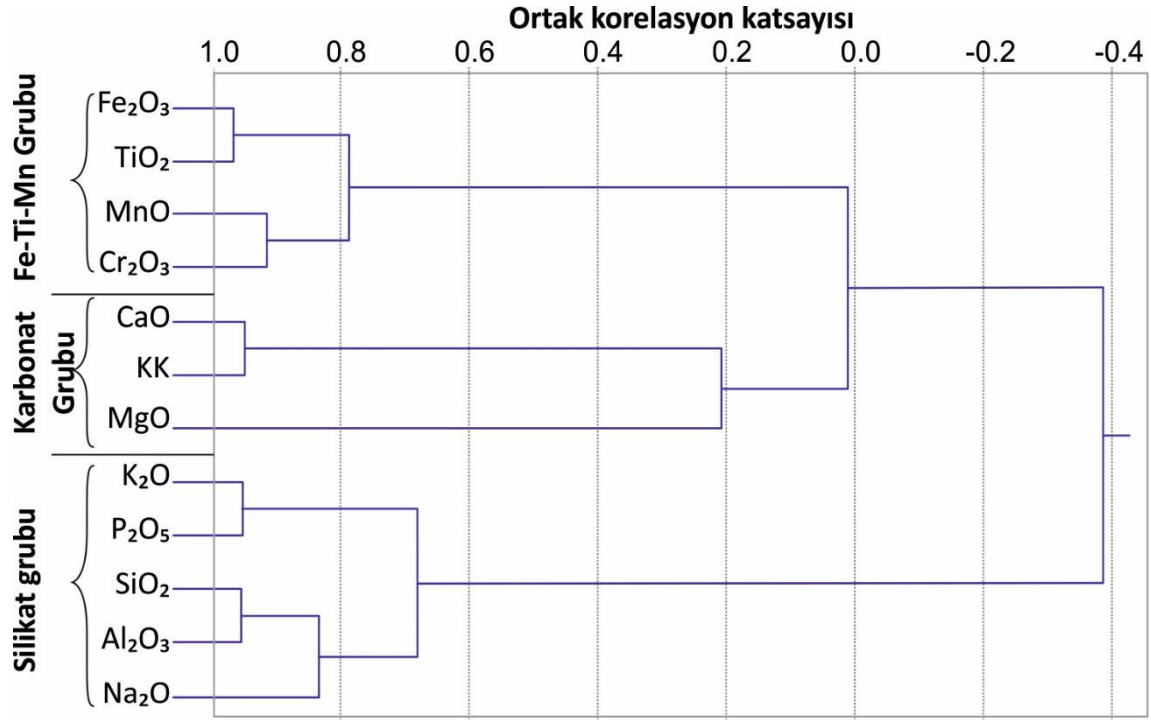
**Tablo 9.** Yeşilova üyesinden alınan numunelerde ana oksitlere ait basit korelasyon analizi

Bileşen	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	KK
SiO <sub>2</sub>	1,00	0,89	0,14	-0,93	-0,27	0,78	0,54	-0,29	-0,01	-0,20	0,36	-0,98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1,00	0,29	-0,99	0,13	0,52	0,84	-0,09	0,23	-0,10	0,63	-0,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			1,00	-0,30	-0,20	-0,36	0,14	0,74	0,94	0,42	-0,06	-0,21
CaO				1,00	0,00	-0,55	-0,77	0,13	-0,20	0,16	-0,52	0,86
MgO					1,00	-0,34	0,61	0,00	-0,01	-0,03	0,75	0,41
Na <sub>2</sub> O						1,00	0,17	-0,55	-0,43	-0,11	0,15	-0,79
K <sub>2</sub> O							1,00	-0,01	0,20	-0,10	0,87	-0,40
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								1,00	0,90	0,78	-0,07	0,22
TiO <sub>2</sub>									1,00	0,64	0,04	-0,05
MnO										1,00	-0,03	0,10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>											1,00	-0,24
KK												1,00

Yeşilova üyesinde de korelasyon analizlerinde elde edilen yorumların tutarlılığının test edilmesi için gerçekleştirilen regresyon analizleri ve regresyona uyum testlerinde (F testi, varyans analizi) yapılan yorumların tutarlı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre bileşenlerin arasında bir kümelenme olup olmadığının belirlenmesi amacıyla korelasyon katsayıları kullanılarak küme (cluster) analizleri yapılmış ve küme analizine ait dendrogramlar çizilmiştir (Şekil 45). Küme analizi dendrogramında belirgin iki küme (cluster) ortaya çıkmıştır.

Küme analizi dendrogramında ilk grup birbirleri çok kuvvetli ve kuvvetli pozitif korelasyonlara sahip olan (SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)-Na<sub>2</sub>O alt kümesine eklenen K<sub>2</sub>O-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> çifti ile temsil edilmektedir (Şekil 45). Bu grup kuvars, plajiyoklas, alkali feldispat gibi minerallerin ana bileşenlerinden oluştuğu için **silikat grubu** olarak adlandırılmıştır.

Küme analizi dendrogramında ikinci grup (CaO-KK)-MgO ile temsil edilmekte olup bu grup kalsit (CaCO<sub>3</sub>) ve dolomit (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) gibi karbonatlı minerallerin ana bileşenleri olan CaO, KK ve MgO'in bulunması nedeniyle **karbonat grubu** olarak adlandırılmıştır. Üçüncü grup ise birbirine yakından eklenen (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - TiO<sub>2</sub>) ve (MnO-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) çiftleri ile temsil edilmektedir. Üçüncü grup Fe ve Ti gibi duraylı bileşenlerden oluşmakta olup Fe-Ti-Mn grubu olarak adlandırılmıştır (Şekil 45).



**Şekil 45.** Yeşilova üyesinden alınan numunelerin ana oksit analiz sonuçlarına uygulanan korelasyon katsayıları kullanılarak hazırlanan küme analizi dendrogramı

Yeşilova üyesinde analizi yapılarak değerlendirmeye alınan 12 bileşenin her birinin farklı bir jeolojik faktöre bağlı olarak sahada buldukları varsayılarak faktör analizleri gerçekleştirilmiştir. Numune sayısının az olması nedeniyle faktör analizinde ortaya konulan sonuçların doğrulanması için daha fazla numune ile faktör analizi yapılması uygun olacaktır. Ancak 7 numunede değerlendirmeye alınan 12 bileşen kullanılarak yapılan faktör analizinde eigen değerleri 1'den büyük olan ilk üç faktör toplam değişimin % 91.31'ini temsil etmekte olup geri kalan 9 faktörün değişime etkisi ihmal edilebilecek kadar düşüktür (Tablo 10).

**Tablo 10.** Yeşilova üyesinden alınan numunelere ait faktör analizinde ortaya çıkan faktörler, başlangıç ve toplam değişime etkileri

Faktör Numarası	Başlangıç değerleri içindeki payı	Değişim içindeki payı (%)	Toplam değişim (%)
<b>Faktör 1</b>	5.11	42.62	42.62
<b>Faktör 2</b>	3.47	28.95	71.57
<b>Faktör 3</b>	2.38	19.81	91.39
<b>TOPLAM</b>	12.00	91.39	

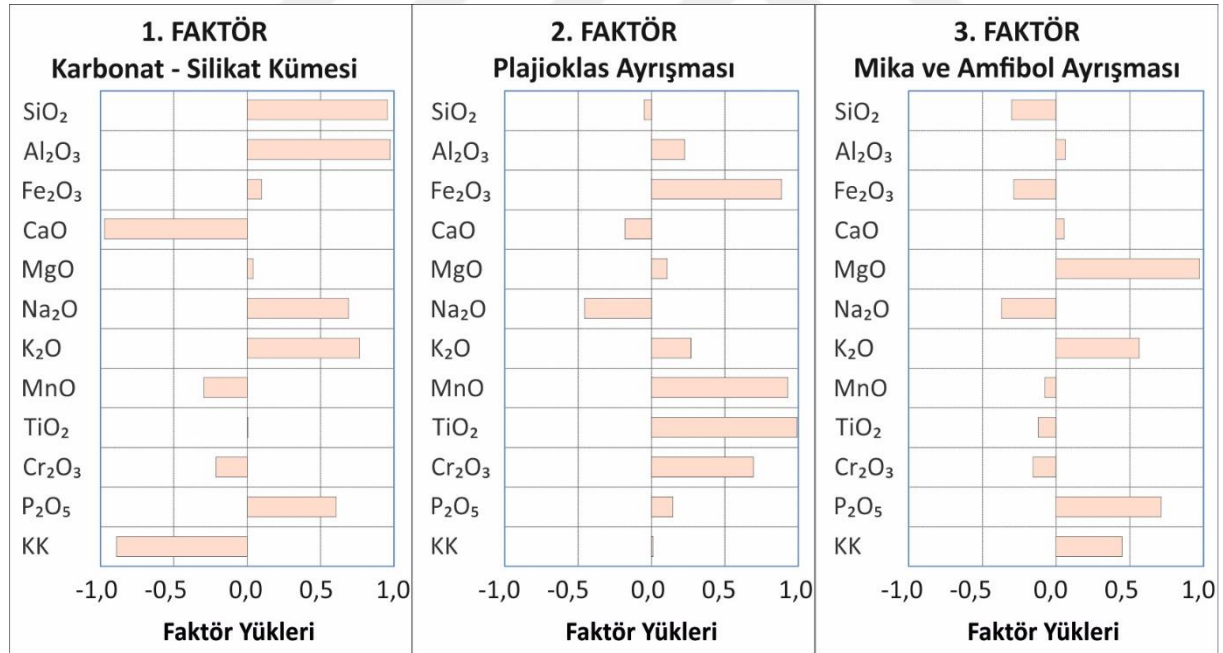
Yeşilova üyesine uygulanan faktör analizlerinde elde edilen değerlerle hazırlanan faktör yük dağılım grafiklerinde (Şekil 46) negatif ve pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler küme analizi dendrogramında belirlenen gruplarla örtüşmektedirler.

Yeşilova üyesinde gerçekleştirilen faktör analizinde değişim içinde payı % 42.62 olan birinci faktör CaO ve KK'nın önemli negatif faktör yüklerine karşılık SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>'in önemli pozitif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 105). Pozitif ve negatif

faktör yüklerinin dağılımına bakıldığında pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler küme analizinde belirlenen silikat (kırıntılı) grubu ile tam olarak örtüşürken ve negatif faktör yüklerine sahip olan bileşenler ise küme analizi dendrogramındaki karbonat grubu ile örtüşmektedir. Birinci faktör karbonatlı minerallerden kalsitin oluşumu ve çakıl, kum ve siltler içinde yer alan silikatlı fazın ayrışmaya başladığı nispeten indirgen göl ortamını yansıtmaktadır.

İkinci faktörün değişim içindeki payı % 28.95 olup  $Fe_2O_3$ ,  $MnO$ ,  $TiO_2$ ,  $Cr_2O_3$ 'in önemli,  $Al_2O_3$  ve  $K_2O$ 'in zayıf pozitif faktör yüklerine karşılık  $Na_2O$  ve  $SiO_2$ 'in zayıf negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 105). Bu faktörde  $Na_2O$  ile birlikte  $CaO$ 'in de negatif faktör yüklerine sahip olması sodik-plajioklas (albit) ve amfibollerin (riebekit, glokofan, krosit) ayrıştıklarını Na, Ca gibi elementlerin ortamda zenginleşmeye başladığını göstermektedir.

Yeşilova üyesinde üçüncü faktör  $MgO$ ,  $K_2O$ ,  $MnO$  ve  $KK$ 'nın pozitif faktör yüklerine karşılık  $Na_2O$ ,  $Fe_2O_3$  ve  $SiO_2$ 'in zayıf negatif faktör yükleri ile temsil dilmektedir (Şekil 46). Bu faktör ayrışmaya devam eden plajioklas ve amfibollerle birlikte mikaların da ayrıştıklarını ve bu hafif alkalin ortamda serbest kalan Na, Al ve Si'un ortamdaki su ile birlikte sodyum bentonitleri (montmorillonit) oluşturduklarını göstermektedir.



**Şekil 46.** Yeşilova üyesinden alınan numunelerde gerçekleştirilen faktör analizinde ortaya çıkan faktörler ve element – faktör yük dağılım grafikleri

#### 4.4.Yer Radarı (GPR) Ölçümleri

GPR (Yer radarı) ölçüm çalışmaları Yenikent bölgesinde gerçekleştirilmiştir.



GPR ölçümleri yapılırken ölçülecek güzergah boyunca 0 noktasından itibaren veri kaybının önlenmesi bakımından ölçümü yapılan her 100 m’de o profile ait veriler kaydedilmiştir. Başlangıçta belirlenen toplam güzergah uzunluğuna göre güzergahlar boyunca her bir km’lik mesafe ayrı bir profil olarak belirlenmiştir. Güzergah boyunca bu profiller P-1, P-2...P-n şeklinde belirlenmiş olup her profil içinde ayrıca mümkün olduğunca 100 m’lik ara profiller oluşturulmuş ve P1-1, P1-2, ...P1-10 şeklinde profil kayıtları alınmıştır. Böylece her güzergah boyunca her bir güzergah uzunluğu 100 m’ye bölünerek ara profil sayısı ortaya çıkmıştır. Örneğin 16 km uzunluğa sahip olan Yenikent (Aksaray) güzergahında başlangıçtan itibaren gidiş güzergahında yaklaşık 1’er km uzunluğunda 16 adet ana profil tesis edilmiştir. Her bir ana profil 100’er m’lik ara profillere ayrıldığında her bir ana profil için 10 adet ara profil oluşturulmuş ve böylece 160 adet ana güzergah sağ (gidiş) profilinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Güzergah bittiği yerde ise ölçümlerin teyid edilmesi için güzergah ortada kalacak şekilde ve mümkün olduğunca sağ GPR profilleri ile aralarında 4 m olacak şekilde ana güzergah sol profillerinde (dönüş) GPR ölçümleri yapılmıştır. Güzergahtın solundaki dönüş güzergahında da sağ profildeki gibi ana profiller ve ara profiller belirlenerek ölçümler gerçekleştirilmiştir. Böylece her bir güzergah için güzergah uzunluğu \*10 adet ara profile ölçüm yapılarak 100’er m’lik profil kaydı alınmıştır.

GPR ölçümleri esnasında kaydedilen veriler ReflexW yazılımı (Sandmeier, 2002) ile değerlendirilerek 2-Boyutlu (2B) ham radargramlar elde edilmiştir. Ham GPR kesitlerinden yeraltının yapısının izlenememesi nedeniyle ham GPR verileri; Move start time, Time cut, Background removal, Subtract-mean (dewow), Bandpass frequency, Energy Decay, Running average, Diffraction stack olarak sırlanabilecek veri işlem aşamalarından geçirilmiştir.

GPR yorumları sahada gözlenen jeolojik, yapısal jeolojik, stratigrafik ve sedimantolojik bilgilerle birlikte değerlendirilmiştir. Güzergah boyunca yüzeyden 20 m derine kadar boşluk, kırık, makaslama düzlemi, örtülü faylar, diğer çeşit yeraltı boşlukları gibi yeryüzüne yakın litolojik, yapısal, stratigrafik ve karstik özelliklerin belirlenmesi ve obruk oluşumuna sebep olabilecek (kırık-çatlaklı veya gözenekli) farklılık gözlenen kesimler belirlenmiştir.

#### **4.4.1.Yenikent (Aksaray) GPR ölçümleri**

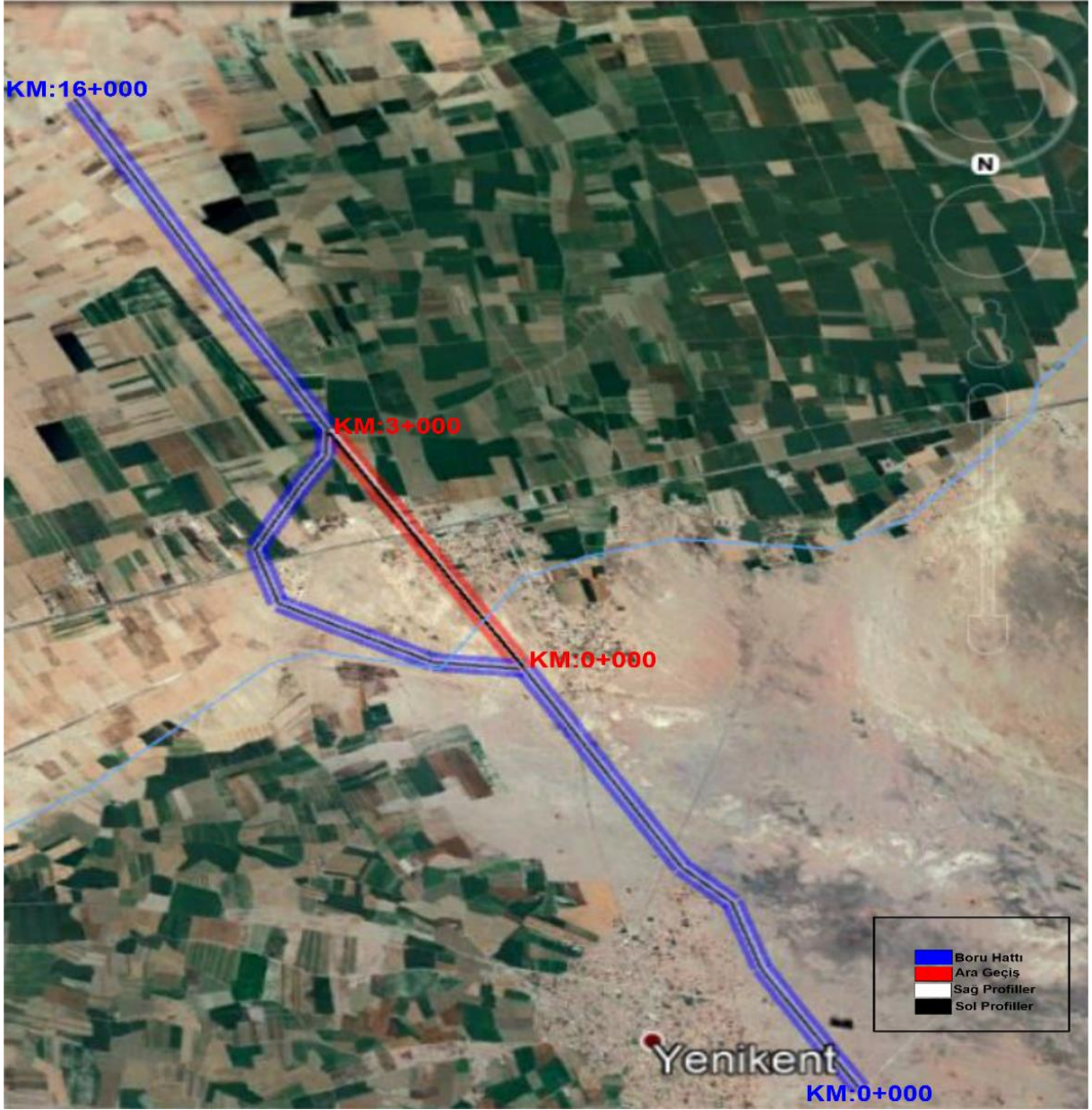
##### **4.4.1.1Yenikent (Aksaray) GPR ölçüm profilleri**

Yenikent bölgesinde yapılan GPR ölçümlerinde güzergah kuzey ucundan başlayacak şekilde planlama yapılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şekil 47). Güzergahın kuzey ucu başlangıç noktası olarak kabul edilmiş başlangıç noktasından itibaren gidiş yönü sağ güzergah,

güzergahtın bittiği yerden başlangıca doğru dönüş güzergahtı ise sol güzergah olarak belirlenmiştir. Yenikent güzergâhında Konya-Aksaray yolu ile kesişen Akhan Yaylası bölgesinde güzergah üzerinde zorunlu dönüşler yapılmıştır. GPR ölçümleri esnasında güzergahtın düz bir çizgi şeklinde yapılması durumunda yeraltının görüntülenmesi için kuzeydeki dönüşlerin başladığı yerden itibaren güneydeki dönüşlerin bittiği yere kadar olan 3 km'lik bölüm ise ara geçiş güzergahtı olarak belirlenmiş ve ayrıca ölçümü yapılmıştır (Şekil 47 ve Şekil 48). Böylece toplam 19 km'lik güzergah üzerinde gidiş-dönüş olmak üzere 38 km GPR ölçümü yapılmıştır (Tablo 11, 12 ve 13).

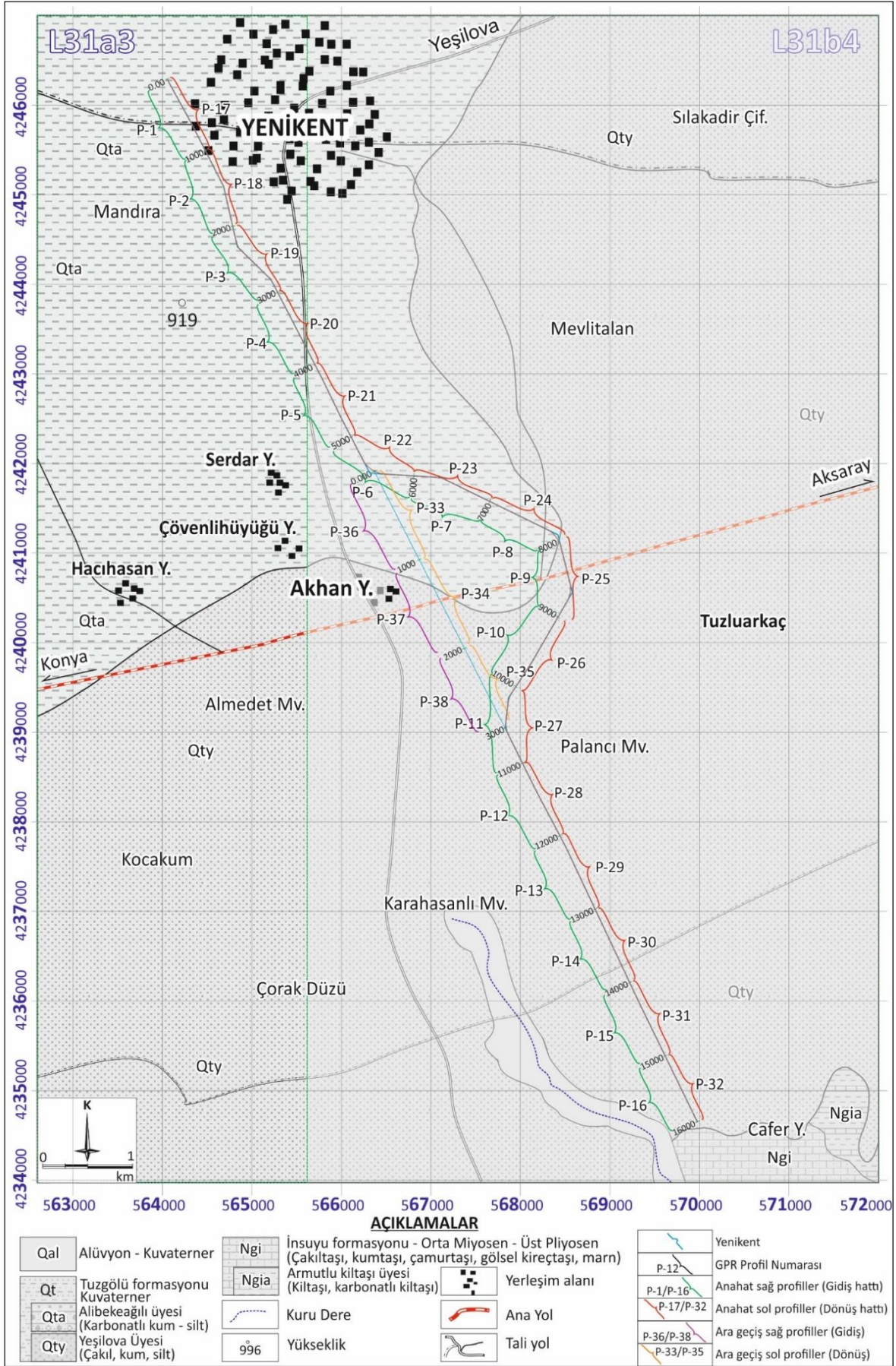
GPR ölçümleri yapılırken güzergahtın kuzeyinde belirlenen 0 noktasından itibaren veri kaybının önlenmesi bakımından ölçümü yapılan her 100 m'de o profile ait veriler kaydedilmiştir. Başlangıçta belirlenen toplam 16 km'lik güzergah uzunluğuna sahip olan ana güzergah boyunca her km ayrı bir profil olarak belirlenmiştir. Güzergah boyunca bu profiller (P-1 ile P-16 arasında) içinde ayrıca mümkün olduğunca 100 m'lik ara profiller oluşturulmuş ve böylece 160 adet ana güzergah sağ (gidiş) profilinde ölçümler gerçekleştirilmiştir (Tablo 11). Güzergahtın bittiği yerde ise ölçümlerin teyid edilmesi için güzergah ortada kalacak şekilde ve mümkün olduğunca sağ GPR profilleri ile aralarında 4 m olacak şekilde ana güzergah sol profillerinde (dönüş) GPR ölçümleri yapılmıştır (Tablo 54). Güzergahtın solundaki dönüş güzergahında da 16 ana profil (P17 ile P 32 arası) ve bunların içindeki 100'er m'lik ara profillerle birlikte sol yöndeki 160 profile GPR ölçümleri yapılmıştır. Böylece Yenikent bölgesinde ana güzergahtı üzerinde 160 sol, 160 sağ olmak üzere toplam 320 adet 100'er m'lik profil kaydı alınmıştır.

Aksaray-Konya yolu kesişimindeki ara geçiş bölgesindeki saha çalışmaları esnasında güzergahtın düz bir şekilde de inşa edilebileceği ihtimalinden dolayı dönüşün başladığı yerden bittiği yere kadar 3 km'lik düz bir güzergah boyunca da GPR ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ara geçiş doğrultusu boyunca da birbirine paralel iki güzergahta (Şekil 47), birbirinin devamı şeklinde 100'er m aralıkla sağda (gidiş güzergahtı) 3 (P-33, P-34 ve P-35) ve solda (dönüş güzergahtı) 3 (P-36-P-37 ve P-38) olmak üzere toplam 6 adet 1 km'lik profile ölçüm yapılmıştır. Böylece ara geçiş güzergahtında da toplam 30 sağda, 30 solda olacak şekilde toplam 60 adet 100'lik profil kaydı yapılmıştır (Tablo 11). Paralel güzergahlar arasında mümkün olduğunca 4 m aralık bırakılmıştır.



*Şekil 47. Yenikent bölgesinde GPR ölçümü yapılan profillerin Google Earth üzerindeki görünümü*

GPR yorumları sahada gözlenen jeolojik, yapısal jeolojik, stratigrafik ve sedimantolojik bilgilerle birlikte değerlendirilmiştir. Yenikent bölgesinde iki yanında da alınan GPR ölçümleri yorumlanarak güzergah boyunca yüzeyden 20 m derine kadar boşluk, kırık, makaslama düzlemi, örtülü faylar, diğer çeşit yeraltı boşlukları gibi yeryüzüne yakın litolojik, yapısal, stratigrafik ve karstik özelliklerin belirlenmesi ve obruk oluşumuna sebep olabilecek (kırık-çatlaklı veya gözenekli) farklılık gözlenen kesimler belirlenmiştir.



Şekil 48. Yenikent bölgesinde ana güzergah ve ara geçiş bölgesinde ölçüm yapılan GPR profilleri

**Tablo 11.** Yenikent bölgesinde başlangıcından itibaren güzergahtın sağından gidiş yönünde yapılan GPR Ölçüm Profilleri başlangıç ve bitiş mesafeleri (km+100 m)

Profil No	Başlangıç Km+100 m	Bitiş Km+100m	Profil No	Başlangıç Km+100 m	Bitiş Km+100m	Profil No	Başlangıç Km+100 m	Bitiş Km+100m
P-1	0+000	0+100	P-6.5	5+500	5+600	P-12	11+000	11+100
P-1.1	0+100	0+200	P-6.6	5+600	5+700	P-12.1	11+100	11+200
P-1.2	0+200	0+300	P-6.7	5+700	5+800	P-12.2	11+200	11+300
P-1.3	0+300	0+400	P-6.8	5+800	5+900	P-12.3	11+300	11+400
P-1.4	0+400	0+500	P-6.9	5+900	6+000	P-12.4	11+400	11+500
P-1.5	0+500	0+600	P-7	6+000	6+100	P-12.5	11+500	11+600
P-1.6	0+600	0+700	P-7.1	6+100	6+200	P-12.6	11+600	11+700
P-1.7	0+700	0+800	P-7.2	6+200	6+300	P-12.7	11+700	11+800
P-1.8	0+800	0+900	P-7.3	6+300	6+400	P-12.8	11+800	11+900
P-1.9	0+900	1+000	P-7.4	6+400	6+500	P-12.9	11+900	12+000
P-2	1+000	1+100	P-7.5	6+500	6+600	P-13	12+000	12+100
P-2.1	1+100	1+200	P-7.6	6+600	6+700	P-13.1	12+100	12+200
P-2.2	1+200	1+300	P-7.7	6+700	6+800	P-13.2	12+200	12+300
P-2.3	1+300	1+400	P-7.8	6+800	6+900	P-13.3	12+300	12+400
P-2.4	1+400	1+500	P-7.9	6+900	7+000	P-13.4	12+400	12+500
P-2.5	1+500	1+600	P-8	7+000	7+100	P-13.5	12+500	12+600
P-2.6	1+600	1+700	P-8.1	7+100	7+200	P-13.6	12+600	12+700
P-2.7	1+700	1+800	P-8.2	7+200	7+300	P-13.7	12+700	12+800
P-2.8	1+800	1+900	P-8.3	7+300	7+400	P-13.8	12+800	12+900
P-2.9	1+900	2+000	P-8.4	7+400	7+500	P-13.9	12+900	13+000
P-3	2+000	2+100	P-8.5	7+500	7+600	P-14	13+000	13+100
P-3.1	2+100	2+200	P-8.6	7+600	7+700	P-14.1	13+100	13+200
P-3.2	2+200	2+300	P-8.7	7+700	7+800	P-14.2	13+200	13+300
P-3.3	2+300	2+400	P-8.8	7+800	7+900	P-14.3	13+300	13+400
P-3.4	2+400	2+500	P-8.9	7+900	8+000	P-14.4	13+400	13+500
P-3.5	2+500	2+600	P-9	8+000	8+100	P-14.5	13+500	13+600
P-3.6	2+600	2+700	P-9.1	8+100	8+200	P-14.6	13+600	13+700
P-3.7	2+700	2+800	P-9.2	8+200	8+300	P-14.7	13+700	13+800
P-3.8	2+800	2+900	P-9.3	8+300	8+400	P-14.8	13+800	13+900
P-3.9	2+900	3+000	P-9.4	8+400	8+500	P-14.9	13+900	14+000
P-4	3+000	3+100	P-9.5	8+500	8+600	P-15	14+000	14+100
P-4.1	3+100	3+200	P-9.6	8+600	8+700	P-15.1	14+100	14+200
P-4.2	3+200	3+300	P-9.7	8+700	8+800	P-15.2	14+200	14+300
P-4.3	3+300	3+400	P-9.8	8+800	8+900	P-15.3	14+300	14+400
P-4.4	3+400	3+500	P-9.9	8+900	9+000	P-15.4	14+400	14+500
P-4.5	3+500	3+600	P-10	9+000	9+100	P-15.5	14+500	14+600
P-4.6	3+600	3+700	P-10.1	9+100	9+200	P-15.6	14+600	14+700
P-4.7	3+700	3+800	P-10.2	9+200	9+300	P-15.7	14+700	14+800
P-4.8	3+800	3+900	P-10.3	9+300	9+400	P-15.8	14+800	14+900
P-4.9	3+900	4+000	P-10.4	9+400	9+500	P-15.9	14+900	15+000
P-5	4+000	4+100	P-10.5	9+500	9+600	P-16	15+000	15+100
P-5.1	4+100	4+200	P-10.6	9+600	9+700	P-16.1	15+100	15+200
P-5.2	4+200	4+300	P-10.7	9+700	9+800	P-16.2	15+200	15+300
P-5.3	4+300	4+400	P-10.8	9+800	9+900	P-16.3	15+300	15+400
P-5.4	4+400	4+500	P-10.9	9+900	10+000	P-16.4	15+400	15+500
P-5.5	4+500	4+600	P-11	10+000	10+100	P-16.5	15+500	15+600
P-5.6	4+600	4+700	P-11.1	10+100	10+200	P-16.6	15+600	15+700
P-5.7	4+700	4+800	P-11.2	10+200	10+300	P-16.7	15+700	15+800
P-5.8	4+800	4+900	P-11.3	10+300	10+400	P-16.8	15+800	15+900
P-5.9	4+900	5+000	P-11.4	10+400	10+500	P-16.9	15+900	16+000
P-6	5+000	5+100	P-11.5	10+500	10+600			
P-6.1	5+100	5+200	P-11.6	10+600	10+700			
P-6.2	5+200	5+300	P-11.7	10+700	10+800			
P-6.3	5+300	5+400	P-11.8	10+800	10+900			
P-6.4	5+400	5+500	P-11.9	10+900	11+000			

**Tablo 12. Yenikent bölgesinde sonundan itibaren güzergahtın solundan dönüş yönünde yapılan GPR Ölçüm rofilleri başlangıç ve bitiş mesafeleri (km+100 m)**

Profil No	Başlangıç Km+100 m	Bitiş Km+100m	Profil No	Başlangıç Km+100 m	Bitiş Km+100m	Profil No	Başlangıç Km+100 m	Bitiş Km+100m
P-17	0+000	0+100	P-22.5	5+500	5+600	P-28	11+000	11+100
P-17.1	0+100	0+200	P-22.6	5+600	5+700	P-28.1	11+100	11+200
P-17.2	0+200	0+300	P-22.7	5+700	5+800	P-28.2	11+200	11+300
P-17.3	0+300	0+400	P-22.8	5+800	5+900	P-28.3	11+300	11+400
P-17.4	0+400	0+500	P-22.9	5+900	6+000	P-28.4	11+400	11+500
P-17.5	0+500	0+600	<b>P-23</b>	6+000	6+100	P-28.5	11+500	11+600
P-17.6	0+600	0+700	P-23.1	6+100	6+200	P-28.6	11+600	11+700
P-17.7	0+700	0+800	P-23.2	6+200	6+300	P-28.7	11+700	11+800
P-17.8	0+800	0+900	P-23.3	6+300	6+400	P-28.8	11+800	11+900
P-17.9	0+900	1+000	P-23.4	6+400	6+500	P-28.9	11+900	12+000
<b>P-18</b>	1+000	1+100	P-23.5	6+500	6+600	<b>P-29</b>	12+000	12+100
P-18.1	1+100	1+200	P-23.6	6+600	6+700	P-29.1	12+100	12+200
P-18.2	1+200	1+300	P-23.7	6+700	6+800	P-29.2	12+200	12+300
P-18.3	1+300	1+400	P-23.8	6+800	6+900	P-29.3	12+300	12+400
P-18.4	1+400	1+500	P-23.9	6+900	7+000	P-29.4	12+400	12+500
P-18.5	1+500	1+600	<b>P-24</b>	7+000	7+100	P-29.5	12+500	12+600
P-18.6	1+600	1+700	P-24.1	7+100	7+200	P-29.6	12+600	12+700
P-18.7	1+700	1+800	P-24.2	7+200	7+300	P-29.7	12+700	12+800
P-18.8	1+800	1+900	P-24.3	7+300	7+400	P-29.8	12+800	12+900
P-18.9	1+900	2+000	P-24.4	7+400	7+500	P-29.9	12+900	13+000
<b>P-19</b>	2+000	2+100	P-24.5	7+500	7+600	<b>P-30</b>	13+000	13+100
P-19.1	2+100	2+200	P-24.6	7+600	7+700	P-30.1	13+100	13+200
P-19.2	2+200	2+300	P-24.7	7+700	7+800	P-30.2	13+200	13+300
P-19.3	2+300	2+400	P-24.8	7+800	7+900	P-30.3	13+300	13+400
P-19.4	2+400	2+500	P-24.9	7+900	8+000	P-30.4	13+400	13+500
P-19.5	2+500	2+600	<b>P-25</b>	8+000	8+100	P-30.5	13+500	13+600
P-19.6	2+600	2+700	P-25.1	8+100	8+200	P-30.6	13+600	13+700
P-19.7	2+700	2+800	P-25.2	8+200	8+300	P-30.7	13+700	13+800
P-19.8	2+800	2+900	P-25.3	8+300	8+400	P-30.8	13+800	13+900
P-19.9	2+900	3+000	P-25.4	8+400	8+500	P-30.9	13+900	14+000
<b>P-20</b>	3+000	3+100	P-25.5	8+500	8+600	<b>P-31</b>	14+000	14+100
P-20.1	3+100	3+200	P-25.6	8+600	8+700	P-31.1	14+100	14+200
P-20.2	3+200	3+300	P-25.7	8+700	8+800	P-31.2	14+200	14+300
P-20.3	3+300	3+400	P-25.8	8+800	8+900	P-31.3	14+300	14+400
P-20.4	3+400	3+500	P-25.9	8+900	9+000	P-31.4	14+400	14+500
P-20.5	3+500	3+600	<b>P-26</b>	9+000	9+100	P-31.5	14+500	14+600
P-20.6	3+600	3+700	P-26.1	9+100	9+200	P-31.6	14+600	14+700
P-20.7	3+700	3+800	P-26.2	9+200	9+300	P-31.7	14+700	14+800
P-20.8	3+800	3+900	P-26.3	9+300	9+400	P-31.8	14+800	14+900
P-20.9	3+900	4+000	P-26.4	9+400	9+500	P-31.9	14+900	15+000
<b>P-21</b>	4+000	4+100	P-26.5	9+500	9+600	<b>P-32</b>	15+000	15+100
P-21.1	4+100	4+200	P-26.6	9+600	9+700	P-32.1	15+100	15+200
P-21.2	4+200	4+300	P-26.7	9+700	9+800	P-32.2	15+200	15+300
P-21.3	4+300	4+400	P-26.8	9+800	9+900	P-32.3	15+300	15+400
P-21.4	4+400	4+500	P-26.9	9+900	10+000	P-32.4	15+400	15+500
P-21.5	4+500	4+600	<b>P-27</b>	10+000	10+100	P-32.5	15+500	15+600
P-21.6	4+600	4+700	P-27.1	10+100	10+200	P-32.6	15+600	15+700
P-21.7	4+700	4+800	P-27.2	10+200	10+300	P-32.7	15+700	15+800
P-21.8	4+800	4+900	P-27.3	10+300	10+400	P-32.8	15+800	15+900
P-21.9	4+900	5+000	P-27.4	10+400	10+500	P-32.9	15+900	16+000
<b>P-22</b>	5+000	5+100	P-27.5	10+500	10+600			
P-22.1	5+100	5+200	P-27.6	10+600	10+700			
P-22.2	5+200	5+300	P-27.7	10+700	10+800			
P-22.3	5+300	5+400	P-27.8	10+800	10+900			
P-22.4	5+400	5+500	P-27.9	10+900	11+000			

**Tablo 13. Yenikent bölgesinde Ara Geçiş Alanının gidiş (Sağ) ve dönüş (Sol) Güzergahları boyunca yapılan GPR Ölçüm Profilleri başlangıç ve bitiş mesafeleri (km+100 m)**

Gidiş güzergahtı (Sağ güzergah)			Dönüş güzergahtı (Sol güzergah)		
Profil No	Başlangıç Km+100 m	Bitiş Km+100m	Profil No	Başlangıç Km+100 m	Bitiş Km+100m
<b>P-36</b>	0+000	0+100	<b>P-33</b>	0+000	0+100
P-36.1	0+100	0+200	P-33.1	0+100	0+200
P-36.2	0+200	0+300	P-33.2	0+200	0+300
P-36.3	0+300	0+400	P-33.3	0+300	0+400
P-36.4	0+400	0+500	P-33.4	0+400	0+500
P-36.5	0+500	0+600	P-33.5	0+500	0+600
P-36.6	0+600	0+700	P-33.6	0+600	0+700
P-36.7	0+700	0+800	P-33.7	0+700	0+800
P-36.8	0+800	0+900	P-33.8	0+800	0+900
P-36.9	0+900	1+000	P-33.9	0+900	1+000
<b>P-37</b>	1+000	1+100	<b>P-34</b>	1+000	1+100
P-37.1	1+100	1+200	P-34.1	1+100	1+200
P-37.2	1+200	1+300	P-34.2	1+200	1+300
P-37.3	1+300	1+400	P-34.3	1+300	1+400
P-37.4	1+400	1+500	P-34.4	1+400	1+500
P-37.5	1+500	1+600	P-34.5	1+500	1+600
P-37.6	1+600	1+700	P-34.6	1+600	1+700
P-37.7	1+700	1+800	P-34.7	1+700	1+800
P-37.8	1+800	1+900	P-34.8	1+800	1+900
P-37.9	1+900	2+000	P-34.9	1+900	2+000
<b>P-38</b>	2+000	2+100	<b>P-35</b>	2+000	2+100
P-38.1	2+100	2+200	P-35.1	2+100	2+200
P-38.2	2+200	2+300	P-35.2	2+200	2+300
P-38.3	2+300	2+400	P-35.3	2+300	2+400
P-38.4	2+400	2+500	P-35.4	2+400	2+500
P-38.5	2+500	2+600	P-35.5	2+500	2+600
P-38.6	2+600	2+700	P-35.6	2+600	2+700
P-38.7	2+700	2+800	P-35.7	2+700	2+800
P-38.8	2+800	2+900	P-35.8	2+800	2+900
P-38.9	2+900	3+000	P-35.9	2+900	3+000

#### 4.4.1.2. Yenikent (Aksaray) bölgesi GPR 2B ölçüm sonuçları ve anomaliler

Yenikent bölgesinde yapılan ölçümlerde her bir profil için elde edilen 2-boyutlu radar kesitlerinin incelenmesi sonucunda özellikle Konya-Aksaray yolu ile kesişen bölgede; derinliğe bağlı birçok anomali (belirtiler) gözlenmiştir. Bu anomalilerin anlaşılması için Yenikent bölgesi ana güzergâh sağ (gidiş) güzergahtı, Yenikent bölgesi ana güzergâh sol (dönüş) güzergahtı, Yenikent bölgesi ara geçiş güzergâhı sağ (gidiş) güzergahtı ve Yenikent bölgesi ara geçiş güzergâhı sol (dönüş) güzergahtı üzerindeki her bir profilde GPR sonuçları ayrı ayrı yorumlanmıştır.

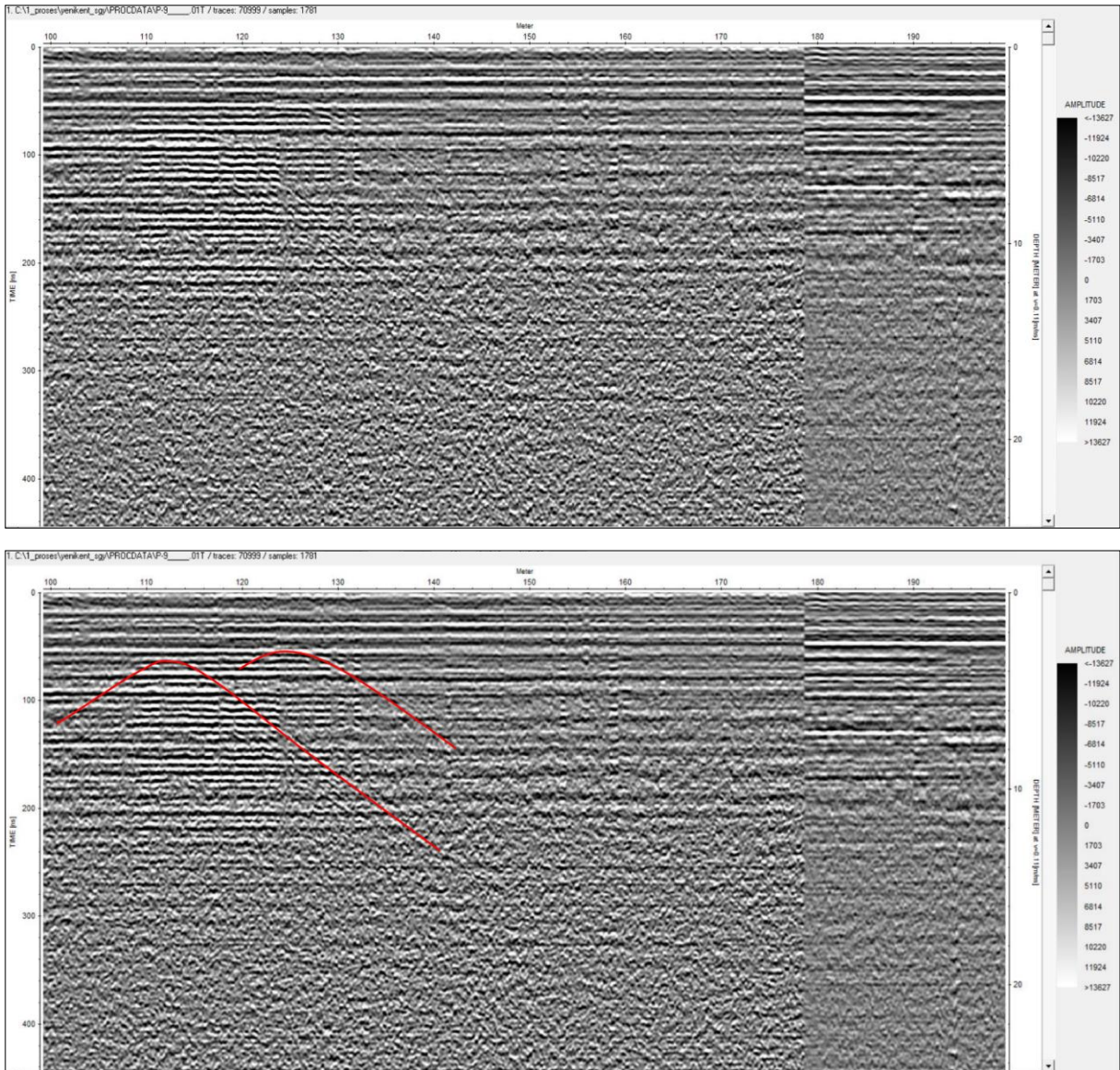
#### 4.4.1.2.1. Yenikent bölgesi ana güzergâh sağ (gidiş) güzergah anomalileri

Yenikent ana güzergâh sağ güzergahtı üzerinde P-9 (8.00 -9.00 km) ve P-11 (12.00-13.00 km) profillerinde anomaliler tespit edilmiştir.

#### 4.4.1.2.2.1. Ana güzergah sağ güzergâh P-9 anomalileri

P-9 profili güzergahtın başlangıcından itibaren 8. km ile 9. km arasındaki profil kayıtlarını içermekte olup bu profilde P-9.1, P-9.3 ve P-9.5 alt profillerinde anomaliler belirlenmiş ve kırmızı çizgilerle gösterilmiştir (Şekil 49, 50 ve 51).

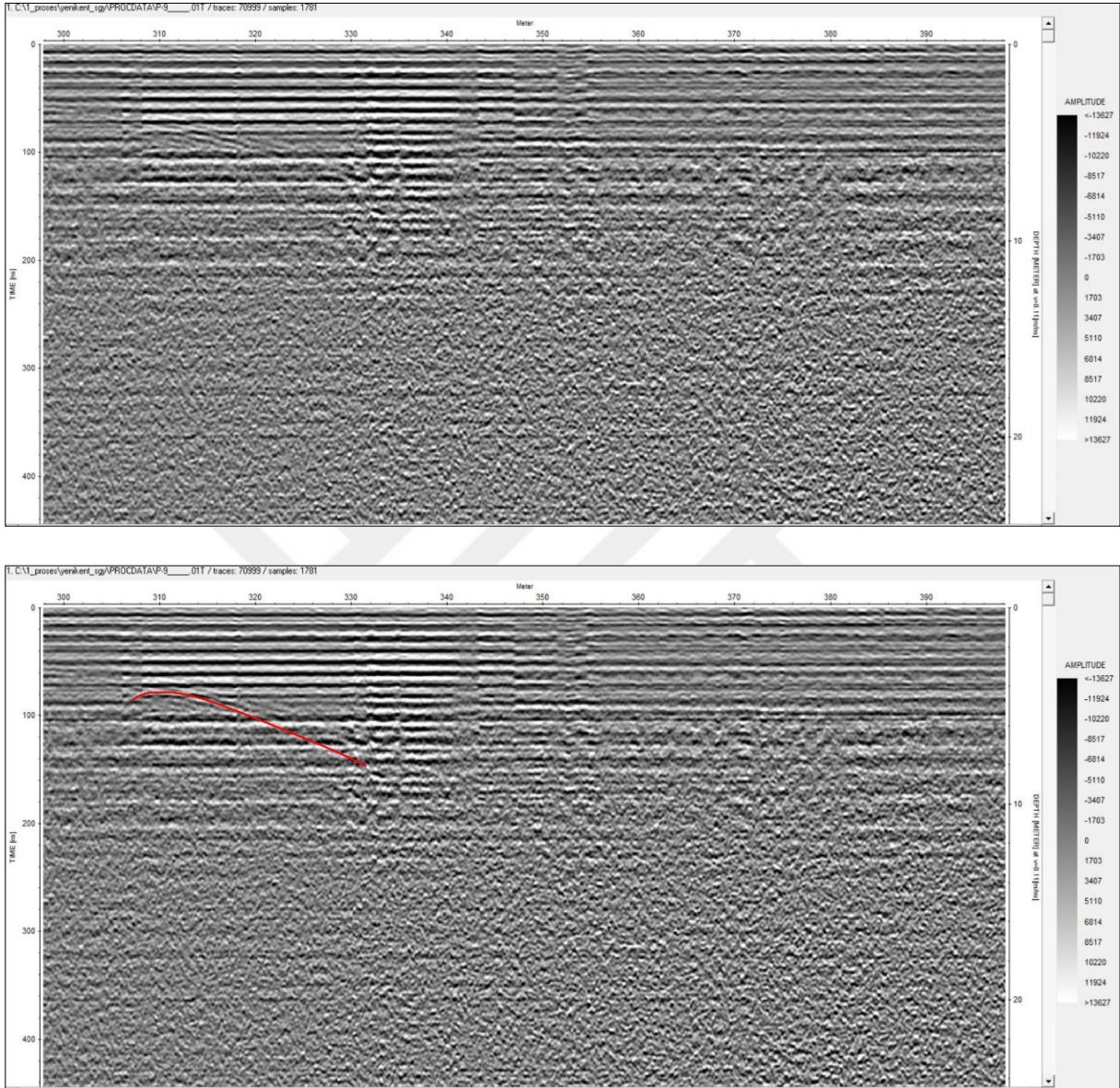
**P-9.1 alt profilinde** 8100-8200 m arasında kesitin 8112 ve 8120. m'lerinde yüzeyden yaklaşık olarak 2.5-3 metre derinlikte ve 20 ve 40 metre genişlikte anomaliler vardır (Şekil 49).



**Şekil 49.** Yenikent bölgesinde ana güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-9.1 profilinin Km: 8+100-8+200 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgiler)

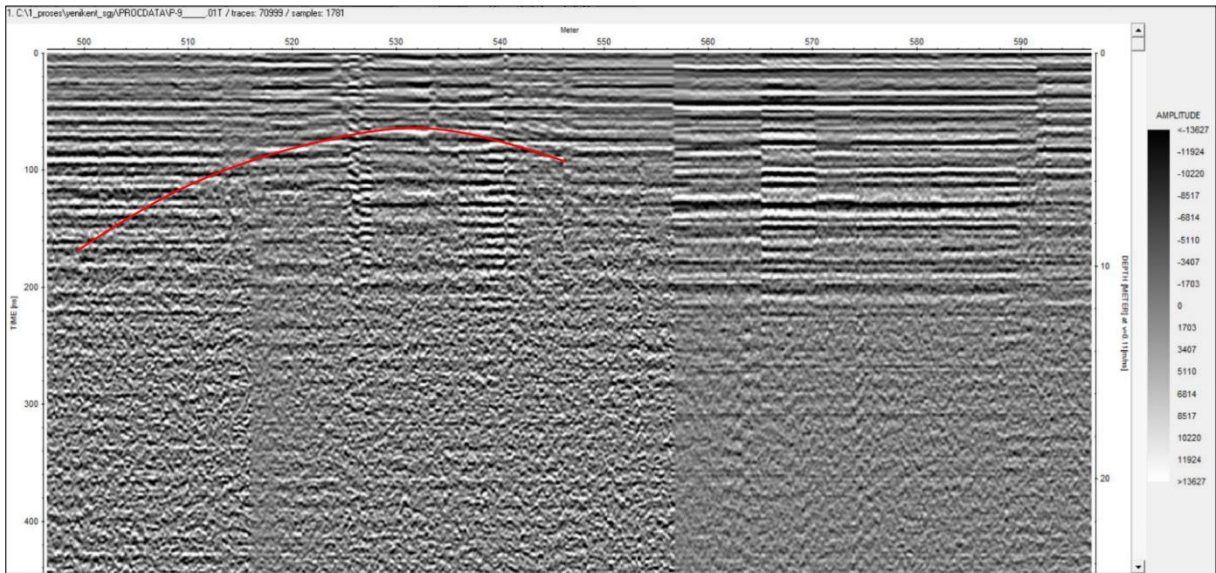
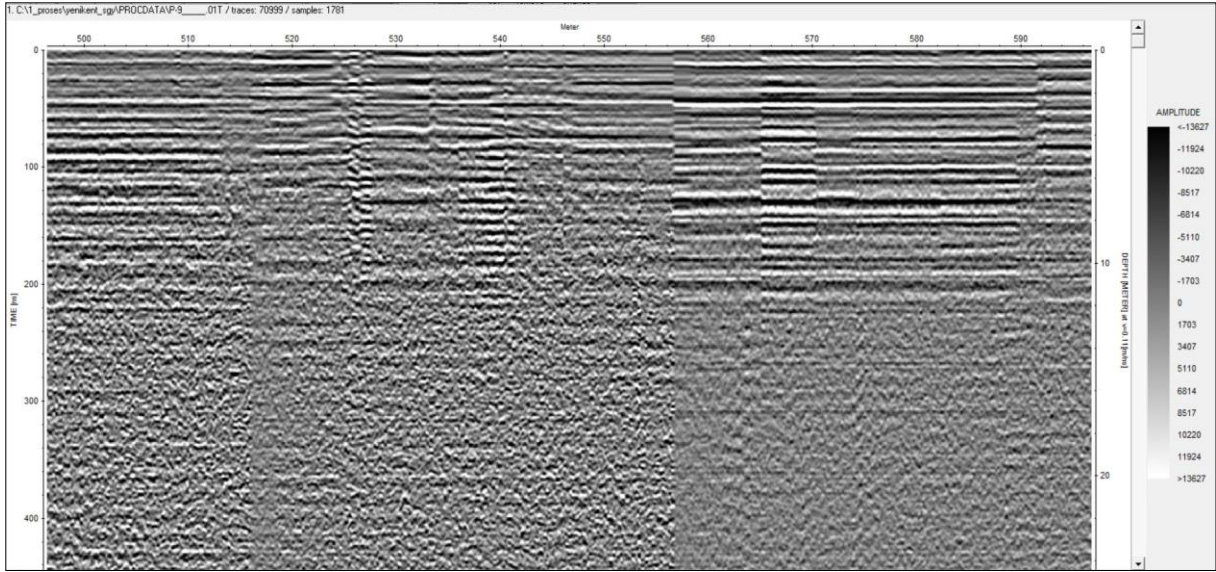


**P-9 profilinin P-9.3** (8300-8400 m arası) alt profilinde ise güzergahtın 8310. m'sinde yüzeyden yaklaşık olarak 3 m derinlikten başlayarak 7 metre derinliğe kadar 24 metre genişlikte anomali vardır (Şekil 50).



**Şekil 50.** Yenikent bölgesi ana güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-9.3 profilinin Km: 8+300-8+400 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

**P-9 profilinin P-9.5** (8500-8600 m arası) alt profilinde ise güzergahtın 8530. m'sinde yüzeyden yaklaşık olarak 3 metre derinlikten 8-10 metre derinliğe kadar inen 46 m genişlikte anomali vardır (Şekil 51).



**Şekil 51. Yenikent bölgesi ana güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-9.5 profilinin Km: 8+500-8+600 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

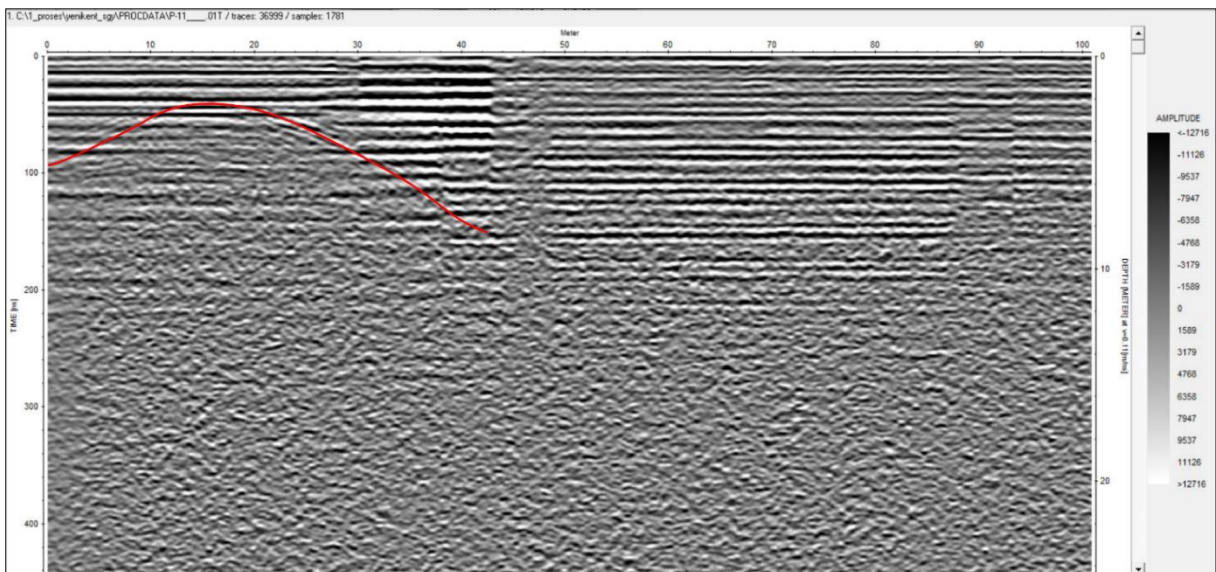
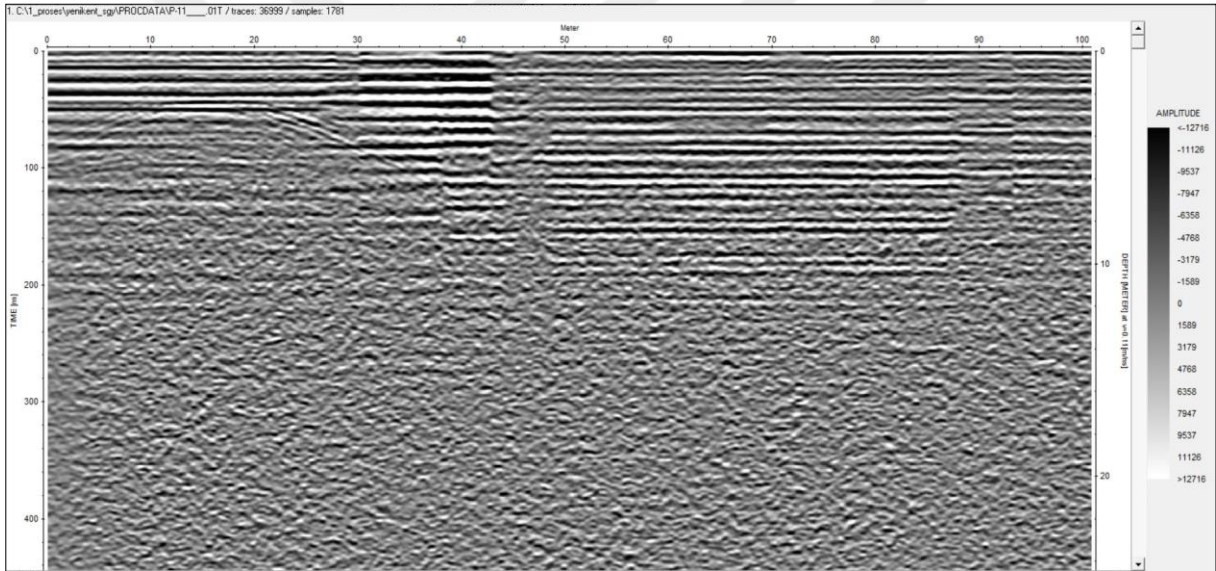
P-9 profili Konya – Aksaray karayolunu dikey olarak kesmekte olup profil üzerinde yüzeyleyen birimler Tuzgözü formasyonunun Yeşilova üyesine aittir. Yeşilova üyesi genellikle çakıl, kum, silt gibi kırıntılı malzemelerle temsil edilmekte olup üst kesimlerinde sıkı tutturulmuş karbonatlı killer bulunmaktadır. Aksaray – Konya karayolu oldukça işlek bir ulaşım yolu olup karayolu üzerinde sürekli olarak ağır iş makineleri ve taşıtlar hareket halindedir. Genellikle kohezyonsuz malzemelerden oluşan zeminlerde altta bulunan boşluk ve kırıklar üstteki malzeme ile doldurulmakta ve yüzeyde belirgin çökme yapıları gözlenmektedir. Karayolu üzerinde seyahat eden taşıtların da etkisiyle alttaki boşluklara üstten malzeme hareket ettiği düşünülmektedir. Bölgede yüzeyde gözlenemeyen bu çökme yapılarının en üstteki karbonatlı killerden ve ara seviyeler halinde bulunan dayanımlı kumtaşı ve konglomera tabakalarından dolayı henüz çökmenin gerçekleşmediği ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bu

kesimde ayrıntılı görüntüleme çalışmalarının yapılması ve daha sonraki süreçlerde izlenmesi uygun görülmektedir.

#### 4.4.1.2.2.2. Ana güzergah sağ güzergâh P-11 anomalileri

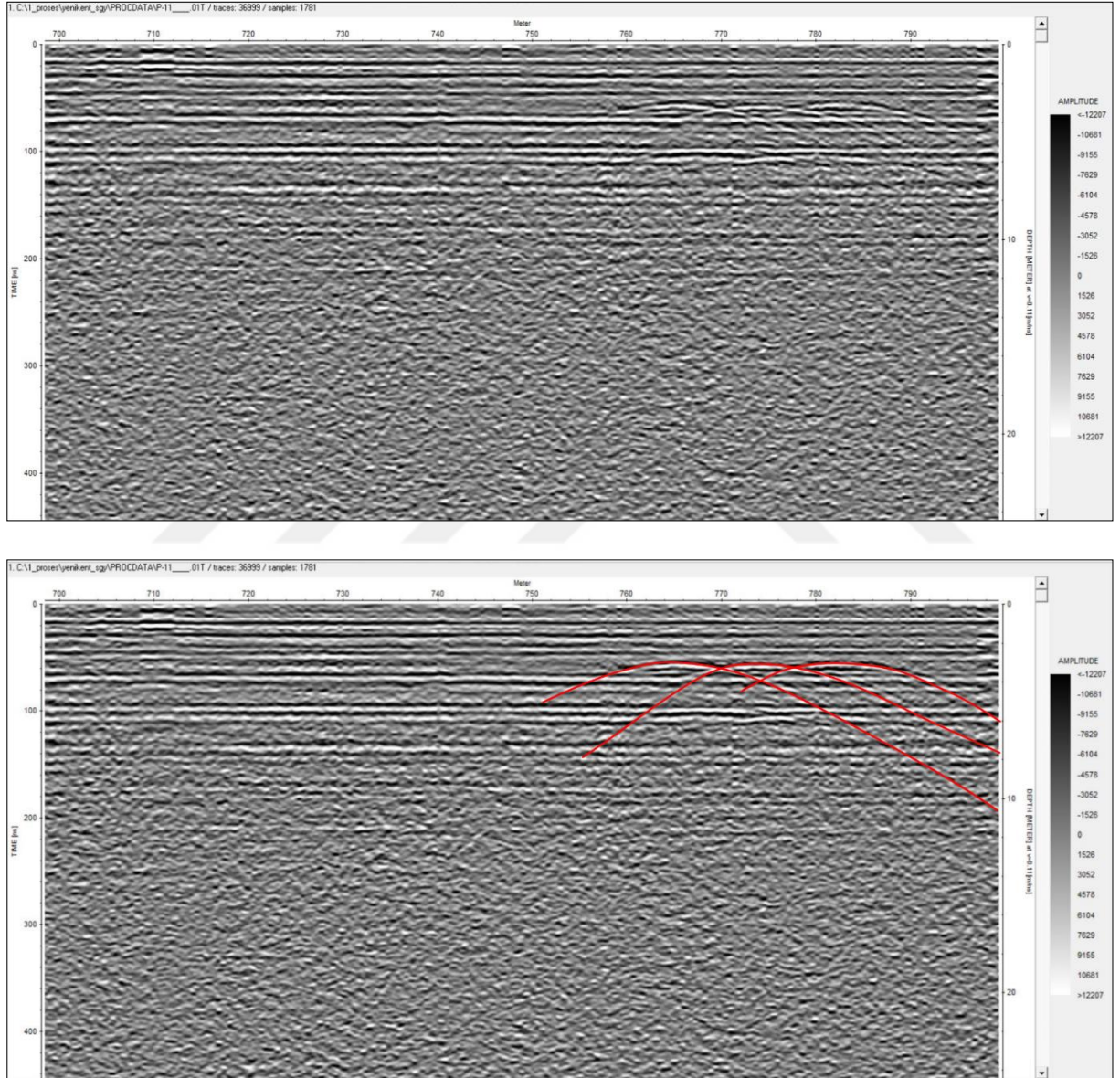
P-11 profili güzergahtın başlangıcından itibaren 10. km ile 11. km arasındaki profil kayıtlarını içermekte olup bu profilde P-11 (km 10+00-km 10+100) ve P-11.7 (km 10+700- km 10+800) alt profillerinde çizgisel anomaliler belirlenmiş ve kırmızı çizgilerle gösterilmiştir (Şekil 52 ve 53).

**P-11 alt profilinde** 10000-10100 m arasında kesitin 10016. m'sinde yüzeyden yaklaşık olarak 2 metre derinlikten başlayarak 16 m derinliğe kadar, 40 metre genişlikte anomali vardır (Şekil 52).



**Şekil 52. Yenikent bölgesi ana güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-11 profilinin Km:10+000-10+100 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

**P-11.7 alt profilinde** 10700-10800 m arasındaki 2B radargramında kesitin 10764. m'si, 10772. m'si ve 10784. m'sinde yüzeyden yaklaşık olarak 2.5 metre derinlikten yaklaşık 6-10 metre derinliğe kadar olan ve 48 m, 43 m ve 27 metre genişliğinde anomaliler belirlenmiştir (Şekil 53).



**Şekil 53. Yenikent bölgesi ana güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-11.7 profilinin Km:10+700-10+800 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

P-11 profili de Tuzgözü formasyonuna ait Yeşilova üyesi içinde yer almaktadır. Yeşilova üyesinin genellikle çakıl, kum ve siltlerden oluştuğu göz önüne alındığında altta bulunan erime boşluklarının kırıntılı malzeme ile doldurulduğu ortaya çıkmaktadır. Yüzeyde herhangi bir çökme

alanının bulunmayışı Yeşilova üyesinin en üst kesimlerindeki sıkı tutturulmuş karbonatlı killerin kemer şeklinde askıda kaldığını göstermektedir.

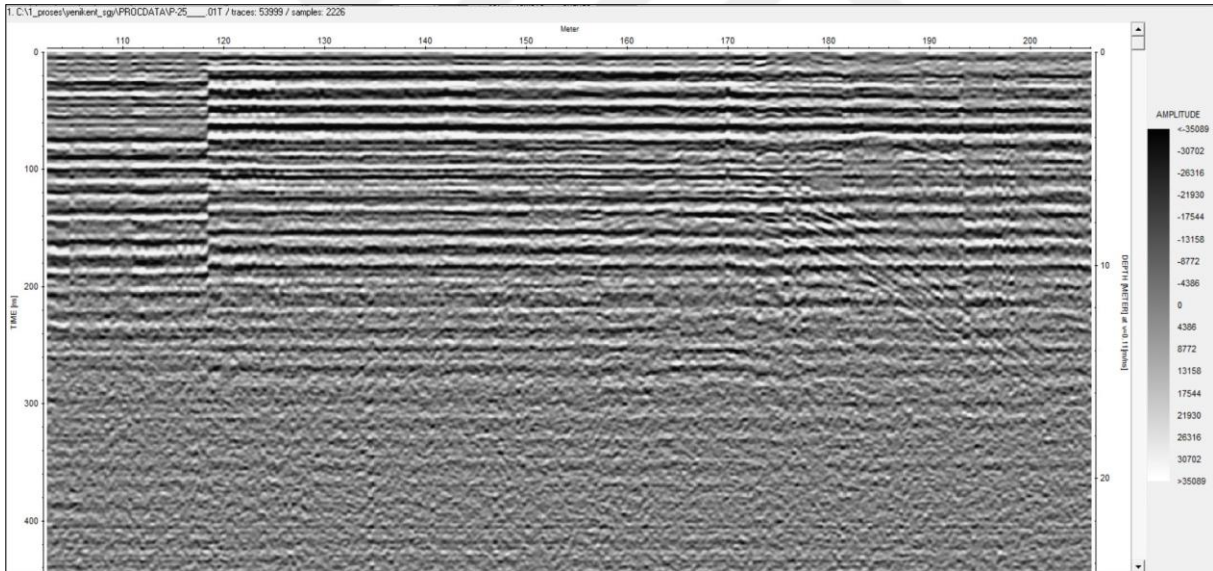
#### 4.4.1.2.2. Yenikent Bölgesi ana güzergah sol güzergah anomalileri

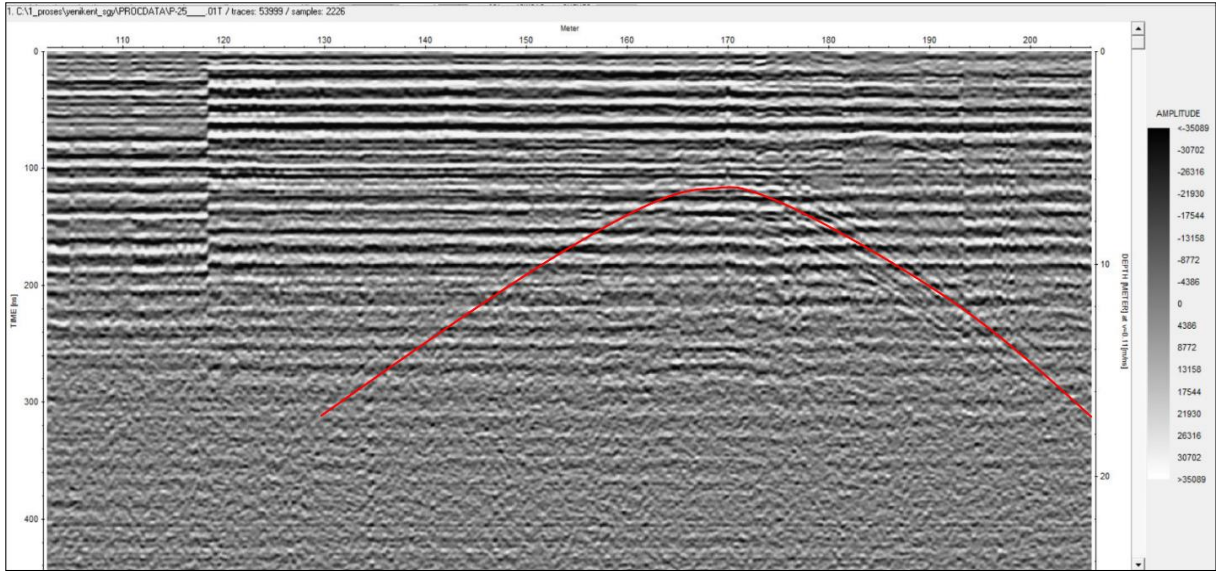
Yenikent ana güzergah sol güzergahtı üzerinde P-25 (8.00 -9.00 km) ve P-27 (10.00-11.00 km) profillerinde anomaliler tespit edilmiş olup sağ güzergah ile aynı noktalarda bulunmaktadır.

#### 4.4.1.2.2.3. Ana güzergah sol güzergah (dönüş) P-25 anomalileri

P-25 profili güzergahtın başlangıcından itibaren 8. km ile 9. km arasındaki profil kayıtlarını içermekte olup bu profilde P-25.1 (km 8+100-km 8+200) ve P-25.5 (km 8+500- km 8+600) alt profillerinde anomaliler belirlenmiş ve kırmızı çizgilerle gösterilmiştir (Şekil 54 ve 55).

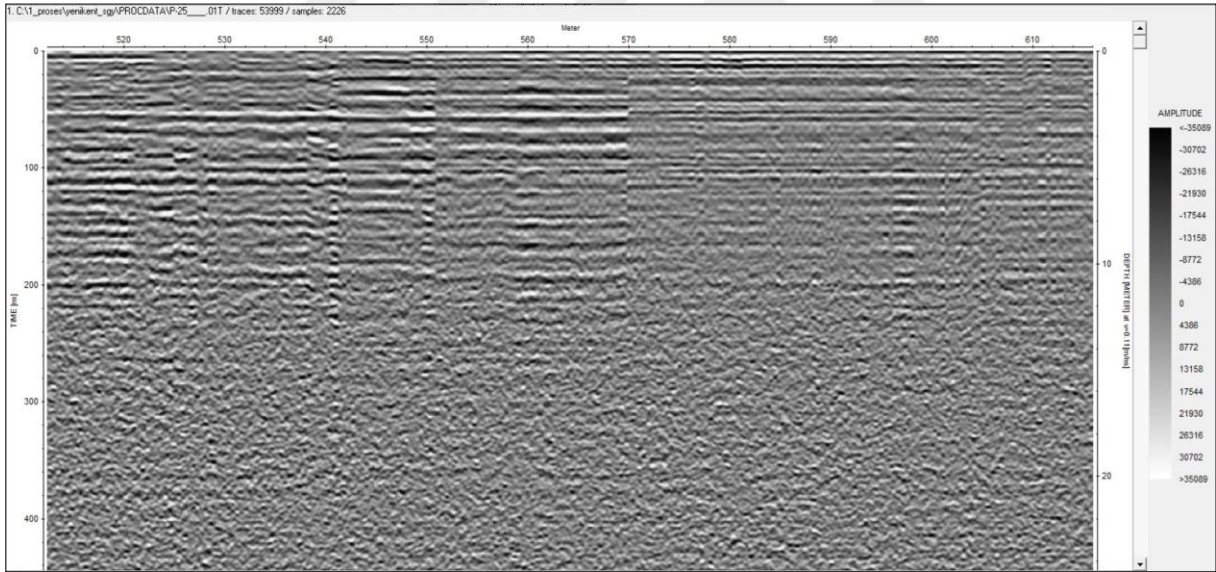
**P-25.1 alt profilinde** 8100-8200 m arasında radargramın 8170. m'sinde yüzeyden yaklaşık olarak 6 m derinlikten, 17 m derinliğe kadar 80 m genişlikte anomali vardır (Şekil 54).

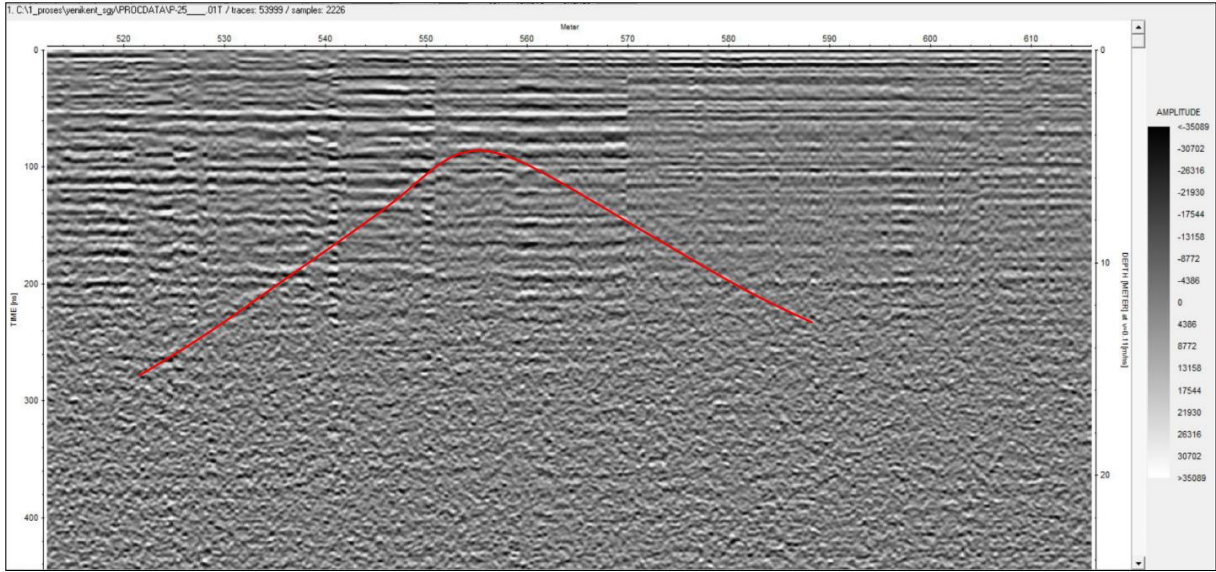




**Şekil 54. Yenikent bölgesi ana güzergahında sol (dönüş) güzergah P-25.1 profilinin Km: 8+100-8+200 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

**P-25.5 alt profilinde** 8500-8600 m arasında radargramın 8556. m'sinde yüzeyden yaklaşık olarak 4.5 m derinlikten 14 m derinliğe kadar, 76 m genişlikte anomali vardır (Şekil 55).





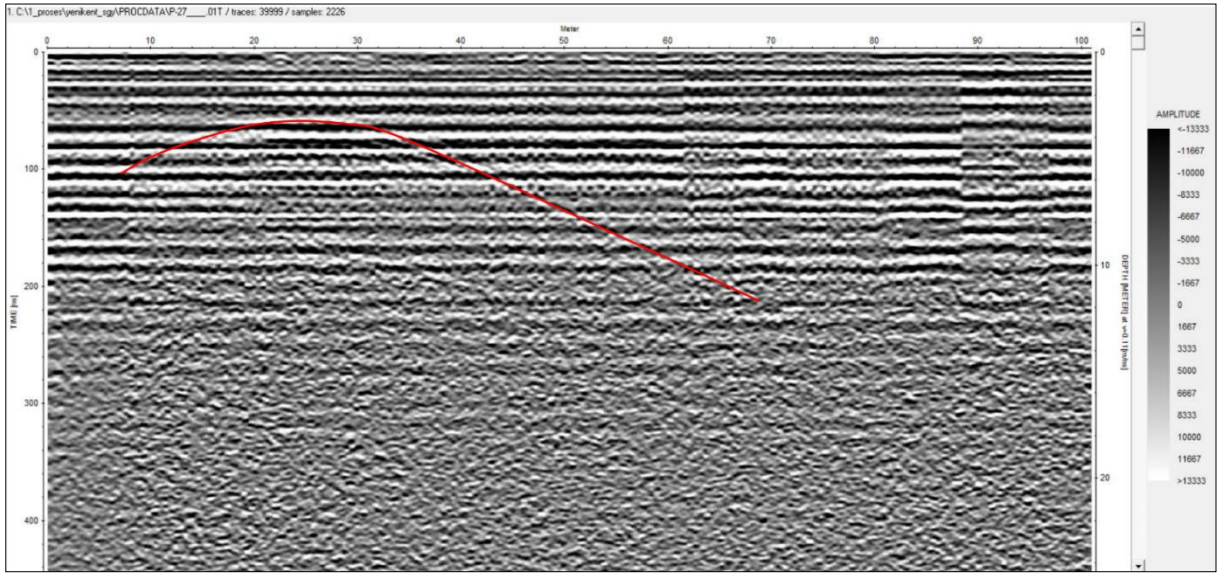
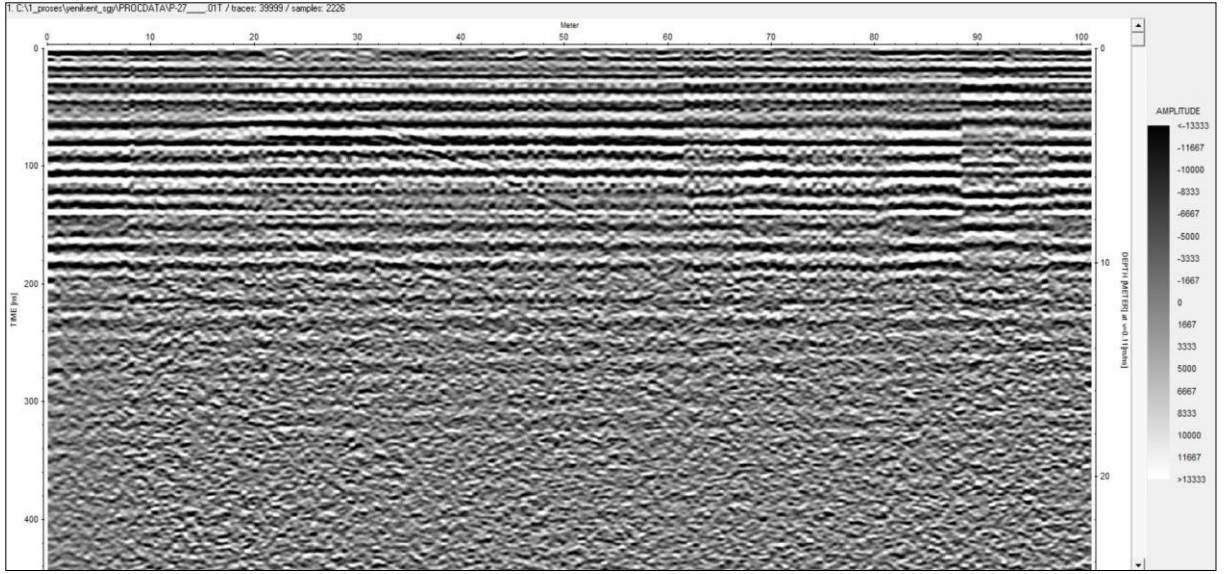
**Şekil 55. Yenikent bölgesi ana güzergahında sol (dönüş) güzergah P-25.5 profilinin Km: 8+500-8+600 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

P-25 profili P-9 profilinin sol profil karşılığı olup Konya – Aksaray karayolunu dikey olarak kesmektedir. Profil üzerinde yüzeyleyen birimler Tuzgölü formasyonunun Yeşilova üyesine aittir. Yeşilova üyesi alt seviyelerde genellikle çakıl, kum ve silt gibi kırıntılı malzemelerle üst kesimlerinde ise sıkı tutturulmuş karbonatlı killere temsil edilmektedir. Aksaray – Konya karayolu üzerindeki ağır taşıtların oluşturduğu yoğun trafik nedeniyle kohezyonsuz malzemeler altta bulunan boşluk ve kırıklara hareket etmiştir. Ancak birimin üst kesimlerindeki karbonatlı killere kemer oluşturduğundan yüzeyde çökme izine rastlanmamıştır.

#### **4.4.1.2.2.4. Ana güzergah sol güzergâh P-27 anomalileri**

P-27 profili güzergahın başlangıcından itibaren 10. km ile 11. km arasındaki profil kayıtlarını içermekte olup bu profilde P-27 (km 10+000-km 10+100) ve P-27.7 (km 10+700-km 10+800) alt profillerinde anomaliler belirlenmiş ve kırmızı çizgilerle gösterilmiştir (Şekil 56 ve 57).

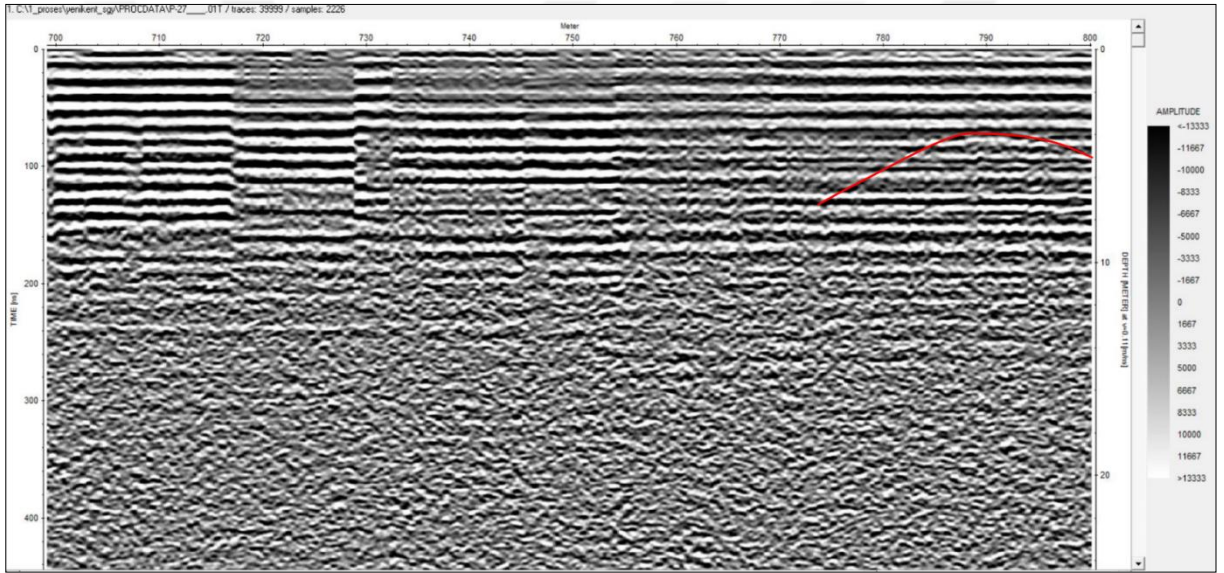
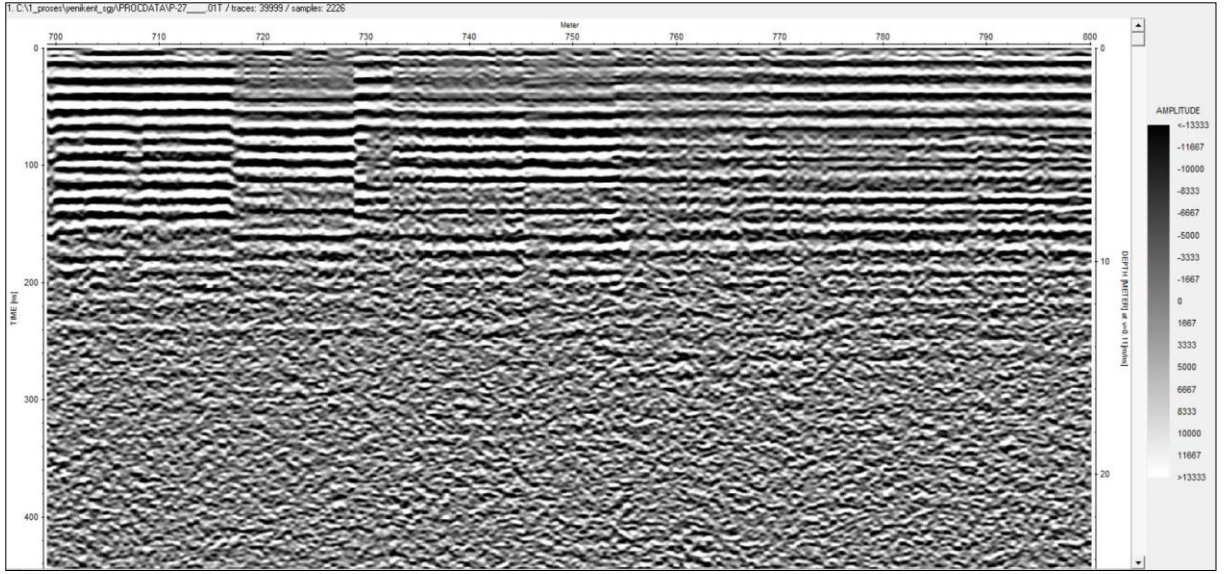
**P-27 alt profilinde** 10000-10100 m arasında radargramın 10024. m'sinde yüzeyden yaklaşık olarak 3 m derinlikten 12 m derinliğe kadar 61 m genişlikte anomali vardır (Şekil 56).



**Şekil 56.** Yenikent bölgesi ana güzergahında sol (dönüş) güzergah P-27 profilinin Km:10+00-10+100 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

**P-27.7 alt profilinde** 10700-10800 m arasında radargramın 10788. m'sinde yüzeyden yaklaşık olarak 5 m derinlikten 8 m derinliğe kadar 16 m genişlikte anomali vardır (Şekil 57).





**Şekil 57.** Yenikent bölgesi ana güzergahında sol (dönüş) güzergah P-27.7 profilinin Km:10+00-10+100 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

P-27 profili sağ güzergahtaki P-11 profilinin karşısında bulunmakta olup profil Tuzgölü formasyonuna ait Yeşilova üyesi içinde yer almaktadır. Altta bulunan boşluklar Yeşilova üyesine ait çakıl, kum ve siltlerden oluşan kohezyonsuz malzeme ile kısmen dolmuş ancak yüzeyde herhangi bir çökme yapısı oluşturmamıştır. Çökme yapılarının olmayışı Yeşilova üyesinin en üst kesimlerindeki sıkı tutturulmuş karbonatlı killerle, sağlam dayanımlı kumtaşı ve konglomeraların kemer şeklinde askıda kaldığını göstermektedir.

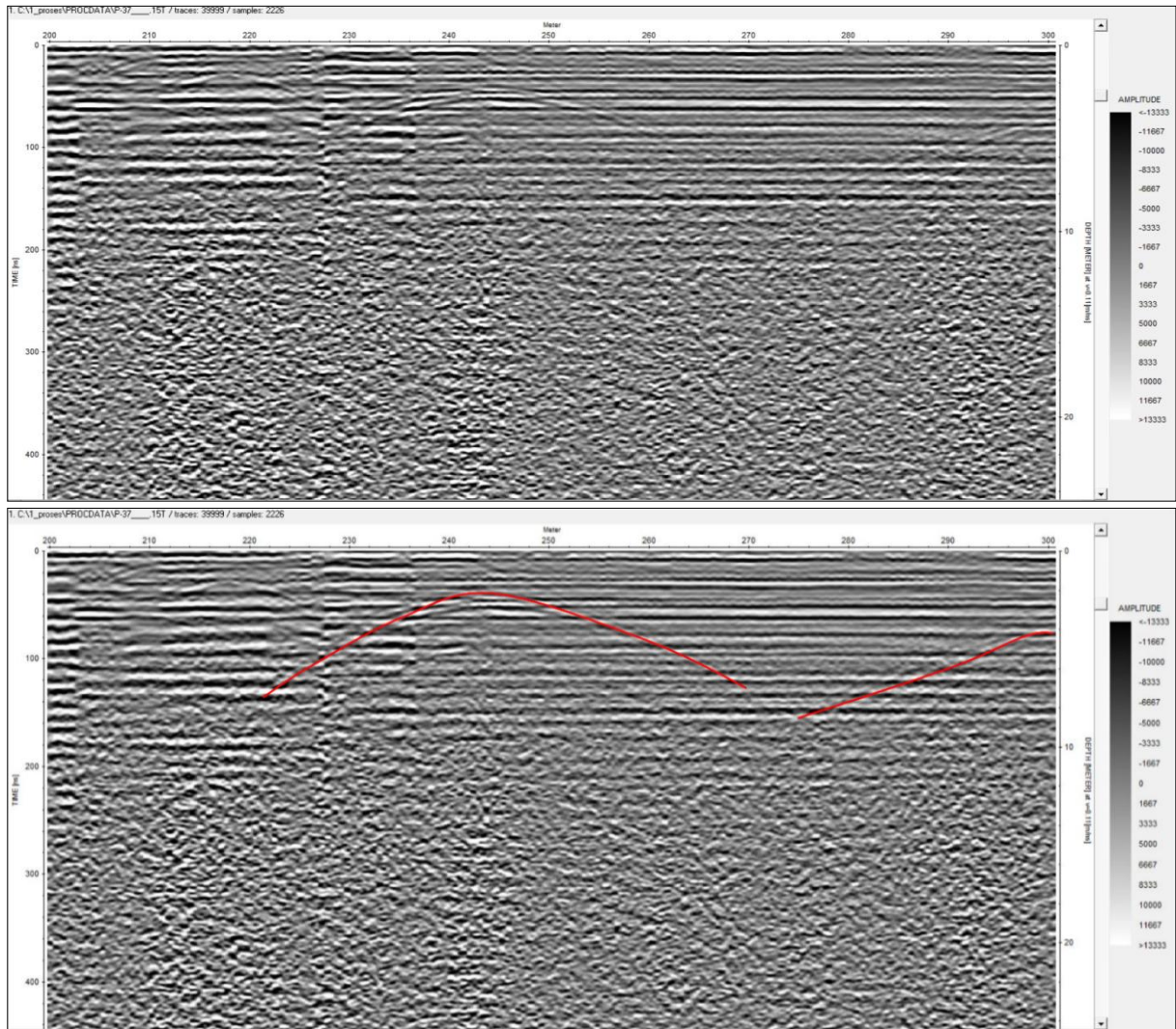
#### 4.4.1.2.3. Yenikent bölgesi ara geçiş sağ güzergah anomalileri

Yenikent bölgesi ara geçiş güzergâhının sağ güzergahtında (gidiş güzergahtı) 1. ve 2.km'ler arasındaki P-37 ile 2. ve 3. km'leri arasındaki P-38 profili içinde anomaliler belirlenmiştir (Şekil 58-66).

#### 4.4.1.2.2.5. Ara geçiş sağ güzergah P-37 anomalileri

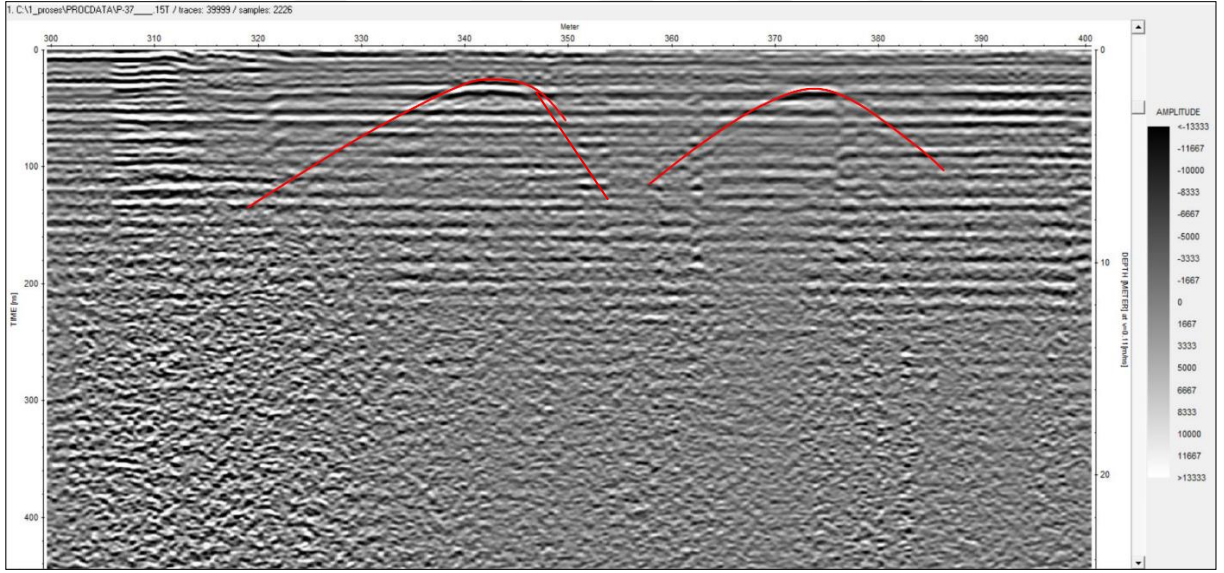
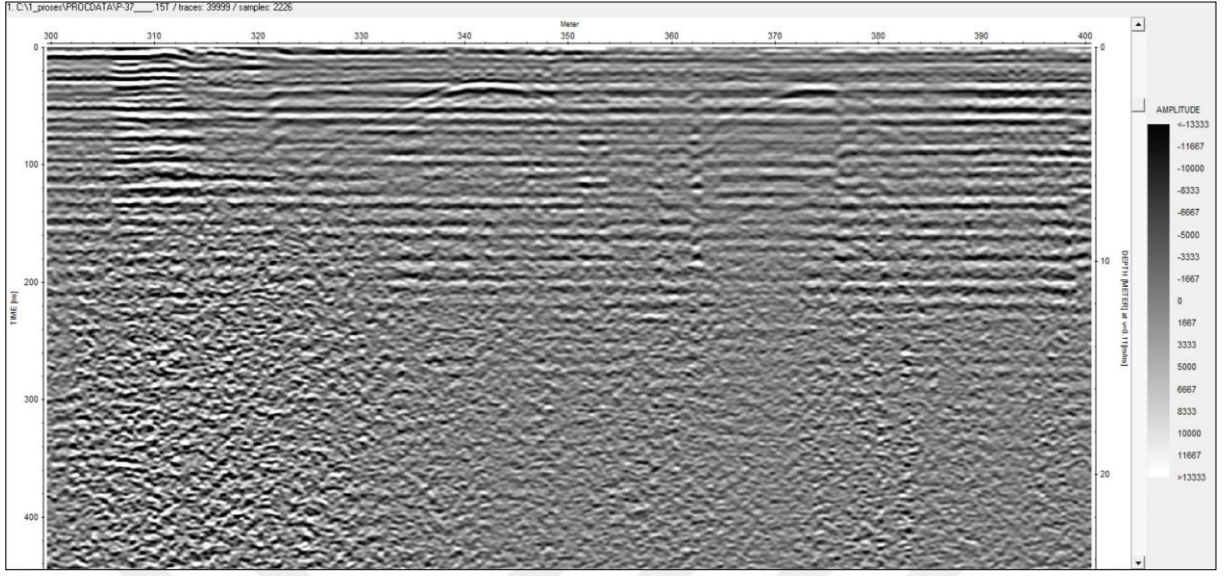
P-37 profili güzergahtın başlangıcından itibaren 1. km ile 2. km arasındaki profil kayıtlarını içermekte olup bu profilde P-37.2 (km 1+200-km 1+300) ve P-37.3 (km 1+300- km 1+400), P-37.5 (km 1+500- km 1+600), P-37.6 (km 1+600- km 1+700) ve P-37.7 (km 1+700- km 1+800) alt profillerinde anomaliler belirlenmiş ve kırmızı çizgilerle gösterilmiştir (Şekil 58 ve 59).

**Ara geçiş sağ güzergahtaki P-37.2 alt profilinde** 1200-1300 m arasında kesitin 1242. m'sinde yaklaşık yüzeyden 2-6 m derinlikte 50 m uzunluğunda ve aynı profilin devamında 1300. m'sinde yüzeyden 5-8 m derinlikte 30 m uzunluğunda anomali vardır (Şekil 58).



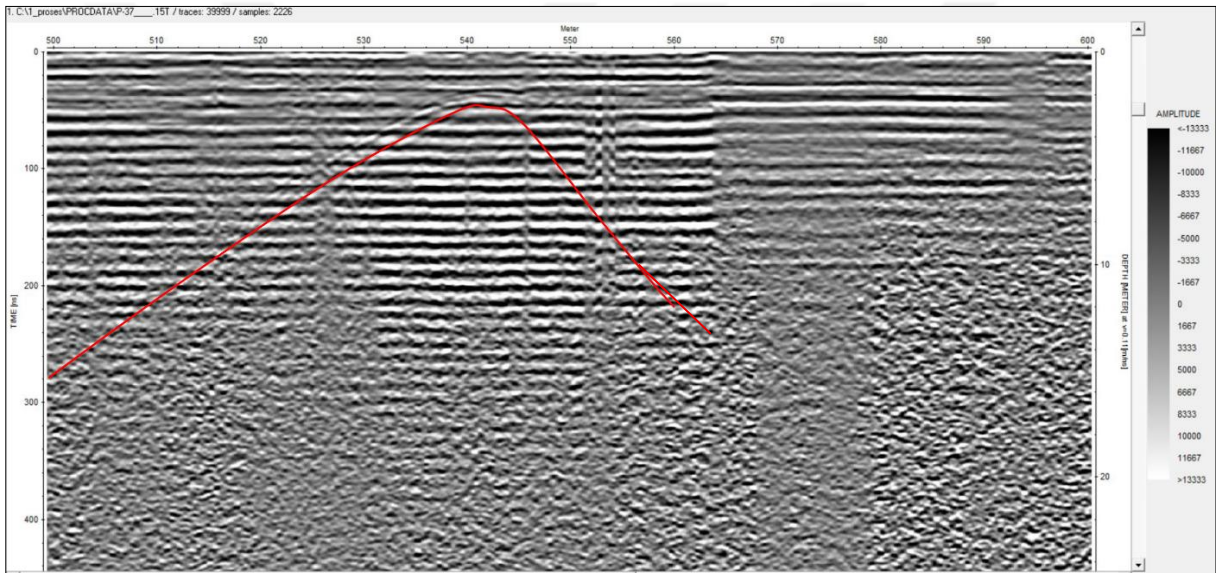
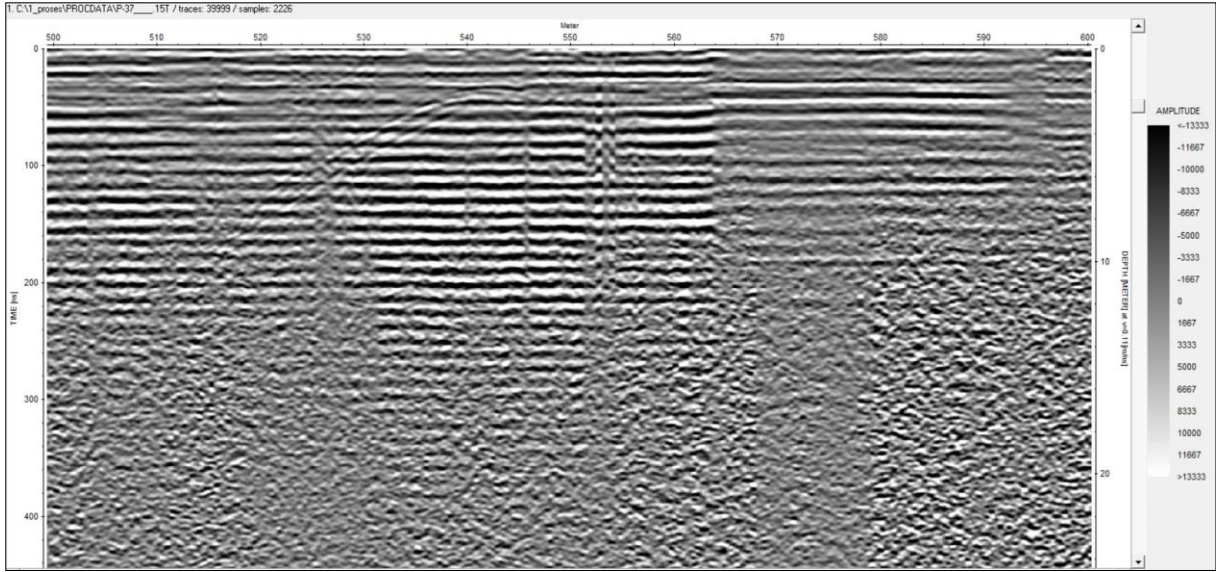
**Şekil 58.** Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-37.2 profilinin Km:1+200-1+300 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

**Ara geçiş sağ güzergahtaki P-37.3 alt profilinde** 1300-1400 m arasında kesitin 1342. m'sinde yüzeyden yaklaşık olarak 1.5-2 metre derinlikten yaklaşık 6-8 metre derinliğe kadar 29 m uzunluğunda ve aynı profilin devamında 1374. m'sinde yüzeyden 2 metre derinlikten yaklaşık 7 metre derinliğe kadar 40 m uzunluğunda anomali vardır (Şekil 130).



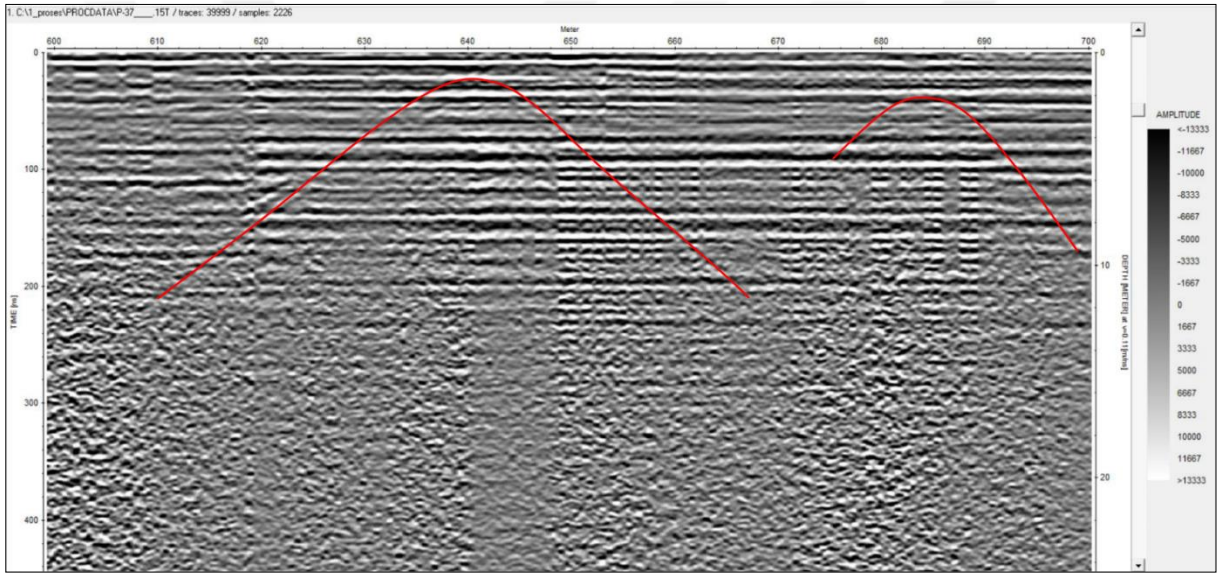
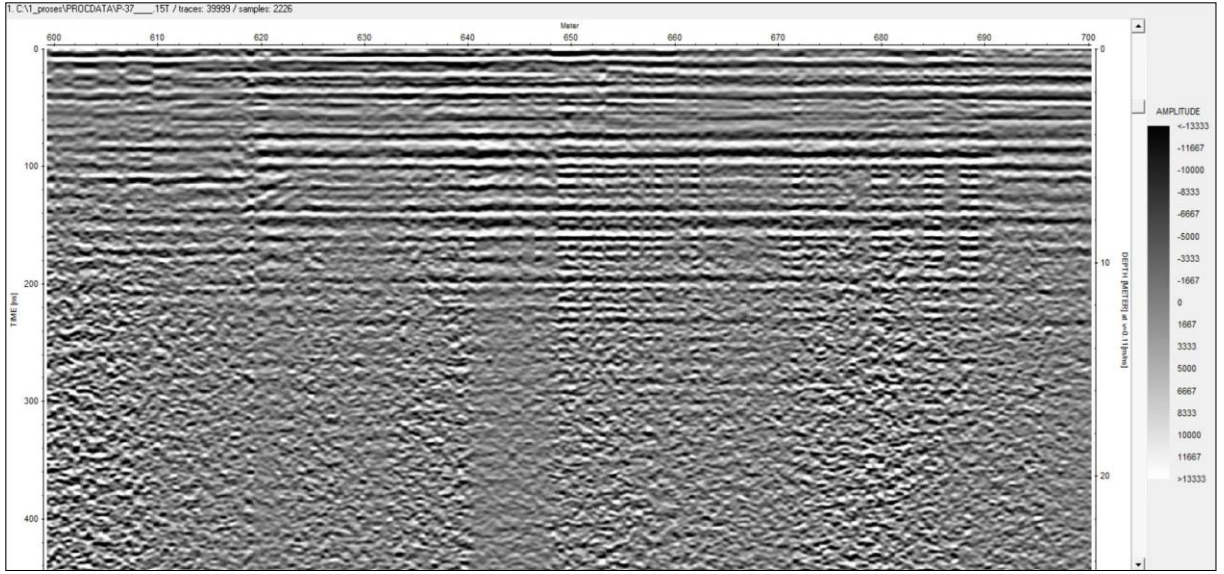
**Şekil 59. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-37.3 profilinin Km:1+300-1+400 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

**Ara geçiş sağ güzergahtaki P-37.5 alt profilinde 1500-1600 m arasında radargram kesitinin 1542. m'sinde yüzeyden yaklaşık 2 metre derinlikten yaklaşık 16 metre derinliğe kadar 66 m uzunluğunda anomali vardır (Şekil 60). Kesitteki yüksekliği 14 m'ye ulaşan bu anomali bölgesinin ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir.**



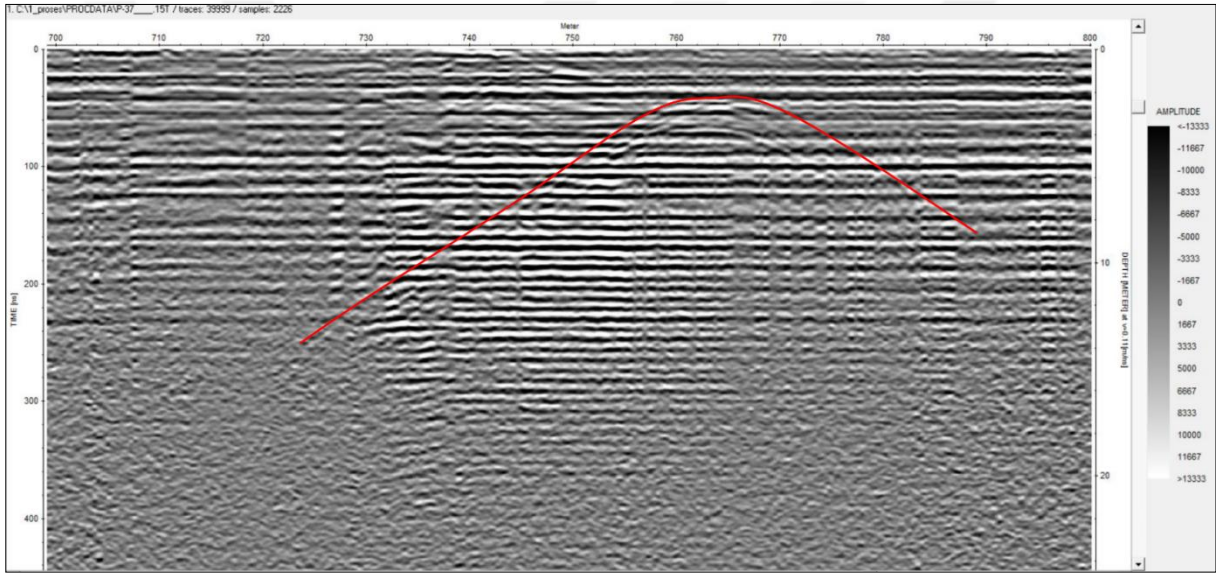
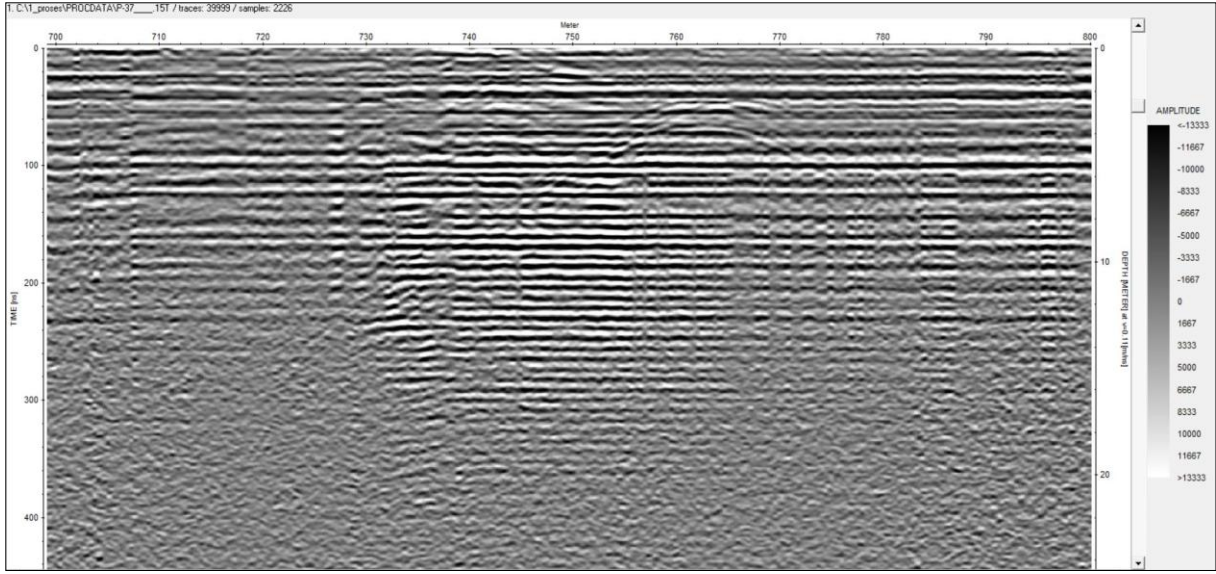
**Şekil 60.** Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-37.5 profilinin Km:1+500-1+600 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

Ara geçiş sağ güzergahtaki P-37.6 alt profilinde 1600-1700 m arasında radargram kesitinin 1640. m'sinde yüzeyden yaklaşık 2 metre derinlikten yaklaşık 13 metre derinliğe kadar 56 m uzunluğunda anomali vardır (Şekil 132). Ayrıca aynı alt profilde 1674. m'de yüzeyden itibaren 2.5 m derinlikten 9 m derinliğe kadar yaklaşık 26 m uzunluğunda bir anomali daha tespit edilmiştir (Şekil 61).



**Şekil 61.** Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-37.5 profilinin Km:1+500-1+600 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

Ara geçiş sağ güzergahtaki P-37.7 alt profilinde 1700-1800 m arasında radargram kesitinin 1762. m'sinde yüzeyden yaklaşık 3 metre derinlikten yaklaşık 14 metre derinliğe kadar 66 m uzunluğunda anomali vardır (Şekil 62).



**Şekil 62.** Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-37.7 profilinin Km:1+700-1+800 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

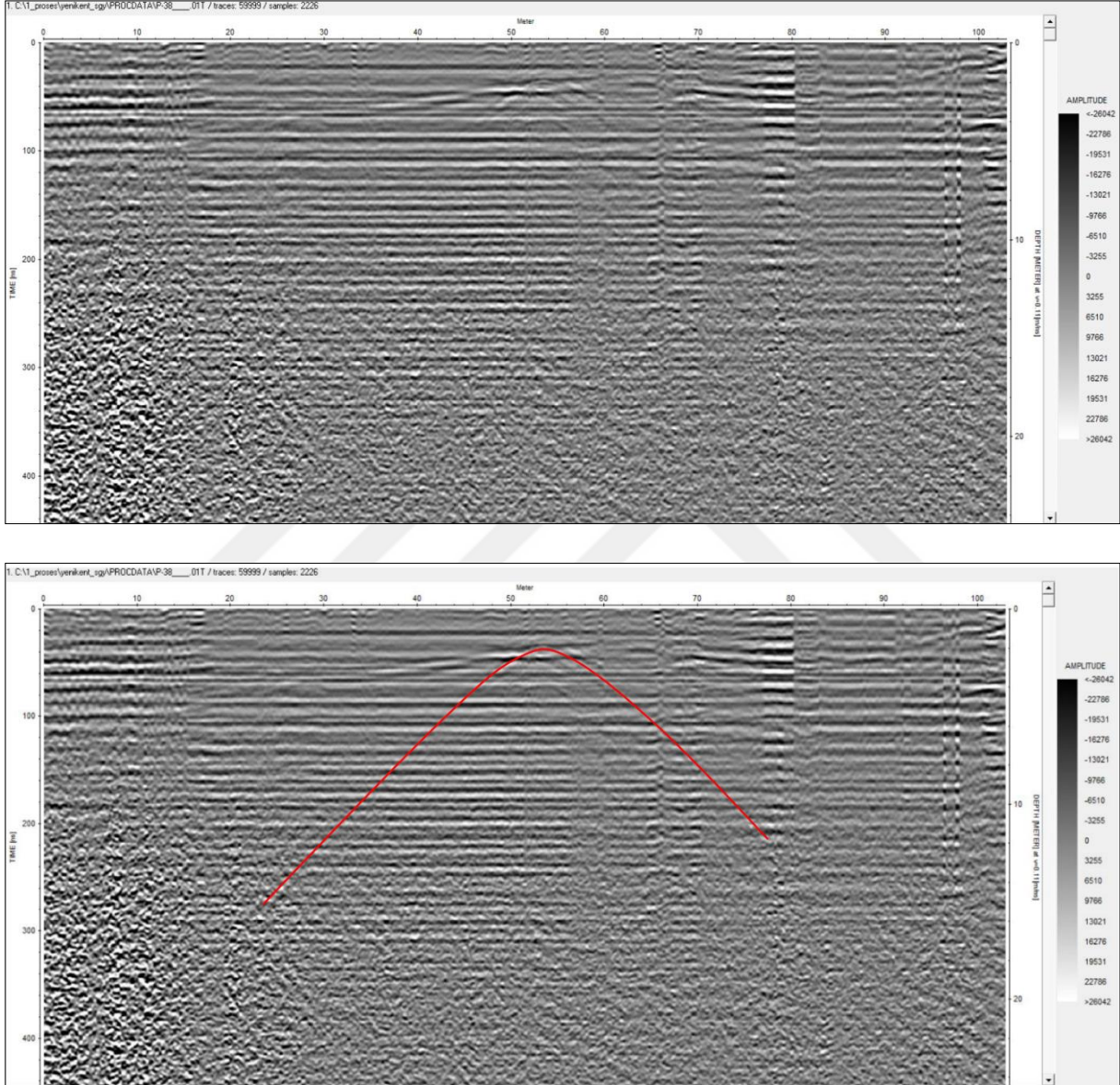
P-37 profili Akhan Yaylası civarında Tuzgölü formasyonuna ait Yeşilova ve Alibekeçalı üyeleri içinde yer almaktadır. Alibekeçalı üyesi genellikle karbonat matrisli kum, kil, silt ve karbonatlarla; Yeşilova üyesi ise kil içeriği karbonatlı killerin altında kohezyonsuz gevşek tutturulmuş çakıl, kum ve silt boyutlu malzemelerle az oranda killere temsil edilmektedir. Bu bölge tarihi dönemlerden kalan bir de eski yerleşime ait höyük bulunmakta olup anomalilerin oluşmasında höyük çevresinde antropolojik faktörlerin katkısı vardır.

#### 4.4.1.2.2.6. Ara geçiş sağ güzergah P-38 anomalileri

P-38 profili ara geçiş sağ güzergahta 2. km ile 3. km arasındaki profil kayıtlarını içermekte olup bu profilde P-38 (km 2+00-km 2+100) ve P-38.1 (km 2+100- km 2+200), P-

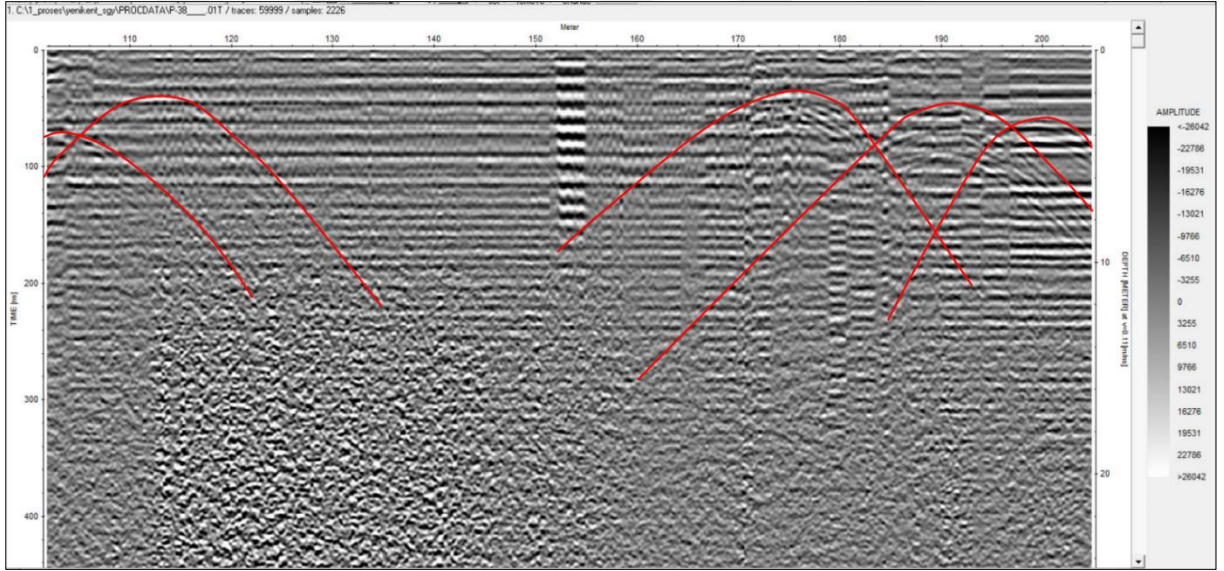
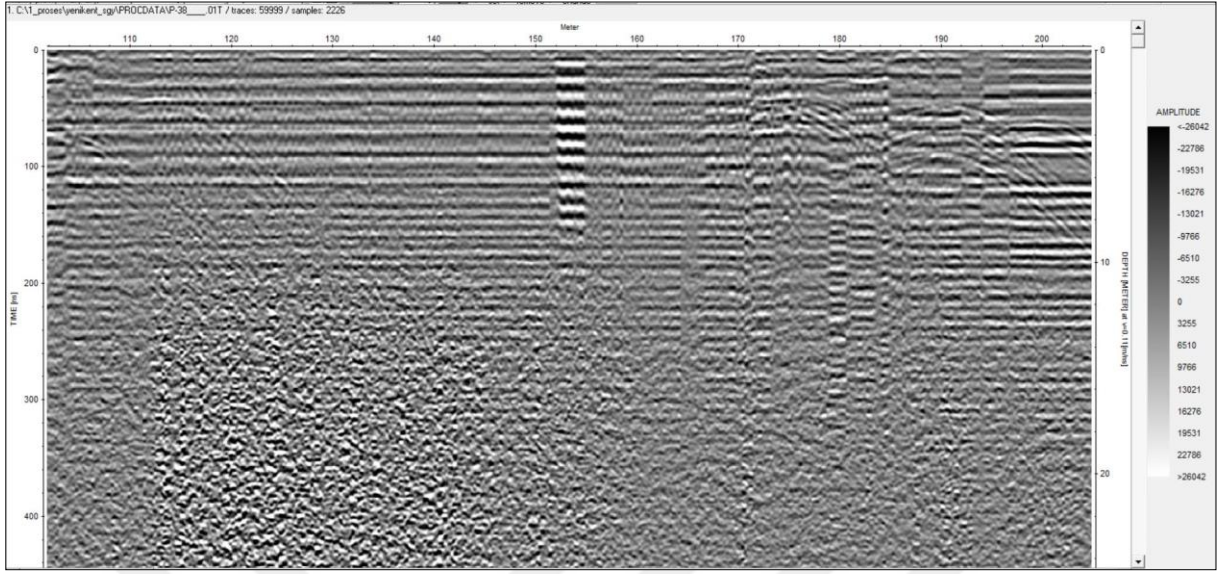
38.3 (km 2+300- km 2+400) ve P-38.9 (km 2+900- km 3+020) alt profillerinde anomaliler belirlenmiştir (Şekil 134-137).

**Ara geçiş sağ güzergahtaki P-38 alt profilinde** 2000-2100 m arasında kesitin 2054. m'sinde- yüzeyden itibaren yaklaşık 2 m derinlikten yaklaşık 12 m derinliğe kadar 56 m uzunluğunda anomali vardır (Şekil 63).



**Şekil 63.** Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-38 profilinin Km: 2+00-2+100 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

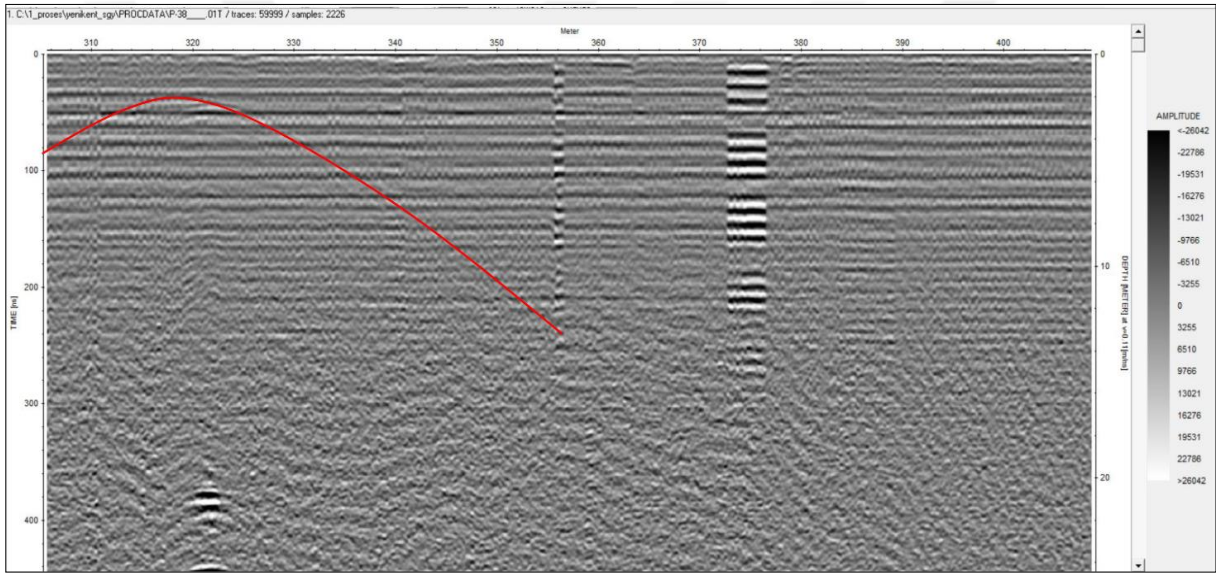
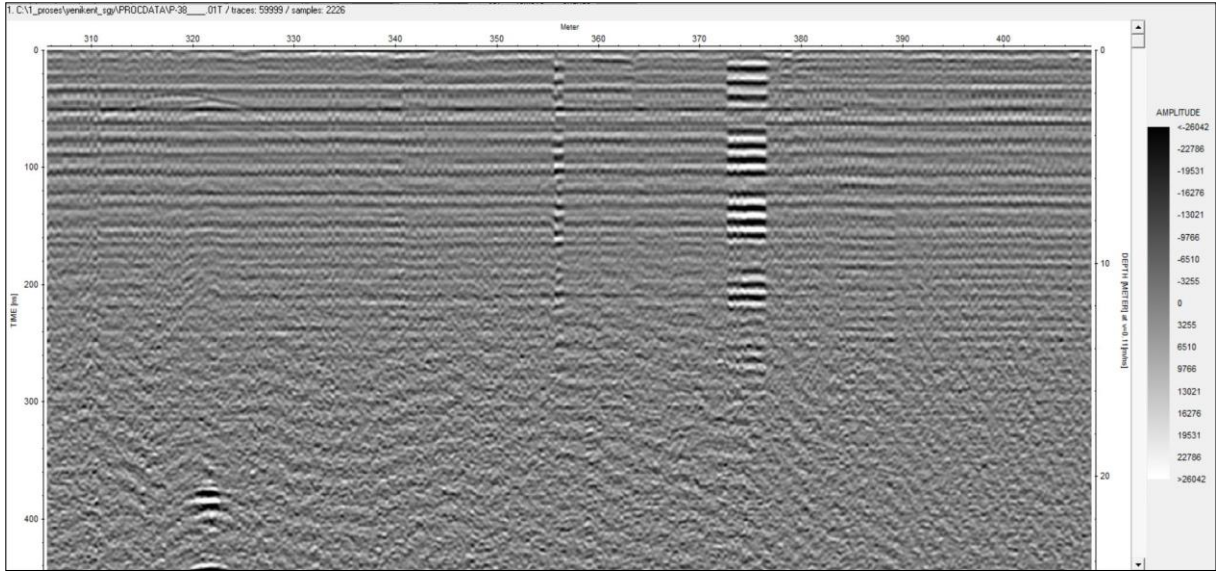
**Ara geçiş sağ güzergahtaki P-38.1 alt profilinde** 2100-2200 m arasında kesitin 2092. m'si, 2114. m'si, 2175. m'si 2191. m'si ve 2198. m'lerinde yüzeyden itibaren 3 metre derinlikten yaklaşık 12 metre derinliğe kadar uzanan bölgede sırasıyla 32 m, 18 m, 40 m, 45 m ve 11 metre genişlikte anomaliler belirlenmiştir (Şekil 64).



**Şekil 64.** Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-38.1 profilinin Km:2+100-2+200 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

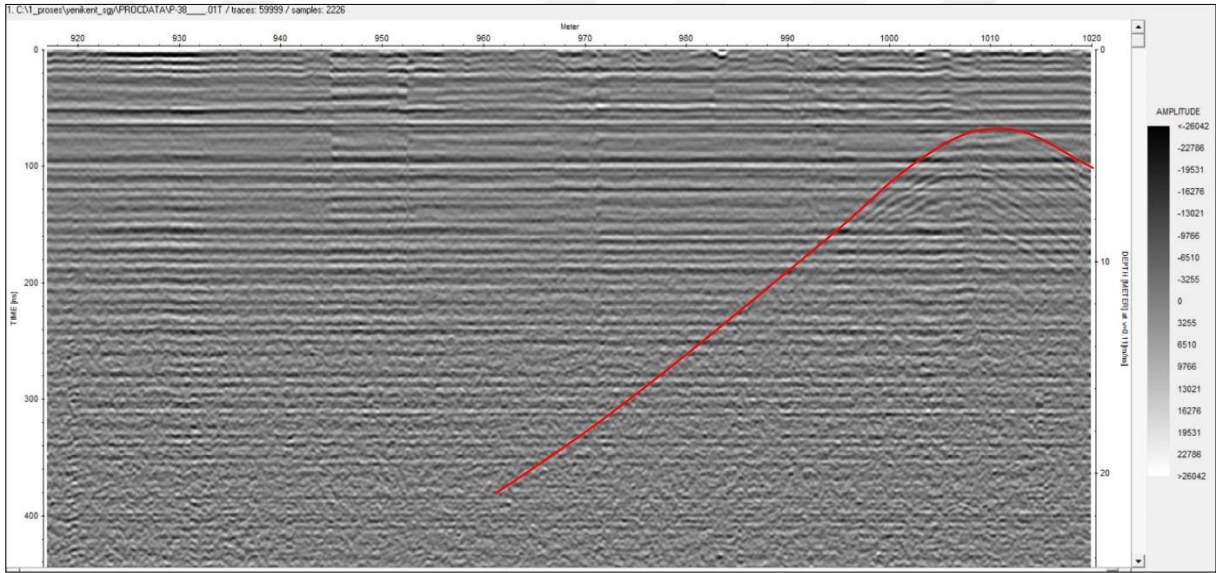
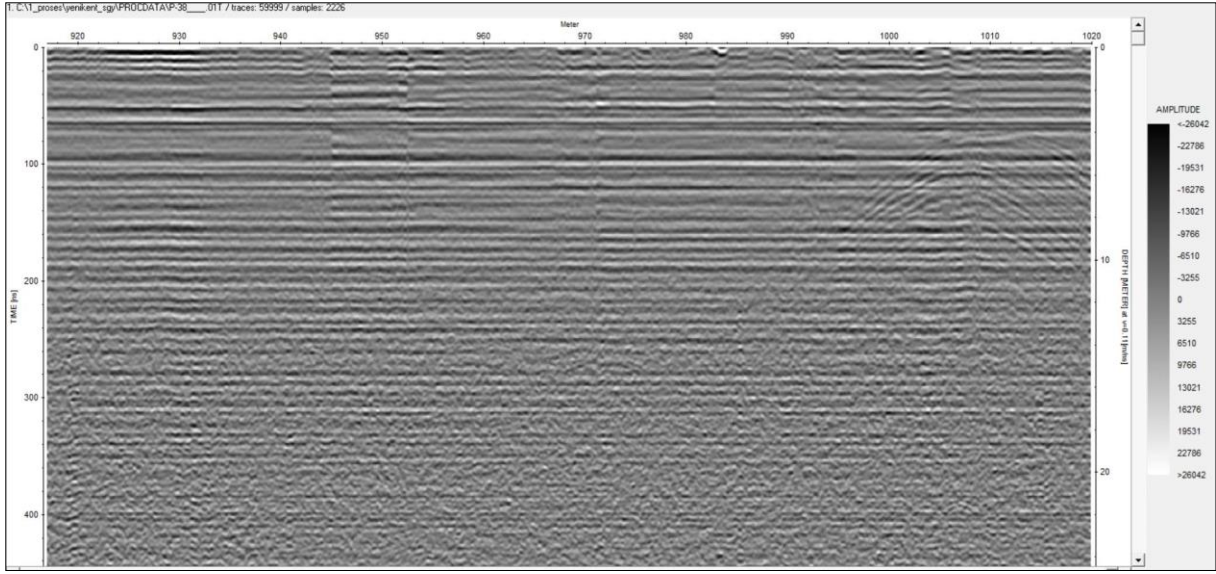
**Ara geçiş sağ güzergahtaki P-38.3 alt profilinde** 2300-2400 m arasında kesitin 2320 m'sinde, yüzeyden yaklaşık olarak 2 metre derinlikten yaklaşık 14 metre derinliğe kadar uzanan ve 52 metre genişlikte anomali belirlenmiştir (Şekil 65). Bu anomali P-38.2 alt profilindeki son anomalinin devamı niteliğinde olup anomali bölgesinin uzunluğu 64 m'ye ulaşmaktadır.





**Şekil 65.** Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sağ (gidiş) güzergah P-38.3 profilinin Km:2+300-2+400 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

Ara geçiş sağ güzergahtaki P-38.9 alt profilinde 2900 m. ile 3020 m. kesimleri arasında yer alan kesitin 3010 m'inde yüzeyden yaklaşık 4 metre derinlikten yaklaşık 16 metre derinliğe kadar uzanan ve 62 metre genişlikte anomali belirlenmiştir (Şekil 66).



**Şekil 66.** Yenikent bölgesi sağ (gidiş) güzergah P-38.9 profilinin Km:2+900-3+020 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

Ara geçiş sağ güzergah P-38 profili içinde gözlenen anomaliler tamamen Tuzgözü formasyonu içindeki Yeşilova üyesi içinde yer almaktadır. Yeşilova üyesinin alt seviyelerinde az tutturulmuş kohezyonsuz çakıl, kum ve siltler bulunmakta olup üst kesimleri kil ve karbonatlı killerden oluşmaktadır. Meydana gelen boşluklar yüzeydeki karbonatlı killerden dolayı çökmeye uğramamıştır.

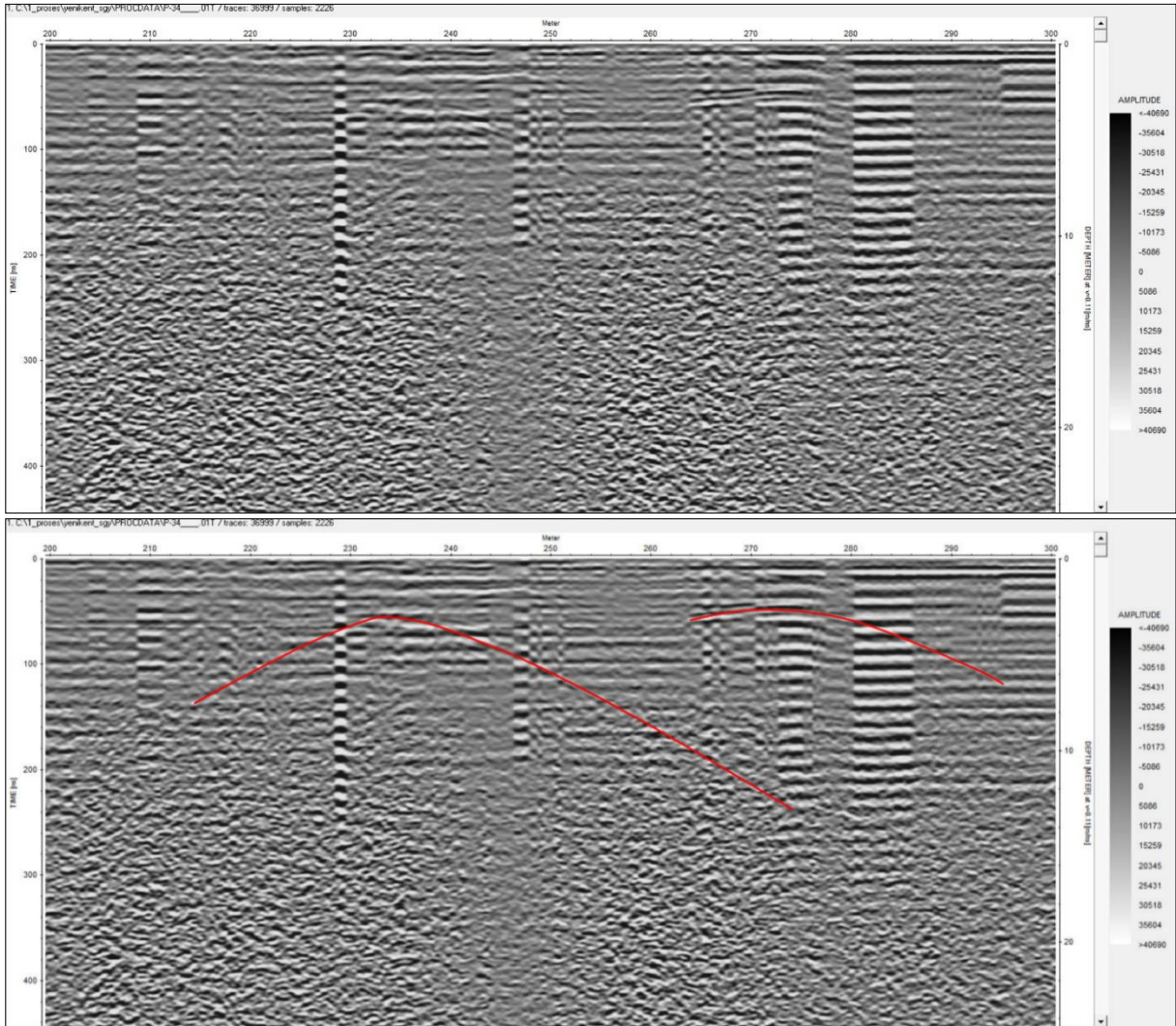
#### 4.4.1.2.4. Yenikent bölgesi ara geçiş sol güzergah anomalileri

Yenikent bölgesi ara geçiş güzergâhının sol güzergahtında (dönüş profilleri) 1. km'leri 2.km'leri arasındaki P-34 ve profilin 2. km'leri 3.km'leri arasındaki P-35 profillerinde anomaliler vardır.

#### 4.4.1.2.2.7. Ara geçiş sol (dönüş) güzergâh P-34 anomalileri

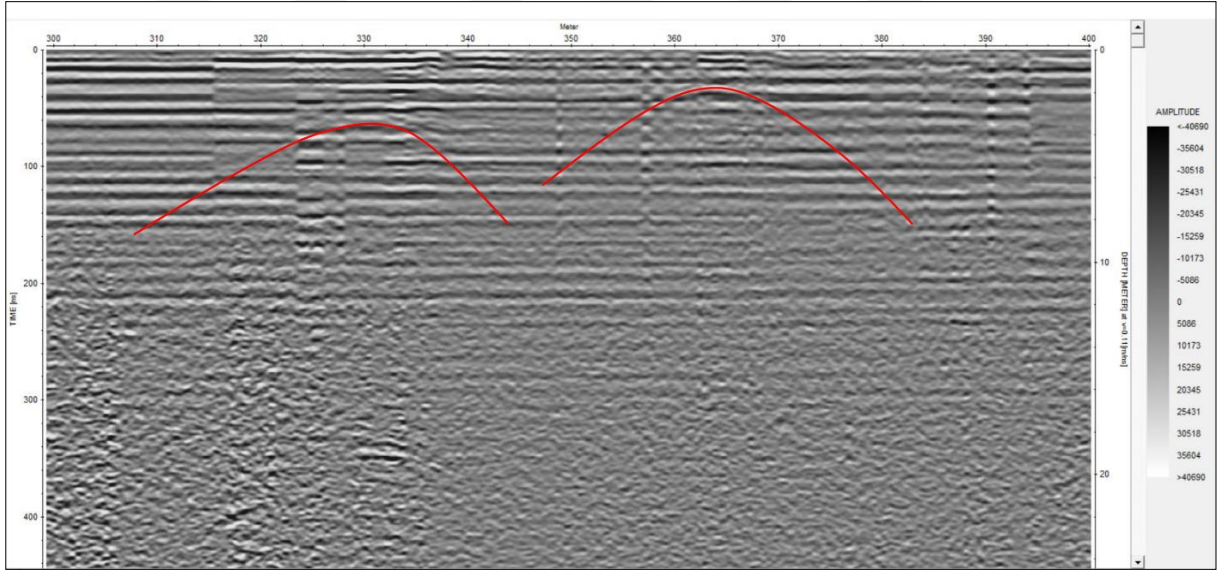
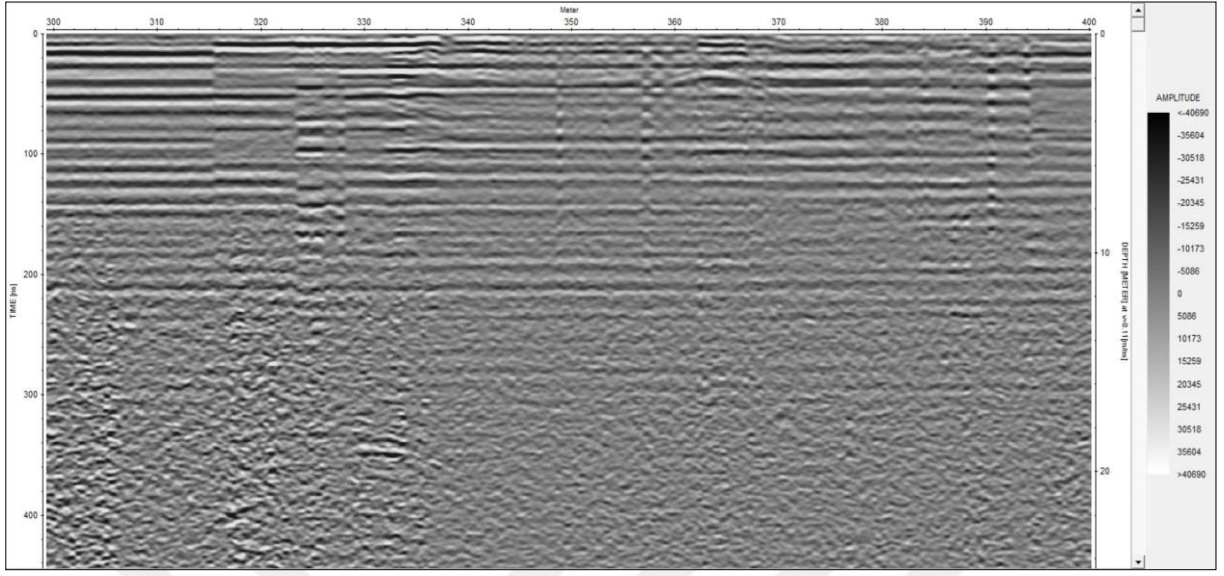
P-34 profili güzergahtın başlangıcından itibaren 1. km ile 2. km arasındaki profil kayıtlarını içermekte olup bu profilde P-34.2 (km 1+200-km 1+300), P-34.3 (km 1+300-km 1+400), P-34.5 (km 1+500-km 1+600), P-34.6 (km 1+600-km 1+700) ve P-34.8 (km 1+800-km 1+900) alt profillerinde anomaliler belirlenmiş ve kırmızı çizgilerle gösterilmiştir (Şekil 67 ve 68).

**Ara geçiş sol güzergahtaki P-34.2 alt profilinde** 1200-1300 m arasında kesitin 1232 ve 1274. m'lerinde yüzeyden yaklaşık olarak 2-4 metre derinlikten yaklaşık 6-13 metre derinliğe kadar uzanan ve 61 ve 32 metre genişlikte anomaliler belirlenmiştir (Şekil 67).



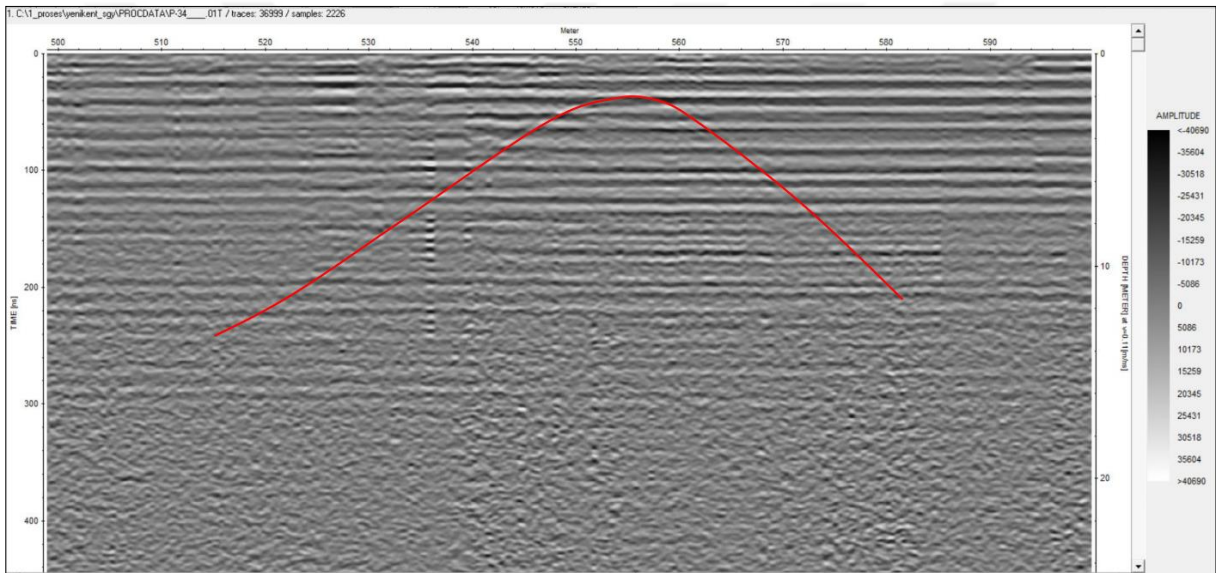
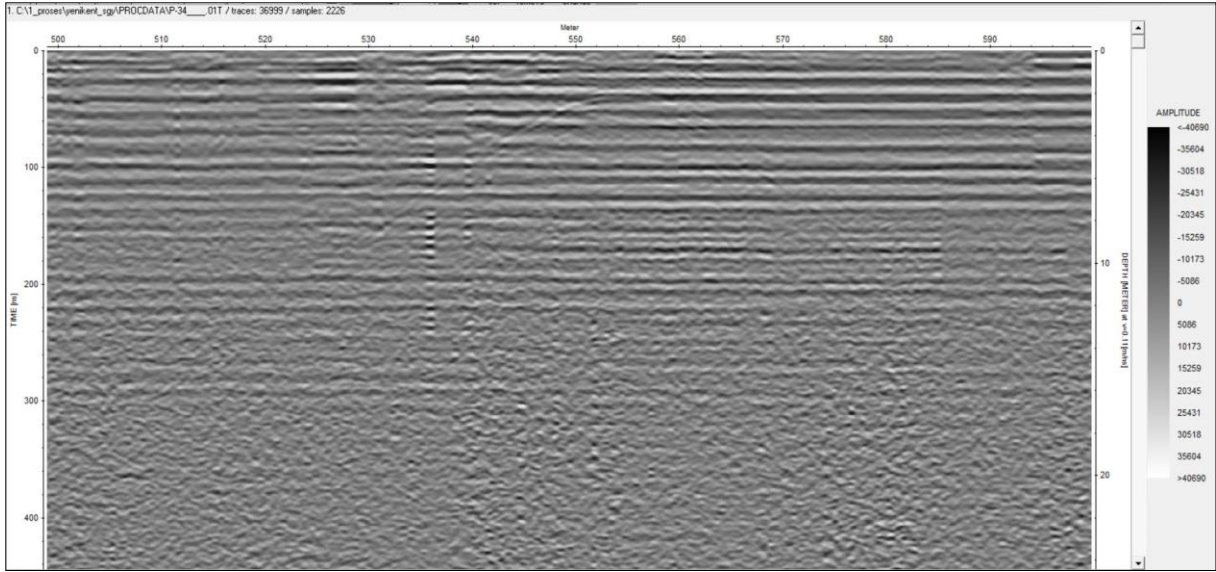
**Şekil 67. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-34.2 profilinin Km:1+200-1+300 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

**Ara geçiş sol güzergahtaki P-34.3 alt profilinde** 1300-1400 m arasında kesitin 1332 ve 1364. m'lerinde yüzeyden 2 metre derinlikten yaklaşık 8 metre derinliğe kadar uzanan 36 ve 38 metre genişlikte anomaliler belirlenmiştir (Şekil 68).



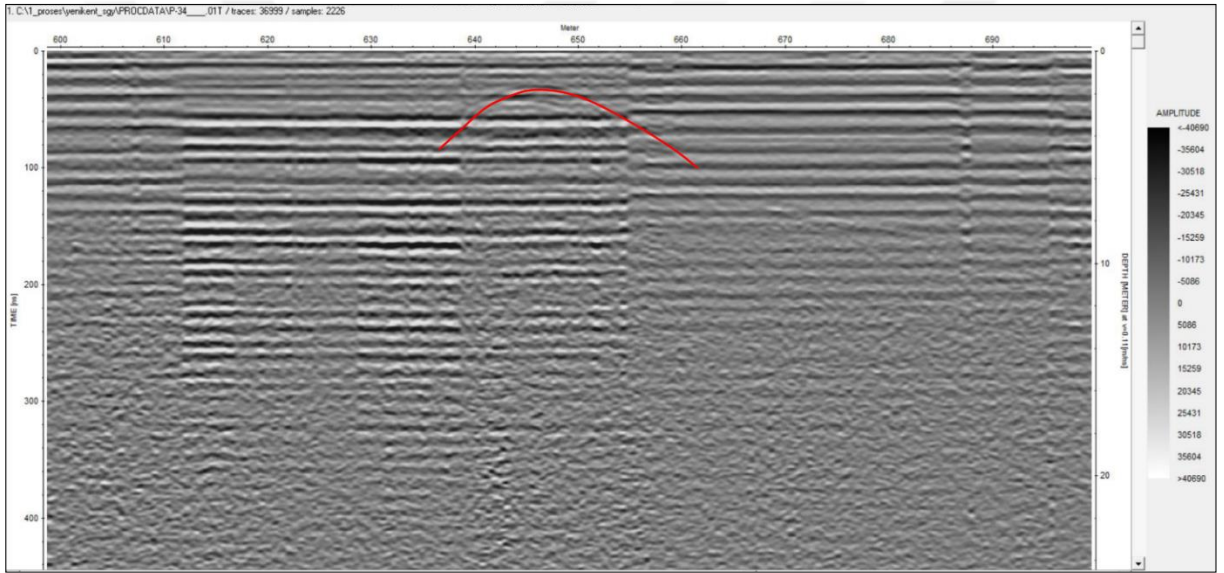
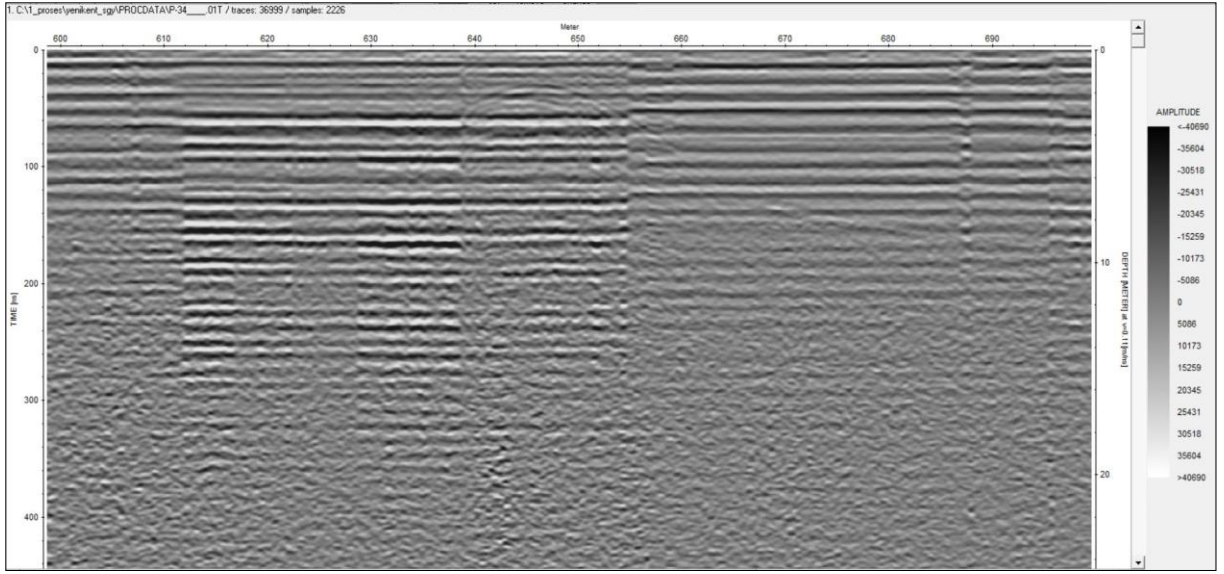
**Şekil 68.** Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-34.3 profilinin Km:1+300-1+400 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

Ara geçiş sol güzergahtaki P-34.5 alt profilinde 1500-1600 m arasında kesitin 1554. m'sinde yüzeyden 2 metre derinlikten yaklaşık 12 metre derinliğe kadar uzanan ve 70 metre genişlikte anomali belirlenmiştir (Şekil 69).



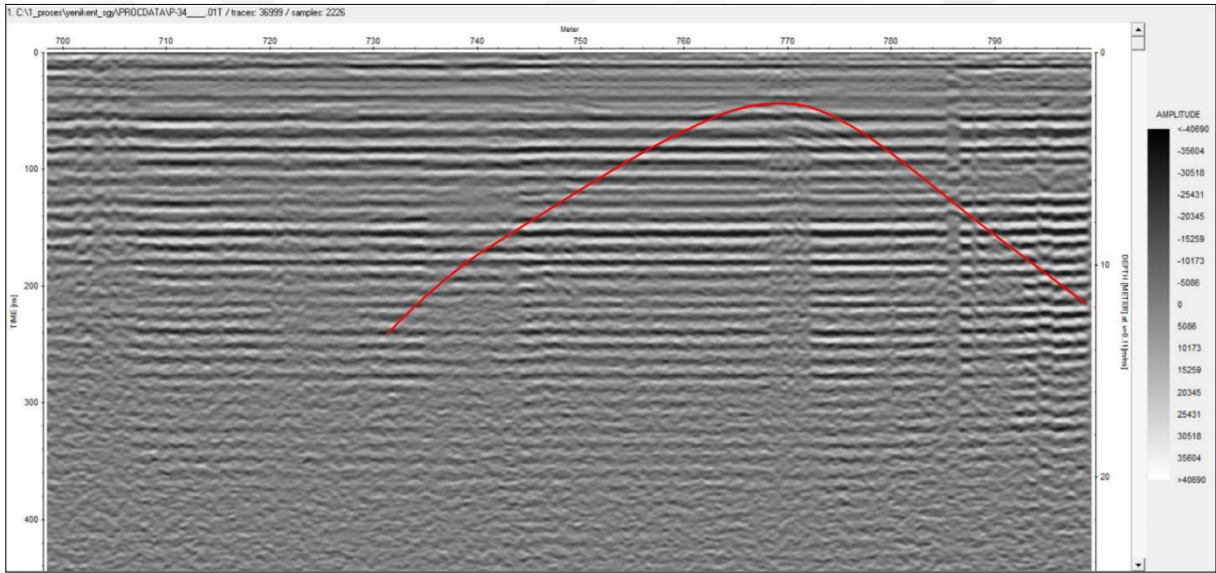
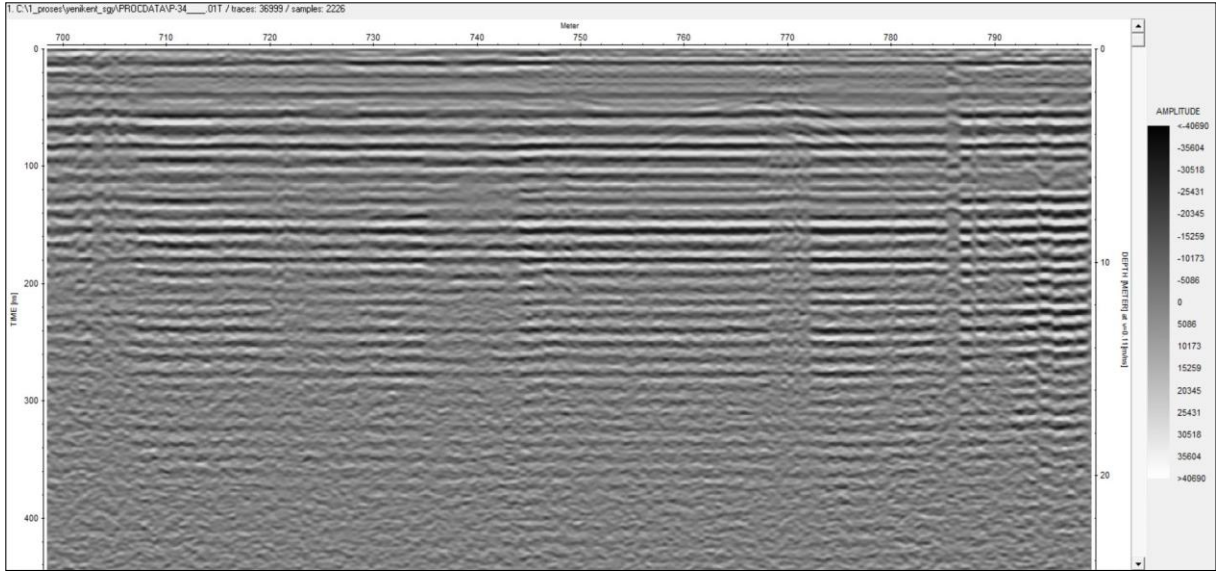
**Şekil 69. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-34.5 profilinin Km:1+500-1+600 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

**Ara geçiş sol güzergahtaki P-34.6 alt profilinde 1600-1700 m arasında kesitin 1646. m'inde yüzeyden yaklaşık 1.5 metre derinlikten yaklaşık 6 metre derinliğe kadar uzanan ve 30 metre genişlikte anomali belirlenmiştir (Şekil 70).**



**Şekil 70.** Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-34.6 profilinin Km:1+600-1+700 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

Ara geçiş sol güzergahtaki P-34.7 alt profilinde 1700-1800 m arasında kesitin 1770 m'sinde yüzeyden 2 metre derinlikten yaklaşık 14 metre derinliğe kadar uzanan ve 70 metre genişlikte anomali belirlenmiştir (Şekil 71).



**Şekil 71.** Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-34.7 profilinin Km:1+700-1+800 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

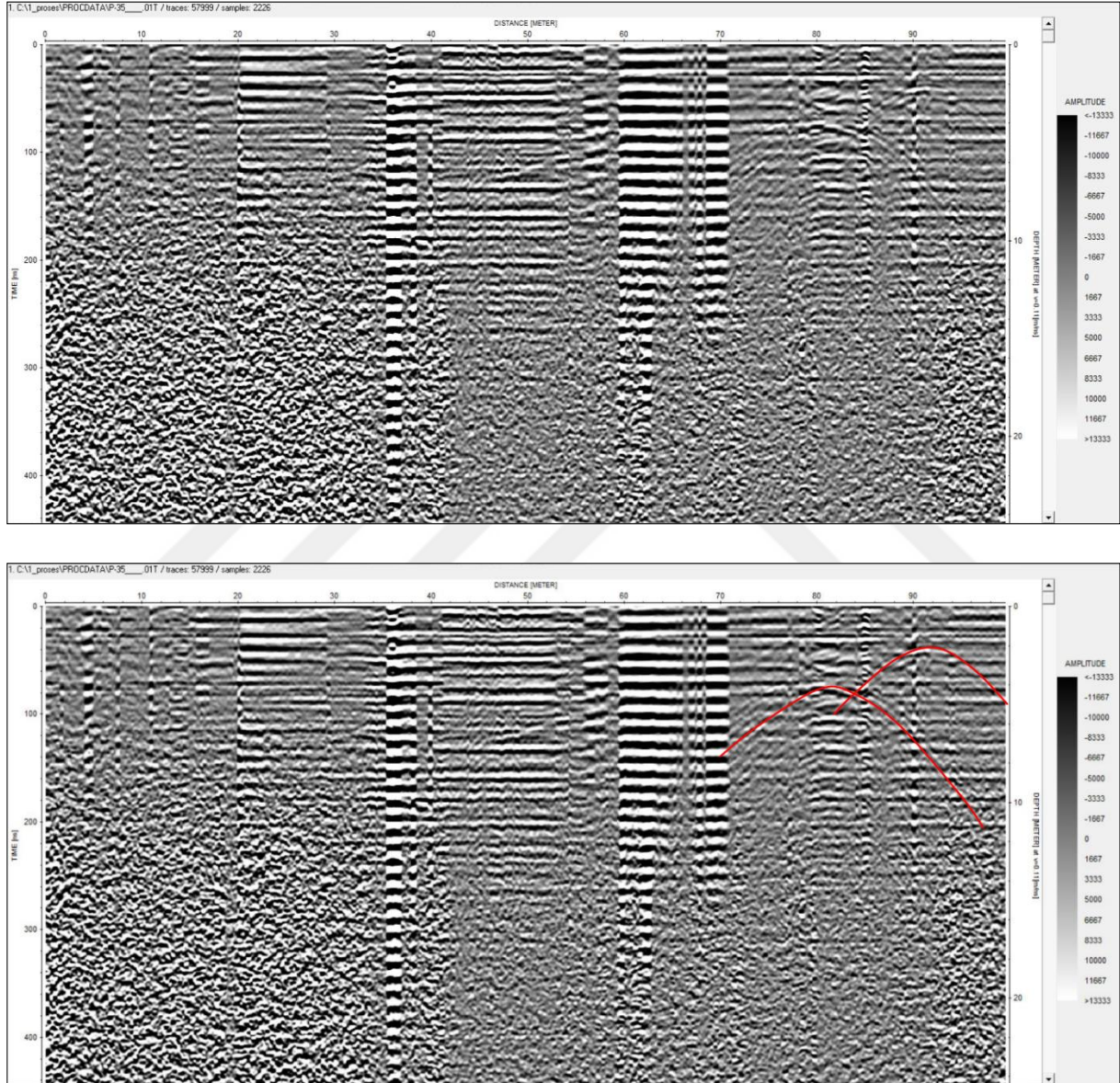
P-34 profili boyunca tesis edilen P-34 ile P-34.4 arasındaki alt profiller Tuzgözü formasyonuna ait Alibekeçalı üyesi içinde P-34.5 ile P-34.9 arasındaki alt profiller ise Yeşilova üyesi içindedir. Dolayısıyla P-34.2 ve P-34.3. alt profillerinde gözlenen anomaliler Alibekeçalı üyesi içinde, P-34.5, P-34.6 ve P-34.7 alt profillerindeki anomaliler ise Yeşilova üyesi içinde yer almaktadır. Buna göre Tuzgözü formasyonu içindeki anomaliler üstteki üyelerden bağımsız olarak gerçekleşmiştir.

#### 4.4.1.2.2.8. Ara geçiş sol (dönüş) güzergâh P-35 anomalileri

P-35 profili güzergahtın başlangıcından itibaren 2. km ile 3. km arasındaki profil kayıtlarını içermekte olup bu profilde P-35 (km 2+000-km 2+100), P-35.1 (km 2+100-km 2+200), P-35.2 (km 2+300-km 2+400), P-35.5 (km 2+500-km 2+600) ve P-35.9 (km 2+900-

km 3+000) alt profillerinde anomaliler belirlenmiş ve kırmızı çizgilerle gösterilmiştir (Şekil 72 ve 73).

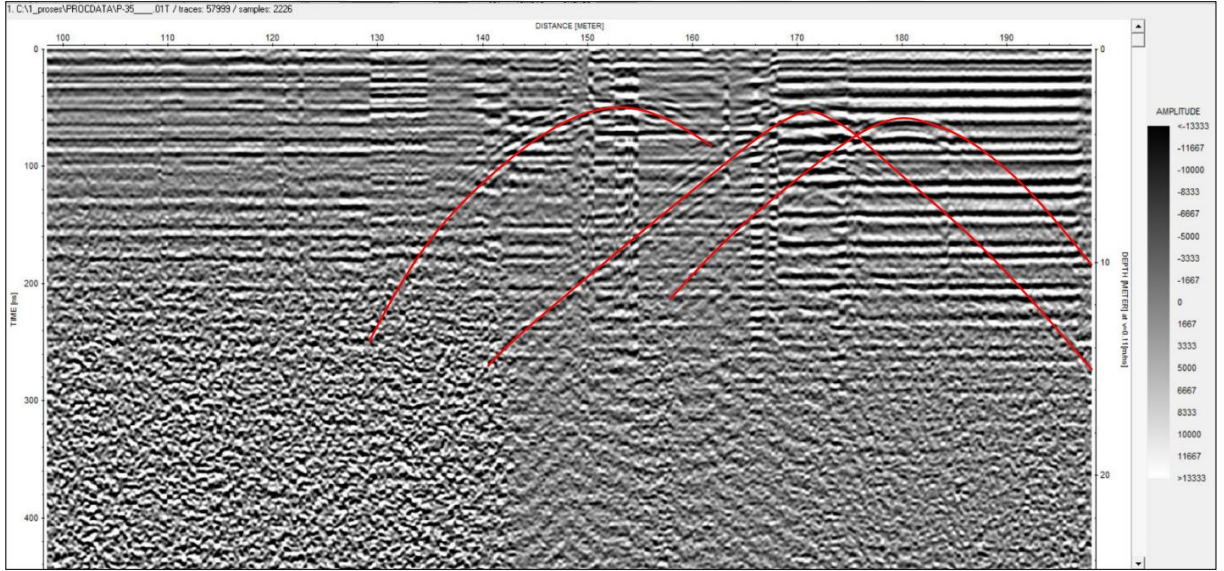
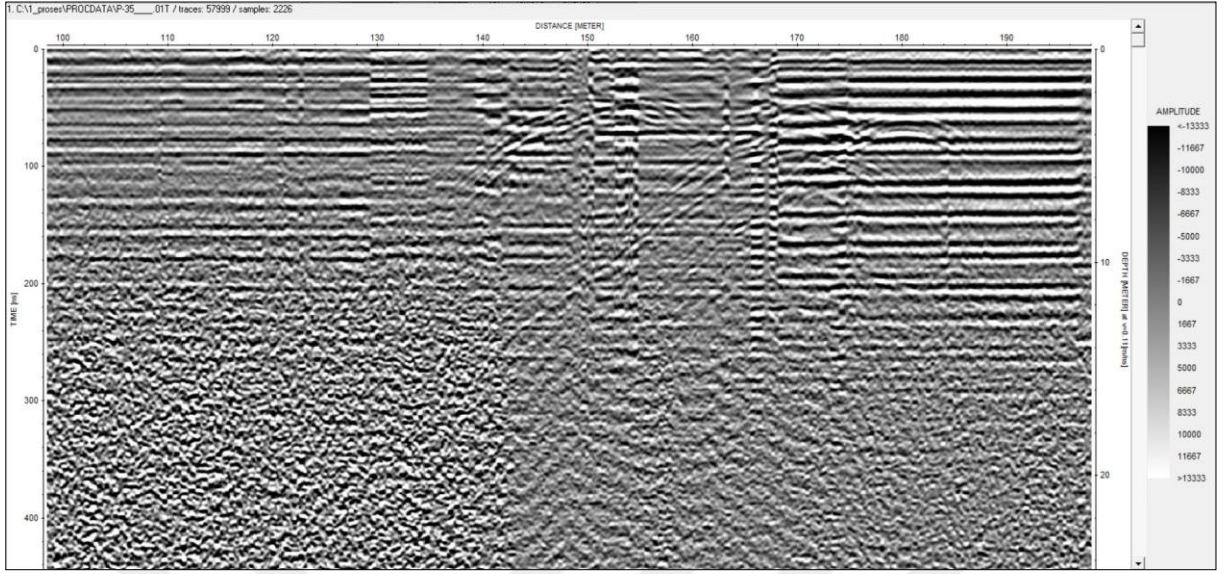
**Ara geçiş güzergahında sol güzergahtaki P-35 alt profilinde 2000-2100 m arasında kesitin 2082 ve 2092. m'lerinde yüzeyden yaklaşık olarak 2-4 metre derinlikten yaklaşık 5-12 metre derinliğe kadar uzanan 26 ve 26 metre genişliğinde iki adet anomali belirlenmiştir (Şekil 72).**



**Şekil 72. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-35 profilinin Km: 2+000-2+100 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

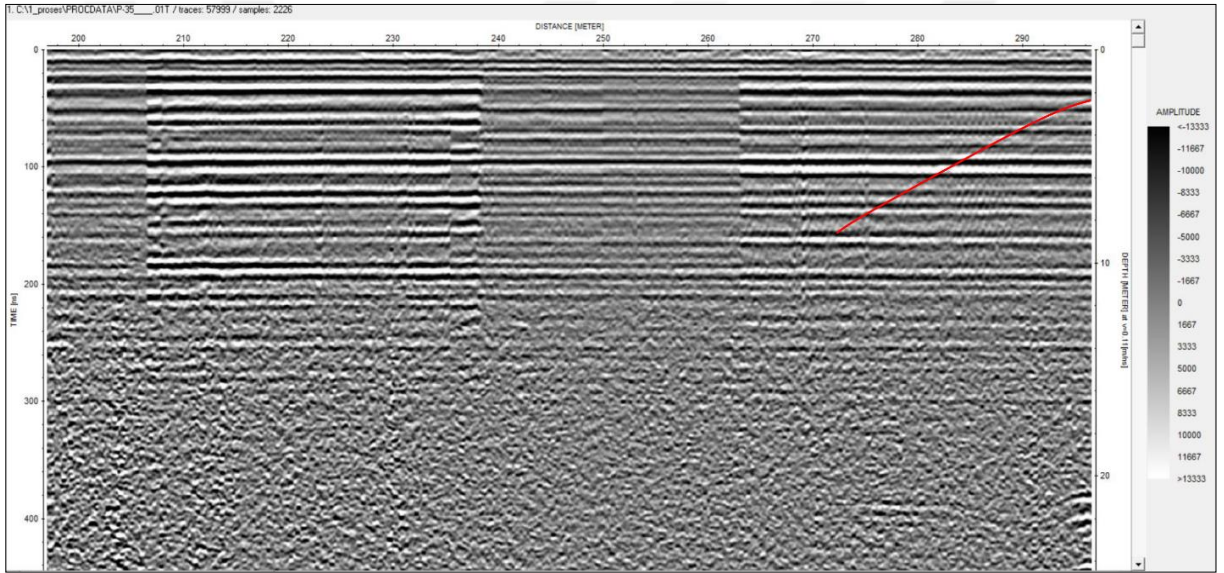
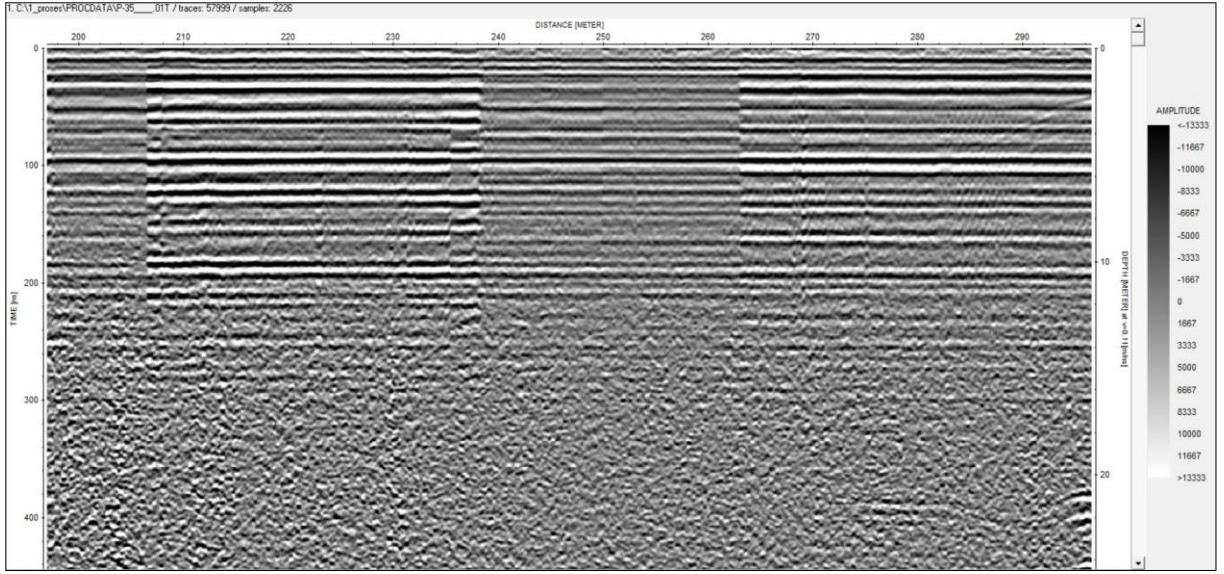
**Ara geçiş güzergahında sol güzergahtaki P-35.1 alt profilinde 2100-2200 m arasında kesitin 2152, 2170 ve 2181. m'lerinde yüzeyden yaklaşık olarak 2-3 metre derinlikten yaklaşık 10-15 metre derinliğe kadar uzanan ve 34 m, 60 m ve 42 m genişliğinde 3 adet anomali belirlenmiştir (Şekil 73).**





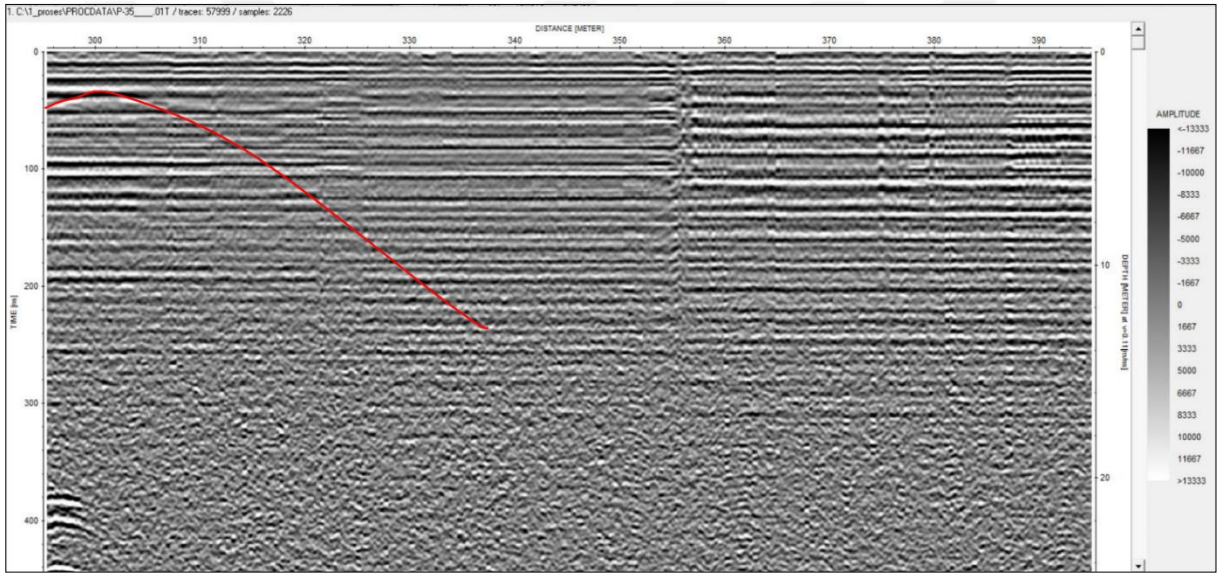
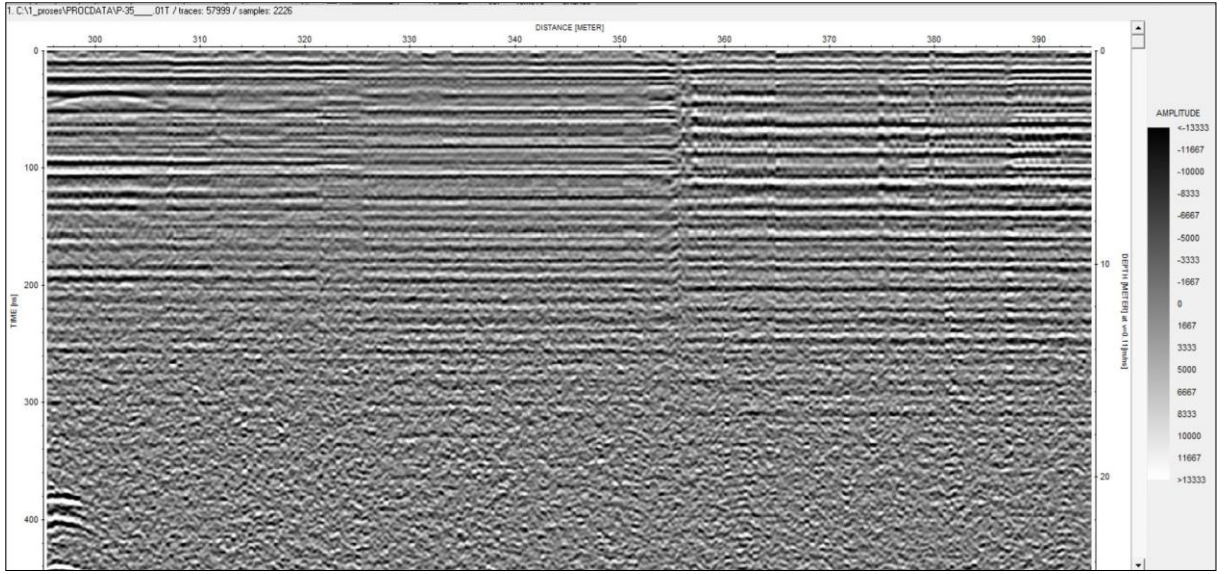
**Şekil 73. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-35.1 profilinin Km:2+100-2+200 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

**Ara geçiş güzergahında sol güzergahtaki P-35.2 alt profilinde 2200-2300 m arasında kesitin 2296. m'sinde yüzeyden yaklaşık olarak 2 metre derinlikten yaklaşık 8 metre derinliğe kadar uzanan ve 42 m genişliğinde anomali belirlenmiştir (Şekil 74).**



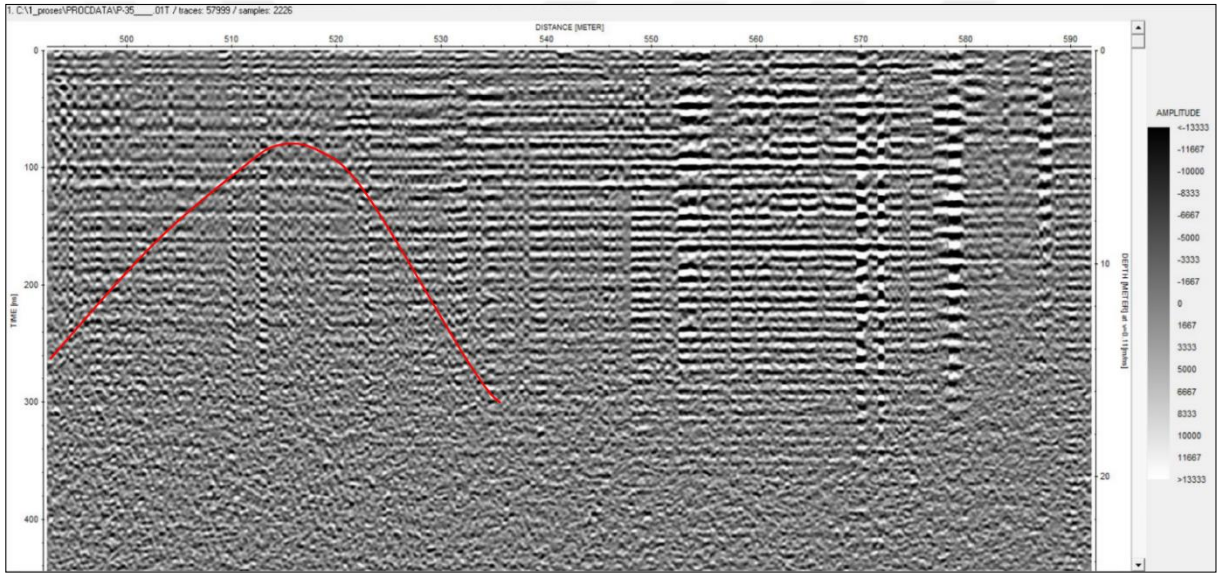
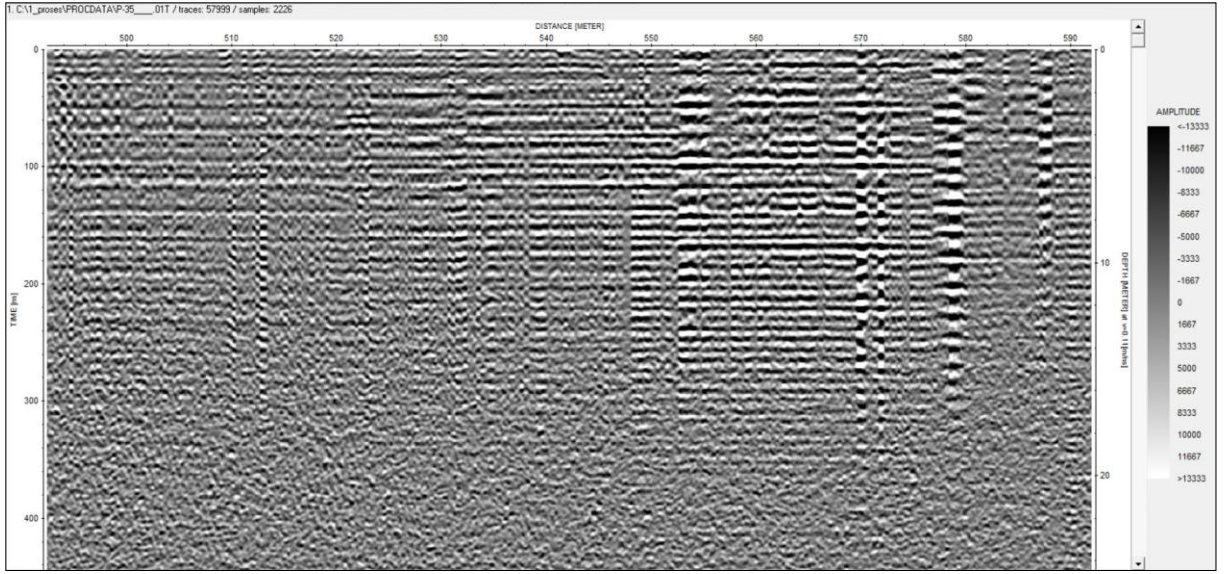
**Şekil 74. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-35.2 profilinin Km: 2+200-2+300 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

**Ara geçiş güzergahında sol güzergahtaki P-35.3 alt profilinde 2300-2400 m arasında kesitin 2300 m’inde yüzeyden yaklaşık olarak 2 metre derinlikten yaklaşık 13 metre derinliğe kadar uzanan ve 35 m genişliğinde anomali belirlenmiştir (Şekil 75). Bu anomali P-35.3 alt profilinde 2192. m’de görülen anomalinin devamı niteliğinde olup toplam uzunluğu 70 m’yi geçmektedir.**



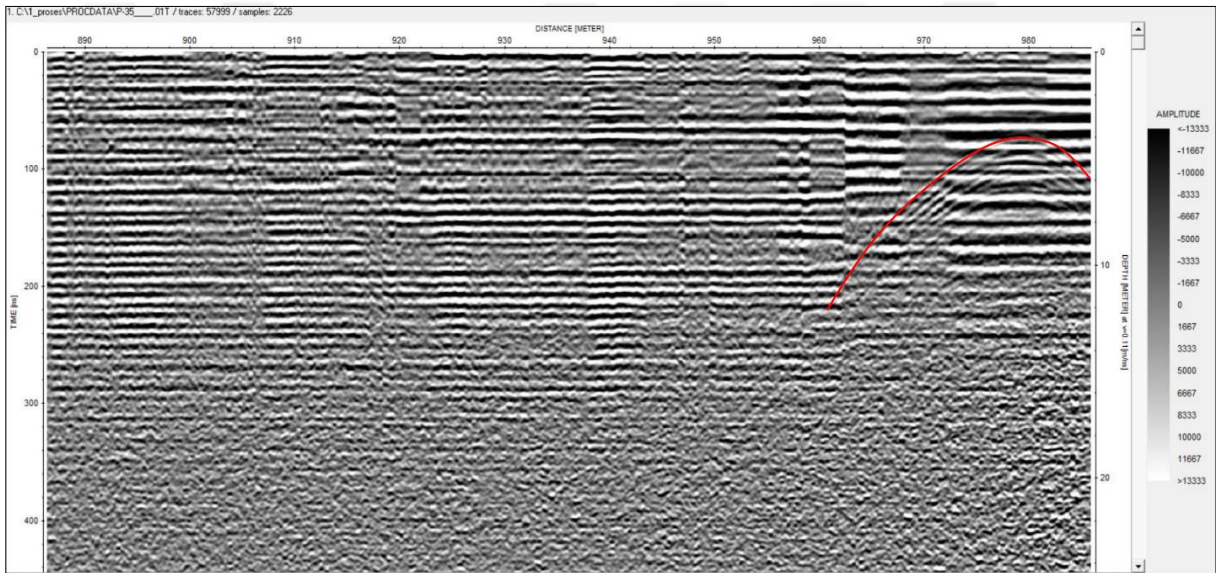
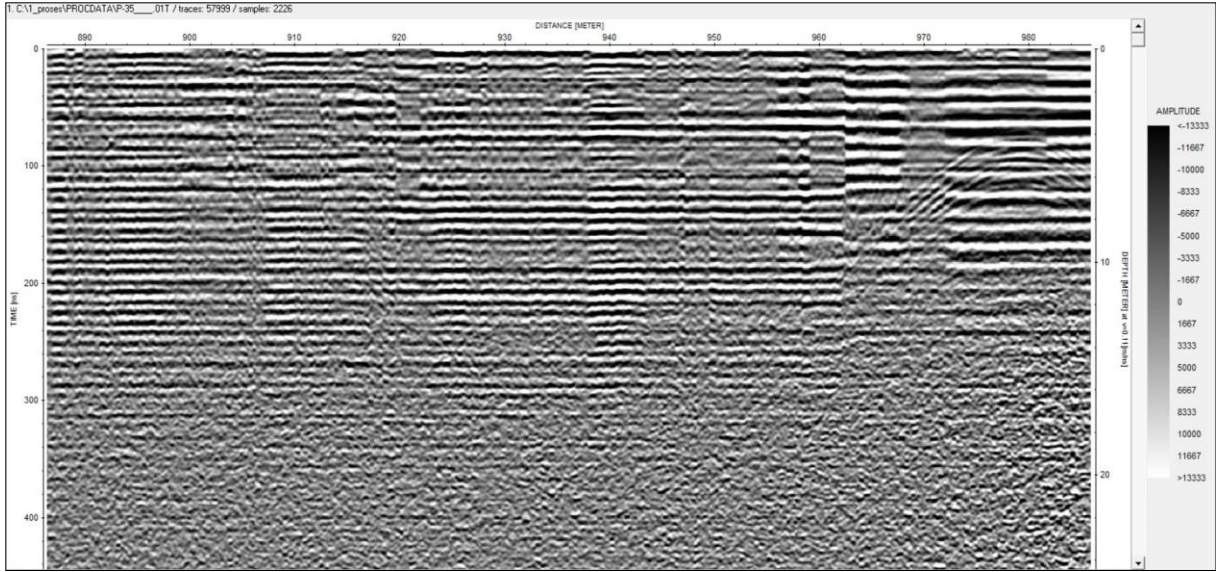
**Şekil 75. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-35.3 profilinin Km: 2+300-2+400 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

**Ara geçiş güzergahında sol güzergahtaki P-35.5 alt profilinde 2500-2600 m arasında kesitin 2514. m'sinde yüzeyden yaklaşık olarak 4 metre derinlikten yaklaşık 16 m derinliğe kadar uzanan ve 44 m genişliğinde anomali belirlenmiştir (Şekil 76).**



**Şekil 76. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-35.5 profilinin Km: 2+500-2+600 arasındaki radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)**

**Ara geçiş güzergahında sol güzergahtaki P-35.9 alt profilinde 2900-3000 m arasında kesitin 2980. m'inde yüzeyden yaklaşık olarak 4 metre derinlikten yaklaşık 12 metre derinliğe kadar uzanan ve 27 m genişliğinde anomali belirlenmiştir (Şekil 77).**



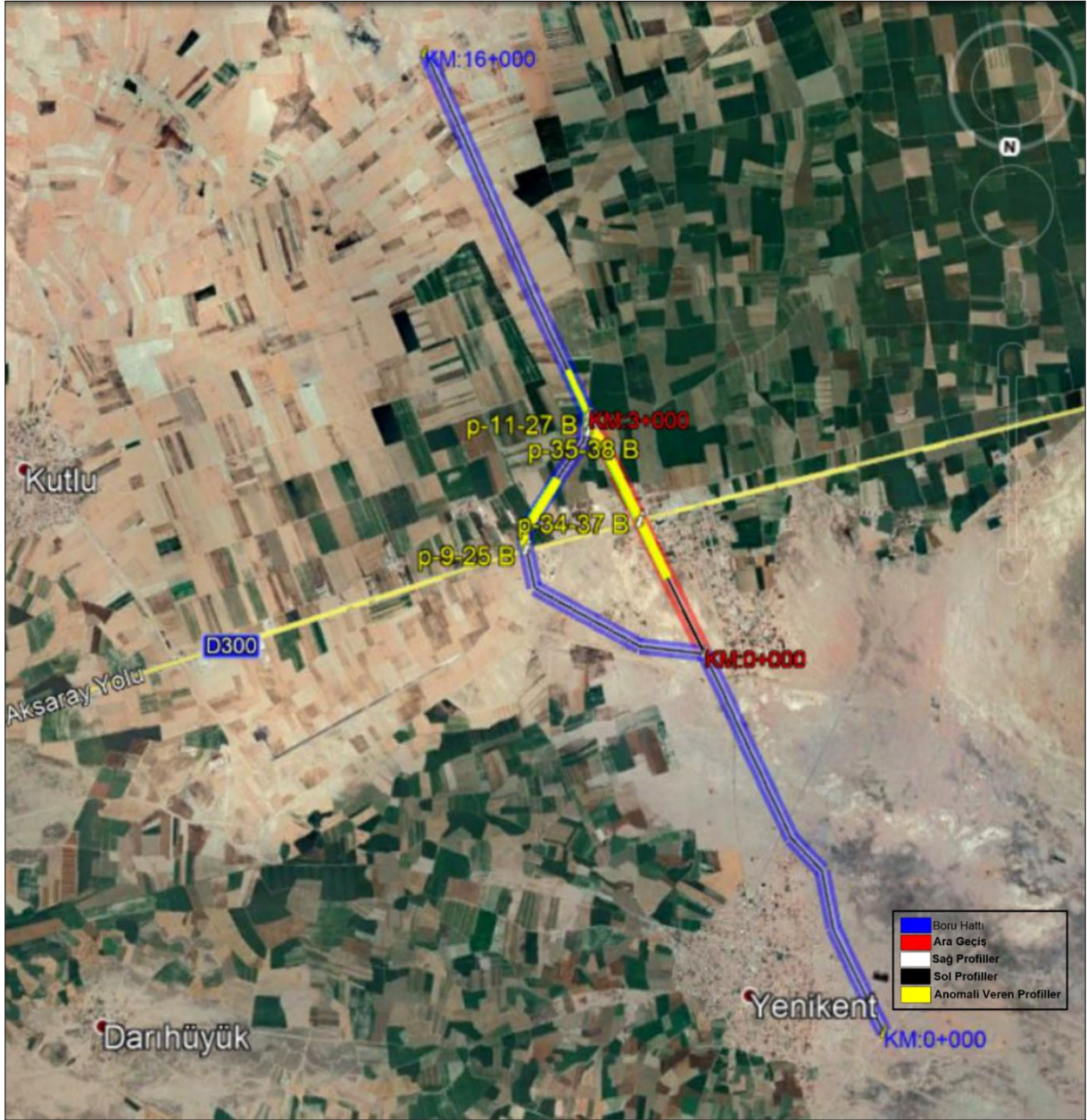
**Şekil 77.** Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında sol (dönüş) güzergah P-35.9 profilinin Km: 2+900-3+000 arasının radargram kesiti (üstteki kesit) ve tespit edilen anomali (alttaki kesitte kırmızı çizgi)

Yenikent bölgesi güzergahtı ara geçiş güzergahındaki P-35 profili tamamen Yeşilova üyesi içinde yer almaktadır. Bu kesimde de alttaki boşluklar kum ve silt gibi kohezyonsuz malzeme ile doldurulmuş olup yüzeyde çökme yapıları gözlenmemektedir. Buna göre üst kesimlerdeki karbonatlı killer kemer oluşturarak şimdilik çökmeyi engellemiştir. Ancak bölgenin takip edilmesi gerekmektedir.

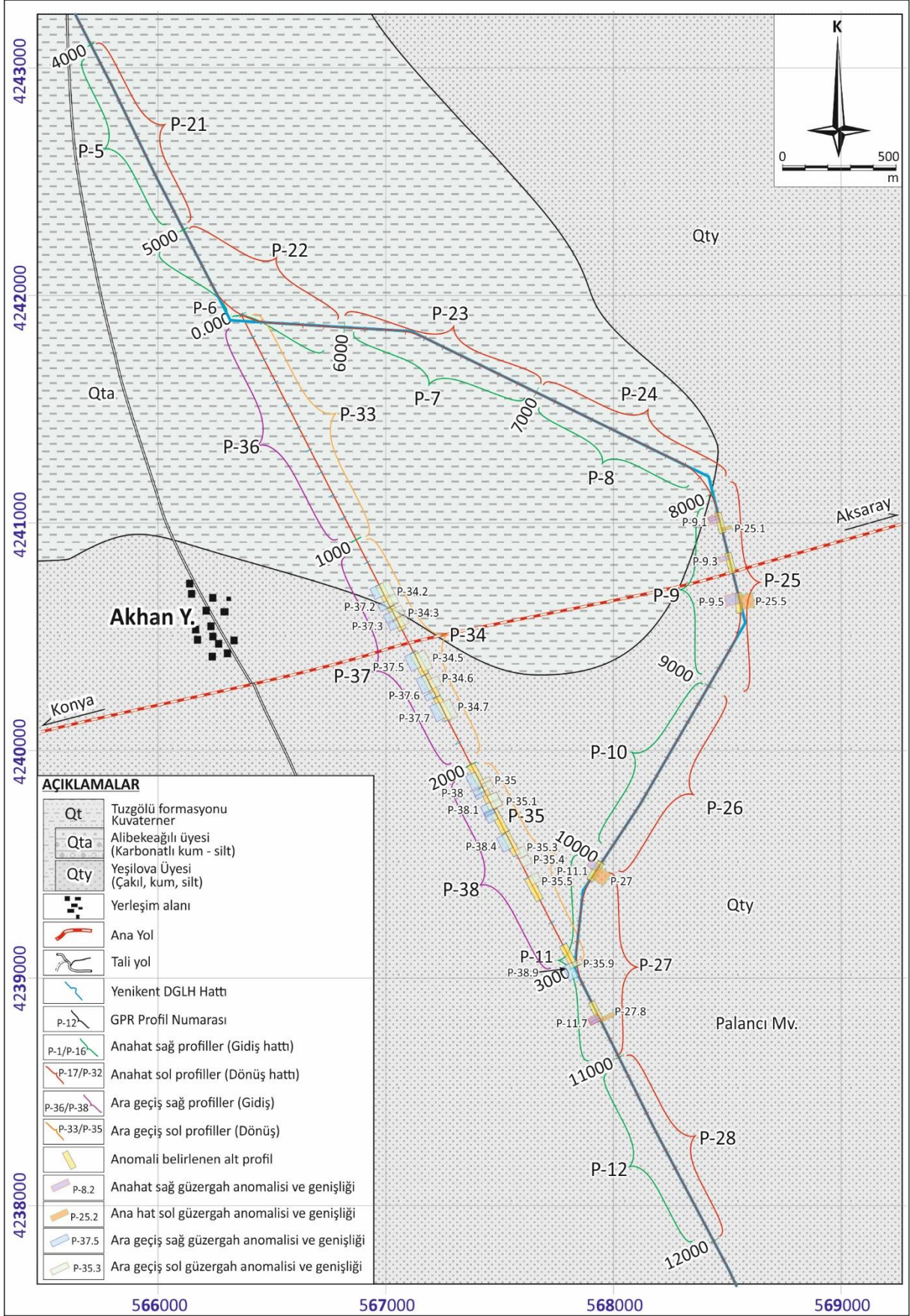
#### 4.4.1.1. Yenikent (Aksaray) GPR çalışması sonuçları

Yenikent bölgesinde gerçekleştirilen yer radarı (GPR) ölçümleri sonucunda Aksaray-Konya karayolunun kuzeyinde ilk 8 km'lik bölümde ve karayolunun güneyinde son 5 km'lik bölümde anomali belirlenmemiştir. Ancak güzergahın Aksaray-Konya karayolu ile kesişen bölümünde hem ana güzergah üzerinde hem de ara geçiş güzergahında sahada yüzey belirteçleri

olmayan anomaliler tespit edilmiştir (Şekil 78). Belirlenen anomaliler Tuzgözü formasyonuna ait Yeşilova üyesi içinde gelişmiştir (Şekil 79).



Şekil 78. İnceleme alanında anomali veren profillerin Google Earth üzerindeki konumları



Şekil 79. Yenikent bölgesi GPR ölçümleri sonucunda belirlenen ana profiller, alt profiller anomali bölgeleri ve anomali genişlikleri

Ana güzergah üzerinde anomali belirlenen profiller sağ güzergahta (gidiş güzergahı) P-9 ve P-11 sol güzergahta (dönüş güzergahı) ise bunların karşılıkları olan P-25 ve P-27 profilleridir (Tablo 14). P-9 ve P-25 Profilleri aynı güzergahtın sağ ve sol profilleri olup birbirine paraleldir. Paralel profiller birlikte incelendiğinde Km: 8+100-8+600 kesimleri arasında yaklaşık 2.5-4 metre derinliklerde 8-10 metre kalınlığında ve 20-76 metre genişliğinde yer yer değişen süreksizlikler olduğu ters U, parabol şeklinde verdiği anomalinin incelenmesi sonucunda hesaplanmıştır.

P-11 ve P-27 Profilleri aynı güzergahtın sağ ve sol profilleri olup birbirine paraleldir. Profiller Km:10+000-10+800 kesimleri arasında 2-4 metre derinliklerde yaklaşık olarak 4-8 metre kalınlığında ve 27-74 metre genişliğinde yer yer değişen süreksizlikler olduğu, ters U, parabol şeklinde verdiği anomalinin incelenmesi sonucunda hesaplanmıştır.

**Tablo 14.** Yenikent bölgesi ana güzergahında GPR ölçümleri sonucunda anomali tespit edilen profiller, anomali derinlik ve genişlikleri

GÜZERGAH	Profil No	Alt Profil	Km Aralığı	Anomali No	Anomali Noktası (m)	Derinlik (m)	Genişlik (m)
SAĞ (GİDİŞ)	P-9	P-9.1	8+100-8+200	P-9.1.1	8112	3-10	20
				P-9.1.2	8120	2,5-8	40
		P-9.3	8+300-8+400	P-9.3.1	8310	3-7	24
		P-9.5	8+500-8+600	P-9.5.1.	8500	3-10	46
	P-11	P-11	10+000-10+100	P-11.1	10016	2-16	40
		P-11.7	10+700-10+800	P-11.7.1.	10764	2,5-12	48
				P-11.7.2.	10772	3-8	43
		P-11.3.1.	10784	3-6	27		
SOL (DÖNÜŞ)	P-25	P-25	8+100-8+200	P-25.1	8170	6-17	80
		P-25.5	8+500-8+600	P-25.5.1	8556	4,5-14	76
	P-27	P-27	10+000-10+100	P-27.1	10024	3-12	61
		P-27.7	10+700-10+800	P-27.7.1	10788	5-8	28

Saha çalışmaları esnasında araştırılması istenen ara geçiş güzergahında ise sağ güzergahta (gidiş güzergahı) P-37 ve P-38, sol güzergahta (dönüş güzergahı) gidiş profillerinin karşılığı olan P-34 ve P-35 profillerinde anomaliler tespit edilmiştir (Tablo 15). P-37 ve P-34 Profilleri aynı güzergahtın sağ ve sol profilleri olup birbirine paraleldir. Profiller Km:1+200-1+800 kesimleri arasında 2-4 metre derinliklerde yaklaşık olarak 9-10 metre kalınlığında ve 25-70 metre genişliğinde yer yer değişen süreksizlikler olduğu, ters U, parabol şeklinde verdiği anomalinin incelenmesi sonucunda hesaplanmıştır. P-38 ve P-35 Profilleri aynı güzergahtın sağ ve sol profilleri olup birbirine paraleldir. Profiller Km:2+000-3+000 kesimleri arasında 2-4 metre derinliklerde yaklaşık olarak 10-12 metre kalınlığında ve 15-66 metre genişliğinde yer yer değişen süreksizlikler olduğu, ters U, parabol şeklinde verdiği anomalinin incelenmesi sonucunda hesaplanmıştır.



**Tablo 15. Yenikent bölgesi ara geçiş güzergahında GPR ölçümleri sonucunda anomali tespit edilen profiller, anomali derinlik ve genişlikleri**

GÜZERGAH	Profil No	Profil No	Km Aralığı	Anomali No	Anomali Noktası (m)	Derinlik (m)	Genişlik (m)
SAĞ (GİDİŞ)	P-37	P-37.2	1+200-1+300	P-37.2.1	1242	2-6	50
				P-37.2.2	1300	5-8	74
		P-37.3	1+300-1+400	P-37.3.1	1342	1.5-8	29
				P-37.3.2	1374	2-7	40
		P-37.5	1+500-1+600	P-37.5.1	1542	2-16	66
		P-37.6	1+600-1+700	P-37.6.1	1640	2-13	56
				P-37.6.2	1684	2-9	26
	P-37.7	1+700-1+800	P-37.7.1	1762	3-14	66	
	P-38	P-38	2+000-2+100	P-38.1	2054	2-12	56
				P-38.1.1	2092	5-11	32
		P-38.1	2+100-2+200	P-38.1.2	2114	3-12	18
				P-38.1.3	2175	2,5-12	40
				P-38.1.4	2191	3,5-14	45
				P-38.1.5	2198	4-12	11
P-38.3				2+300-2+400	P-38.3.1	2320	2-14
P-38.9	2+900-3+000	P-38.9.1	3010	4-16	62		
SOL (DÖNÜŞ)	P-34	P-34.2	1+200-1+300	P-34.2.1	1232	4-13	61
				P-34.2.2	1274	3-7	32
		P-34.3	1+300-1+400	P-34.3.1	1332	4-9	36
				P-34.3.2	1364	2-8	38
		P-34.5	1+500-1+600	P-34.5.1	1554	2-14	70
		P-34.6	1+600-1+700	P-34.6.1	1646	1.5-6	30
		P-34.7	1+700-1+800	P-34.7.1	1770	2-14	70
	P-35	P-35	2+000-2+100	P-35.1	2082	5-12	26
				P-35.2	2092	2,5-6	16
		P-35.1	2+100-2+200	P-35.1.1	2152	3,5-14	34
				P-35.1.2	2170	3-16	60
				P-35.1.3	2181	3-12	42
		P-35.2	2+200-2+300	P-35.2.1	2296	2-8	42
		P-35.3	2+300-2+400	P-35.3.1	2300	2-13	35
P-35.5	2+500-2+600	P-35.5.1	2514	4-16	44		
P-35.9	2+900-3+000	P-35.9.1.	2980	4-12	27		

Profillere ait radargramlar incelendiğinde P-9, P-11, P-25, P-27, P-34, P-35, P-37 ve P-38 kesitlerinde anomaliler gözlenmiştir. Anomali veren profillerde yoğun olarak gözlenen süreksizlikler süreksizliklerin erime-çözülme sonucu oluşabilecek erime boşlukları olduğu düşünülmektedir. Bu belirti (anomali) gözlenen kesimlerde daha detaylı çalışmalar yapılarak radarda bu etkiye sebep olan jeolojik yapı ortaya çıkarılmalıdır. Bu kapsamda, ilk olarak belirlenen km'ler de birbirine paralel 2-boyutlu veya 3-boyutlu elektrik öz direnç tomografi (ERT) çalışmaları yapılarak, yaklaşık yapı sınırlarının ve hacminin belirlenmesinin ardından araştırma sondajı yapılarak araştırma çalışmaları tamamlanmalıdır. Erime boşluklarının ayrıntılı analiz edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması uygun olacaktır.

#### 4.5.Uzaktan Algılama Çalışmaları

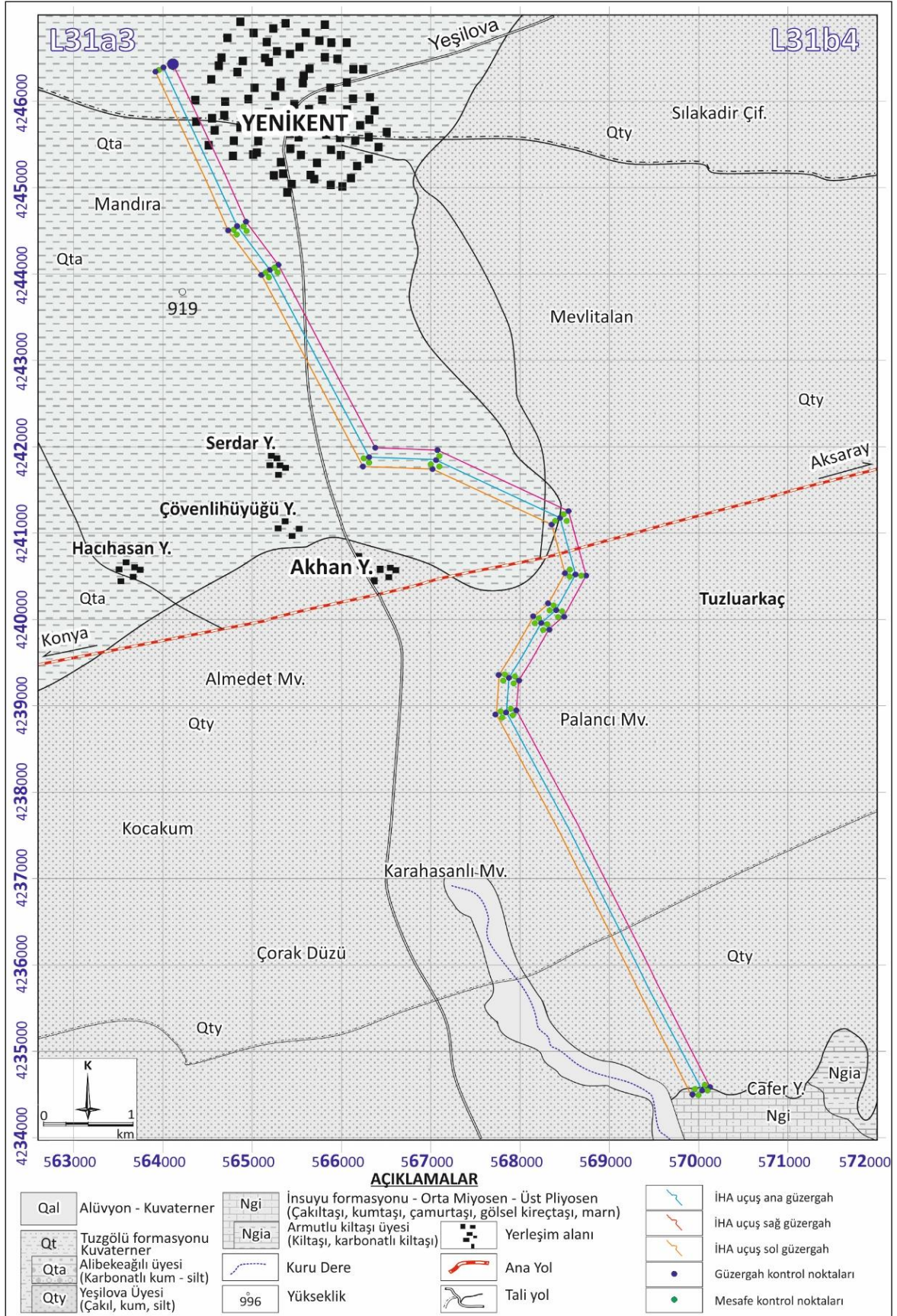
Bu çalışmada obrukların yüzey belirteçlerinin ortaya konulması için saha çalışmalarına ek olarak topografik haritalar, Google Earth ve hava fotoğrafları incelenmiştir. Yüzeyde obruk geometrisine sahip yapılar tespit edilmemiş olup daha hassas ölçümler için İnsansız hava Aracı (İHA) ölçümleri yapılmıştır. Yenikent bölgesinde gerçekleştirilen İHA ölçümleri sonucunda güzergahta dikey yönde sağda ve solda yaklaşık 150 m'lik bölgede obruk belirtileri incelenmiş ve yüzeyde obruk belirtisi verebilecek herhangi bir yapıya rastlanmamıştır.

##### 4.5.1. Yenikent (Aksaray) bölgesi İHA çalışmaları

Yenikent güzergahı Türkiye topografik haritalarından 1/100000 ölçekli Aksaray L31 paftası ile 1/25000 ölçekli Aksaray L31a3, Aksaray L31b4, Aksaray L31c1 ve Aksaray L31d2 paftaları içinde kalmaktadır. Topografik haritalarda yapılan detaylı incelemeler de güzergah boyunca herhangi bir obruk belirtisi tespit edilmemiştir. Bölgenin geçmiş ve güncel Google Earth görüntüleri karşılaştırıldığında topoğrafyadaki değişikliklerin sadece yol, kanal, konut ve sanayi yapılarının üretildiği insani faaliyetlere bağlı olduğu belirlenmiştir. Bölgenin daha detaylı araştırılması için güzergah boyunca İnsansız Hava Aracı (İHA, Drone) ile uçuş yapılarak ortomozaik üretilmesi, sayısal yükseklik modelleri ve 0.5 m'lik eşyükselti eğrilerinin oluşturulması kararlaştırılmıştır.

Yenikent (Aksaray) güzergahı boyunca olası obrukların yüzey belirteçlerinin ortaya konulması amacıyla güzergahın koordinatlarını içeren KML dosyası üzerinden oluşturulan uçuş planı doğrultusunda kanatlı insansız hava aracı (İHA) ile ölçümler yapılmıştır. İHA ölçümlerinde ana uçuş güzergâhı üzerinde gerçekleştirilirken güzergahın yakın çevresinin de görüntülenmesi için asıl güzergahın her iki yanından yaklaşık 150 m mesafede ana güzergaha paralel ek uçuşlar yapılarak 3 adet uçuş gerçekleştirilmiştir (Şekil 80).

Güzergah boyunca çalışma ölçüm hassasiyetine göre istenilen nitelikte ortomozaik elde edilebilmesi için uçuş güzergâhı doğrultusu boyunca her 50 m'de bir yüksek çözünürlüklü (24 mpx) 981 adet ortofoto çekilmiştir (Şekil 81).



Şekil 80. Yenikent bölgesinde İHA ile gerçekleştirilen uçuş güzergahları, güzergah dönüş ve mesafe kontrol noktaları



**Şekil 81.** Yenikent bölgesinde İHA ile gerçekleştirilen uçuş güzergahlarında çekilen ortofoto noktaları. Ortofotolar arasındaki mesafeler 50 m ve güzergahlar arasındaki mesafeler 75 m.

Ortofoto çekimlerinden sonra çekilen her fotoğraf için ortalama 6266 adet 2B anahtar nokta tesis edilerek görüntü kalitesi istenilen nitelikte olan yüksek çözünürlüklü fotoğrafların kalibrasyonu yapılmıştır. Kalibrasyon işlemlerinden sonra coğrafi olarak konumlandırılan ve kalibre edilen 981 görüntüden 385'i uygun olmayan görüntü olarak etiketlenmiştir (Şekil 82).

Güzergahın uçuş doğrultusu boyunca çekilen fotoğraflarda % 80 yanal yöndeki paralel güzergahta çekilen fotoğraflarda % 60 bindirme yapılarak görüntülerdeki eğiklik dönüklükle ilgili problemler en aza indirilmiş ve gerçek yüzeyler çok büyük oranda doğruluk arz eden görüntü elde edilmiştir. Ortomozaiikte her bir piksel için hesaplanan örtüşen görüntü sayısına göre renklendirmeler yapılmış olup yeşilden kırmızıya doğru örtüşme zayıflamaktadır. Yeşil alanlar en az 5 görüntünün çakıştığı alanları gösterirken kırmızı alanlarda sadece 2 görüntü çakışmaktadır (Şekil 82).

İHA uçuş güzergâhının ortasında yüksek çakışmadan dolayı herhangi bir zayıf bağlantı noktası oluşmamıştır. Ana güzergâhın iki yanında yapılan uçuşlara ait fotolardan sağ güzergah (gidiş) güzergâhının sağ kenarında kalan ve sol güzergah dönüş güzergâhının sol kenarlarında kalan alanlarda zayıf bağlantı ve örtüşme oranı düşük olan ortofotolar çıkarılarak en uygun görüntü ortomozayıği oluşturulmuştur (Şekil 82).

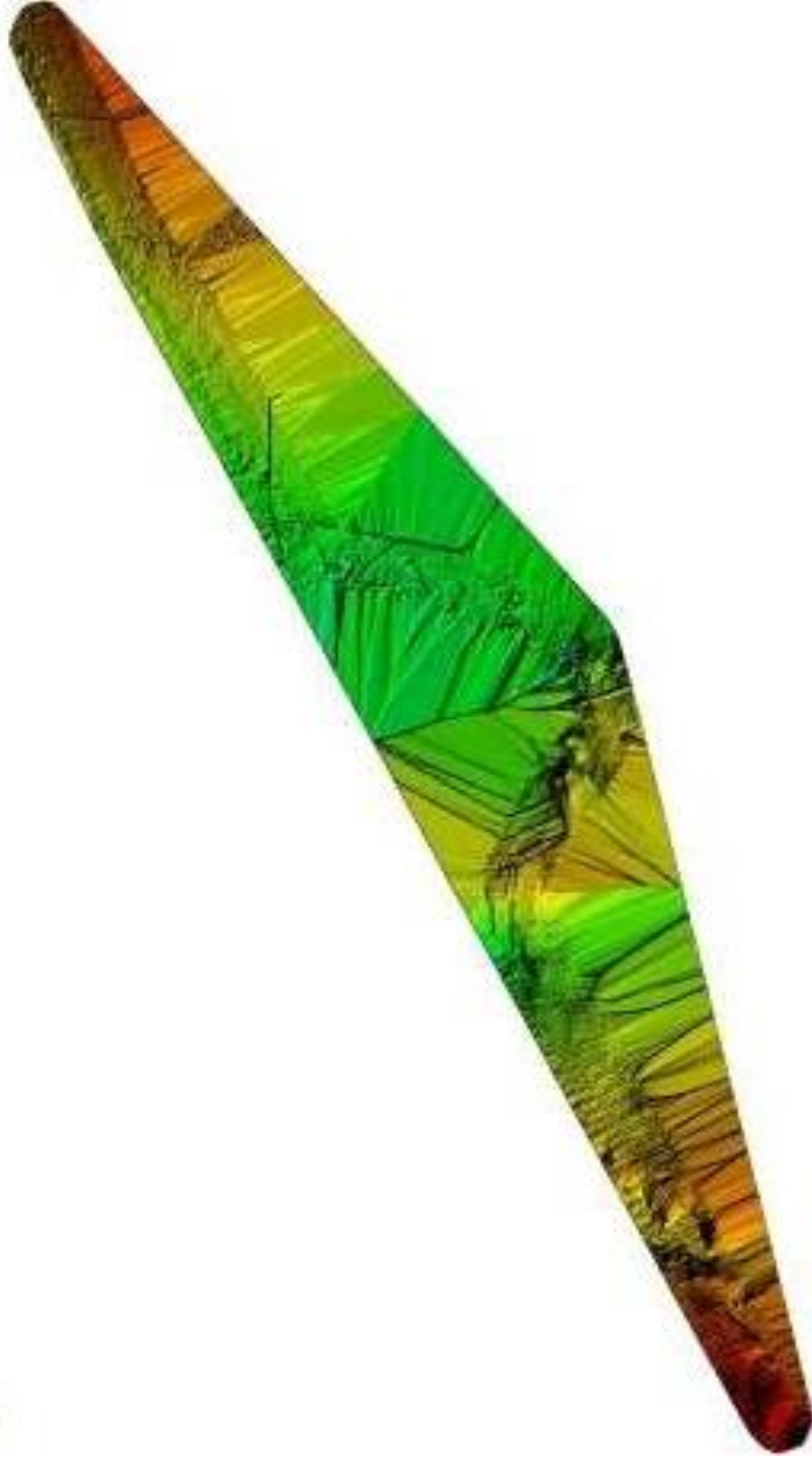


**Şekil 82.** İHA ölçümlerinde görüntü eşleştirmesi yapılan ortofotolarda örtüşme oranları; kırmızı renkler düşük örtüşmeyi gösterirken yeşil alanlarda her piksel için 5'ten fazla görüntü çakışmaktadır.

Bu ortomozayik incelendiğinde topoğrafyada güzergahın başlangıcından itibaren güneye doğru yükseklikler artmaktadır. Yüzeyde insani faaliyetlerle oluşturulan yol, kanal, kazı, dolgu ve diğer inşaat faaliyetleri dışında görüntü olarak önemli bir yükselti farkı tespit edilmemiştir. Dolayısıyla obruk oluşumları ile ilgili olarak yüzeyde gözlenebilecek herhangi bir dairesel veya oval çöküntü alanı gözlenmemektedir (Şekil 83). Ortofotolardaki ölçülen yükseklik değerleri kullanılarak tüm güzergah için üçgen modeli oluşturulmuş ve bu modeldeki yükseklikler kullanılarak sayısal 3D yükseklik modeli üretilmiştir (Şekil 84).



*Şekil 83. Yenikent bölgesinde güzergah boyunca birbirine paralel olarak belirlenen 3 uçuş güzergâhında çekilen fotoğrafların eşleştirilmesiyle elde edilen ortomozaik*



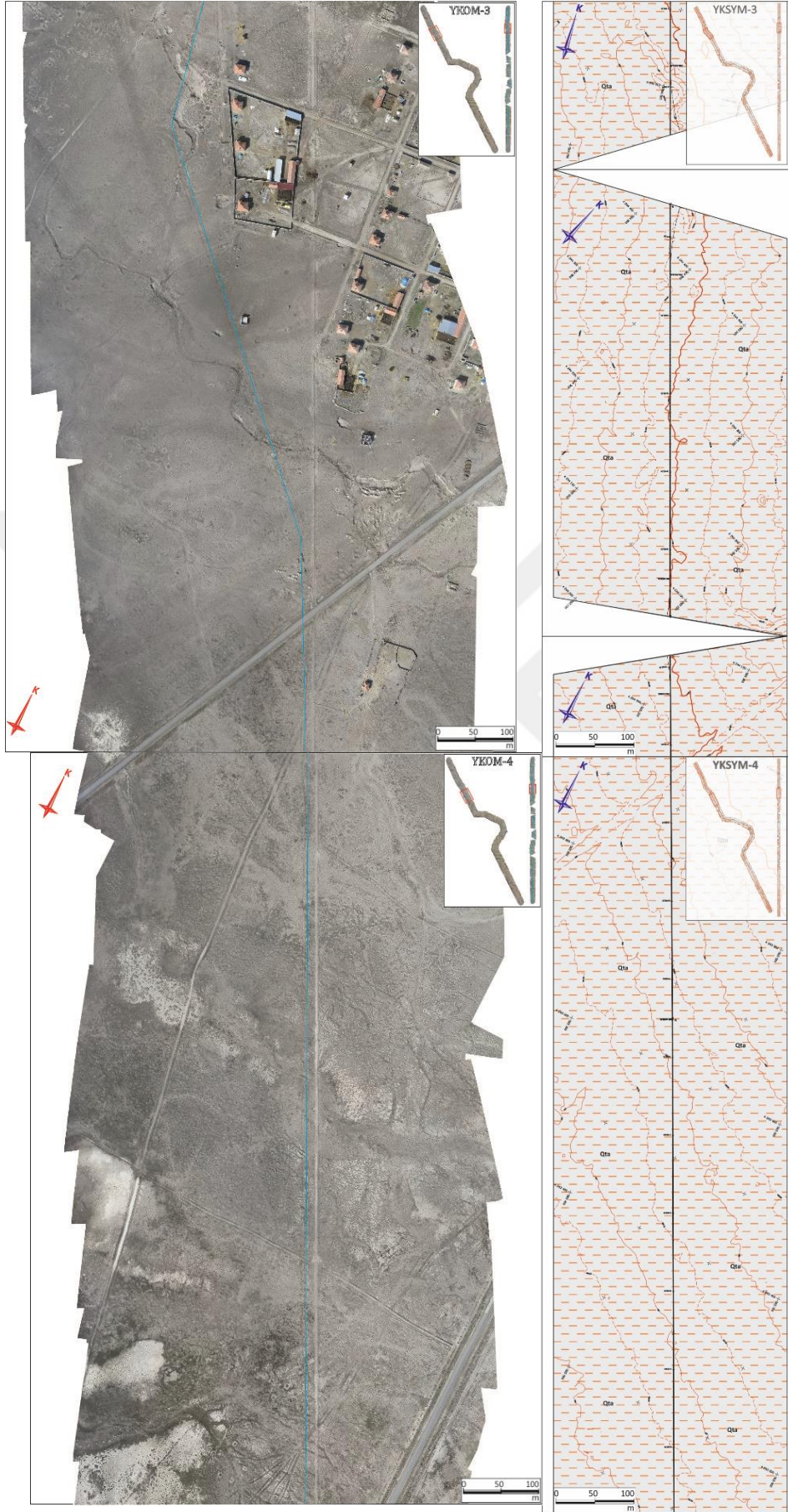
***Şekil 84. Yenikent bölgesinde çekilen ortofotoların eşleştirilmesiyle elde edilen ortomozaikten üretilen 0.5 m aralıklı Sayısal Yüzey Modeli (DSM).***

Tüm güzergah boyunca çekilen ortofotolardan üretilen ortomozaik rulo pafta haline getirilerek kuzeyden güneye doğru yaklaşık 1'er km'lik 16 adet ortomozaik görüntüsü elde edilmiştir (Şekil 85 -92). Daha sonra sayısal yükseklik modelinden (YKSYM) üretilen 0.5 m aralıklı eşyükseklik haritaları da rulo pafta haline getirilmiştir (Şekil 85 -92).

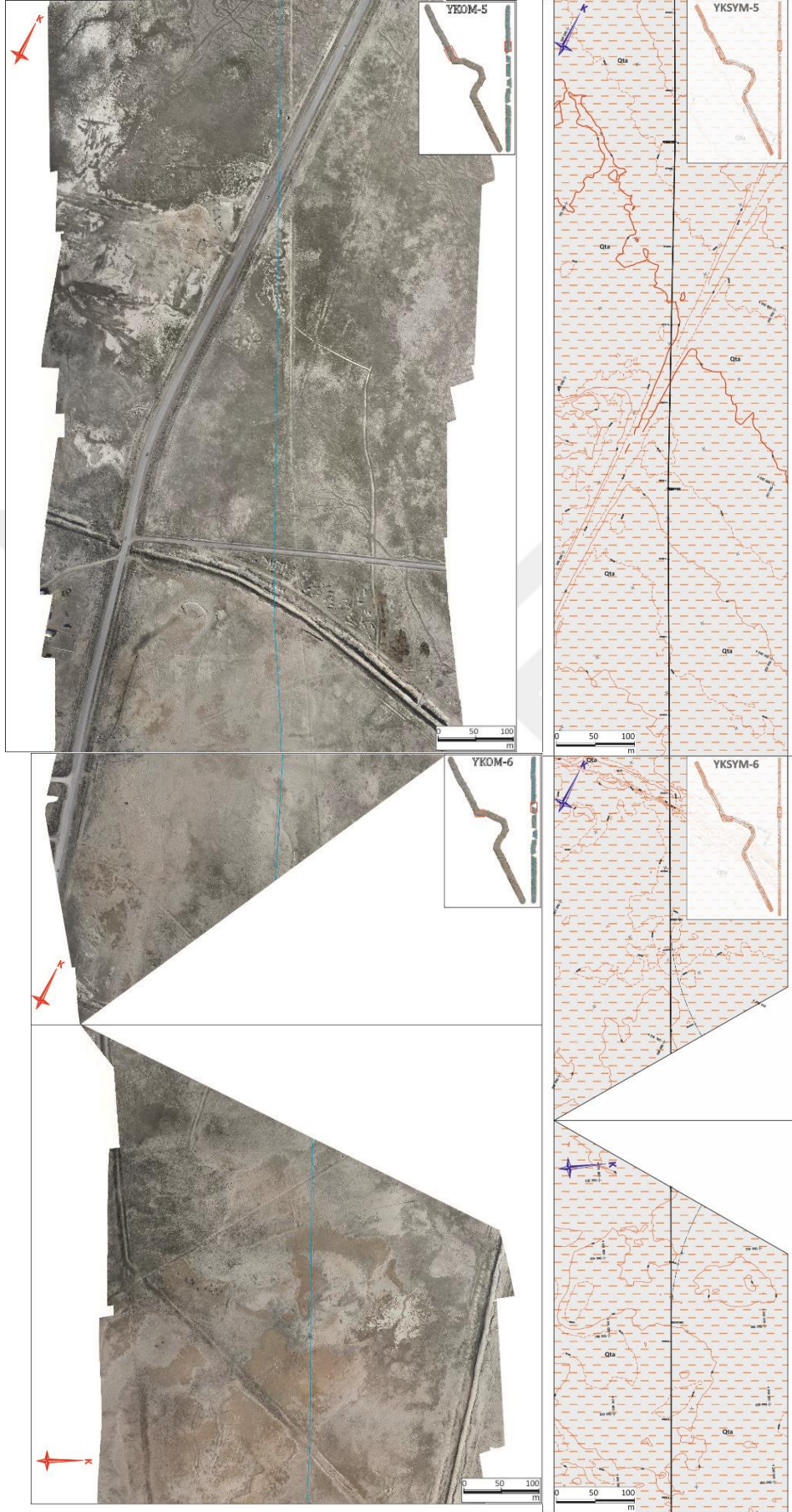


**Şekil 85. Yenikent bölgesi 0-2 km ortomozaik ve jeolojik haritası**

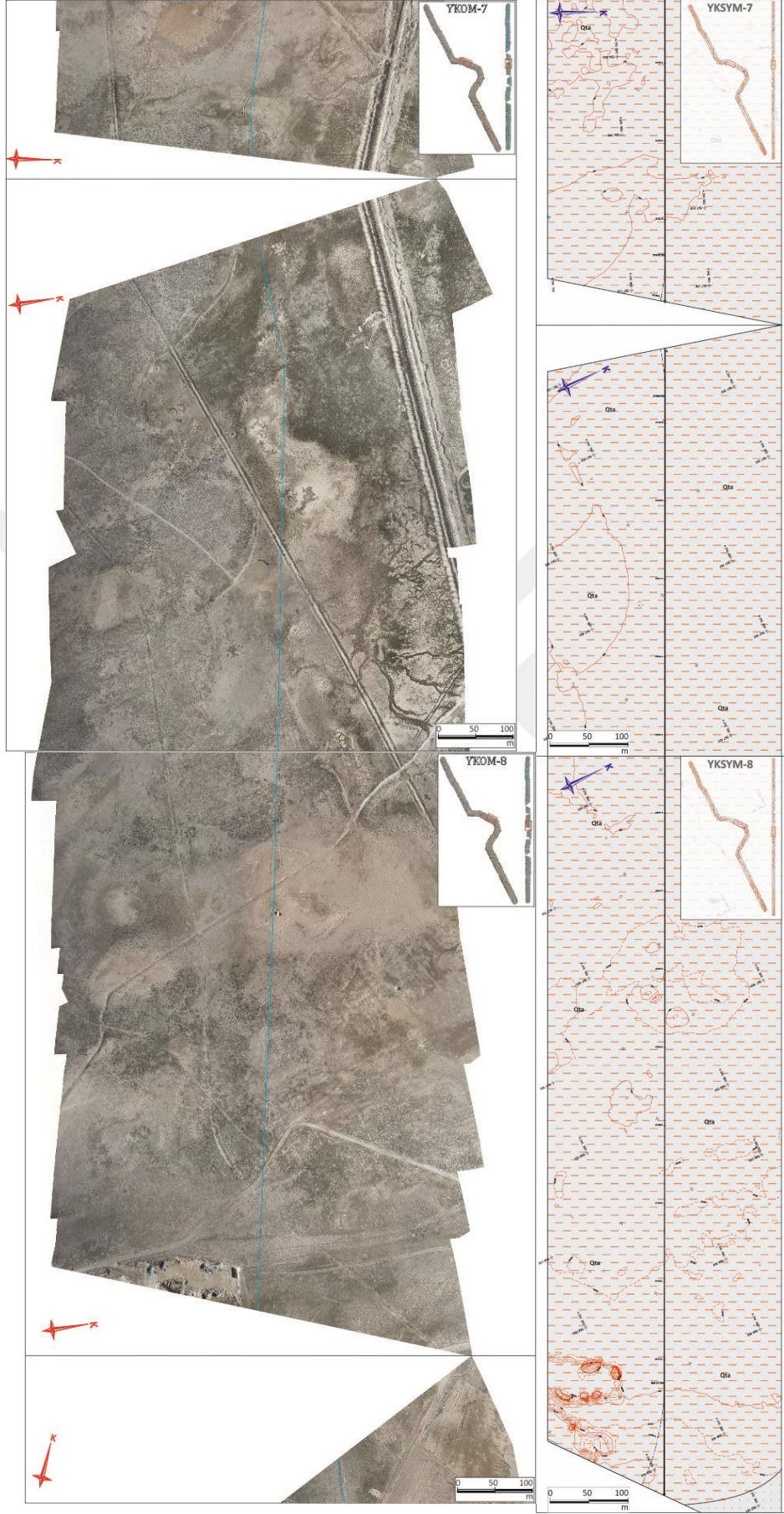




**Şekil 86. Yenikent bölgesi 3-4 km ortomozaik ve jeolojik haritası**



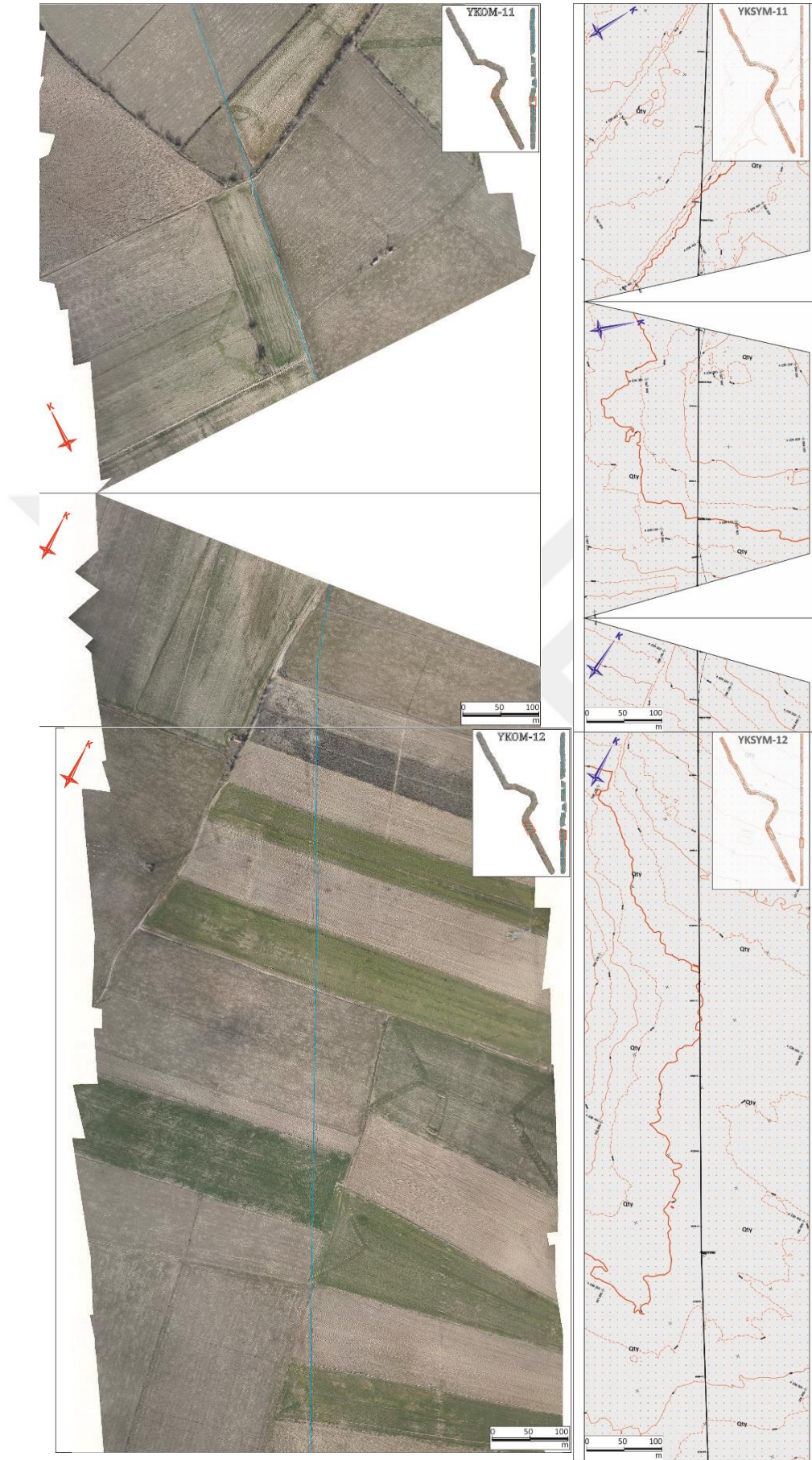
**Şekil 87. Yenikent bölgesi 5-6 km ortomozaik ve jeolojik haritası**



**Şekil 88. Yenikent bölgesi 7-8 km ortomozaik ve jeolojik haritası**



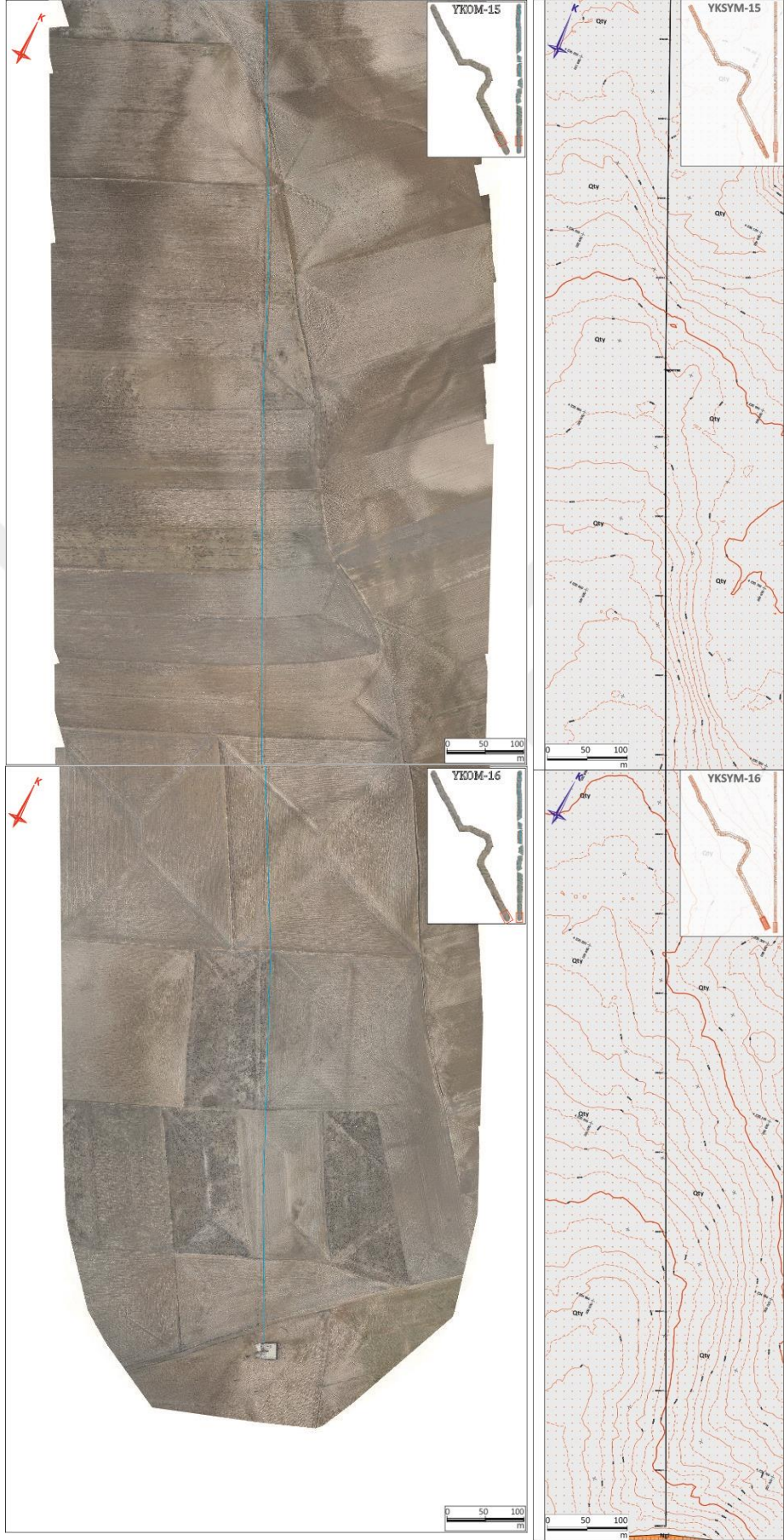
**Şekil 89 .Yenikent bölgesi 9-10 km ortomozaik ve jeolojik haritası**



**Şekil 90. Yenikent bölgesi 11-12 km ortomozaik ve jeolojik haritası**



**Şekil 91. Yenikent bölgesi 13-14 km ortomozaik ve jeolojik haritası**



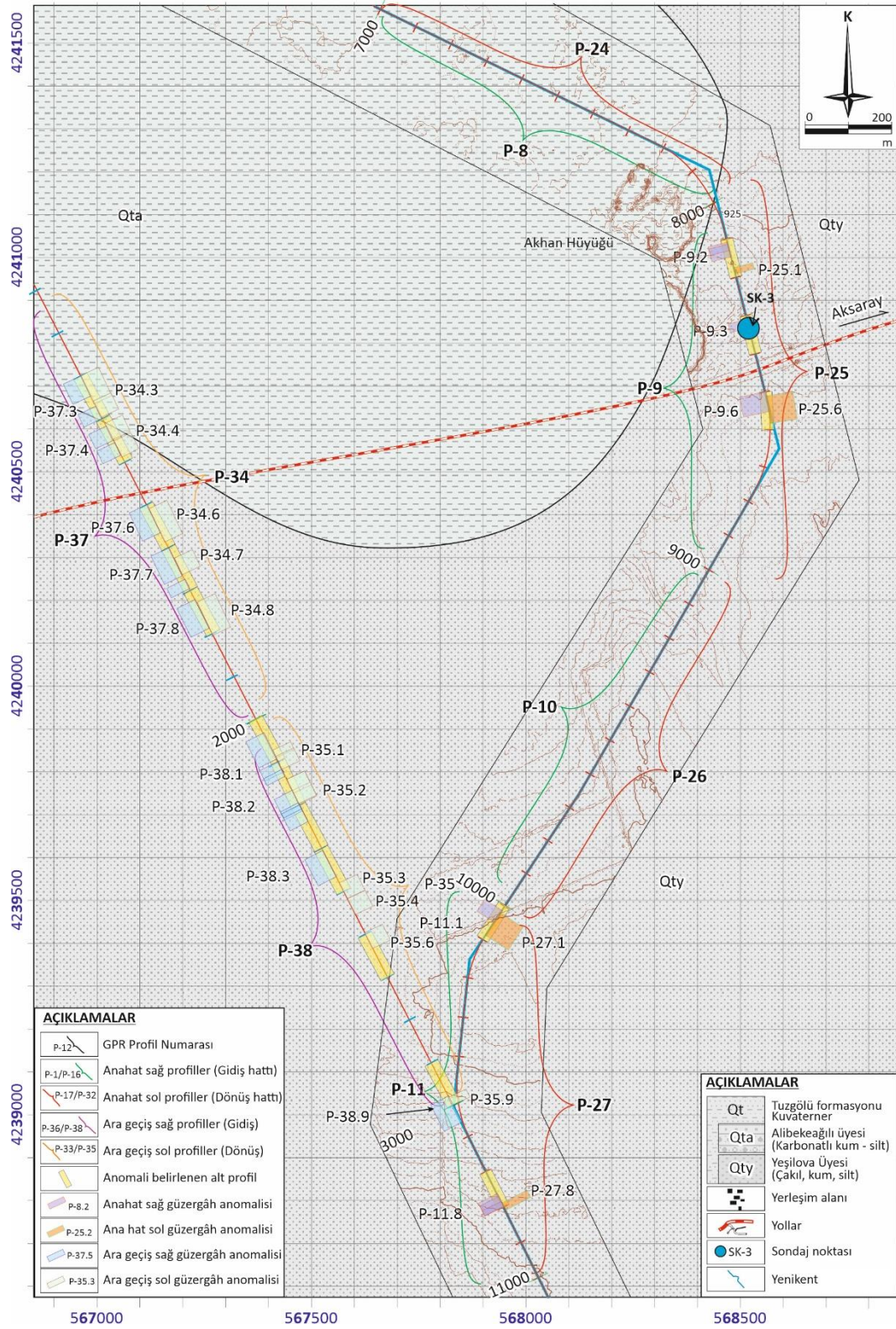
**Şekil 92. Yenikent bölgesi 15-16 km ortomozaik ve jeolojik haritası**

#### 4.6.Araştırma Sondaj Çalışmaları

Yenikent (Aksaray) bölgesindeki anomalilerin daha net bir şekilde ortaya konulması amacıyla güzergah üzerindeki boşluk olduğu belirlenen anomali noktalarından birinde sondaj açılmasına karar verilmiştir. Konya – Aksaray Karayolu'nun güneyindeki alanların tamamında tarlalarda şekerpancarı ve mısır ekili olduğu için anomali genişliği daha fazla olan noktalardan değil biraz daha dar olan yolun kuzeyindeki P9 profili içindeki P9\_3 alt profilindeki anomali noktasında sondaj yapılmasına karar verilmiştir (Şekil 93, SK-3). SK-3 sondajı yörede bulunan birimlerin sınırlarının belirlenmesi için bilinçli olarak 40 m derinlikte açılmıştır. Ancak 40 m ilerleme sonunda halen İnsuyu formasyonu kesilemediği için sondaj bitirilmiştir.







Şekil 93. Yenikent (aksaray) bölgesinde yapılan sondajın yeri (SK-3)

Bu çalışma kapsamında açılan sondaj kuyusunun yeri, derinlikleri, koordinatları, SPT-UD alımı deney sayıları, karot sandık sayıları aşağıda sunulmuştur. (Tablo 16)

**Tablo 16. İnceleme alanında açılan sondajların koordinat, derinlik, SPT ve UD sayıları**

Sondaj Yeri	Kuyu No	Koordinat (ED50-6°)		Derinlik (m)	SPT/UD	Karot Sandığı
Aksaray-Yenikent	SK-3	568506	4239104	40	1	5

#### 4.6.1.SK – 3 Nolu Temel Sondaj Kuyusu (Yenikent P9\_3)

Yenikent (Aksaray) bölgesi üzerinde gidiş ve dönüş profillerinin adlandırılmaları birbirinin devamı şeklinde olduğundan güzergahın başlangıcından itibaren 16 ana profil belirlenmiş olup gidiş (sağ) profiller 1 ila 16 dönüş (sol) profiller ise 17 ila 32 arasındaki profillerdir. Güzergahın başlangıcı olan kuzey ucundan itibaren 8. Kilometreden sonra ana profil adı gidiş yönünde P9 dönüş yönünde ise P25 olmuştur. Her iki profilde de anomali belirlendiği için sadece gidiş yönüne göre değerlendirme yapılmıştır. Yenikent güzergah başlangıcından itibaren P9 ana profili içindeki tespit edilen anomalilerden P9\_3 alt profilinde güzergahın 8314. metresinde ve 568505 / 4239104 (WGS-84) koordinatlarında tespit edilen anomali üzerinde 40,00 metre derinliğinde sondaj yapılmıştır (SK-3). SK-3 kuyusunda sadece tek seviyede SPT (Standart Penetrasyon Deneyi) yapılmış ve alınan numuneden deneyler yapılmıştır. (Tablo 17)

**Tablo 17. SK-3 sondajının in-situ SPT (Standart Penetrasyon Testi) değerleri**

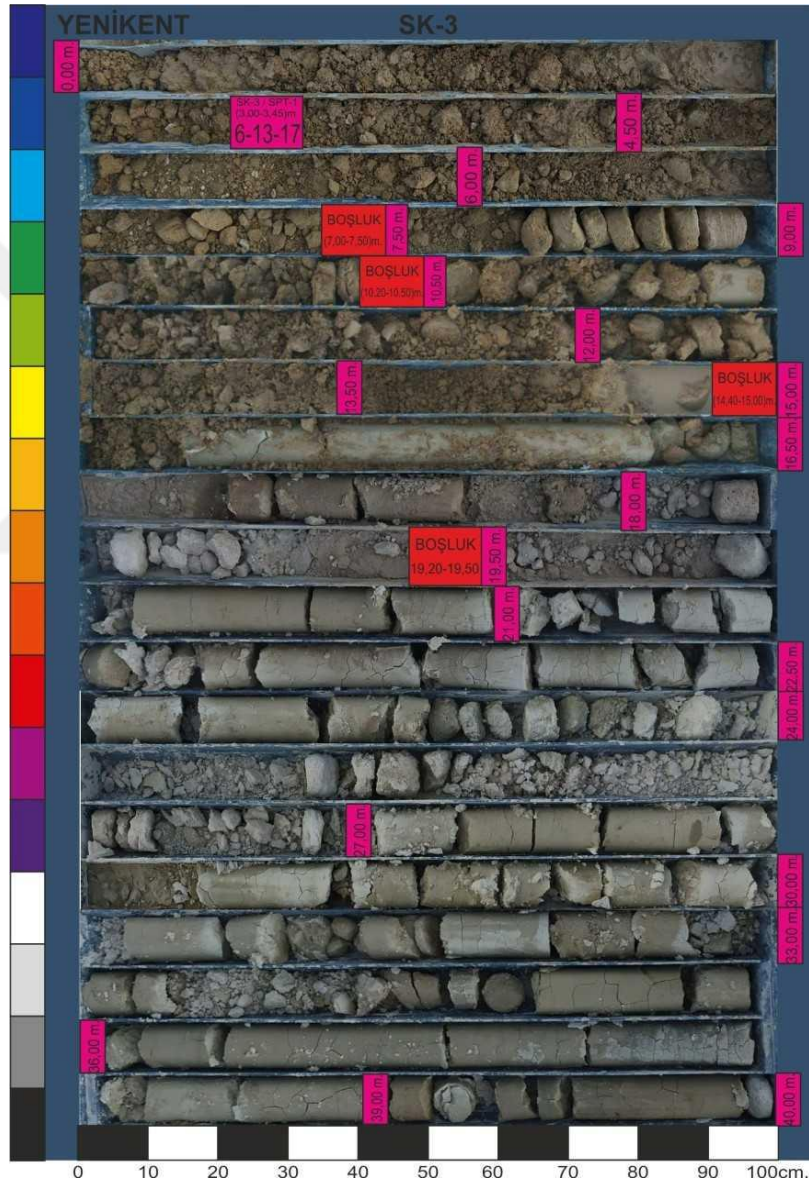
Sondaj Kuyusu	Derinlik m.	SPT			
		15	30	45	SPT/N
SK-3	3.00	6	13	17	30

SK-3 sondajında yüzeyden itibaren 7.00-7.50 m arasında 50 cm, 10.20-10.50 m arasında 30 cm, 14.40-15.00 m arasında 60 cm ve 19.20-19.50 m arasında toplam kalınlığı 170 cm olan dört adet boşluk geçilmiştir (Tablo 18, Şekil 94 ve 95). Boşlukların bulunduğu seviyelere bakıldığında hem Tuzgölü formasyonunun her iki üyesinde hem de İncesu formasyonunda geliştikleri gözlenmektedir. Sahada yapılan jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal analizlerde de belirtildiği gibi her iki formasyon içinde karbonatlı seviyeler bulunmakta olup daha çok kırıntılı birimler vardır. Boşlukların yüzeyde ve İHA çalışmalarında gözlenmemesinin nedeni en üstteki yüksek kohezyonlu killi birimler ve ara seviyeler hainde gözlenen kumtaşı, çakıltaşı gibi sağlam kayaların köprü oluşturmasıdır. Böylece üstteki malzeme şimdilik aşağıdaki boşluklara doğru

hareket etmemiştir. Ancak boyutları küçük te olsa sık aralıklarla tekrar etmeleri bu noktalarda da önlem alınmasını gerektirmektedir.

**Tablo 18. SK-3 sondajında tespit edilen boşlukların başlangıç, bitiş derinlikleri ve boyutları**

Sondaj Kuyusu	Boşluk Boyutları (m)		
	Başlangıç Derinliği	Bitiş Derinliği	Boyut
SK-3	7.00	7.50 m	0.50
	10.20	10.50	0.30
	14.40	15.00	0.60
	19.20	19.50	0.30



**Şekil 94. Yenikent (Aksaray) bölgesi üzerinde yapılan SK-3 sondajına ait numunelerin karot sandığındaki dizilimi (7.00-7.50 m arasında 0.50 m, 10.20-10.50 m arasında 0.30 m, 14.40-15.00 m arasında 0.60 m ve 19.20-19.50 m arasında 0.30 m boşluk geçilmiştir).**

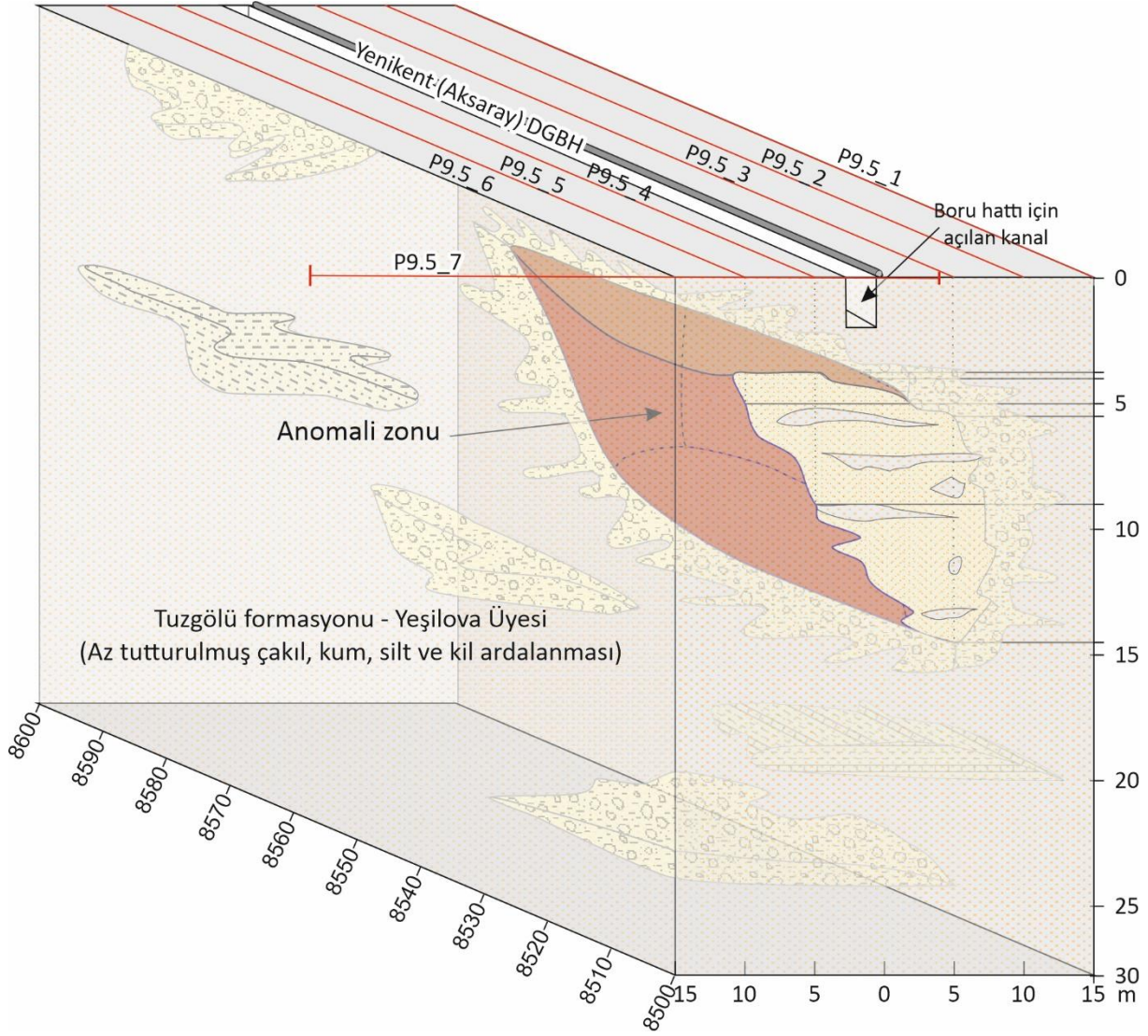


SK-3 sondajında 3.00 ve 22.00 m’lerde Standart Penetrasyon Deneyleri (SPT) yapılmış olup bu kesimlerden alınan 2 numune ile 4.00, 24.00 ve 29.00 m’lerden shelby tüpü ile örselenmemiş numuneler (UD) alınmıştır. Alınan SPT ve UD numuneleri zemin laboratuvarında su içeriği, doğal birim hacim ağırlığı, kıvamlilik limitleri, elek analizleri, birleştirilmiş zemin sınıflamaları ve kesme kutusu deneyleri yaptırılmıştır. UD-2 numunesinde yüksek su içeriği nedeniyle üç eksenli basınç ve konsolidasyon deneyleri yapılmamıştır (Tablo 19). UD-6 ve UD-7 numunelerinde ise kum ve silt miktarı fazla olduğundan kıvamlilik limitleri, üç eksenli basınç deneyi ve konsolidasyon deneyleri yapılamamıştır (Tablo 19). Deney sonuçlarına göre SPT-1 numunesi birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre siltli kum (SM), UD-2 numunesi inorganik kil, siltli kil, düşük plastisiteli kumlu kil (CL) geri kalan SPT-2, UD-6 ve UD-7 numuneleri ise plastiklik olmayan inorganik kil, sitli ve killi ince kum (ML) sınıfı içinde yer almışlardır.

**Tablo 19. SK-3 sondajından alınan SPT (Standart Penetrasyon Deneyi) ve UD (Örselenmemiş numune) laboratuvar analiz sonuçları**

Numune No	Derinlik	Su İçeriği %	Doğal Birim Hacim Ağırlığı t/m <sup>3</sup>	Atterberg Limitleri			ELEK ANALİZİ		USCS Zemin Sınıflama	Kesme Kutusu Deneyi	
				LL	PL	PI	4 Kalan(%)	200 Geçen(%)		C kg/cm <sup>2</sup>	Ø Deg.
SPT-1	3.00	19.31	-		#		17.59	20.05	SM		
UD-2	4.00	30.89	-	27.8	16.3	11.5	0.00	98.47	CL		
SPT-2	22.00	29.84	-		NP		3.75	60.24	ML		
UD-6	24.00	28.79	-		NP		16.56	69.21	ML		
UD-7	29.00	21.47	-		NP		6.94	66.17	ML		

SK-3 sondajında kesilen birimler ve birimlerden alınan numunelerin analiz sonuçlarına göre tamamen killi kumlu bir seri içinde ilerleme gerçekleşmiştir. Ancak aynı bölgeden alınan yüzey numunelerinde kalsit ve dolomit gibi karbonatlı minerallerle % 30’ları bulan CaO değerleri belirlenmiştir. Sondajda kesilen 7.00-7.50 m arasında 50 cm, 10.20-10.50 m arasında 30 cm, 14.40-15.00 m arasında 60 cm ve 19.20-19.50 m arasında toplam kalınlığı 170 cm olan dört adet boşluk bu kesimin de gözlem altında bulundurulmasını gerektirmektedir. Yüzeyden itibaren 4.00-4.50 m arasındaki seviyenin inorganik kil, siltli kil, düşük plastisiteli kumlu kil (CL) olması kohezyonu artırmıştır. Ayrıca hem Alibekeagılı üyesi içinde hem de Yeşilova üyesi içinde sıkı tutturulmuş kumtaşı ve ince konglomera ara tabakaları vardır. Benzer yapılar alttaki İncesu formasyonu içinde de gözlenmektedir. Dolayısıyla üstlerde bulunan kohezyonsuz ayırık taneli kumlu ve siltli seviyelerde bulunan malzeme aşağıdaki boşluklara hareket etmemiş ve yüzeyde obruk belirtisi oluşmamıştır. Bölgede yapılan jeolojik ve yapısal jeolojik çalışmalarda örtülü bir çok fay sistemi belirlenmiş olduğundan zemindeki boşlukların bu faylara bağlı oldukları ortaya çıkmaktadır. Bu kesimdeki boşluklar için köpük beton enjeksiyonu yapılması halinde ani çökme riski önlenebilecektir.



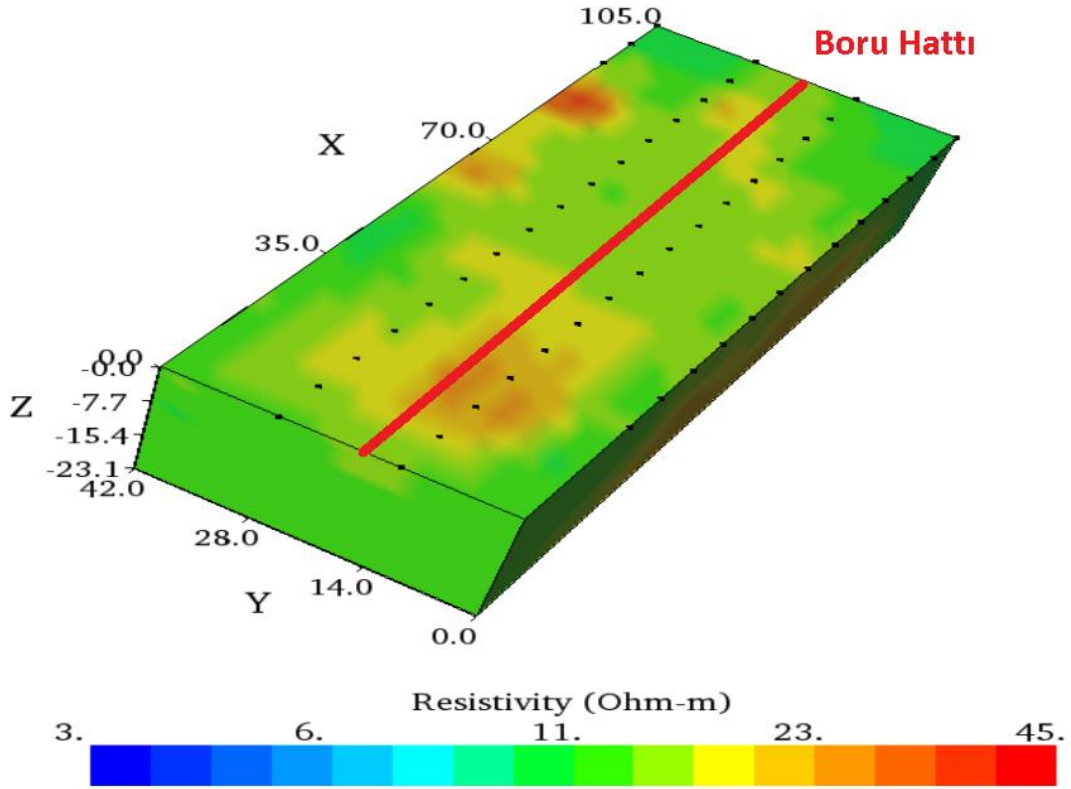
**Şekil 96.** Yenikent (Aksaray) bölgesinde 50 m uzunluğundaki P9.5\_7 (Km 8+500) GPR ölçümüne ait 3 boyutlu diyagram

#### 4.7. Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) çalışmaları

Paralel olarak alınan GPR sonuçlarından yaklaşık olarak boyutları belirlenen anomalinin fiziksel özelliklerinin detaylı olarak belirlenmesi amacı ile aynı alanda çok elektrotlu (49 elektrot) 3-boyutlu elektrik özdirenç tomografi (ERT) çalışmaları yapılmıştır. Elektrik Özdirenç Tomografi çalışmasında elektrotlar arasındaki ve elektrot dizileri arasındaki mesafe 7 m alınmış olup güzergah ortada kalacak şekilde her iki yanında güzergah boyunca ve bunların dışındaki güzergahlarda kontrol amaçlı elektrot dizilimi gerçekleştirilmiştir.

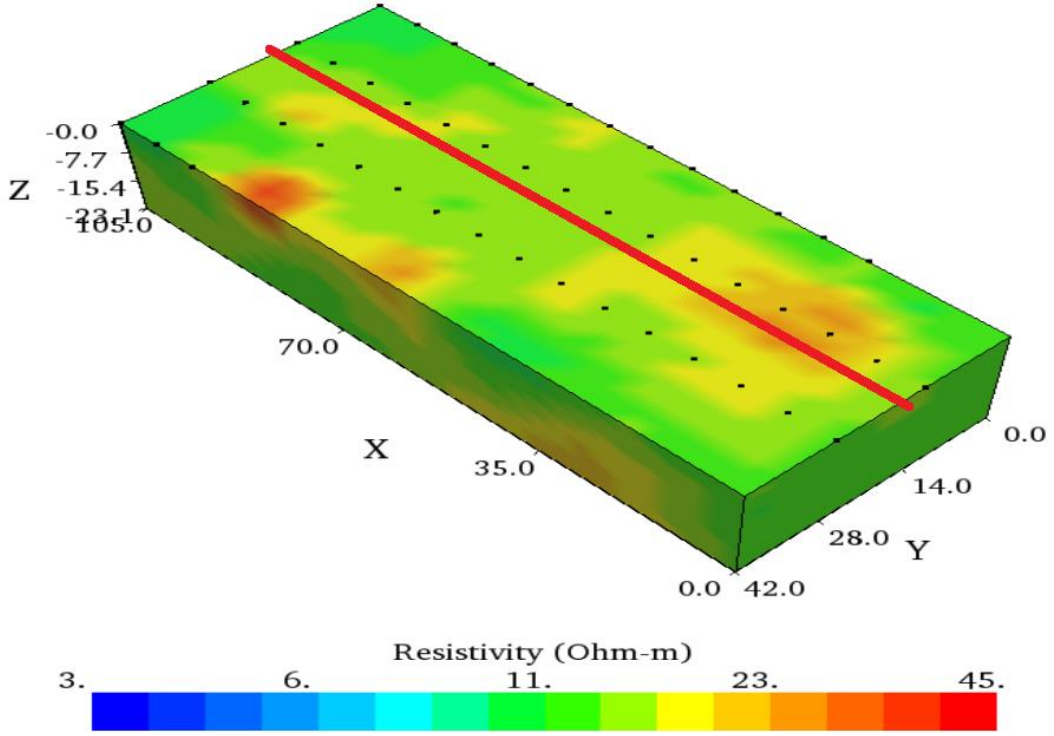


Şekil 97. Yenikent (Aksaray) bölgesi P9.5 alt profili (Km 8+500-8+600 m) arasında alınan çok elektrotlu 3-boyutlu Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) ölçüm lokasyonu



Şekil 98. Yenikent (Aksaray) bölgesi P9.5 altprofili (Km 8+500-8+600 m) arasında alınan çok elektrotlu 3-boyutlu Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) görüntüsünün güzergahtın başlangıcına göre sağdan görünümü

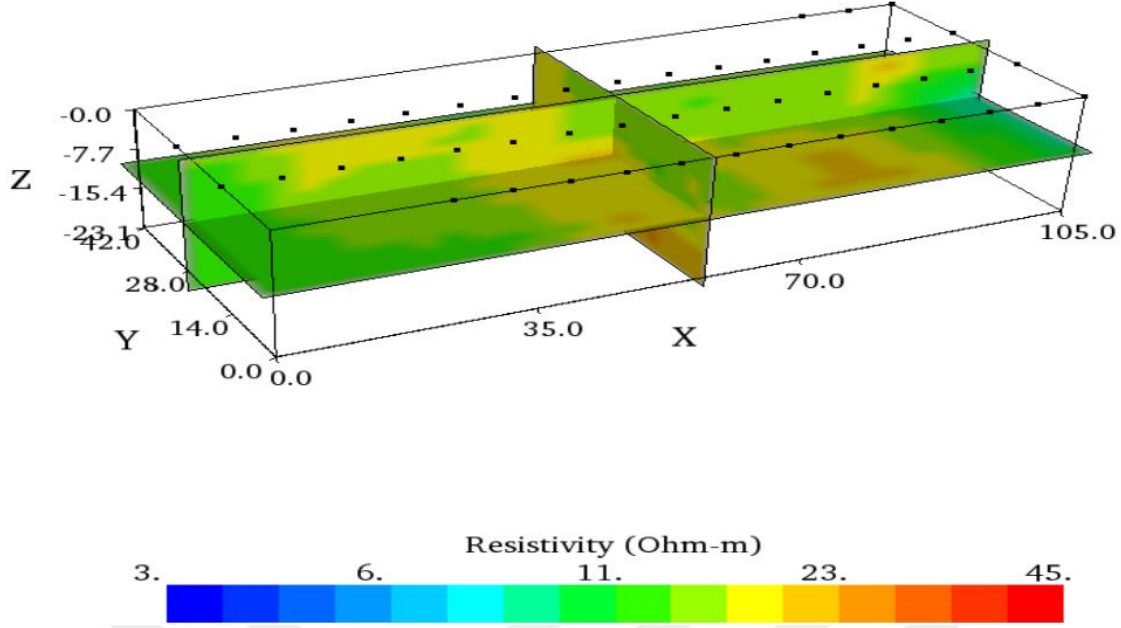
### Boru hattı



**Şekil 99.** Yenikent (Aksaray) bölgesi P9.5 altprofili (Km 8+500-8+600 m) arasında alınan çok elektrotlu 3-boyutlu Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) görüntüsünün güzergahın başlangıcına göre soldan görünümü

Yenikent (Aksaray) güzergahında P9.5 profilinde (8500-8600 m) yapılan detay çalışmalar sonucunda; GPR çalışmalarında gözlenen anomaliler Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) çalışmalarında da gözlenmiştir. Bu ölçümlerde hesaplanan özdirenç değerlerinin oldukça düşük olmasından, bu yapının tek bir boşluk şeklinde de bir yapı olmadığı ve kalınlığı değişken birden çok erime boşluklarından (gözenekli yapılardan) kaynaklandığı ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla Tuzgölü formasyonu içinde başlıca az tutturulmuş veya tutturulmamış haldeki çakıl, kum ve siltler ara seviyeler halinde bulunan çözünmüş karbonatlardan oluşan Yeşilova üyesine içinde boşluklar yüzeyde de bazı noktalarda gözlenmektedir. Yüzeyde herhangi bir obruk belirtisi görülmemesi güzergahın en üst 1-1.5 m'lik kesimindeki kohezyonlu killerin şimdilik çokmediklerini göstermektedir. Nitekim düşey yönde yapılan ERT ölçümlerinden elde edilen kesitlerde daha düşük özdirençli alanlar yani farkı büyüklükte boşluklar belirlenmiştir. Ancak bu tarz yapıların uzun periyotlarda ciddi erime boşluklarına sebep olma riskleri taşımamasından dolayı belirli periyotlarla (örneğin 3 yılda bir) incelenmesinin gerektiği düşünülmektedir.





*Şekil 100. Yenikent (Aksaray) bölgesi P9.5 altprofili (Km 8+500-8+600 m) arasında yapılan çok elektrotlu 3-boyutlu Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) üç yönde oluşturulan kesitler*

Çok elektrotlu 3 boyutlu elektrik özdirenç tomografi ile anomali noktaları 3 boyutlu olarak görüntülenebilmektedir. Bu çalışmada da 3 boyutlu görüntüler elde edilmiş ancak çözünürlük nispeten zayıf çıkmıştır. Gerek paralel profiller arasında gerekse elektrotlar arasında belirlenen 7 m'lik mesafe görüntü kalitesini kısmen etkilemiştir. İlerleyen dönemlerde yapılacak yeni çalışmalarda profillerin ve elektrotların aralarındaki mesafelerin en fazla 4-5 m olarak alınması ile bu sorun giderilebilir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sahada gerçekleştirilen jeolojik, yapısal jeolojik, mineralojik, jeokimyasal ve jeoteknik çalışmalar zaman içinde büyük değişime uğramayacağından gelecek dönemlerde de başvuru kaynağı olarak kullanılabilir niteliktedir. Bu çalışmada oldukça önemli yeri olan yer radarı (GPR) çalışmaları ile insansız hava aracı (İHA) çalışmalarında elde edilen bulgular ise doğal ve antropolojik etkenlerden dolayı çalışmaların yapıldığı tarihler için geçerlidir. Çalışmanın asıl amacı olan yüzeyde belirti veren veya örtülü obruklar ise inceleme alanının jeolojik, meteorolojik ve hidrojeolojik özellikleri, kayaçların litolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri ile birlikte yeraltı sularının hidrokimyasal özellikleri ve yeraltı suyu kullanımına bağlı olarak gelişmektedirler. Bölgede halen 6 bin yıldan beri devam eden kuraklık şartları hakimdir ve özellikle son 20 yılda tarımsal üretim için yoğun bir şekilde yeraltı suyu kullanılmaktadır. Bölgenin jeolojik, hidrojeolojik, iklim ve tarımsal yeraltı suyu kullanımına bağlı olarak obruk oluşumları bakımından oldukça dinamik bir süreç devam etmekte olup inceleme alanında ve çevresinde bu çalışma esnasında 20'den fazla obruk oluşmuştur. GPR ile elde edilen veriler güzergahın iki yanından 4 m aralıkla gerçekleştirilmiştir. Elektromanyetik ölçüm yapan GPR 100 Mhz kapalı antenle en fazla 20-25 m derinliğe kadar sağlıklı ölçüm yapabilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada GPR çalışmaları ile elde edilen anomaliler sadece güzergah boyunca ölçüm yapılan tarihler, güzergahlar boyunca 4 m genişliğinde güzergahlar ve yüzeyden itibaren 20 m'ye kadar olan derinlikler için geçerlidir.

### 5.1. Sonuçlar

Yenikent bölgesinde yapılan araştırmalarda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

#### 5.1.1. Güzergahların bulunduğu alanın jeolojik özellikleri

Yenikent (Aksaray) bölgesinde temeli Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı başlıca gölsel nitelikli kireçtaşı ve marnlarla birlikte, killi kireçtaşı, konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ve kilttaşları ile temsil edilen İnsuyu formasyonu oluşturmaktadır (Şekil 96). İnsuyu formasyonunu keserek çıkan ve uyumsuz olarak örten Pliyosen yaşlı Kılavuztepe bazaltı başlıca bazaltik lav akıntıları ile temsil edilmektedir. Kılavuztepe bazaltını uyumsuz olarak örten Pliyo-Kuvaterner yaşlı İncesu formasyonu ise gölsel kıyı ortamlarını temsil eden çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kiltaş ve yer yer karbonatlı kiltaşları ile ince-orta tabakalı kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Neojen yaşlı birimleri uyumsuz olarak örten Pleyistosen yaşlı Tuzgölü formasyonu ise birbiri ile yanal-düşey geçişli başlıca çakıl, kum, silt ve killilerle temsil edilen Yeşilova üyesi ile kum, silt ve killilerle birlikte karbonatlı kayaçlara temsil edilen Alibekeçalı üyelerinden oluşmaktadır.

Tuzgölü formasyonu ile yanal düşey geçişli olan ve güncel olarak oluşumu süren Holosen yaşlı alüvyonlar ise diğer birimlerin üzerinde uyumsuzlukla durmaktadır.

### **5.1.2. Yer Radarı (GPR) çalışması sonuçları**

Yenikent bölgesinde gerçekleştirilen yer radarı (GPR) ölçümleri sonucunda Aksaray-Konya karayolunun kuzeyinde ilk 8 km'lik bölümde ve karayolunun güneyinde son 5 km'lik bölümde anomali belirlenmemiştir. Yenikent bölgesindeki güzergahtın Aksaray-Konya karayolu ile kesişen bölümünde hem ana güzergah üzerinde hem de ara geçiş güzergahında sahada yüzey belirteçleri olmayan anomaliler tespit edilmiştir (Şekil 96, Tablo 20).

Yenikent bölgesinde belirlenen anomaliler Tuzgölü formasyonuna ait Yeşilova üyesi içinde gelişmiştir. Ana güzergah üzerinde anomali belirlenen profiller sağ güzergahta (gidiş güzergahı) P-9 ve P-11 sol güzergahta (dönüş güzergahı) ise bunların karşılıkları olan P-25 ve P-27 profilleridir. P-9 ve P-25 Profilleri aynı güzergahtın sağ ve sol profilleri olup birbirine paraleldir. Paralel profiller birlikte incelendiğinde Km: 8+100-8+600 kesimleri arasında yaklaşık 2.5-4 metre derinliklerde 8-10 metre kalınlığında ve 20-76 metre genişliğinde yer yer değişen süreksizlikler belirlenmiştir. P-11 ve P-27 Profilleri aynı güzergahtın sağ ve sol profilleri olup Km:10+000-10+800 kesimleri arasında 2-4 metre derinliklerde yaklaşık olarak 4-8 metre kalınlığında ve 27-74 metre genişliğinde değişen anomaliler belirlenmiştir (Şekil 96, Tablo 21). Ara geçiş güzergahında belirlenen anomaliler ise Yenikent (Aksaray) güzergahı Akhan Höyüğü çevresinde yay çizecek şekilde değiştirildiği için hesaplamalara dahil edilmemiştir.

GPR ölçümlerinde tespit edilen anomalilerin bazıları formasyon sınırı, birim geçişi ve litolojik değişimleri yansıtmaktadır. Farklı güzergahlarda tespit edilen bazı anomaliler ise yaklaşık aynı doğrultuda bulunmakta olup örtülü fayları yansıtmaktadır. GPR ölçüm anomalileri ve fayların kesiştiği noktalarda ise örtülü boşluklar bulunmaktadır (Şekil 97).

GPR ölçümleri 100 Mhz kapalı antenle gerçekleştirildiğinden genellikle yüzeyden itibaren ilk 25 m derinlikteki yapı görüntülenebilmekte olup bunun ilk 15-20 m'si için yüksek doğrulukta veriler alınabilmektedir.

Sadece GPR ölçümleri saha ile ilgili bir yaklaşım verirken bu verilerin ayrıntılı jeolojik, yapısal, stratigrafik-sedimentolojik, mineralojik ve jeokimyasal verilerle desteklenmesi

sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır. Konya ovası kentin batı ve doğusunda yer alan yaklaşık K-G doğrultulu normal faylardan oluşan iki fay zonu ile sınırlanmaktadır. Batı kesimindeki Konya Fay Zonu doğuya, doğu kesimindeki Divanlar ve Göçü fayları ise batıya doğru eğimlidir. Kuzeyde ise yaklaşık D-B doğrultulu ve güneye eğimli Karaömerler fayı ovayı sınırlamaktadır.

**Tablo 20. İnceleme alanında yapılan GPR ölçümleri sonucunda anomali tespit edilen profiller, anomali derinlik ve genişlikleri ile anomali sebepleri**

GÜZERGAH	Ana Profil	Alt Profil	Km Aralığı	Anomali Noktası (m)	Derinlik (m)	Genişlik (m)	Oluşum nedeni
Yenikent (Aksaray)	Sağ P9 Sol P25	P9.1/25.1	8+100-8+200	8112	3-10	20	Boşluk
				8120	2,5-8	40	Boşluk
		P9.3/P-25.3	8+300-8+400	8310	3-7	24	Boşluk
		P9.5 P25.5	8+500-8+600	8500	3-10	46	Boşluk
	Sağ P11 Sol P27	P11.1/P27.1	10+000-10+100	10016	2-16	40	Boşluk
				10764	2,5-12	48	Boşluk
		P11.7/P27_7	10+700-10+800	10772	3-8	43	Boşluk
				10784	3-6	27	Boşluk
	P24	P24-5	23+400-23+500	24450	0-10	13	Fay - Sınır
	P26	P26-8	25+700-25+800	25710	2-5	18	Boşluk - Fay

### 5.1.3. Uzaktan algılama (İHA) çalışması sonuçları

Obrukların yüzey belirteçlerinin ortaya konulması için saha çalışmalarına ek olarak topografik haritalar, Google Earth ve hava fotoğrafları incelenmiştir. Yüzeyde obruk geometrisine sahip yapılar tespit edilmemiş olup daha hassas ölçümler için İnsansız Hava Aracı (İHA) ölçümleri yapılmıştır. Yenikent bölgesi İHA ölçümleri sonucunda güzergâhlarının dikey yönde sağda ve solda yaklaşık 150 m'lik bölgede obruk belirtileri incelenmiş ve yüzeyde obruk belirtisi verebilecek herhangi bir yapıya rastlanmamıştır.

### 5.1.4. Araştırma sondajı çalışma sonuçları

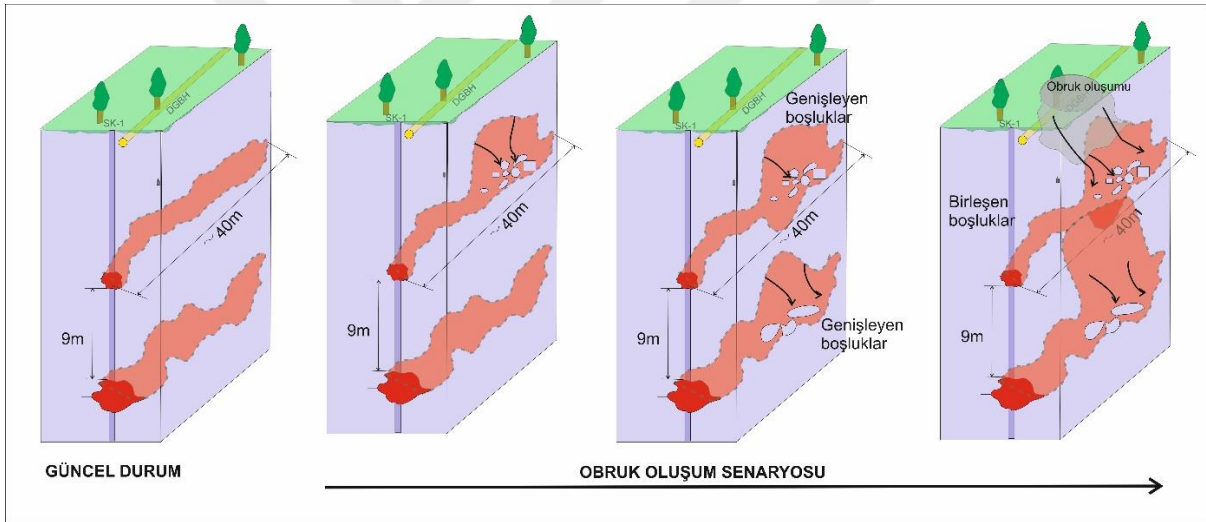
SK-3 sondajında yüzeyden itibaren 7.00-7.50 m arasında 50 cm, 10.20-10.50 m arasında 30 cm, 14.40-15.00 m arasında 60 cm ve 19.20-19.50 m arasında toplam kalınlığı 170 cm olan dört adet boşluk geçilmiştir (Şekil 96)

### 5.1.5. Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) çalışmaları sonuçları

ERT ölçümlerinde de GPR ölçümlerine benzer olarak hem sağdan hem de soldan bakışa göre güzergahın başından itibaren 3 m içeriden yaklaşık 30-36 m uzunluğunda ve yaklaşık 16 m genişliğinde yüksek dirençli anomali zonu tespit edilmiştir (Şekil 97-99).

## 5.2. Öneriler

Yenikent (Aksaray) bölgesinde 7 anomali tespit edilmiştir. İki anomali noktasında yapılan ölçüm güzzerhanına paralel ilave GPR ölçümlerinde daha önce ölçülen anomali boyutlarından daha küçük boyutlu anomali zonlarının ölçülmesi, yağışlı mevsimde yapılan ölçümlerde su muhtevasına bağlı olarak iletkenliğin arttığı ve yansıma değeri yükseldiği için anomali zonuna komşu gevşek tutturulmuş gözenekli yapı içindeki su içeriğinin anomali boyutunu etkilediği ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla ilerleyen dönemlerde gerçekleştirilecek GPR ölçümlerinin yüzeye yakın zeminlerde su muhtevasının azaldığı yaz mevsimi veya yağışsız sonbahar dönemlerinde yapılması tavsiye olunur. Yüzeyde gerçekleştirilen jeolojik, mineralojik-petrografik, jeokimyasal araştırmaların diğer anomali noktalarıyla birlikte değerlendirildiğinde Yenikent (Aksaray) bölgesinde tespit edilen anomaliler genellikle boşlukları göstermektedir. Bu boşlukların zaman içinde büyüyerek birleşmeleri halinde obruk oluşturma riski vardır.



Şekil 101. Sondajda geçilen boşluklara göre muhtemel obruk oluşum senaryosu.

Buna göre bu anomali noktalarında boşluk boyutları belirlenerek uygun boşluklarda hacmi 5 kata genişletilmiş **köpük beton enjeksiyonu** yapılması uygun olacaktır. Konya Kapalı havza tabanında dinamik süreçler (Kurak iklim, yüksek derecede su kullanımı, yeraltı su hareketliliği, aktif tektonizma ve çözünme potansiyeli yüksek kayalar ve insani faaliyetler) devam ettiği göz önünde tutulursa enjeksiyon yapılan alanların 5 yıllık periyotlar ile ölçülmesi ve izlenmesi önerilir.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Agalede, H., 1954, Tuz Gölü'nün batı ve güneybatı kenarlarının jeolojik etüdü, MTA Rap. No: 2371 (yayımlanmamış), Ankara.
- Akarsu, İ., 1971. II. Bölge AR/TPO/747 nolu sahanın terk raporu: Petrol İşl. Gn. Md. (Yayımlanmamış).
- Alan, İ., Şahin, Ş., Keskin, H., Altun, İ., Bakırhan, B., Balcı, V., Böke, N., Saçlı, L., Pehlivan, Ş., Kop, A., Hanilçı, N. ve Çelik, Ö.F. 2007. Orta Toroslar'ın Jeodinamik Evrimi, Ereğli (Konya)-Ulukışla (Niğde)-Karsantı (Adana)-Namrun (İçel) yöresi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11006, Ankara (yayımlanmamış).
- Alfatlawi ve Delikan, 2017, Konya Bölgesindeki Kuvaterner yaşlı Kalışlerin Sedimantolojik ve Jeokimyasal özellikleri, S:Ü. BAP Koordinatörlüğü 103 s Konya
- Annan, A.P., 2000, Ground penetrating radar workshop notes. Sensors and Software Inc., Canada.
- Arık F., 2018. Obruklar, Orta Anadolu'da Obruk Oluşumları ve Çözüm Önerileri, Maden ve İnsan Dergisi.
- Arıkan, Y., 1975, Tuzgölü havzasının jeolojisi ve petrol imkânları, MTA Dergisi, 85, 17-38, Ankara.
- Aslan, F., 1977, Niğde ili Aksaray ilçesi ile Nevşehir ili Ürgüp ilçesinde yapılan kazı çalışmaları ve omurgalı fosil yatakları hakkında ön rapor, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Derleme Rap. No: 106 (yayımlanmamış). Ankara.
- ASTM (American Society For Testing and Materials), 1994, Annual Book of ASTM Standards-Section 4, Construction, V.04.09, Soil and Rock; Building Stones. ASTM Publ. 978 p.
- Atabey, E., 1989, 1:100 000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Aksaray-H 17 paftası, MTA, Ankara.
- Balanis C.A. 1997, Antenna Theory: Analysis and Design, 2nd Editon. Newyork, Wiley; 959 pp.
- Bayarı, S., Pekkan, E. Ve Özyurt, N. N.,2008, Obruks, as giand collapse dolines caused by hypogenic karstification in the central Anatolia, Turkey: analysis of likely formation processes. Hydro geology Journal.
- Beckman, P. H., 1966, Hasandağı-Melendizdağı bölgesinde Pliyosen ve Kuvaterner volkanizma faaliyetleri, MTA Der., 66, 88- 103.
- Beker, K., 2002. İnsuyu Kireçtaşları (Karapınar/Konya) Ostrakod Topluluğunun Biyostratigrafik ve Kronostratigrafik İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yüksek Mühendislik Tezi, 93s. (yayımlanmamış).
- Besang, C., Eckhardt, F. J., Harre, W., Kreuzer, H. ve Müller, P. 1977. Radiometrische Altersbestimmungen an Neogenen eruptivgesteinen der Turkei. Geological Jahrbuch, B25, 3-36.
- Birgili Ş., Yoldaş, R. ve Ünalın, G. 1975. Çankırı-Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor No: No: 5621 (yayımlanmamış), Ankara.
- Biricik, S. A., 1992, Obruk Platosu ve Çevresinin Jeomorfolojisi, Marmara Üniv., yayın no.531, İstanbul.
- Blumenthal, M. M. 1956. Karaman-Konya havzası güneybatısında Toros kenar silsileleri ve şist-radyolarit formasyonu stratigrafisi meselesi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 48,

1-36.

- Blumenthal, M. M. 1956, Yüksek Bolkar Dağları'nın kuzey kenar bölgesinin ve batı uzantılarının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama yayılımı, seri D, 7, 151 s, Ankara.
- Brunn, J. H., Argyriadis, L., Marcoux, J., Poisson, A. ve Ricou, L. E. 1973. Antalya ofiyolit naplarının orijini lehine ve aleyhine kanıtlar. Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kong. Tebliğleri, 58-69, Ankara.
- Brunn, J. H., Dumont, J. F., Grasciansky, P.ch., Gutnic, M., Juteau, T., Marcoux, J., Monod, O. ve Poisson, A. 1971. Outline of the Geology of the Westem Taurides: In A.S. Campbell, ed. Geology and History of Turkey. Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli, 225-255.
- Buchardt, W. S., 1954, Orta Anadolu' da 1/100 000 ölçekli jeolojik harita çalışmaları hakkında rapor, MTA Rap. No:2675 (yayımlanmamış), Ankara.
- Canik, B., 1997, Konya Dolaylarında Suların Oluşturduğu Doğal Anıtlar ve Bunların Korunması, 20.Yıl. Jeoloji Sempozyumu Bildiriler, 159- 166, Konya.
- Canik, B. ,Ve Çörekçioğlu, İ., 1986, The formation of sinkholes (obruk) between Karapınar and Kızören-Konya. Proc. of Symposium.
- Çalapkulu, F. 1978. Bolcardağı bölgesinin jeolojik evrimi. Türkiye Jeoloji Kurumu, 32. Bilimsel ve Teknik Kurulu Bildiri Özleri, 7-8, Ankara.
- Çemen, İ., Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., 1999. Structural evolution of the Tuzgölü basin in Central Anatolia. Turkey, Journal of Geology, 107 (58T658T), 693-706.
- Çörekçioğlu, İ.,1994, Konya Karapınar-Kızören Arasındaki Obrukların Oluşumu ile İlgili Hidrojeolojik Etüd raporu, DSİ 4. Bölge Müdürlüğü, Konya.
- Davis, J.L. ve Annan, A.P., 1989, Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. Geophysical Prospecting, 37, 531-551.
- Demirci, B.B., 2012, Yer Radarı (GPR) Jeofizik Yöntemi Ve Kullanıldığı Alanlar, Mta Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 2012, 14, 56-64.
- Dhont, D., Chorowicz, J., Yürür, T. 1999. The Bolkar Mountains (Central Taurides, Turkey): a Neogene extensional thennal uplift. Türkiye Jeoloji Bülteni, 42 (2), 69-87.
- Dilek, Y., Whitney, O. L. ve Tekeli, O. 1999. Links Between Tectonic Processes and Landscape Morphology in an Alpine Collision Zone, Sout-Central Turkey. Z. Geomorph. N . E., 118, 147-164.
- Diken, A., Arık, F., Öztürk, A. and Bozkır Özen, Y., 2010, Earth Pillars in the Celil Neighborhood of the Kuşça Town (Cihanbeyli – KONYA), 1st International Geo-conservation Symposium and Southeastern Europe Countries ProGeo Group Meeting, Fırat Univ., 15-19 September, 2010, Elazığ, Turkey, Abstracts, 18-19.
- Dirik, K. ve Erol, O., 2003. Tectonomorphologic evolution of Tuzgölü and surrounding area, central Anatolia-Turkey. Turkish Association of Petroleum Geologists Special Publication, 5, 27-46.
- Dirik, K. ve Göncüoğlu, M.C., 1996. Neotectonic characteristics of central Anatolia. International Geology Review, 38, 807-817.
- Dirik, K., 2001. Neotectonic evolution of the northwestward arched segment of the Central Anatolian Fault Zone, central Anatolia, Turkey. Geodinamica Acta, 14, 147-158.
- Dirik, K., Akıl, B., Özsayın, E., 2005. Eskişehir-Sultanhanı Fay Sistemi'nin Sivrihisar-Cihanbeyli Kesimi'nin Özellikleri, Orta Anadolu-Türkiye. Eskişehir Fay Zonu ve İlişkili Sistemlerin Depremselliği Çalıştayı 28-30 Nisan 2005, Eskişehir, Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı, 9-10.
- Dönmez, M. ve Akçay, A. E., 2005a, 1/100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, No: 50,

- Aksaray L30 paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 11s.
- Dönmez, M. ve Akçay, A. E., 2005b, 1/100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, No: 51, Aksaray L31 paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 9s.
- Ercan, T., Tokel, S., Can, B., Fişekçi, A., Fujitani, T., Notsu, K., Selvi Y., Ölmez, M., Matsuda, J. I., Ui, T., Yıldırım, T. ve Akbaşı, A. 1990. Hasandağı-Karacadağ (Orta Anadolu) dolaylarındaki Senozoyik yaşlı volkanizmanın kökeni ve evrimi. Jeomorfoloji Dergisi, 18, 39-54, Ankara.
- Eren, Y., 1993, Eldeş – Derbent – Tepeköy - Söğütözü (Konya) arasının jeolojisi; Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, 224 s.
- Erik, D. ve Koşaroğlu, S., 2017. Evaporitik Sahalardaki Karstik Boşlukların, Yer Radarı (Gpr) Yönetimi İle Tespiti, Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu 2017.
- Erol, O., 1969, Tuzgölü havzasının jeolojisi ve jeomorfolojisi, MTA Rap. No:4220 (yayımlanmamış), Ankara.
- Erol, O., 1991, The Relationship Between the Development of the Konya- Karapınar Obruks and the Pleistocene Tuz Gölü and Pluvial Lakes, Türkiye Deniz Bilim. Ve Coğr. Enst. Bült., 7., 5-49, İstanbul.
- Ferrara, J., 2020 Surprise Sinkhole, <https://scienceworld.scholastic.com/issues/2019-20/031620/surprise-sinkhole.html>, Illustrated by Kate Francis, Erişim Tarihi, 3 Nisan 2020
- Ford, D., and Williams, P., 2007, Karst Hydrogeology and Geomorphology, 2nd Edition, John Wiley & Sons Ltd., 562 p.
- Galloway, D., Jones, D. R. and Ingebritsen, S. E., 1999, Sinkholes, West-Central Florida A link between surface water and ground water, In Land Subsidence in the United States, U.S. Geological Survey Circular 1182, 121-140. (<https://pubs.usgs.gov/circ/circ1182/>)
- Gill, M. A., Çuhadar, G., Ozaş, Y., Aklan, H. ve Efosmar, T. 1984. Bolkar Dagı-Belemedik yoresinin jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Arama Grubu Dokümantasyon Merkezi, 1972, 159 s, Ankara.
- Göçmez, G., Eren, Y., Aydın, Y., Söğüt, A.R., 2001, Karapınar Kuzeyinde Yeni Oluşan Obruk, Karapınar Sempozyumu, Konya.
- Göger, E. ve Kırıl, K. 1973. Kızılören dolayının (Konya batısı) genel stratigrafisi. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor No: 5204 (yayımlanmamış).
- Göncüoğlu, M. C., Dirik, K., Erler, A., Yalınız, K., Özgül, L., Çemen, İ. 1996. Tuzgölü havzası batı kısmının temel jeolojik sorunları. TPAO Rapor No: 3753 (Yayımlanmamış).
- Görür, N., 1981. Tuzgölü-Haymana havzasının stratigrafik analizi. İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu, T.J.K. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiriler Kitabı, 60-65.
- Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, İ., Şengör, A.M.C., 1984. Paleotectonic evolution of the Tuzgölü basin complex, Central Turkey Sedimentary Record of a Neo-Tethyan closure, The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Geology Society Special Publication, 17, In J.E. Dixon and A.H.F. Robertson (eds.) Oxford, 467-482.
- Graciansky, P.ch. de. 1968. Teke Yarımadası (Likya) Toroslarının üst üste gelmiş ünitelerinin stratigrafisi ve Dinaro-Toroslar'daki yeri. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, 71, 73-93,
- Graciansky, P.ch.de. 1972. Recherches géologiques dans le Taurus Lycien: These, University of Paris-Sud, orsay, 731p.
- Gündoğan, İ. ve Helvacı, C., 1996. Geology, hydrochemistry, mineralogy and economic potential of the Bolluk Lake (Cihanbeyli-Konya) and the adjacent area. Turkish Journal



- of Earth Sciences, 5, 91-104.
- Hakyemez, H. Y., Elibol, E, Umut, M., Bakırhan, B., Kara, İ., Dağıstan, H., Metin, T. ve Erdoğan, N. 1992. Konya-Çumra-Akören dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Derleme Rapor No:9449, Ankara.
- <http://www.aksaray.gov.tr/cografi>, 2020
- <https://tr.climate-data.org/asya/turkiye/aksaray/247>,
- <https://tr.wikipedia.org/>, 2020
- <https://www.geographynotes.com/topography/karst-topography/karst-topography-meaning-distribution-and-landforms-geography/2530>
- <https://www.mgm.gov.tr>, 2019
- <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/xrd>, 2020
- <https://www.radartutorial.eu/>
- Hüseyinca, M.Y., 2005. Ilgın (Konya) Kuzeyinin Stratigrafisi ve yapısal özellikleri S.Ü Fen Bilimleri Enst Y. Lisans Tezi 97 s Konya Yayınlanmamış
- Jennings, J. N., 1985, Karst geomorphology, Kateprint Co. Ltd, Oxford, 293 pp
- Kadıoğlu Y.K. ve Kadıoğlu S., 2004, Yer radarı yöntemi ile bir mermer sahasındaki kırık ve boşlukların belirlenmesi ve derinlik dilimleri üzerinde haritalanması". 16. Jeofizik Kongresi ve Sergisi, Extended Abstract Kitapçığı, 359-362, Ankara.
- Kadıoğlu, S., Demirci, B.B. 2012, Yapı Denetim Sektöründe Yer Radarı Yöntemi, Jeofizik Bülteni, 31-40.
- Karaman, E., 1983, Konya-Altınekin çevresinin jeolojisi ve tektonik gelişimi. Doktora Tezi. S.Ü. MTA. Jeol. Arş. Rap. No:222
- Keller, J., Dieter, J., Burgath, K. ve Wolf, F. 1977. Geologie und Petrologie des Neogenen kalkalkali-vulkanismus von Konya. Geologisches Jahrbuch, Reihe B, Heft 25, p.37- 117.
- Kesemen, O. 2007, Yer Radarı (GPR) Verilerinin İşlenmesinde Yeni Yaklaşımlar. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kim, J.H., Cho, S.J. and Yi, M.J., 2007, Removal of ringing noise in GPR data by signal processing, Geosciences Journal, 11, 1, 75 – 81.
- Koçyiğit, A. 1972. Üçbaşı-Sarıkaya (Karaman) çevresinin jeolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi (yayımlanmamış).
- Koçyiğit, A. 1976. Karaman-Ermenek (Konya) Bölgesi'nde oyalıtlı melanj ve diğer oluşuklar. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, e. 19, 103-116, Ankara.
- Konak, N., Hepşen, N., Öztürk., E. M., Öztürk, Z., Çakmakçıoğlu, A., Göktepe, F., Sarıkaya, H., Annağan, F., Çatal, E. ve Serdaroğlu, M. 1987. Menderes masifi G-GD'sundaki Mesozoyik istiflerinin karşılaştırmalı stratigrafileri ve konumları. Türkiye Jeoloji Bülteni, 1997, Bildiri özleri, 5.
- Koşaroğlu, S., Taştan, E. Bilim, F., 2016, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Binasının Yer Radarı (GPR) Yöntemi ile Hasarsız İncelenmesi, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi BEU Journal of Science, 5(1), 77-85.
- Lahn, E., 1940, Niğde vilayetinin Aksaray kazasında yapılan maden araştırmalarına dair rapor, MTA Rap. No: 1207 (yayımlanmamış), Ankara.
- Leventoğlu, H., 1994. Neotectonic Characteristics of the Central Part of the Tuzgölü Fault Zone Around Mezgit (Aksaray). ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yüksek Lisans Tezi, 58T8658T s.
- MTA, 1961a, Türkiye 1/500.000 ölçekli jeolojik haritaları serisi, Kayseri paftası (Ed: C. Erentöz ve İ. Ketin)

- MTA, 1962, Türkiye 1/500.000 ölçekli jeolojik haritaları serisi, Adana paftası (Ed: C. Erentöz ve Z. Ternek)
- MTA, 1963a, Türkiye 1/500.000 ölçekli jeolojik haritaları serisi, Konya paftası (Ed: H. N. Pamir ve C. Erentöz)
- MTA, 1963b, Türkiye 1/500.000 ölçekli jeolojik haritaları serisi, Ankara paftası (Ed: H. N. Pamir ve C. Erentöz)
- Nazik, L., 2004, The karst region of Turkey (According to the Morphogenesis and Morphometric Properties), Proceeding of int. Symp. On Earth System Sciences, 77-82.
- Nazik, L., 2018,, Yeraltı Karanlıklar Dünyasının Gizemli Oluşumları: Mağaralar; Mavi Gezegen, TMMOB Jeoloji Müh. Odası, Popüler Yerbilimleri Derg., 2018, 24, 20-36
- Oktaç, F. Y., 1981, Orta Anadolu masifi tortul örtüsünün Kaman-Kırşehir yöresinin stratigrafisi ve jeolojik evrimi, İç Anadolu'nun jeolojisi sempozyumu, TJK 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Orhan, O., Yakar, M., Kırtıoğlu, O. S. "A Web Based Service Application for Visual Sinkhole Inventory Information System; Case Study of Konya Closed Basin" Selcuk University Journal of Engineering, Science and Technology, 5 (1), 72-82. 2017.
- Özcan, A. , Göncüoğlu, M.C. , Turan, N. , Uysal, Ş. , Şentürk, K. , ve Işık, A. , 1988, Late Paleozoic Evolution of the Kütahya - Bolkaradağ Belt, METU Journal of Pure and Appl. Sci. 21, 1/3, 211- 220.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M. C. , Turhan N., Şentürk, K., Uysal., Ş. ve Işık., A. 1990. Konya-Kadınhanı-İlgın dolayının temel jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No:9535 (yayımlanmamış). 139 s.
- Özgül, N., 1976, Toroslann bazı temel jeolojik özellikleri: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19,65-78
- Özkul, M. ve Türkmen, İ., 2000. Aktif tektonik rejimde alüvyal yelpaze ve menderesli nehir çökellerinin gelişimi: Peçenek havzası (Pliyosen), İç Anadolu. Haymana-Tuzgölü-Ulukışla Basenlerinin Uygulamalı Çalışması. Bildiri Özleri, 20, Aksaray.
- Özsayın, E., 2007, İnönü-Eskişehir Fay Sistemi'nin Yeniceoba-Cihanbeyli (Konya-Türkiye) Arasındaki Bölümünün Neojen-Kuvaterner Yapısal Evrimi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 119 s.
- Öztürk, A. Ve Baykal, A.i 2012. Güzergahıp-Çayırbağı (Meram-Konya) Bölgesinde Yüzeyleyen Ofiyolitik Kayaçlarda Jeofizik Yöntemlerle Ağır Ve Kıymetli Metal Aranması, S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg., C.27, S.4, 2012
- Öztürk, A., Özen, Y., Arık, F., Delikan, A. and Horasan, B.Y., 2017, A New Geotourism Region: Kuşca Celil Boğazi Earth Pillars (Cihanbeyli-Konya), International Congress On Cultural Heritage and Tourism (ICCHT- 2017), 19-21May 2017, Konya/Turkey, Abstracts, 953.
- Pampal, S. 1986, Çimenkuyu -Güçler (Karaman) yöresinin Jeolojisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 1, 129-150, Ankara.
- Pampal, S. 1987. Ayrancı havzasında metamorfik Bolkar grubu ve Tersiyer oluşukları, Gazi Üniversitesi Muhendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2 (2), 99-117, Ankara.
- Pampal, S. 1988. Burhaniye-Karaburun (Ereğli-Konya) çevresinin stratigrafisi, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 3 (1-2), 1 15-134, Ankara.
- Pampal, S. 1989. Erdemli (Mersin)-Ereğli (Konya)-Karaman arasında kalan Toroslar'ın jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Mi.idurli.igil Raper No : 9113, 121 s., Ankara.
- Pampal, S. ve Meric;, E. 1990. Ereğli (Kanya) güneybatısındaki Tersiyer yaşlı tortulların

- stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 33 (2), 39-46, Ankara.
- Pasquare, G., 1968, Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia. Atti Della Accad. Nazio. Dei. Lincei, Memorie, Ser, 8, 9/3, 55-204.
- Pekkan, E., 2004, Konya Kapalı Havzasında Karstik Çöküntü Yapıları Olan Obrukların Oluşumunu etkileyen Hidrojeokimyasal Süreçlerin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi ,82s.
- Rigo de Righi, M. ve Cortesini, A., 1959, Regional Studies Central Anatolia Basin, Progress Report I, Turkish Golf Oil Comp. Petrol İşleri Gen. Müd. (yayımlanmamış), Ankara.
- Sandmeier, K.J. 2002. Reflexw 6.0, Manual, Sandmeier Software, Zipser Strabe 1, D-76227 Karlsruhe, Germany.
- Sheriff, R.E. (2002). Encyclopedic Dictionary of Applied Geophysics, 4th Edition, Geophysical References, Vol.13, Society of Exploration Geophysicists", 442 p.
- Sür, A., 1994, Karstik Yerşekilleri ve Türkiye'den Örnekler, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, :3, s. 1-28, Ankara.
- Şafak, D. 1999. Karaman civarında yüzeyleyen Eosen istifinin mikropaleontolojik (Planktik foraminifer-ostrakod) incelemesi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 121, 1-6, Ankara.
- Şafak, D. 1997. Karaman yöresi Dst-Miyosen-Pliyosen istifinin ostrakod faunası ve ortamsal yorumu. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 119, 89- 102, Ankara.
- Şenel, M. 1997. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Fethiye-M8 paftası. No:4, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tchihatcheff, P. de. 1869. Asie Mineure Geologie. I-III, Paris.
- Tokel, S., Ercan, T., Akbaşlı, A., Yıldırım, T., Fişekçi, A., Selvi, Y., Ölmez, M., ve ve Can, B., 1988. Neogenetholitic province of Central anatolia. İmplicatin for magma genesis and post-collision lithospheric dynamics: Middle East Technical Unversity Journal of Pure and Aplied Sciences, v. 21, n. 1-3, 461-477. Ankara.
- Törk, K., Erduran, B., Yılmaz, N.P., Sülükçü, S., Güner, İ.N., Ateş, Ş., Mutlu, G., Keleş, S., Çınar, A., Demirbaş, Ş., Özerk, O.C., Bulut, A., Sertel, N., Yeleser, L., Avcı, K., Ayva, A., Toksoy, A.T., 2013. Konya Havzası'nda Karstik Çöküntü Alanlarının Belirlenmesi ve Tehlike Değerlendirmesi. MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Rapor No.11250, Ankara, 334s.
- Törk, K., Yılmaz, N.P., Sülükçü, S., Keleş, S., Köklü, Ş., Yeleser, L., S., Aykaç, Özerk, Z.R., Acar, C., Savaş, F., Çakır, K., Avcı, K., 2019, Konya Ovası Projesi (KOP) bölgesinde (Konya, Karaman, Aksaray, Niğde) karstik çöküntü alanlarının belirlenmesi ve tehlike değerlendirme projesi (Final Raporu), MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 263 s., Ankara.
- Tromp, S. W., 1942, Niğde – İncesu- Tuzgölü arasında jeolojik etüt, MTA Rap. No: 1456 (yayımlanmamış), Ankara.
- Tunoğlu, C., Temel, A., Gençoğlu, H., 1995. Pliocene ostracoda association and environmental characteristics of Sivrihisar (Eskişehir)-Central Anatolia; 12PndP. Inter. Ostracoda Symp., ostracoda and Biostratigraphy (Ed. Riha, J.) Belkama/Rotterdam, 265-275.
- Turgut, S., 1978, Tuzgölü havzasının stratigrafik ve çökelsel gelişimi, Türkiye 4. Petrol Kongresi, 115-126, Ankara.
- Uğurtaş, G., 1975, Tuzgölü havzasının bir bölümünün jeofizik yorumu, MTA Der. 85, 38-45, Ankara.
- Ulu, Ü., 2009a, 1/100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, No:125, Karaman M 30 paftası.

- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 31s.
- Ulu, Ü., 2009b, 1/100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, No:126, Karaman M 31 paftası., Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 17s.
- Ulu, Ü., Bulduk, A. K., Ekmekçi, E., Karakaş, M., Öcal, H., Arbas, A., Saçlı, L., Taşkıran, M. A., Adır, M., Sözeri, Ş. ve Karabıykoğlu, M., 1994a, İnlise-Akkise ve Cihanbeyli-Karapınar alanının jeolojisi, MTA Der. Rap. No:9720 (yayımlanmamış), Ankara. 219 s.
- Ulu, Ü., Ocal, H., Bulduk, A.K., Karakaş, M., Arbas, A., Saçlı, L, Taşkıran, A., Ekmekçi, E., Adır, M., Sözeri, Ş., Karabıykoğlu, M. 1994b. Cihanbeyli- Karapınar yöresi geç Senozoyik çökeltme sistemi: Tektonik ve iklimsel önemi. TJK Bülteni, 9, 149-163.
- Umut, M., 2009a, 1:100 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No: 121 Ilgın-L28 Paftası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 13s.
- Umut, M., 2009b, 1:100 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No: 122 Ilgın-L29 Paftası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 17s.
- Umut, M., Bilgin, A. Z., Güner, E., Gedik, İ. ve Acarlar, M. 1990. Kadınhanı Sarayönü- Sülüklü (Konya) dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Derleme Rapor No: 9030 (yayımlanmamış), Ankara.
- Umut, M., Karabıykoğlu, M., Saraç, G., Bulut, V., Demirci, A. R., Erkan, M., Kurt, Z., Metin, S. ve Özgönül, E. 1987. Tuzlukçu-Ilgın-Doğanbey (Konya ili) ve dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No:8246 (yayımlanmamış).
- Uygun, A ve Şen, E., 1978, Tuzgölü suyunun jeokimyası, TJK Bült., cilt 21. S.2 s.1 13- 120, Ankara.
- Uygun, A, Yaşar, M., Çelik, E., Baş, H., Kayakıran, S., Erkan, M.C., Aygün, M., Ayak, F., Bilgiç, T., 1982, Tuzgölü havzası projesi jeoloji raporu (Cilt 2), Maden Tetkik ve Arama Rapor No:7188 (yayımlanmamış), Ankara.
- Uygun, A., 1981. Tuzgölü havzasının jeolojisi, evaporit oluşumları ve hidrokarbon olanakları. TJK İç Anadolu'nun Jeolojisi Simpozyumu, Ankara, 66-71.
- Uygun, A., Yaşar, M., Çelik, E., Kayakıran, S., Erkan, C., Aygün, M., Ayak, F., Baş, H., ve Bilgiç, T., 1982. Tuzgölü Havzası Projesi. MTA. Der. Rap. No: 1200, Ankara (yayımlanmamış).
- Üstündağ, A., 1987, Sızma-Kurşunlu-Meydan-Bağrıkkurt Köyleri Arasında Karadağ Çevresinin Jeolojisi; S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 65 s., (Yayımlanmamış)
- Van der Kruk, J., Slob, E.C., and Fokkema, J.T., 1998, Background of Ground penetrating radar measurements. *Geologie en Mijnbouw*, 77, 177-188.
- Waltham, T., Bell, F. and Culshaw, M., 2005, Sinkholes and Subsidence, Karst and Cavernous Rocks in Engineering and Construction, Springer, 382p.
- www.geographynotes.com, 2020
- Yaşar, M., Çelik, E., Baş, H., Kayakıran, S., Erkan, M. C., Aygün, M., Ayak, F., Bilgiç, T., 1982, Tuzgölü havzası projesi jeoloji raporu (Cilt 2), MTA Rap. No:7188 (yayımlanmamış), Ankara.