

**CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

76980

**SAVCUN VE KARACAÖREN (ULAŞ-SİVAS) YÖRELERİNDE SİVAS  
TERSİYER HAVZASININ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ, TEKTONİK  
DEFORMASYON BİÇİMİ VE SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEM  
YÖNTEMLERİYLE İNCELENMESİ**

**KAAN ŞEVKİ KAVAK**

***DOKTORA TEZİ***

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**1998**

**T.C.  
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
SİVAS**

**SAVCUN VE KARACAÖREN (ULAŞ-SİVAS) YÖRELERİNDE SİVAS  
TERSİYER HAVZASININ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ, TEKTONİK  
DEFORMASYON BİÇİMİ VE SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEM  
YÖNTEMLERİYLE İNCELENMESİ**

76980

**KAAN ŞEVKİ KAVAK**

***DOKTORA TEZİ***

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Selim İNAN

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Prof.Dr.

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,**

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

**Başkan:** Prof.Dr. Ali ÖZTÜRK

*a. Öztürk*

**Üye:** Prof.Dr. Ergun GÖKTEN

*E. Gökten*

**Üye:** Prof.Dr. Selim İNAN

*S. İnan*

**ONAY**

Yukarıda imzalı, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

/ / 1998

**Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü**

Prof.Dr. Necati CELİK

*N. Çelik*

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosunun 05.01.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 30.12.1993 tarihinde Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nce hazırlanan ve yayınlanan "Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu" adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

*These réalisée dans le cadre des accords de coopération interuniversitaires entre : l'Université Cumhuriyet, Département des Sciences de la Terre a Sivas (Turquie) et l'Université Paris-Sud, Département des Sciences de la Terre, Unité CNRS de Géophysique et Géodynamique Interne a Orsay (France).*

*Ce travail a été soutenu dans le cadre des accords de coopération scientifique entre le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) France et TÜBİTAK (The Scientific and Research Council of Turkey) Turquie.*

*Les stages d'étude en France ont été financés par des bourses accordées par le Ministère des Affaires Etrangères (France), par l'intermédiaire de l'Ambassade de France en Turquie (Service des Affaires Culturelles et de Coopération Scientifique et Technique).*

Bu tez çalışması üniversitelerarası işbirliği çerçevesinde Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü (Türkiye) ile Fransız Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi' ne (CNRS) bağlı olarak çalışan Paris-Orsay' daki Güney-Paris Üniversitesi, Jeofizik ve Jeodinamik Laboratuvarı (Fransa) arasında yürütülmüştür.

Ayrıca bu çalışma, Fransız Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi (CNRS) ile Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TUBİTAK) arasındaki bilimsel işbirliği anlaşması tarafından da desteklenmiştir.

Bu çalışma kapsamında Fransız Dışişleri Bakanlığı ve Türkiye' deki Fransız Büyükelçiliği' nin (Bilimsel ve Teknik İşbirliği Ataşeliği) burs desteğiyle, Güney Paris Üniversitesinde bir staj gerçekleştirilmiştir.

**ÖZET**

*Doktora Tezi*

**SAVCUN VE KARACAÖREN (ULAŞ-SİVAS) YÖRELERİNDE SİVAS  
TERSİYER HAVZASININ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ, TEKTONİK  
DEFORMASYON BİÇİMİ VE SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEM  
YÖNTEMLERİYLE İNCELENMESİ**

**KAAN ŞEVKİ KAVAK**

**Cumhuriyet Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof.Dr. Selim İNAN**

Bu tez çalışmasıyla, Sivas Havzası' nın güney kenarında bulunan Savcun ve Karacaören yörelerinde yüzeyleyen birimlerin ayrıntılı jeolojik incelemeleri gerçekleştirilerek bu bölgelerin tektonostratigrafisi ve tektonik deformasyon biçimi ortaya konmuş ve sözü edilen yöreleri içine alan ve uzaktan algılama yöntemleriyle elde edilen Landsat MSS ve SPOT XS uydu görüntülerine sayısal görüntü işlemleri uygulanarak jeolojik açıdan analiz edilmiştir.

Birbirine bir hayli yakın olmalarına rağmen tektonostratigrafik açıdan farklılıklar sunan bu iki bölgeden Karacaören yöresinde temeli Üst Kretase yaşlı olan ve melanaj niteliği taşıyan Divriği ofiyolitli karışığı oluşturmaktadır. Bu temel üzerine Üst Maestrihtiyen-Paleosen aralığında çökelen ve birbirleriyle yan al geçişli olan Tecer ve Yağmurluseki formasyonları uyumsuzlukla gelir. İnceleme alanında Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna ait birimler bu birimleri yine uyumsuzlukla üzerler. Oligosen' de iki ayrı alt havza olarak gelişim gösteren bölgede bu dönemde ilk olarak Selimiye formasyonu daha sonra ise evaporitik çökellerden oluşan Hafik formasyonu alttaki birimler üzerine uyumsuz olarak çökelmişlerdir. Bölgede Alt Miyosen' de ilk önce Ağılkaya formasyonuna ait Boynuzözü üyesi daha sonra ise Karacaören formasyonuna ait birimler Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna ait birimler üzerinde bariz bir açılı uyumsuzlukla yer alırlar. İnceleme alanının en genç birimlerini Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonuna ait birimlerle birlikte Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ve yamaç molozları oluşturur.

Karacaören yöresi, tektonik açıdan, bölgenin en önemli yükseltilerinden birisi olan ve güneyden kuzeye doğru tektonik olarak taşındığı daha önceki çalışmalarla saptanan Tecer Dağları' nın kuzeyine düşmesi nedeniyle KKB-GGD yönlü sıkıştırmanın ürünlerini saklar. Özellikle DKD-BGB yönlü kıvrım eksenleri ve bindirme faylarının yanında bölgeden toplanan katman ve eklem ölçümleri bu durumu kanıtlamaktadır. İnceleme alanında kinematik analiz amacıyla toplanan mesozkobik fay ölçüm verilerinin sonuçları da aynı yönde paralellik göstermektedir.

İnceleme alanının ikinci kısmını oluşturan ve diğerine göre daha batıda yer alan Savcun yöresindeki stratigrafik ilişkilerin çok daha karışık olması nedeniyle bölgedeki stratigrafik sıralanım bindirme tektoniği kavramı çerçevesinde verilmiştir. Dekolman seviye olarak gelişebilmeleri diğer birimlere göre çok daha kolay olan ve inceleme alanında hemen hemen tüm dokanakları tektonik olarak gözlenen evaporitik çökeller bölgede oldukça geniş yüzlekler vermektedir.

Bindirme tektoniğine bağlı olarak birbirinden farklı 4 bindirme örtüsü şeklinde ayırtlanan bölgede ana bindirme faylarını sırasıyla Karapınar, Yeniapardı ve Yukarıadaköy bindirmeleri oluşturur. Aynı zamanda üzerinde bulunan stratigrafik örtüye de adını veren bu bindirme faylarından en önde olanını Poisson ve diğ., (1992) tarafından tanımlanan ve bir geri bindirme niteliği taşıyan Sivas bindirmesi inceleme alanının yakın kuzeyinde gözlenir. Apa bindirme örtüsü olarak adlanan kütleyi tabanda yer alan Alt Miyosen yaşı Apa ve üzerinde uyumsuz olarak bulunan Orta Miyosen yaşı Karatepe volkanitleri oluşturur.

Bu birimler üzerine tektonik dokanakla gelen ve Karapınar Bindirmesi olarak adlanan bindirmenin örtüsünü ise sırasıyla Oligosen yaşı Hafik formasyonuna ait evaporitik çökellerle onun üzerine uyumsuz olarak gelen Tatlıcak formasyonuna ait birimler oluşturur. Alt-Orta Miyosen yaşı olan ve bu çalışmada ilk kez Çaybaşı, Höyükü ve Savcun olmak üzere üç üyeye ayrılan Tatlıcak formasyonu güneyden Yeniapardı bindirmesi tarafından tektonik olarak sınırlanır.

İnceleme alanının orta ve güney kesimlerinde iki ayrı seviye olarak gözlenen Yeniapardı bindirmesinin kuzeydeki bölümü tektonik açıdan bir klip görünümünde olup bindirmenin tabanını oluşturan Oligosen yaşı Hafik formasyonuna ait evaporitik çökellerin kuzey ve güney sınırları alttaki birimler üzerinde tektonik olarak yer almaktadır. Yeniapardı bindirmesinin güneyde kalan parçası üzerinde bindirme örtüsü konumundaki birimleri sırasıyla Üst Oligosen yaşı Emirhan formasyonu ve Oligosen yaşı Hafik formasyonuna ait evaporitik çökeller oluşturmaktadır.

Bölgenin en güneyinde bulunan ve Oligosen yaşı Hafik formasyonuna ait evaporitik çökeller üzerine tektonik dokanakla gelen Yukarıadaköy bindirmesi üzerindeki örtüyü Alt-Orta Eosen yaşı Bozbel formasyonuna ait birimler oluşturmaktadır. Bölgede bu birimlerin de üzerinde yine tektonik dokanakla Oligosen yaşı Hafik formasyonuna ait birimler yer alır.

İnceleme alanının bu kesiminden toplanan mesozkobik ölçekteki fay ölçümleri kinematik analiz yöntemlerinden Carey yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda bölgede en küçük asal gerilme ekseninin düşey durumda

bulunduğu ve genel olarak KKB-GGD yönünde bir sıkışmanın egemen olduğu saptanmıştır. Bu sıkışmayla uyumlu olarak bölgede doğrultu atımlı faylanmaların yanında az da olsa KKD-GGB yönlü kıvrım eksenlerinin varlığı ortaya çıkarılmıştır.

Bu tez çalışmasının ikinci bölümünde, inceleme alanının her iki bölümünü kapsayan ve uzaktan algılama yöntemleriyle elde edilen Landsat MSS ve SPOT XS görüntülerine ayrı ayrı olmak üzere, yapılan çalışmanın amacına uygun olarak sayısal görüntü işlemlerinden sırasıyla kenar zenginleştirme, yönlü zenginleştirme, eşit yayımlı zenginleştirme ve ortalama filtreleme işlemleri uygulanmış ve sahadaki jeolojik sınırların doğruluğunun yanısıra varolan çizgisellikler de ortaya çıkarılmış ve kontrol edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sivas Havzası, Tersiyer, Türkiye, güney kenar, tektonostratigrafi, uzaktan algılama, Landsat MSS, SPOT XS, sayısal görüntü işlemleri

**ABSTRACT**

*PhD Thesis*

**THE TECTONOSTRATIGRAPHY, TECTONIC DEFORMATION STYLE  
OF SIVAS TERTIARY BASIN AROUND SAVCUN AND KARACAÖREN  
(ULAŞ-SIVAS) AREAS AND ITS STUDY WITH DIGITAL IMAGE  
PROCESSING METHODS**

**Kaan Şevki KAVAK**

**Cumhuriyet University  
Institute of Applied and Natural Sciences  
Geological Engineering Department**

**Supervisor: Prof.Dr. Selim İNAN**

In this study, detailed geological investigations of rock units located in southern margin of Sivas Basin around the Savcun and Karacaören regions were carried out in order to determine the tectonostratigraphic features and tectonic deformation style of the basin. The Landsat MSS and SPOT XS satellite imageries obtained with the remote sensing methods covering the study area are used to determine the geologic features of the region by using digital image processing methods.

The basement of the Karacaören region represents differences in tectonostratigraphy from the other region is made up from Upper Cretaceous Divriği ophiolitic melangé. Upper Maastrichtian-Paleocene Tecer and Yağmurluseki formations showing lateral and vertical facies changes with each other

unconformably overlies the basement. These sedimentary units are overlain by Lower-Middle Eocene Bozbel formation. Two subbasins were developed in the region during Oligocene time. First the Selimiye formation followed by evaporitic Hafik formations overlies the older units. Boynuzözü member of Ağılkaya formation during Lower Miocene and Karacaören formation rest on the Oligocene Selimiye formation with an angular unconformity. The youngest units of the study area are represented by the Upper Miocene-Pliocene İncesu formation and Quaternary alluvium and slope deposits.

Karacaören region is located on north of Tecer Mountains which are one of the biggest peak in study area, and it is determined by previous work that Tecer Mountains moved tectonically from south to north hides evidences of NNW-SSE oriented compression. The measurements of bedding and joint planes taken from the study area prove exist compression. Moreover, the results of mesozoic fault measurements data for kinematic analyses support existence of same compression system.

Savcun area is second part of this study and located on westward of Karacaören. The reason of existence of tectonic complexity, stratigraphic relations have been given on the concept of thrust tectonics. Evaporitic sediments, which can easily form as a decollement unit and has tectonic contact with all other units are outcropping vast areas in this study region.

Four different thrust sheets have distinguished in study area and main thrust faults named as Karapınar, Yeniapardı and Yukarıadaköy. Sivas Thrust is defined as a backthrust (Poisson et al., 1992) and located north of the study area. Lower Miocene Apa formation constitutes the bottom of the Apa thrust sheet and unconformably overlies by Middle Miocene Karatepe volcanites. All of the above units tectonically overlain by Karapınar thrust. The sheet of this thrust composed of Oligocene Hafik formation and unconformably overlain by the Tatlıcak formation. Lower-Middle Miocene Tatlıcak formation has been distinguish into three different members such as Çaybaşı, Höyükü and Savcun. All of these members overlies by Yeniapardı thrust.

Yeniapardı thrust observed two different levels in central and southern part of investigated area. Northern part of this thrust is defined as a klippe and Oligocene evaporitic Hafik formation is made up of lowermost part of this thrust sheet. Southern and northern contacts of that klippe tectonically overlain the other units. On the southern part of Yeniapardı thrust sheet composed of Upper Oligocene Emirhan formation and Hafik formation respectively.

The evaporitic sediments of Oligocene Hafik formation in the most southern edge of the study area tectonically overlies by Yukarıadaköy thrust, which overlies by units belonging to Lower-Middle Eocene aged Bozbel formation. All above units tectonically overlies by units which are part of the Oligocene aged Hafik formation.

Carey method is one of the kinematic analyses methods, and has been used on evaluation of measurements which were taken from faults by mesozcobic scale in the study area. By this study, it has been determined that minimum stress is in vertical direction and there is compressing dominantly in NNW-SSE strike. Under the above stress regime a few folds have been determined in the strike of NNE-SSW with strike slip faults, which are compatible to stress direction.

The second part of this thesis deals with Landsat MSS and SPOT XS imageries of study area. On these imageries, edge enhancement, directional gradient enhancement, histogram equalized enhancement and median filtering have been used to check the formation boundaries and structural features as well as derive new structural lines.

**Keywords:** Sivas Basin, Tertiary, Turkey, southern boundary, tectonostratigraphy, remote sensing, Landsat MSS, SPOT XS, digital image processing

**KATKI BELİRTME**

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında değerli görüş ve önerilerinden yararlandığım danışman hocam Prof.Dr. Selim İNAN' a çok teşekkür ederim.

Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ile Paris-Sud Üniversitesi bilimsel işbirliği çerçevesinde, tezin saha çalışmaları sırasındaki katkılarından dolayı Dr. André POISSON, Dr. Jean Claude GUEZOU ve Araş. Gör. Süha ÖZDEN' e teşekkür ederim.

Tezin hazırlanması sırasında görüşlerinden yararlandığım Yrd.Doç.Dr. Haluk TEMİZ ve Doç. Dr. Halil GÜRSOY' a, petrografik analizler için Yrd.Doç.Dr. Ömer BOZKAYA ve Yrd.Doç.Dr.Sabah YILMAZ' a paleontolojik analizler için ise Prof.Dr. Nurdan İNAN, Prof. Roland WERNLI (Cenevre-İsviçre), Yrd. Doç.Dr. Mehmet AKYAZI ve Yrd.Doç.Dr. Nazire ÖZGEN' e, ayrıca Yrd.Doç.Dr. Ali UÇURUM' a ve tezde emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Tezin uzaktan algılama ve sayısal görüntü işlemleriyle ilgili olan kısımları için Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uzaktan Algılama Laboratuvarı görevlilerinden Arş.Gör. Onur KÖSE' ye teşekkür ederim.

Ayrıca kısmi olarak lojistik destek sağlayan MTA Sivas Bölge Müdürlüğüne, DSİ 19. Bölge Müdürlüğü elemanlarından Jeo. Yük. Müh. Bülent SÖYLEM ve maddi açıdan destek sağlayan Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Fon Saymanlığı' na teşekkür ederim.

**İÇİNDEKİLER****Sayfa No:**

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| ÖZET.....               | VII   |
| ABSTRACT.....           | XI    |
| KATKI BELİRTME.....     | XIV   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....   | XX    |
| ÇİZELGELER LİSTESİ..... | XLI   |
| EKLER LİSTESİ.....      | XLIII |

**1. GİRİŞ**

|  |   |
|--|---|
| 1.1. İncelemenin amacı ve kapsamı.....                           | 1 |
| 1.2. İnceleme yöntemleri.....                                    | 2 |
| 1.2.1. Saha öncesi büro çalışmalarında kullanılan yöntemler..... | 2 |
| 1.2.2. Saha çalışmalarında kullanılan yöntemler.....             | 3 |
| 1.2.3. Saha sonrası büro çalışmaları.....                        | 4 |
| 1.2.4. Laboratuvar yöntemleri.....                               | 4 |
| 1.3. Önceki çalışmalar.....                                      | 5 |

**BÖLÜM I**

**KARACAÖREN (SİVAS GD'SU) YÖRESİNDE SİVAS TERSİYER  
HAVZASININ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ VE TEKTONİK  
DEFORMASYON BİÇİMİ**

|  |    |
|--|----|
| I.1. İnceleme alanının konumu.....                                 | 17 |
| I.2. İnceleme alanının yeryüzü biçimi.....                         | 18 |
| I.3. Karacaören (Sivas GD' su) Yöresinin Tektonostratigrafisi..... | 18 |
| I.3.1. <u>Temel kayaları</u> .....                                 | 20 |
| I.3.1.1. Divriği ofiyolitli karışığı (Dof).....                    | 20 |

|  |     |
|--|-----|
| I.3.1.2. Yağmurluseki formasyonu (KTy).....                | 27  |
| I.3.1.3. Tecer formasyonu (KTt).....                       | 33  |
| <u>I.3.2. Örtü kayaları</u> .....                          | 38  |
| I.3.2.1. Bozbel formasyonu (Tb).....                       | 38  |
| I.3.2.2. Selimiye formasyonu (Ts).....                     | 44  |
| I.3.2.3. Hafik formasyonu (Th).....                        | 54  |
| I.3.2.4. Ağlıkaya formasyonu (Ta).....                     | 60  |
| I.3.2.4.1. Boynuzözü üyesi (Tab).....                      | 61  |
| I.3.2.5. Karacaören formasyonu (Tk).....                   | 64  |
| I.3.2.6. İncesu formasyonu (Ti).....                       | 68  |
| I.3.2.7. Yamaç molozu (Qy).....                            | 70  |
| I.3.2.8. Alüvyon (Qal).....                                | 70  |
| I.4. Karacaören (Ulaş) Yöresinin Tektonik Özellikleri..... | 70  |
| I.4.1. <u>Yapısal jeoloji</u> .....                        | 70  |
| I.4.1.1. Kıvrımlanma.....                                  | 73  |
| I.4.1.2. Eklemler.....                                     | 83  |
| I.4.1.3. Faylar.....                                       | 98  |
| I.4.2. Fay atım topluluğunun analizi.....                  | 103 |
| I.4.2.1. Carey yönteminin ana prensipleri.....             | 103 |

## BÖLÜM II

### SAVCUN (SİVAS GB' Sİ) YÖRESİNDE SİVAS TERSİYER HAVZASININ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ VE TEKTONİK DEFORMASYON BİÇİMİ

|  |     |
|--|-----|
| II.1. İnceleme alanının konumu.....              | 108 |
| II.2. İnceleme alanının yeryüzü biçimi.....      | 108 |
| II.3. Savcun yöresinin tektonostratigrafisi..... | 108 |
| II.3.1. Bozbel formasyonu (Tb).....              | 115 |
| II.3.2. Hafik formasyonu (Th).....               | 123 |

|   |     |
|---|-----|
| II.3.3. Emirhan formasyonu (Te).....  | 127 |
| II.3.4. Tatlıcak formasyonu (Tk).....   | 130 |
| II.3.4.1. Çaybaşı üyesi (Ttç).....  | 132 |
| II.3.4.2. Höyükli üyesi (Tth).....  | 139 |
| II.3.4.3. Savcun üyesi (Tts).....   | 143 |
| II.3.5. Apa formasyonu (Ta).....  | 146 |
| II.3.6. Karatepe volkanitleri (Tka).....  | 153 |
| II.3.7. Alüvyon (Qal).....  | 156 |
| II.4. Savcun (Sivas GB' sı) Yöresinin Tektonik Özellikleri.....                       | 159 |
| II.4.1. Kıvrımlanma.....  | 159 |
| II.4.2. Faylanma.....   | 161 |
| II.4.2.1. Apa Bindirme Örtüsü.....  | 163 |
| II.4.2.2. Karapınar Bindirme Örtüsü.....  | 164 |
| II.4.2.3. Yeniapardı Bindirme Örtüsü.....   | 167 |
| II.4.2.4. Yukarıdaköy Bindirme Örtüsü.....  | 181 |
| II.5. Savcun (Sivas GB' sı) yöresinde bindirme sistemlerinin kinematığı.....          | 184 |
| II.5.1. Kinematik analizlerde kullanılan fay-atım verilerinin ölçüm lokasyonları..... | 184 |
| II.5.2. Fay atım topluluklarının analizi.....   | 189 |

## BÖLÜM II

### SAVCUN VE KARACAÖREN (SİVAS) YÖRELERİNİN JEOLJİK AÇIDAN SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMLERİYLE İNCELENMESİ

|   |     |
|---|-----|
| III.1. GİRİŞ.....                       | 200 |
| III.1.1. Uzaktan algılama.....          | 200 |
| III.1.2. Sayısal görüntü işlemleri..... | 201 |
| III.2. Materyal ve Metod.....           | 202 |

|   |            |
|---|------------|
| III.2.1. Landsat MSS ve SPOT görüntülerinin teknik özellikleri.....                             | 202        |
| III.2.2. Landsat MSS ve SPOT görüntülerinin kapsadığı alan.....                                 | 203        |
| III.2.3. İnceleme alanına ait görüntülerin sayısal görüntü işlem yöntemleriyle incelenmesi..... | 203        |
| III.2.3.1. Landsat MSS (177/33) görüntüsü.....  | 209        |
| III.2.3.1.A. Kenar zenginleştirme (edge enhancement).....                                       | 214        |
| III.2.3.1.B. Yönlü zenginleştirme (directional gradient enhancement).....                       | 219        |
| III.2.3.1.C. Eşit yayımlı histogram zenginleştirme (histogram equalized stretching).....        | 226        |
| III.2.3.1.D. Ortalama filtreleme (median filtering).....  | 229        |
| III.2.3.2. SPOT XS (118/271) görüntüsü.....   | 229        |
| III.2.3.2.A. Kenar zenginleştirme (edge enhancement).....                                       | 229        |
| III.2.3.2.B. Yönlü zenginleştirme (directional gradient enhancement).....                       | 234        |
| III.2.3.2.C. Eşit yayımlı histogram zenginleştirme (histogram equalized stretching).....        | 241        |
| III.2.3.2.D. Ortalama filtreleme (median filtering).....  | 241        |
| III.3. Sonuçlar.....  | 244        |
| <b>IV. JEOLJİK EVRİM.....</b>   | <b>246</b> |
| <b>V. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....</b>   | <b>253</b> |
| <b>VI. DEĞİNİLEN BELGELER.....</b>  | <b>260</b> |
| <b>VII. ÖZGEÇMİŞ.....</b>   | <b>268</b> |



*Eşim Sinem ve Oğlum Berke' ye!..*

**SEKİLLER DİZİNİ****Sayfa No**

Şekil 1: İnceleme alanının da içinde yer aldığı Sivas Havzası' nın genel konumu ve Türkiye' deki tektonik birliklerle olan ilişkisi (Poisson ve diğ., 1996' dan değiştirilerek).....1

Şekil 2: Sivas Havzası' nın orta ve doğu kesimlerine ait referans çalışmalara ait stratigrafik dikme kesitlerin bu çalışmayla karşılaştırılması.....6

Şekil 3: İnceleme alanının Sivas Havzası içerisindeki konumunu gösteren yer bulduru haritası (KABZ: Kuzey Anadolu Bindirme Zonu, DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, BSZ: Bitlis Sütur Zonu).....17

Şekil 4: Karacaören (Sivas) yöresinin genelleştirilmiş tektonostratigrafik dikme kesiti.....19

Şekil 5: İnceleme alanının güneydoğusunda Ü. Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığı (Dof) ile üzerine gelen Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonunun (KTy) görünümü (Kömüşuçuranbaş Tepe' den GD' ya doğru bakış).....21

Şekil 6: İnceleme alanının güneydoğusunda, Ü. Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığının (Dof), üzerinde uyumsuz olarak gözlenen Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonu (KTy) ile ilişkisi (Yoksulıçmez Pınarı' ndan GB' ya doğru bakış).....21

Şekil 7: İnceleme alanının güneydoğusunda, Ü. Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığına (Dof) ait olistostomal nitelikteki birimlerin Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel (Tb) ve Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonlarıyla (Ts) olan ilişkisi (Ty: Yağmurluseki formasyonu).....23

Şekil 8: İnceleme alanının güneydoğusunda, Ü. Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığına (Dof) ait olistostromal nitelikteki birimlerin taban ve tavanında gözlenen birimlerle olan ilişkisi (Ts: Selimiye Formasyonu, Tb: Bozbel Formasyonu, KTy: Yağmurluseki formasyonu).....23

Şekil 9: İnceleme alanının güneydoğusunda, Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel (Tb) ve Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonlarının (Ts) dokanağında olistostromal olarak gözlenen Ü.Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığına (Dof) ait serpantinitle (Karaimam Taşı'ndan K'ye doğru bakış).....24

Şekil 10: Ü. Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığına (Dof) ait serpantinleşmiş bir ultramafik kayada gözlenen ağ dokusu ve olivinlerde serpantinleşme ve talklaşma türü bozunmaların a) çift nikoldeki, b) tek nikoldeki görünümü (Çizgisel ölçek: 0, 25 mm).....25

Şekil 11.a: İnceleme alanının güneydoğusunda, Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonu (KTy) ve üzerine uyumsuzlukla gelen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel (Tb) ve Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunun (Ts) genel görünümü b: Bu görünümün taslağı (Hüseyinağa Ağılı güneyindeki Cırdan Dere'den B'ya doğru bakış).....28

Şekil 12: İnceleme alanının güneydoğusunda Yağmurluseki köyünün kuzeyinde yer alan Karaimam Taşına kadar yapılan Yağmurluseki formasyonuna ait ölçülü stratigrafi kesit.....30

Şekil 13: Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonundaki litarenitlerde ofiyolitik kökeni gösteren volkanik+plütonik+sedimanter (radyolarit) kayaç parçalarının a: çift nikoldeki, b: tek nikoldeki görünümü (ra:radyolarit, mkp: metamorfik kayaç parçası, vkp: volkanik kayaç parçası. Çizgisel ölçek: 0, 25 mm).....31

- Şekil 14: İnceleme alanının güneyinde yer alan Tuğluk Tepe' de, A. Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu (Ts) üzerinde tektonik dokanaklı olarak gözlenen Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Tecer formasyonuna (KTt) ait kireçtaşlarından oluşan kliplerin görünümü (Çakılıpınar köyünden KD' ya doğru bakış).....34
- Şekil 15: İnceleme alanının güneyinde, Kulyusuf köyü civarından alınan bir kireçtaşı örneğinde gözlenen Miliolidae' li biyosparitik mikro-biyofasiyesi karakterize eden bir biyosparit örneği (x40).....36
- Şekil 16: İnceleme alanının güneyinde, Kulyusuf köyü güneyinden alınan ve Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı kireçtaşları örneğinde gözlenen *Laffiteina erki* SİREL cinsinin mikroskobik görünümü (x30).....37
- Şekil 17: İnceleme alanının güneydoğusunda, Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimlerin, üst seviyelerde gözlenen masif jipsler üzerindeki tektonik konumu (Geççetaş Tepe'den B' ya doğru bakış).....38
- Şekil 18: İnceleme alanının güneybatısında, Tutmaç köyü kuzeyindeki Sarıgüney Tepe' de yüzeyleyen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonunun (Tb) genel görünümü (Tutmaç Köyü' nden K' ye doğru bakış).....40
- Şekil 19: İnceleme alanının güneybatısında Tutmaç köyü civarında Sarıgüney tepede yüzlek veren Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonundan (Tb) yapılan ölçülü stratigrafi kesiti.....41
- Şekil 20: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait litarenit (Folk, 1968) örneğinde metamorfik+volkanik kayalık parçalarının çift nikoldeki görünümü (mkp: metamorfik kayalık parçası, vkp: volkanik kayalık parçası, Çizgisel ölçek: 0, 25mm).....43

- Şekil 21: İnceleme alanının güneyinde Kervansaray köyünün kuzeydoğusunda, Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunun (Ts) tabanında, Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonunun (Tb) tavanında gözlenen jips kütleleri (Çaşkırlık Tepe' den KD' ya doğru bakış).....45
- Şekil 22.a: İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Saklı köyü kuzeyinde Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu (Ts) ile üzerine açılı uyumsuzlukla gelen Alt Miyosen yaşlı Ağlıkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesine (Tab) ait birimlerin görünümü; b: Bu görünümün taslağı (Pağaç Mevkii' nden KD' ya doğru bakış)....46
- Şekil 23: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonundan (Ts) yapılan ölçülü stratigrafi dikme kesiti.....47
- Şekil 24: Kuşlu köyünün kuzeyindeki Kavrazağlı Tepe' nin güneyinde, Kuşlukoru Dere' de Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu (Ts) içinde gözlenen küçük ölçekli ters faylar.....48
- Şekil 25: İnceleme alanının güneydoğusunda, Gündüz köyünün doğusunda, Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna ait (Ts) kumtaşlarında gözlenen çarpaz tabakalanmalar.....49
- Şekil 26: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait silttaşları içerisinde gözlenen glokonit mineralinin a) çift nikoldeki, b) tek nikoldeki görünümü (gl: glokonit, Çizgiselölçek:0,625mm).....51
- Şekil 27: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait feldispatik litarenit (Folk, 1968) türü kumtaşlarında glokofan minerallerinin; a) çift nikoldeki, b) tek nikoldeki görünümü (gl: glokofan, çizgiselölçek:0,625mm).....52

Şekil 28: İnceleme alanının güneybatısında, Tutmaç köyü kuzeyindeki Sarıgüney Tepe' de Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu (Tb) üzerinde uyumsuzlukla yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait konglomeratik seviyeler. (Sarıgüney Tepe' den KB' ya doğru bakış).....55

Şekil 29: İnceleme alanının kuzeyinde, Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesi (Tab) ile üzerine tektonik dokanakla gelen Oligosen yaşlı Hafik formasyonunun (Th) ilişkisini gösteren bir enine kesit (Kepez Tepe' den KD' ya doğru bakış).....56

Şekil 30: İnceleme alanının kuzeyinde, Ağcamescit köyü doğusunda, Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu' nun (Ta), Boynuzözü üyesi (Tab) üzerine tektonik dokanakla gelen Oligosen yaşlı Hafik formasyonunun (Th) diğer birimlerle olan ilişkisi (GB' dan KD' ya doğru bakış).....57

Şekil 31: İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Ağcamescit köyü kuzeyinde, Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu (Ts), Alt Miyosen yaşlı Boynuzözü üyesi (Tab), Oligosen yaşlı Hafik formasyonu (Th) ve Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonuna (Tk) ait birimlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin gösterir enine kesit (Oyuk Tepe' den D' ya doğru bakış).....58

Şekil 32: İnceleme alanının kuzeyinde Acıdere Puru mevkiinden yapılan Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait ölçülü stratigrafik kesit.....59

Şekil 33: İnceleme alanının kuzeydoğusunda, Saklı köyü kuzeyinde Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu (Ts) üzerine açılı uyumsuzlukla gelen Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu (Ta), Boynuzözü üyesini (Tab) oluşturan konglomeratik seviyeler.....62

- Şekil 34: İnceleme alanının kuzeyinde yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu (Ta), Boynuzözü üyesinin (Tab) Acidere Puru civarında yapılan ölçülü stratigrafik dikme kesit.....63
- Şekil 35: İnceleme alanının kuzeyindeki Ağcamescit köyü doğusunda yer alan Bostan dere boyunca atılan Karacaören formasyonuna ait (Tk) ölçülü stratigrafi kesiti.....65
- Şekil 36: İnceleme alanının kuzeyindeki Ağcamescit köyü kuzeyinde, Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu içerisinde alınmış bir kireçtaşı örneğinde gözlenen ve algli biyosparitik mikro-biyofasiyesi gösteren bir mikrofotograf (x30).....66
- Şekil 37: İnceleme alanının kuzeyindeki Ağcamescit köyü doğusunda yer alan Bostan dere boyunca atılan ölçülü stratigrafik dikme kesiti gösteren enine kesit....67
- Şekil 38: İnceleme alanının kuzeyinde Ağcamescit köyü kuzeyinde yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonundan (Ta) alınan bir kireçtaşı örneğinde gözlenen *Miolepidocyclina sp'* ye ait bir görünüm (x30).....68
- Şekil 39: Karacaören ve yakın yöresinin ana tektonik hatlarını gösteren harita.....71
- Şekil 40.: Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonuna (KTy) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (48 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre).....75
- Şekil 41: Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonuna (KTy) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (48 ölçü).....76

- Şekil 42: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (90 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre).....78
- Şekil 43: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (90 ölçü).....79
- Şekil 44: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (108 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre).....81
- Şekil 45: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (108 ölçü).....82
- Şekil 46: Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesine (Tab) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (39 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre).....85
- Şekil 47: Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesine (Tab) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (39 ölçü).....86
- Şekil 48: Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen Yağmurluseki formasyonuna (KTy) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (56 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre).....87

- Şekil 49: Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonuna (KTy) ait birimler içerisinde ölçülen katman ve eklem durumlarını birlikte gösteren stereografik izdüşüm (Wulff ağı alt yarıküre) .....89
- Şekil 50: Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen Yağmurluseki formasyonuna (KTy) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (56 ölçü).....90
- Şekil 51: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (54 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre).....91
- Şekil 52: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimler içerisinde ölçülen katman ve eklem durumlarını birlikte gösteren stereografik izdüşüm (Wulff ağı alt yarıküre).....92
- Şekil 53: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren" gül diyagramları (54 ölçü).....93
- Şekil 54: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (59 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre).....94
- Şekil 55: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait birimler içerisinde ölçülen katman ve eklem durumlarını birlikte gösteren stereografik izdüşüm (Wulff ağı alt yarıküre).....95

- Şekil 56: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (59 ölçü).....96
- Şekil 57: Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesine (Tab) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (34 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre).....97
- Şekil 58: Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesine (Tab) ait birimler içerisinde ölçülen katman ve eklem durumlarını birlikte gösteren stereografik izdüşüm (Wulff ağı alt yarıküre).....99
- Şekil 59: Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesine (Tab) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (34 ölçü).....100
- Şekil 60. Metinde kullanılan simgeleri gösterir bir faya ait blok diyagram. (Carey ve Mercier, 1987).....104
- Şekil 61: Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu (Ta) içerisinde ölçülen fay atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt küre).....106
- Şekil 62: İnceleme alanında gözlenen ana tektonik yapıların, enine kesit çizgilerinin ve fay atım verilerinin ölçüldüğü istasyonların lokasyonlarını gösteren yalınlaştırılmış harita.....110
- Şekil 63: Bindirme örtüsünün enine görünümü. R: Arka bindirme fayı, Q: Ön bindirme fayı (Boyer ve Elliot, 1982).....110

- Şekil 64: Savcun yöresinde ayırtılan tektonik ünitelerin stratigrafik dikme kesitleri. Oklar bindirme gelişim seviyelerini göstermektedir.....111
- Şekil 65: İnceleme alanının kuzeydoğusunda Oligosen yaşlı Hafik ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonları arasındaki ilişkiyi gösteren yaklaşık D-B yönlü bir enine kesit.....113
- Şekil 66: İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Yukarıdaköy doğusundaki Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonunun (Tb) Karafakı Tepe' de Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait birimler üzerindeki tektonik konumu (Sivas-Ulaş karayolundan batıya doğru bakış).....116
- Şekil 67.a: İnceleme alanının güneyindeki Kavlak köyü doğusunda, Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu (Tb) ve üzerinde tektonik dokanakla yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonunun (Th) görünümü. b: Bu taslağın görünümü (Kavlak köyünden D'ya doğru bakış).....117
- Şekil 68: İnceleme alanının güneydoğusundaki Karafakı Tepe' de yüzeyleyen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonundan (Tb) alınan ölçülü stratigrafi kesiti.....119
- Şekil 69: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait litarenitlerde (Folk, 1968) kuvarsit ve fillit türü metamorfik kayaç parçaları ile plajiyoklas minerallerinin çift nikoldeki görünümü (ku:kuvarsit, fil: fillit, plj: plajiyoklas, Çizgisel ölçek: 0, 25 mm).....120
- Şekil 70: İnceleme alanının orta kesiminde, Karagömlek köyü kuzeyindeki Kuş Tepe' de yüzeyleyen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonundan (Tb) alınan bir litarenit örneğinde gözlenen *Asterigerina rotula* KAUFFMAN cinsinin mikroskobik görünümü (x30).....122

Şekil 71: İnceleme alanının güneyinde, Kavlak köyü doğusundaki Sahan Tepe' de yüzeyleyen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonundan (Tb) alınan volkanik kökenli bir çakıldaşında gözlenen *Sphaerogypsina globulus* REUSS cinsinin mikroskopik görünümü (x30).....122

Şekil 72.a: İnceleme alanının kuzeybatısında yüzeyleyen Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait jipslerin, Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkaniti ile olan tektonik dokanağı. b:Bu taslağın görünümü (Çaybaşı Tepe' den KB' ya doğru bakış).....124

Şekil 73: İnceleme alanının kuzeyinde, Oligosen yaşlı Hafik formasyonu (Th) üzerine uyumsuzlukla gelen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonuna (Tt) ait birimlerin görünümü (Karakaya Tepe' den K' ye doğru bakış).....125

Şekil 74: Kavlak köyü doğusunda yer alan Kayalı Sırtı' nda Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait jipslerle ardalanmalı olarak gözlenen kırmızı renkli detritik birimler (Kavlak Köyü' nden D' ya doğru bakış).....126

Şekil 75: Sivas-Kayseri karayolunun kuzeyinde yer alan Karapur Tepe' de yüzeyleyen Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonuna (Te) ait birimlerin görünümü (Kavlak Köyü' nden K' ye doğru bakış).....128

Şekil 76: İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Karapur Tepe' de, Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonundan (Te) yapılan ölçülü stratigrafik dikme kesit.....129

Şekil 77: İnceleme alanının kuzeyinde, Tatlıcak köyü civarında yüzeyleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonunun (Tt) genel görünümü (Tatlıcak yolundan KD' ya doğru bakış).....131

Şekil 78.a: Tatlıcak köyü kuzeydoğusundaki Höyükli Tepe' de yüzeyleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonuna (Th) ait Çaybaşı üyesi (Ttç) ve Höyükli üyesinin (Tth) uyumlu olan ilişkisi. b: Bu taslağın görünümü (Tahta Mevkii' nden K' ye doğru bakış).....133

Şekil 79: İnceleme alanının kuzey kesiminde yüzeyleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonunun (Tt) genel görünümü ve diğer birimlerle olan ilişkilerini gösteren ölçülü stratigrafik dikme kesit.....134

Şekil 80: İnceleme alanının orta kesiminde, Savcun köyü güneyinde yer alan Ardıçlık Tepe' de yüzeyleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonuna (Tt) ait Çaybaşı üyesi (Ttç) ve Höyükli üyesi (Tth) arasındaki ilişki (Savcun-Kayseri yolundan Ardıçlık Tepe' ye doğru bakış).....135

Şekil 81: İnceleme alanının orta kesiminde yüzeyleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Çaybaşı üyesinin (Ttç) ölçülü stratigrafik dikme kesiti.....136.

Şekil 82: Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt) Çaybaşı üyesine (Ttç) ait litarenitlerde (Folk, 1968), volkanik ve metamorfik kayaç parçalarının a) çift nikoldeki b) tek nikoldeki görünümü. vkp:volkanik kayaç parçası, mkp:metamorfik kayaç parçası (Çizgisel ölçek: 0,625mm).....138

Şekil 83: İnceleme alanının orta kesiminde, Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Höyükli üyesine (Tth) ait ölçülü stratigrafik dikme kesit.....140

Şekil 84.a: Sivas-Kayseri karayolunun kuzeyinde, Hünüş Sırtı' ndaki bir yarmada gözlenen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Höyükli üyesinin (Tth) görünümü. b: Bu taslağın görünümü (G' den kuzeye doğru bakış).....141

Şekil 85: İnceleme alanını orta kesiminde, Savcun köyü kuzeybatısındaki Çavuş Tepe yamacında yapılan Alt -Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt) Savcun üyesine (Tts) ait ölçülü stratigrafik dikme kesit.....144

Şekil 86: İnceleme alanının kuzeybatısında, Karapınar köyü kuzeyinde Kara Tepe' de yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Apa formasyonunun görünümü (Karacadağ Tepe'den KD' ya, Kara Tepe' ye doğru bakış).....147

Şekil 87: Apa köyünün kuzeybatısında (Kahyalı köyü batısında) yer alan ve Sivas Geri Bindirmesi (SGB) olarak adlanan bindirme düzleminin görünümü..... 148

Şekil 88.a: İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Ziyaret Tepe' de Alt Miyosen yaşlı Apa formasyonu (Ta) ve üzerine uyumsuz olarak gelen Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkanitinin ilişkisi. b: Bu taslağın görünümü (Apa Köyü yolundan K' ye doğru bakış).....149

Şekil 89: İnceleme alanının kuzeybatısında, Apa köyü civarında yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Apa formasyonu (Ta) ve üzerinde uyumsuz olarak bulunan Karatepe volkanitlerinden (Tk) alınan ölçülü stratigrafi kesiti.....151

Şekil 90: Alt Miyosen yaşlı Apa formasyonuna (Ta) ait litarenitlerde (Folk, 1968), metamorfik kayaç parçası, granit parçası ve feldispat minerallerinin çift nikoldeki görünümü (mkp:metamorfik kayaç parçası, gr:granit, f:feldispat) (Çizgisel ölçek: 0, 25mm).....152

Şekil 91.a: İnceleme alanının kuzeybatısında, Karapınar köyü doğusunda yüzeyleyen Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkanitinin (Tk), Alt Miyosen yaşlı Apa (Ta) ve Oligosen yaşlı Hafik formasyonlarıyla (Th) ilişkisi, b: Bu görünümün taslağı (Apa köyü yolundan KD' ya doğru bakış).....154

Şekil 92: İnceleme alanının orta ve kuzey kesimlerinde yüzeyleyen birimlerin birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren ölçekli bir enine kesit.....155

Şekil 93: Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkanitine (Tk) ait olivin bazaltlardaki olivin fenokristallerinde iddingsitleşme türü bozunmanın a) çift nikoldeki b) tek nikoldeki görünümü (ol:olivin, id:iddingsitleşme, Çizgisel ölçek:0,625mm).....157

Şekil 94: Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkanitine (Tk) ait olivin bazalt örneğindeki zeolit minerallerinde gözlenen jel şeklindeki oluşumlar a: çift nikoldeki b.tek nikoldeki görünümü (ze: zeolit, Çizgisel ölçek: 0,625mm).....158

Şekil 95. Savcun ve yakın yöresinin ana tektonik hatlarını gösteren harita.....160

Şekil 96.a: İnceleme alanının kuzeybatısında yer alan Pöhrek Tepe' de Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkaniti içerisinde (Tk) gözlenen bir antiklinal ekseni b:Bu görünümün taslağı (G' den K' ye doğru bakış).....162

Şekil 97.a: Karapınar köyü üzerinde yer alan Uçurhan Tepe' de, Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkanitleri üzerine tektonik olarak hareket eden Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) dahil olan jipsler içerisinde gelişen deformasyonun belirteçlerinden küçük kıvrım eksenleri ve ters faylar. b: Bu görünümün taslağı (B' dan D' ya doğru bakış).....166

Şekil 98: Karapınar köyü üzerinde yer alan Uçurhan Tepe' de, Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) dahil olan jipslerin dokanağında gelişen küçük ölçekli tersfaylanmalar.....167

Şekil 99.a: İnceleme alanının güneybatısında, Eskiapardı köyü doğusundaki Kuş tepe' de Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt) Höyükli üyesine (Tth) ait birimlere Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait jipslerin tektonik olarak bindirmesi b: Bu görünümün taslağı (Eskiapardı köyünden KD' ya doğru bakış).....169

Şekil 100.a: İnceleme alanının orta kesiminde Kabasakal köyü batısındaki sırtta Oligosen yaşlı Hafik formasyonu (Th) ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Höyükli üyesi (Tth) arasındaki ilişki. b: Bu görünümün taslağı (Sivri Tepe' den B' ya doğru bakış).....170

Şekil 101.a: Kabasakal köyü doğusunda, Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait masif jipslerin Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Höyükli üyesine (Tth) ait birimler üzerine tektonik olarak hareket etmesiyle oluşan kıvrımlanmalar. b: Bu taslağın görünümü (Sivri Tepe' den D' ya, Keçi çukuru Mevkii' ne doğru bakış).....172

Şekil 102: İnceleme alanının orta kesiminde yüzeyleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt) Höyükli üyesine (Tth) ait birimler içerisinde meydana gelen devrik kıvrımlanmalar (K' den G' ye doğru bakış).....173

Şekil 103.a: Savcun-Sivas Kayseri yolunun doğusunda, Terzipınarı Tepe' de Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt) Savcun üyesi (Tts) üzerine tektonik dokanakla gelen Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait masif jipslerin görünümü. b: Bu görünümün taslağı (G' den K' ye doğru bakış).....174

Şekil 104.a: İnceleme alanının orta kesiminde, Savcun köyü güneydoğusunda, Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Savcun üyesine (Tts) ait birimler üzerine tektonik dokanakla gelen Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait masif

jipslerin genel görünümü. b: Bu taslağın görünümü (Savcun yolundan GD' ya doğru bakış).....175

Şekil 105.a: İnceleme alanının orta kesiminde yüzeyleyen Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonu (Te) içinde gelişen kıvrımlanma ve ters faylanmaların görünümü. b: Bu görünümün taslağı (Karapur Tepe güneyindeki demiryolu yarmasından K' ye doğru bakış).....177

Şekil 106.a: İnceleme alanının orta kesiminde Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonu (Te) içinde gelişen ve demiryolu yarmasında gözlenen kıvrımlanmaların görünümü. b: Bu taslağın görünümü (K' den G' ye doğru bakış).....178

Şekil 107.a: İnceleme alanının orta kesiminde Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonu (Te) içinde gelişen ve bir demiryolu yarmasında gözlenen devrik kıvrımlanma ve faylanmaların görünümü (Karapur Tepe güneyindeki demiryolu yarmasından K' ye doğru bakış).....179

Şekil 108: İnceleme alanının orta kesiminde Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonu (Te) içinde gelişen ve demiryolu yarmasında gözlenen yatık kıvrımlanmanın görünümü (Karapur Tepe güneyindeki demiryolu yarmasından K' ye doğru bakış).....180

Şekil 109: İnceleme alanının kuzeydoğusunda, Hocabey köyünün batısında yüzeyleyen Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait masif jipslerin Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Çaybaşı üyesine (Ttç) ait birimler üzerindeki tektonik konumu (Kırklar Tepe' den GB' ya doğru bakış).....180

Şekil 110: İnceleme alanının güneydoğusunda, Yukarıdaköy güneyindeki Kızılhöyük Tepe' de Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu (Tb) ile üzerinde

- tektonik dokanakla yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait birimlerin görünümü (D' dan B' ya doğru bakış).....182
- Şekil 111.a ve b: Yukarıdaköy güneyinde, Kızılhöyük Tepe' de Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait birimler tarafından tektonik olarak üzerlenen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimler içerisinde gözlenen deformasyonlara işaret eden kıvrımlanmalar.....183
- Şekil 112: Çördüklü istasyonuna ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarıküre).....191
- Şekil 113: Çaybaşı istasyonuna ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).....192
- Şekil 114: Kömürlükoyak istasyonuna ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).....194
- Şekil 115: Eskiapardı istasyonuna ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).....195
- Şekil 116: Hünüş istasyonuna ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).....196

- Şekil 117: Kayalı istasyonuna ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).....197
- Şekil 118: İnceleme alanının da içinde yer aldığı Landsat MSS (174/33) görüntüsünün Türkiye ve Sivas ölçeğinde kapsadığı alanı gösteren yer bulduru haritası (S: Savcun, K: Karacaören).....205
- Şekil 119: İnceleme alanını oluşturan Savcun (S) ve Karacaören (K) yörelerinin Landsat MSS (174/33) tam çerçeve görüntüsü içerisindeki konumu.....206
- Şekil 120: İnceleme alanının da içinde yer aldığı SPOT XS (118/271) görüntüsünün Türkiye ve Sivas ölçeğinde kapsadığı alanı gösteren yer bulduru haritası (S: Savcun, K: Karacaören).....207
- Şekil 121: İnceleme alanını oluşturan Savcun (S) ve Karacaören (K) yörelerinin SPOT XS (118/271) tam çerçeve görüntüsü içerisindeki konumu.....208
- Şekil 122.A: İnceleme alanını oluşturan Savcun (S) ve Karacaören (K) yörelerinin yakınlaştırılmış Landsat MSS (174/33) görüntüsü üzerinde çizilen yaklaşık litolojik sınırların görünümü .....210
- Şekil 122.B: İnceleme alanını oluşturan Savcun (S) ve Karacaören (K) yörelerinin yakınlaştırılmış Landsat MSS (174/33) görüntüsü üzerindeki konumu.....211
- Şekil 123.A: İnceleme alanını oluşturan Savcun (S) ve Karacaören (K) yörelerinin yakınlaştırılmış SPOT XS (118/271) görüntüsü üzerinde çizilen yaklaşık litolojik sınırların görünümü.....212

- Şekil 123.B: İnceleme alanını oluşturan Savcun (S) ve Karacaören (K) yörelerinin yakınlaştırılmış SPOT XS (118/271) görüntüsü üzerindeki konumu.....213
- Şekil 124: Landsat MSS (174/33) görüntüsünü oluşturan yakın kızılötesi (0.80-1.1  $\mu\text{m}$ ) dalga boyundaki kanalın görünümü.....215
- Şekil 125: Landsat MSS (174/33) görüntüsünü oluşturan yeşil (0.6-0.7  $\mu\text{m}$ ) dalga boyundaki kanalın görünümü.....216
- Şekil 126: Landsat MSS (174/33) görüntüsünü oluşturan mavi (0.5-0.6  $\mu\text{m}$ ) dalga boyundaki kanalın görünümü.....217
- Şekil 127: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne kenar zenginleştirme (edge enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm.....218
- Şekil 128: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne bir ileri seviyede kenar zenginleştirme (edge enhancement more) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm.....220
- Şekil 129.A: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne GB' dan itibaren verilen yönsel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan çizgisellikler.....221
- Şekil 129.B: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne GB' dan itibaren verilen yönsel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm.....222

Şekil 130.A: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne GD' dan itibaren verilen yönel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan çizgisellikler.....223

Şekil 130.B: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne GD' dan itibaren verilen yönel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm.....224

Şekil 131: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne eşit yayımlı histogram zenginleştirme (histogram equalized stretching) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm.....228

Şekil 132: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne ortalama filtreleme (median filtering) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm.....230

Şekil 133: SPOT XS (118/271) görüntüsünü oluşturan yeşil (0.50-0.59  $\mu\text{m}$ ) dalga boyundaki kanalın görünümü.....231

Şekil 134: SPOT XS (118/271) görüntüsünü oluşturan mavi (0.61-0.69  $\mu\text{m}$ ) dalga boyundaki kanalın görünümü.....232

Şekil 135: SPOT XS (118/271) görüntüsünü oluşturan yakın kızılötesi (0.79-0.89  $\mu\text{m}$ ) dalga boyundaki kanalın görünümü.....233

Şekil 136: SPOT XS (118/271) görüntüsüne kenar zenginleştirme (edge enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünümü.....235

Şekil 137: SPOT XS (118/271) görüntüsüne bir ileri seviyede kenar zenginleştirilmesi (edge enhancement more) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm.....236

Şekil 138.A: SPOT XS (118/271) görüntüsüne GB' dan itibaren verilen yönsel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan çizgisellikler.....237

Şekil 138.B: SPOT XS (118/271) görüntüsüne GB' dan itibaren verilen yönsel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm.....238

Şekil 139.A: SPOT XS (118/271) görüntüsüne GD' dan itibaren verilen yönsel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan çizgisellikler.....239

Şekil 139.B: SPOT XS (118/271) görüntüsüne GD' dan itibaren verilen yönsel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm.....240

Şekil 140: SPOT XS (118/271) görüntüsüne eşit yayımlı histogram zenginleştirilmesi (histogram equalized stretching) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm.....242

Şekil 141: SPOT XS (118/271) görüntüsüne ortalama filtreleme (median filtering) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm.....243

Şekil 142: Karacaören yöresinin jeolojik evrimini gösteren şematik modeller....248

Şekil 143: Savcun yöresinin jeolojik evrimini gösteren şematik modeller.....251

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1: İnceleme alanının kuzeyinde, Ağamescit köyü kuzeyindeki Göbeklitarla Mevkii' nden elde edilen ve Göbeklitarla istasyonuna ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm veriler (s: Sağ yanal doğrultu atımlı fay, n: Normal fay, t: Ters fay).....103

Çizelge 2: İnceleme alanının kuzeybatısında Apa köyünün yaklaşık 1 km doğusunda yer alan ve daha doğuda Karapınar Bindirmesinin tabanının gözlendiği Çördüklü dere den ölçülen ve Çördüklü istasyonuna ait diyagramın hazırlanmasında kullanılan ölçüm verileri (t: Ters fay).....185

Çizelge 3: İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Tatlıcak köyünün yaklaşık 2 km kuzeybatısında bulunan Çaybaşı tepeden ölçülen ve Çaybaşı istasyonuna ait diyagramın hazırlanmasında kullanılan ölçüm verileri (N:normal fay, I: Ters fay).....186

Çizelge 4: İnceleme alanının kuzeyinde Savcun ve Tatlıcak köyleri arasında Köörlükoyak Dere' de ölçülen ve Köörlükoyak istasyonuna ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm veriler (t: Ters fay).....187

Çizelge 5: İnceleme alanının güneybatısında, Eskiapardı köyünün güneyinden elde edilen ve Eskiapardı istasyonuna ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm verileri (t:Ters fay).....187

Çizelge 6: inceleme alanının orta kesiminden geçen Sivas-Kayseri yolunun yaklaşık 2 km kuzeydoğusunda Hünüğ sırtında açılan yarmadan elde edilen ve Hünüğ istasyonuna ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm verileri (N:Normal fay, t:Ters fay).....188

Çizelge 7: İnceleme alanının güneyindeki Kavlak köyünün yaklaşık 1 km doğusunda bulunan Kayalı Sirtından elde edilen ve kayalı istasyonuna ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm veriler (N:Normal fay, T: Ters fay).....189

Çizelge 8: İnceleme alanının da içinde yer aldığı Landsat MSS ve SPOT XS görüntülerinin karşılaştırmalı teknik özellikleri.....203



**EKLER**

Ek 1: Karacaören ve yakın yöresinin jeoloji haritası

Ek 2: Karacaören ve yakın yöresinin enine jeoloji kesitleri

Ek 3: Savcun ve yakın yöresinin jeoloji haritası

Ek 4: Savcun ve yakın yöresinin enine jeoloji kesitleri

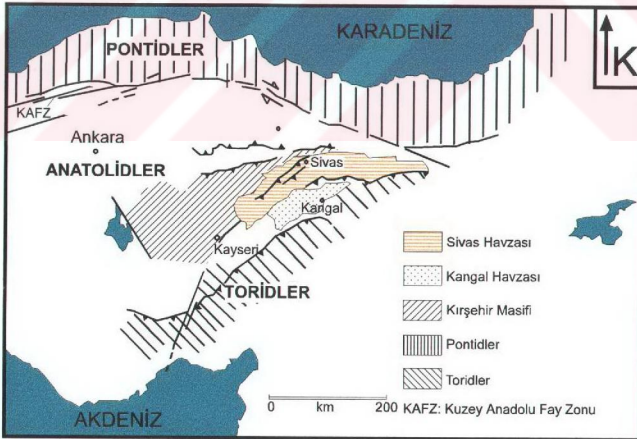


## 1. GİRİŞ

### 1.1. İncelemenin Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışması, Sivas ili güneyine düşen Ulaş yöresinde, Sivas Tersiyer Havzası' nın güney kenarının tektonostratigrafisini, tektonik deformasyon biçimini ve kinematığının yanında bölgenin uzaktan algılama yöntemleriyle elde edilen uydu görüntülerine sayısal görüntü işlemlerini uygulayarak, inceleme alanındaki litolojik birimlerin sınırlarının ve çizgiselliklerin ortaya çıkarılması amacıyla bugüne kadar yapılmış olan diğer tez çalışmalarından ayrılır. Doktora tez çalışmasına Eylül 1992' de başlanmış ve 1998 yılında bitirilmiştir.

İnceleme alanının da içinde bulunduğu Sivas Havzası, Ketin (1966) tarafından adlandırılan Anatolid tektonik birliğinin içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Kuzeyde Pontid, güneyde Torid tektonik birlikleri ve batıda ise Kırşehir Masifi ile sınırlanan havza, batıda KD-GB doğrultusunda uzanırken doğuda ise D-B doğrultusunda daralan bir geometriye sahiptir.



Şekil 1: İnceleme alanının da içinde yer aldığı Sivas Havzası' nın genel konumu ve Türkiye' deki tektonik birliklerle olan ilişkisi (Poisson ve diğ., 1996' dan değiştirilerek)

Diğer Orta Anadolu Tersiyer havzalarına benzer olarak (Çorum-Çankırı, Haymana-Polatlı) Üst Kretase' den itibaren kapanmaya başlayan Neotetis' in kuzey koluyla ilintili olarak gelişen Sivas Tersiyer havzası, bazı araştırmacılar tarafından varlığı Tecer Dağları' nın güneyinde düşünülen İç Torid Okyanusu' nun bu havzayla olan ilişkisi bakımından evrimsel, potansiyel hidrokarbon olasılığıyla da ekonomik açıdan birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Bu tez çalışmasında stratigrafik açıdan havza içerisinde yer alan çökellerin litolojik, paleontolojik ve ortamsal özelliklerinin yanında bölgenin tektonik özelliklerinin de ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Ayrıca diğer litolojilere oranla dekolman seviyeler halinde gelişen ve bindirme tektoniği açısından önemli bir yere sahip olan evaporitik çökeller inceleme alanı içerisinde geniş yüzlekler vermiştir. Yoğun tektonizmaya uğrayan bu çökellerin kesin sınırlarının saptanması yanında inceleme alanındaki çizgiselliklerin belirlenmesi amacıyla inceleme alanının uzaktan algılama yöntemleriyle elde edilen uydu görüntülerine sayısal görüntü işlemlerini uygulayan çalışmalar yapılmıştır.

Tez bu bakımdan; tektonostratigrafik özellikler ve sayısal görüntü işleme amaçlı olarak yapılan çalışmalar olmak üzere iki ana bölüme ayrılır.

## **1.2. İnceleme yöntemleri**

Ulaş yöresinde, Sivas Havzası' nın güney kenarının tektonostratigrafik özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla yapılan bu tez çalışması, saha öncesi, büro, saha ve sonrası çalışmalarıyla birlikte laboratuvar çalışmaları olmak üzere 4 kısımda incelenmiştir.

### **1.2.1. Saha öncesi büro çalışmalarında kullanılan yöntemler**

Saha çalışmalarından önce inceleme alanı ve yakın çevresiyle ilgili olarak daha önceden yapılmış olan çalışmaların hemen hemen tümü literatür taraması sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca inceleme alanına ait olan, DSİ Sivas 19. Bölge Müdürlüğü ve Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü arşivinde bulunan 1/35.000 ölçekli hava fotoğrafları üzerinde arazi çalışmaları öncesi ve sırasında foto-interpretasyona yönelik çalışmalar yapılmıştır. Arazi

gözlemleri sonucunda görülemeyen ancak fotoğraflar üzerinde ayırt edilebilen çizgisellikler ve birbirlerinden ayırtlanabilen litolojik sınırlar tesbit edilerek topoğrafik haritalar üzerine aktarılmıştır.

Bu tez çalışmasının sayısal görüntü işlemlerini içeren bölümü göz önüne alındığında saha çalışmaları öncesinde yapılan büro çalışmalarının önemi ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle yapılacak çalışmanın amacına uygun olarak inceleme alanını içine alan Landsat MSS görüntüleri Devlet İstatistik Enstitüsü'nden (DİE), SPOT XS görüntüleri ise Paris-Sud Üniversitesi Phototeque Laboratuvarı'ndan sağlanmıştır.

### **1.2.2. Saha çalışmalarında kullanılan yöntemler**

İnceleme alanına ait 1/25.000 ölçekli 4 ayrı jeolojik harita, 1993-97 yılları yaz aylarında tamamlanmıştır. Daha sonra yapılacak formasyon ve üye adlamalarına temel olacak litoloji değişimleri, jeolojik haritalama çalışmalarında dikkat edilen en önemli kriterlerden birisi olmuştur. Bölgedeki kayastratigrafi birimlerinin ortaya çıkarılması ve bu birimlerin kaya türü özellikleri ve yaşlarının saptanması amacıyla birimlerin tip kesit olarak en iyi gözlemlendiği yerlerden ölçülü stratigrafik kesitler yapılmış ve yaklaşık olarak 300 adet kayaç, yıkama ve makrofosil örneği toplanmıştır.

Arazide gelişen yapısal ve stratigrafik ilişkileri göstermek amacıyla tamamen ölçüm ve gözleme dayanan ölçekli ve ölçeksiz enine kesitler ve taslaklar hazırlanmış, fotoğraflarıyla beraber denestirilmek üzere tezin ilgili kısımlarına monte edilmiştir.

İnceleme alanının tektonik deformasyon biçiminin ortaya çıkarılmasına yönelik olarak bölgesel deformasyonun ana eksenlerinin belirlenmesi amacıyla kaya birimleri içerisinde katman, eklem ve kıvrım ölçümlerinin yanısıra gözle görülebilir boyutta gelişen ve üzerinde kinematik özelliklerin yanında niteliğini de gösteren belirteçlerin yer aldığı fay düzlemleri ölçülmüştür.

### 1.2.3. Saha sonrası büro çalışmaları

Büro çalışmalarının en önemli kısmını, arazide çeşitli amaçlar için yapılan ölçümlerin değerlendirilmesi aşaması oluşturmaktadır. İnceleme alanında gözlenen katman, eklem, fay ve kıvrımların belirlenmesine yönelik olarak gül ve kontur diyagramlarının yanısıra sahadan toplanan fay ölçümleri de grafiksel ve sayısal kinematik analiz yöntemlerinden Carey yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Ancak, kinematik analize yönelik olarak aranan mesozkobik fay düzlemleri inceleme alanında yüzeyleyen birimlerin tümünde gözlenememiştir. Bunun sebebini yüzeysel koşullar altında birimlerde meydana gelen aşınmanın yanısıra litolojik özellikler de oluşturmaktadır. Bu nedenden dolayı bu birimler içerisinde yeterli derecede katman ve eklem ölçümleri alınmış ve bu ölçümler kontur ve gül diyagramlarında değerlendirilerek yapısal analiz tamamlanmıştır.

### 1.2.4. Laboratuvar yöntemleri

Laboratuvar çalışmaları araziden toplanan paleontolojik ve petrografik amaçlı kayaç ve yıkama örneklerinin ince kesit haline getirilmeleri ve yaş bulma amacına yönelik olarak alınan marn örneklerinin yıkanması şeklinde özetlenebilir.

Kayaçların ince kesit haline getirilmeleri Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca tezin ikinci ana bölümünü oluşturan ve inceleme alanına ait olan Landsat MSS ve SPOT XS uydu görüntülerine sayısal görüntü işlemlerinin uygulanmasını içeren çalışma da laboratuvar yöntemleri içerisinde yer almaktadır.

Sivas Havzası'nın yukarıda sözü edilen bölümüne ait görüntüler Hacettepe Üniversitesi Uzaktan Algılama Laboratuvarı ve Paris-Sud Üniversitesi Phototeque Laboratuvarı'nda ve büroda incelenmiş ve bu görüntülere sayısal görüntü işlem (digital image processing) yöntemleri uygulanmıştır.

İnceleme alanının batısında yüzeyleyen volkanitlerin K-Ar yaş tayinleri ise Guillou ve Guezou (1996) tarafından Centre des Tables Radioactivités, Laboratoire mixte (CEA-CNRS) 'de yapılmıştır.

### 1.3.Önceki çalışmalar

İnceleme alanının da içinde yer aldığı Sivas Tersiyer Havzası ve çevresi ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bunlardan özellikle inceleme alanını içine alan referans çalışmalardan bazıları korelasyon yapmak amacıyla ayrı bir şekilde toplanmıştır (Şekil 2).

Kurtman (1961), Sivas ve Divriği arasındaki sahanın jeolojisi ve jipsli seri hakkında yaptığı çalışmada, bölgede Paleozoyik' ten Kuvaterner' e kadar çeşitli formasyonların çökeldiğini ve Paleozoyik sonu, Kretase sonu, Eosen sonu ve Miyosen sonu olmak üzere kıvrımlanma hareketlerinin dört defa meydana geldiğini ifade etmiştir.

Kurtman (1961a), lagüner ortam ürünü olan, alacalı kumtaşları ve denizel karakterli Miyosen kalker ve marnlarla beraber bulunan Sivas civarındaki jips serilerinin stratigrafisi ile ilgili olarak, bölgede hidrasyon sonucunda şişen jipslerin normal stratigrafik ilişkileri bozduğunu ve bu nedenle yaşları hakkında bir hükme varmanın zor olduğuna kanaat getirmiştir. Yazar Eosen' in üst seviyelerinde de jipslerin var olduğunu belirtmiştir.

Kurtman (1963), Tecer Dağları' nın jeolojisi ile ilgili olarak yaptığı çalışmada bölgede Üst Kretase yaşlı kalkerlerin bulunduğunu ve Eosen yaşlı kayaçların filişik karakterde geliştiğini, alacalı seri olarak adlandırılan jipslerle ardalanmalı kırmızı ve şarabi renkli kumtaşlarının hem Oligosen hem de Miyosen' de var olduğunu saptamıştır. Oligosen yaşlı serinin yaşının stratigrafik ilişkilere göre verildiğini söyleyen yazar magmatik faaliyetin bölgede yalnız serpantinitle varlığı ile sınırlı olup yaşının da Alt Eosen sonrası olarak gerçekleştiğini ve bölgedeki kıvrım eksenleri ve tabakaların da Alpin istikametine uygun olarak geliştiğini savunur.

Arpat (1964), Gürlevik Dağı civarı ve kuzeyinde yaptığı petrol amaçlı çalışmada bölgede yüzeyleyen birimleri haritalamış ve stratigrafisini ortaya çıkarmıştır. Yazar, petrol amaçlı bir çalışmaya başlamadan önce daha önceden yapılmış jeofizik ve jeolojik haritalama çalışmalarının yetersiz ve yanıltıcı olduğunu



belirterek bölgede yeniden jeofizik amaçlı çalışmaların yapılması gerektiğini belirtmiştir.

Norman (1964), Sivas i 38 c2 paftasında yaptığı çalışmada Oligosen birimlerini Barçın, Eosen birimlerini de Karayaprak formasyonu olarak adlandırmış ve Miyosen çökellerinin açılı uyumsuzlukla Oligosen yaşlı birimler üzerine geldiğini saptamıştır. Yazar, Celalli grubunda topladığı Miyosen çökellerinin alttan üste doğru denizel şeyl ve kumtaşı, denizel kireçtaşı, jips ve kırmızı kumtaşı-çakıltası-şeyl şeklinde gözlemlendiğini ileri sürmüştür.

Pisoni (1965), Sivas i 38 c1 ve c4 nolu paftalarda yaptığı jeolojik ve petrol amaçlı çalışmada bu paftaların kapsadığı alanlardaki genel jeolojik özellikleri ortaya çıkarmış ve bölgede yapılacak petrol aramalarının önündeki en büyük engelin havzada çökelen birimlerin olağanüstü kalınlıkları olduğunu, stratigrafik, yapısal ve organik bir sentez yapabilmek için önceden yapılmış jeolojik ve jeofizik verilerin dikkatli bir şekilde analiz edilmesini önermiştir.

Baykal ve Erentöz (1966), 1 / 500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası kapsamında hazırladıkları Sivas paftasında Sivas Havzası'nın stratigrafisi, tektoniği ve mağmatizması yanında bölgenin önemli maden yatakları ve hammaddeleri hakkında da genel bilgiler vermişlerdir.

Sungurlu ve Soytürk (1970), Sivas Havzası'nın petrol potansiyelini ortaya çıkarmak için yaptıkları çalışmada, Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarının iyi ana ve hazne kayaç özelliklerine rağmen petrolün yataklanması için gerekli özellikleri taşımadığı, Eosen yaşlı şeyllerin ise iyi örtü kayaç olabilecekleri düşünülse de Sivas Havzası'nın petrolün korunabilmesi ve kapanlanması yönünden olumlu bir fikir veremeyeceğine dikkat çekmiştir.

İlker ve Özyeğin (1971), yine Sivas Havzası'nın petrol potansiyeliyle ilgili yaptıkları çalışmada, bölgede çökelen birimlerin hiçbirinde canlı veya ölü petrol izine rastlanmadığını ve MTA tarafından Celalli yöresinde yapılacak olan petrol sondajının beklenmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Kurtman (1973), Sivas Havzası'nın Hafik, Zara ve İmranlı'yı kapsayan orta kesiminde yaptığı çalışmayla bölge için referans nitelikte olabilecek yayınlardan

birisini yapmış ve diğer araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Bu çalışmaya göre, inceleme alanının temeli Sakardağ' da yüzeyleyen, alt kesimleri gnays ve şist üst kesimleri ise daha çok mermerlerle temsil edilen metamorfik seriden teşkil eder. Metamorfikler üzerinde en yaşlı sedimanter seri olan Üst Kretase yaşlı kalkerler üzerine, sınırı ancak paleontolojik verilerle belirlenen Paleosen yaşlı kalkerler uyumlu olarak gelir. Üste doğru uyumsuz olarak volkanik arakatlı Eosen yaşlı filişlerle karakterize olan istif Oligosen yaşlı lagüner ortamda çökelmiş jips ve kırmızı-şarabi renkli kumtaşı ve silttaşları tarafından çok hafif bir uyumsuzlukla örtülür. Bölgede çökelmiş olan en genç birimler denizel ve lagüner ortam özellikleri gösteren Miyosen yaşlı birimler olup alttaki birimleri uyumsuzlukla örter. Bölgede yüzeyleyen mağmatik kayaların Üst Kretase yaşlı ultrabazikler ve Eosen yaşlı andezit ve tüflerle temsil edildiğine dikkat çeken yazar, Ketin (1966)' e göre bölgenin kuzeyinin tektonik birlik olarak Anatolidler' e güneyinin ise Torid' lere girdiğini savunur.

Gökten (1978), Şarkışla güneydoğusunda yaptığı çalışmada, bölgede gözlenen ofiyolitik birimlerin melanaj özellikli olduğunu belirterek bölgeye yerleşimlerinin Alt Tersiyer filiş sedimantasyonu sırasında olistostromal olarak gerçekleştiğini ortaya çıkarmıştır. Melanjın bileşenlerini, serpantinlerin yanısıra; peridotit, diyabaz, tuf ve kireçtaşı olistolitleri olarak sıralayan yazar bölgede bu ofiyolitik melanji Yassıpınar olistostromu olarak adlandırmış ve yerleşim yaşını da Orta-Üst Paleosen olarak belirlemiştir.

Meşhur ve Aziz (1980), Sivas Havzası' nın jeolojisini ve hidrokarbon olanaklarını ortaya çıkarmayı amaçlayan çalışmalarında petrol olanakları açısından inceledikleri Yağmurluseki formasyonu, Tecer üyesinin hazne kaya, Bozbel formasyonu şeyllerinin de orta-iyi nitelikli ana kaya olabileceğini gözlemişler ve kapanlanmanın kuzeyde, baseni sınırlayan kırık zonunun güneyindeki gömülmelerle güneyde ise Tecer-Gürlevik hattının kuzeyindeki kıvrılmaların basen derinliklerindeki uzamalarında oluşabileceğine dikkati çekmişlerdir.

Gökçen (1981), Zara-Hafik güneyinde yer alan Paleojen istifinde yaptığı sedimantolojik amaçlı çalışmada bu yaş aralığındaki birimlerin sınırını paleontolojik

verilerle ortaya koymuş ve Eosen yaşlı birimlerin kökeninin ofiyolitik ve metamorfik, Oligosen yaşlı birimlerin kökeninin ise metamorfik, asit mağmatik ve ofiyolitik olabileceğini belirtmiş ve provenanslarının sırasıyla güney ve kuzey olduğunu saptamıştır.

Gökçen (1982), yaptığı karşılaştırmalı bir çalışmada Zara-Hafik bölgesindeki filişin kıtasal kabuktan, Refahiye bölgesinde ise okyanusal kabuktan türediği sonucuna varmıştır.

Gökten (1984), Şarkışla güney ve güneydoğusunda yaptığı çalışmada, Üst Kretase-Paleosen aralığının denizel fasiyeste gelişen tuf, tüfit, volkanik kumtaşı ve lavlarla arakatkılı türbiditik kireçtaşlarıyla, Eosen' in denizel fasiyeste gelişen çakıtaşı ve killi kireçtaşlarıyla, Oligosen' in lagüner fasiyeste gelişen jipsler ve gölsel ve menderesli nehir fasiyesinde gelişen detritiklerle, Pliyosen' in ise karasal kökenli killi kireçtaşı ve bazaltlarla temsil edildiğini vurgulamıştır. Yazar ayrıca bölgede temeli oluşturan ofiyolitik melanja ait birimlerin, Orta Eosen sonuna kadar çekim kaymalarıyla bölgeye yerleşen olistostromal nitelikteki birimler olduğunu ortaya çıkarmış ve bölgenin Üst Kretase-Paleosen devresinde yay gerisi bir havza olarak gelişimini sürdürdüğünü belirtmiştir.

Gökçen ve Kelling (1985), Zara-Hafik civarında yaptıkları çalışmada Oligosen yaşlı sedimanları dört ayrı litostratigrafik üniteye ayırarak sedimantolojik özelliklerini incelemişler ve bu birime ait örneklemelerde provenans özelliklerinin yayla ilişkili bir basenin kapanımını gösterdiğini belirtmiştir.

Gökten (1985), Cemal-Mudarasın ve Deliilyas köyleri arasında yaptığı çalışmada bölgedeki son şiddetli deformasyon fazının Oligosen sonunda gerçekleştiğini belirterek bugün gözlenemeyen hazvanın temelini, sedimanter birimler üzerinde tektonik dilimler şeklinde gözlenen ofiyolitik melanja ait birimlerin oluşturduğunu saptamıştır. Bu melanj dilimleri Maestrihtiyen öncesinde üzerlenerek yeniden havzaya tekrar taşınmıştır.

İnan (1987), Tecer kireçtaşı formasyonunda yaptığı çalışmada formasyon içerisindeki bentik foraminiferlerin kronotratigrafik olarak Üst Maestrihtiyen, Daniyen-Monsiyen ve Tanesiyen katlarında yoğunlaştıklarını saptamıştır.

İnan ve İnan (1987), Tecer Dağları'nda yaptıkları çalışmada Tecer kireçtaşı formasyonunun ayrıntılı stratigrafik tanımlamasını yapmışlar ve mikroskobik incelemeler sonucunda 10 farklı mikrofasiyese ayrılabilceğini saptamışlardır. Yazarlar ayrıca bu formasyonun Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen yaş aralığında ve resifal-sığ denizel ortamda depolandığını belirlemişlerdir.

İnan (1988), Sivas ili güneydoğusunda yaptığı çalışmada Tecer Dağlarını oluşturan Tecer kireçtaşı formasyonundaki Üst Kretase-Paleosen geçişinin belirlenemediğini, formasyonunun kuzeyde yer alan Oligosen ve Eosen yaşlı birimler üzerinde tektonik dokanaklı olduğunu ve bu nedenle de sık sık tekrarlanmalar içerdiğini saptamıştır.

Gökçe ve Ceyhan (1988), Sivas güneydoğusundaki Miyosen yaşlı jipslerin oluşumu ile ilgili yaptıkları çalışmada ise jipslerin, anhidritlerin hidrasyonu sonucunda oluşan ikincil jipsler olduğuna ve içlerinde anhidrit kalıntı kristalleri içerdiğine dikkat çekmişlerdir. Bölgedeki jipsli seviyelerin çökme ortamının önce karasal sonra denizel ve tekrar karasal olmak üzere üç ayrı evrede geliştiklerini söylemişlerdir.

İnan ve İnan (1990), Sivas güneydoğusunda bulunan Gürlevik kireçtaşlarının paleontolojik, stratigrafik ve yapısal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında Tanesiyen yaşlı ve sığ denizel ortam ürünü olan bu kireçtaşlarının daha güneyde bulunan Tecer kireçtaşlarının devamı olduğunu ve bu yüzden de her iki birimin Tecer formasyonu adı altında birleştirilebileceği kanaatine varmışlardır.

Sümengen ve diğ., (1990), Sivas Havzası'nın batı kesiminde, Gemerek civarında yaptıkları çalışmada bölgede yüzeyleyen jipsli çökellerin yaşını omurgalı fauna içeriğine göre Oligosen olarak belirlemişlerdir.

Yılmaz (1990), Sivas ile Şarkışla arasındaki bölgede yaptığı çalışmada, bölgenin stratigrafik özelliklerinin yanında özellikle Neotektonik dönemde K-G doğrultulu sıkışmanın etkisi altında K 70° D gidişli sol yanal atımlı, K 40° B gidişli sağ yanal atımlı ve K-G gidişli verev atımlı fayların gelişimine ve buna bağlı olarak çek-ayır ya da gerilme türü genç havzacıkların geliştiğini ifade etmiştir.

Yılmaz ve Sungurlu (1991) ise tektonik ve hidrokarbon potansiyeli açısından inceledikleri Sivas Havzası'nın tabanının Neotetis suture zonu üzerinde, ofiyolitik kayalardan oluştuğunu ve havzada yapılan petrol amaçlı en derin sondajın 3600 m 'de Oligosen klastiklerinin içinde kaldığını belirtmiştir.

Cater ve diğ. (1991), havzanın Tersiyer evrimi ile ilgili olarak yaptığı çalışmada, Sivas Havzası'nın Tersiyer başında Neotetis'in kuzey kolunun kapanımı sırasında şekillendiğini ve Üst Eosen' de tüm istifin kuzeye doğru bindirdiğini ve Oligosen' de bu bindirme sistemlerinin üzerinde bir piggy-back havzanın geliştiğini daha sonra da Üst Oligosen' deki hareketlenmelerin kuzeye doğru devamıyla beraber Eosen' deki bindirmelerin de yeniden hareketlendiklerini belirtmiştir.

Gökten ve Kelling (1991), Hafik kuzeyindeki Senozoyik istifinde yaptıkları çalışmada; Paleosen' de sedimantasyonun tektonizma tarafından kontrol edildiğini ve yörede geniş yayılımlar gösteren jipsli serinin yaşının Alt Miyosen' den yukarı çıkamayacağını; bunun da Neotetis içindeki kıta-kıta çarpışmasının Orta Miyosen öncesinde meydana geldiğinin ileri sürülebileceğini ortaya çıkarmıştır.

Tunç ve diğ. (1991), Divriği ve doğusunda yaptıkları temel jeolojik amaçlı çalışmada Divriği ofiyolitik karışığını ilk kez tanımlamışlar ve karışığın bölgeye yerleşiminin Senoniyen öncesinde gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Koçyiğit (1991), Erzincan batısında Karakaya, İç Toros ve Erzincan kenet kuşaklarının üstüste geldiğini ve Geç Triyas yaşlı Karakaya kenedinin Karakaya dağ oluşumunun, Geç Miyosen öncesi oluşmuş İç Toros ve Erzincan kenetlerinin ise Alpin dağ oluşumlarının izleri olduğunu belirtmiştir. Yazar, İç Toros kenedini temsil eden ofiyolitik melanjın kuzey Neotetis'in güney kıta kenarından türeyen kireçtaşı blokları içermiş olduğunu saptamıştır.

Atalay (1993), Sivas Havzası'nın güneybatısında karasal Neojen çökellerinde yaptığı çalışmada bölgedeki birimlerin stratigrafisini ortaya çıkarmış ve bu birimlerin çökel ortamlarını yaptığı sedimantolojik amaçlı analizlerle ortaya koymuştur.

İnan ve diğ. (1993) ise Ulaş-Sincan yöresinde yaptıkları stratigrafi ağırlıklı çalışmada yörede en yaşlı kaya biriminin daha doğuda yer alan Munzur

kireçtaşlarının devamı niteliğindeki Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları olduğunu ve ofiyolitik karışığın yerleşim yaşının en azından Üst. Kretase olduğunu saptamış ve bölgede yüzeyleyen batolitin ise yerleşim yaşının Üst Kretase değil Paleosen olabileceğini ifade etmiştir.

Gökten (1993), Ulaş doğusunda yaptığı çalışmada, bölgeye ilk ofiyolit yerleşimlerinin Geç Kretase' de olduğunu ve olistostromal olarak yerleşimlerin ise Oligosen' e kadar sürdüğüne dikkat çekmiştir. Erken Miyosen sonunda bu ofiyolitik melanj naplarının yeniden hareketlenmelerinin İç Toros Okyanusu' nun kapandığına işaret ettiğini söyleyen yazar Pliyosen ve sonrasının bir serbestlenme rejimi şeklinde geliştiğini belirtmektedir.

İnan (1993-94) ise havzanın güneydoğu kesimlerinin evrimi ile ilgili yaptığı çalışmada, İç Torid Okyanusu' nun Maestrihtiyen' de kapanmış olabileceğini ve Sivas Havzası' nda yer alan birimlerde gözlenen yapıların Üst Kretase' den itibaren bölgede K-G yönlü bir sıkışmanın var olduğuna ve bundan sonra yapılacak çalışmaların özellikle Kırşehir Masifi ve Divriği yöresinde yüzeyleyen volkanik ve plütonik kayalar üzerinde yoğunlaştırılması gerektiğine dikkat çekmiştir.

Temiz ve diğ., (1993), yaptıkları çalışmada, Kemah Baseni olarak adlandırdıkları Sivas Havzası doğu kesiminde yüzeyleyen basen birimlerini, biri Burdigaliyen- Pliyo-Kuvaterner yaşlı üst stratigrafik istif diğeri çoğunlukla jipslerle karasal kırıntılardan oluşan alt stratigrafik istif olarak iki ayrı bölüme ayırtlamışlar, hem basen birimlerinin hem de temel kayaların GGD doğrultulu bindirme sistemleri içerdiklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre, basen içerisinde en önemli litostratigrafik seviye olan Burdigaliyen yaşlı kireçtaşlarına dayanılarak yapılan dengelenmiş enine kesit ve restorasyonlarda minimum 11 km' lik bir yer değiştirmenin gerçekleştiği saptanmıştır.

Temiz (1994), Sivas Havzası' nın doğu ve batısında yaptığı tez çalışmasında Hafik yöresinde stratigrafinin, kompleks bindirme sistemleri tarafından birbirlerinden ana bindirme faylarıyla ayrılan dört ayrı bindirme örtüsü şeklinde verilebileceğini ve basenin kuzey kenarının Geç Eosen' de kuzeye eğimli imbrike fan sistemleriyle karakterize olduğunu belirtmiş, her iki bölgenin kinematik

özelliklerinin yanında bu bölgelerde meydana gelen kısalma miktarını dengelenmiş enine kesitler yardımıyla hesaplamıştır.

Tufan ve Ateş (1996,) Sivas Havzasını potansiyel alan verisi işleme yöntemi ile inceledikleri çalışmada havza için bulunan 10.2 km derinlik değerinin çökellerin normal stratigrafik kalınlıklarından hesaplanan değer çok üstünde olduğunu ve bunun da ancak olası kıvrımlanma ve bindirmelerle gerçekleşebileceğini ifade etmiştir. İncelemede havzanın gravite profil modeli ve çizgisellik haritasından havzanın taban topoğrafyasının kırıklı olabileceğine işaret eden yazarlar Sivas Havzası'nın transtansiyonel kuvvetlerin etkisi altında, fayların kontrolünde gelişen bir havza olduğunu ve en son olarak da havzada transpresyonal etkilerin varlığının gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Tufan ve Ateş (1996a), Sivas, Erzincan, Malatya ve Kayseri arasında kalan bölgenin reyonel gravite ve havadan manyetik anomalilerini incelediği çalışmalarında bölgede üzerleri genç birimlerle örtülü yerlerde fay ve tektonik uzanımların sürekliliklerini araştırmışlar ve mağmatik intrüzyonları tesbit etmişlerdir.

Yılmaz (1995), Akdağ Masifi ve dolayında yaptığı çalışmada, inceleme alanının bir kısmını da içine alan bölgenin stratigrafik ve tektonik özelliklerini ortaya koymuş ve havza içerisinde en az iki masif jips düzeyinin yer aldığını belirlemiştir. Yazar ayrıca Pazarcık fay zonu ile Yukarıkızılırmak fay zonlarının sol yönlü atımın egemen olduğu verev fay sistemlerini temsil ettiğini saptamıştır.

Ceyhan (1996), Sivas yöresindeki sölestin yataklarının oluşumu ve kökenini incelediği doktora çalışmasında, Sivas Havzası'nda bulunan evaporitik kayaların Eosen yaşlı Bozbel, Oligosen yaşlı Selimiye, Alt-Orta Miyosen yaşlı Hacıali ve Orta-Üst Miyosen yaşlı Karayün formasyonları içerisinde bulunduğunu ifade etmiş ve sözü edilen sölestin yataklarını anhidritlerin hidrasyonu ile kalsit ve jipslerin çözünmeleri sırasında serbestleşen stronsiyumun yeterli miktarda sülfatla birleşerek çökelmiş olan sölestinlerin meydana getirdiğini belirtmiştir.

Guezou ve diğ. (1996), Sivas Havzası'nın tektoniği ile ilgili yaptığı çalışmada, havzanın orta ve güney kesimlerini üç ayrı tektonik bölgeye ayırmış ve

bunlardan en doğuda olanını geri ülkeye eğimli imbrike bindirme sistemi içerisinde (A Domain), Sivas kent merkezinin de yer aldığı bölgeyi güneybatıya doğru ilerleyen lateral bindirme kollarıyla ilişkili bir zonda (B Domain) ve en son olarak da bu tez çalışmasının batıda kalan bölümünü içine alan bölgeyi (C Domain) önülkeye eğimli bindirme ve yığışımın temsil ettiği bir bölge olarak kabul etmiştir.

Özçelik ve Altunsoy (1996), inceleme alanının doğu kesimini içerisine alan çalışmada Eosen yaşlı Bozbel formasyonunun kırıntılı petrofasiyes, provenans ve organik fasiyes incelemelerini yaparak formasyon içindeki organik maddenin içeriğinin çok düşük olduğunu ve birim içindeki kumtaşlarını oluşturan bileşenlerin çoğunlukla bir mağmatik yayı gösterdiğini saptamışlardır.

Poisson ve diğ. (1995), Sivas Havzası' nın evrimiyle ilgili olarak yaptıkları çalışmada, havzanın sedimanter ve volkanojenik özelliklerinin Paleosen ve Alt-Orta Eosen boyunca bir önülkeye -foreland- karşılık geldiğini vurgulamışlardır. Üst Eosen ve Oligosen boyunca gelişimini devam ettiren havza Üst Oligosen ve Alt-Orta Miyosen' de bazı kesimlerde sığ denizel ortamı karakterize eden çökellerin depolanma bölgesi olmuştur. Yazarlar, havzanın Kırşehir Masifi' nin kuzeydoğusunda yeraldığını ve temelinin okyanusaldan ziyade kıtasal bir nitelik taşıdığını belirtmişlerdir.

Poisson ve diğ. (1996), Sivas Havzası' nın evrimi ile ilgili olarak yaptığı diğer bir çalışmada, havzanın okyanusaldan çok kıtasal bir temele sahip olduğunu ve bu temelin üst seviyelerinin Üst Kretase sırasında Kırşehir ve Toros kuşakları üzerine ofiyolitik naplar şeklinde yerleştiğini belirtmiştir. Yazarlar, bir okyanusal havza olarak gereksinim göstermeyen İç Toros Çukuru' nun varlığına dayanarak Kırşehir Masifi' nin Neotetis' in kuzey kolundan ayrı bir blok gibi düşünülmemesi gerektiğini, aksine Doğu Toros kuşağının kuzey uzantısı olarak alınması gerektiğine değinmişlerdir.

Kavak ve diğ. (1997), Sivas Havzası' nın güney kenarının tektonostratigrafik özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla yaptıkları çalışmada bölgenin ayrıntılı jeolojik özelliklerini açıklamak için göz önünde tutulması gereken

tektonostratigrafik özellikleri bindirme tektoniği kavramına dayanarak vermişler ve ayrıca aynı bölgenin Landsat MSS görüntülerinden foto-interpretasyon yöntemleri kullanılarak ortaya çıkarılan jeolojik özelliklerini arazide yapılan incelemelerle deneştiren bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.

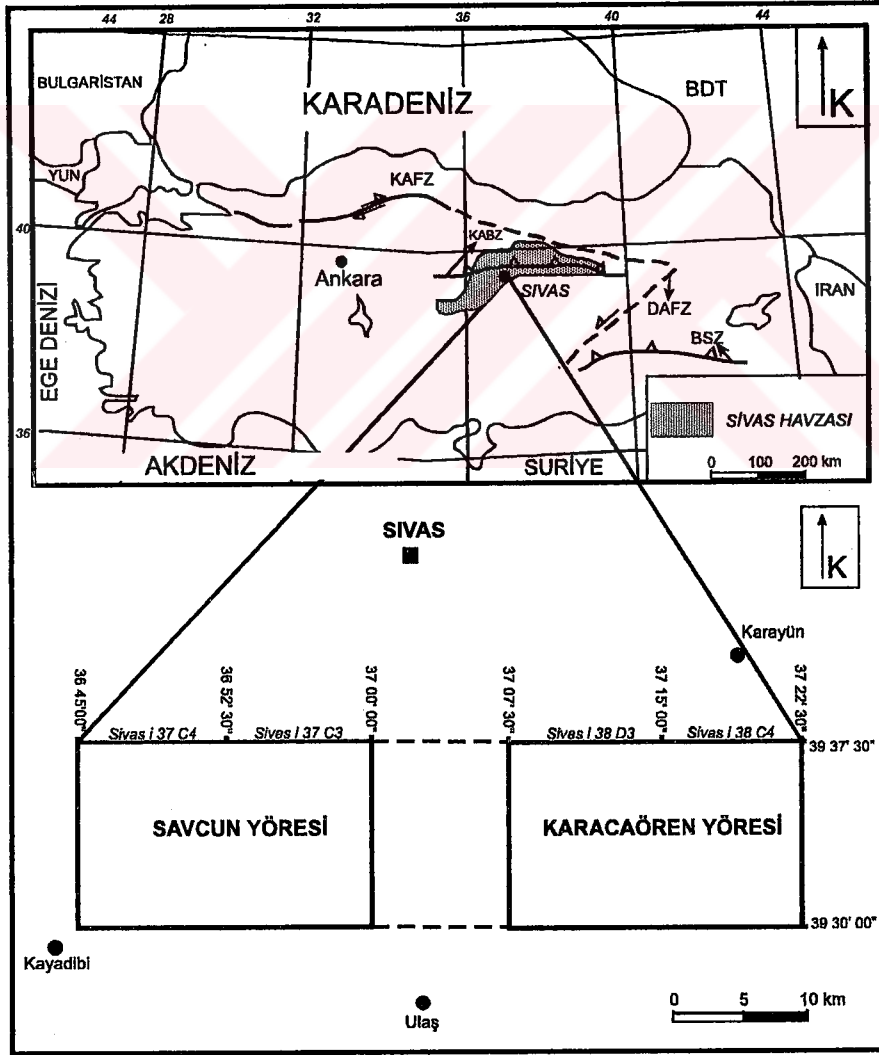


**BÖLÜM I**

**KARACAÖREN (SIVAS GD' SU) YÖRESİNDE SIVAS TERSİYER  
HAVZASININ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ VE TEKTONİK  
DEFORMASYON BİÇİMİ**

### I.1. İnceleme alanının konumu

İnceleme alanının doğu kısmını oluşturan ve Sivas ili sınırları içerisinde bulunan Ulaş ilçesinin kuzeydoğusunda yer alan Karacaören köyü ve civarı, 1/25.000 ölçekli İ 38 c4 ve İ 38 d3 topoğrafik haritalarıyla sınırlanır (Ek 1 ve Şekil 3). Güneyde KD-GB doğrultusunda uzanan Tecer Dağları, daha doğuda ise bölgenin en önemli yükseltileri arasında sayılan Gürlevik Dağı'yla sınırlanan bu alan,  $37^{\circ} 07' 30''$  ve  $37^{\circ} 22' 30''$  doğu boylamları ve  $39^{\circ} 37' 30''$  ve  $39^{\circ} 30' 00''$  numaralı kuzey enlemleri arasında yer almakta olup yaklaşık  $300 \text{ km}^2$  lik bir bölgeyi kapsar.



Şekil 3: İnceleme alanının Sivas Havzası içerisindeki konumunu gösteren yer bulduru haritası (KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu, KABZ: Kuzey Anadolu Bindirme Zonu, DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, BSZ: Bitlis Sütur Zonu)

## **I.2. İnceleme alanının yeryüzü biçimi**

İnceleme alanını güneydoğudan sınırlayan ve KD-GB doğrultusunda yer alan Tecer Dağları'nın kuzey uzantısının bir kısmı, inceleme alanının güneydoğusuna düşmekte olup bunlardan Kızılbayır Tepe (2110 m) bölgenin en önemli yükseltisini oluşturmaktadır. Bölgede yer alan diğer önemli yükseltiler güney kesimde gözlenmektedir ve batıdan doğuya doğru şu şekilde sıralanır:

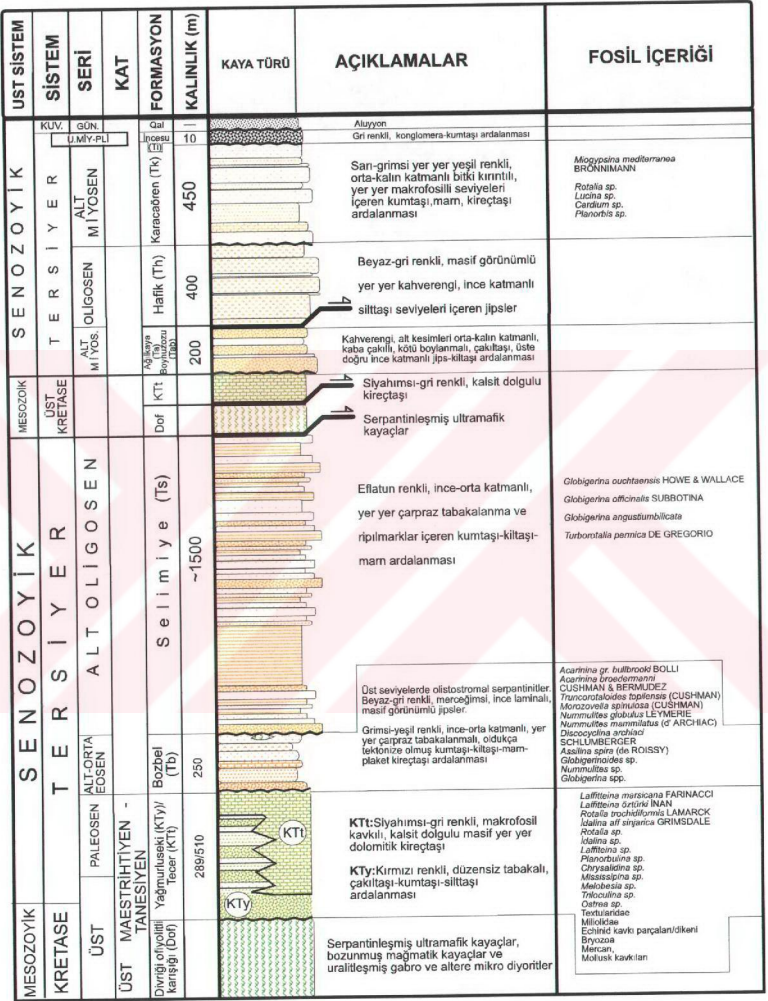
Sarıgüney Tepe (1557 m), Kurt Tepe (1830 m), Karaağıl Tepe (1592 m), Tuluk Tepe (1847 m), Bardakdurmaz Tepe (1604 m), Karataş Tepe (1736 m), Geçcetaş Tepe (1911 m) (Ek 1).

İnceleme alanındaki drenaj ağını oluşturan en önemli akarsu kuzeyde, D-B doğrultusunda uzanan Fadlın Irmağı ve ona bağlı olarak akan Kesriksuyu Deresi'dir. Ayrıca; Özder Çayı, Tatlıcak Çayı, Han Deresi, Çayıryüzü Deresi, Acı Dere, Kanlı Dere, Kavaklı Dere, Gündüz Suyu, Armutlusuyu Deresi, Kuşlukoru Dere ve Yoksulıçmez Dere'leri de inceleme alanındaki drenaj ağını oluşturan küçük kollar olarak sayılabilir.

## **I.3. Karacaören (Sivas GD'su) Yöresinin Tektonostratigrafisi**

Çalışma alanındaki birimler, bölgenin güneyinde daha açık bir şekilde gözlenen ofiyolitli karışık ve Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı kireçtaşlarından oluşan temel birimlerle bu birimler üzerine gelen örtü birimlerinden oluşur (Şekil 4).

İnceleme alanının temelini Üst Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığına ait birimler oluşturur. Bu temel üzerine uyumsuzlukla gelen ve arazide birbirleriyle yanal ve düşey geçişli olduğu ortaya çıkarılan Yağmurluseki ve Tecer formasyonuna ait birimler Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen yaş aralığında çökelmişlerdir. Tabanda yüzeyleyen bu birimleri, inceleme alanının güneyinde sığ denizel ortamda çökelmiş olan Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu uyumsuzlukla üzerlemektedir. Bozbel formasyonunun üzerinde ise yine uyumsuzlukla Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu yer alır ve bu iki birimin



Şekil 4: Karacaören (Sivas) yöresinin genelleştirilmiş tektonostratigrafik dikme kesiti

350  
m  
0

dokanağında olistostromal nitelikteki Divriği ofiyolitli karışığına ait serpantiniter bulunur. İnceleme alanının kuzeyinde Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu, daha üstteki Alt Miyosen yaşlı Ağlıkaya formasyonu Boynuzözü üyesi tarafından bariz bir açılı uyumsuzlukla üstlenir. Bu birim üzerinde tektonik dokanakla yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipsler ise kuzeyde Alt Miyosen yaşlı ve denizel ortam ürünü olan Karacaören formasyonuna ait birimler tarafından uyumsuz olarak üzerlenir. İnceleme alanının en genç birimlerini Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonuna ait çakıltaşı-kumtaşı ardalanması ve Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozları oluşturur.

Bölgenin stratigrafisi, temel (ofiyolitli karışık ve Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı kırıntılı birimler ve kireçtaşları) ve bunların üzerinde bulunan örtü birimleri olmak üzere iki ayrı kısımda incelenecektir.

### **1.3.1. Temel Kayaları**

#### **1.3.1.1. Divriği ofiyolitli karışığı (Dof)**

**Genel Tanım:** İnceleme alanının güneyinde yüzeyleyen ofiyolitik karışığa ait kayalar en geniş yayılımını Divriği ve yöresinde vermiş olduğundan ilk kez Tunç ve diğ. (1991) tarafından Divriği ofiyolitli karışığı olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynı adlamanın korunması benimsenmiştir.

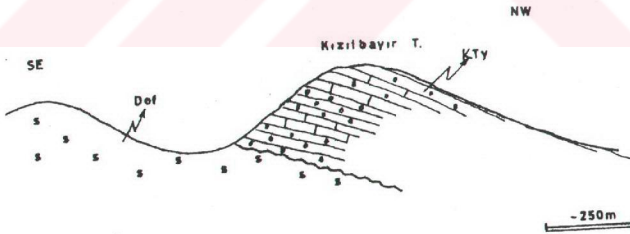
Birim, Bayhan ve Baysal' ın (1981) "Güneş ofiyoliti"; Yılmaz' ın (1985) "Refahiye karmaşığı" ile denestirilebilir.

**Yayılım ve Konum:** Divriği ofiyolitli karışığına ait kayalar genelde inceleme alanının güneyinde yüzeyler. İnceleme alanının güneydoğu ucunda Kızılbayır Tepe civarında, Tecer formasyonuna ait birimler tarafından tektonik dokanakla üzerlenen karışığa ait birimler daha kuzeyde Üst Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Yağmurluseki formasyonu tarafından örtülür (Ek 1, Şekil 5 ve 6).

Yenikervansaray köyü güneyinde, Yeşil ve Kavaklı Tepe yakın yöresinde Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna ait birimler üzerinde olistostromal



Şekil 5: İnceleme alanının güneydoğusundaki Gündüz Yaylası güneyinde, Kızılbayır Tepe doğu yamacında, Ü. Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığı (Dof) ile üzerine gelen Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonunun (KTy) görünümü (Kömüşçuranbaş Tepe' den GD' ya doğru bakış)



Şekil 6: İnceleme alanının güneydoğusunda, Ü. Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığının (Dof), üzerinde uyumsuz olarak gözlenen Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonu (KTy), ile Kömüşçuranbaş Tepe' de gözlenen ilişkisi (Yoksulçimez Pınarı' ndan GB' ya doğru bakış)

nitelikte gözlenen karışığa ait birimler daha batıda, Demiryazı köyü civarındaki Gökpınar Tepe, Beştepe köyü batısı ve Hacimirza köyü doğusunda ise tektonik dokanakla Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunun tabanını oluşturan jips arakatlı kırmızımsı renkli killi seviyeleri üzerlemektedir.

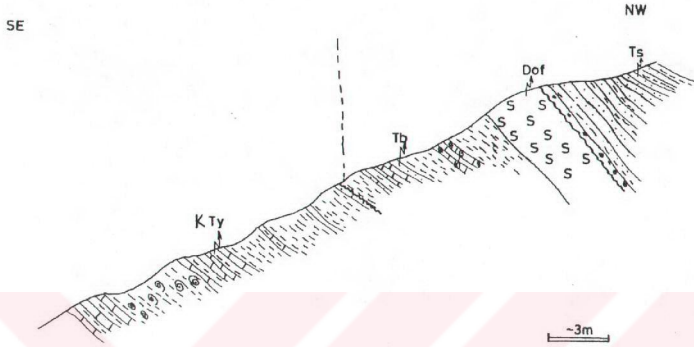
İnceleme alanı içerisinde, Hüseyin ağılı güneyindeki Cırdan ve Yağmurluseki köyünün kuzeydoğusundaki Nalbant Dere' ler boyunca yapılan kesitlerde ve Çaşkırlık Tepe' de Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel ve Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonlarının dokanağında bu karışığa ait olistostromal nitelikteki birimlerin yer aldığı saptanmıştır (Şekil 7,8 ve 9).

Bu durumun benzeri Gökten (1978)' in Şarkışla civarında yaptığı çalışmada da gözlenmiştir. Araştırmacı, bölgedeki ofiyolitlerin melanaj özellikli olduğunu vurgulamış ve Alt Tersiyer filiş sedimantasyonu sırasında bölgeye olistostromlar halinde yerleştiğini ifade etmiştir.

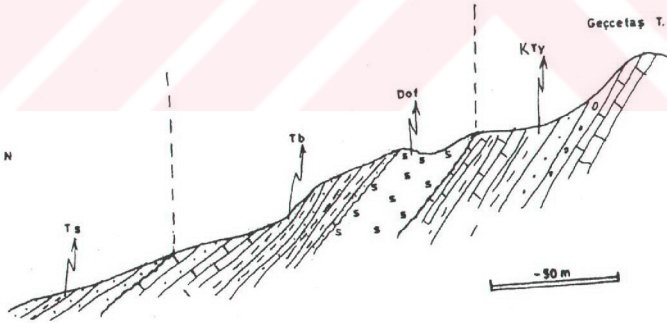
Nitekim çeşitli araştırmacılar tarafından inceleme alanının yakın doğusunda yapılan diğer çalışmalarda, Eosen yaşlı birimler çökeline devam ederken ortama Üst Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığının (Dof) eşleniği sayılabilecek birimlerin gravite kaymasıyla yerleştiği saptanmış ve inceleme alanının bu kesiminde de aynı durumun varlığı gözlenmiştir (Artan ve Sestini, 1971; Gökçen, 1974; Gökten, 1978, 1984, 1993; Aktimur ve diğ. 1990; Cater ve diğ. 1991).

Ofiyolitli karışığa ait birimler, inceleme alanının güneybatısında Hacimirza köyü doğusunda, Sırıklıdede ve Gökboyun Tepe' lerde, Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna ait birimler üzerinde küçük klipler halinde gözlenmektedir. Ofiyolitli karışığa ait bu birimler ayrıca Üst Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Tecer formasyonuna ait olan kireçtaşı klipleri tarafından ayrıca tektonik olarak üzerlenmektedir. Aynı ilişkiye Gökten (1993) tarafından yapılan çalışmada da değinilmiştir.

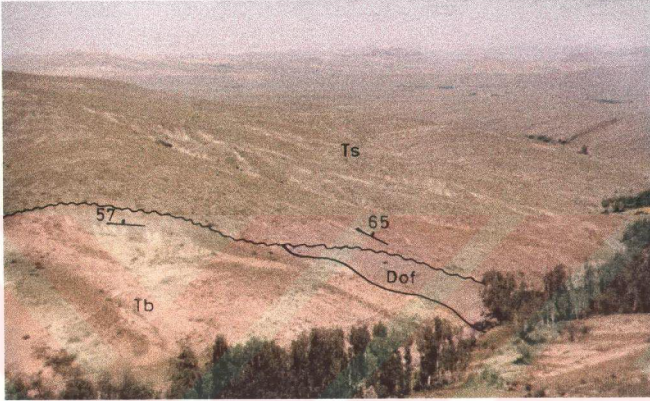
**Bileşenler:** Divriği ofiyolitli karışığını oluşturan birimleri inceleme alanında bileşenler olarak serpantinleşmiş ultramafik kayalar, altere mikrodyoritler ve uralitleşmiş gabrolar olmak üzere başlıca 3 kısımda incelemek mümkündür.



Şekil 7: İnceleme alanının güneydoğusunda, Yağmurluseki köyünün kuzeyinde yer alan Cırdan Dere boyunca yapılan kesitte, Ü. Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığına (Dof) ait olistostomal nitelikteki birimlerin Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel (Tb) ve Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonlarıyla (Ts) olan ilişkisi (KTy: Yağmurluseki formasyonu)



Şekil 8: İnceleme alanının güneydoğusunda, Yağmurluseki köyünün kuzeyinde gözlenen Ü. Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığına (Dof) ait olistostomal nitelikteki birimlerin taban ve tavanında gözlenen birimlerle olan ilişkisi (Ts: Selimiye Formasyonu, Tb: Bozbel Formasyonu, KTy: Yağmurluseki formasyonu)



Şekil 9: İnceleme alanının güneydoğusunda, Hüseyinağa Ağılı güneyindeki Cırdan Dere' de, Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel (Tb) ve Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonlarının (Ts) dokanağında olistostromal olarak gözlenen Ü.Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığına (Dof) ait serpantinitle (Karaimam Taşı' ndan K' ye doğru bakış)

**Serpantinleşmiş ultramafik kayalar:** Karışığa ait bileşenlerin büyük bir bölümünü oluşturan serpantinleşmiş ultramafik kayaların petrografik incelemeleri sonucunda başlıca serpantin, klinopiroksen, krizotil ve bol miktarda opak mineral içerdikleri saptanmıştır. Az da olsa bazı örneklerde lifsi minerallerin oluşturduğu fibroblastik dokunun varlığı yanında birimden alınan örneklerin çoğunda ağ dokusu yaygın olarak gözlenmiştir (Şekil 10). Bol kalsit çatlakları içeren bu örneklerde bozunmanın göstergesi olan serpantinleşmeler de izlenebilmektedir.

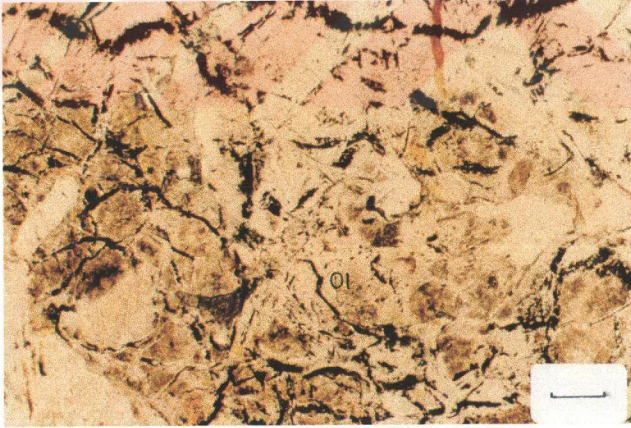
Karıışığa ait değişik serpantin örneklerinde serpantinleşmelerin yanında uralitleşme, serisitleşme, opaklaşma ve kloritleşme gibi bozunmalara da yer yer rastlanmaktadır.

Arazi incelemeleri sırasında deformasyonun daha ileri aşamalarını gösteren talklaşmalara da rastlanmıştır.

a)



b)



Şekil 10: Ü. Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığına (Dof) ait serpantinleşmiş bir ultramafik kayacda gözlenen ağ dokusu ve olivinlerde serpantinleşme ve talklaşma türü bozunmaların a) çift nikoldeki, b) tek nikoldeki görünümü (Çizgisel ölçek: 0,25 mm)

**Altere mikrodiorit:** Petrografik incelemeler sonucunda başlıca plj+hornblend±apatit±opak minerallerden oluşan ve holokristalen taneler doku gösteren diyoritler inceleme alanında alterasyona uğramış olarak gözlenmektedir. Yönlü dokunun da yer yer izlenebildiği örneklerde serisitleşme, uralitleşme, opaklaşma ve kloritleşme türü bozunmalara da sıkça rastlanır.

**Uralitik gabro:** Holokristalen taneler doku gösteren ve başlıca plj+kalıntı ojit+tremolit+aktinolit+hornblend±titanit±epidot minerallerinden oluşan gabroyik kayalar inceleme alanında Divriği ofiyolitik karışığının bileşeni durumundadır. Özellikle altere fay zonlarında veya hidrotermal alterasyon zonlarında, piroksenlerin amfibole dönüşümü olarak bilinen uralitleşmelerin yaygın olarak gözlendiği örneklerde plajiyoklaslardaki killeşmelerin yanısıra epidotlaşma ve kloritleşmeler de gözlenmektedir.

İnceleme alanında yüzeyleyen Divriği ofiyolitik karışığına ait bu bileşenlerin yanısıra az miktarda da altere mağmatik kayalar örneklerine rastlanmıştır. Bu birimlerden alınan örneklerde daha çok deformasyon sonucunda fay zonlarında oluşan tremolit-aktinolit fels olarak adlanan altere kayalar oldukları anlaşılmıştır.

**Birimin Yaşı ve Konumu:** Karışığın inceleme alanı içerisinde Yağmurluseki formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmesi nedeniyle Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen öncesi bir yerleşim yaşına sahip olduğunu söylemek mümkündür.

Çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda; Sivas Havzası' nın kuzey ve güneyinde, iki ayrı okyanustan türediği varsayılan ofiyolitik karışığa ait değişik litoloji ve yaştaki birimlerin varlığı saptanmıştır.

Kuzeyde yer alan ofiyolitik karışıklar Yılmaz (1981) tarafından Tekelidağ karışığı olarak adlanırken inceleme alanının da içerisinde bulunduğu, havzanın güneyinde yüzeyleyen Divriği ofiyolitik karışığına ait birimler, Türkiye' nin paleotektonik evrimi gözönüne alındığında yine havzanın güneyinde bulunduğu düşünülen İç Toros Okyanusu' nun Üst Kretase - Üst Eosen aralığında kuzeydeki

Kırşehir Bloğu altında yitime uğramasıyla oluşmuş birimlerdir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Gökten, 1993).

İnan (1993-94), ofiyolitli karışığın; Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Tecer formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmesi nedeniyle ve Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Çataldağ kireçtaşı üzerinde tektonik dokanakla yeralmasına dikkati çekerek Maestrihtiyen öncesi Alt Kretase sonrasında bölgeye yerleştiklerini ortaya çıkarmıştır. Karışık içerisindeki bloklardan elde edilen Alt Kretase yaşı ise karışığın Üst Kretase' de oluştuğuna işaret eder.

Gökten (1993), yaptığı çalışmada bölgedeki ofiyolitik napın Geç Jura-Erken Kretase yaşlı bir platform üzerine tektonik olarak yerleşiminin Geç Kretase-Lütesiyen öncesinde yerleştiğine dikkat çekmektedir.

### **I.3.1.2. Yağmurluseki formasyonu (KTy)**

**Genel Tanım:** İnceleme alanının temelini oluşturan Divriği ofiyolitli karışığı üzerine kırmızı renkli detritik birimlerle gelen ve Tecer formasyonu ile yanal geçişli olduğu ortaya çıkarılan birim ilk kez Meşhur ve Aziz (1980) tarafından tanımlanmış ve bu çalışmada da aynı adlamanın kullanılması benimsenmiştir.

İlker ve Özyeğin (1971) ise yaptıkları çalışmada, aynı birime Paleosen yaşlı birimler arasında yer vermişler fakat herhangi bir adlama kullanmamışlardır.

**Yayılım ve Konum:** Birim inceleme alanının yalnızca güneydoğusunda yer alan Yağmurluseki köyü, Gündüz yaylası ve civarında geniş bir alanda yayılmaktadır. Divriği ofiyolitli karışığı üzerinde uyumsuzlukla gözlenen birim, Gündüz yaylasının güneyinde Kızılbayır Tepe' de Tecer formasyonuna ait birimler tarafından tektonik olarak üzerlenir (Şekil 5 ve 6). Birim daha batıda yer alan Karsavuran Mahallesi' nin kuzeydoğusunda ve Hüseyinağa Ağılı güneyindeki Cırdan Dere' de Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu tarafından uyumsuz örtülmektedir (Ek 1 ve Şekil 11).

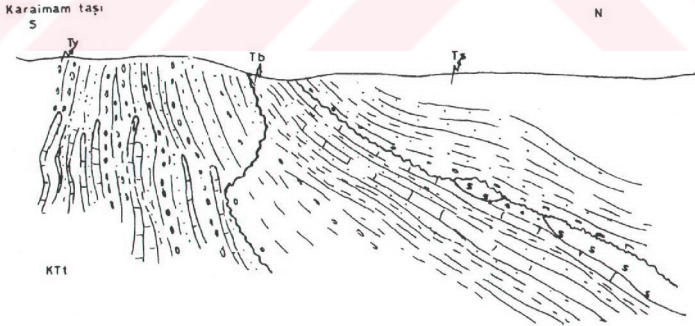
Yağmurluseki formasyonuna ait birimler inceleme alanında, Gündüz Yaylası ve Yağmurluseki köyleri arasındaki bölgede yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı

doğrultusunda uzanmakta olup yoğun kıvrımlamalara uğramış olarak gözlenmektedir.

a)



b)



Şekil 11.a: İnceleme alanının güneydoğusunda, Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonu (KTy) ve üzerine uyumsuzlukla gelen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu (Tb) ve bu birimlerin üzerinde yer alan Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunun (Ts) genel görünümü b: Bu görünümün taslağı (Hüseyinağa Ağılı güneyindeki Cırdan Dere' den B'ya doğru bakış)

Birime inceleme alanının dışında Tecer Dağları'nın kuzeyinde Göllük Mahallesi ve Kapıkaya dolayında da rastlanır.

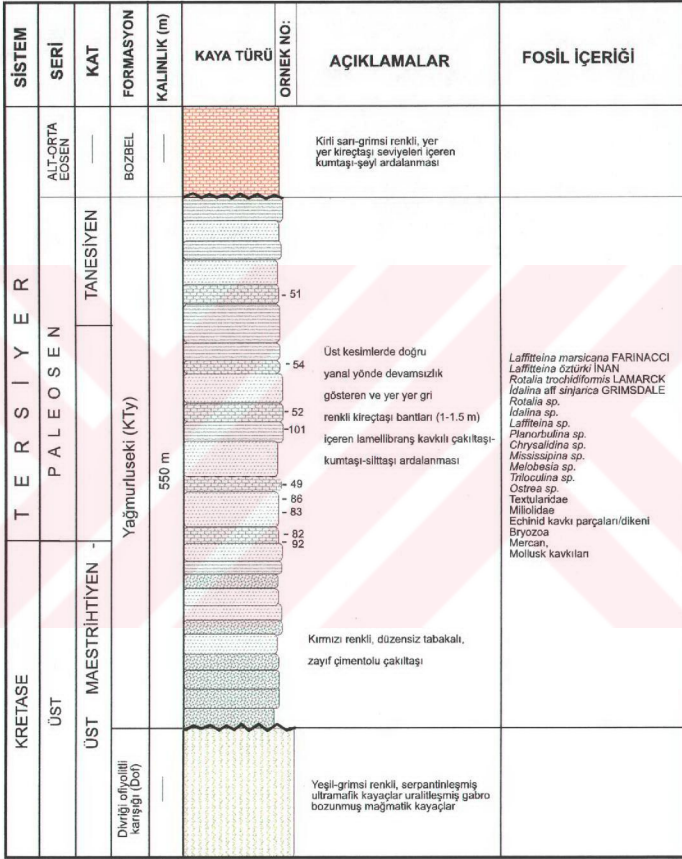
**Kaya türü:** Birimden alınan ölçülü dikme kesitte tabanda kırmızı-bordo renkli, orta-kalın katmanlı (30-50cm), kötü boylanma ve orta-kötü yuvarlaklanmaya sahip, tane boyutu 3-5 cm arasında değişen ve inceleme alanının temelini oluşturan Divriği ofiyolitli karışığı ve Tecer formasyonu kireçtaşlarına ait çakıllar içeren konglomera seviyeleri yer almaktadır (Şekil 12). Yaklaşık olarak 100 m kalınlığa sahip olan bu seviyeler düzensiz tabakalanma göstermekte olup çimentolanması zayıftır.

Tabanda konglomeralarla yer yer ardalanma gösteren kırmızı-kahverengimsi kiltaş-ince taneli kumtaşı seviyeleri (1-1,5 m) toprağimsi görünümde olup üst seviyelere doğru tekrar konglomeratik seviyelere geçerler. Yaklaşık 50-60 m'lik kalınlığa sahip bu seviyeler üzerinde ardalanmalı olarak kiltaş-kumtaşı-kireçtaşı seviyeleri yer almaktadır. Tavan kesimlerine doğru tekrar kırıntılı birimlere geçen formasyonda tabaka kalınlıkları bu seviyelerde 50-100 cm arasında değişmektedir.

Yağmurluseki formasyonunun taban kesimlerinden alınan ve bağlayıcı malzemesi karbonat çimentosu olan litarenit bileşimli bir örneğin petrografik tanımlaması sonucunda bileşenlerin kuvars, muskovit ve plütonik kayaç parçacıklarından oluştuğu saptanmıştır. Bu bileşenlerin yanısıra Üst Kretase yaşlı kireçtaşlarına ait parçacıkların yanısıra ofiyolitik kökeni gösteren radyolarit ve volkanik kayaç parçacıklarını da görmek mümkündür (Şekil 13).

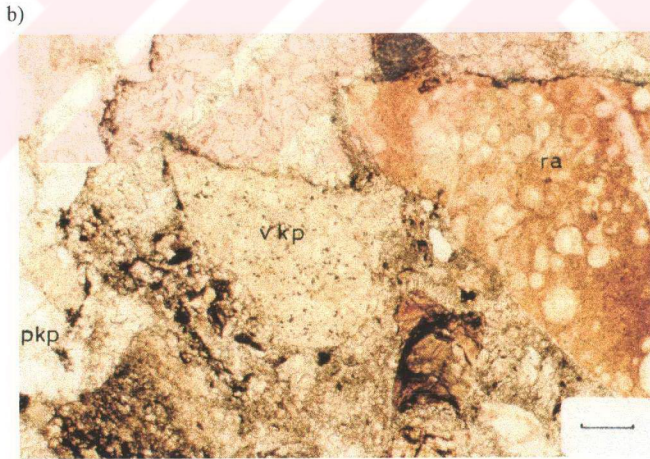
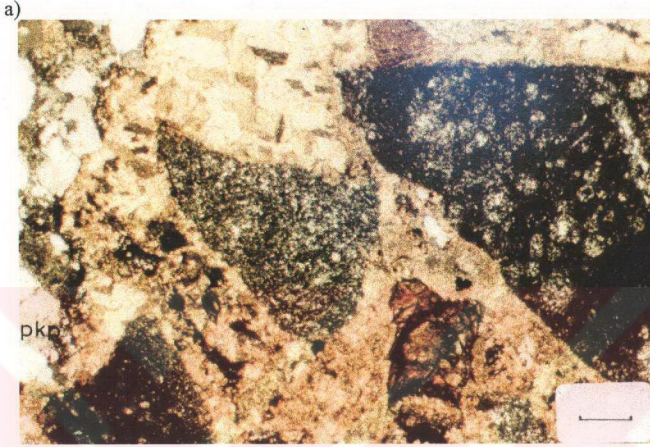
Kayacı oluşturan diğer önemli bileşenler arasında mikali silttaş parçacıkları da gözlenmiştir.

Bu detritik seriyi oluşturan birimlerin malzemesini daha çok bazik-ultrabazik kayaçlar oluşturmaktadır. Ayrıca kökünün daha güneyde, inceleme alanının dışında bulunduğu Jura-Kretase yaşlı Çataldağ kireçtaşına ait çakıl-bloklar da gözlenmiştir.



80  
m  
0

Şekil 12: İnceleme alanının güneydoğusunda Yağmurluseki köyünün hemen kuzeyinden başlayarak daha kuzeyde yer alan Karaimam Taşına kadar yapılan Yağmurluseki formasyonuna ait ölçülü stratigrafi kesiti



Şekil 13: Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonundaki litarenitlerde ofiyolitik kökeni gösteren volkanik+plütonik+sedimanter (radyolarit) kayaç parçalarının a: çift nikeldeki, b: tek nikeldeki görünümü (ra:radyolarit, mkp: metamorfik kayaç parçası, vkp: volkanik kayaç parçası. (Çizgisel ölçek: 0, 25 mm)

Konglomeratik kesimlerle çeşitli seviyelerde girift halde gözlenen ve Tecer formasyonuna ait oldukları yapılan paleontolojik incelemeler sonucu ortaya çıkarılan gri renkli kireçtaşları Yağmurluseki formasyonunu oluşturan birimler içerisinde katmanlanmayla uyumlu bantlar şeklinde gözlenmiş olup inceleme alanında yanıl yönde devamsızlık gösterirler. İnceleme alanının güneydoğusunda, Karaimam Taşı civarında yaygın olarak gözlenen bu seviyeler bol makrofosil kavkaları içermektedir.

Bu kireçtaşı seviyelerinden alınan örneklerin petrografik tanımlaması sonucunda bileşenlerin kuvars, mika mineralleri, muskovit ve kloritlerden oluştuğu saptanmıştır.

Genellikle otijenik kuvars oluşumlarının da gözlendiği bu kireçtaşları litoklastlı sparit bileşimindedir.

**Kalınlık:** Yağmurluseki formasyonunun gerçek kalınlığının saptanması, birim içerisinde gelişen kıvrımlanma ve faylanmalar nedeniyle oldukça güçtür. Ancak formasyonun kalınlığı Yağmurluseki köyünün hemen kuzeyinden başlayarak daha kuzeyde yer alan Karaimam Taşı' na kadar yapılan ölçülü stratigrafik kesitte yaklaşık olarak 289 m ölçülmüştür (Şekil 12).

**Fosil içeriği ve yaş:** Birim içerisindeki kireçtaşı bantlarından alınan örneklerde aşağıdaki fosiller saptanmıştır:

*Laffiteina marsicana* FARINACCI

*Laffiteina öztürki* İNAN

*Rotalia trochidiformis* LAMARCK

*İdalina aff sinjarica* GRIMSDALE

*Rotalia sp.*

*İdalina sp.*

*Laffiteina sp.*

*Planorbulina sp.*

*Chrysalidina sp.*

*Mississipina sp.*

*Melobesia sp.*

*Triloculina sp.*

*Ostrea sp.*

Textularidae

Miliolidae

Echinid kavkı parçaları/dikeni

Bryozoa

Mercan

Mollusk kavkıları

Bu fosil bulgularına göre birime Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşının verilmesi uygun görülmüştür.

Birimin Üst Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığı üzerinde yer alması ve birim içinde gözlenen kireçtaşı seviyelerinin Tecer Dağları'nda çok geniş alanlarda yüzeyleyen Tecer formasyonu ile hemen hemen aynı yaş aralığına düşmesi nedeniyle, bu iki formasyonun birbirleriyle yanıl geçişli olabileceği fikri desteklenmektedir.

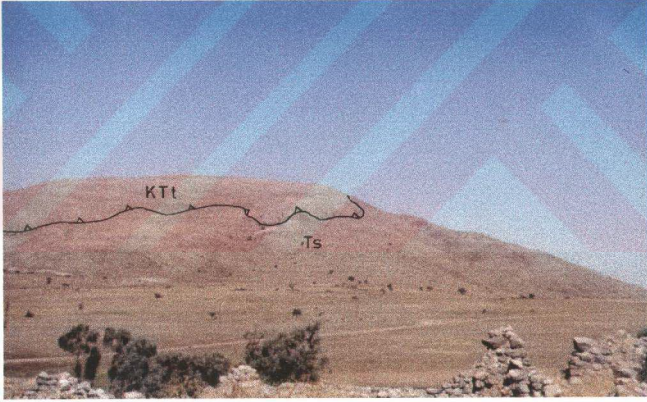
**Ortamsal Yorum:** Gerek kaya türü özellikleri ve bentik foraminifer içeriği gerekse Tecer formasyonu ile yanıl ve düşey yönde geçişli olarak gözlenmesi nedeniyle formasyonu oluşturan birimlerin sığ denizel bir ortamda depolandığını söylemek mümkündür.

### **I.3.1.3. Tecer formasyonu (KTt)**

**Genel Tanım:** İlk kez Blumenthal (1937) tarafından " Tecer dağı kalkerleri ", Kurtman (1973) tarafından da Gürlevik kalkerlerinden ayrı olarak " Tecer Kalkerleri " olarak adlanan birim daha sonra İnan ve İnan (1990) tarafından inceleme alanının doğusunda yüzeyleyen Gürlevik kireçtaşlarıyla birleştirilerek "

Tecer Formasyonu " olarak adlandırılmış ve bu çalışmada da aynı adlanmanın kullanılması uygun görülmüştür.

**Yayılm ve Konum:** İnceleme alanının güneyinde gözlenen kesimlerde, kendinden daha genç olan birimler üzerinde tektonik dokanaklar sunarak klipler halinde yerleşen Tecer formasyonuna ait kireçtaşları, dayanımları sebebiyle bölgede sarp topoğrafyalar oluşturur. Özellikle güneydoğuda Kulyusuf köyünün güneyindeki Tuğluk ve Ziyaret Tepe' lerde, Söğütözü köyü güneyindeki Karataş Tepe civarında yüzlekler veren bu kireçtaşları allokon konumlu olup kendinden daha genç olan birimler üzerinde klipler olarak yer alır (Şekil 14).



Şekil 14: İnceleme alanının güneyinde yer alan Tuğluk Tepe' de, A. Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu (Ts) üzerinde tektonik dokanaklı olarak gözlenen Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Tecer formasyonuna (KTt) ait kireçtaşlarından oluşan kliplerin görünümü (İnceleme alanı dışındaki Çakılıpınar köyünden KD' ya doğru bakış)

İnceleme alanının güneydoğu ucunda, Gündüz Yaylası güneyinde yapılan gözlemlerde, Tecer formasyonuna ait birimler Divriği ofiyolitli karışığı ve

Yağmurluseki formasyonuna ait kayaçlar üzerinde tektonik dokanakla yer almaktadır.

Gündüz Yaylası güneyindeki Kızılbayır Tepe' de ofiyolitler üzerinde tektonik dokanakla yer alan birim Yağmurluseki köyü civarında Yağmurluseki formasyonuna ait kırmızı renkli detritik birimler içerisinde gözlenen gri renkli kireçtaşı seviyeleriyle fosil içeriği açısından benzerlik sunar (Ek 1).

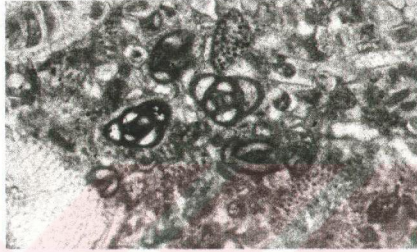
Birim bölgenin güneybatısında, Demiryazı köyü batısında yine Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunun tabanına ait birimler üzerinde, Kurt ve Höyükale Tepe' lerde klipler halinde gözlenmektedir.

**Kaya türü:** Formasyonun egemen kaya türünü siyahımsı-gri renkli, bol makro fosil kavkılı kalın katmanlı (50-70 cm), taze kırılmış yüzeyleri gri ve tonlarında olan oldukça sert, masif özellikle gözlenen ve inceleme alanında yer yer kendisinden genç olan birimlerin tabanındaki konglomeralara çakıllar veren kireçtaşları oluşturur. Yer yer killi-kumlu, ve dolomitik seviyelerin de bulunduğu birimde çatlaklar kısmen kalsit dolguludur.

İnan ve İnan (1987), Tecer dağlarını içine alan bölgede yaptıkları çalışmada Tecer formasyonunun kalınlığının birim içerisindeki devrik kıvrımlanmalar nedeniyle tüm olarak iki ayrı tip kesitte -Bentbaşı ve Kabak tepe dikme kesitleri- izlenebildiğine dikkat çekmişler ve saptadıkları dokuz ayrı mikrofasiyesi alttan üste doğru sırasıyla *Orbitoides'* li biyomikritler, *Scandonea'* li biyomikritler, Alg' li biyomikritler, Gastropoda' lı biyomikritler, Miliolidae' li biyomikritler, Foraminifer' li mikritler, Pseudolacazina' lı biyomikritler, dolomitler ve mikrobreşler olmak üzere ayırtlamışlardır.

İnceleme alanının güneyinde bulunan Kulusuf köyünün güneyinde yüzeyleyen kliplerden alınan bir kireçtaşı örneğinin ince kesit fotoğrafında da görüleceği üzere; bölgede yüzeyleyen kireçtaşlarının İnan ve İnan' ın (1987) tanımladığı Miliolidae' li biyospartitik fasiyese dahil olduğu örneklerle karşılık geldiği saptanmıştır (Şekil 15).

**Kalınlık:** Tecer formasyonunun yüzeylemeleri gözönüne alındığında, genelde güneyden kuzeye doğru alloktan olarak taşınmış klipler şeklinde oldukları anlaşıldığından birimin inceleme alanı içerisinde kalınlığının saptanması mümkün olmamıştır.



Şekil 15: İnceleme alanının güneyinde, Kulyusuf köyü civarından alınan bir kireçtaşı örneğinde gözlenen Miliolidae' li biyospartik mikro-biyofasiyesi karakterize eden bir biyospartit örneği (x40)

Fakat İnan ve İnan (1987), Tecer formasyonuna ait kireçtaşlarında stratigrafik olarak normal dokanakların bulunduğu bölgeleri seçerek yaptıkları tip ve yardımcı kesitlerde, formasyonun kalınlığının 310-970 m arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

**Fosil içeriği ve Yaşı:** Tecer formasyonun inceleme alanı içerisindeki yüzeylemelerinden alınan örneklerin paleontolojik amaçlı incelemeleri sonucunda aşağıdaki fosil topluluğu ortaya çıkarılmıştır:

*Laffitteina marsicana* FARINACCI

*Laffitteina öztürki* İNAN

*Laffitteina erki* (SİREL)

(Şekil 16)

*İdalina aff sinjarica* GRIMSDALE

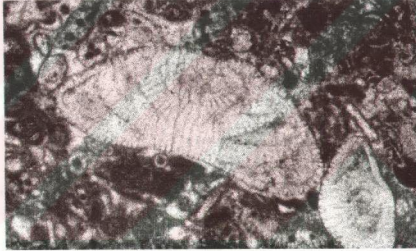
*Rotalia* sp.

Yukarıda verilen fosil topluluklarına göre formasyon Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen yaş aralığında çöklemiştir.

İnan ve İnan (1987), Tecer formasyonunu ilk kez stratigrafik olarak tanımladıkları çalışmalarında birimin aynı yaş aralığında çökeldiğini tesbit etmişlerdir.

İnan ve İnan (1990), Tecer Dağları'nın doğuya doğru devamında yer alan Gürlevik Dağı ve civarında yüzeyleyen Gürlevik kireçtaşlarının yaşının yapılan yardımcı kesitlerle Tanesiyen olduğu ve Tecer formasyonun yanal devamı olarak geliştiğini ortaya çıkarmışlardır.

İnceleme alanının güneyindeki Kulyusuf köyünün güneyinden alınan bir kireçtaşı örneğinde, Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen yaş aralığına düşen *Laffiteina erki* SIREL adlı bentik foraminifere ait bir form Şekil 16 'de görülmektedir.



Şekil 16: İnceleme alanının güneyinde, Kulyusuf köyü güneyinden alınan ve Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı kireçtaşları örneğinde gözlenen *Laffiteina erki* SIREL cinsinin mikroskobik görünümü (x30)

**Ortamsal Yorum:** Birimin içindeki mikrofauna topluluğu ve litoloji özellikleri formasyonun sığ denizel ortamda çökeldiğini göstermektedir.

İnan ve İnan (1987)'a göre Tecer formasyonu Üst Maestrihtiyen' de resifal Paleosen' de ise sığlaşan bir denizel ortam özelliklerini yansıtmaktadır.

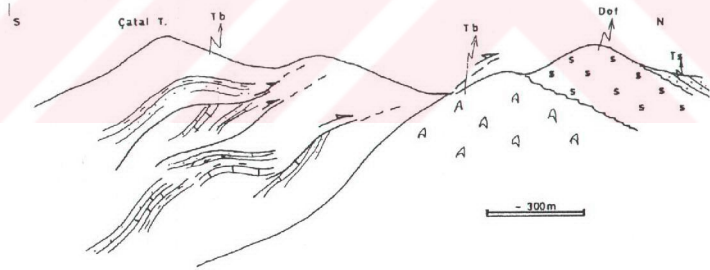
### 1.3.2. Örtü Kayaları

#### 1.3.2.1. Bozbel Formasyonu (Tb)

**Genel Tanım:** Tip kesidi Bozbel Dağları'nda gözleendiğinden dolayı ilk kez Kurtman (1973) tarafından Bozbel formasyonu olarak adlanan ve batıdaki devamı inceleme alanı içerisinde Tecer ve Gürlevik Dağları'nın uzanımına paralel olarak izlenen formasyon için bu çalışmada da aynı adlandırmanın kullanılması benimsenmiştir.

Birim, Norman (1964) tarafından tanımlanan "Karayaprak formasyonu"yla "deneştirilebilir.

**Yayılm ve Konum:** Birim inceleme alanının güneydoğusunda, Yağmurluseki köyü civarında Yağmurluseki formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir (Şekil 11). Ayrıca bu birim, Karsavuran mahallesi kuzeyinde Çatal Tepe'nin kuzey yamacında, kendi içerisinde ve üst seviyelerdeki beyaz renkli jipsler üzerine yer yer bindirmiştir (Şekil 17).



Şekil 17: İnceleme alanının güneydoğusunda, Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimlerin yine Bozbel formasyonunun üst seviyelerinde gözlenen masif jipsler üzerindeki tektonik konumu (Geççetaş Tepe'den B' ya doğru bakış)

İnceleme alanında Tecer-Gürlevik Dağları' nın uzanımına paralel olarak Çatal ve Yayla Tepe' lerde yüzeyleyen formasyon ayrıca güneybatıda bulunan Tutmaç köyü civarında, Sarıgüney ve Kayraklı Tepe' lerde de yüzlek vermektedir.

Karaşar köyü civarında, Selimiye formasyonu tarafından uyumsuzlukla üstlenen birim Sarıgüney Tepe' de Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna dahil olan jipsler tarafından yine uyumsuz olarak üzerlenir (Şekil 18).

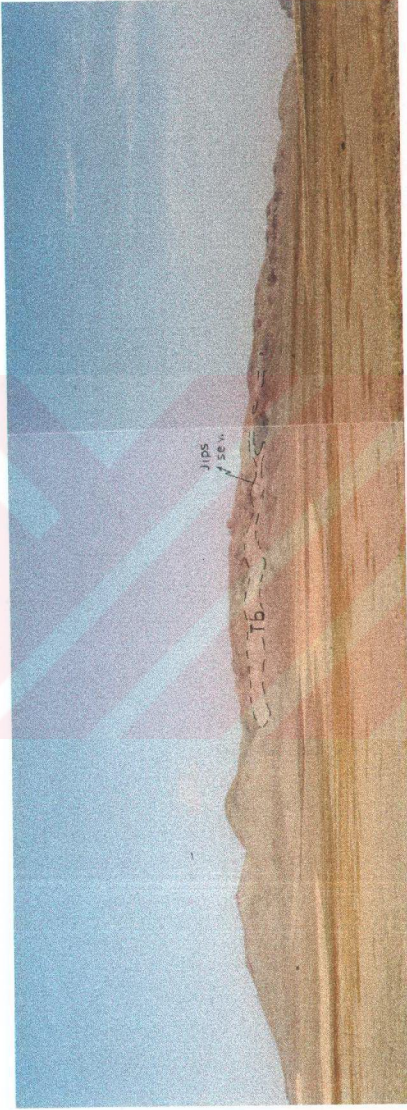
Tutmaç köyü kuzeyinde yaklaşık olarak doğu-batı doğrultusunda bir antiklinal ekseninin gelişiminin gözleendiği formasyon Sarıgüney Tepe kuzeybatısındaki Uzunarkaç Tepe'de de yüzlek vermektedir (Ek 1).

**Kaya Türü:** Birimin tabanı inceleme alanının güneybatı kesiminde bulunan Sarıgüney Tepe' de alüvyonlar tarafından örtülü olarak gözlenmiş olup görünen kısmı en alta gri yeşilimsi renkli, orta katmanlı (15-20 cm), orta-iyi çimentolu kumtaşı-marn seviyeleri ile başlar.

Birimin tabanındaki kumtaşlarının yoğun olduğu kesimlerinde yapılan arazi gözlemlerinde yer yer de olsa çapraz tabakalanmalar ve yük kalıplarına rastlanmıştır. Birimde bu seviye üzerinde ince-orta katmanlı, gri-bej renkli kireçtaşlarıyla başlayıp üste doğru yaklaşık 25-30 m kalınlığında yer yer marnlı seviyeler içeren kumtaşı-kiltaşları gözlenmekte olup orta kesimlere doğru ince-orta katmanlı bir kireçtaşı seviyesiyle sonlanır.

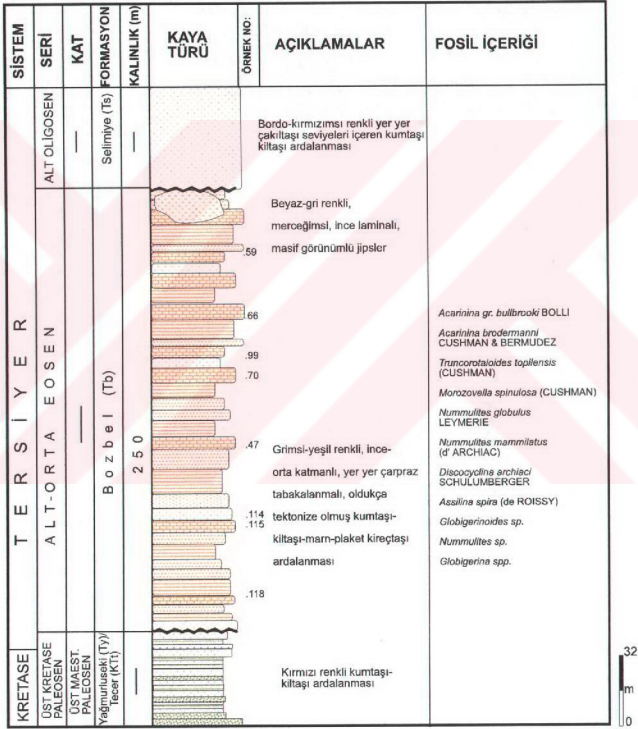
Orta kesimlere doğru tabanda yaklaşık olarak 10 m kalınlığında gri renkli, ince-orta katmanlı, yer yer tektonize olmuş orta-kötü boylanmalı kumtaşları ile temsil edilen formasyonun bu seviyeleri üzerinde yeşil renkli marnlar yer alır. Yer yer lamina düzeyinde kumlu seviyeler içeren bu kesimler orta-kötü bir çimentolanma gösteren kumtaşları içerir.

Birim daha üstte yine gri yeşilimsi renkli kireçtaşlarına geçer. Bu seviye üzerinde gözlenen açık sarı-gri renkli yer yer ince jips seviyeleri içeren kumtaşları üzerine ise 50-60 m kalınlığında, sarı-gri renkli kireçtaşlarının egemen olduğu bir seviye yer alır. Orta-üst kesimlere doğru yeşil-gri renkli, ince-orta katmanlı (20-25



Şekil 18 : İnceleme alanının güneybatısında, Tutmaç köyü kuzeyindeki Sangüney Tepesi' de yüzeyleyen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonunun (Tb) genel görünümü (Tutmaç Köyü' nden K' ye doğru bakış)

cm) kumtaşı-marn-plaket kireçtaşı ar dalanmasına geçen birimin en üst seviyeleri, marn-kumtaşı tabakalarıyla yan al geçişli olarak gözlenen merceğimsi görünümlü jips tabakaları ile temsil edilir (Şekil 19).



Şekil 19: İnceleme alanının güneybatısında Tutmaç köyü civarında Sarıgüney tepede veren Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonundan (Tb) yapılan ölçümlü stratigrafik kesiti

Arazide yan al devamlılık göstermeyen bu jips seviyeleri üst kesimlere doğru

gri-yeşilimsi marnlı kumtaşı seviyeleriyle son bulur.

İnceleme alanının güneydoğu kesiminde, Yenikervansaray köyünün güney ve doğu kesimlerinde yüzeyleyen Bozbel formasyonunun en üst kesimleri olistostromal nitelikteki birimlerle temsil edilir. Bu birimlerden alınan örneklerin petrografik incelemeleri sonucunda daha çok serpantinleşmiş ultramafik kayaç ve altere mikro diyoritler oldukları anlaşılmıştır. Sözü edilen bu kütlelerin çökme ortamına kütle akmalarıyla yerleştiklerini söylemek mümkündür (Şekil 9 ve 11).

Birim içerisinden alınan ve Folk (1968)' e göre litarenit olarak adlandırılan kumtaşı örnekleri makroskobik olarak gri-yeşilimsi renkli, ince-orta taneli, orta-iyi boylanmalı olup orta sıklıktaki bir çimentoya sahiptir.

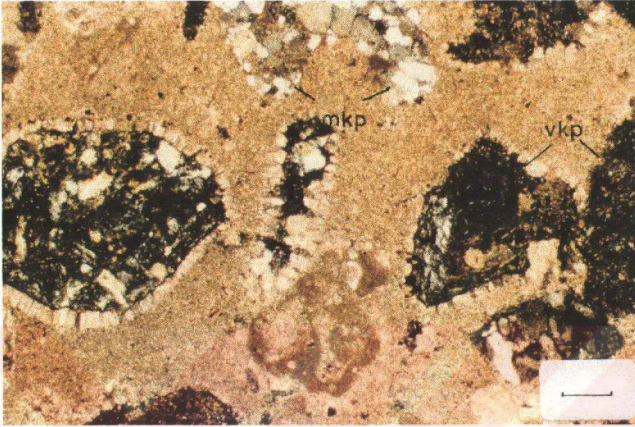
Bu örneklerin petrografik incelemeleri sonucunda başlıca kalsit, kuvars, feldspat, kuvarsit, biyotit, klorit ve opak minerallerin yanısıra makrofosil kavkaları da gözlenmiş ve bağlayıcı malzeme olarak karbonat çimentonun bulunduğu ortaya çıkarılmıştır.

Formasyonu oluşturan kumtaşlarının, litarenitlerin yanısıra volkanik arenit bileşiminde olduğu yapılan petrografik tanımlamalar sonucunda anlaşılmıştır. İnceleme alanından toplanan bazı örneklerde gözlenen volkanik kayaç parçalarının yanısıra ofiyolitik kayaç parçaları da beslenimin kökeni hakkında bir fikir vermektedir.

Yorumsal açıdan kumtaşlarının çökeliminde dönemsel olarak farklılıkların gözlendiği, bazı dönemlerde volkanik bazı dönemlerde ise ofiyolitik kayaç parçacıklarının çökelimde egemen olduğunu söylemek mümkündür.

İnceleme alanının güneybatı kesiminde yer alan Karaşar köyünün batısında yer alan Kayraklı Tepe' den alınan bir litarenit örneğinin petrografik tanımlaması sonucunda kayacın bağlayıcı malzeme olarak karbonat çimentoya sahip olduğu ve kireçtaşı parçacıklarının yanısıra volkanik ve ofiyolitik beslenimin de varlığı açıkça gözlenmektedir (Şekil 20).

Formasyonun daha çok orta ve üst seviyelerinde gözlenen kireçtaşlarından alınan örneklerde ise genellikle durgun ve daha derin bir ortamı yansıtan mikrosparitlerle intrabiyosparitlerin egemen olduğu gözlenir.



Şekil 20: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait litarenit (Folk, 1968) örneğinde metamorfik+volkanik kayaç parçalarının çift nikoldeki görünümü (mkp: metamorfik kayaç parçası, vkp: volkanik kayaç parçası, Çizgisel ölçek: 0, 25 mm)

Özçelik ve Altunsoy (1996), Bozbel formasyonu içerisinde aldıkları türbiditik kumtaşlarından petrofasiyes olarak formasyonun mağmatik yaydan türemiş olduğunu ileri sürmüşlerdir.

**Kalınlık:** İnceleme alanındaki en geniş yüzeylemesini güneybatıda Tutmaç köyü civarında, Sarıgüney Tepe' de veren formasyondan yapılan ölçülü stratigrafik dikme kesitte yaklaşık 250 m' lik kalınlık ölçülmüştür (Şekil 19).

**Fosil içeriği ve Yaş:** Birim içerisinde alınan örneklerden yapılan ince kesit tanımlamalarında aşağıdaki fosil topluluğu saptanmıştır:

*Acarinina* gr. *bullbrooki* BOLLI

*Acarinina* *brodermanni* CUSHMAN & BERMUDEZ

*Truncorotaloides* *topilensis* (CUSHMAN)

*Nummulites* *globulus* LEYMERIE

*Nummulites mamillatus* d'ARCHIAC

*Discocyclina archiaci* SCHLUMBERGER

*Assilina spira* (de ROISSY)

*Globigerinoides* sp.

*Nummulites* sp.

*Globigerina* spp.

Yukarıdaki fosil topluluğu dikkate alındığında Bozbel formasyonunun inceleme alanındaki yaşı Alt-Orta Eosen olarak belirlenmiştir.

**Ortamsal Yorum:** Formasyonun litolojik özellikleri ve örneklerin petrografik tanımlaması dikkate alındığında birimin taban ve orta kesimlerinin daha çok orta derin-sığ denizel üst kesimlerinin ise sığ ortama yakın karasal bir ortamda çökeldiği anlaşılmıştır. Ancak özellikle formasyonun üst kesimlerinde gözlenen olistostromal nitelikteki birimlerin çökeltme ortamına kayma yoluyla yerleştiklerinden dolayı formasyonun bazı kesimlerinin biraz daha derin bir ortamı yansıttığını söylemek mümkündür.

Ceyhan (1996), birimin ilk önce filişik fasiyeste geliştiğini ve üst seviyelere doğru tuzluluğun da artışıyla jipslerin çökeldiğini ve bu üst kesimlerin daha çok sahilden derine doğru değişen denizel ortamda depolandığını belirtmektedir.

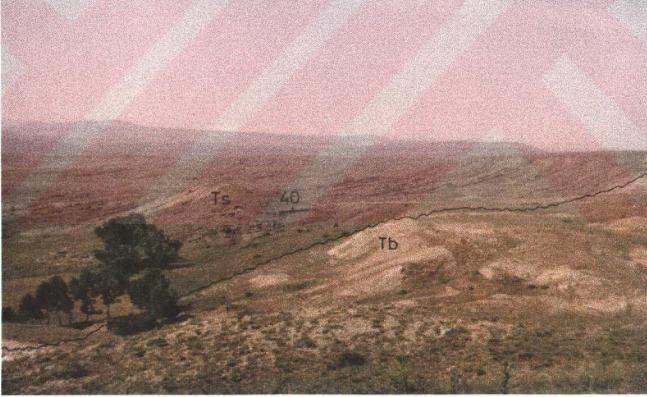
Gökçen (1981), bu birimler için egemen taşınma yönünün daha güneyde bulunan Pınarbaşı ve Divriği civarında yüzeyleyen ofiyolitik ve metamorfik kayalar olabileceğini vurgularken Gökten (1993), formasyonun litolojik özelliklerinin Ulaş yöresinde filişik bir fasiyesi yansıttığını saptamıştır.

### **1.3.2.2. Selimiye Formasyonu (Ts)**

**Genel Tanım:** Tabanda yer yer kırmızı renkli ince taneli kilaşlarıyla başlayıp üste doğru bordo yer yer açık yeşil renkli kumtaşı-kilaşı-marn ardanmasına geçen istif ilk kez Kurtman (1973) tarafından Selimiye formasyonu olarak adlandırılmış ve bu çalışmada da aynı ismin kullanılması benimsenmiştir.

Selimiye formasyonu, Pisoni (1965) tarafından tanımlanan " Gündüz formasyonu " ve Norman (1964) tarafından tanımlanan " Barçın formasyonu" ile " denestirilebilir.

**Yayılım ve Konum:** İnceleme alanının orta ve üst kesimlerinde geniş alanlarda yüzeleyen birim güneyde, Gündüz, Karacaören ve Kuşlu köyü civarında Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu üzerinde uyumsuzlukla yer alır (Şekil 9,11 ve 21). Birim, inceleme alanının orta kesimlerinde yer alan Karaağıl Tepe' de Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonuna ait konglomeralar tarafından açılı uyumsuz olarak örtülmektedir (Ek 1).

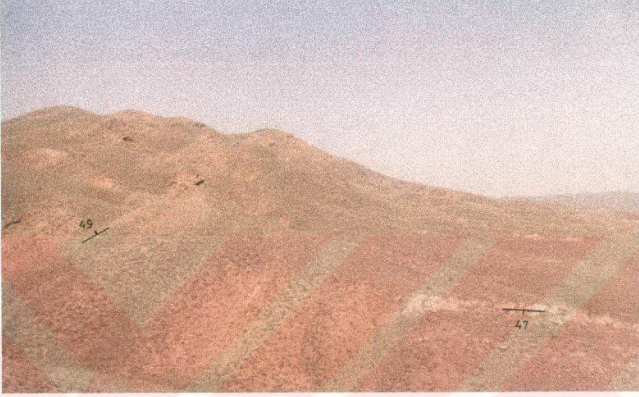


Şekil 21: İnceleme alanının güneyinde Kervansaray köyünün kuzeydoğusunda, Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunun (Ts) tabanında, Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonunun (Tb) tavanında gözlenen jips kütlelerinin genel görünümü (Çaşkırlık Tepe' den KD' ya doğru bakış)

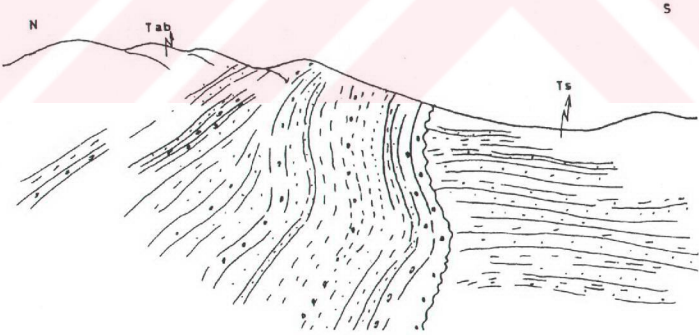
Formasyon, Saklı ve Ağamescit köyleri civarında Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu Boynuzözü üyesine ait konglomeralar tarafından bariz bir

açılı uyumsuzlukla örtülür (Şekil 22).

a)

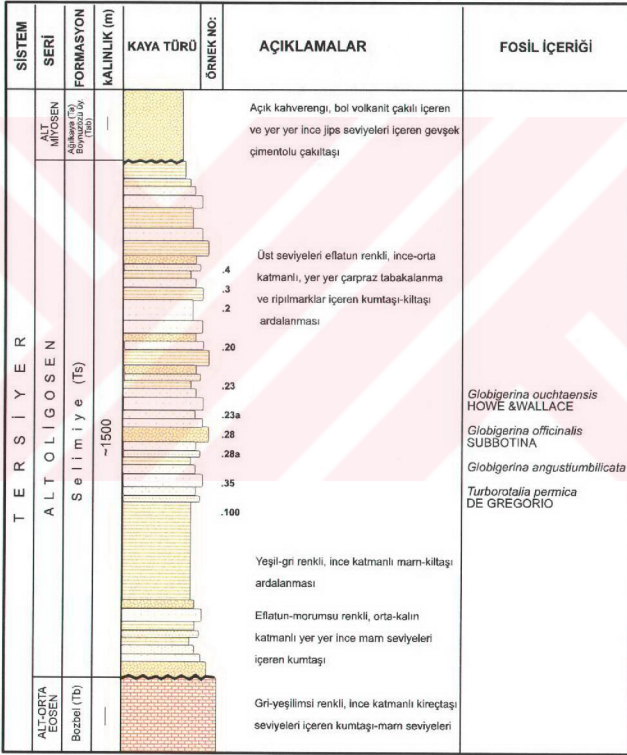


b)



Şekil 22.a: İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Saklı köyü kuzeyinde Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu (Ts) ile üzerine açılı uyumsuzlukla gelen Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesine (Tab) ait birimlerin genel görünümü; b: Bu görünümün taslağı (Pağaç Mevkii'nden KD'ya doğru bakış)

Güneyde bulunan Gözeli ve Yenikervansaray köyleri civarında bu birimler üzerine Kurtman (1973) tarafından tanımlanan "bordo-şarabi" veya Arpat (1964) tarafından "eflatun" yer yer kahverengimsi renkte gözlenen kumtaşı-şeyl-silttaşı ve marn ardalanması gelmektedir (Şekil 23).

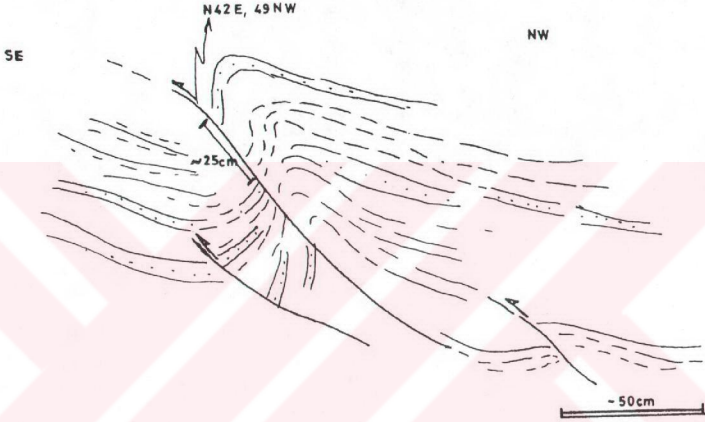


Şekil 23: Yenikervansaray ve Gündüz köyleri arasında Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonundan (Ts) yapılan ölçülü stratigrafi dikme kesiti

Bu formasyonu oluşturan birimler ayrıca batıya doğru Karaağıl Tepe ve

güneybatıda Karaşar köyü civarında geniş yüzlekler vermektedir.

Selimiye formasyonu inceleme alanının orta kesimlerinde, Kuşlu köyü kuzeybatısındaki Kavrazağlı Tepe' nin güneyindeki dere içerisinde yer yer küçük ölçekli ters faylanmalarla sıkça kesilmiş olarak gözlenmektedir (Şekil 24).



Şekil 24: İnceleme alanının orta kesiminde, Kuşlu köyünün kuzeyindeki Kavrazağlı Tepe' nin güneyinde, Kuşlukoru Dere' de Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait kumtaşı-kiltaşı ardalanmalarında gözlenen küçük ölçekli ters faylar

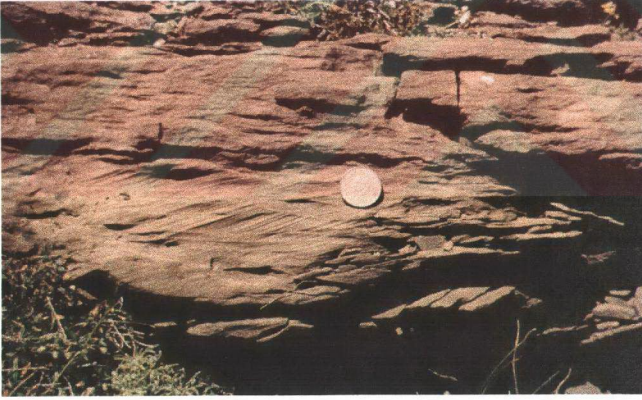
**Kaya Türü:** İnceleme alanında Selimiye formasyonunun tabanını jips ara katkılı, kırmızı renkli, toprağimsi görünümlü killi seviyeler oluşturmaktadır. Sözü edilen birimler arazide genellikle, ayrışma derecesi yüksek ve gevşek çimentolu olarak gözlenmektedirler.

Bu seviyeler üzerinde ise yaygın olarak yeşil renkli, laminalı, yaklaşık olarak 100-150 m' lik kalınlığa sahip marnlar yer alır. Bu kesimler arazide Kervansaray köyünün kuzeyinde KD-GB yönünde izlenir ve Selimiye formasyonunu oluşturan bordo-kırmızı renki detritik seviyelerden renkleriyle bariz bir şekilde ayrılır.

Formasyonun orta kesimlerinden itibaren üste doğru genelde eflatun-bordo renkli kumtaşı seviyelerinin egemen olduğu kalın bir kumtaşı-çakıltaşı-kiltaşı

ardalanması gözlenir. Arazide genellikle az engebeli bir topoğrafya gösteren bu seviyeler yaklaşık olarak 400- 500 m kalınlıkta izlenebilmektedir. Genel olarak bu ardalanım içinde yer alan kumtaşıları orta-kalın katmanlı, orta-iri boylanmalı olup bileşenler orta-kötü yuvarlaklanmaya sahiptir. Belirgin bir özellik olarak sert dokulu olan ve sıkı çimentolanma gösteren bu kumtaşı seviyeleri içerisinde yer yer çapraz tabakalanmalar da gözlenir.

İnce-orta ve yer yer kalın katmanlı (5-50 cm) kesimlerle temsil edilen bu kumtaşı seviyeleri içerisinde asimetrik ripple marklar ve tavan-taban yapıları da gözlenmektedir (Şekil 25). Sözü edilen bu kumtaşılarında yer yer küresel bozunma yapıları gelişmiş olup birimden alınan bazı örneklerde yaprak izlerine de rastlanmıştır.



Şekil 25: İnceleme alanının güneydoğusunda, Gündüz köyünün doğusunda yer alan Kurt Tepe' nin doğu yamacında, Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonundaki (Ts) kumtaşılarında gözlenen çapraz tabakalanmalar

Folk (1968)' e göre yapılan adlamalara göre birimden alınan örnekler genellikle feldispatik litarenit ve subarkoz bileşimli silttaşları olarak tanımlanmıştır.

İnceleme alanında yüzeyleyen Selimiye formasyonunun üst kesimlerinden alınan iki ayrı örnekten ilkinde, subarkoz bileşimli, iri silt-ince kum tane boyutlu ve bağlayıcı malzemenin karbonat çimento olduğu bir silttaş örneği gözlenmektedir. Burada da görülebileceği gibi feldispat, biyotit, klorit, zirkon ve hornblend minerallerinin yanısıra en azından denizel bir ortamı karakterize eden glokonit mineralinin varlığı görülmektedir (Şekil 26).

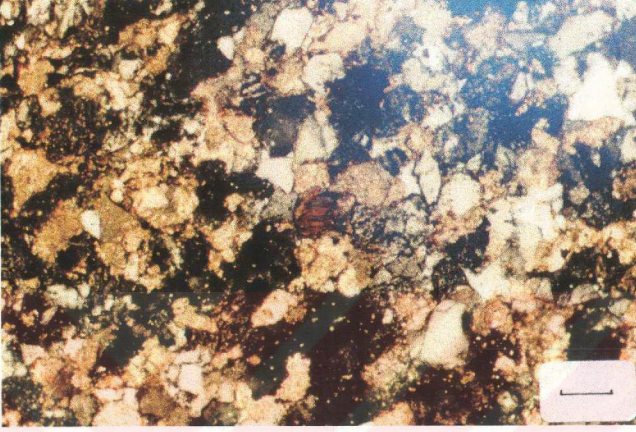
Formasyondan alınan feldispatik litarenit bileşimli ve ilkinde göre daha iri kum boyutunda olan ve bağlayıcı malzemenin karbonat çimento olarak yer aldığı başka bir örnekte ise volkanik beslenimin egemen olduğu görülmektedir (Şekil 27).

Genellikle bağlayıcı malzemenin karbonat olduğu iri silt-ince kum tane boyutuna sahip olan örneklerde kırıntılı malzemenin genellikle volkanik kayalardan az miktarda da metamorfik kayalardan beslendiği ortaya çıkarılmıştır.

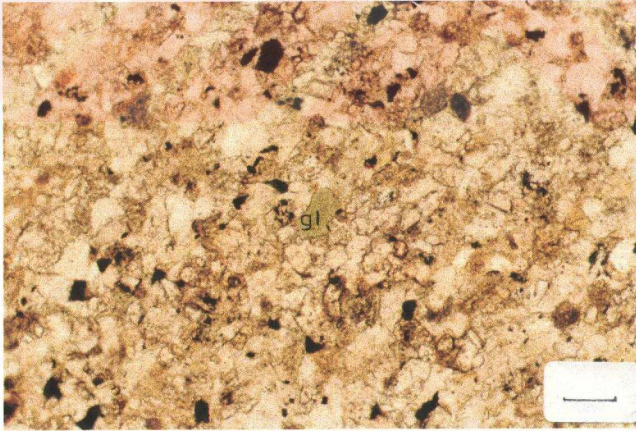
Gökçen (1981), paleoakıntı yönünün saptanması amacıyla yaptığı örneklemelerde akıntı yönünün Oligosen' de kuzey yönlü olduğuna dikkati çekmiştir. Buna göre yazar tarafından belirlenen kaynak bölge kuzeyde yer alan Akdağ Metamorfikleri ve asidik magmatik kayalarıyla Çamlıbel-Refahiye civarında yüzeyleyen ofiyolitlerdir.

**Kalınlık:** Selimiye formasyonu, inceleme alanında yüzeyleyen diğer birimlere oranla çok daha geniş alanlarda yüzeylenmiş olmakla beraber bölgede gerçekleşen yoğun kıvrımlanmalardan dolayı oldukça fazla bir kalınlığa sahip olarak gözlenmiştir.

a)

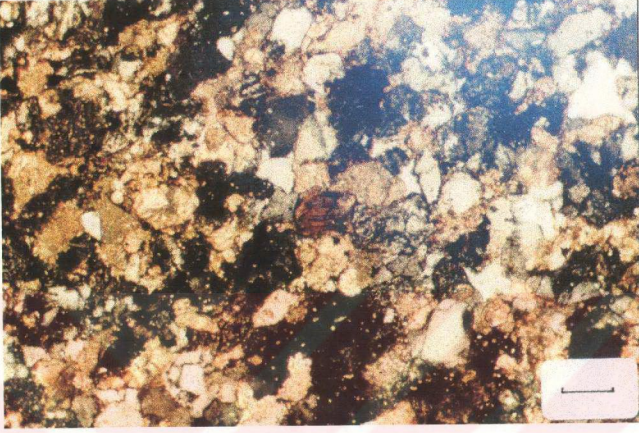


b)

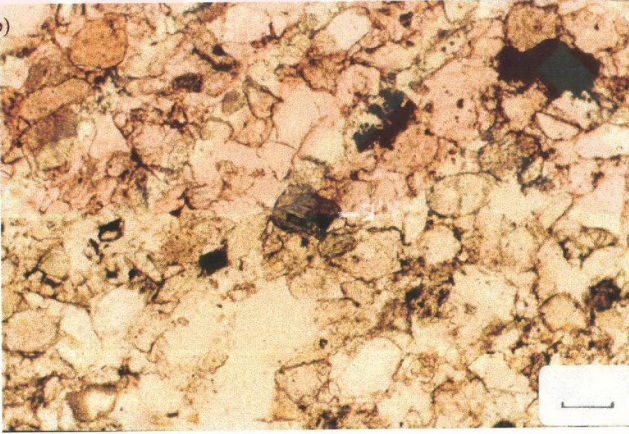


Şekil 26: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait silttaşları içerisinde gözlenen glokonit mineralinin a) çift nikoldeki, b) tek nikoldeki görünümü (gl: glokonit, Çizgisel ölçek: 0, 625 mm)

a)



b)



Şekil 27: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait feldispatik litarenit (Folk, 1968) türü kumtaşlarında glokofan minerallerinin; a) çift nikoldeki, b) tek nikoldeki görünümü (gl: glokofan, Çizgisel ölçek: 0, 625 mm)

İnceleme alanının özellikle orta kesimlerde yaygın olarak yüzeyleyen birimden Yenikervansaray ve Gündüz köyleri arasında yapılan ölçülü stratigrafik kesitte yaklaşık olarak 1500 m' lik bir kalınlık tesbit edilmiştir (Şekil 23).

MTA' nın 1972-74 yılları arasında, inceleme alanının yakın kuzeyinde yer alan Celalli yöresinde yaptığı sondajda formasyon kalınlığının 2100 m' ye eriştiği saptanmıştır (Gedik ve Özbudak, 1974).

**Fosil içeriği ve Yaşı:** İnceleme alanının kuzeyinde bulunan Ağcamescit köyü doğusunda yer alan Bostan Dere' den yapılan ölçülü stratigrafik dikme kesitten alınan bir yıkama örneğinden aşağıdaki fosil topluluğu ortaya çıkarılmıştır (R. Wernli):

*Globigerina ouachitaensis* HOWE & WALLACE

*Globigerina officinalis* SUBBOTINA

*Globigerina angustumbilicata*

*Turborotalia permicra* DE GREGORIO

Bu fosil içeriğine göre inceleme alanında yüzeyleyen Selimiye formasyonunun yaşı bu çalışmada Alt Oligosen olarak belirlenmiştir.

Daha önceki araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, yaşı genellikle stratigrafik durumuna göre verilen (Kurtman, 1973), Selimiye formasyonunu oluşturan birimler içerisinde Gökçen ve Kelling (1985) tarafından bulunan ve Orta-Üst Oligosen' i karakterize eden ve ostrakod mikrofaunası gösteren *Ilyocypris Böhli* TRIEBEL ve *Isomoenocypris* cf. *pamiri* SÖNMEZ fosilleri saptanmıştır.

Ayrıca Kurtman (1973) tarafından bulunan ve daha geniş bir yaş aralığına düşen (Oligosen - Pliosen) yaşlı *Cyprideis* sp. ve *Ilyocypris* sp. ostrakod faunası da Selimiye formasyonunun inceleme alanının dışında yüzeyleyen örneklerde tesbit edilmiştir.

Altunsoy (1993), İmranlı yöresinde yaptığı çalışmada Selimiye formasyonu içerisinde bulunduğu *İdalina* aff. *sinjarica* GRIMSDALE, *Heterellina* cf. *guespellensis* SCHLUMBERGER, *Archaias* cf. *compressus* (d' ORBIGNY), *Spiroloculina* sp., Miliolidae, Gastropod fosillerine göre birime Alt Oligosen (Rupeliyen) yaşını vermiştir.

**Ortamsal Yorum:** Formasyonu oluşturan birimlerin litolojik özellikleri, taban kesimlerinin lagüner ortamdan derin denize geçişin gözlemlendiği kesimler olduğunu tavana doğru ise ortamın giderek karasallaştığını göstermektedir.

İnceleme alanının kuzeyinde, Selimiye formasyonunun üst kesimlerinden alınan iki ayrı örnekte denizel ortamı yansıtan minerallerin varlığı dikkat çekmektedir (Şekil 26 ve 27).

Formasyon, Altunsoy (1993)' a göre sığ denizle ilişkili lagüner ortam koşullarında çökelmiştir. Gökçen ve Kelling (1985) tarafından daha çok sığ denizel bir ortam olarak düşünülen formasyonun çökelme ortamının Kurtman (1973) tarafından lagüner ortam olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Ceyhan (1996)' a göre ise formasyonu oluşturan birimler içerisinde kırmızı rengin egemen olması, çamurtaşı miktarının ve tuzluluğun üst seviyelere doğru artmasının yanısıra üst seviyelerde gözlenen jips çökeli mi kıtasal sabka ortamını ifade etmektedir.

### **1.3.2.3. Hafik Formasyonu (Th)**

**Genel Tanım:** İnceleme alanı içerisinde beyaz renkli masif jips kütleleri ve bunlarla yer yer aralanmalı kıltaşı-silttaşı birimlerinden oluşan formasyon ilk kez Kurtman (1973) tarafından Hafik formasyonu olarak adlanmış ve bu çalışmada da aynı adlama korunmuştur.

**Yayılm ve Konum:** Hafik formasyonuna ait birimler inceleme alanının güneybatısında, Tutmaç köyü kuzeyinde yer alan Sarıgüney Tepesi' de, Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu üzerinde uyumsuz olarak gözlenir. Uyumsuzluğun altında bulunan Bozbel formasyonuna ait birimlerle, Hafik formasyonunun temel litolojisini oluşturan masif jips kütlelerinin taban kesimlerindeki kırmızı renkli konglomeratik seviyelerin ilişkisi Şekil 28' de görülmektedir.

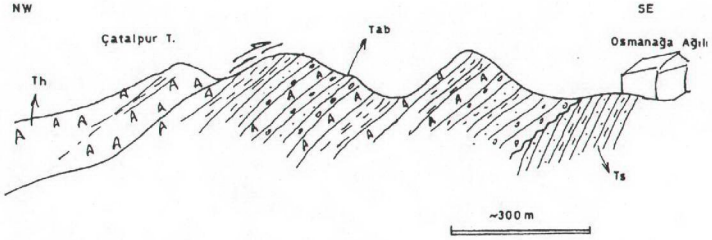


Şekil 28: İnceleme alanının güneybatısında, Tutmaç köyü kuzeyindeki Sarıgüney Tepe' de Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu (Tb) üzerinde uyumsuzlukla yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait masif jipslerin tabanında gözlenen konglomeratik seviyeler. (Sarıgüney Tepe' den K.B' ya doğru bakış)

Formasyona ait birimler inceleme alanının kuzeyinde, Ağamescit köyü civarında, batıdan doğuya doğru Oyuk, Kale ve Çatalpur Tepe' lerde doğu-batı doğrultulu olarak yüzeyler ve Ağilkaya formasyonu, Boynuzözü üyesinin tektonik olarak üzerinde bulunur (Şekil 29).

Hafik formasyonu, inceleme alanının kuzey kesiminde bir dilim olarak gözlenen Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonuna ait birimler tarafından uyumsuz olarak örtülür (Şekil 30).

İnceleme alanının kuzeyinde Ağamescit köyü ve kuzeyinde Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait birimlerle altında ve üstünde yüzeyleyen birimler arasındaki ilişkiler Şekil 31' de gözlenmektedir. Bu kesitte de görülebileceği gibi Hafik formasyonuna ait jipsler koyün hemen kuzeyinde Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu, Boynuzözü üyesi üzerine tektonik dokanakla gelmektedir.



Şekil 29: İnceleme alanının kuzeyinde, Alt Miyosen yaşlı Ağılkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesi (Tab) üzerine tektonik dokanakla gelen Oligosen yaşlı Hafif formasyonunun (Th) ilişkisini gösteren bir enine kesit (Kepez Tepe' den KD' ya doğru bakış)

**Kaya Türü:** Formasyonu oluşturan başlıca kaya birimi beyaz renkli, yer yer tabakalanma ve kıvrımlanma gösteren masif jipsler oluşturmaktadır.

İnceleme alanının kuzey kesiminde yer alan Acıdere Puru civarında yapılan ölçülü stratigrafik dikme kesitte bu jips seviyelerinin tabanda masif özellikte olduğu orta seviyelere doğru ise silttaşı-kumtaşı seviyeleri içeren kesimlerin de gözlemlendiği dikkati çekmektedir. Ayrıca bu jips seviyelerinin taban kesimlerinde yer yer yapraklanmalar da izlenmektedir.

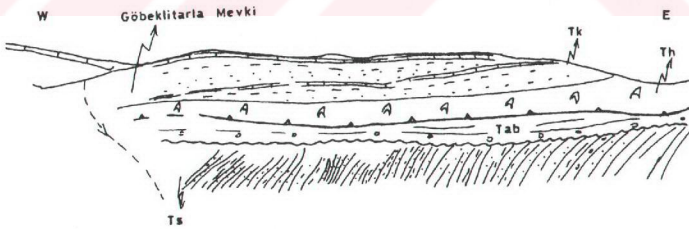
Mesozkobik gözlemler sonucunda jipslerin genellikle nodüler parçalardan oluştuğu anlaşılmıştır. Beyaz-grimsi renkli masif jips kütleleriyle birlikte yer yer arakatlı olarak gözlenen kumtaşı-kiltaşları da formasyonun diğer litolojilerini oluşturmaktadır (Şekil 32). Bu seviyeler genellikle inceleme alanının kuzeyinde Acıdere Puru civarında jipsler arasında kırmızı-kahverengi seviyeler halinde gözlenirler. Yer yer lamina düzeyinde izlenebilen bu seviyelerin kalınlığı 20-30 cm' e kadar çıkmaktadır.

**Kalınlık:** Formasyonun oldukça kıvrımlı ve faylı bir durum göstermesinden dolayı kalınlığın yer yer değişimler gösterdiği anlaşılmakla beraber inceleme alanının kuzeyinde, Acıdere Puru civarında yaklaşık olarak 400 m' lik bir kalınlık saptanmıştır (Şekil 32).

a)



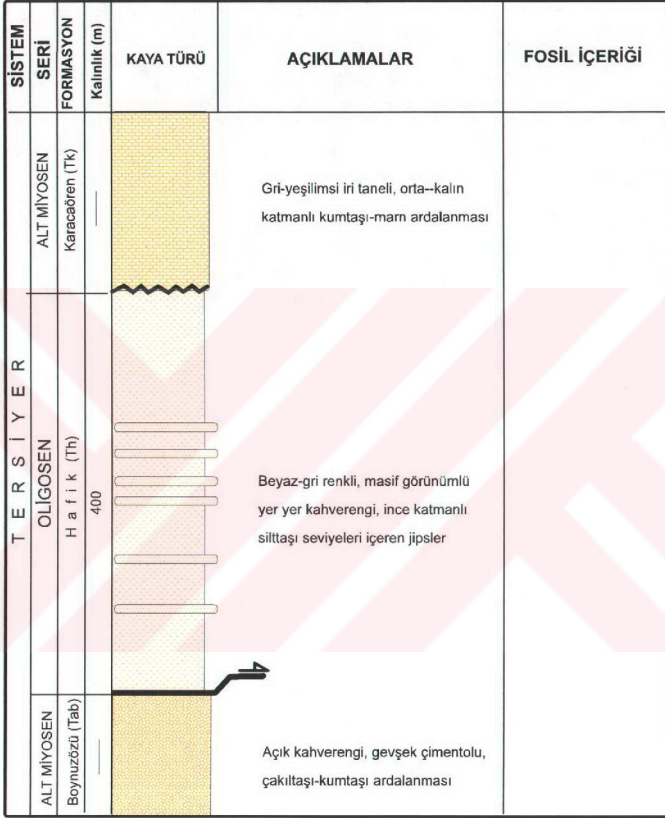
b)



Şekil 30.a: İnceleme alanının kuzeyinde, Ağcamescit köyü doğusunda, Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu' nun (Ta), Boynuzözü üyesi (Tab) üzerine tektonik dokanakla gelen Oligosen yaşlı Hafik formasyonunun (Th) Karacaören formasyonu (Tk) ilişkisi b: Bu görünümün taslağı (GB' dan KD' ya doğru bakış)



Şekil 31: İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Ağcamescit köyü kuzeyinde, Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu (Ts), Alt Miyosen yaşlı Boynuzözü üyesi (Tab), Oligosen yaşlı Hafif formasyonu (Th) ve Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonuna (Tk) ait birimlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin gösterir enine kesit (Oyuk Tepe' den D' ya doğru bakış)



Şekil 32: İnceleme alanının kuzeyinde Acidere Puru mevkiinden yapılan Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait ölçülü stratigrafik kesit

**Fosil İçeriği ve Yaş:** Formasyonu oluşturan kaya birimlerinden alınan örneklerden yaş verebilecek herhangi bir fosil bulunamamıştır. Ancak formasyonun Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu üzerinde uyumsuz olarak bulunması ve üzerine Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonuna ait birimlerin uyumsuz olarak

gelmesi birimin yaşının Üst Eosen - Üst Oligosen aralığına düştüğünü göstermektedir.

Temiz (1994), inceleme alanının kuzey kesiminde yaptığı çalışmada Hafik formasyonuna ait masif jips kütlelerinin Günyamaç köyü civarında Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmesi nedeniyle birime Oligosen yaşını vermiştir.

İnceleme alanının güneyinde jipsli çökellerin yaşı, Şarkışla ve Gemerek civarında yapılan birbirinden farklı çalışmalarda stratigrafik ilişkiler ve omurgalı fauna dikkate alınarak Oligosen olarak belirlenmiştir. (Gökten, 1984; Sümengen ve diğ., 1990)

Bu çalışmada ise yukarıdaki çalışmalar gözönüne alındığında birime Oligosen yaşının verilmesi uygun görülmüştür.

**Ortamsal Yorum:** Formasyonu oluşturan masif jips kütlelerinin genellikle lagüner ortam koşullar altında çökdikleri düşünüldüğünde ve jipsler içerisinde yer yer arakatlı olarak yer alan kumtaşlarında gözlenen çapraz tabakalanmalar birimin daha çok sıg sulu lagüner bir ortamda depolandığına işaret etmektedir.

#### **1.3.2.4. Ağilkaya formasyonu (Ta)**

**Genel Tanım:** İlk kez Çubuk (1994) tarafından tanımlanan ve İmranlı ve Hafik güneyinde geniş yayılımlar sunan formasyon, tabandan tavana doğru kırmızı renkli, gevşek dokulu, kötü iç örgütlü çakıltası-kumtaşı ardalanmasından oluşan Boynuzözü üyesi, beyaz renkli kalın jipslerden oluşan Hafik üyesi ile beyaz-krem renkli fosilli resifal kireçtaşı-yeşil renkli çamurtaşlarından oluşan Boğazören üyesi olmak üzere üç üyeye ayrılır.

Birim Gökçe ve Ceyhan (1988) tarafından tanımlanan " Hacıali formasyonu, Boynuzözü üyesi " ile Gökten (1993) tarafından tanımlanan Deliktaş formasyonu ile denenebilir.

İnceleme alanının kuzey kesiminde bulunan Ağcamescit köyünün doğusunda bu formasyona ait yalnızca Boynuzözü üyesi yüzülemektedir.

#### **I.3.2.4.1. Boynuzözü üyesi (Tab)**

**Genel Tanım:** İlk kez Çubuk (1994) tarafından adlandırılan ve Ağilkaya formasyonunun tabanını oluşturan birim için bu çalışmada da aynı adlanmanın korunması benimsenmiştir.

**Yayılm ve Konum:** İnceleme alanının kuzeyinde Saklı ve Ağcamescit köyü kuzeyinde tabanında yer alan Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu üzerine bariz bir açılı uyumsuzlukla gelen birim doğu-batı doğrultulu dar bir şerit şeklinde uzanmaktadır (Şekil 22). Birimin üst sınırı daha kuzeyde Hafik formasyonuna ait masif jipsler tarafından tektonik olarak üzerlenir (Ek 1 ve Şekil 31).

**Kaya Türü:** Formasyonu oluşturan birimlerin tabanında yaklaşık 20-25 m kalınlığa sahip açık kahverengi, kaba çakilli, orta-kalın katmanlı (2-3 m), kötü boylanmalı ve genelde bölgenin temelini oluşturan Üst Kretase yaşlı Divriği ofiyolitik karışığına ait olduğu sanılan ofiyolitik kayaç ve Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonundan türeyen kumtaşı-kiltaşı çakılları içeren konglomeratik seviyeler bulunur (Şekil 32). Bu konglomeratik seviyelerin tamamı zayıf bir çimentolanma göstermekte olup dağınık yapıdadır.

Orta kesimlere doğru jips-kiltaşı ara katkılı kumtaşı seviyelerine geçen birimin bu kesimlerinde konglomeratik seviyeler de gözlenir. Yer yer lamina düzeyinde yer yer de yaklaşık 10-15 cm kalınlığa sahip toprağımsı tabakalar şeklinde bulunan jips seviyeleri üst kesimlere doğru tekrar 30-40 m kalınlığa sahip konglomeratik seviyelere geçerler (Şekil 33 ve 34).

Boynuzözü üyesinin tavan kesimleri daha çok konglomeratik seviyelerin oluşturduğu ince tabakalı jips, orta-kalın tabakalı kumtaşı ve kiltaşı ardalanmasıyla sona erer.

Boynuzözü formasyonunun taban kesimlerini oluşturan konglomera çakıllarından alınan örneklerin petrografik tanımlamaları sonucunda çakılların çoğunun alterasyona uğramış serpantinint, diyorit ve volkanik kayaç parçalarından oluştuğu saptanmıştır. Bu çakıllardan alınan bir örneğin incelenmesi sonucunda ise



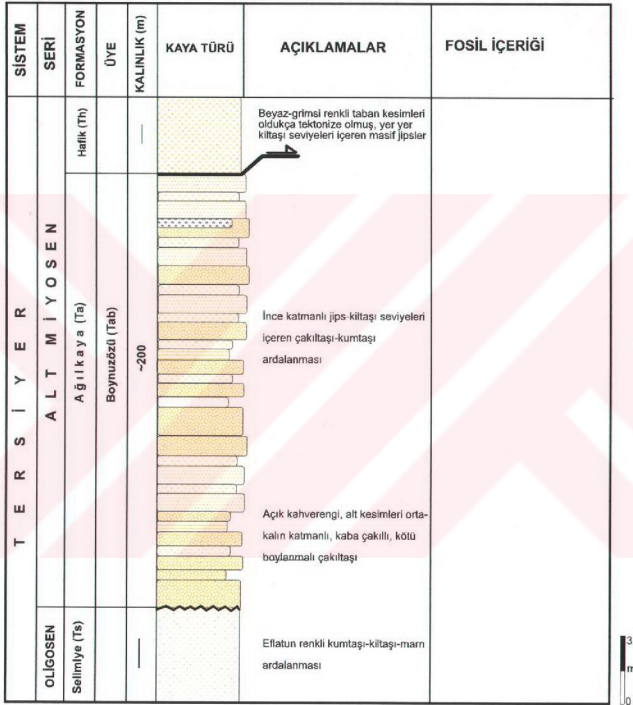
Şekil 33: İnceleme alanının kuzeydoğusunda, Saklı köyü kuzeyinde Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu (Ts) üzerine açılı uyumsuzlukla gelen Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu (Ta), Boynuzözü üyesini (Tab) oluşturan konglomeratik seviyeler

kuvars, plajiyoklas, kireçtaşı parçacıkları, kuvarsit parçacıkları içeren ve karbonat çimentoya sahip olan silttaşı olduğu ve dış görünümü itibarıyla Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna ait olduğu anlaşılmıştır.

**Kalınlık:** Ağcamescit köyünün doğusunda bulunan Bostan Dere' den yapılan stratigrafik kesitte birimin kalınlığı yaklaşık olarak 50-60 m olarak ölçülürken en fazla kalınlık gösterdiği bölge olan kuzeydeki Acidere Puru civarında yaklaşık 200 m' lik bir kalınlık saptanmıştır (Şekil 34).

**Fosil İçeriği ve Yaş:** İnceleme alanı içerisinde birime yaş verebilecek herhangi bir fosil bulunamamıştır. Buna rağmen Çubuk (1994), çalışmasında bu birimle yanal geçişli olduğunu düşündüğü Ağilkaya formasyonu Boğazören üyesinden derlediği fosillerde Alt Miyosen yaşını bulmuş ve bu çalışmada da birim için aynı yaşın benimsenmesi uygun görülmüştür.

Gökten (1993), bölgede Ağlıkaya formasyonu ile denetirilebilecek Deliktaş formasyonunun resifal seviyelerinden derlediği örneklerde Erken Miyosen yaşını bulmuştur.



Şekil 34: İnceleme alanının kuzeyinde yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Ağlıkaya formasyonu (Ta), Boynuzbüzü üyesinin (Tab) Acidere Puru civarında yapılan ölçülü stratigrafik dikme kesit

**Ortamsal Yorum:** İnceleme alanında formasyonu oluşturan birimlerin litolojik özellikleri karasal bir ortamı yansıtmaktadır.

Birim Çubuk (1994)' e göre yeni bir havzanın açılmasını simgelemesiyle alüvyal yelpaze çökelleri olarak tanımlanmıştır.

### 1.3.2.5. Karacaören formasyonu (Tk)

**Genel Tanım:** Tip kesiti ilk kez Kurtman (1973) tarafından inceleme alanının dışındaki Karacaören yöresinde gözlenen sığ denizel nitelikteki kırıntılı birimler Karacaören formasyonu olarak adlanmış ve bu çalışmada da aynı adın korunması benimsenmiştir.

Formasyon, Gökten (1993) tarafından tanımlanan Deliktaş formasyonunun daha çok üst seviyeleriyle denestirilebilir.

**Yayılım ve Konum:** Birim, Ağamescit köyü kuzeyinde yer alan Bardakdurmaz Tepe' den doğuya doğru Bardakdurmaz, Göbekliarla ve Göl mevkileri boyunca yüzlemektedir (Ek 1).

Oligosen yaşlı Hafik formasyonu üzerinde uyumsuzlukla yer alan birim inceleme alanı dışında da oldukça geniş alanlarda yüzlek verir (Şekil 30 ve 31).

**Kaya Türü:** Karacaören formasyonunun genel litolojisini alttan üste doğru daha çok kumtaşlarının egemen olduğu kumtaşı-marn-kireçtaşı ar dalanması oluşturur.

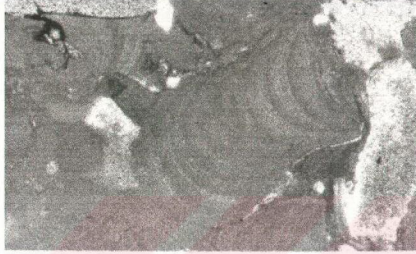
Genellikle sarı-grimsi-açık yeşil renkli, bitki kırıntılı, yaklaşık 40-50 m kalınlığında bol makrofosilli (gastropod ve pecten) seviyeleri içeren, orta-kalın katmanlı (50 cm-4 m) kumtaşı-kiltaşı-marn ar dalanmasıyla başlayan birim üste doğru çapraz tabakalı kumtaşı-kireçtaşı ar dalanmaları ile temsil edilir (Şekil 35). Dayanımlı olan kumtaşı ve kireçtaşı seviyelerinin daha ince taneli olan marnlara göre çıkıntılar şeklinde bariz olarak gözlemlenilen birim renginden dolayı altında yer alan birimlerden kolaylıkla ayırt edilebilir.

Orta seviyelere doğru, sarımsı-bej renkli, kalın katmanlı (2-3 m), bol makrofosil kavkuları içeren, yer yer çapraz tabakalanmalar gösteren kumtaşı seviyeleriyle karakterize olan birim üst kesimlere doğru daha çok açık yeşil renkli, marnların egemen olduğu seviyelere geçer.

Üst seviyelerinde daha çok gri-bej renkli, yer yer gastropod ve pecten kavkuları içeren ince orta katmanlı marn-kiltaşı ar dalanmasının gözlemlendiği birim içerisinde ayrıca 50-75 cm kalınlığında algi kireçtaşı tabakaları da yer alır.



Şekil 36' da bu algli biyosparitik fasiyesi gösteren ve inceleme alanının kuzeyinde, Ağcamescit köyünün kuzeyinde yüzeyleyen Karacaören formasyonu içinden alınmış bir kireçtaşı örneğinin mikrofotografı görülmektedir.



Şekil 36: İnceleme alanının kuzeyindeki Ağcamescit köyü kuzeyinde, Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu içerisinden alınmış bir kireçtaşı örneğinde gözlenen ve algli biyosparitik mikro-biyofasiyesi gösteren bir mikrofotograf (x30)

**Kalınlık:** Ağcamescit köyü doğusunda yer alan Bostan Dere boyunca yapılan ölçülü stratigrafik kesitte formasyonun kalınlığı yaklaşık olarak 450 m ölçülmüştür (Şekil 35 ve 37).

**Fosil İçeriği ve Yaş:** Formasyonu oluşturan kaya birimlerinden alınan örneklerin ince kesit tanımlanmaları sonucunda şu fosil topluluğu ortaya çıkarılmıştır:

*Miogypsina mediterranea* BRÖNNIMANN

*Miolepidocyclina* sp.

(Şekil 38)

*Rotalia* sp.

*Lucina* sp.

*Cardium* sp.

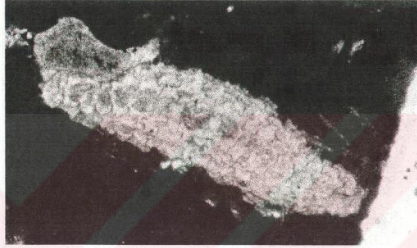
*Planorbis* sp.



Şekil 37: İnceleme alanının kuzeyindeki Ağcaemesit köyü doğusunda yer alan Bostan dere boyunca yapılan ölçülü straigrafik dikme kesiti gösteren enine kesit

Bu fosil topluluğuna göre birimin yaşı Alt Miyosen olarak verilmiştir.

İnceleme alanının kuzeyinde yüzeyleyen formasyon içinden alınan bir kireçtaşı örneğinde bu yaş aralığında olan *Miolepidocyclina sp.*' ye ait bir görünüm Şekil 38' de görülmektedir.



Şekil 38: İnceleme alanının kuzeyinde Ağcamescit köyü kuzeyinde yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonundan (Ta) alınan bir kireçtaşı örneğinde gözlenen *Miolepidocyclina sp.*' ye ait bir görünüm (x30)

**Ortamsal Yorum:** Formasyonun kaya türü özellikleri ve içerdiği fosil topluluğu özellikle kireçtaşlarının egemen olduğu seviyelerin resifal ortamda depolandığını diğer litolojilerle temsil edilen seviyelerin ise geçiş ortamını karakterize ettiğini göstermektedir.

#### 1.3.2.6. İncesu formasyonu (Ti)

**Genel Tanım:** İnceleme alanının orta kesimlerinde yüzeyleyen ve gri renkli, kumtaşı-konglomera araldanmasından oluşan birime ilk kez Yılmaz (1980) tarafından İncesu formasyonu adı verilmiş ve aynı adlama korunmuştur.

Formasyon; inceleme alanının yakın güneyinde, Gökten (1993) tarafından tanımlanan Parmaklıktepe formasyonu ile denestirilebilir.

**Yayılm ve Konum:** İnceleme alanının en genç çökellerini oluşturan birimler en iyi gözlemlendiği yer olan çalışma alanının orta kesimindeki Karaağıl Tepe' nin dışında Armutlu köyünün kuzeyindeki tabla görünümlü tepelerde ve

Ağcamescit-Saklı köyleri arasında kalan bölgelerde yüzeylemektedir (Ek 1).

Yılmaz (1980), özellikle inceleme alanının orta kesimlerinde, Karaağıl Tepe' de Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu üzerinde açılı uyumsuz olarak yer alan formasyonun, genel anlamda Yıldızeli-Sivas arasında kalan bölgelerde daha yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak görüldüğünü belirtmiştir.

**Kaya Türü:** Birim; gri renkli, orta kalın katmanlı yer yer çapraz tabakalanma gösteren zayıf çimentolanmalı konglomera-kumtaşı ar dalanmasından oluşur ve inceleme alanında kendinden daha yaşlı olan birimlerin çakıllarını içerir. Yılmaz (1980), üst seviyelere doğru gölsel kireçtaşlarının da bu birimler üzerinde yeraldığını belirtmiş olmasına rağmen inceleme alanında bu seviyelere rastlanmamıştır.

**Kalınlık:** Formasyonu oluşturan birimlerin kalınlığı en iyi gözleendiği yer olan Karaağıl Tepe' de yaklaşık olarak 10 m olarak ölçülmüştür.

**Fosil İçeriği ve Yaş:** Formasyondan alınan örneklerde yaş verebilecek herhangi bir fosil bulgusu elde edilememiştir.

İlk kez Yılmaz (1980) tarafından adlanan bu formasyon içindeki karbonatlı seviyelerde *Chara* ' ya ait formlar gözlenmiş olup ilk olarak Neojen yaşlı olarak düşünülmüştür. Ancak Yılmaz (1995) ve Poisson ve diğ., (1996)' ya göre birime Üst Miyosen-Pliyosen yaşını vermiştir.

İnceleme alanı içerisinde formasyonu oluşturan birimlerin gerek litolojik özellikleri gerekse konum itibarıyla durumu ilk kez Yılmaz (1980) tarafından tanımlanan İncesu formasyonu ile denestirilebilecek olmasından dolayı birime Üst Miyosen-Pliyosen yaşının verilmesi uygun görülmüştür.

**Ortamsal Yorum:** Gerek daha önceki araştırmacılar gerekse tarafımızdan yapılan gözlemler neticesinde inceleme alanı dışında geniş alanlarda da yüzlekler veren bu formasyonun karasal ortamda çökeldiği söylenebilir.

### **I.3.2.7. Yamaç Molozu (Qy)**

İnceleme alanının kuzey ve güney kesimlerinde, daha çok gevşek malzemeli tortulların yer aldığı yamaçlarda izlenen bu oluşumlar altta kalan birimleri yerçekiminin etkisiyle örtmüşlerdir (Ek 1).

### **I.3.2.8. Alüvyon (Qal)**

İnceleme alanının özellikle kuzey ve orta kesimlerinde yüzeyleyen ve doğu-batı doğrultusunda akan Fadım Irmağı ve kuzey-güney doğrultusunda akan Armutlusuyu Dere' nin her iki kenarında biriken pekişmemiş gevşek tortullar alüvyonlar olarak ayrılanmıştır (Ek 1).

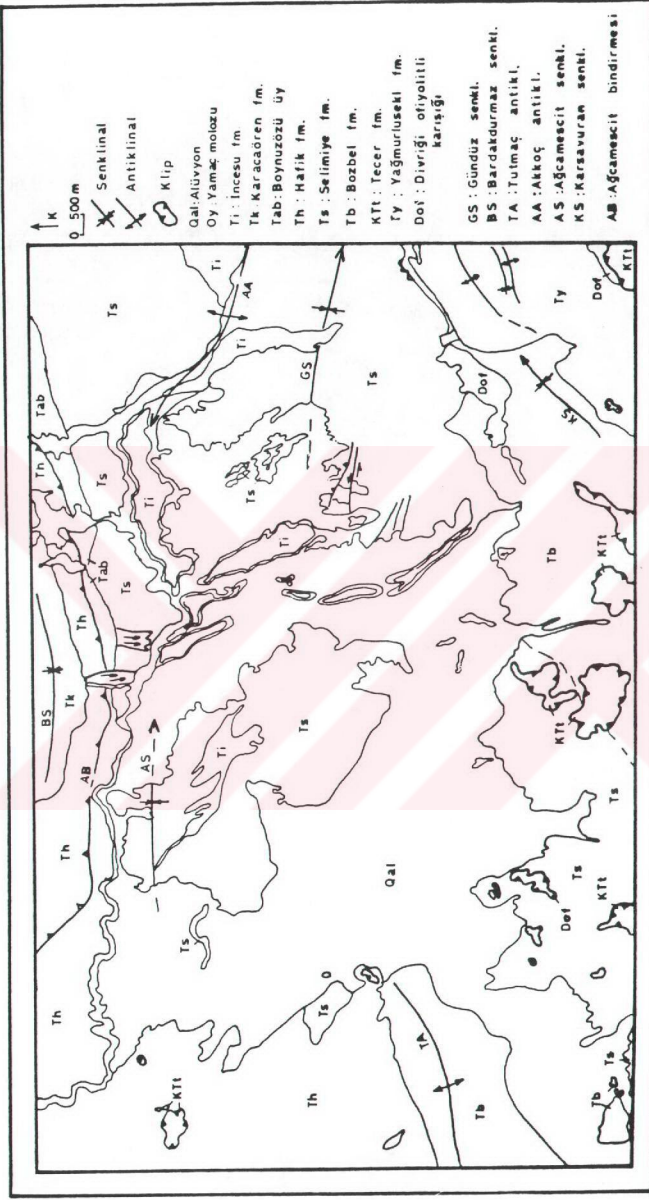
## **I.4. Karacaören (Ulaş) Yöresinin Tektonik Özellikleri**

### **I.4.1. Yapısal Jeoloji**

İnceleme alanının içerisinde yer aldığı bölge Ketin (1966)' in sınıflaması gözönüne alındığında Anatolid tektonik birliğinin içerisine düşmektedir (Şekil 1). Bölge yaklaşık olarak KKB-GGD doğrultusunda gelişen sıkıştırma kuvvetlerinin etkisi altında kalmış olup bu kuvvetlerin meydana getirdiği deformasyonun izlerini taşır (Şekil 39). Bölgenin en önemli yapısal unsurunu inceleme alanının güneyinde yer alan ve yaklaşık olarak KD-GB doğrultusunda, 15-20 km' lik bir uzanım gösteren Tecer Dağları oluşturmaktadır.

Tecer Dağları başlıca, ilk kez Blumenthal (1937) tarafından adlanan ve İnan ve İnan (1987) tarafından çalışma alanının yakın doğusunda yüzeyleyen Gürlevik kireçtaşlarıyla birleştirilerek Tecer formasyonu adı verilen kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Bunun yanı sıra ilk kez Tunç ve diğ (1991) tarafından Divriği ofiyolitik karışığına ait olan ofiyolitik kayalar bölgede geniş alanlarda yüzeylemektedir. Bu iki birim inceleme alanında birbirleriyle normal ve tektonik dokanıklı olarak gözlenmektedir. İnan (1988), Tecer Dağları' nda yüzeyleyen bu kireçtaşlarının kuzeyde kendinden daha genç olan birimler -Oligosen- üzerinde tektonik dokanıklı olarak yer aldığını belirtir. Önceki araştırmacılar tarafından bölgede yapılan ölçülü stratigrafik kesitlerde, tektonizmanın oldukça yoğun gelişmesi nedeniyle Tecer



Şekil 39: Karacaören ve yakın yöresinin ana tektonik hatlarını gösteren harita

formasyonunu oluşturan kireçtaşları içerisinde yoğun olarak devrik kıvrımlanmalar gelişmiştir.

İnceleme alanı özellikle orojenik Alpin hareketlerinden yoğun olarak etkilenmiştir. Bunlardan ilki Kretase sonu-Paleosen başına karşılık gelen ve Erken Alpin hareketlerinin sona erip Orta Alpin hareketlerine geçişin gözlemlendiği Laramiyen fazıdır. Bu faz bölgede Divriği ofiyolitli karışığına ait birimlerin Üst Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Tecer ve Yağmurluseki formasyonları tarafından üzerlendiği zamana denk gelmektedir.

Bölgede, Paleosen-Eosen arasında gerçekleşen Anadolu fazı' da gözlenmiş ve pek fazla şiddetli geçmediği Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu altında yer alan Yağmurluseki formasyonları arasındaki dokanaktaki ilişkiye bağlı olarak anlaşılmalıdır. Nitekim inceleme alanında bu iki formasyon arasındaki yaş ilişkisi fosil içerikleriyle ortaya çıkarılmış ve her iki formasyonu oluşturan birimlerdeki tabakalanmaların durumları arasında bariz bir farklılık gözlenmemiştir.

Oligosen ve Eosen arasındaki zamana karşı gelen Pireniyen fazı da bölgede etkili olmuştur.

Orta Alpin hareketlerinin sona erdiği ve Geç Alpin hareketlerinin başladığı zamana denk gelen Saviyen fazı Karacaören yöresinde şiddetli olarak gelişmiş olup bu durumun varlığını kanıtlayan delillere inceleme alanının daha çok kuzey kesimlerinde restlanmıştır. Özellikle Saklı köyü kuzeyinde, Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu ile Alt Miyosen yaşlı Ağılkaya formasyonu, Boynuzözü üyesi arasında gözlenen çok bariz bir açılı uyumsuzluk bu durumu yansıtmaktadır (Şekil 22). Ayrıca bölgede Alt ve Üst Miyosen yaşlı birimler arasında gözlenen uyumsuzluklar bölgenin Sitiriyen fazından da yoğun bir şekilde etkilendiğini göstermektedir.

Bölgede gelişen yoğun tektonizmanın izlerine Tecer Dağları'nın kuzeyine düşen inceleme alanında da rastlanmaktadır. Bölgenin tektonik özelliklerinin saptanmasına ve bölgesel deformasyonun ortaya çıkarılmasına yönelik olarak yapılan çalışmalarda katman, kıvrım eksen ve mezoskobik fay düzlemlerinin ölçümleri esas alınmıştır. Ancak özellikle bu bölgede yüzeyleyen Yağmurluseki, Bozbel, Selimiye ve Ağılkaya formasyonlarını oluşturan birimlerde aşınmadan

dolayı yüzeysel koşullar altında mesozkobik fay düzlemleri hemen hemen hiç korunamamış veya istasyon oluşturacak yeterli derecede veri toplanamamıştır. Bu yüzden yapısal analiz, bu birimler içerisinde yeterli sayıda katman ve eklem ölçümleri alınarak gerçekleştirilmiştir.

Doktora sahasının doğu kesimini oluşturan bu bölgede, yukarıda sözü edilen birimlerin dışında, sadece Karacaören formasyonunu oluşturan birimler içerisinde alınan yeterli sayıda veri -Göbeklitarla istasyonu- toplanarak mesozkobik fay düzlemleri ölçülmüş ve grafiksel kinematik analiz yöntemlerinden Carey yöntemiyle incelenmiştir.

#### **1.4.1.1. Kıvrımlanma**

İnceleme alanının konum itibarıyla, güneyden kuzeye doğru tektonik olarak taşındığı yapılan çalışmalarla (İnan, 1988) ortaya çıkarılan Tecer Dağları'nın hemen kuzeyinde yer alması nedeniyle bölgede yüzeyleyen birimlerde birçok küçük ve büyük ölçekli kıvrımlanmalar meydana gelmiştir. Bu kıvrımlanmaların doğrultuları göz önüne alındığında bölgede egemen olan sıkıştırma yönünün kabaca KKB-GGD doğrultusunda geliştiği saptanmıştır.

Tezin bu bölümünde inceleme alanında yüzeyleyen birimlerde gözlenen ve adlanan büyük ölçekli kıvrımlanmaların genel özelliklerine değinilecek ve bu birimlerden alınan katman ölçümlerinden hazırlanan gül ve kontur diyagramları yapısal analiz kapsamında değerlendirilecektir.

İnceleme alanının güneydoğusunda yüzeyleyen ve Divriği ofiyolitli karışığına ait kayalar üzerinde yer alan Yağmurluseki formasyonuna ait birimler içerisinde alınan katman ölçümlerinden yararlanarak hazırlanan kontur diyagramında da gözlenebileceği gibi, birim içinde K 69°D, 70° GD ve K 76° D, 84° KB durumlu iki ayrı düzlemin egemen olduğu ve bu düzlemlerin kesişimiyle

ortaya çıkan kıvrım ekseninin K 74° D, 17° KD durumlu olduğu ortaya çıkarılmıştır (Şekil 40).

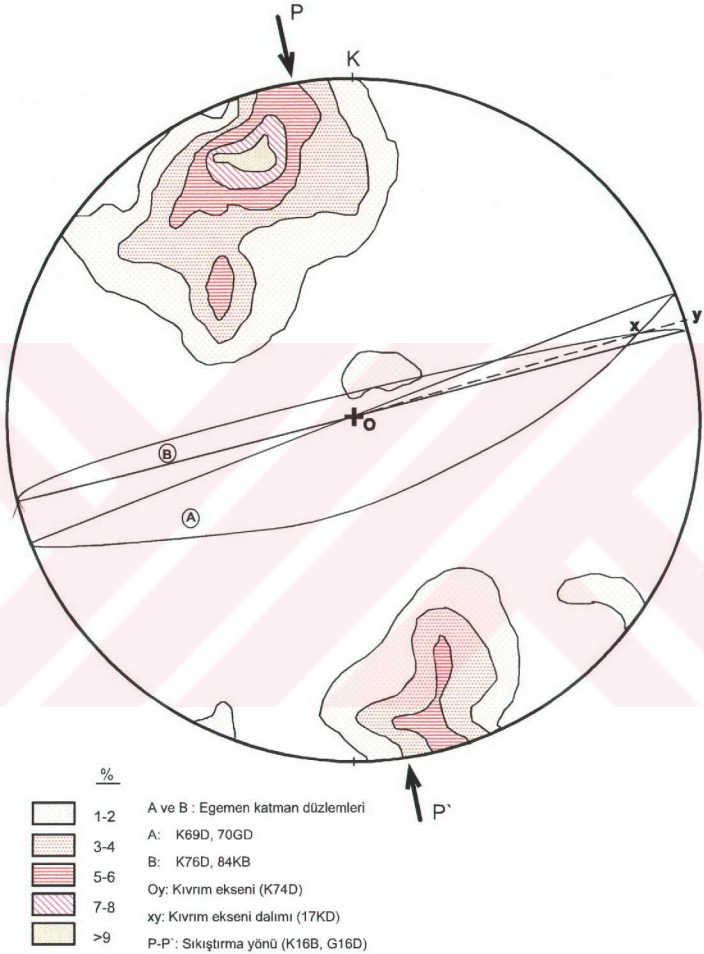
Buna göre bu formasyon için egemen olan sıkıştırma yönü K 16° B - G 16° D yönünde gelişmiştir. Eğim yönlerinin genellikle GD ve KB' ya doğru geliştiği gözlenen katmanların eğim miktarları 60°-80° arasında değişmektedir (Şekil 41.A ve B).

Yağmurluseki formasyonunun yüzlek verdiği Yağmurluseki köyü civarında, formasyon içersinde bantlar şeklinde gözlenen kireçtaşı seviyelerinden yararlanarak ortaya çıkarılan birçok küçük ölçekli kıvrımlanma gözlenmiştir. Genel olarak K 70°-80° D doğrultulu bu kıvrımlarda dalım miktarları 20°-30° KD arasında değişmektedir.

Özellikle Tecer Dağları' nda gözlenen yoğun kıvrımlanma ve faylanmaların etkisi altında bulunan formasyona ait eğim miktarlarının büyük oluşu bölgede yoğun bir şekilde gerçekleşen deformasyona işaret eder.

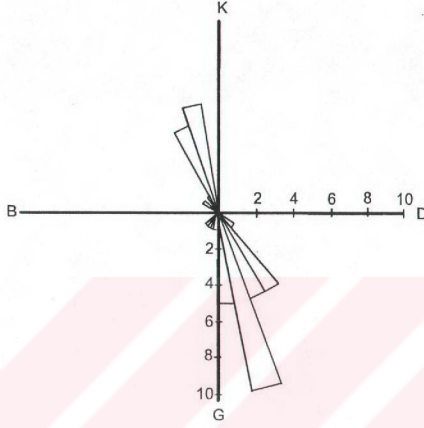
Yağmurluseki formasyonunun üzerine uyumsuzlukla gelen ve inceleme alanında Alt-Orta Eosen yaşını veren Bozbel formasyonu içerisinde gözlenen büyük ölçekli iki ayrı kıvrımlanma gözlenmiştir.

**Tutmaç antiklinali:** İnceleme alanının güneybatısında, Tutmaç köyü kuzeyinde Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu içinde gelişen bu antiklinalin doğrultusu yaklaşık olarak K 80° D olup güneybatıya doğru inceleme alanı dışına çıkar. Antiklinalin kuzey kanadındaki tabakaların durumu K 25°-65° D doğrultusunda gelişmiş olup eğim miktarları 40°-75° arasında değişir. Güneyde ise tabakalanmalar genellikle K 60°-70° D doğrultulu ve 35°-50° arasında değişen eğimlere sahiptir. Dalımın gözlenmediği kıvrım ekseninin inceleme alanı içerisinde yaklaşık olarak 4-5 km uzunluğunda izlenebildiği dikkati çekmektedir. Tutmaç antiklinalinin kuzey kanadı üzerinde Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipsler görülmektedir (Ek 1).

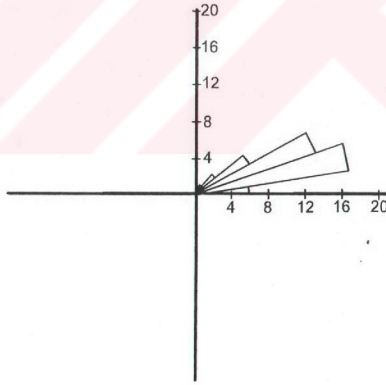


Şekil 40.: Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonuna (KTy) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (48 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre)

A)



B)



Şekil 41: Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonuna (KTy) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (48 ölçü).

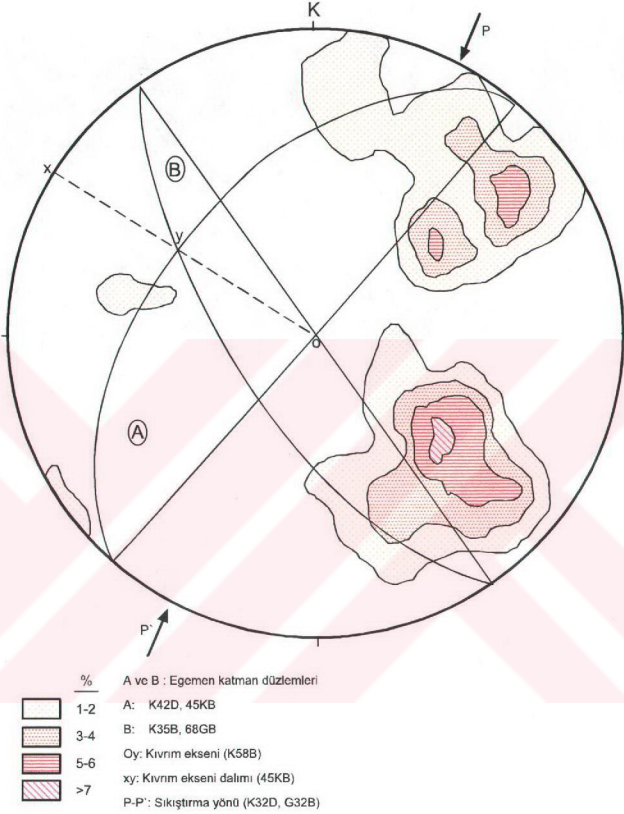
**Karsavuran senklinali:** İnceleme alanının güneydoğusunda Karsavuran Mahallesi civarında gözlenen senklinalin doğrultusu K 45° D olup dalım miktarı 24° KD' dur. Çalışma alanında yaklaşık olarak 2 km uzunluğunda gözlenen Karsavuran antiklinalinin kuzey kanadında birimlerin durumları K 40°-45° D, 60°-70° GD arasında değişir. Güney kanatta ölçülen durumlar ise K 40°-70° D, 35°-50° KB olarak saptanmıştır. Senklinalin güneyinde, topoğrafik olarak daha yüksekte yer alan Üst Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Yağmurluseki formasyonuna ait birimlerden dökülen yamaç molozları senklinal ekseninin güneye doğru devamının gözlenmesini güçleştirmektedir.

Bozbel formasyonundan alınan katman ölçümlerine göre hazırlanan kontur diyagramında formasyon içinde egemen olan katman düzlemlerinin K 42° D, 45° KB ve K 35° B, 68° GB yönlerinde geliştiği ve kıvrım ekseninin ise K 58° B, 45° KB durumlu olduğu saptanmıştır. Bu değerlere göre Bozbel formasyonu için egemen olan sıkıştırma yönünün K 32° D olduğu ortaya çıkarılmıştır (Şekil 42).

Formasyon içinde egemen olan eğim yönlerinin genelde güneybatı ve kuzeybatıya doğru olduğu Şekil 43.A' da görülmektedir. Eğim miktarlarının ise 40°-50° ile 60°-80° arasında değiştiğini söylemek mümkündür (Şekil 43.B).

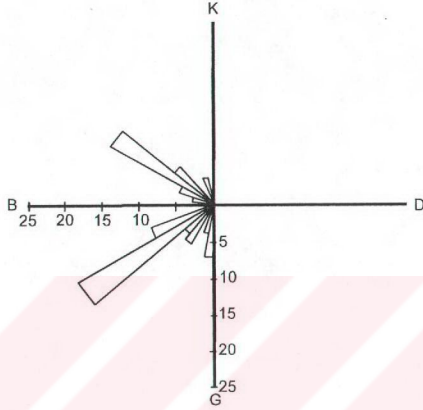
İnceleme alanında gözlenen kıvrımlanmanın izlerine en yoğun olarak Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunda rastlanmaktadır. Özellikle birimin tabanında gözlenen açık yeşil renkli marnların arazide izlenmesi sonucunda formasyonun yoğun kıvrımlanmaya uğradığı hava fotoğrafları ve rezolüsyonu yüksek olan uydu görüntülerinde de rahatlıkla izlenebilmektedir. İnceleme alanında en bariz olarak gözlenen kıvrım eksenleri bu birimler içerisinde gelişmiştir. Formasyon içinde gelişen kıvrım eksenleri sırasıyla şu şekildedir.

**Gündüz senklinali:** Bölgenin orta-güney kesiminde yaklaşık olarak K 85° B doğrultusunda uzanan ve 32° GD' ya dalımlı olan senklinal eksenini 3-4 km uzunluğundadır. İnceleme alanının dışına doğru uzanımı izlenen senklinal eksenini Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonuna ait konglomeratik seviyelerle

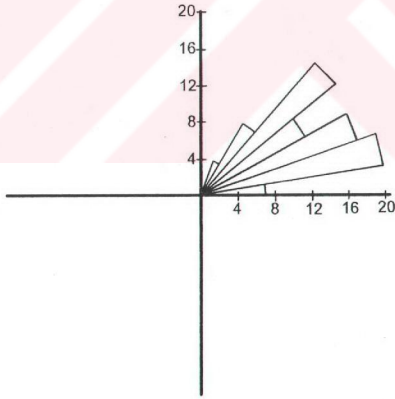


Şekil 42: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (90 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre)

A)



B)



Şekil 43: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (90 ölçü)

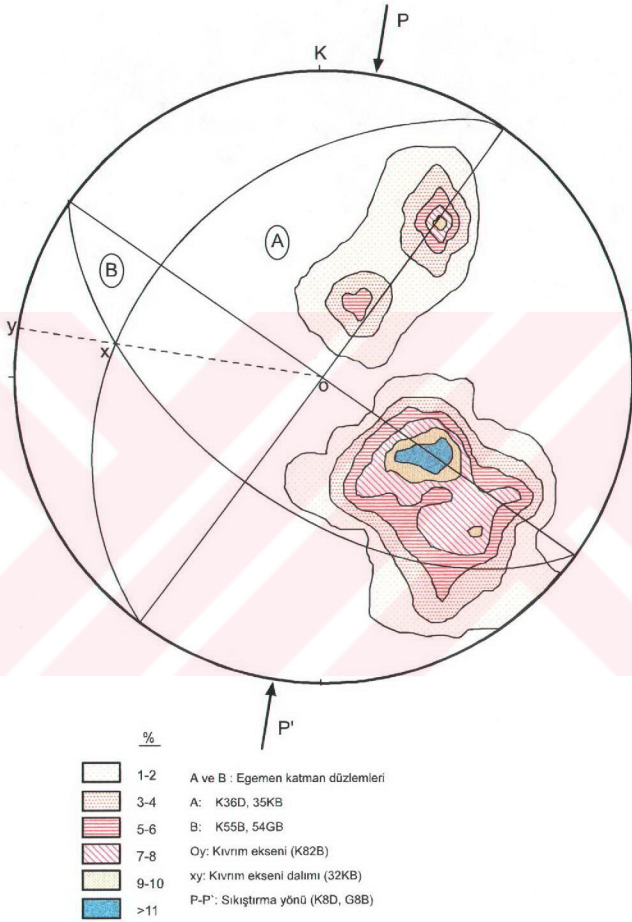
alüvyonlar tarafından örtülmektedir. Kuzey kanatta yaklaşık olarak K 40°-50° B, 50°-60° GB arasında değişen tabakalanma durumları kıvrım ekseninin güneyinde K 10°-60° D, 60°-80° KB civarındadır. Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunun orta kesimlerinde yüzeyleyen yaklaşık 30-40 m kalınlıktaki marnlı seviyeler Gündüz senklinalinin ekseninin daha açık bir şekilde belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu seviyelerin doğrultusu, Kuşlu köyünün doğusunda Gündüz senklinalinin eksenini boyunca doğrultusu değişmektedir (Ek 1 ve Şekil 39).

**Akkoç antiklinali:** Akkoç antiklinalinin eksenini kuzeyde Saklı köyünün güneydoğusunda, Fadılın Irmağı yatağı boyunca gözlenir. Eksen doğrultusunun K 50°-60° B arasında değiştiği Akkoç antiklinalinde dalım miktarı 10° civarında olup dalım yönü KB' ya doğrudur. Kanatlar boyunca ölçülen tabaka durumları kuzeyde K 50°-70° D, 30°-55° KB arasında, güney kanatta ise K 40° B, 45°-60° GD arasında değişir. Antiklinal ırmağın yatağı boyunca yaklaşık olarak 10-12 km civarında doğuya doğru devam eder ve inceleme alanını terkeder.

**Ağamescit senklinali:** İnceleme alanının kuzeyinde bulunan Ağamescit köyünün güneyinde yaklaşık olarak D-B doğrultusunda uzanan senklinalde dalım miktarı 14° D olarak ölçülmüştür. Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu içinde gelişen senklinalin kuzey kanadında tabaka durumları K 35°-50° B, 25°-55° GB arasında değişir. Güneyde ise durumlar K 30°-50° D, 40°-60° KB arasındadır. Eksenin bir kısmı Karaağıl Tepe' de yüzeyleyen konglomeratik seviyelerle örtülü durumda gözlenmiştir.

Selimiye formasyonu içerisinde ölçülen katman doğrultu ve eğim değerlerinden harırlanan kontur diyagramında da gözlenebileceği gibi formasyonun egemen katman düzlemleri K 36° D, 35° KB ve K 55° B, 54° GB durumudur (Şekil 44). Bu düzlemlerin kesişimiyle elde edilen kıvrım ekseninin K 82° B, 32° KB durumlu olduğu şekil üzerinde de izlenmekte olup formasyon için egemen olan sıkıştırma yönünün K 08° D - G 08° B yönünde geliştiğini söylemek mümkündür.

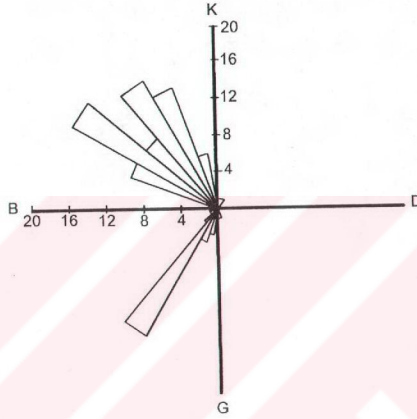
Aynı formasyon için hazırlanan gül diyagramlarına bakıldığında egemen



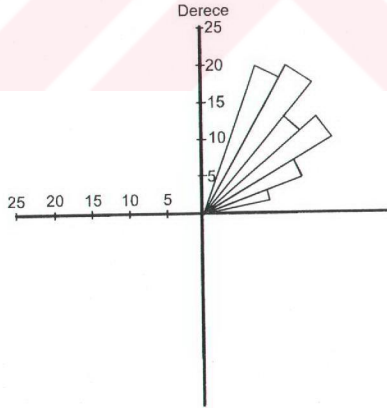
Şekil 44: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (108 ölçü, Wulff ağı alt yarımküre)

olan eğim yönlerinin KB ve GB ya doğru geliştiği ve eğim miktarlarının ise  $20^{\circ}$ - $60^{\circ}$  arasında geniş bir aralığa yayıldığı gözlenmektedir (Şekil 45.A ve B).

A)



B)



Şekil 45: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (108 ölçü)

Ağılkaya formasyonu, Boynuzözü üyesini oluşturan konglomera ve kumtaşlarından alınan katman ölçümlerine göre formasyonun egemen katman düzlemi K 68° D, 60° KB durumlu olarak ortaya çıkarılmıştır (Şekil 46). Kıvrım ekseninin K 22° B - G 22° D olarak gözlemediği bu birimlerde egemen olan eğim yönlerinin kuzeybatıya doğru olduğu, egemen eğim miktarlarının ise 40°-50° ve 70°-80° arasında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 47.A ve B).

**Bardakdurmaz senklinali:** İnceleme alanı içerisinde Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipsler üzerinde uyumsuz olarak bulunan Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonuna ait birimlerde gözlenen bu senkinal eksen yaklaşık olarak D-B doğrultusunda uzanır. Dalımın gözlenmediği eksenin kuzey kanadında tabaka doğrultularının K 70°-75° D, K 65°-70° B arasında değiştiği saptanmış olup eğim miktarları 65°-75° GB ve GD arasındadır. Güney kanatta ise tabaka durumları yaklaşık olarak K 70°-80° D, 50°-65° KB civarındadır. Bu ölçümler sonucunda bölgede yaklaşık olarak K-G yönlü bir sıkışmanın varlığı ortaya çıkmaktadır.

Karacaören yöresinde yüzeyleyen formasyonların sıkışma yönleri dikkate alındığında genel olarak yaklaşık KB-GD ve KD-GB yönlerinde etkin oldukları görülmektedir. Genel olarak düşünüldüğünde ortaya çıkan ve yaklaşık olarak 15°-20° lik bir fark gözlenen sıkıştırma yönlerindeki bu farklılık formasyonların litolojik karakterlerinden, deformasyonların farklı sürelerde etkimesi gibi nedenlerden dolayı skaynaklanmaktadır.

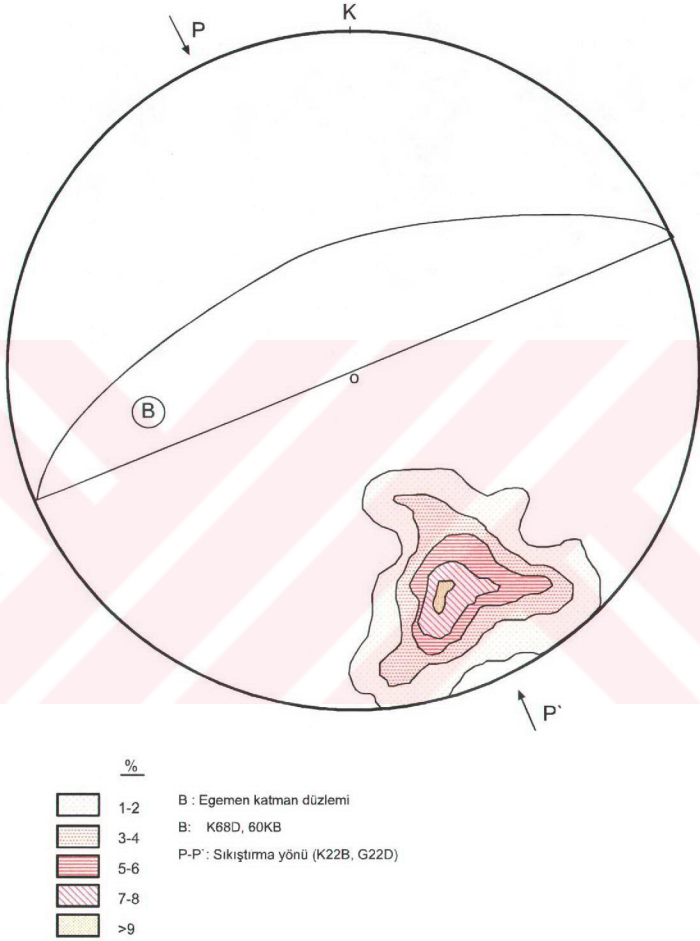
#### **1.4.1.2. Eklemler**

Bu bölümde inceleme alanında yüzeyleyen Yağmurluseki, Bozbel, Selimiye ve Ağılkaya formasyonlarında gözlenen eklem düzlemlerinden alınan ölçümler, aynı birimler içinden alınan katman ölçümleri sonucunda ortaya çıkarılan kıvrım eksenleri de gözönüne alınarak beraber yorumlanacaktır.

İnceleme alanında yüzeyleyen birimlerde gözlenen eklem takımları saha çalışmaları sırasında kaygan ve düzgün görünümleri ile dikkati çekmektedir.

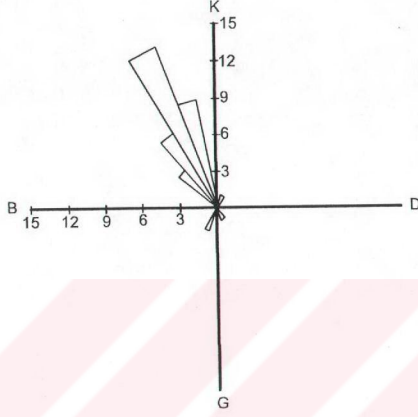
Üst Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonundan ölçülen eklem düzlemlerinden hazırlanarak yapılan kontur diyagramında da gözleendiği gibi egemen eklem düzlemleri K 51° D, 72° GD ve K 63° B, 75° GB durumlu olarak ortaya çıkarılmıştır (Şekil 48).

Bu eklem düzlemleri, aynı formasyonun egemen olan katman düzlemlerinin ve kıvrım ekseninin de gözleendiği diyagram üzerine taşındığında her iki eklem düzleminin de kıvrım ekseninin durumu gözönüne alınarak yapılan eklem sınıflamalarından makaslama eklemlerine karşılık geldiği çok açık bir şekilde gözlenmektedir (Şekil 49).

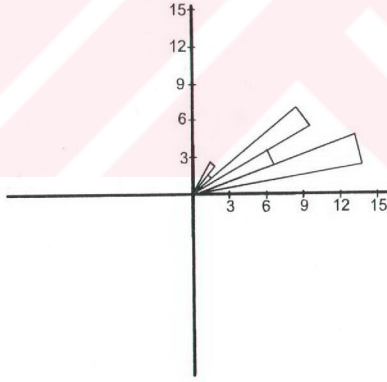


Şekil 46: Alt Miyosen yaşlı Ağılkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesine (Tab) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (39 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre)

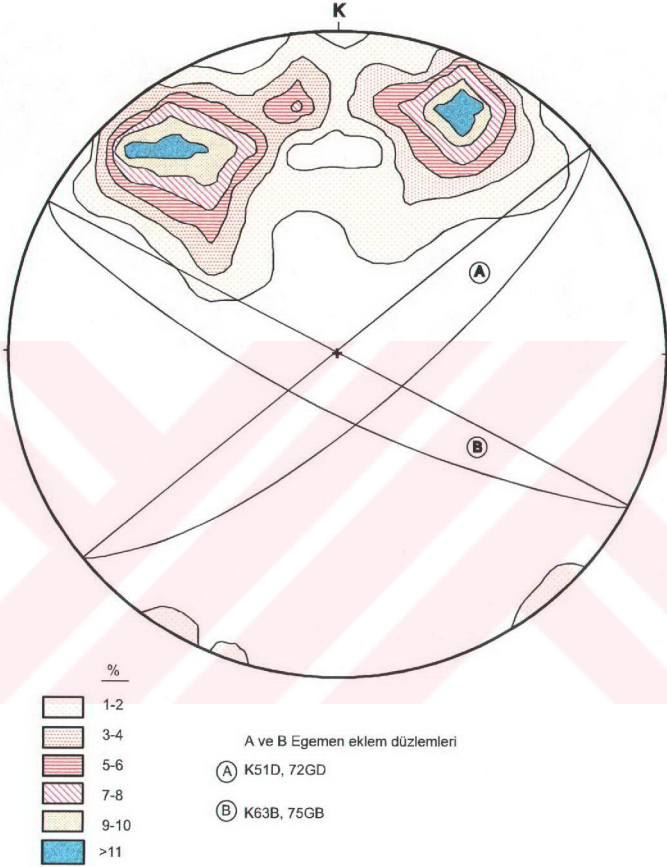
A)



B)



Şekil 47: Alt Miyosen yaşlı Ağlıkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesine (Tab) ait birimler içerisinde ölçülen katman düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (39 ölçü)



Şekil 48: Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen Yağmurluseki formasyonuna (KTy) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (56 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre)

Bu eklem takımlarının egemen eğim yönlerinin güneybatı ve güneydoğuya doğru olduğu ve eğim miktarlarının ise  $60^{\circ}$ - $80^{\circ}$  arasında değiştiği Şekil 50.A ve B' de görülmektedir.

Bozbel formasyonundan alınan eklem ölçümleri sonucunda hazırlanan diyagramda da görülebileceği gibi egemen eklem düzlemleri sırasıyla 1) K  $47^{\circ}$  D,  $46^{\circ}$  GD ve 2) K  $62^{\circ}$ B,  $72^{\circ}$  GB durumludur (Şekil 51). Aynı formasyon içerisinde gelişen kıvrım eksenine olan ilişkisi gözönüne alındığında 1 nolu eklem takımının verev eklem sınıfına 2 nolu egemen eklem takımının ise yaklaşık olarak boyuna eklem sınıfına gireceği Şekil 52' de gözlenmektedir.

Egemen eklem takımları bu formasyon içerisinde yine güneydoğu ve güneybatıya doğru eğim yönlerine sahip olup eğim miktarları ise  $40^{\circ}$ - $80^{\circ}$  arasında yoğunlaşmaktadır (Şekil 53. A ve B).

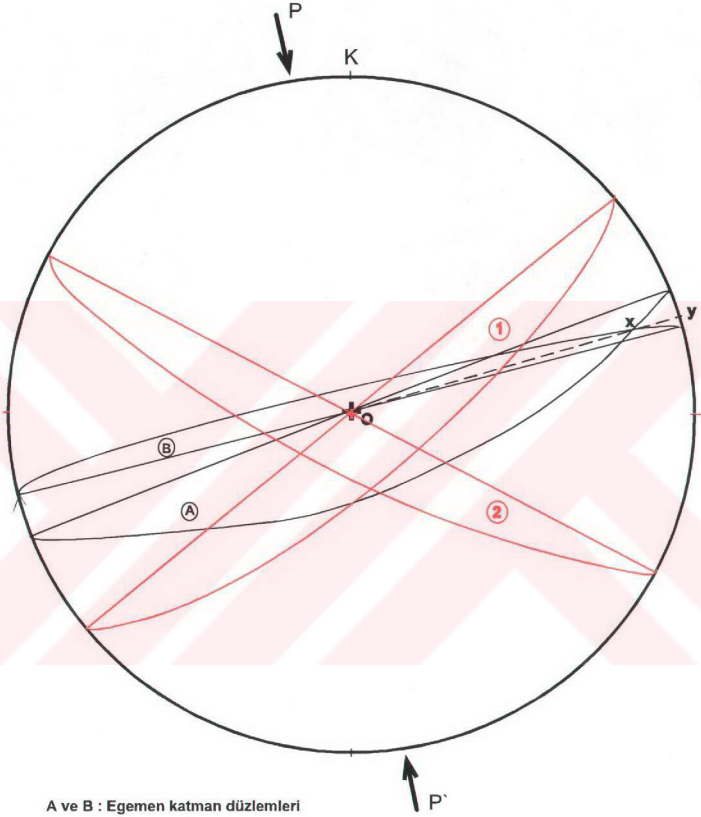
İnceleme alanı içerisinde oldukça büyük bir kalınlık gösteren Selimiye formasyonu'ndan alına eklem ölçümlerine göre hazırlanan kontur diyagramı Şekil ' 54' de verilmektedir. Buna göre bu formasyon için egemen olan eklem takımları K  $47^{\circ}$  D,  $46^{\circ}$  KB ve K  $72^{\circ}$  B,  $70^{\circ}$  KD durumlu olup kıvrım eksenine olan ilişkileri ise Şekil 55' de görülmektedir.

Bu şekle göre kıvrım eksenine olan ilişkileri gözönüne alındığında Selimiye formasyonundan alınan eklem ölçümlerinden 1 numaralı eklem takımının verev 2 numaralı eklem takımının da yaklaşık olarak boyuna eklem olduğu söylemek mümkündür (Şekil 55).

Formasyondaki egemen eklem düzlemlerinin eğim yönlerinin ise genellikle kuzeybatı ve kuzeydoğuya doğru olduğu, çok az miktarda da güneybatıya eğimli olduğu Şekil 56.A' da izlenmektedir. Eklem düzlemlerinin eğim miktarları ise  $50^{\circ}$ - $70^{\circ}$  arasında değişmektedir (Şekil 56.B).

İnceleme alanının kuzeyinde yüzeyleyen ve kuzeye doğru dışında da devam ettiği arazi gözlemleriyle saptanan Ağılkaya formasyonuna ait Boynuzözü üyesini oluşturan birimlerden derlenen eklem ölçümleri Şekil 57' de verilmektedir.

Egemen eklem düzlemleri olan K  $39^{\circ}$  B,  $70^{\circ}$  KD ve K  $45^{\circ}$  B,  $38^{\circ}$  KD



**A ve B : Egemen katman düzlemleri**

A: K69D, 70GD

B: K76D, 84KB

Oy: Kıvrım eksenini (K74D)

xy: Kıvrım eksenini dalımı (17KD)

P-P': Sıkıştırma yönü (K16B, G16D)

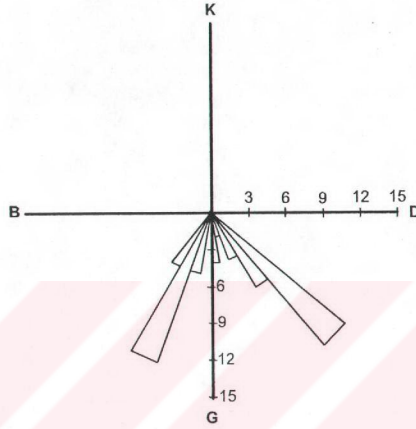
**1 ve 2 : Egemen eklem düzlemleri**

1) K51D, 72GD

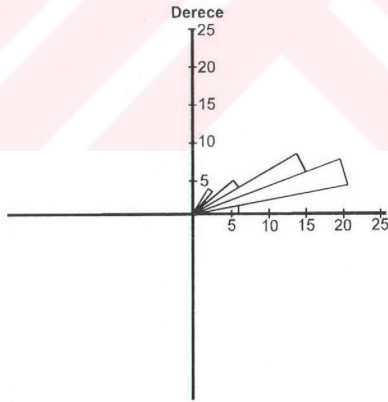
2) K63B, 75GB

Şekil 49: Ü. Maestrihtyen-Tanesiyen yaşlı Yağmurluseki formasyonuna (KTy) ait birimler içerisinde ölçülen katman ve eklem durumlarını birlikte gösteren stereografik izdüşüm (Wulff ağı alt yarıküre)

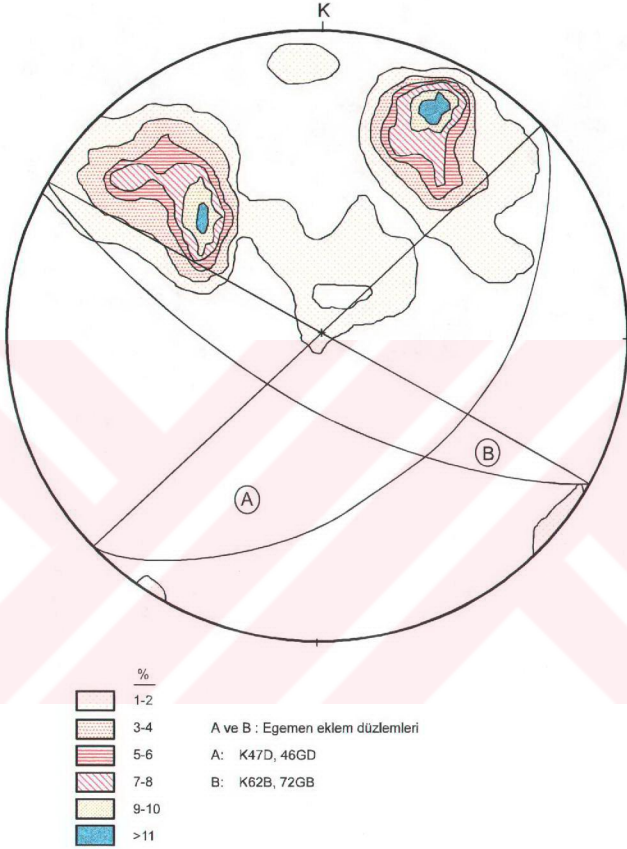
A)



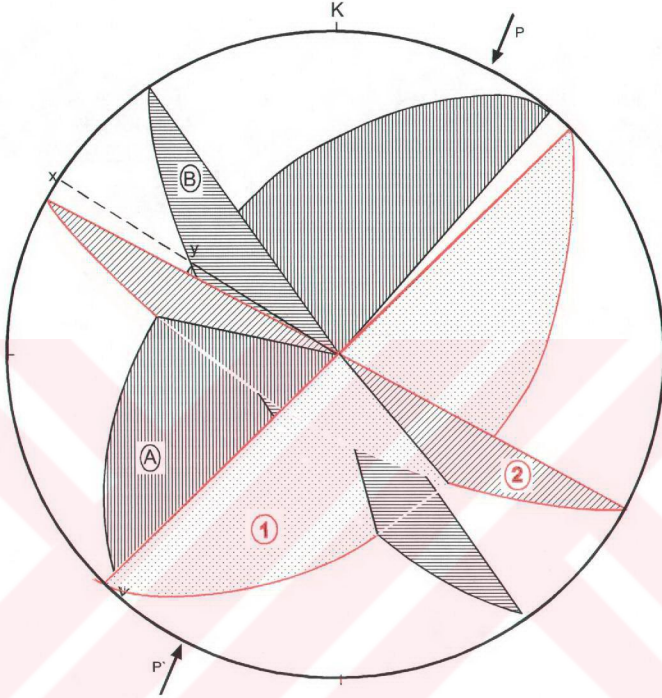
B)



Şekil 50: Ü. Maestrihtiyen-Tanesiyen Yağmurluseki formasyonuna (KTy) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (56 ölçü)



Şekil 51: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (54 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre)



**A ve B : Egemen katman düzlemleri**

A: K42D, 45KB

B: K35B, 68GB

Oy: Kıvrım eksenini (K58B)

xy: Kıvrım eksenini dalımı (45KB)

P-P': Sıkıştırma yönü (K32D, G32B)

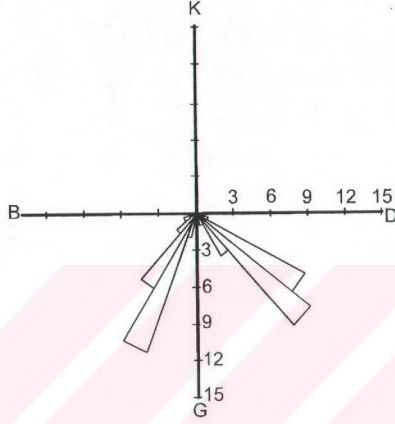
**1) ve 2) : Egemen eklem düzlemleri**

1) K47D, 46GD

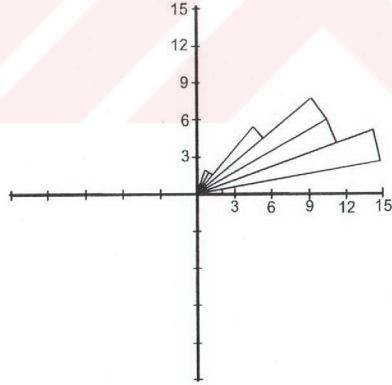
2) K62B, 72GB

Şekil 52: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimler içerisinde ölçülen katman ve eklem durumlarını birlikte gösteren stereografik izdüşüm (Wulff ağı alt yarıküre)

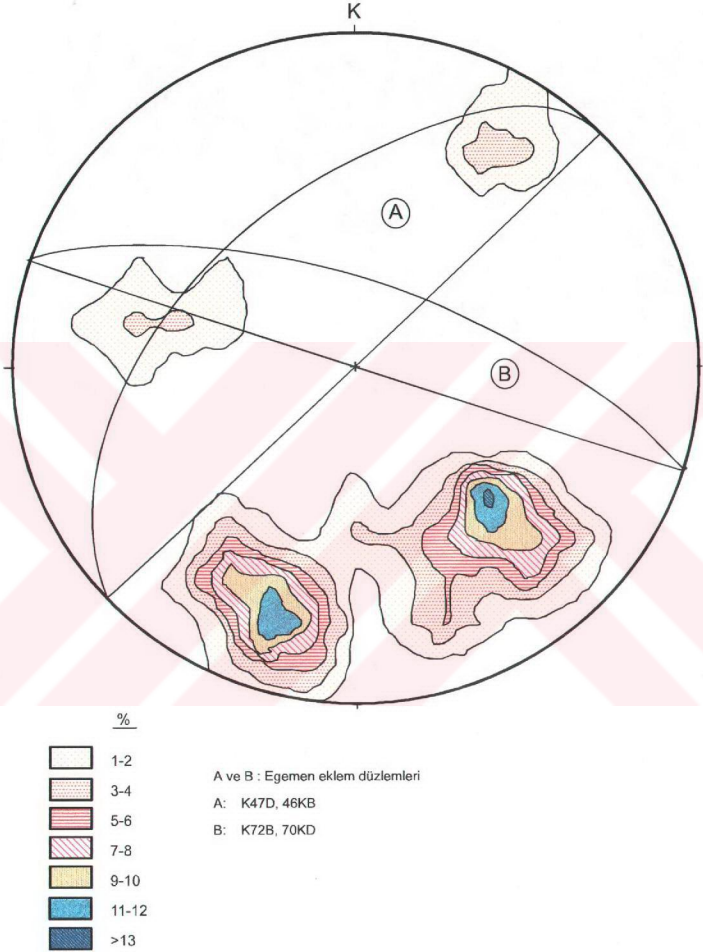
A)



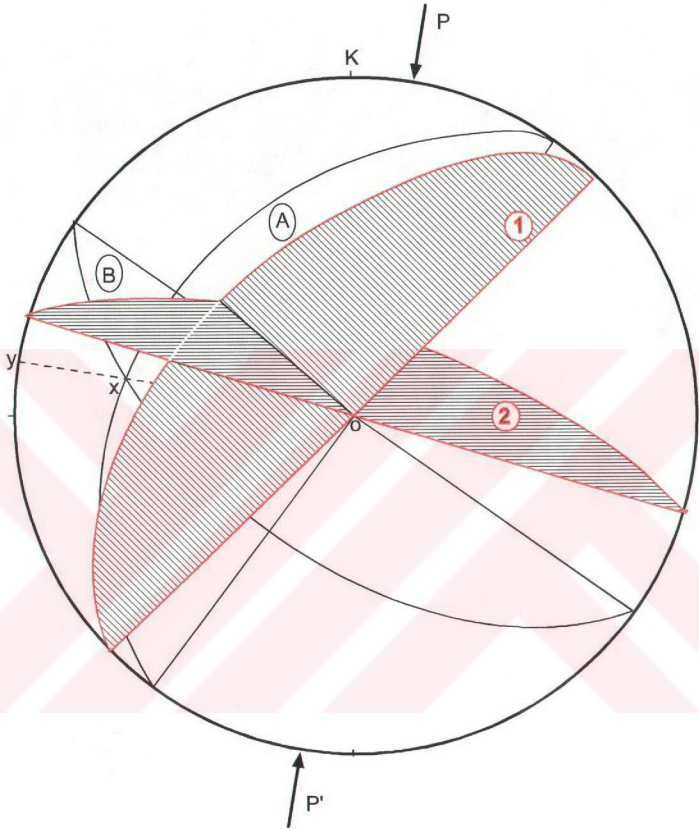
B)



Şekil 53: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (54 ölçü)



Şekil 54: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (59 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre)



**A ve B : Egemen katman düzlemleri**

A: K36D, 35KB

B: K55B, 54GB

Oy: Kıvrım eksenini (K82B)

xy: Kıvrım eksenini dalımı (32KB)

P-P': Sıkıştırma yönü (K8D, G8B)

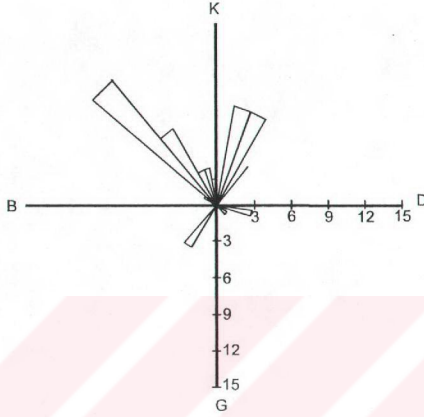
**1 ve 2 : Egemen eklem düzlemleri**

1) K47D, 46KB

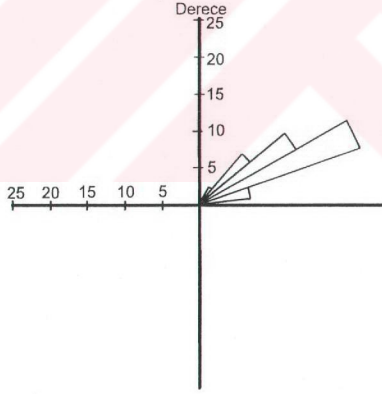
2) K72B, 70KD

Şekil 55: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait birimler içerisinde ölçülen katman ve eklem durumlarını birlikte gösteren stereografik izdüşüm (Wulff ağı alt yarımküre)

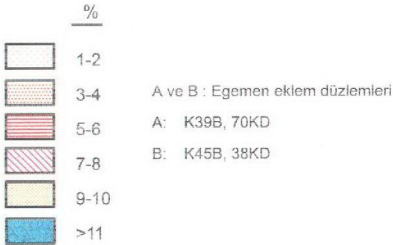
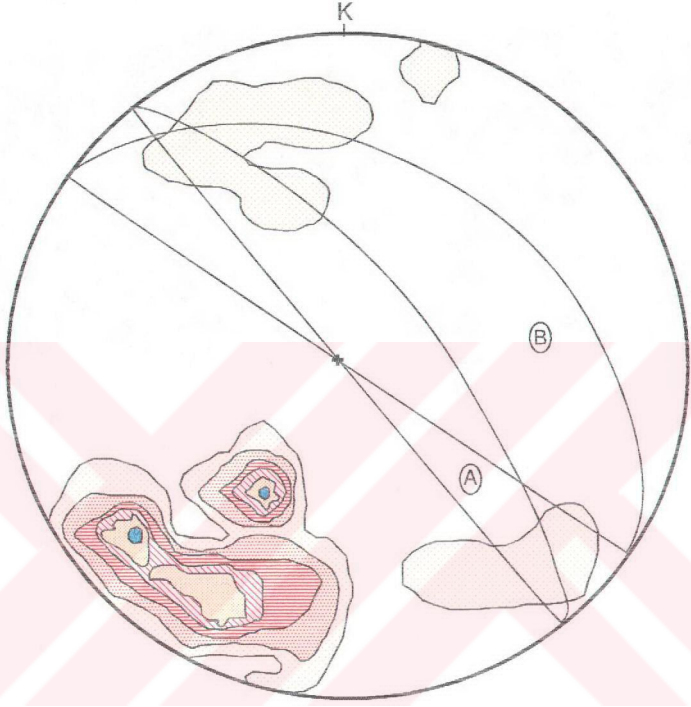
A)



B)



Şekil 56: Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna (Ts) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (59 ölçü)



Şekil 57: Alt Miyosen yaşlı Ağilkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesine (Tab) ait birimler içerisinde ölçülen eklemler düzlemlerine ait kontur diyagramı ve stereografik izdüşümü (34 ölçü, Wulff ağı alt yarıküre)

durumlu iki ayrı eklem düzleminin kıvrım eksenine olan ilişkileri gözönünde tutulduğunda geometrik sınıflama esasına göre verev eklemler sınıfına girdiği söylenebilir (Şekil 58).

Ağılkaya formasyonundaki egemen eklem düzlemlerinin eğim yönleri genellikle kuzeydoğuya doğru olup eğim miktarları  $60^{\circ}$ - $80^{\circ}$  arasında değişmektedir (Şekil 59.A ve B).

#### **1.4.1.3. Faylar**

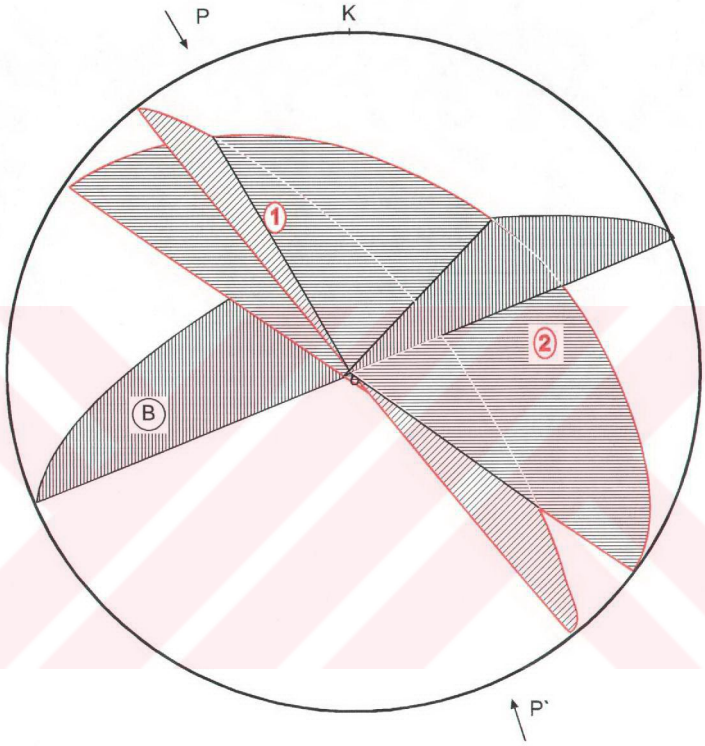
İnceleme alanında gözlenen faylanmalar genelde bindirme faylanması şeklinde gelişmiş olup tezin bu bölümünde iki ana başlık altında incelenecektir.

Bunlardan ilki güney kesimlerinde, inceleme alanının temelini oluşturan Üst Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığı ve Üst Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Tecer formasyonuna ait birimlerin kendinden daha genç olan Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel, Alt Oligosen yaşlı Selimiye ve Oligosen yaşlı Hafik formasyonları üzerinde tektonik dokanakla hareket ettiklerini ortaya koyan küçük kliplerdir. Her iki birime ait kayaların kökü inceleme alanının dışında, güneyde gözlenmektedir.

Özellikle inceleme alanının güney kesimlerinde yoğun olarak gözlenen bu klipler güneybatıda, Hacımırza ve Demiryazı köyleri civarında, güneydoğuda ise Kulyusuf ve Söğütözü köyleri civarında net olarak izlenmektedir.

Üst Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Tecer formasyonuna ait kliplerin daha yoğun olarak gözlendiği Kulyusuf köyü ve civarında bu klipleri oluşturan kireçtaşları çok sert, masif görünümlü olmaları dolayısıyla sarp topoğrafyalar oluşturur. Topoğrafik açıdan Tuğluk, Ziyaret, Karataş ve Kurt Tepe' lerin bölgenin diğer kesimlerine oranla daha yüksekte olmasını sağlayan bu klipler Beştepe ve Harmancık köyleri civarında da gözlenmiştir. Oligosen yaşlı Hafik formasyonu üzerinde tektonik dokanaklı olarak bulunan bu taşınmış kütlelerin en kuzeyde görüldüğü nokta ise inceleme alanının kuzeybatısında bulunan Avluk Tepe' dir.

Divriği ofiyolitli karışığına ait olan ve özellikle Demiryazı köyü batısında izlenen ofiyolitik kütleler inceleme alanında Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu üzerinde yüzlekler sunar. Bu birime ait kliplere ayrıca batıda Beştepe ve Harmancık köyleri batısında, doğuda ise Yenikervansaray köyü batısında rastlanmaktadır.



**B : Egemen katman düzlemi**

B: K68D, 60KB

P-P': Sıkıştırma yönü (K22B, G22D)

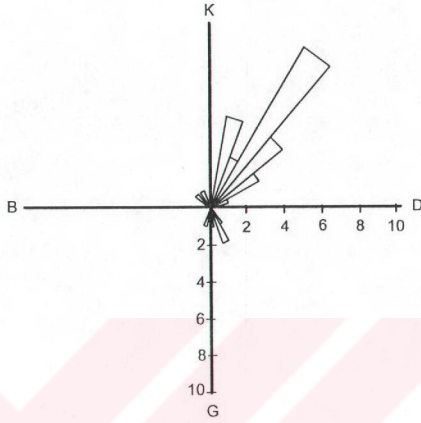
**1 ve 2 : Egemen eklem düzlemleri**

1) K39B, 70KD

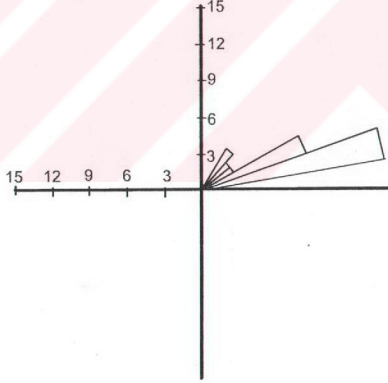
2) K45B, 38KD

Şekil 58: Alt Miyosen yaşlı Ağılıkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesine (Tab) ait birimler içerisinde ölçülen katman ve eklem durumlarını birlikte gösteren stereografik izdüşüm (Wulff ağı alt yarıküre)

A)



B)



Şekil 59: Alt Miyosen yaşlı Ağılkaya formasyonu (Ta) Boynuzözü üyesine (Tab) ait birimler içerisinde ölçülen eklem düzlemlerinin egemen eğim yönlerini (A) ve eğim miktarlarını (B) gösteren gül diyagramları (34 ölçü)

Özellikle bu birimin dış yüzeylerinde tektonik kökenli olarak hareket ettiklerini gösterir cıvalı yüzeyler ve küçük fay düzlemleri dikkati çekmektedir. Ancak bu fay düzlemlerinin kinematik amaçlı ölçümlerini sağlayacak fay belirteçlerinin çoğu yüzeysel koşullar altında aşınmış olarak gözlenmektedir.

Sonuç olarak sözü edilen her iki birime ait kaynak kesimin Tecer Dağları ve güneyi olduğu düşünülürse bu birimlerde gözlenen tektonik taşınmaların güneyden kuzeye doğru geliştiğini söylemek yerinde olacaktır. Bu bindirmelerin yerleşim yaşının ise, en azından üzerledikleri en genç birimler olan Selimiye ve Hafik formasyonlarından yani Oligosen' den daha genç oldukları ortaya çıkmaktadır.

**Ağcamescit bindirmesi:** Bu bindirme inceleme alanının kuzeyinde Ağcamescit köyü civarında gözlenmektedir. Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jips kütlelerinin tabanında gelişen ve kuzeyden güneye doğru hareket ettiği düşünülen bu bindirme düzlemi inceleme alanında yaklaşık DKD-BGB doğrultusunda izlenir. Bu bindirme hareketinin izlerine Oligosen yaşlı Hafik formasyonu ile Alt Miyosen yaşlı Ağılkaya formasyonu, Boynuzözü üyesininin dokanağında rastlanmaktadır. Aşınımın jipslerin topoğrafyası üzerindeki etkisi diğer birimlere oranla daha fazla gözlenmesine ve tavan blokta topoğrafik olarak belirgin bir yükselim gözlenmemesine rağmen dokanak boyunca yapılan gözlemler sonucunda Hafik formasyonuna ait masif jipslerin kuzeyden güneye doğru hareket ettiği belirlenmiştir.

Özellikle Ağcamescit köyünün hemen kuzeyinden geçen dokanakta masif jipsler içerisinde yoğun olarak gözlenen kıvrımlanmalar dikkati çekmektedir. Plastik özelliklerinden dolayı yoğun kıvrımlanmalar gözlenen jipslerde ölçülen kıvrım eksenlerinin durumları yaklaşık olarak K 80°-85° D civarında olup bindirme düzleminin doğrultusuna paralel olarak uzanır.

Ağcamescit bindirmesi inceleme alanının kuzeyinde kuzeydoğuya doğru bir sapma gösterir. Bu tektonik dokanak batıya doğru izlendiğinde bindirmenin kendi içinde gelişen diğer bir bindirme koluyla hemen hemen birleştiği görülmektedir. Hafik formasyonunun kendi içinde gelişen bu bindirme kolunun Fadın Irmağı' nın

daha çok kuzeyinde kalan bölgelerde gözleendiği saptanmış ve jipsler ırmağa ait alüvyonlar tarafından örtülmüştür.

İnceleme alanında gözlenen makroskobik ölçekli ve yanal devamlılığı oldukça fazla olan en bariz fay Ağcamescit Bindirmesi' dir.

İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Karacaören formasyonunu oluşturan birimlerden derlenen mezoskobik fay düzlemlerinin ölçülmesi sonucunda bu formasyon için kinematik anlamda bir analiz yapılmıştır.

Ağcamescit bindirmesinin yaşı hakkında, tektonik dokanakra üzerine geldiği en genç birim olan yaşlı Ağilkaya formasyonu, Boynuzözü üyesinin çökelim yaşı olan Alt Miyosen' den daha genç olduğunu söylemek mümkündür.

Ağcamescit köyünün yaklaşık olarak 2-3 km kuzeyinde yer alan Göbeklitarla Mevkii ve daha kuzeyinden alınan mezoskobik fay düzlemi ölçümlerinin istasyonu Göbeklitarla istasyonu olarak adlandırılmıştır.

Bu bölgeden toplanan fay düzlemlerine ait veriler Çizelge 1' de toplu olarak verilmiştir. İstasyonu oluşturan veriler çalışma alanının kuzeyinde yaklaşık olarak D-B doğrultusunda yüzeyleyen ve Karacaören formasyonuna ait birimler içerisinden derlenmiştir. Ölçümlerin yapılmasında fay düzlemlerinde gözlenen kayma çizgileri ve kalsit basamaklarından yararlanılmıştır.

Çizelge 1: İnceleme alanının kuzeyinde, Ağamescit köyü kuzeyindeki göbeklilerle Mevkii' nden elde edilen ve Göbeklilerle istasyonuna ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm verileri (s:Sağ yanal doğrultu atımlı fay, n: Normal fay, t: Ters fay)

| No | FAY(Doğ., eğim) | Kayma çiz. (pitch) | Fayın türü |
|----|-----------------|--------------------|------------|
| 1  | 085°, 89°G      | 17°B               | s          |
| 2  | 068°, 24°G      | 14°B               | t          |
| 3  | 134°, 84°K      | 20°D               | s          |
| 4  | 165°, 89°B      | 05°G               | t          |
| 5  | 137°, 77°B      | 06°G               | t          |
| 6  | 119°, 89°K      | 06°D               | s          |
| 7  | 131°, 77°K      | 22°D               | n          |
| 8  | 010°, 89°B      | 08°G               | n          |
| 9  | 169°, 89°D      | 22°K               | t          |
| 10 | 171°, 89°D      | 36°G               | t          |

#### 1.4.2.Fay atım topluluğunun analizi

Karacaören yöresindeki Göbeklilerle istasyonundan derlenen fay-atım verileri, yapısal analiz yöntemlerinden Carey yöntemiyle incelenmiştir. Bu bölümde önce bu yöntemin kuralları basit bir şekilde verilecektir. Daha sonra ise istasyondan alınan verilerin değerlendirilmesi ve yorumlanması yapılacaktır.

##### 1.4.2.1. Carey yönteminin ana prensipleri

Deformasyona uğramış kayalarda gelişen fay topluluklarının kinematik analizi için Carey ve Brunier (1974) ve Carey (1976) tarafından bilgisayar destekli sayısal bir yöntem hazırlanmıştır. Bu yöntemin temel prensiplerini şu ana başlıklar altında vermek mümkündür:

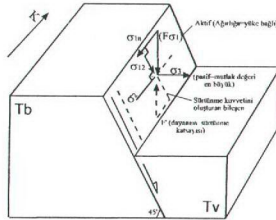
1) Bir kaya kütlelerinde, bir tektonik faz tek bir homojen stres tensörü ile karakterize olur.

2) Bu tektonik faz için malzemenin izotropik ve homojen olduğu, her bir fay düzlemi üzerinde gelişen atımın bu fay düzlemi üzerindeki makaslama gerilmesinin ( $\tau_i$ ) yönünde olduğu kabul edilir.

3) Faylarla ayrılmış bloklar arasında rotasyonların olmadığı ve atımın fay genişliğinden küçük olduğu kabul edilmektedir.

Böylece kaya kütesinin deformasyonu, faylar boyunca rijit blokların görelî yer değiştirmesiyle ortaya çıkmaktadır. Makaslama tensöründeki fark, blokların hareketine neden olan çözümlenmiş gerilme tensöründen sorumludur. Yukarıda belirlenen ön koşullar sağlandığında, bir tektonik fazla ilişkili gerilme tensörü, bu faz sonucunda ortaya çıkan kayma çizgilerinden elde edilebilir (Mercier ve diğ., 1991; Carey ve Mercier, 1987).

Her bir ölçülmüş kayma çizgisi (I) için, bir fay düzlemine uygulanan gerilme ( $\sigma_i = \sigma_{ni} + \tau_i$ )' dir (Şekil 60). Yukarıda belirtilen hipotez, ön görülen atım vektörü ( $\tau_i$ ) ile gözlenen atım vektörü ( $s_i$ ) arasındaki açının 0 olduğunu gösterir.  $\tau_i$  bileşenleri dört parametrenin fonksiyonudur. Bu parametreler, bir coğrafik referans noktasına göre üç ana gerilme doğrultusunu veren üç Euler açısı ve ana gerilmeler arasındaki orandır.



Şekil 60. Metinde kullanılan sembelleri gösterir bir faya ait blok diyagramı. i: fay düzlemi, H:Tavan blok, F:Taban blok, Si: tavan bloğa göre taban bloğun hareket yönüne paralel atım vektörü, aynı zamanda ölçülmüş kayma çizgisi, ni: fay düzlemine normal vektör, si: fay düzlemine uygulanan gerilme  $\sigma_i$ ,  $\sigma_1$ ' in fay düzlemine dik bileşeni, ti: çözümlenmiş makaslama gerilmesi, si' nin fay düzlemi üzerindeki ortogonal izdüşümü, q: fayın doğrultusuyla (h) atım vektörü (s) arasındaki açı (pitch), u: (si, ni) düzlemine dik vektör (Carey ve Mercier, 1987)

$$R = (\sigma_2 - \sigma_1) / (\sigma_3 - \sigma_1)$$

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  sırasıyla sıkışma, ortaç ve genişleme olmak üzere üç ana gerilme değerleridir. R değeri 1 ( $\sigma_2 = \sigma_3$ ) ile 0 ( $\sigma_2 = \sigma_1$ ) arasında değişir.

Carey yöntemi, Wulff ağını (alt yarım küre) kullanarak ortaya çıkarılan diyagramlarda, ana gerilme yönlerinin durumu ( $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ ), R oranı ve ( $\tau, s$ ) histogramı yer almaktadır. R oranı, ana gerilme değerleri arasındaki oran olup, stres elipsoidinin şekli hakkında bilgi verir. ( $\tau, s$ ) histogramı ise, fay düzlemi üzerinde çözümlenen kayma çizgisi ile ölçülen kayma çizgisi arasındaki açısal farkı vermektedir. Histogramın düşey ekseninde ölçümler, yatay ekseninde ise bu açı değerleri yer almaktadır. ( $\tau, s$ ) açısının ideal durumda sıfır olması gerektiğinden, hesaplamalarda açının oldukça küçük olmasına dikkat edilmelidir.

İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Göbeklitarla istasyonuna ait verilerin Carey yöntemiyle analizi sonucunda ortaya çıkan stereografik izdüşüm (Wulff ağı alt yarı küre) ve ( $\tau, s$ ) diyagramı Şekil 61' de toplu olarak gösterilmiştir.

En büyük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_1$ ) durumu (351.6), ortaç asal gerilme ekseninin ( $\sigma_2$ ) durumu (158.83) ve en küçük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_3$ ) durumu (261.1) olarak hesaplanmıştır. R oranı ise 0.117' dir. Bu sonuçlara göre en büyük ve en küçük asal gerilme eksenleri yataya yaklaşık durumda olup ortaç asal gerilme eksenini ise yaklaşık olarak düşeydir. Sonuç olarak istasyondan alınan ölçümlerden bindirme faylanmasının 351.6 doğrultusunda etkin olduğunu söylemek mümkündür.

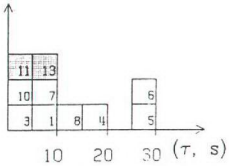
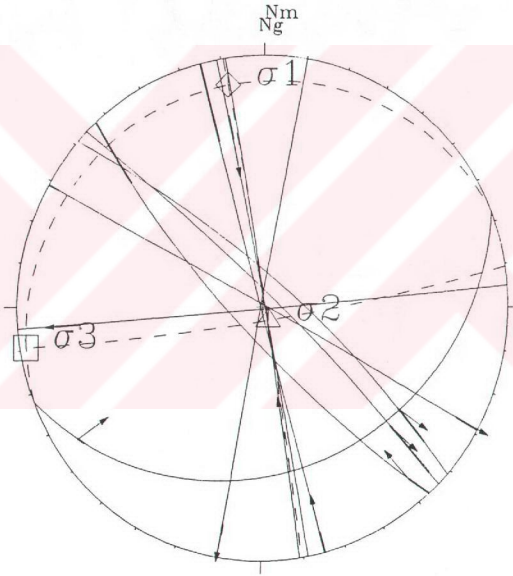
gbekli

Rapport R 0.117

$\sigma_1$  351. 6. -0.49

$\sigma_2$  158. 83. -0.34

$\sigma_3$  261. 1. 0.83



Şekil 61: Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu (Ta) içerisinde ölçülen fay atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt küre)

**BÖLÜM II**

**SAVCUN (SIVAS GB' SI) YÖRESİNDE SIVAS TERSİYER HAVZASININ  
TEKTONOSTRATİGRAFİSİ VE TEKTONİK DEFORMASYON BİÇİMİ**

### II.1. İnceleme alanının konumu

Bu tez çalışmasında incelenen ikinci bölge Sivas ili Ulaş ilçesinin kuzeybatısına düşmekte olup Sivas-Kayseri karayolu inceleme alanı içerisinde yaklaşık KD-GB doğrultusunda geçmektedir.  $36^{\circ} 45' 00''$  ve  $37^{\circ} 00' 00''$  doğu boylamları,  $39^{\circ} 30' 00''$  ve  $39^{\circ} 37' 30''$  kuzey enlemleri arasında sınırlanan bölge İ 37 c3 ve İ 37 c4 numaralı 1/25.000 ölçekli paftalara yayılır (Ek 3 ve Şekil 1).

### II.2. İnceleme alanının yeryüzü biçimi

Savcun yöresinde yüzeyleyen kayaların çoğunluğunu evaporitik ortamda çökelen jipsler oluşturmaktadır. Bu evaporitik kayalar, erime özelliklerinden dolayı yüzeylediği alanlarda birçok dolinler oluşturmuştur.

İnceleme alanındaki en belirgin yükseltileri Ziyaret T. (1742 m), Karacadağ (1710 m), Kara T. (1751 m), Çaybaşı T. (1604 m), Höyük T (1680 m), Karakaya T. (1648 m), Killik T. (1700 m), Öküzköyağı T. (1771 m), Sarı T (1734 m), Terzipınarı T. (1731 m), Kırklar T. (1759 m), Beşik T. (1616 m), Kuzey T. (1669 m), Çatağın T. (1623 m), Karahalılağa T. (1608 m), Karafakı T. (1424 m) ve Kızılhöyük T. (1490 m)' lerdir (Ek 3).

İnceleme alanının en önemli akarsularını ise Ortasu, Kızılğrek Çayı, Mescitli Dere, Parmaklar Dere, Ekşielma Dere, Tatlıcak Dere ve Özdere oluşturmaktadır (Ek 3).

### II.3. Savcun Yöresinin Tektonostratigrafisi

Karacaören yöresine göre tektonik açıdan çok daha karışık ilişkiler içeren inceleme alanının bu bölgesinde stratigrafik sıralanımı tek bir kesitte verme olanağı bulunmadığından bölgenin stratigrafisi, inceleme alanında yüzeyleyen birimlerin birbirleriyle olan tektonik ilişkilerine bağlı kalarak verilmeye çalışılacaktır.

Bindirme tektoniği kavramı içerisinde açıklanmaya çalışılacak bu ilişkileri tektonostratigrafik açıdan tektonik üniteler şeklinde vermek yerinde olacaktır.

Buna göre inceleme alanında ayırtlanan tektonik üniteler kuzeybatıdan güneydoğuya doğru Apa Bindirme Örtüsü, Karapınar Bindirme Örtüsü, Yeniapardı

Bindirme Örtüsü ve Yukarıdaköy Bindirme Örtüsü olmak üzere dörde ayrılır (Şekil 62). İnceleme alanının dışında, yakın kuzeybatısında KD-GB doğrultusunda uzanan ve Poisson ve diğ., (1992) tarafından tanımlanan Sivas Bindirmesi gözlenmekte olup bu bindirme fayı inceleme alanı içerisinde yüzeyleyen Apa Bindirme Örtüsü'nün tabanında yer alır.

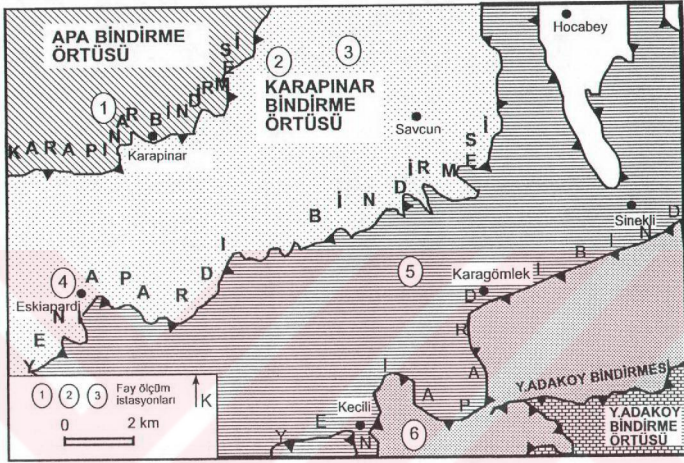
Boyer ve Elliot (1982) tarafından " alttan ve üstten ana bindirme fayları ile sınırlanmış olan kütleler " olarak tanımlanan bindirme örtüsü (thrust sheet) terimi daha önceden inceleme alanının kuzeydoğusunda kalan bölgede yaptığı tez çalışmasında Temiz (1994) tarafından da aynı anlamda kullanılmış fakat bindirme örtüsü yerine "ünite" terimi kullanılmıştır (Şekil 63). Bu çalışmada ünite terimi yerine Dahlstrom (1970)' in de uygun gördüğü şekliyle bindirme örtüsü adlaması kullanılacaktır.

İnceleme alanında Apa hariç bu bindirme örtüleri altındaki ana bindirme fayları doğal olarak bundan sonra aynı isimlerle anılacaktır (Karapınar, Yeniapardı ve Yukarıdaköy bindirmeleri). Bu bindirme örtülerini daha ayrıntılı olarak açıklamak gerekirse;

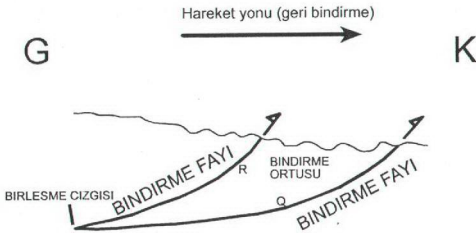
İnceleme alanının kuzeybatısında yer alan, lokalite olarak Apa köyünü de içerisine alan ve Apa Bindirme Örtüsü olarak adlanan istif Alt Miyosen yaşlı Apa formasyonu ve üzerine uyumsuz olarak gelen Orta Miyosen yaşlı Karatepe Volkanitleri' nden oluşur. Örtünün tabanında yer alan ana bindirme fayını, daha kuzeybatıda Kahyalı köyü civarında gördüğümüz ve Poisson ve diğ. (1992)' nin adlandırdığı Sivas Geri Bindirmesi oluşturmaktadır (Şekil 64). Bu nedenle normalde bindirme örtüsü adlamasında kullanılan coğrafik ad bindirmenin tavanındaki ana fay için de aynı olması gerekirken Poisson ve diğ., (1992) tarafından tanımlanan Sivas Geri Bindirmesi inceleme alanının seçildiği bölgenin dışında KD-GB yönünde çok geniş bir alanda devam etmesi nedeniyle bu adlama korunmuştur.

Sözü edilen araştırmacılar tarafından bir "geri bindirme" niteliğini taşıyan bindirmenin örtüsü inceleme alanında Apa Bindirme Örtüsü adını almaktadır. Apa Bindirme Örtüsünün tabanında gözlenen bu bindirme fayı inceleme alanının dışında Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonu olarak adlanan karasal birimler

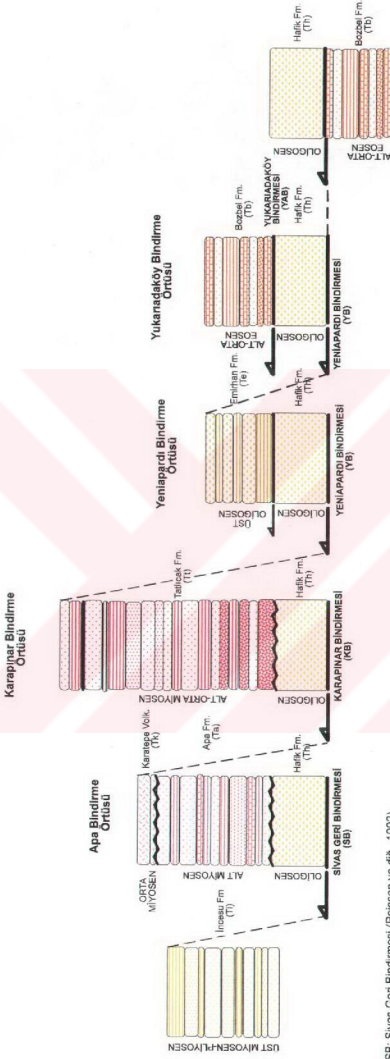
üzerine itilmiştir (Şekil 64).



Şekil 62: İnceleme alanında gözlenen ana tektonik yapıların, enine kesit çizgilerinin ve fay atım verilerinin ölçüldüğü istasyonların lokasyonlarını gösteren yalınlaştırılmış haritası



Şekil 63: İnceleme alanındaki bindirmelerin bindirme örtüleriyle ilişkisi R: Arka bindirme fayı, Q: Ön bindirme fayı (Boyer ve Elliot, 1982' den değiştirilerek)



SB: Sivas Geri Bindirimesi (Poisson ve diğ., 1992)

KB: Karapınar Bindirimesi

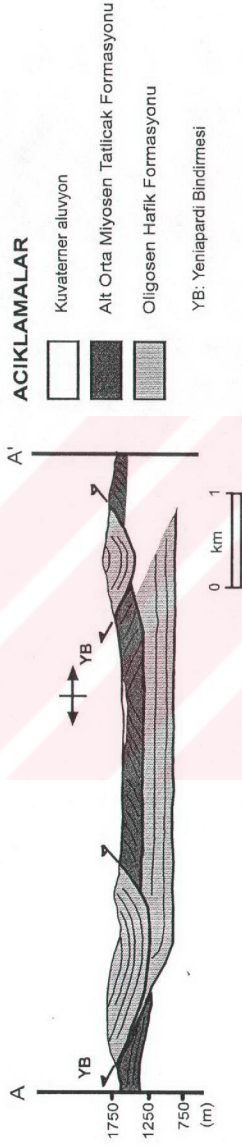
YB: Yeniapardır Bindirimesi

YAB: Yukarıdaki Bindirimesi

Olgelikiz

Şekil 64: Savaş yöresinde ayrılan tektonik ünitelerin stratigrafik dikme kesitleri. Oklar bindirme gelişim seviyelerini göstermektedir





Şekil 65: İnceleme alanının kuzeydoğusunda Oligosen yaşlı Hafik ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonları arasındaki ilişkiyi gösteren yaklaşık D-B yönü bir enine kesit

Bu masif jipslerin kuzeydeki dokanağı doğal olarak Yeniapardı Bindirmesini oluşturmaktadır. Yapılan gözlemler sonucunda bu jips kütlelerinin güneye doğru, özellikle Karagömlek ve Koyuncu köylerinin kuzeyine düşen bölgelerde yine Tatlıcak formasyonuna ait birimler üzerinde tektonik dokanaklı olarak buldukları saptanmıştır. O halde inceleme alanında, Eskiapardı-Kabasakal-Savcun ve Hocabey köylerinin de içinde yer aldığı hat boyunca devamlı olarak gözlenen masif jips kütlelerini klip olarak düşünmek yerinde olacaktır. Özellikle inceleme alanının kuzeydoğusunda, doğu-batı doğrultusunda çıkarılan I-I' enine kesitinde bu durum açıkça gözlenmektedir (Ek 4). Klip olarak düşünülen bu kütlelerin güneye bakan sınırları inceleme alanının her yerinde yüzeylememekte olup sınır batıya doğru alüvyonlar tarafından örtülü olarak gözlenmektedir.

Koyuncu ve Karagömlek köylerinin güneyinde kalan bölge, inceleme alanında gözlenen deformasyonun en yoğun olarak bulunduğu bölge olarak düşünülebilir (Ek 3). Sözü edilen bu bölgede, Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipsler, Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak ve Geç Oligosen yaşlı Emirhan formasyonuna ait birimler üzerinde tektonik dokanakla yer almaktadırlar.

Yeniapardı Bindirme Örtüsü içinde kalan birimler, inceleme alanının en güneydoğusunda yer alan Yukarıadaköy civarında Yukarıadaköy Bindirmesi tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Bu ana bindirme fayının bindirme örtüsünü genellikle sığ denizel ortamda çökelen ve çakılda ve yer yer nummulitli çakılda ve marnlı seviyelerden oluşan Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu oluşturmaktadır. Bu bindirme örtüsü daha güneyde Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipsler tarafından tekrar üzerlenir.

Tektonik taşınma yönünde ayrılan bindirme yüzeylerinin düzenli gelişimi için birbirinden farklı olasılıklı iki ayrı yer değiştirme ve gelişim sekansı vardır. Bunlardan ilki, taban blokta eski bir bindirmeden yeni bir bindirme fayının gelişimi olarak bilinen piggy-back gelişim sekansı, ikincisi ise bindirme yüzeylerinin tavan blokta gelişimini öngören overstep gelişim sekansıdır (Dahlstrom, 1970).

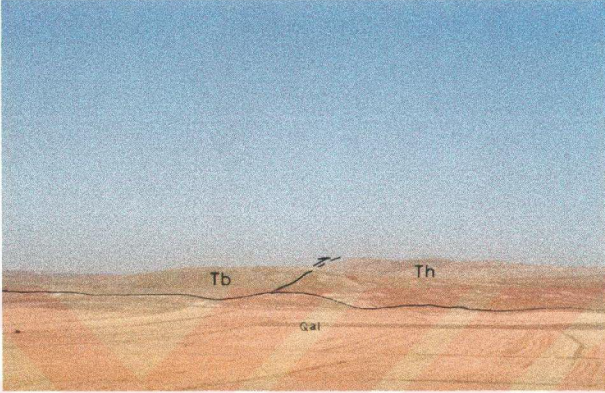
İnceleme alanındaki durum gözönüne alındığında bu gelişim sekanslarından piggy-back sekansının bindirmeyle ayrılan yüzeylerin gelişimine uygun düştüğü

görülmektedir. Bunun sebebini ise güneyden kuzeye doğru izlenen ana bindirme faylarının yaş olarak daha genç birimleri etkilemesi oluşturmaktadır. En güneyde Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait birimler üzerine hareket eden Yukarıadaköy bindirmesi olası olarak Oligosen sonrası bir yaşa sahiptir. İnceleme alanının orta kesimlerine doğru Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonuna ait birimler üzerinde tektonik olarak gözlenen Yeniapardı bindirmesi ise güneydeki Yukarıadaköy bindirmesine göre daha genç bir tektonik hareketi gösterir ve Orta Miyosen sonrası yaşa sahiptir. En kuzeybatıda gözlenen ve Alt Miyosen yaşlı Apa ve Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkaniti üzerinde yine tektonik olarak gözlenen Karapınar bindirmesi yine Orta Miyosen sonrası bir yaşa sahiptir.

Bu durumda bölgede güneyden kuzeye doğru gözlenen bindirme düzlemlerinin taban bloktan itibaren geliştiği ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle Savcun yöresinde gelişimi gözlenen bindirme sekansının piggy-back oluşum sekansı gösterdiği ortaya çıkmaktadır.

### **II.3.1. Bozbel Formasyonu (Tb)**

**Yayılm ve Konum:** İnceleme alanının güneydoğu ucunda yer alan Yukarıadaköy doğusundaki Karafakı Tepe' de Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait jipsler üzerinde tektonik dokanakla yer alan bu formasyona ait birimler Kağnıgediği Tepe, Karahallılağa Tepe, Bahçecik Tepe; daha doğuda ise Kavlak köyü civarında Çatağın ve Sahan Tepe' lerde gözlenmiştir (Ek 3, Şekil 66 ve 67).



Şekil 66: İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Yukarıadaköy doğusundaki Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonunun (Tb) Karafakı Tepe' de Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait birimler üzerindeki tektonik konumu (Sivas-Ulaş karayolundan batıya doğru bakış)

Yukarıadaköy güneyindeki Kızılhöyük Tepe civarında yine Hafik formasyonuna ait birimler tarafından tektonik olarak üzerlenen Bozbel formasyonu, Keçili köyünün batısında kalan bölgelerde de yüzeylemektedir.

Bu formasyona ait birimlerin gözlemlendiği en kuzeydeki bölge Karagömlek köyü batısında yer alan Kuştepe' dir. Çalışma alanının bu kesiminde, Alt-Orta Milyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu, Çaybaşı üyesine ait birimler üzerine tektonik dokanakla gelen Bozbel formasyonuna ait birimler daha üstte Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait olan masif jipsler tarafından yine tektonik olarak üzerlenmektedir.

Özellikle Kavlak köyü doğusunda yer alan Çatağın, Sahan ve Bahçecik Tepe' lerde bu formasyona ait birimler yine masif jipsler tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir (Şekil 67).



Şekil 67.a: İnceleme alanının güneyindeki Kavlak köyü doğusunda, Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu (Tb) ve üzerinde tektonik dokanakla yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonunun (Th) görüntüsü. b: Bu taslağın görüntüsü (Kavlak köyünden D'ya doğru bakış)

Birim aynı zamanda Yukarıda köyü kuzeyindeki Sarı Tepe civarında Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna dahil olan masif jipsler üzerinde klipler halinde yer almaktadır.

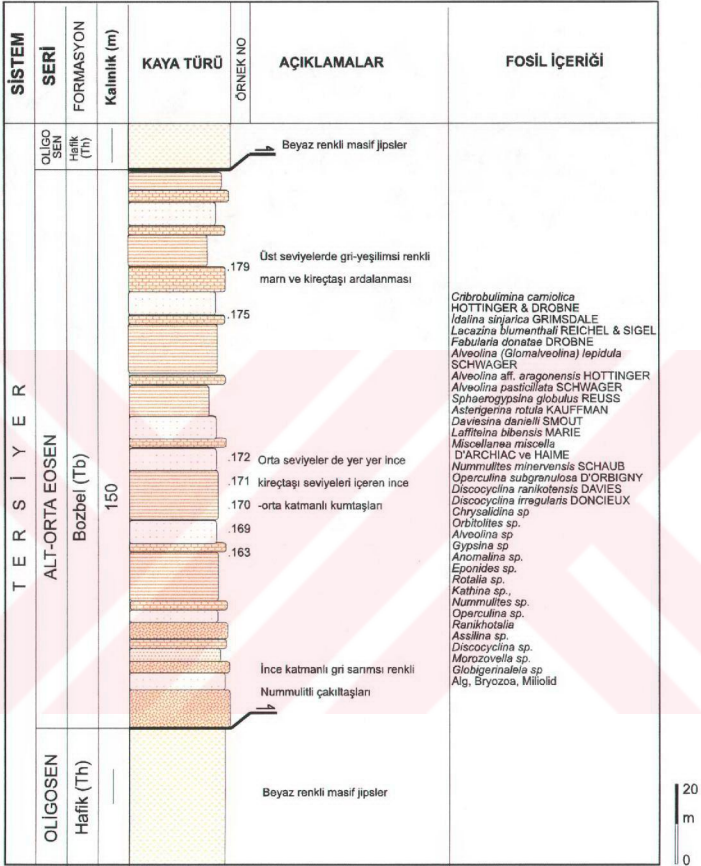
**Kaya Türü:** Yukarıda köyü doğusunda yer alan Karafakı Tepe' de alttan üste doğru alınan stratigrafik dikme kesitte en altta gri-sarımsı renkli, bol çatlaklı, ince-orta katmanlı ve bol nummulitli çakıltaşlarıyla başlar. Yaklaşık olarak 30-40 m kalınlık veren bu seviyelerin üzerine orta seviyelerde egemen litolojisini yeşil renkli marnların ve yer yer aralarında kireçtaşı bantlarının gözleendiği 70- 80 m' lik bir seviye gelmektedir (Şekil 68).

Üst kesimlere doğru daha çok gri-sarımsı renkli, bol çatlaklı ve çatlakları kalsit dolgulu kumtaşlarının egemen olduğu bej-sarımsı renkli marn ve kireçtaşı ar dalanmasından oluşan birim nummulit içeren kireçtaşı seviyeleriyle ar dalanmalı kumtaşı-marnlarla sona erer (Şekil 68). Bu kumtaşları içerisinde yer yer jips oluşumlarının da gözleendiği dikkati çekmektedir.

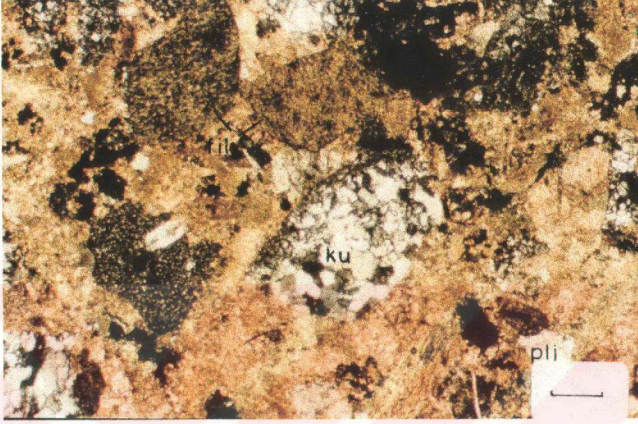
Daha çok toprağımsı olarak gözlenen ve topoğrafik olarak pek fazla sarplık oluşturmeyen bu birimler inceleme alanında, gri-yeşilimsi renkleriyle dokanak halinde bulunduğu Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait kırmızı renkli detritikler ve beyaz renkli masif jipslerden kolaylıkla ayrılır.

İnceleme alanının güneydoğusundaki Karafakı Tepe' de Bozbel formasyonu içinden alınan bir litarenit örneğinin petrografik olarak incelenmesi sonucunda bu birimlerin çökeliminde volkanik ve metamorfik beslenimin egemen olduğu görülmüştür (Şekil 69).

Köyün güneyinde yer alan Kızılhöyük Tepe civarında sığ denizel ortamdan lagüner ortama geçişi gösteren Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu, Oligosen yaşlı Hafik formasyonu ile olan sınırında gözlenen jips arakatıkları oldukça dikkat çekmektedir. Bu kesimde Hafik formasyonuna ait jipsler yer yer altında bulunan Bozbel formasyonu üzerinde tektonik konumludur. Karagömlek köyü civarındaki Kuştepe' de ise birimlerin litolojisini daha çok marnlı seviyeler oluşturmaktadır.



Şekil 68: İnceleme alanının güneydoğusundaki Karafakı Tepe' de yüzeyleyen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonundan (Tb) alınan ölçülü stratigrafisi kesiti



Şekil 69: Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait litarenitlerde (Folk, 1968) kuvarsit ve fillit türü metamorfik kayaç parçaları ile plajiyoklas minerallerinin çift nikoldeki görünümü (ku:kuvarsit, fil: fillit, plj: plajiyoklas, Çizgisel ölçek: 0, 25 mm)

**Kalınlık:** İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Yukarıadaköy doğusunda bulunan Karafakı Tepe' de yapılan ölçülü stratigrafik dikme kesitte formasyonun kalınlığı yaklaşık olarak 150 m ölçülmüştür (Şekil 68).

**Fosil İçeriği ve Yaş:** Formasyonu oluşturan birimlerden alınan örneklemelerde aşağıdaki fosil topluluğuna rastlanmıştır:

*Cribrobulimina carniolica* HOTTINGER ve DROBNE

*Idalina sinjarica* GRIMSDALE

*Lacazina blumenthali* REICHEL ve SIGEL

*Fabularia donatae* DROBNE

*Alveolina (Glomalveolina) lepidula* SCHWAGER

*Alveolina aff. aragonensis* HOTTINGER

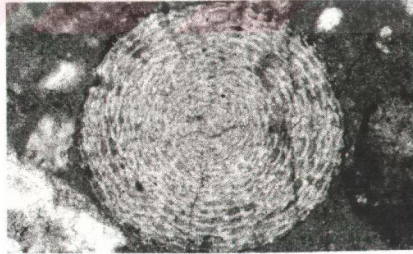
*Alveolina pasticillata* SCHWAGER

*Sphaerogypsina globulus* REUSS  
*Asterigerina rotula* KAUFFMAN  
*Daviesina danielli* SMOUT  
*Laffiteina bibensis* MARIE  
*Miscellanea miscella* D'ARCHIAC ve HAIME  
*Nummulites minervensis* SCHAUB  
*Operculina subgranulosa* D'ORBIGNY  
*Discocyclina ranikotensis* DAVIES  
*Discocyclina irregularis* DONCIEUX  
*Chrysalidina* sp.  
*Orbitolites* sp.  
*Alveolina* sp.  
*Gypsina* sp.  
*Anomalina* sp.  
*Eponides* sp.  
*Rotalia* sp.  
*Kathina* sp.,  
*Nummulites* sp.  
*Operculina* sp.  
*Ranikhotalia* sp.  
*Assilina* sp.  
*Discocyclina* sp.  
*Morozovella* sp.  
*Globigerina* sp.  
 Alg, Bryozoa, Miliolid (Dr.N. ÖZGEN)

Bozbel formasyonu içerisinde alınan örneklerde gözlenen *Asterigerina rotula* KAUFFMAN ve *Sphaerogypsina globulus* REUSS cinsleri Şekil 70 ve 71 'de gözlenmektedir



Şekil 70: İnceleme alanının orta kesiminde, Karagömlek köyü kuzeyindeki Kuş Tepe' de yüzeyleyen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonundan (Tb) alınan bir litarenit örneğinde gözlenen *Asterigerina rotula* KAUFFMAN cinsinin mikroskobik görünümü (Dr. N. ÖZGEN) (x30)



Şekil 71: İnceleme alanının güneyinde, Kavlak köyü doğusundaki Sahan Tepe' de yüzeyleyen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonundan (Tb) alınan volkanik kökenli bir çakıltaşı gözlenen *Sphaerogypsina globulus* REUSS cinsinin mikroskobik görünümü (Dr. N. ÖZGEN) (x30)

Bu fosil içeriğine göre birime Alt-Orta Eosen yaşı verilmesi uygun görülmüştür.

**Ortamsal Yorum:** Birim inceleme alanının diğer kesimini oluşturan Karacaören yöresinde de gözleendiği gibi, litolojik özellikleri daha çok sığ denizel bir ortamı yansıtmaktadır. Ancak formasyonun en üst kesimlerinde bulunan kumtaşları içerisinde makroskobik olarak da gözlenen jips oluşumları bu seviyelerin daha çok lagüner bir ortamda depolandığını göstermektedir.

### II.3.2. Hafik Formasyonu (Th)

**Yayılım ve Konum:** Hafik formasyonu, inceleme alanının kuzeybatısından başlamak üzere kuzeydoğu ve güneydoğu yönlerinde geniş alanlarda yüzleklere vermektedir. Karapınar köyü civarında, yaklaşık olarak KD-GB yönünde, Orta Miyosen yaşlı Karatepe Volkanitleri ve Apa formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer alan birim batıya doğru Menşurlu Purları civarından inceleme alanını terkeder (Şekil 72).

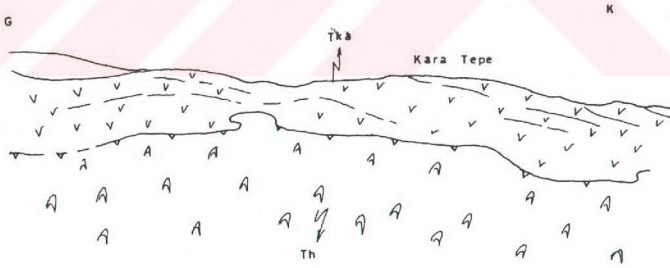
Tatlıcak köyü batısında Çaybaşı Tepe' de kırmızı renkli konglomeralar tarafından uyumsuz olarak üzerlenen aynı formasyon Yeniapardı, Eskiapardı ve Kabasakal köyü civarında Tatlıcak formasyonunun Höyükü ve Savcun üyeleri üzerine yine tektonik dokanakla gelir ve kuzeye doğru dönerek Akbaba Tepeleri, Öküzköyağı, Bahçecik ve Gavur koyakları, Yukarıköybaşı ve Büyükdüzköyleri boyunca inceleme alanını kuzeyden terkeder (Şekil 73).

Formasyonun üst kesimleri, Karagömlek köyü civarında Tatlıcak formasyonuna ait birimler tarafından örtülür. Eskiapardı köyü civarında ve Kabasakal köyü doğusunda yer alan Karapınar Tepe civarında alta yer alan birimlerle tektonik dokanakları ortaya çıkan formasyon güneyde de yüzleklere vermektedir. Batıda Keçili, Kavlak kuzeyde Karagömlek ve doğuda da Yukarıada köyleriyle sınırlanan alanlarda altında gözlenen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna ait birimlerle tektonik dokanaklar sunan bu formasyona ait birimler

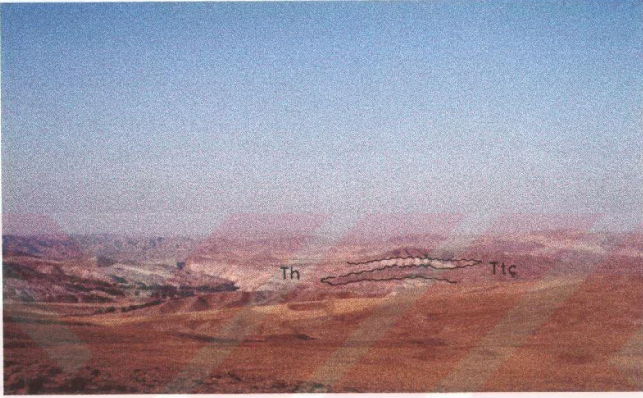
a)



b)



Şekil 72.a: İnceleme alanının kuzeybatısında yüzeyleyen Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait jipslerin, Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkaniti ile olan tektonik dokanağı. b: Bu taslağın görünümü (Çaybaşı Tepe' den KB' ya doğru bakış)

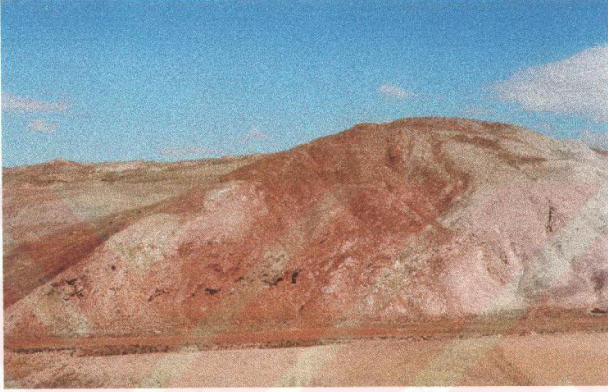


Şekil 73: İnceleme alanının kuzeyinde, Oligosen yaşlı Hafik formasyonu (Th) üzerine uyumsuzlukla gelen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonuna (Tt) ait birimlerin görünümü (Karakaya Tepe' den K' ye doğru bakış)

özellikle inceleme alanının güneydoğusunda yer alan Kağnıgediği Tepe' de büyük bir antikalinal meydana getirir.

**Kaya türü:** Daha öncede değinildiği gibi Hafik formasyonunun başlıca kaya birimini beyaz renkli, yer yer kıvrımlanma gösteren masif jipsler oluşturur. Katmanlanmanın seyrek olarak gözleendiği birimde yer yer kırmızı renkli kilaşı-silttaş seviyeleri de gözlenir. Özellikle Kavlak köyünün doğusunda yer alan Kayalı Sırtı' nda masif jipsler içinde gözlenen kırmızı renkli bu seviyeleri izlemek mümkündür (Şekil 74).

Jipsler inceleme alanının bu kesiminde de genellikle nodüler parçalardan oluşmuştur. Arazi genelinde yoğun deformasyona uğrayan bu masif jips



Şekil 74: İnceleme alanının güneyinde, Kavlak köyü doğusunda yer alan Kayalı Sırtı' nda Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait jipslerle ardalanmalı olarak gözlenen kırmızı renkli detritik birimler (Kavlak Köyü' nden D' ya doğru bakış)

seviyelerinin taban kesimlerinde makaslama düzlemlerinin yanında yapraklanmalar da izlenebilmektedir.

**Kalınlık:** Özellikle bu bölgede, jipslerin tabanında ve içinde gözlenen bindirme fayları ve kıvrımlanmalardan dolayı birimin inceleme alanında kalınlığının saptanması oldukça güç görünmekle beraber birimin görünür kalınlığı yaklaşık olarak 200 m' dir.

**Fosil içeriği ve Yaş:** Bu formasyonun yaşını belirleyecek herhangi bir fosil topluluğu inceleme alanında tesbit edilememiştir.

Fakat daha önceden Artan ve Sestini (1971) ve Kurtman (1973), tarafından Miyosen olarak belirlenen birimin yaşı Sümengen ve diğ. (1990)' in Gemerek

civarında yaptığı çalışmada omurgalı faunası dikkate alınarak Oligosen olarak belirlenmiştir. Öte yandan inceleme alanının kuzey ve kuzeydoğusuna düşen bölgelerde yapılan bazı çalışmalarda da stratigrafik ilişkilere göre (Poisson ve diğ., 1992 ve 1996; Temiz, 1994) birimlerin yaşı Oligosen (?) olarak kabul edilmiş olup bu çalışmada da birime Oligosen yaşının verilmesi uygun görülmüştür.

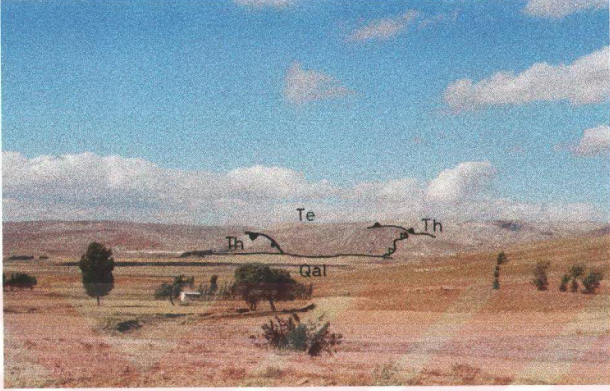
**Ortamsal Yorum:** İnceleme alanında yüzeyleyen Hafik formasyonuna ait birimlerin çökeltme ortamının daha çok lagüner bir ortamı yansıttığı söylenebilir.

Temiz (1994)' e göre jipslerle ardalanmalı olarak gözlenen kumtaşlarındaki çapraz tabakalanmanın varlığı formasyonunu sığ bir ortamda depolandığını göstermektedir.

### II.3.3. Emirhan formasyonu (Te)

**Genel Tanım:** Genel olarak Emirhan yöresinde sarımsı-grî renkli marnlardan ve jips ardalanmalarından oluşan birimler ilk kez Poisson ve diğ. (1996) tarafından Emirhan formasyonu olarak tanımlanmış ve bu çalışmada da aynı ad kullanılmıştır.

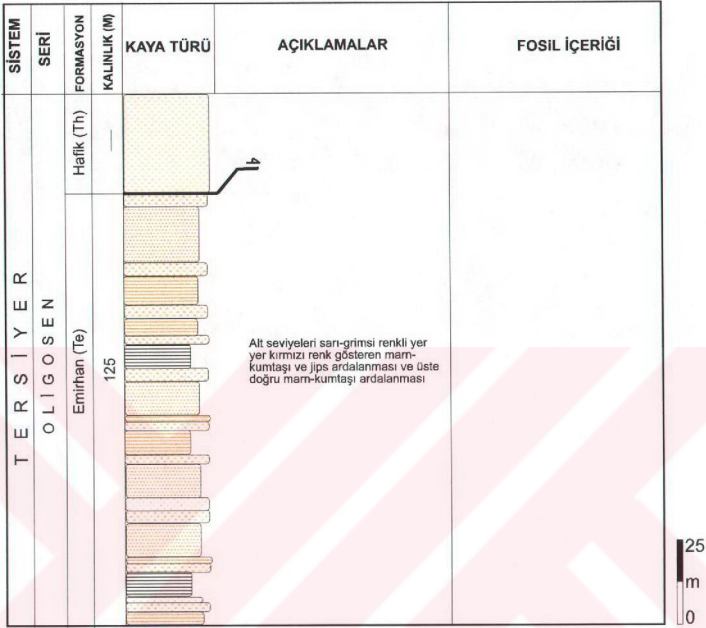
**Yayılm ve Konum:** İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Kabasakal köyünün yaklaşık olarak 3-4 km doğusuna düşen Karapur Tepe ve daha güneyde yer alan Koyuncu köyü güneyindeki Karlık ve Alıçlıkoyak tepelerde yüzeyleyen birimin alt dokanağı inceleme alanında gözlenmemektedir (Şekil 75). Fakat güneyde verdiği yüzlekte Kabasakal köyü doğusunda Oligosen yaşlı Hafik ve Koyuncu köyü güneyinde Tatlıcak formasyonuna ait birimler üzerine tektonik olarak gelen formasyon her iki bölgede de tektonik olarak yine Hafik formasyonuna ait birimler tarafından üzerlenmektedir (Ek 3).



Şekil 75: İnceleme alanının orta kesiminden geçen Sivas-Kayseri karayolunun kuzeyinde yer alan Karapür Tepe' de yüzeyleyen Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonuna (Te) ait birimlerin görünümü (Th: Hafik formasyonu, Qal: Alüvyon, Kavlak Köyü' nden' K' ye doğru bakış)

**Kaya Türü:** Genellikle sarı-grimsi renkli marn-kumtaşı ve beyaz-gri renkli, tabakalı jipslerden oluşan bu ardalanmada tabaka kalınlıkları 2-40 cm arasında değişmektedir. Sarımsı renkli, gevşek çimentolu, orta-iyi boylanmaya sahip kumtaşlarına göre daha yoğun olarak gözlenen gri-yeşilimsi renkli marnlı seviyeler yer yer tektonize olmuş olarak izlenebilmektedir (Şekil 76). Yer yer breşik seviyelerin de gözleendiği birim içerisindeki jips seviyeleri marnlı seviyelere oranla topoğrafik çıkıntılar şeklinde bulunmaktadır.

Birim, inceleme alanının orta kesimlerinde yüzeylediği Karapür Tepe civarında açılan demiryolu yarmasında yoğun tektonizmanın etkisi altında birçok kıvrımlanma ve faylanmaya uğramış olarak gözlenmektedir.



Şekil 76: İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Karapur Tepe' de, Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonundan (Te) yapılan ölçülü stratigrafik dikme kesit

**Kalınlık:** İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Karapur Tepe'den yapılan ölçülü stratigrafik dikme kesitte birimin kalınlığı yaklaşık olarak 125 m olarak ölçülmüştür (Şekil 76).

**Fosil İçeriği ve Yaş:** İnceleme alanı içerisinde Emirhan formasyonunun yaşını belirleyecek herhangi bir fosil bulunamamıştır.

Poisson ve diğ., (1996) Emirhan yöresinden aldıkları örneklemelerde kireçtaşları içinde Üst Oligosen' i karakterize eden karofitler elde etmiştir. Buna göre de bu birim için Üst Oligosen yaşı uygun görülmüş ve bu çalışmada da aynı yaşın korunması benimsenmiştir.

**Ortamsal Yorum:** Poisson ve diğ. (1996), Emirhan formasyonu içerisinde yaptıkları çalışmada birimin daha çok gösel bir ortamda depolandığını ortaya çıkarmışlardır.

#### **II.3.4. Tatlıcak Formasyonu (Tk)**

**Genel Tanım:** İnceleme alanı içindeki Tatlıcak köyü ve batısındaki Kartalca köyü civarında tip kesitler sunan menderesli akarsu ve karasal yelpaze çökelleri ilk kez Yılmaz (1989) tarafından adlanmış ve bu çalışmada da aynı adlamanın kullanılması benimsenmiştir. Tatlıcak formasyonu Yılmaz (1989) tarafından ayrıca Savcun üyesine ayrılmıştır. Formasyon Gökten (1993) tarafından inceleme alanının güneydoğusunda yapılan çalışmada tanımlanan Deliktaş formasyonu ile denetirilebilir.

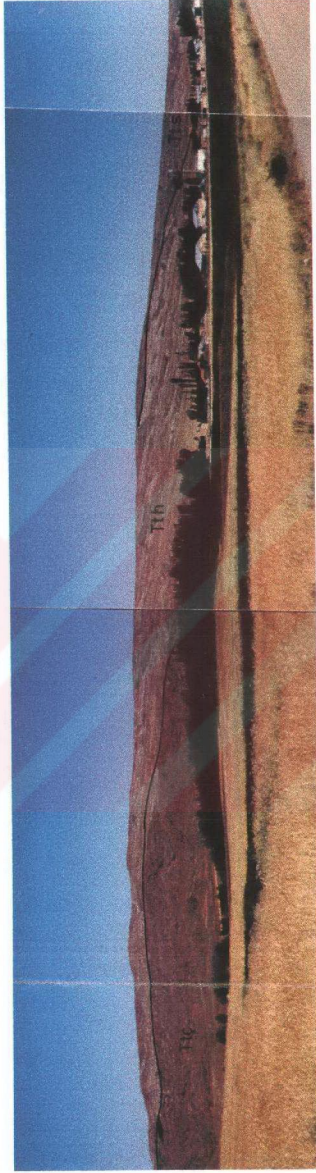
Formasyon, inceleme alanı içerisinde gözlenen litolojik özelliklerine göre bu çalışmada üç üyeye ayrılarak incelenmiştir:

Bunlardan ilk üyeyi tabandaki kırmızı renkli konglomera ve kumtaşı ardalılarından oluşan Çaybaşı üyesi oluşturmaktadır. Bu seviyeler üzerinde gri renkli kumtaşlarının egemen olduğu çakıltaşı ve yer yer kireçtaşlarından oluşan Höyükü üyesi yer alır. Formasyonun tavanını ise kalın katmanlı kumtaşları, yer yer laminalı kireçtaşı ve ince kömür damarlarından oluşan Savcun üyesi oluşturur.

**Yayılım ve Konum:** Alttan üste doğru Çaybaşı üyesi, Höyükü üyesi ve Savcun üyesi olarak adlandırılan Tatlıcak formasyonunun tipik özellikleri Sivas 1 37 c4 ve c3 paftalarında Tatlıcak ve Savcun köyleri arasında gözlenmektedir (Ek 3 ve Şekil 77).

İnceleme alanının kuzey kesiminde yer alan Tatlıcak köyü batısında yer alan Çaybaşı Tepe' de, alta yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipsler üzerine kırmızı renkli konglomeratik seviyeler uyumsuzlukla gelir (Şekil 73).

Kuzeye doğru Karamehmet Tepe ve Kızılcağızla köyleri civarında yüzeyleyen ve bu çalışmada Çaybaşı üyesi (Ttç) olarak adlanan üye Tatlıcak köyü



Şekil 77: İnceleme alanının kuzeyinde, Tatlıcak köyü civarında yüzeyleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonunun (Tt) genel görünümü (Ttç: Çaybaşı üyesi, Tth: Höyükli üyesi, Tts: Savaşın üyesi, Tatlıcak yolundan KD'ya doğru bakış)

kuzeyinde yer alan Höyükli Tepe' de genelde gri renkli kumtaşlarının egemen olarak gözleendiği kumtaşı-marn ar dalanmasıyla temsil edilen Höyükli üyesine (Tth) uyumlu olarak geçer (Şekil 78).

Birim inceleme alanının orta kesimlerinde Davulcukoyağı Sirtında yaklaşık olarak KD-GB yönünde yüzeylemekte olan Savcun üyesine arada Höyükli üyesi olmaksızın geçmektedir.

Formasyon, daha güneyde Eskiapardı-Yeniapardı-Kabasakal ve Savcun köylerinin de içinde yer aldığı bir hat boyunca Yeniapardı Bindirmesi tarafından tektonik olarak üzerlerir.

**Tip Yeri:** Birbirleriyle düşey geçiş sunan ve alttan üste doğru Çaybaşı üyesi, Höyükli üyesi ve Savcun üyesi olmak üzere üç ayrı üyeden oluşan Tatlıcak formasyonunun tipik özellikleri Sivas i 37 c4 ve i 37 c3 paftalarında gözlenir (Ek 2).

**Tip Kesiti:** i 37 c4 paftasının kuzeydoğusunda yüzeyleyen formasyon Oligosen yaşlı Hafik formasyonu üzerine Çaybaşı Tepe' de uyumsuzlukla gelir. Çaybaşı üyesi olarak adlandırılan ve kırmızı renkli konglomera ve kumtaşlarından oluşan birim daha üstte bulunan Höyükli üyesine uyumlu olarak geçiş gösterir. Gri renkli kumtaşlarının egemen olduğu marn ve kilitaşı ar dalanmasından oluşan üye en üstte de sarı-grimsi renkli detritik birimlerden oluşan Savcun üyesine uyumlu olarak geçer (Şekil 79).

Formasyonu oluşturan üyelerin tip kesitleri ilgili yerlerde koordinatlarıyla birlikte verilmiştir.

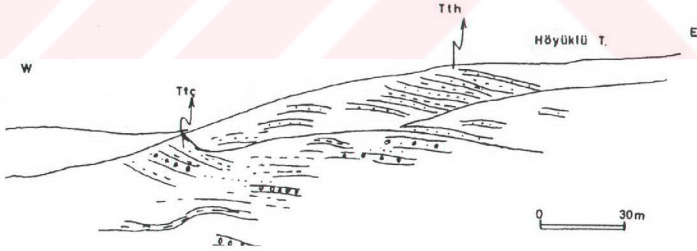
#### II.3.4.1 Çaybaşı üyesi (Ttç)

**Genel Tanım:** Tabanda kırmızı renkli konglomeralarla başlayıp üste doğru kumtaşlarıyla devam eden birim üye düzeyinde ayırtlanmış ve en iyi gözleendiği yer olan Çaybaşı Tepe' ye istinaden Çaybaşı üyesi adı verilmiştir (Şekil 80).

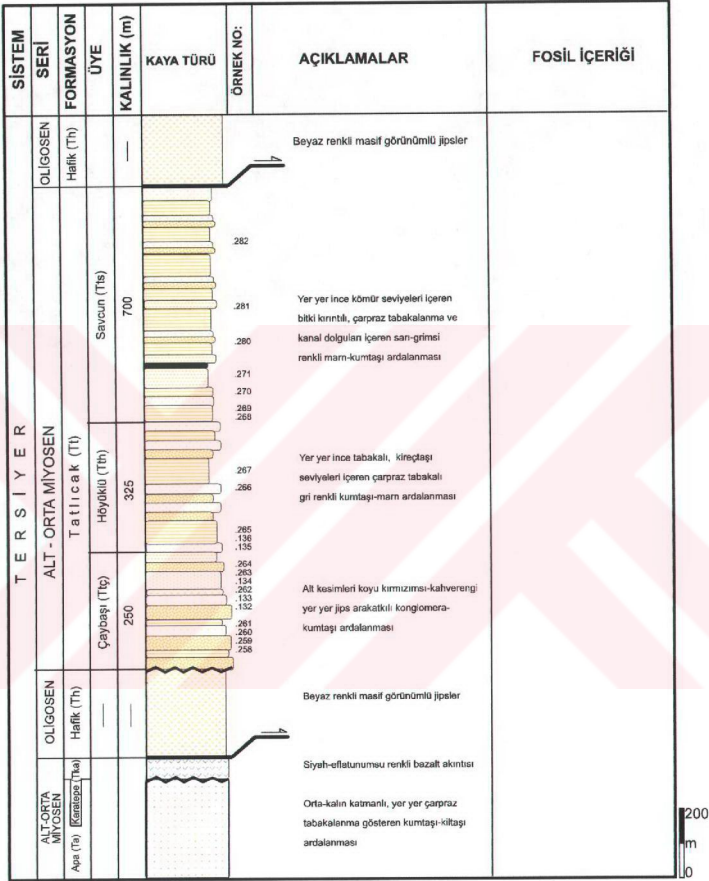
a)



b)



Şekil 78.a: İnceleme alanının kuzeyinde, Tatlıcak köyü kuzeydoğusundaki Höyükli Tepe' de yüzeyleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonuna (Th) ait Çaybaşı üyesi (Ttç) ve Höyükli üyesinin (Tth) uyumlu olan ilişkisi. b: Bu taşlağın görünümü (Tahta Mevkii' nden K' ye doğru bakış)



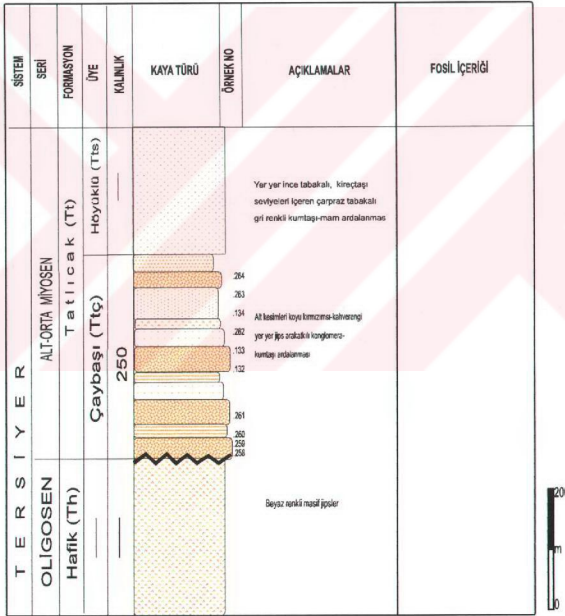
Şekil 79: İnceleme alanının kuzey kesiminde yüzeyleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonunun (Tt) genel görünümü ve diğer birimlerle olan ilişkilerini gösteren ölçülü stratigrafik dikme kesit



Şekil 80: İnceleme alanının orta kesiminde, Savcun köyü güneyinde yer alan Ardıcılık Tepe' de yüzeyleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcaak formasyonuna (Tt) ait Çaybaşı üyesi (Ttç) ve Höyükli üyesi (Th) arasındaki ilişki (Savcun-Kayseri yolundan Ardıcılık Tepe' ye doğru bakış)

**Tip Yeri:** Üyenin tipik özellikleri Sivas i 37 c4 paftasında yer alan Çaybaşı ve Höyükli Tepe arasında doğu-batı yönlü bir kesitte gözlenmektedir.

**Tip Kesiti:** Üyenin tip kesiti, Tatlıcak köyü kuzeyindeki Çaybaşı Tepe'den alınmış olup başlangıç koordinatları 39° 36' 04" kuzey enlem, 36° 50' 50" doğu boylamı, bitiş koordinatları ise 39° 36' 07" kuzey enlem, 36° 41' 40" doğu boylamında yer alır (Şekil 81).



Şekil 81: İnceleme alanının orta kesiminde yüzeyleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Çaybaşı üyesinin (Ttç) Çaybaşı Tepe ve Höyükli Tepe arasından yapılan ölçülü stratigrafik dikme kesiti

**Yayılım ve Konum:** Üye Tatlıcak köyü batısında Çaybaşı Tepe' de Hafik formasyonu üzerinde uyumsuzlukla yer alır (Şekil 75). Güneybatıdaki Eskiapardı köyü güneyinde ve Sivas-Kayseri karayolu Savcun yolu doğusunda yer alan Ardıçlık Tepede yüzeyler ve üzerinde bulunan Höyükli üyesiyle düşey geçiş gösterir (Şekil 80).

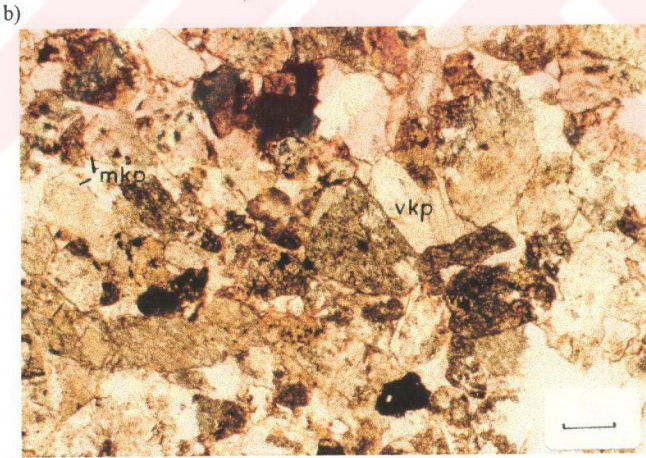
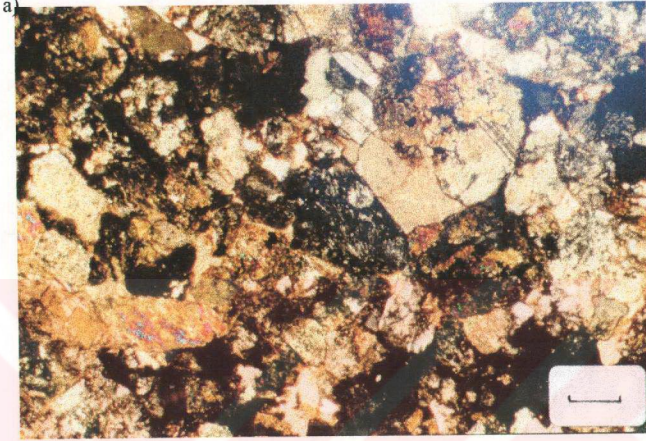
**Kaya Türü:** Tabanda kırmızımı-s koyu kahverengi konglomera ve kumtaşlarıyla başlayan ve arada ince jips tabakalarıyla devam eden üye üste doğru 4-5 defa aynı litolojilerle tekrarlanarak en üstte kırmızı renkli marn-kumtaşı ardalanmasıyla Höyükli Tepe' de sona erer (Şekil 81). Konglomeraların çimentosu orta-iyi sıklıkta olup matrisi ince kum boyutundadır.

Orta derecede ayrışma gösteren konglomeranın çakılları pembemsi renkte ve yaklaşık %90'ı ofiyolitik+volkanik kayalardan oluşur. Yer yer nummulitli Eosen kireçtaşı çakıllarını içeren çakılların tane boyu çapları 2-3 mm ile 70-80 mm arasında değişir. Kötü boylanmalı olarak gözlenen konglomeraların çakılları çok kötü yuvarlaklığa sahiptirler. Bu seviyelerde tabaka kalınlığı yer yer 1-2 m' ye kadar ulaşır ve birim yanal yönde devamlılık gösterir.

Orta-üst seviyelere doğru gri renkli ince bir kireçtaşı ve yeşilimsi-morumsu marnların gözlendiği birimde konglomeraların tane boyutu bu kesimlerde küçülür ve tabaka kalınlıkları 25-30 cm arasında değişir. En üst seviyelerde ince tabakalı kireçtaşlarına geçen üye Höyükli Tepe' de Höyükli üyesine ait gri renkli kumtaşlarıyla sonlanır.

Birimin orta seviyelerinden alınan bir kireçtaşı örneğinde volkanik kayac parçaları yoğun olarak gözlenmiş ve petrografik açıdan intraklastlı mikrosparit olarak adlandırılmıştır.

Ayrıca petrografik tanımlaması sonucunda litarenit (Folk, 1968) olarak adlandırılan bir örnek içerisinde, birim için egemen olan beslenimin volkanik kökenli olduğu ve bunun yanısıra da metamorfik beslenimin varlığını gösteren metamorfik kayac parçalarına da rastlandığı Şekil 82 'de gözlenmektedir.



Şekil 82: Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt) Çaybaşı üyesine (Ttç) ait litarenitlerde (Folk, 1968), volkanik ve metamorfik kayaç parçalarının a) çift nikoldeki b) tek nikoldeki görünümü. vkp:volkanik kayaç parçası, mkp:metamorfik kayaç parçası (Çizgisel ölçek: 0, 25 mm)

**Kalınlık:** Çaybaşı Tepe' de yapılan ölçülü kesitte birimin kalınlığı 250 m olarak ölçülmüştür (Şekil 81).

**Fosil İçeriği ve Yaş:** İnceleme alanı içinde bu birimden alınan örneklerde yaş verebilecek herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Ancak, Atalay (1993) tarafından yapılan çalışmada Çaybaşı üyesine karşılık gelen Tatlıcak formasyonunun yüzelediği Savcun köyü 2 km kuzeybatısından alınan palinoloji örneklemelerinde şu spor ve pollen fosilleri tanımlanmıştır: *Inaperturopollenites hiatus* PLUG & THOMPSON, *Inaperturopollenites ammoensis* MURR & PFLUG, *Polvestibulopollenites verus* POTTONIE, *Leiotriletes adriensis* POTTONIE & GELL, *Cingulatisporites sp.*, *Triatriopollenites sp.*, *Pityosporites spp.*, Compositae, Umbelliferidae

Buna göre birimin yaşı Atalay (1993) tarafından Alt-Orta Miyosen olarak belirlenmiş olup bu çalışmada da aynı yaş korunmuştur.

**Ortamsal Yorum:** Çaybaşı üyesinin litolojik özellikleri daha çok bir akarsu ortamının varlığını yansıtmaktadır.

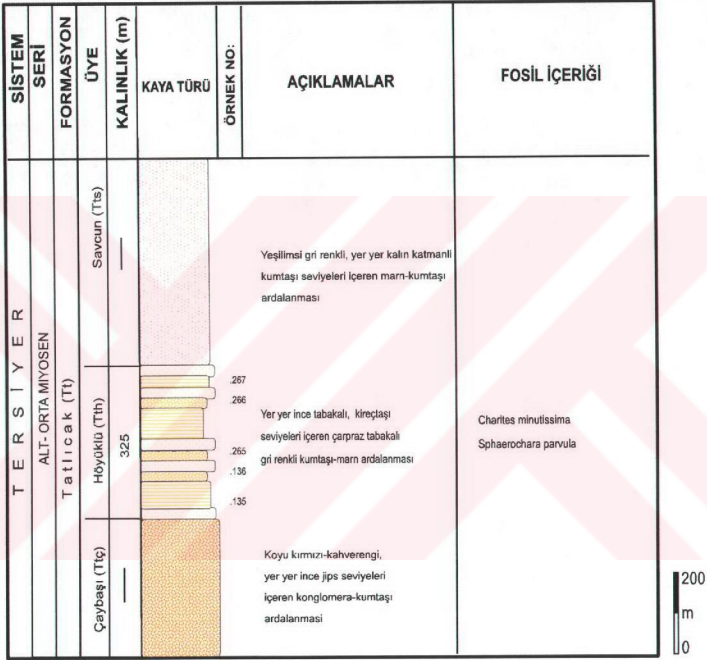
Atalay (1993)' e göre formasyonu oluşturan birimler alüvyon yelpazesi, menderesli akarsu ve göl ortamında çökelmiştir.

#### II.3.4.2. Höyükli üyesi (Tth)

**Genel Tanım:** Tatlıcak köyü yaklaşık 1 km kuzeydoğusunda bulunan Höyükli Tepede alta yer alan Çaybaşı üyesi üzerinde uyumlu olarak gözlenen çakıltaşı, gri renkli kumtaşı ve konglomera-kumtaşı ardalanmasından oluşan birime Höyükli üyesi adı verilmiştir (Şekil 78).

**Tip Yeri:** Birimin en karakteristik özellikleri, Sivas i 37 c4 paftası kuzeydoğusundaki Höyükli Tepe' de gözlenmektedir.

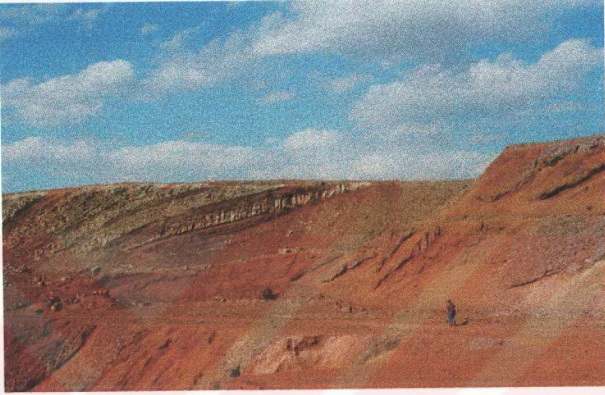
**Tip Kesiti:** Birimin en iyi gözleendiği tip kesiti Höyükli Tepeden alınmış olup başlangıç koordinatı 39° 36' 00" kuzey enlem ve 36° 52' 07" doğu boylam ve bitiş koordinatı ise 39° 35' 58" kuzey enlem ve 36° 52' 20" doğu boylam arasındadır (Şekil 83).



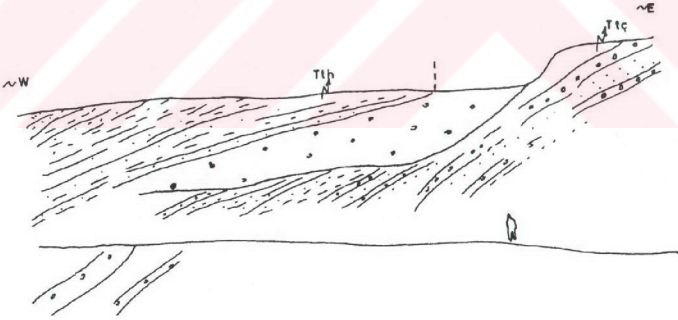
Şekil 83: İnceleme alanının orta kesiminde, Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Höyükli üyesine (Tth) ait ölçülü stratigrafik dikme kesit

**Yayılım ve Konum:** Höyükli üyesi, inceleme alanının ortasında yer alan Tatlıcak köyü civarında gözlenebildiği gibi güneyde yer alan Kabasakal köyü civarında, güneybatıda bulunan Eskiapardı köyü civarı ve Koyuncu köyü civarındaki Hünüş Sırtı'nda geniş yüzlekler verir (Ek 3, Şekil 84).

a)



b)



Şekil 84.a: İnceleme alanını orta kesiminden geçen Sivas-Kayseri karayolunun kuzeyinde, Hünüş Sırtı'ndaki bir yarımada gözlenen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Höyükli üyesinin (Tth) görünümü. b: Bu taslağın görünümü (Ttç: Çaybaşı üyesi, Sivas Kayseri karayolundan kuzeye doğru bakış)

Höyükli Tepe' de altta yer alan Çaybaşı ve üstte yer alan Savcun üyesiyle normal dokanaklar sunan birim inceleme alanının diğer kesimlerinin büyük çoğunluğunda Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipsler tarafından tektonik olarak üzerlenir.

**Kaya Türü:** Tabanında, grimsi renkli olan ve tabaka kalınlığı yaklaşık olarak 15-20 cm civarında olan çakıltaşlarıyla başlayan birimde üste doğru ince tabakalı bir kireçtaşı seviyesi gözlenmekte ve orta-iri taneli çapraz tabakalı, gri renkli kumtaşlarına geçmektedir (Şekil 83). Konglomera-kumtaşı ardalanmasıyla üyenin en üst seviyelerine kadar devam eden birimin tabanındaki konglomeraların çakıllarının % 80-85 oranında volkanik+ofiyolitik olduğu saptanmıştır. Birimde tabaka kalınlıkları üste doğru yaklaşık 40-50 cm civarında değişmekte ve kumtaşları içerisinde çapraz tabakalanmalar gözlenmektedir.

Üyenin alt seviyelerinde yer alan kireçtaşlarından alınan örneklerde volkanik+ofiyolitik beslenme belirgin bir şekilde gözlenmekte olup kayalar genel olarak litointramikrit olarak tanımlanmıştır.

**Kalınlık:** Üyeden yapılan tip kesitte yaklaşık 325 m' lik bir kalınlık ölçülmüştür (Şekil 83).

**Fosil İçeriği ve Yaş:** Birimden Kabasakal köyü yakın yöresinde alınan örneklemelerde aşağıdaki fosil topluluğu ortaya çıkarılmıştır.

*Charites minutissima*

*Sphaerochara parvula*

Genel olarak Oligosen-Miyosen yaş aralığına düşen bir fosil topluluğu ve üyenin stratigrafik konumu gözönüne alındığında, birimin Alt-Orta Miyosen zaman aralığında depolandığı söylenebilir.

**Ortamsal Yorum:** Birim içerisinde yer alan kumtaşlarında gözlenen çapraz tabakalanmalar çökeltme ortamının daha çok akarsu ortamı olduğunu göstermektedir.

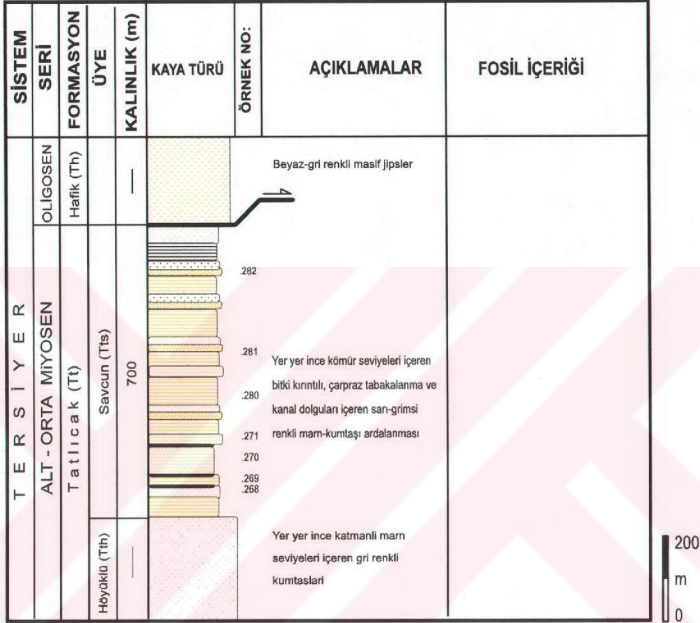
#### II.3.4.3. Savcun üyesi (Tts)

**Genel Tanım:** İlk kez bu çalışmada üye mertebesinde ayırtlanan birim ince taneli gri-sarımsı renkli kilaşı ve kumtaşlarından oluşur ve Atalay (1993) tarafından adlanan Savcun formasyonu ile denestirilebilir.

**Tip Yeri:** İnceleme alanında Savcun üyesinin en iyi gözlemlendiği yer i 37 c3 paftasında bulunan ve Savcun köyü yaklaşık 2 km kuzeybatısına düşen Kurtderesi Sırtı doğusundaki Çavuş Tepe batı yamacıdır.

**Tip Kesiti:** Tip kesidin başlangıç koordinatı 39° 36' 05" kuzey enlem ve 36° 53' 21" doğu boylamı, bitiş koordinatı ise 39° 36' 07" kuzey enlem ve 36° 52' 51" doğu boylamı olarak belirlenmiştir (Şekil 85).

**Yayılm ve Konum:** Üyeye ait birimler Savcun köyü kuzeydoğusunda Davulcukoyağı Sırtı'nda altta yer alan Çaybaşı üyesi, Çavuş Tepe batı yamacında da Höyükli üyesi üzerinde gözlenir. Çalışma alanının orta kesimlerinde Eski Kayseri yolu boyunca Hafik formasyonu üzerine uyumsuzlukla gelen, yaklaşık 4-5 km<sup>2</sup> lik bir alanda yüzeyleyen ve KD-GB doğrultusunda uzanan üye mostra verdiği bölgelerin güneyinde Eskiapardı-Yeniapardı-Kabasakal ve Savcun köyleri boyunca Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipsler tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir (Ek 3).



Şekil 85: İnceleme alanını orta kesiminde, Savcun köyü kuzeybatısındaki Çavuş Tepesi yamacında yapılan Alt -Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt) Savcun üyesine (Tts) ait ölçülü stratigrafik dikme kesit

**Kaya Türü:** İnceleme alanında geniş yüzeylemeler sunan Savcun üyesi, alt seviyelerde 100-150 m kalınlığında, yer yer ince kömür tabakaları içeren sarı-grimsi renkli marn-gri yeşil renkli kumtaşı ardalanmaları ile temsil edilmektedir (Şekil 85). Yer yer lamina düzeyine düşen ve genellikle koyu gri-siyah renkli olarak gözlenen kömürlü seviyeler üyeyi kesen derelerde rahatlıkla izlenebilmektedir. Özellikle Savcun köyü güneyinde bulunan Çiçekli Sırtı batısındaki Koçu Dere' de gözlenen

bu seviyeler üzerinde ince tabakalı kumlu kireçtaşı ve kumtaşlarından oluşan ve yanal devamlılığı pek fazla olmayan kanal dolguları şeklindeki oluşumlar gözlenmektedir. Yaklaşık olarak 150-200 m kalınlığında olan bu seviyelerle ardalanmalı olarak bulunan konglomeratik seviyeler de yer almaktadır.

Üst kesimlere doğru gözlenen çapraz tabakalı kumtaşı yer yer çakıltaşı seviyeleri olarak tanımlanan seviyeler daha çok sarı-yeşilimsi olarak gözlenmektedir. Bu birimler arasında yer yer bitki kırıntılı kilaşlarının da izlendiği dikkati çekmektedir.

Birim içerisinde alınan bir kumtaşı örneğinin petrografik analizi sonucunda başlıca ofiyolitik beslenimi gösteren serpantin parçacıkları, volkanik kayaç parçacıkları, glokofan, epidot ve kloritlemiş biyotitlerden oluştuğu ve bağlayıcı malzemesinin karbonat olduğu anlaşılmıştır. Folk (1968)' a göre litarenit olarak adlanan bu örnekte ofiyolitik ve metamorfik beslenme dikkati çekmektedir.

**Kalınlık:** Savcun üyesinin Çavuş Tepe' de yapılan ölçülü stratigrafik kesitteki kalınlığı 700 m olarak ölçülmüştür (Şekil 85).

**Fosil İçeriği ve Yaş:** Üyeden alınan örneklerin paleontolojik amaçlı incelenmesi sonucunda yaş verebilecek herhangi bir fosil bulunamamıştır.

Ancak Atalay (1993)' in yaptığı çalışmada Savcun köyü 1 km güneyindeki Çardaklı Sırtı' ndan alınan örneklerde tatlı su ortamlarını veren ostrakodların şüpheli olan ik tür bulunmuş ve geniş anlamda Ponsiyen yaşı verilmiştir. Aynı çökellerin kömürlü kesimlerinden alınan (Savcun köyü güneyi-Eğrek Tepe güney etekleri) örneklerden yapılan polen analizlerinde ise şu fosilleri saptamıştır: *Brachysporites thraceous* EDİGER, *Leiotrilates adriensis* POTONIE & GELL, *Monocolpopollenites trachapodites* NAKOMAN, *Ovoidites ligneolus* POTONIE, *Inaperturopollenites ammensis* MURR & PFLUG, *Monoporopollenites sp.*, *Periporopollenites sp.*, *Pityosporites spp.*, *Inperturopollenites spp.*, *Tricolpopollenites spp.*

Atalay (1993), yukarıda tanımladığı fosillere göre üyeye Alt-Orta Miyosen yaşını vermiştir. Bu çalışmada da farklı bir bulguya rastlanmadığından dolayı aynı yaş aralığı korunmuştur.

**Ortamsal Yorum:** Üyeyi oluşturan birimler içerisinde gözlenen kömür oluşumları ve kanal dolguları ile birlikte fosil içeriği üyenin akarsu ortamında çökelmış olabileceğini göstermektedir .

### II.3.5. Apa Formasyonu (Ta)

**Genel Tanım:** Alt ve orta seviyelerde gri-pembemsi renkli kiltası-kumtaşı ardalanmasıyla başlayıp en üst seviyelerde ince tabakalı jipslerle temsil edilen birimler ilk kez Yılmaz (1989) tarafından tanımlanmış ve bu çalışmada da aynı adlanmanın kullanılması benimsenmiştir.

**Yayılm ve Konum:** İnceleme alanının kuzeybatı ucunda yer alan Apa köyü civarında gözlenen birimin tabanı inceleme alanının dışında Kahyalı köyü kuzeyinde pembe renkli kumtaşı-kiltası ardalanmasından oluşur ve altındaki masif jipslerle Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonu (Yılmaz, 1989) üzerine tektonik olarak bindirir (Şekil 86 ve 87).

Apa köyü kuzeyinde yer alan Ziyarettepe' de ve Karacadağ, Kara ve Uçurhan Tepe' ler boyunca volkanitler tarafından üzerlenen birim inceleme alanının sadece bu kesiminde yüzlek vermiştir (Şekil 88).

Birim ayrıca çalışma alanının dışında Apa köyünün batısında yer alan Haydarlı köyü civarında da yüzlemektedir (Ek 3).

**Kaya Türü:** Apa formasyonunu oluşturan birimler inceleme alanının kuzeybatı kesiminde tabanda, ince-orta katmanlı, 20-25 m kalınlığında gevşek çimentolu, kötü boylanmalı, arada yer yer kiltası seviyeleri içeren çakıllı, genelde pembe-kırmızı rengin hakim olduğu kumtaşı seviyelerinden oluşur (Şekil 89). Daha üstte ince taneli malzemenin egemen olduğu, gri-sarımsı renkli, 20-25 m

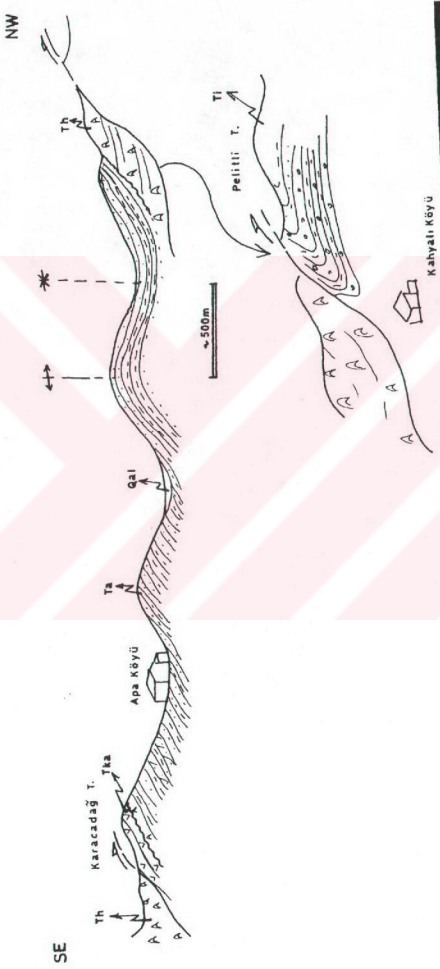


Şekil 86: İnceleme alanının kuzeybatısında, Karapınar köyü kuzeyinde Kara Tepe' de yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Apa formasyonunun görünümü (Ta: Apa formasyonu, Karacadağ Tepe'den KD' ya, Kara Tepe' ye doğru bakış)

kalınlığında kumtaşı kilitaşı arıalanmasına geıen birimde bu seviyeler sarımsı renğıyle altta yer alan kırmızı renklı seviyelerden rahatlıkla ayrılmaktadır. Orta seviyelere doğru sarı renklı, gevşek ııimentolu, dış yüzeyi sarımsı-pembe renklı kumtaşı- marn arıalanmasına geıen formasyonun bu kesimleri yaklaşık olarak 90-100 m kalınlığa ulaşmaktadır.

Daha üstte genellikle gri-kırmızı renğın egemen olduğu, yer yer 40-50 cm' lik kumtaşı seviyeleri iıeren kesimlere geıen bu seviyenin inceleme alanındaki kalınlığı yaklaşık olarak 180-200 m olarak ölçülmüştür.

Bu seviyelerin üzerine ıapraz tabakalı kumtaşı-kilitaşıları yer alır. Arada yer yer marnlı seviyelerin de gözlendiği birim iıerisinde kırmızı renklı marn topıukları da dikkati ıekmektedir. Birimin üst seviyelerini oluşturan kesimler genellikle gri-beyazımsı yer yer de kırmızı renklı kumtaşılarından oluşur. Gevşek ııimentolu olarak gözlenen ve yer yer marnlı

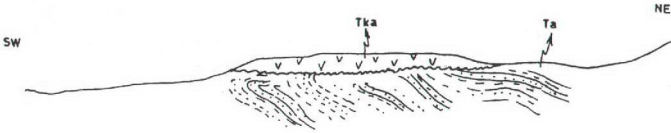


Şekil 87: İnceleme alanının dışında Apa köyünün kuzeybatısında (Kahyalı köyü batısında) yer alan ve Sivas Geri Bindirmesi (SGB) olarak adlanan bindirme düzleminin görünümü. Oligosen yaşlı Hafif formasyonuna (Th) ait jipslerle üzerinde yer alan Alt Miyosen yaşlı Apa formasyonu (Ta) ait birimlerin Ü. Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonuna (Ti) ait birimler üzerindeki tektonik hareketi göstermektedir

a)



b)



Şekil 88.a: İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Ziyaret Tepe' de Alt Miyosen yaşlı Apa formasyonu (Ta) ve üzerine uyumsuz olarak gelen Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkanitinin (Tka) ilişkisi. b: Bu taslağın görünümü (Apa Köyü yolundan K' ye doğru bakış)

seviyelerle ardalanım gösteren bu kumtaşı seviyeleri 150-200 m kalınlığında olup yer yer çapraz tabakalanmalar da izlenebilmektedir.

Formasyonun en üst kesiminde yaklaşık olarak 40-50 cm kalınlığında gri-sarımsı renkli jips seviyelerinden oluşan formasyondan alınan ayrıntılı bir ölçülü stratigrafik kesit Şekil 89 ' da verilmiştir.

Formasyonun orta seviyelerinde alınan bir kumtaşı örneğinde kuvars ve plajiyoklazlarla birlikte sırasıyla metamorfik ve volkanik kayaç parçacıklarının bulunması bu formasyon için metamorfik bir beslenimin egemen olduğu düşüncesini doğurmaktadır. Bağlayıcı malzemenin karbonat çimento olduğu birimin iri kum-ince çakıl boyutundaki litarenit bileşiminde olduğu saptanmıştır. Ayrıca petrografik açıdan Folk (1968)' e göre litarenit olarak adlanan bu örnekte metamorfik kayaç parçacıklarının yanısıra granit ve volkanik kayaç parçacıklarına da rastlanmıştır (Şekil 90).

**Kalınlık:** Formasyon içerisinden yapılan ayrıntılı stratigrafik kesitten kalınlığın yaklaşık olarak 953 m civarında olduğu anlaşılmıştır (Şekil 89).

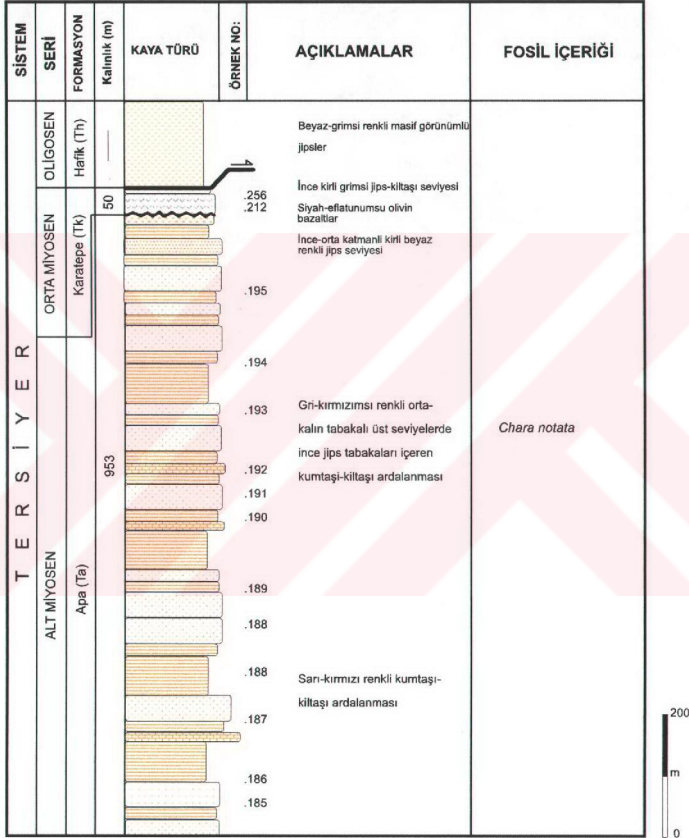
**Fosil İçeriği ve Yaş:** Yılmaz (1989) tarafından yapılan çalışmada Apa köyü civarında bulunan makrofosiller şunlardır:

Birim içerisinden alınan bir örnekte yapılan karofit analizinde;

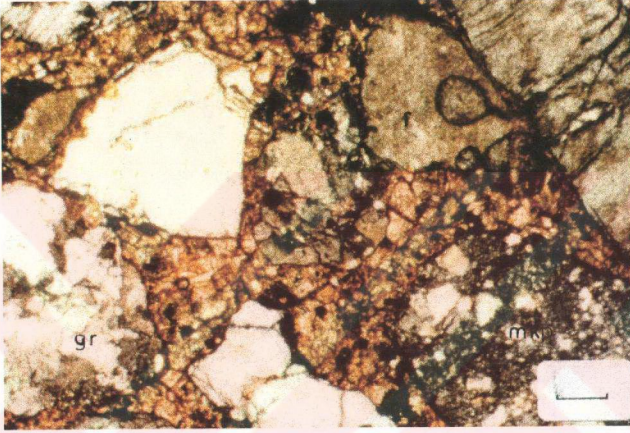
*Chara notata* GRAMBAST & PAUL

adlı bir fosile rastlanmış olup yaş aralığı Üst Oligosen-Orta Miyosen aralığına düşmektedir (J.P.Berger).

Yılmaz (1989) tarafından yapılan çalışmada birim içerisinde *Ostrea gingensis* SCHLOTEIM, *Amphistegina sp.*, *Gypsina sp.*, Ekinid ve Gastropod parçaları bulunmuş ve birime Alt Miyosen yaşı verilmiştir.



Şekil 89: İnceleme alanının kuzeybatısında, Apa köyü civarında yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Apa formasyonu (Ta) ve üzerinde uyumsuz olarak bulunan Karatepe volkanitlerinden (Tk) alınan ölçülü stratigrafi kesiti



Şekil 90: Alt Miyosen yaşlı Apa formasyonuna (Ta) ait litarenitlerde (Folk, 1968), metamorfik kayaç parçası, granit parçası ve feldispat minerallerinin çift nikoldeki görünümü (mkp:metamorfik kayaç parçası, gr:granit, f:feldspat) (Çizgisel ölçek: 0, 25 mm)

Tüm bu verilerin yanısıra sözü edilen birimlerin üzerinde yer alan Karatepe volkanitlerinde alınan bazalt örneklerinden K-Ar yaş tayinlerine göre Orta Miyosen yaşı saptanmış ve bu nedenle formasyona Alt Miyosen yaşının verilmesi uygun görülmüştür.

**Ortamsal Yorum:** Birim içerisindeki kumtaşlarında gözlenen çapraz tabakalanmalar ve kömür oluşumları üst kesimlerin akarsu ortamında depolandığını göstermektedir. Ancak Yılmaz (1990) tarafından yapılan çalışmada formasyonun alt kesimlerinde sığ denizel ortam koşullarının egemen olduğu belirtilmiştir.

### II.3.6. Karatepe volkanitleri (Tka)

**Genel Tanım:** İlk kez Yılmaz (1989) tarafından Apa formasyonunun üst seviyelerinde gözlenen ve Yılmaz (1994) tarafından yapılan çalışmada formasyon düzeyinde ayırtılan volkanitler için bu çalışmada da aynı adlamanın korunması benimsenmiştir.

İnceleme alanında siyah, yer yer morumsu renkli bazaltlar bu çalışmada Karatepe volkanitleri olarak adlandırılmıştır.

**Yayılm ve Konum:** Karatepe volkanitleri, inceleme alanının kuzeybatısında, Ziyarettepe, Karatepe, Uçurhan, Pöhrek ve Atçayı Tepe'lerde yüzeyler ve kendinden daha yaşlı olan birimleri örter (Ek 3 ve Şekil 91).

Birim daha güneyde ise KD-GB doğrultusunda uzanan Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipsler ve Tatlıcak formasyonuna ait Çaybaşı üyesine ait birimler tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir (Ek 3, Şekil 92).

Karatepe volkanitleri ayrıca inceleme alanının kuzeydoğusunda bulunan Hocabey köyü doğu ve güneydoğusunda yer alan Kırklar ve Kara Tepe civarında da küçük yüzlekler vermektedir.

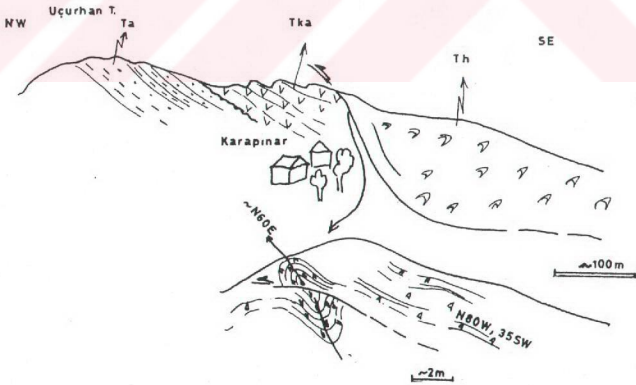
**Kaya Türü:** İnceleme alanında Alt Miyosen yaşlı Apa formasyonuna ait birimler üzerinde gözlenen Karatepe volkanitleri genellikle siyah yer yer eflatunumsu mor renklere izlenen bazaltlardan oluşmaktadır. Akma şeklinde geliştiğinden dolayı altında bulunan tabakalı birimlerin eğim yönleriyle uyumlu olarak bulunan Karatepe volkanitleri içerisinde yer yer belirsiz gaz boşlukları da gözlenmiştir.

Birimin yüzlek verdiği değişik bölgelerden alınan örneklerin genelde holokristalen porfirik dokulu bazalt ve olivin bazalt olduğu saptanmıştır. Olivin içeren örneklerde serpantinleşme, iddingsitleşme ve demir getirmenin gözlemlendiği ve yer yerde ofitik dokunun egemen olduğu saptanmıştır.

a)



b)



Şekil 91.a: İnceleme alanının kuzeybatısında, Karapınar köyü doğusunda yüzeyleyen Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkanitinin (Tk), Alt Miyosen yaşlı Apa (Ta) ve Oligosen yaşlı Hafik formasyonlarıyla (Th) ilişkisi, b: Bu görünümün taslağı (Apa köyü yolundan KD' ya doğru bakış)



Şekil 92: İnceleme alanının orta ve kuzey kesimlerinde yüzeyleyen birimlerin birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren ölçekli bir enine kesit

Karatepe volkanitlerinin yüzlek verdiği kesimlerden alınan iki ayrı olivin bazalt örneğinin petrografik tanımlaması sonucunda olivin fenokristallerinde gözlenen iddingsitleşme ve ayrıca bazaltik kayaların gözeneklerinde gelişen jel şeklindeki zeolit oluşumları izlenmektedir (Şekil 93 ve 94).

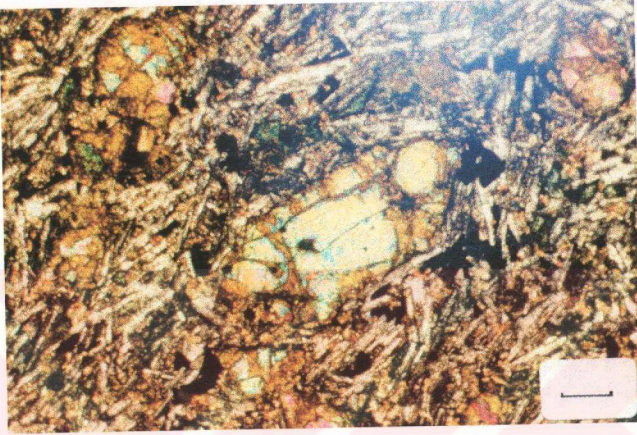
**Kalınlık:** Karatepe volkanitlerinin inceleme alanında en iyi yüzlek verdiği Uçurhan Tepe' de ölçülen kalınlığı yaklaşık 50 m civarındadır.

**Yaş:** İnceleme alanında yüzeleyen volkanitlerin değişik seviyelerinden alınan örneklerin K-Ar yöntemiyle yapılan yaş analizlerinde yaklaşık olarak 14,5-15,5 milyon yıllık bir sonuç çıkmıştır (Guillou ve Guezou, 1996). Ayrıca Alt Miyosen yaşlı Apa formasyonu üzerinde yer aldığı da dikkate alındığında birimin Orta Miyosen yaşlı olduğunu söylemek mümkündür.

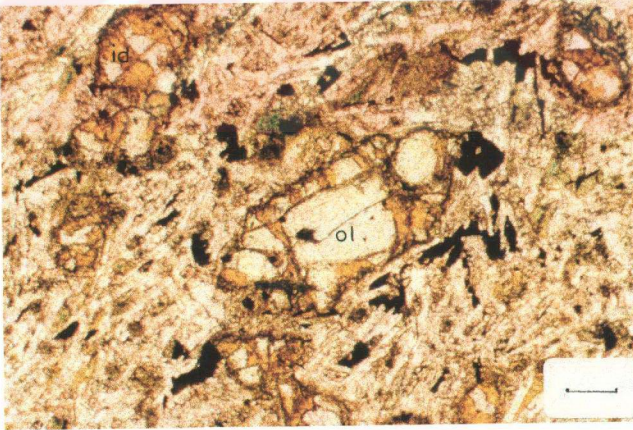
### **II.3.7. Alüvyon (Qal)**

Alüvyonlar daha çok inceleme alanının orta ve kuzeybatı kesimlerinden geçen eski ve yeni Sivas-Kayseri karayolu boyunca yüzlekler vermiş olup gevşek yüzey tortullarından oluşmuştur.

a)



b)

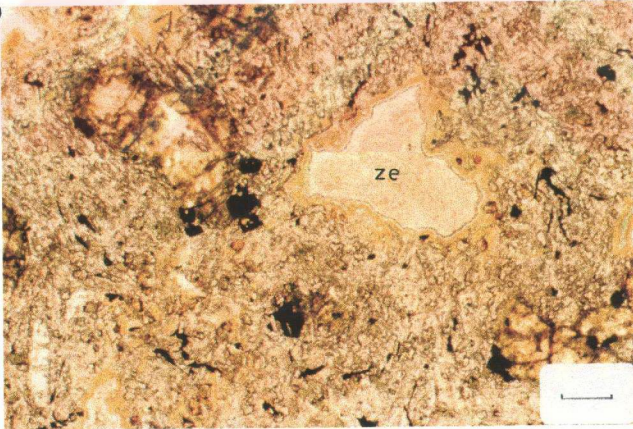


Şekil 93: Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkanitine (Tk) ait olivin bazaltlardaki olivin fenokristallerinde iddingsitleşme türü bozunmanın a) çift nikoldeki b) tek nikoldeki görünümü (ol:olivin, id:iddingsitleşme, Çizgisel ölçek: 0, 25 mm)

a)



b)



Şekil 94: Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkanitine (Tk) ait olivin bazalt örneğindeki gaz boşluklarından itibaren gelişen zeolit minerallerindeki jel şeklindeki oluşumun a: çift nikeldeki b.tek nikeldeki görünümü (ze: zeolit, Çzigisel ölçek: 0, 25 mm)

#### II.4. Savcun (Sivas GB' sı) Yöresinin Tektonik Özellikleri

İnceleme alanı içerisinde gözlenen ana tektonik hatlar Şekil 95' de verilmiştir.

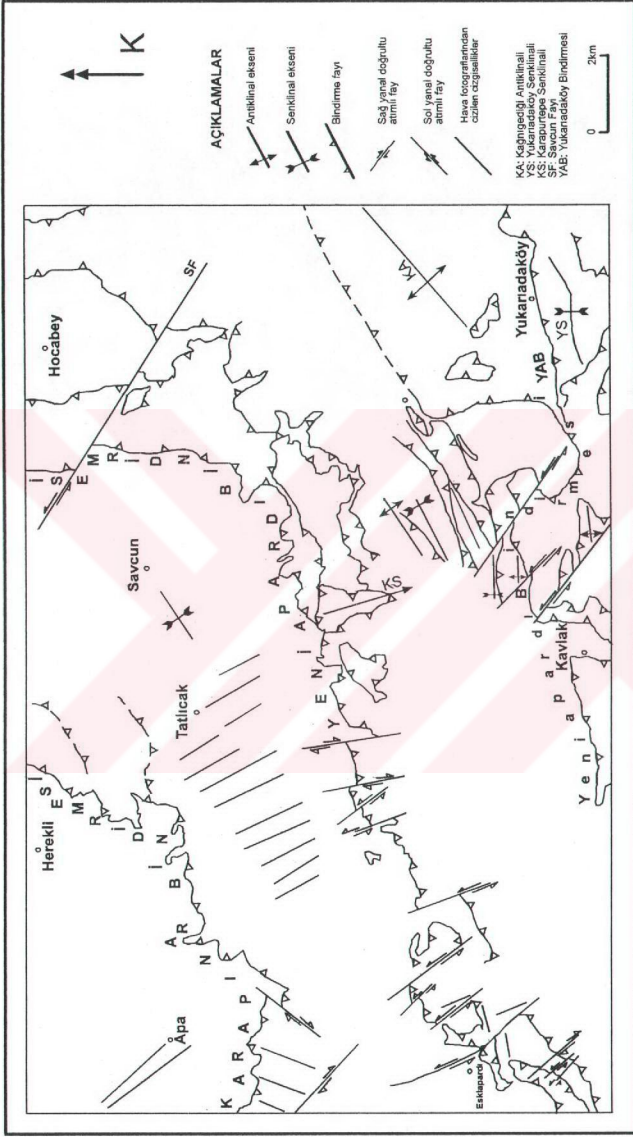
##### II.4.1. Kıvrımlanma

Savcun yöresinde gözlenen tektonik özellikler genelde bölgede bindirme faylanması şeklinde gelişmiştir. Özellikle Hafik formasyonuna ait masif jipslerin tabanında gelişen bu dekolman seviyelerden farklı olarak gözlenen kıvrımlanmaları şu şekilde açıklamak mümkündür.

**Kağnıgediği antiklinali:** İnceleme alanının güneydoğusunda Yukarıdaköy' ün kuzeyinde yer alan Kağnıgediği Tepe' de yüzeyleyen Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipsler içerisinde gelişen bu kıvrımlanmanın doğrultusu K 40°-50° D olup 25° KD' ya dalımlı bir kıvrım eksenine sahiptir. Kıvrımın kuzey kanadında ölçülen tabaka durumları K 40°-45° D, 25°-30° KB doğru gözlenmiştir. Güney kanatta ise bu tabaka durumları K 20°-50° D, 35°-40° GD arasında değişmektedir.

**Yukarıdaköy senklinali:** Yukarıdaköy güneyinde Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna ait birimler içinde gelişen senklinal ekseninin doğrultusu yaklaşık olarak D-B olarak ölçülmüştür. Kıvrım eksenini doğuya gidildikçe kuzeye doğru dönmektedir. Özellikle Karahalılağa Tepe civarında gözlenen kireçtaşı tabakalarından alınan ölçümlere göre kuzey kanattaki durumlar yaklaşık olarak K 60° B, 35°-55° GB; K 20°-40° D, 35°-65° GD olup güney kanattaki ölçümler K 60° D, 35°-45° KB arasında değişmektedir.

**Karapurtepe senklinali:** İnceleme alanının orta kesiminde; Koyuncu köyünün kuzeyinde Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonuna ait birimlerde gözlenen K-G yönlü ve yaklaşık olarak 30°-35° G yönünde gelişen senklinal eksenini, formasyonu oluşturan birimlerin birbirlerinden farklı renk ve litolojilerde olmalarından dolayı arazide kolaylıkla gözlenebilmektedir (Şekil 75).



Şekil 95. Savcun ve yakın yöresinin ana tektonik hatlarını gösteren harita.

Karapurtepe güneyinden geçen demiryolu yarmasında Emirhan formasyonunda gelişen kıvrımlanmaların mezoskobik ölçekte birbirinden farklı boyutlarda geliştiğini ve formasyonu oluşturan birimlerin sünümlü deformasyona müsait olmaları nedeniyle genellikle mesozkobik ölçekte yer yer yatık ve zig-zag kıvrımlar meydana getirdiğini söylemek mümkündür.

Karapınar köyünün yaklaşık 2 km kuzeydoğusunda yer alan Pöhrek sırtının kuzeyindeki Çağlayan Dere içinde Karatepe volkanitleri içinde, akma düzlemleri dikkate alınarak gözlenen K 60° D durumlu bir antiklinal eksenli Karapınar bindirmesinin gelişimiyle ilişkili olarak bindirme düzleminin doğrultusuna paralel olarak gelişmiş ve Hafik formasyonuna ait jipslerin volkanitlere bindirdiği kesimin hemen kuzeyinde yer almaktadır. Batı kanattaki eğimlerin yaklaşık olarak 40°-80°, doğu kanatta ise 25°-75° arasında değiştiği antiklinal güneye dalımlı olarak görülür (Şekil 96).

#### II.4.2 Faylanma

İnceleme alanının batı kesimini oluşturan Savcun yöresindeki tektonik deformasyon, Sivas' dan Erzincan batısına kadar büyük bir bölgede gözlenen ve genellikle Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna dahil olan masif jipsler tarafından kontrol edilmektedir. Tektonizmanın en kolay işleyebileceği dekolman seviyeleri olarak gözlenen jipslerin tabanına bakıldığında bindirme sınırları olarak saptanan bu seviyeler bölgede genelde güneyden kuzeye doğru bir hareketi yansıtmaktadır.

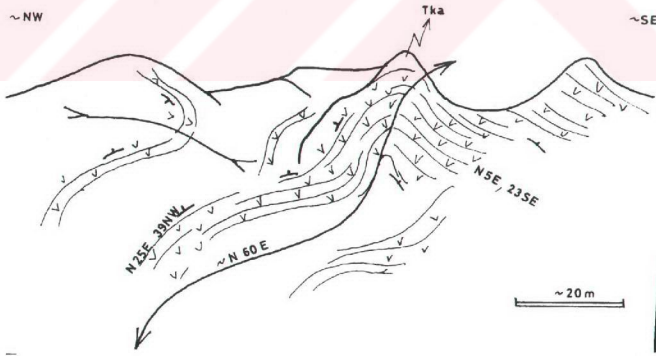
Bölgede birbirinden ana bindirme faylarıyla ayrılan üç ayrı bindirme örtüsü bulunmaktadır. **Karapınar, Yeniapardı ve Yukarıdaköy** ana bindirme fayları olarak kuzeyden güneye doğru sıralanan bu fayların üzerinde yer alan bindirme örtüleri sırasıyla incelenecektir.

Dahlstrom (1970)' a göre bindirme örtüsü (thrust sheet, thrust plate); altta ve üstte ana bindirme fayları ile sınırlanmış her bir kütleye verilen addır (Şekil 63). Genel olarak bir bindirme örtüsü adını alt bindirme fayından alır. Sözü edilen ana

a)



b)



Şekil 96.a: İnceleme alanının kuzeybatısında yer alan Pöhrek Tepe' de Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkaniti içerisinde (Tk) gözlenen bir antiklinal eksenli b:Bu görünümün taslağı (G' den K' ye doğru bakış)

bindirme fayları birkaç bin metre kalınlığa sahip stratigrafik üniteler ve onlarca kilometrelik yanal devamlılıklarıyla temsil edilmektedirler.

İnceleme alanında Karapınar, Yeniapardı ve Yukarıadaköy bindirme fayları olarak adlanan bindirme fayları bu ana bindirme faylarına karşılık gelmekte olup üzerlerinde yer alan bindirme örtüleri de aynı adla anılacaktır.

Bu bindirme örtülerinden sadece Apa Bindirme Örtüsü, inceleme alanının dışında kuzeybatıda gözlenen ve ilk kez Poisson ve diğ.(1992) tarafından tanımlanan Sivas Bindirmesi üzerinde gelişen bindirme örtüsünü kapsamaktadır (Şekil 87).

#### **II.4.2.1. Apa Bindirme Örtüsü**

Kuzeybatıda yer alan Apa Bindirme Örtüsü'nün tabanı ve taban bindirme fayı inceleme alanının dışında gözlenmekte olup Apa köyünün yaklaşık olarak 7-8 km kuzeybatısındaki Kahyalı köyü civarında Oligosen yaşlı Hafik formasyonu masif jipslerin tabanında gelişen bindirme fayıyla Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonunu (Yılmaz, 1989) tektonik dokanakla üzerlemektedir (Şekil 87).

Poisson ve diğ. (1992) tarafından Sivas Bindirmesi olarak adlanan fayın tavan bloğunda, masif jipsler üzerindeki pembe renkli kırıntılı seviyelerde gözlenen ve deformasyonun varlığına işaret eden yapısal özellikler bindirmenin belirteçleri arasında sayılabilir. Özellikle bu kırıntılı seviyelerde, tavan blokta gelişen birbirini izleyen antiklinal ve senklinal eksenleri inceleme alanında yapılan gözlemler sonucunda net olarak izlenebilmektedir (Şekil 87).

Sivas Bindirmesi, Temiz (1994) tarafından yapılan çalışmada da saptanmış ve bu hattın Sivas ilinin kuzeyinden geçerek kuzeydoğuya Hafik (Sivas) civarına doğru devam ettiği izlenebilmiştir. Güneyden kuzeye doğru hareket eden bu bindirmenin bölgesel tektonik gözönünde tutulduğunda bir geri bindirmeye karşılık geldiği araştırmacı tarafından belirtilmiştir.

Hafik yöresinde yine Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait jipslerin tabanında geliştiği gözlenen bindirmenin Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonu ile olan dokanağının yanında, ilk kez Yılmaz (1980) tarafından

tanımlanan Üst Kretase yaşlı Tekelidağ Karışığı ve Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna ait birimler üzerinde de tektonik olarak yer aldığı araştırmacı tarafından saptanmıştır.

Apa Bindirme Örtüsü' nü oluşturan Apa formasyonuna ait birimler tabanda sarı kırmızimsı renkli kumtaşı-kireçtaşı-marn ardalanmasıyla başlar. Yılmaz (1989) tarafından adlanan ve çok sığ denizel kesimleri oluşturan bu seviyeler üzerinde karasal ortamı karakterize eden gri-kırmızimsı renkli kumtaşı-kiltaşı ardalanmasından oluşan kalın bir istif yer almaktadır. Yaşının Alt Miyosen olduğu bu çalışma ve daha önceki çalışmalarla (Yılmaz, 1989) ortaya çıkarılan bu istifin üzerine ise Apa ve Karapınar köyleri civarından alınan ve K-Ar yaş analizlerine göre yaklaşık 14,5-15,5 milyon yıllık bir zaman aralığını veren Karatepe volkanitleri gelmektedir.

Buna göre Apa Bindirme Örtüsünün tektonik olarak üzerleyen Karapınar Bindirmesinin yaşının Orta Miyosen sonrası olması gerekir. Örtünün tabanında yer alan ve inceleme alanı dışında gözlenen Sivas Bindirmesinin yaşını ise Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonu üzerinde yer alması nedeniyle Üst Miyosen-Pliyosen sonrası olarak düşünmek yerinde olacaktır.

#### **II.4.2.2. Karapınar Bindirme Örtüsü**

İnceleme alanının kuzeybatısında, Menşurlu Purları civarından başlayarak Karapınar köyünü de içine almak üzere en kuzeyde yer alan Herekli köyüne kadar yaklaşık KD-GB yönünde gözlenen bindirme hattı Oligosen yaşlı Hafik formasyonunu oluşturan masif jipslerin tabanında gelişmiş olup yer yer Alt Miyosen yaşlı Apa Formasyonu ve Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkanitleri üzerinde de tektonik olarak yer almaktadır (Şekil 64). Özellikle Karapınar köyünün kuzeyindeki Uçurhan Tepenin güneye bakan yamaçlarında yer alan bazaltlarla jipslerin dokanağında bu durumu kanıtlayan deliller bulunmaktadır (Şekil 97 ve 98).

Dokanaktaki tabakalı jipslerin uğradıkları kıvrımınmaları gösteren bu şekillerden ilkinde gözlenen kıvrım eksenlerinin durumları K 30°-65° D arasında değişmekte olup bölgede gelişen sıkıştırma hareketlerinin KB-GD yönünde

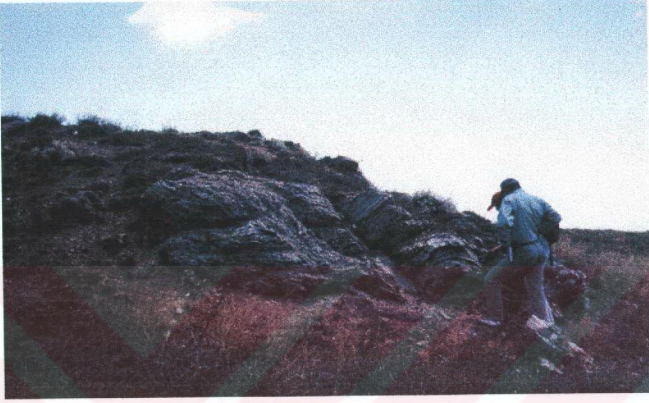
gerçekleştiğine dair olan görüşleri desteklemektedir. Deformasyonun gözleendiği dokanaktaki bazalt ve jipsler genellikle güneydoğuya eğimlidir (Şekil 97).

Bu lokalitede gözlenen bir başka veri de kıvrımlanmalarla birlikte gelişen küçük ters faylanmalardır. İnceleme alanının çeşitli kesimlerinde yapılan gözlemlerde bu ters fayların durumlarının K 20°- 65° D, 20°-50° GD arasında değiştiği ve KB-GD yönünde gelişen sıkıştırma ile uyumluluk gösterdikleri saptanmıştır. Ayrıca bu dokanakta bulunan jipslerin içinde gözlenen makaslama düzlemlerinde ikincil jips oluşumları da dikkati çeken özelliklerden birisidir (Şekil 98).

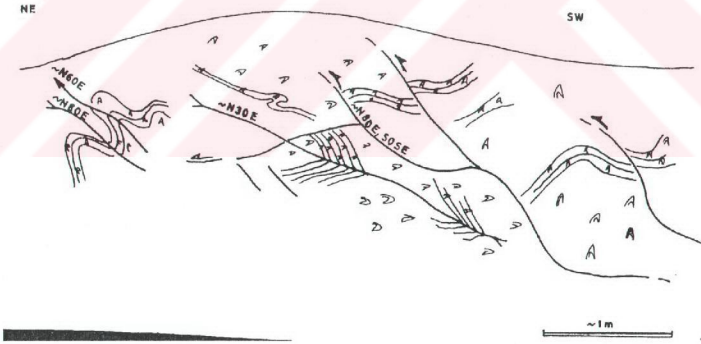
Karapınar Bindirme Örtüsü' nün tabanında yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait birimlerden masif jipslerin yanısıra, daha üstte bulunan ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu, Çaybaşı üyesine dahil olan kırmızı renkli kırıntılı seviyelerin de sözü edilen bindirme boyunca bindirme gelişiminin gözleendiği Herekli köyüne doğru Karatepe volkanitlerine tektonik olarak bindirdiği açık ve net olarak izlenebilmektedir (Ek 3). Bindirme örtüsünün tabanında yer alan jipsler ve üzerinde yer alan Tatlıcak formasyonuna ait birimlerin eğim yönleri incelendiğinde çalışma alanının orta kesimlerinde genelde eğim yönlerinin güneydoğuya doğru olduğu, Savcun köyü kuzeyine doğru ise daha güneyde yer alan Yeniapardı Bindirmesi' nin etkisiyle tekrar kuzeye doğru döndüğü saha gözlemleri ile ortaya çıkarılmıştır.

Ayrıca Karapınar Bindirme Örtüsü' nün tabanında yer alan masif jipsler içerisinde bindirme gelişimine işaret edebilecek breşik yapılara da sıkça rastlanmaktadır. Özellikle Tatlıcak köyü batısında bulunan Çaybaşı Tepe' nin zirvelerine yakın olarak gözlenen bu breşik jips seviyeleri Karapınar Bindirmesinin varlığı hakkında bir fikir vermektedir.

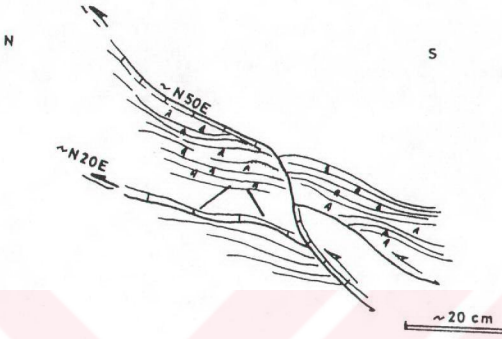
a)



b)



Şekil 97.a: Karapınar köyü üzerinde yer alan Uçurhan Tepe' de, Orta Miyosen yaşlı Karatepe volkanitleri üzerine tektonik olarak hareket eden Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) dahil olan jipsler içerisinde gelişen deformasyonun belirteçlerinden küçük kıvrım eksenleri ve ters faylar. b: Bu görünümün taslağı (B' dan D' ya doğru bakış)



Şekil 98: Karapınar köyü üzerinde yer alan Uçurhan Tepe' de, Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) dahil olan jipslerin dokanağında gelişen küçük ölçekli ters faylanmalar.

#### II.4.2.3. Yeniapardı Bindirme Örtüsü

İnceleme alanının güneybatısında yer alan Eskiapardı köyü civarından başlayıp Yeniapardı, Kabasakal köylerine kadar KD-GB yönünde çok açık bir şekilde izlenen Yeniapardı Bindirmesi üzerinde yer alan örtünün bu hattın güneyinde geniş yüzlekler verdiği ve kuzeydoğuya doğru aynı doğrultuda bir süre daha devam ettikten sonra Savcun köyü güneyinden başlayarak Terzipınarı, Öküzkoyağı ve Akbaba Tepeler boyunca çalışma alanını terkettiği açık bir şekilde izlenmektedir (Ek 3).

Sözü edilen hat boyunca gözlenen bu bindirme örtüsü, güneyden kuzeye doğru tektonik olarak taşınan ve her iki sınırı da bindirme düzlemleriyle temsil edilen büyük bir klip olarak düşünülmektedir.

Saha çalışmaları sırasında Yeniapardı Bindirme Örtüsü'nün ayrıca bölgenin güneyinde Sivas-Kayseri karayolunun güneyinde de yüzlekler verdiği saptanmıştır. Kuzeyde yer alan örtüye göre bu kesimde tabanda gözlenen bindirme fayının daha çok Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait jipslerin tabanında geliştiği ve güneyde

bu jips kütlelerinin devamının sadece güneydeki Baharözü köyü kuzeyine kadar yüzelediği saptanmıştır (Yılmaz, 1989). Kuzeydeki örtüye göre bu örtünün klip olmadığı ve büyük bir olasılıkla da güneyde yüzeleyen masif jipslerin bu bölgeyle sınırlandığı sanılmaktadır.

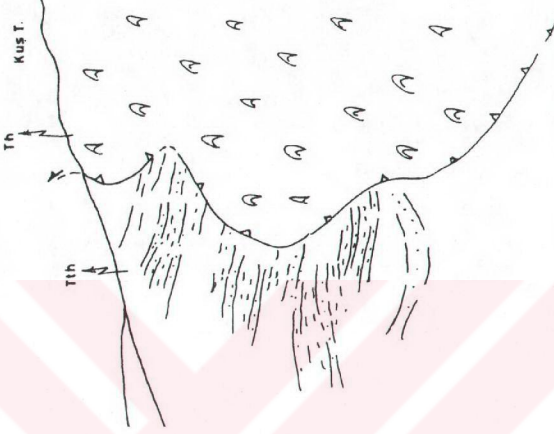
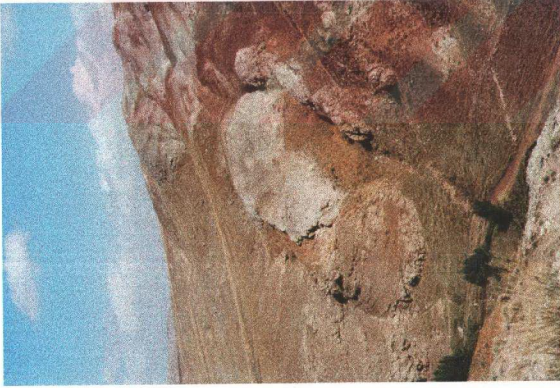
İnceleme alanında gözlenen en yoğun tektonizma izleri bu bindirme örtüsü içerisinde gelişmiştir. Özellikle bindirme örtüsünü oluşturan birimlerin çeşitliliği ve birimler arasındaki stratigrafik ve tektonik ilişkilerin açık bir şekilde ortaya konacağı bu kısımda bindirme sınırı boyunca ve bindirme örtüsü içerisinde yer alan tüm tektonik özellikler verilmeye çalışılacaktır.

Karapınar Bindirmesi'nde olduğu gibi Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipslerin tabanında gözlenen Yeniapardı Bindirmesinin gelişimi, Tatlıcak Formasyonuna ait Höyükü ve Savcun üyeleriyle olan dokanaklarında izlenmektedir.

Eskiapardı Köyü'nden daha doğuda bulunan Kuş Tepe ve civarına bakıldığında jipslerle Höyükü üyesi arasındaki dokanak ilişkisinin tektonik olduğunu görmek mümkündür (Şekil 99). Burada da görülebileceği gibi Hafik formasyonuna ait jipsler Höyükü üyesine ait birimler üzerindedir. Ayrıca bindirmenin tavanında yer alan jipslerde gelişen kıvrımlanmalar da rahatlıkla görülür.

Kabasakal köyü civarında da aynı durumu gösteren ilişkiler bulunmaktadır. Köyün yaklaşık olarak 250 m kuzeyinde yer alan sırtlar üzerinde masif jipslerle Höyükü üyesi arasındaki dokanak şekilde de görülebileceği gibi tektoniktir (Şekil 100). İki ayrı jips seviyesi de Höyükü üyesine ait birimlerde deformasyona neden olmuştur ve özellikle güneyde yer alan dilimde neredeyse dike yaklaşan tabakalar bu durumu açıkça desteklemektedir.

Yine Kabasakal köyünün doğusunda bulunan Sivri Tepe ve kuzeyindeki ilişkiler Yeniapardı Bindirmesi'nin varlığına işaret etmektedir. Yaklaşık KD-GB

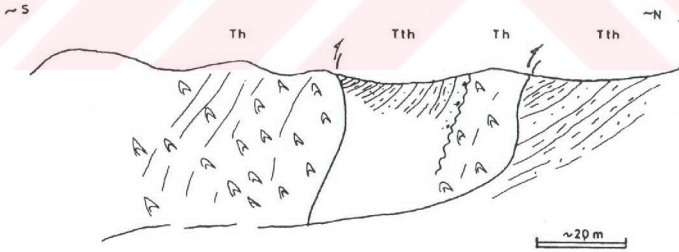


Şekil 99. a: İnceleme alanının güneybatısında, Eskiapardı köyü doğusundaki Kuş tepesi'nde Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt) Höyükü üyesine (Tth) ait birimlere Oligosen yaşlı Haflık formasyonuna (Th) ait jipslerin tektonik olarak bindirilmesi. b: Bu görünümün taslağı (Eskiapardı köyünden KD'ya doğru bakış)

a)



b)



Şekil 100.a: İnceleme alanının orta kesiminde Kabasakal köyü batısındaki sırta Oligosen yaşlı Hafik formasyonu (Th) ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Höyükli üyesi (Tth) arasındaki ilişki. b: Bu görünümün taslağı (Sivri Tepe' den B' ya doğru bakış)

doğrultusu boyunca uzanan bindirme sınırının kuzeyinde dokanak halinde olduğu birimlerde bindirme sınırıyla uyumluluk gösteren ve birbirini izleyen kıvrım eksenleri yer almaktadır (Şekil 101). Özellikle Höyükli üyesi içerisinde aşınmaya karşı olan duraylılığı nedeniyle daha kolay izlenebilen kumtaşı tabakalarında bu durumu iyi bir şekilde görmek mümkündür. Birbirini izleyen kıvrım eksenlerinin her iki kanadından alınan ölçümlerde kumtaşı tabakalarının genelde kuzeybatı ve güneydoğu yönünde eğimli oldukları, eksen doğrultularının K 50°-70° D arasında değiştiği ve tabakaların kanatlarda yer yer devrilmeler sunduğu görülebilir (Şekil 102).

Dokanak boyunca anahtar seviye olarak gözlenen ve aşınmaya karşı dayanıklı olan kumtaşı seviyeleri masif jipsler tarafından bariz bir şekilde üzerlenmiş ve deformasyona uğratılmıştır.

Benzer ilişki Savcun köyünün yaklaşık 2 km güneyinde bulunan Terzipınarı Tepe'de gözlenmekte ve Hafik formasyonuna ait masif jipsler Savcun üyesine ait birimler üzerinde tektonik dokanakra yer almaktadır (Şekil 103).

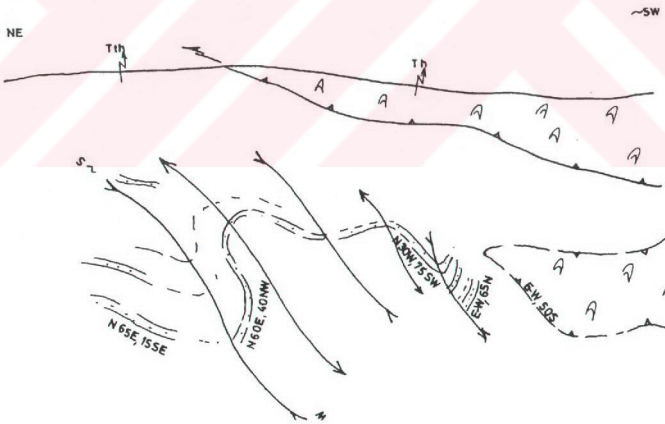
Yine Savcun köyünden daha doğuda Öküzköyağı ve Piyalalığınönu Mevkiilerine bakıldığında üst kesimlerde yüzeyleyen Hafik formasyonuna ait masif jipslerin tabanında yer alan Savcun üyesine ait birimlerle olan dokanağın çok açık bir şekilde tektonik olduğu gözlenmektedir (Şekil 104).

Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipslerle diğer birimlerin dokanaklarında geliştiği ortaya çıkarılan Eskiapardı köyünün güney ve doğusunda bindirmeden dolayı gelişen kıvrımlanmalar da dikkati çekmektedir. Özellikle bindirmelerin dokanağında masif jipslerde gözlenen kıvrımlanmalar ve bu jips kütlelerinin altından aşınarak yüzeyleyen Tatlıcak formasyonuna ait birimlerde de bu kıvrımlanmalara rastlanmaktadır. Eskiapardı köyünün güneyinde ortaya çıkan Çaybaşı üyesine ait birimlerde gelişen doğuya dalımlı bir antiklinal de bindirmenin yönelimine uygun olarak uzanmaktadır. Ayrıca Savcun köyünün yaklaşık 4-5 km güneyinde Ardıçlık Tepede üstteki masif jipslerin altından yüzeyleyen Tatlıcak formasyonuna ait birimlerde de kuzeye doğru dalımlı olan bir antiklinal gelişmiştir.

a)



b)

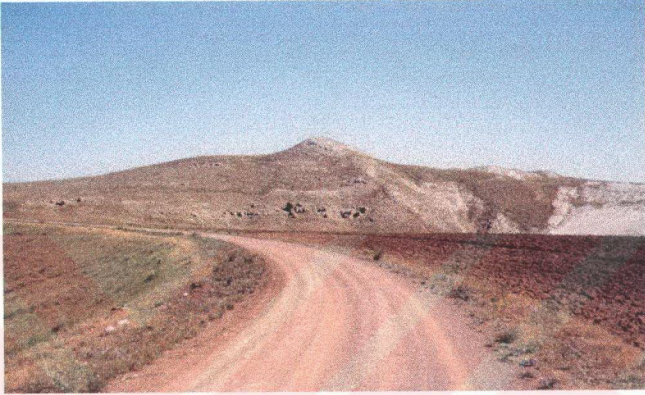


Şekil 101.a: İnceleme alanının orta kesiminde Kabasakal köyü doğusunda, Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait masif jipslerin Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Höyükli üyesine (Th) ait birimler üzerine tektonik olarak hareket etmesiyle oluşan kıvrımlanmalar. b: Bu görünümün taslağı (Sivri Tepe' den D' ya, Keçi çukuru Mevkii' ne doğru bakış)



Şekil 102: İnceleme alanının orta kesiminde yüzeyleyen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt) Höyükli üyesine (Tth) ait birimler içerisinde meydana gelen yatık kıvrımlanmalar (K' den G' ye doğru bakış)

a)



b)

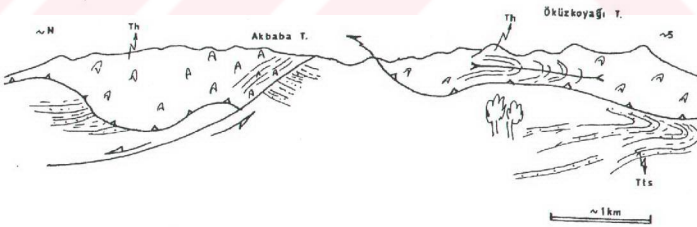


Şekil 103.a: İnceleme alanını orta kesiminde Savcun-Sivas Kayseri yolunun doğusunda, Terzipınarı Tepe' de Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt) Savcun üyesi (Ts) üzerine tektonik dokanakla gelen Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait masif jipslerin görünümü. b: Bu görünümün taslağı (G' den K' ye doğru bakış)

a)



b)



Şekil 104.a: İnceleme alanının orta kesiminde, Savcun köyü güneydoğusunda, Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Savcun üyesine (Tts) ait birimler üzerine tektonik dokanakla gelen Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait masif jipslerin genel görünümü. b: Bu görünümün taslağı (Savcun yolundan GD'ya doğru bakış)

İnceleme alanında Emirhan formasyonu olarak adlanan sarı-grimsi yer yer kırmızı renkli marn-tabakalı jips aralanmasının yüzeylediği Kabasakal köyünün yaklaşık olarak 3-4 km doğusundaki Karapur Tepe' de deformasyonun yoğun olarak geliştiği lokalitelerden birisi durumundadır (Şekil 75).

Bu tepede doğu-batı doğrultusunda başlayıp daha sonradan kuzey güney doğrultusuna dönen güneye dalımlı bir senklinal ekseninin varlığı gözlenmektedir. Emirhan formasyonuna ait birimler içerisinde eksene paralel olarak gelişen tabakalanmaların yanında, yoğun tektonizmanın izleri Karapur Tepe' nin güneyinde, yaklaşık doğu-batı doğrultusunda açılan bir demiryolu yarmasında net olarak izlenebilmiştir.

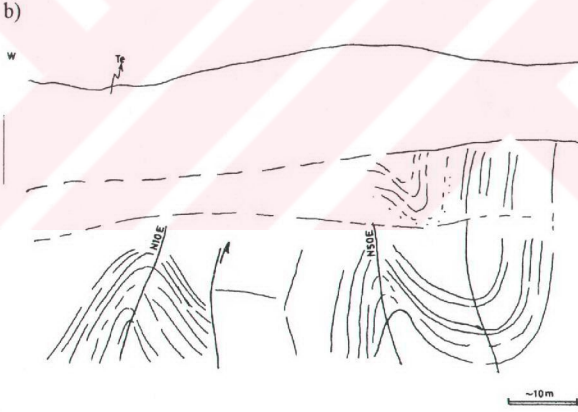
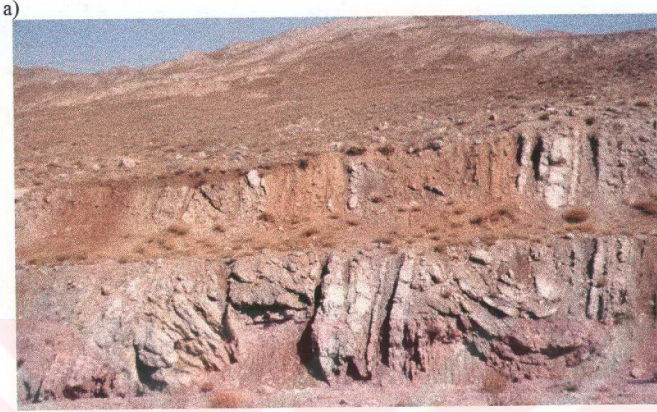
Emirhan formasyonunu oluşturan birimlerden tabakalı jipslerde büyük ölçekli kıvrımlanmalar yanında küçük ölçekteki kıvrımlanmalar da gözlenmektedir. Yukarıda sözü edilen bu yarmada eksen doğrultularının genellikle K 10°-50° D arasında değiştiği ve dike yakın ters faylarla kesildiği saha gözlemleri sonucunda saptanmıştır (Şekil 105 ve 106).

Aynı yarmanın batısında ise yaklaşık olarak doğuya doğru devrik kıvrımlanmaların gözlemlendiği bir görünüm yer almaktadır. Bu lokalitede yaklaşık K-G ve K 25° D arasında değişen kıvrım eksenleri ölçülmüş olup genellikle devrik kıvrımlanmalar gözlenmektedir (Şekil 107).

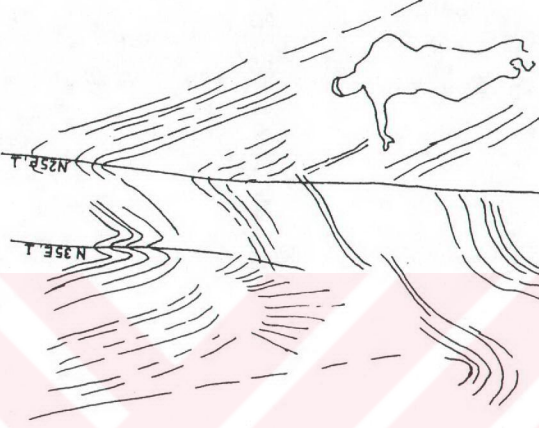
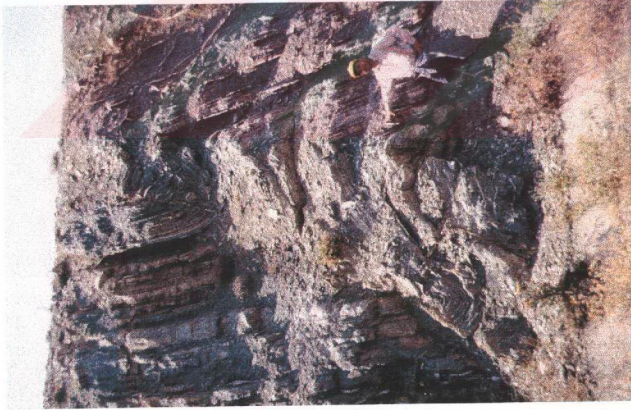
Sıkı kıvrımlanmalar da gösteren Emirhan formasyonuna ait birimlerde dike yakın bindirme fayları da gelişmiştir. Çoğunlukla bu faylar kıvrımların devrik olan kanatlarında yer almaktadır. Yarmanın doğu kesimlerine doğru gözlenen büyük ölçekli bir yatık kıvrım ise Şekil 108 ' de gözlenmektedir.

Yeniapardı Bindirmesi' nin izlerine inceleme alanını kuzeydoğudan itibaren terkettiği Hocabey köyü ve civarında da rastlanmaktadır.

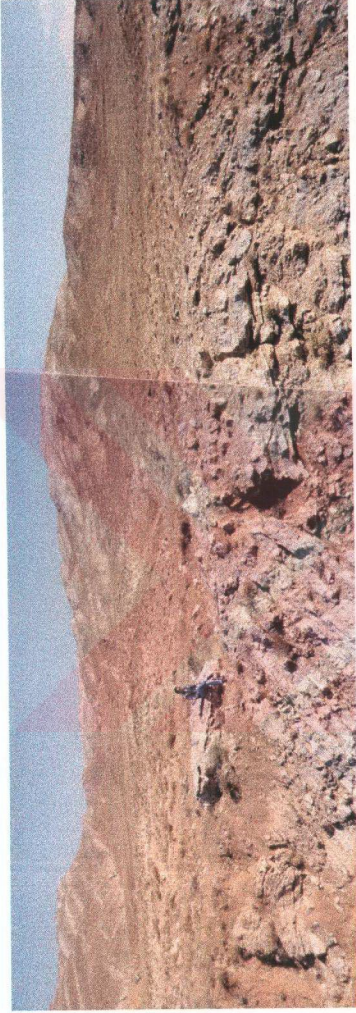
Bunlardan Hocabey köyünün batısında bulunan Şakşak Tepesi' de yüzeyleyen Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait jipsler, Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu Çaybaşı üyesine ait birimler üzerinde tektonik konumludur. Şekil 109' da da görüleceği gibi Çaybaşı üyesi içerisinde de kıvrımlanma ve faylanmalara uğramış ve masif jipsler tarafından üzerlenmiştir.



Şekil 105.a: İnceleme alanının orta kesiminde yüzeyleyen Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonu (Te) içinde gelişen kıvrımlanma ve ters faylanmaların görünümü. b: Bu görünümün taslağı (Karapur Tepe güneyindeki demiryolu yarmasından K' ye doğru bakış)



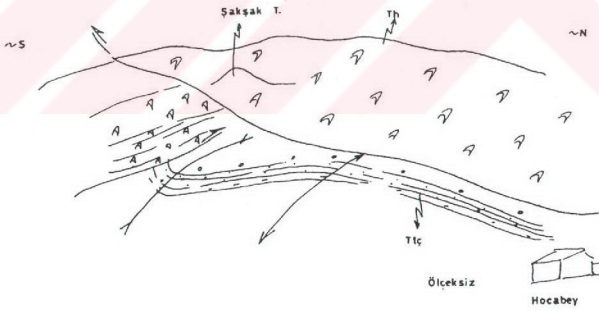
Şekil 106 a: İnceleme alanının orta kesiminde Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonu (Te) içinde gelişen ve demiryolu yarmasında gözlenen kıvrımların görünümü. b: Bu taşılağın görünümü (K' den G' ye doğru bakış)



Şekil 107.a: İnceleme alanının orta kesiminde Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonu (Te) içinde gelişen ve bir demiryolu yarmasında gözlenen devrik kıvrımların ve faylanmaların görünümü (Karapür Tepe güneyindeki demiryolu yarmasından K'ye doğru bakış)



Şekil 108: İnceleme alanının orta kesiminde Üst Oligosen yaşlı Emirhan formasyonu (Te) içinde gelişen ve demiryolu yarmasında gözlenen yatık kıvrımların görünümü (Karapur Tepe güneyindeki demiryolu yarmasından K'ye doğru bakış)



Şekil 109: İnceleme alanının kuzeydoğusunda, Hocabey köyünün batısında yüzeyleyen Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait masif jipslerin Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu (Tt), Çaybaşı üyesine (Ttç) ait birimler üzerindeki tektonik konumu (Kırklar Tepe'den GB'ye doğru bakış)

İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Koyuncu köyü ve civarı güneydoğudan kuzeybatıya doğru gelişen yoğun tektonizmanın etkisi altında gelişen kıvrımlanmalarla karakterize olur. Özellikle köyün hemen kuzeyinde, inceleme alanının ortasından geçen Sivas-Kayseri karayolunun kuzey kesimlerinde yapılan gözlemlerde bu kıvrımlanmalar ortaya çıkarılmıştır. Kıvrım kanatlarının yatay düzlemle yapmış olduğu açılar oldukça büyük olması da ( $60^{\circ}$ - $80^{\circ}$ ) tektonizmanın şiddeti hakkında bilgi vermektedir. Bu kıvrımların yanısıra ana bindirme faylarına paralel olarak gelişen ikincil bindirme faylarının da gelişimi gözlenmektedir.

#### **II.4.2.4. Yukarıdaköy Bindirme Örtüsü**

İnceleme alanının güneydoğu kesiminde, Yukarıdaköy köyünün yaklaşık 1 km doğusunda yer alan Karafakı Tepenin kuzeyinde Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna ait birimler Hafik formasyonuna ait masif jipsler üzerinde tektonik dokanakla yer alır. Karafakı Tepe' den alınan stratigrafik dikme kesitte, tabanda gri-sarımsı renkli nummulitli çakıltaşlarıyla başlayan ve yukarı doğru marl-kireçtaşı ardalanmasıyla devam eden birimin batıya doğru olan sınırı Yukarıdaköy civarında sona ermektedir (Ek 3 ve Şekil 95).

Genel olarak birim içerisinden ölçülen eğim yönleri güneye doğrudur. Karahalılağa Tepe' yi de içerisine alan bindirme örtüsü içerisinde yaklaşık doğu-batı doğrultusunda gelişen bir senklinal eksenini yer almaktadır. Senklinal ekseninin saptanmasında özellikle Karahalılağa Tepe civarında yüzeyleyen ve anahtar seviyeler olarak kullanılan sert dokulu kireçtaşlarında gözlenen eğim yönlerindeki değişiklikler kullanılmıştır.

Yeniapardı Bindirme Örtüsü güneyde Kızılhöyük Tepe civarında sonlanmakta ve üzerine Hafik formasyonuna ait masif jipsler gelmektedir (Şekil 110). Bu dokanağın yakından incelenmesi sonucunda yer yer de olsa Bozbel formasyonuna ait birimlerin üst kesimlerinde sığ denizelden karasal ortama geçişi gösteren jips arakatlı kumtaşları yer almaktadır. Ancak dokanağın genelde

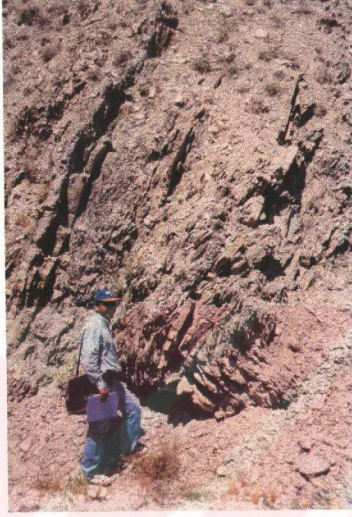


Şekil 110: İnceleme alanının güneydoğusunda, Yukarıadaköy güneyindeki Kızılhöyük Tepe' de Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu (Tb) ile üzerinde tektonik dokanakla yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait birimlerin görünümü (D' dan B' ya doğru bakış)

Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jipsler tarafından üzerlendiği dokanakta gözlenen yoğun kıvrımlanmalara bağlı olarak saptanmıştır.

Kızılhöyük Tepenin kuzeyinde yer alan ve daha sonra güneye doğru inen dokanağın bazı kesimlerinde bu deformasyonun izlerine rastlanmaktadır. Şekil 111' de gözlenen kıvrımlanmalar güneyden kuzeye doğru gelişen deformasyonun varlığına işaret etmektedir. Bu dokanağın bazı kesimlerinde yer yer sığ denizel ortamdan lagüner ortama geçişi gösteren jips arakatlı kumtaşlarının varlığı dikkati çeker. Fakat dokanak genelde gözönünde tutulduğunda güneyde yer alan ve üstte bulunan masif jipslerle temsil edilen birimlerin Bozbel formasyonuna ait birimleri üzerlediği görülür.

a)



b)



Şekil 111.a ve b: İnceleme alanının güneydoğusunda, Yukarıadaköy güneyinde, Kızılhöyük Tepe' de Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait birimler tarafından tektonik olarak üzerlenen Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna (Tb) ait birimler içerisinde gözlenen deformasyonlara işaret eden kıvrımlanmalar

### **II.5. Savcun (Sivas GB' sı) Yöresinde Bindirme Sistemlerinin Kinematığı**

Savcun yöresinde gözlenen bindirme sistemlerinin arazi genelindeki makroskobik ve mezoskobik ölçekteki geometrik özellikleriyle kinematik özellikler bölgede genelde KKB-GGD doğrultusunda bir kompresyonun varlığını ve güneyden kuzeye doğru bir tektonik taşınmanın söz konusu olduğunu göstermektedir. Bu amaçla bölgede bulunan çeşitli istasyonlardan toplanan küçük ölçekli fayların tektonik analizi neticesinde bu durumu kanıtlayan deliller ortaya çıkarılmıştır.

Bindirme gelişimiyle ortaya çıkan fay-atım topluluklarının incelenmesinde diğer yöntemlere oranla grafiksel kinematik analiz yöntemlerinin, dinamik analiz yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği bundan önce yapılan çeşitli çalışmalarda da kabul edilmiştir. (Wotjal, 1986; Wotjal ve Mitra, 1986; Marret ve Allmendinger, 1990; Guezou ve diğ., 1991).

Aşağıda, inceleme alanının çeşitli istasyonlarından alınan fay-atım topluluklarının tam lokasyonları verilmektedir.

#### **II.5.1. Kinematik analizlerde kullanılan fay-atım verilerinin ölçüm lokasyonları**

Savcun yöresinde gelişen fay-atım topluluklarının kinematik özelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla altı ayrı lokasyondan ölçümler derlenmiş ve sayısal analiz yöntemlerinden Carey yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu altı lokasyon inceleme alanı içerisindeki 4 ayrı bindirme örtüsü içine dağılmıştır (Şekil 62).

Çördüklü istasyonu inceleme alanının kuzeybatısındaki Apa köyünün yaklaşık 1 km doğusunda Karapınar Bindirmesinin tabanının gözleendiği Çördüklü Dere içinde yer alır. Apa Bindirme Örtüsü içerisindeki Apa formasyonuna ait birimlerin üst seviyelerindeki kumtaşı ve marnlardan elde edilen bu veriler Çizelge I' de verilmektedir. Bu istasyondan elde edilen ölçümler fay düzlemlerinde gözlenen kayma çizgileri ve kalsit basamaklarından sağlanmıştır (Mercier ve Vergely, 1992).

Çizelge 2: İnceleme alanının kuzeybatısında Apa köyünün yaklaşık 1 km doğusunda yer alan ve daha doğuda Karapınar Bindirmesinin tabanının gözleendiği Çördüklü dere den ölçülen ve Çördüklü istasyonuna ait diyagramın hazırlanmasında kullanılan ölçüm verileri (t: Ters fay)

| No | FAY(Doğ., eğim) | Kayma çiz. (pitch) | Fayın türü | Katman (Doğ., eğim) |
|----|-----------------|--------------------|------------|---------------------|
| 1  | 157°, 59°GB     | 38°KB              | t          | 027°, 32°GD         |
| 2  | 175°, 42°GB     | 59°KD              | t          |                     |
| 3  | 166°, 51°GB     | 46°KB              | t          |                     |
| 4  | 161°, 52°GB     | 55°KB              | t          |                     |
| 5  | 170°, 65°GB     | 21°GD              | t          |                     |
| 6  | 161°, 68°GB     | 58°KB              | t          |                     |
| 7  | 076°, 72°GD     | 50°GB              | t          |                     |
| 8  | 065°, 73°KB     | 76°KB              | t          |                     |
| 9  | 074°, 63°KB     | 73°KB              | t          |                     |
| 10 | 109°, 48°KD     | 67°KB              | t          |                     |
| 11 | 087°, 47°GD     | 77°GB              | t          |                     |
| 12 | 050°, 64°GD     | 70°GD              | t          |                     |
| 13 | 051°, 67°GD     | 83°GD              | t          |                     |

Çaybaşı istasyonu oluşturan veriler, inceleme alanının kuzeyinde yer alan Tatlıcak köyünün yaklaşık 2 km kuzeybatısında bulunan Çaybaşı Tepe' den derlenmiştir (Çizelge 3). Bu veriler çalışma alanında KD-GB doğrultusunda gözlenen Karapınar Bindirme Örtüsü içerisindeki Tatlıcak formasyonu Çaybaşı üyesine ait konglomeratik seviyelerden derlenmiştir. Ölçümlerin yapılmasında fay düzlemlerinde gözlenen kayma çizgileri ve kalsit basamaklarından yararlanılmıştır.

Çizelge 3: İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Tatlıcak köyünün yaklaşık 2 km kuzeybatısında bulunan Çaybaşı tepeden ölçülen ve Çaybaşı istasyonuna ait diyagramın hazırlanmasında kullanılan ölçüm verileri (n:normal fay, t: Ters fay)

| No | FAY(Doğ., eğim) | Kayma çiz. (pitch) | Fayın türü | Katman (Doğ., eğim) |
|----|-----------------|--------------------|------------|---------------------|
| 1  | 028°, 77°KB     | 5°GB               | t          | 083, 25KB           |
| 2  | 045°, 83°KB     | 7°GB               | t          |                     |
| 3  | 019°, 76°GD     | 20°GD              | t          |                     |
| 4  | 098°, 03°KD     | 73°KD              | n          |                     |
| 5  | 065°, 85°GD     | 3°KD               | t          |                     |
| 6  | 044°, 73°GD     | 34°KD              | t          |                     |

Kömürlükoyak istasyonu ise inceleme alanının kuzeyinde Savcun ve Tatlıcak köyleri arasında kuzey-güney doğrultusunda uzanan ve yine Karapınar Bindirme Örtüsü içinde yer alan Tatlıcak formasyonuna ait Höyükli üyesi içerisindeki gri renkli kumtaşı seviyelerinden derlenmiştir (Çizelge 4). Fay düzlemi üzerindeki kalsit basamakları ve kayma çizgileri ölçümlerin yapılmasında kullanılan başlıca kriterlerdir.

Çizelge 4: İnceleme alanının kuzeyinde Savcun ve Tatlıcak köyleri arasında Köürlükoyak Dere' de ölçülen ve Kömürlükoyak istasyonuna ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm verileri (n: normal fay, t: Ters fay)

| No | FAY(Doğ., eğim) | Kayma çiz. (pitch) | Fayın türü | Katman (Doğ., eğim) |
|----|-----------------|--------------------|------------|---------------------|
| 1  | 033°, 64°KB     | 2°KD               | n          | 045, 30KD           |
| 2  | 047°, 70°KB     | 83°KB              | t          |                     |
| 3  | 045°, 89°GD     | 68°GD              | t          |                     |
| 4  | 002°, 54°GD     | 35°KD              | t          |                     |
| 5  | 020°, 75GD      | 50°KD              | t          |                     |
| 6  | 047°, 76KB      | 56°KD              | t          |                     |
| 7  | 018°, 47GD      | 34°KD              | t          |                     |

Eskiapardı istasyonu, inceleme alanının güneybatısında, Eskiapardı köyünün güneyindeki Tatlıcak formasyonu Çaybaşı üyesine ait kumtaşları içerisinde gözlenen faylardan alınan ölçümlerden oluşmuştur. Yeniapardı Bindirme Örtüsü içinde yer alan istasyonun verileri kalsit basamakları ve kayma çizgileri yardımıyla ortaya çıkarılmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5: İnceleme alanının güneybatısında, Eskiapardı köyünün güneyinden elde edilen ve Eskiapardı istasyonuna ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm verileri (I:Ters fay)

| No | FAY(Doğ., eğim) | Kayma çiz. (pitch) | Fayın türü | Katman (Doğ., eğim) |
|----|-----------------|--------------------|------------|---------------------|
| 1  | 057°, 36GD      | 80°GD              | t          | 011, 22GD           |
| 2  | 087°, 72°KB     | 53°KB              | t          |                     |
| 3  | 044°, 48°GD     | 53°GB              | t          |                     |
| 4  | 046°, 69°GD     | 55°GB              | t          |                     |
| 5  | 087°, 79°KB     | 41°GB              | t          |                     |
| 6  | 129°, 20°KD     | 03°KD              | t          |                     |

Hünüğ istasyonu, inceleme alanının orta kesiminden geçen Sivas-Kayseri yolunun Koyuncu köyüyle kesiştiği noktanın yaklaşık 2 km kuzeydoğusunda Hünüğ sırtında açılan yarmadan ölçülen verilerle oluşturulmuştur. Yine Yeniapardı Bindirme Örtüsü içinde yer alan Tatlıcak formasyonuna ait Höyükü üyesi içerisindeki kumtaşlarından derlenen veriler kayma çizgileri ve kalsit basamakları yardımıyla tesbit edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6: inceleme alanının orta kesiminden geçen Sivas-Kayseri yolunun yaklaşık 2 km kuzeydoğusunda Hünüğ sırtında açılan yarmadan elde edilen ve Hünüğ istasyonuna ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm verileri (n:Normal fay, t:Ters fay)

| No | FAY(Doğ., eğim) | Kayma çiz. (pitch) | Fayın türü |
|----|-----------------|--------------------|------------|
| 1  | 120°, 38°KD     | 10°KB              | n          |
| 2  | 130°, 58°KD     | 10°KB              | n          |
| 3  | 125°, 40°KD     | 30°KB              | n          |
| 4  | 100°, 53°KD     | 49°KB              | t          |
| 5  | 140°, 31°KD     | 27°KB              | n          |
| 6  | 040°, 52°KB     | 53°KB              | t          |
| 7  | 130°, 42°KD     | 24°KB              | n          |

Kayalı istasyonu ise Yukarıadaköy Bindirme Örtüsü içerisindeki Bozbel formasyonuna ait kumtaşı ve kireçtaşlarından derlenmiş olup inceleme alanının güneyindeki Kavlak köyünün yaklaşık 1 km doğusunda bulunan Kayalı Sırtından adını almıştır. Ölçümler, fay düzlemleri üzerinde yer alan kalsit basamakları ve kayma çizgilerinden yararlanılarak elde edilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7: İnceleme alanının güneyindeki Kavlak köyünün yaklaşık 1 km doğusunda bulunan Kayalı Sırtından elde edilen ve kayalı istasyonuna ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm veriler (n:Normal fay, t: Ters fay)

| No | FAY(Doğ., eğim) | Kayma çiz. (pitch) | Fayın türü |
|----|-----------------|--------------------|------------|
| 1  | 003°, 37°GD     | 15°KD              | n          |
| 2  | 122°, 74°GB     | 29°KB              | t          |
| 3  | 158°, 87°GB     | 29°KB              | t          |
| 4  | 004°, 36°GD     | 16°KD              | n          |
| 5  | 111°, 76°GB     | 24°KB              | n          |
| 6  | 167°, 83°GB     | 31°KB              | t          |

#### II.5.2. Fay atım topluluklarının analizi

Savcun yöresindeki altı ayrı istasyondan derlenen fay-atım verileri, yapısal analiz yöntemlerinden Carey yöntemiyle incelenmiştir. Buna göre her bir istasyondan alınan verilerin değerlendirilmesi ve yorumlanması sırasıyla şu şekilde dir:

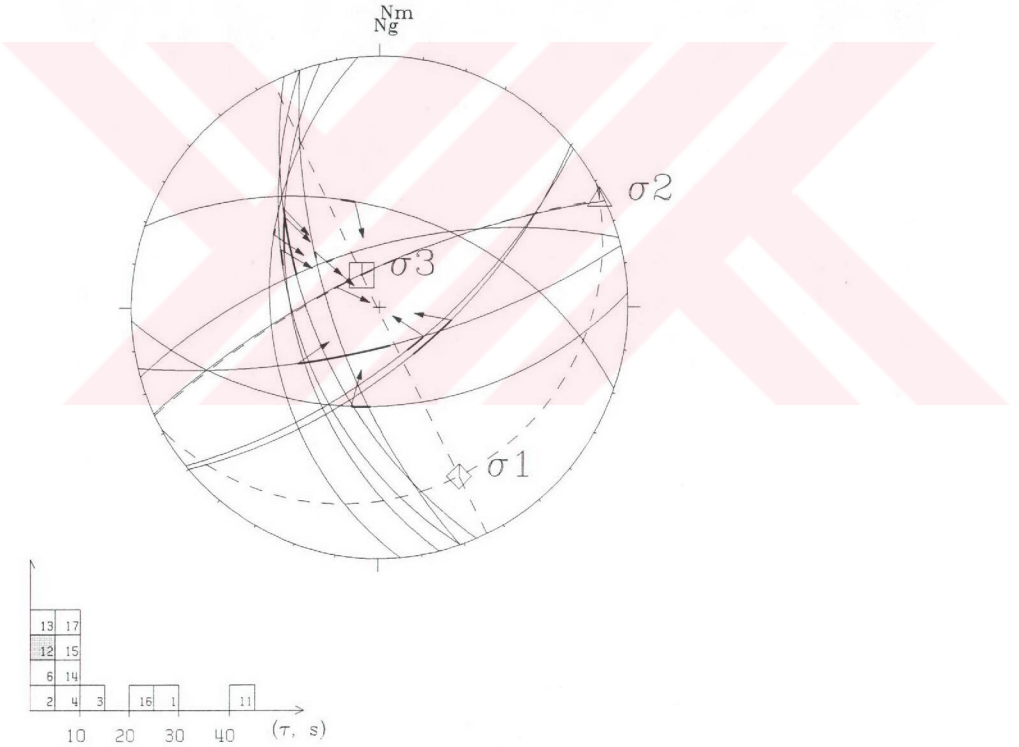
İnceleme alanının kuzeybatısında yer alan Çördüklü istasyonuna ait verilerin Carey yöntemiyle analizi sonucunda ortaya çıkan stereografik izdüşüm (Wulff ağı alt yarı küre) ve ( $\tau, s$ ) diyagramı Şekil 112' de toplu olarak gösterilmiştir. En büyük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_1$ ) durumu (155,17), ortaç asal gerilme ekseninin ( $\sigma_2$ ) durumu (64, 1) ve en küçük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_3$ ) durumu (331, 73) olarak hesaplanmıştır. R oranı ise 0.241' dir. Bu sonuçlara göre en büyük ve ortaç asal gerilme eksenleri yataya yaklaşık durumda olup en küçük asal gerilme eksenini ise yaklaşık olarak düşeydir. Sonuç olarak istasyondan alınan ölçümlerden bindirme faylanmasının 155 doğrultusunda etkin olduğunu söylemek mümkündür. Doğrultu atım bileşeni ihmal edilebilir niteliktedir.

Çaybaşı istasyonundan alınan verilerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda, en büyük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_1$ ) durumu (118, 13), ortaç asal gerilme eksenini ( $\sigma_2$ ) ise (354, 67) olarak hesaplanmıştır (Şekil 113). En küçük asal

gerilme eksenini ise ( $\sigma_3$ ) (212, 18) durumudur. Ortaç asal gerilme ekseninin düşeye yaklaşık olduğu açıkça gözlenen bu istasyonda R oranı 0.223' dir. KD-GB doğrultulu ve sol yönlü bir doğrultu atım bileşeninin varlığı dikkati çekmekte olup en büyük asal gerilme eksenini olan ( $\sigma_1$ ) yaklaşık olarak (118, 13) yönünde gözlenmiştir. Bu da yaklaşık olarak KB-GD yönünde gelişmiş olan bir kompresyonun varlığını göstermektedir.

rdkl

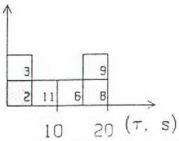
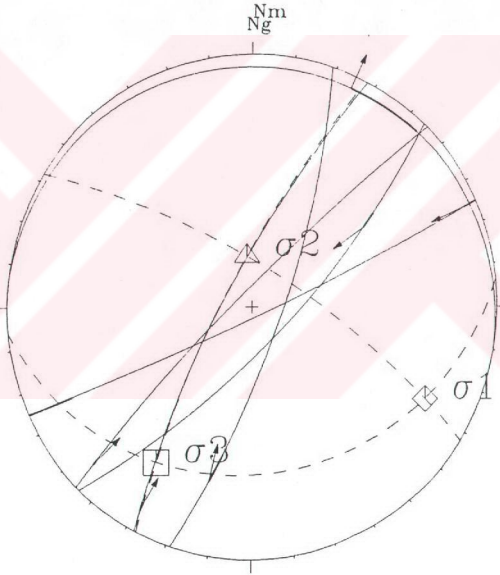
Rapport R 0.241

 $\sigma_1$  155. 17. -0.61 $\sigma_2$  64. 1. -0.25 $\sigma_3$  331. 73. 0.86

Şekil 112: Çördüklü istasyonuna ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yanküre)

aybas

Rapport R 0.223

 $\sigma_1$  118. 13. -0.71 $\sigma_2$  354. 67. -0.32 $\sigma_3$  212. 18. 1.03

Şekil 113: Çaybaşı istasyonuna ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre)

İnceleme alanının kuzey kesimine yakın bir istasyon olan Kömürlükoyak istasyonundan alınan verilerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda en büyük asal gerilme eksenini olan  $\sigma_1$ ' in olan (44,7), ortaç gerilme ekseninin ( $\sigma_2$ ) ise (136, 11) yönünde geliştiği gözlenmektedir (Şekil 114). En küçük asal gerilme eksenini olan  $\sigma_3$  ise (281, 77) yönünde bulunmaktadır. En büyük ve ortaç asal gerilme eksenlerinin yaklaşık olarak yataya daha yakın olarak bulundukları istasyonda R oranı 0.830 olup 44,7 yönünde KD-GB yönlü bir kompresyonun varlığı ortaya çıkarılmış olup bölge için yersel olarak değerlendirilmesi gerekir.

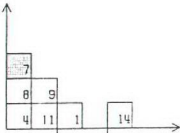
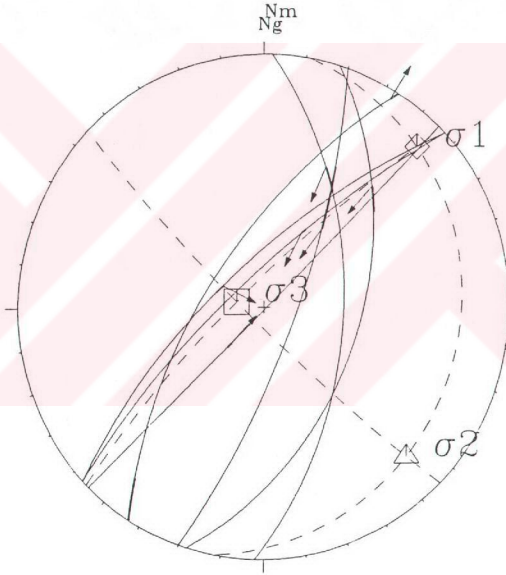
Eskiapardı istasyonundan alınan verilerin Carey yöntemiyle analiz edilmesi sonucunda en büyük asal gerilme eksenini olan  $\sigma_1$ ' in (326, 11), ortaç gerilme eksenini olan  $\sigma_2$ ' nin ise (57, 7) yönünde gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 115). En küçük asal gerilme eksenini olan  $\sigma_3$ '  n ise 180, 76 durumlu olduğu bu istasyonda R oranı 0.813 olup  $\sigma_1$  ve  $\sigma_3$ '  n yaklaşık olarak yatay olduğu düşünüldüğünde 326, 11 değerli olan ve KB-GD yönüne karşılık gelen bir sıkıştırmanın varlığı ortaya çıkar.

İnceleme alanının güney kesimine yakın olan H n ğ istasyonunda alınan verilerin Carey yöntemiyle analiz edilmesiyle en büyük, ortaç ve en küçük asal gerilme eksenlerinin düşey eksene hemen hemen aynı uzaklıkta bulunması nedeniyle verev atımlı bir faylanamanın egemen olduğu ortaya çıkarılmıştır. En büyük asal gerilme eksenini olan  $\sigma_1$ ' in 328, 27, ortaç asal gerilme ekseninin ( $\sigma_2$ ) ise 221, 30 durumlu olduğu istasyonda R oranı ise 0.927' dir (Şekil 116). Bu veriler sonucunda H n ğ istasyonundan alınan verilerin 328, 27 doğrultusunda ve KB-GD yönünde bir sıkıştırmanın geliştiğini vermektedir.

İnceleme alanının en güney kesiminde bulunan Kayalı istasyonundan alınan fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle analiz edilmesi sonucunda ise, en büyük ve en küçük asal gerilme eksenlerinin yaklaşık olarak yataya yakın olduğu saptanmıştır. Ortaç asal gerilme ekseninin ise düşeye yakın olduğu gözlenmekte ve bu da bölgede bindirme faylanmasıyla ilişkili olarak gelişen doğrultu atımlı faylanmanın varlığına işaret etmektedir (Şekil 117). Analiz sonucunda Kayalı istasyonundan alınan verilerden en büyük asal

berke

Rapport R 0.830

 $\sigma_1$  44. 7. -0.98 $\sigma_2$  136. 11. 0.35 $\sigma_3$  281. 77. 0.63

Şekil 14: Kömürlükoyak istasyonuna ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre)

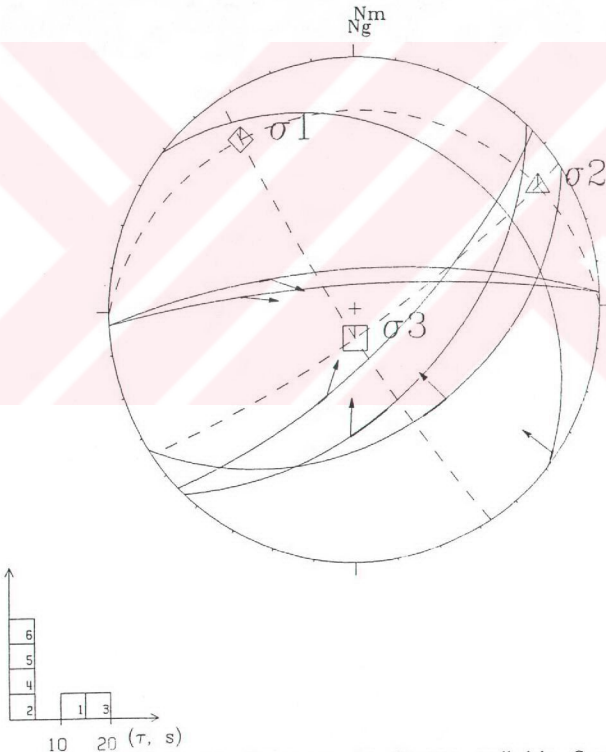
eski

Rapport R 0.813

$\sigma_1$  326. 11. -0.96

$\sigma_2$  57. 7. 0.33

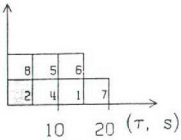
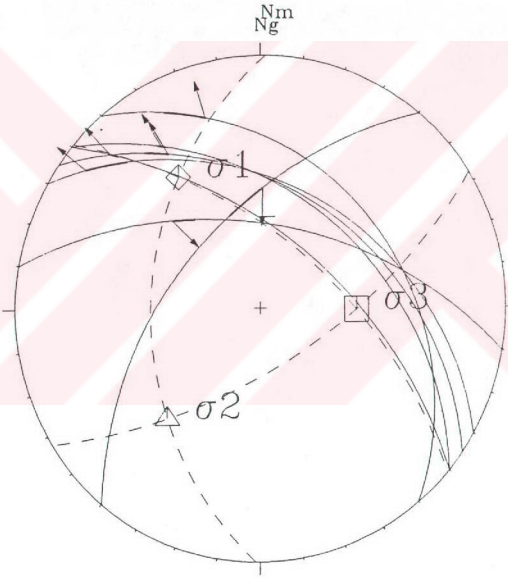
$\sigma_3$  180. 76. 0.63



Şekil 115 : Eskiapardı istasyonuna ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre)

hn'

Rapport R 0.927

 $\sigma_1$  328. 27. -1.08 $\sigma_2$  221. 30. 0.48 $\sigma_3$  91. 47. 0.60

Şekil 116 : Hünüş istasyonuna ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre)

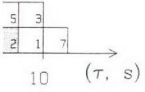
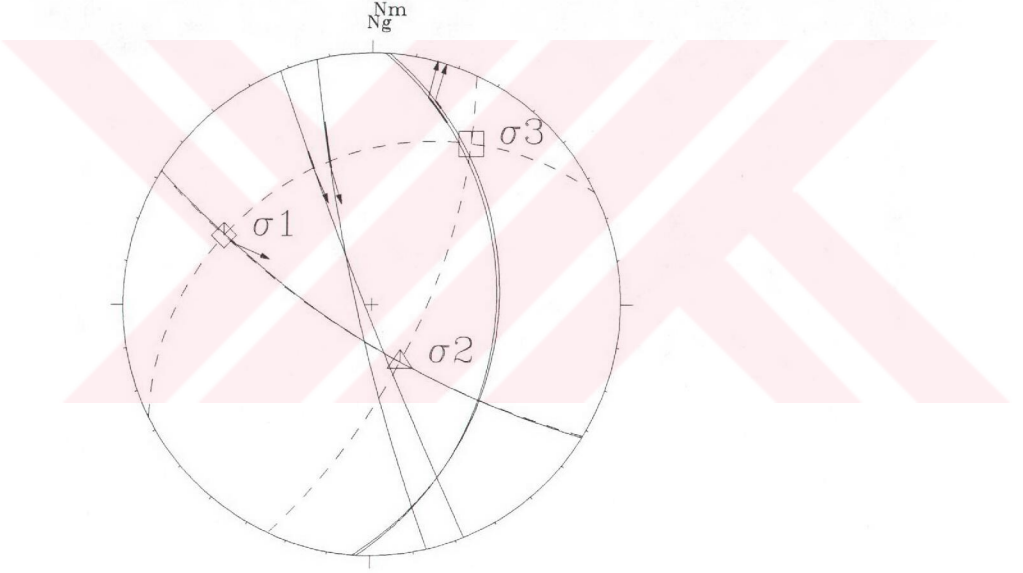
kayal

Rapport R 0.018

$\sigma_1$  295. 23. -0.53

$\sigma_2$  153. 61. -0.50

$\sigma_3$  32. 16. 1.02



Şekil 117: Kayalı istasyonuna ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre)

gerilme ekseninin ( $\sigma_1$ ) 295,23 doğrultulu olduğu ve KB-GD yönlü bir sıkıştırmanın varlığı anlaşılmaktadır.

İnceleme alanında ayrıca değişik doğrultularda gelişen sağ ve sol yanallı fay sistemleri gözlenmektedir. Bindirme gelişiminin KKD-GGB doğrultusunda gözlendiği bölgede doğrultu atımlı fayların genelde bindirme gelişimine göre verrev olarak gözlenmiştir ve bu gelişimler de bölgede bindirmeyeyle ilişkili lateral hareketlerin varlığını kanıtlamaktadır.

Genellikle Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait masif jips tabakalarını dik ve dike yakın düzlemler boyunca kesen faylara ait düzlemlerde aşınımından dolayı fay belirleme kriterleri gözlenememiştir. Ancak fayların harita üzerinde diğer birimlerin birbirleriyle olan ilişkileri gözönüne alındığında doğrultu atımlı faylara karşı geldiği ortaya çıkarılmıştır.

İnceleme alanında doğrultu atımlı faylara verilebilecek en önemli örnek Savcun köyü doğusunda izlenen Savcun fayı olup bu faya ait gözlemler aşağıda verilmiştir.

**Savcun Fayı:** İnceleme alanının kuzeydoğusunda Oligosen yaşlı Hafik formasyonu ve Alt Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonu, Savcun üyesi içerisinde gelişen bu doğrultu atımlı fay K 60° D doğrultusunda gelişmiş olup Hafik formasyonuna ait masif jipsler de yaklaşık olarak 1 km' lik atıma neden olmuştur. İnceleme alanının dışına doğru KB yönünde devam eden Savcun fayı güneydoğuda Tatlıcak formasyonuna ait Çaybaşı üyesine ait birimleri kesmekte ve yine masif jipsler içerisinde sonlanmaktadır.

**BÖLÜM III**

**SAVCUN VE KARACAÖREN (SİVAS) YÖRELERİNİN JEOLJİK  
AÇIDAN SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMLERİYLE  
İNCELENMESİ**

### III.1.GİRİŞ

Uzaktan algılama yaklaşık olarak son 30 yılda ortaya çıkan bir yöntem olup ülkemizde de yavaş yavaş yer bilimcilerin dikkatini çeken ve gelişen bir konumdur.

Sivas Havzası'nın yaklaşık olarak güneyinde yer alan inceleme alanında bu yöntemi kullanarak yapılmış bir çalışma olarak Kavak ve diğ. (1997) örnek verilebilir. Yazarlar bu çalışmalarında çalıştıkları bölgenin tektonostratigrafik özelliklerini ortaya koymuşlar ve inceleme alanına ait uydu görüntüleriyle arazi verilerinin denetmişlerdir.

Bu doktora tezinin ikinci bölümünün amacını, bölgenin uzaktan algılama (remote sensing) yöntemleriyle elde edilmiş olan görüntülerinden (image, imagery) jeolojik amaçlı olarak kazanılması hedeflenen özelliklerin sayısal görüntü işlemleri (digital image processing methods) yardımıyla ortaya çıkarılması oluşturmaktadır. Bu nedenden dolayı doktora tezine bir temel oluşturmak amacıyla hazırlanması zorunlu olan iki doktora semineri; uzaktan algılamanın temel kavramları ve sayısal görüntü işlemleri konularında hazırlanıp sunulmuştur (Kavak 1995, 1997a).

Tezin ikinci bölümüne geçmeden önce bu kavramları kısa bir şekilde özetlemekte yarar vardır. Bu amaçla bu kısımda uzaktan algılama ve sayısal görüntü işlemleri hakkında ayrı başlıklar halinde hazırlayıcı bilgiler verilecektir.

#### III.1.1. Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama (remote sensing) ve sayısal görüntü işlemleri (digital image processing methods) kavramları son 25-30 yıl içerisinde jeolojinin de içine dahil edilebileceği birçok bilim dalında (örn. çevre, şehir ve bölge planlama, ormancılık, hidroloji, tarım, haritalama, arazi kullanım haritaları, sayısal arazi modellemesi ve risk değerlendirmeleri kapsamında düşünebileceğimiz büyük çaptaki orman yangınları, seller ve volkanik patlamaların izlenmesi) halen kullanılmakta olup gelişen teknoloji sayesinde pozitif yönde hızla ilerlemektedir.

Uzaktan algılamayı; elektromanyetik spektrumun morötesi ışınları ile mikrodalga ışınları arasındaki bölümünden yararlanarak bir cisim, bir arazi yapısı

veya doğal bir olayın fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında, arada herhangi bir fiziksel bağlantı olmaksızın, çeşitli algılayıcı sistemler tarafından toplanan veriler yardımı ile uzaktan bilgi edinme sanatı, yöntemi ya da bilimi olarak tanımlamak mümkündür.

Uzaktan algılama tekniğinin gelişimiyle beraber bu tekniğin jeolojide birçok kullanım alanı ortaya çıkmıştır. İncelenen alanın jeomorfolojik durumu, litolojik yapılar, tabakalar, eklem ve kırık sistemleri, fay ve ana kırık zonlarının ve litolojik birimlerin dağılımının sistemli bir şekilde birbirleriyle olan ilişkilerinin incelenmesi gibi uygulamaların yanında maden ve petrol aramalarında da uygulamaları bulunmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte bu analizler uzaktan algılayıcı gereçler adını verdiğimiz optik-elektronik aletler yardımıyla yapılmaya başlanmıştır.

### **III.1.2. Sayısal Görüntü İşlemleri**

Sayısal Görüntü İşleme (SGİ; Digital Image Processing) bilgisayar yardımıyla sayısal görüntülerin işlenmesi ve yorumlanması anlamına gelmektedir. Bu teknik, içinde tıp, kriminoloji (suç bilimi) ve askeri haber alma alanlarında kullanıldığı gibi uzaktan algılamada da jeolojik amaçlı olarak kullanılmaktadır.

Sayısal görüntü işlemlerinin temel fikri oldukça basittir. Bu tekniğin temelini görüntüyü oluşturan herhangi bir pikselin bilgisayarda desteklenmesi oluşturmaktadır. Bilgisayar, bu verileri bir eşitlik veya eşitlikler serisinde etkilemeyi ve sonra da her piksel için hesaplama sonuçlarını saklamak için programlanmıştır. Bu sonuçlar resim formatında kaydedilen ve gösterilebilen veya ek programlarla kendi kendine işlenebilen yeni bir sayısal görüntüyü oluşturur. Topoğrafik yükseltiler, gravitasyonel ve manyetik potansiyel veriler ve jeokimyasal veriler gibi elektromanyetik olmayan veriler de, özel bilgisayar programlarıyla sayısal veri dosyalarına dönüştürülebilirler.

SGİ'nin belkide en önemli uygulama alanlarından biri de özellikle uydu görüntülerinin analizinde kullanılmasıdır. Tezin bu bölümünde inceleme alanının da içinde bulunduğu Landsat MSS ve SPOT görüntülerinin teknik özellikleri hakkında bilgiler verilip jeolojik açıdan yapılabilecek sayısal görüntü işlemlerine örnekler

verilecektir.

## **III.2. Materyal ve Metod**

### **III.2.1. Landsat MSS ve SPOT görüntülerinin teknik özellikleri**

Uzaktan algılamanın uzaydan jeolojik bilgi toplanması yanında değişik amaçlı çalışmalara uygun olarak dizayn edilen Landsat ve SPOT uydu sistemlerinden ilki olan Landsat serisi uydular Temmuz 1972' de fırlatılan ERTS-1 adlı uyduyla bu çalışmalara başlamıştır. Halen Landsat-5' in veri göndermeye devam ettiği program kapsamında 1998 ortasında fırlatılması düşünülen Landsat-7 uydusu devreye girecektir (Remote Sensing in Canada, Ekim 1997 sayısı).

SPOT programına dahil olan ilk uydu SPOT-1 Şubat 1986' da fırlatılmış olup şu an için SPOT-3 devrede bulunmaktadır. Bu program kapsamında Mart 1998' de SPOT-4 uydusunun fırlatılması planlanmaktadır (Remote Sensing in Canada, Ekim 1997 sayısı).

İnceleme alanının içinde yer aldığı Landsat MSS ve SPOT XS görüntülerinin teknik özellikleri karşılaştırmalı olarak Çizelge 8' de verilmiştir.

Bunlardan Landsat MSS (4,2,1) görüntüsü, Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) Uzaktan Algılama Laboratuvarı' ndan sağlanmıştır. Görüntünün geometrik düzeltilmesi öncesindeki rezolüsyonu 78 m olup düzeltim sonrasında bu rezolüsyon 50 m olarak belirlenmiştir. Harita koordinat sistemlerinden UTM (Universal Transverse Mercator) koordinat sistemine göre düzeltilen görüntünün alınış tarihi 24 Haziran 1989' dur.

SPOT XS (118/271) görüntüsü ise Paris-Sud Üniversitesi Phototeque Laboratuvarı' ndan sağlanmış olup alınış tarihi 15.08.1996' dır.

Sözü edilen bu görüntüler bir tür sayısal veri saklama ortamı olan DDS (Digital Data Storage) ortamında yer almaktadır.

Çizelge 8: İnceleme alanının da içinde yer aldığı Landsat MSS ve SPOT XS görüntülerinin karşılaştırmalı teknik özellikleri

| <u>Görüntü tipi</u>     | <u>Alınış tarihi</u> | <u>Spektral Bant Aralığı</u>  | <u>Rezolüsyon</u> | <u>Kapsadığı alan</u> |
|-------------------------|----------------------|---|-------------------|-----------------------|
| Landsat MSS<br>(174/33) | 24.06.1989           | 0.5-0.6 µm (1.bant)<br>0.6-0.7 µm (2.bant)<br>0.8-1.1 µm (4.bant)           | 78 m (50 m)       | 185x170 km            |
| SPOT XS<br>KJ (118/271) | 15.08.1986           | 0.50-0.59 µm (yeşil)<br>0.61-0.69 µm (kırmızı)<br>0.79-0.89 µm (kızılötesi) | 20 m              | 60x60 km              |

### III.2.2. Landsat MSS ve SPOT görüntülerinin kapsadığı alan

Landsat MSS (174/33) numaralı görüntü kuzeyde Sivas ilinin bir kısmını içerisine almakta olup doğuda Malatya, güneyde Afşin-Elbistan ve batıda Pınarbaşı yerleşim merkezleriyle sınırlanmaktadır (Şekil 118).

İnceleme alanının da içinde bulunduğu bu görüntülerden Landsat MSS görüntüsü yaklaşık olarak 185x170 km'lik bir alanı kapsamakta olup Şekil 119' da görülmektedir.

SPOT XS (118/271) görüntüsü ise, inceleme alanının bir kısmını ve Ulaş, Kangal ilçeleriyle birlikte Deliktaş köyünü de içine almaktadır (Şekil 120).

Yukarıda ifade edilen SPOT görüntüsünün kapsadığı tüm alan Şekil 121' de görülmektedir.

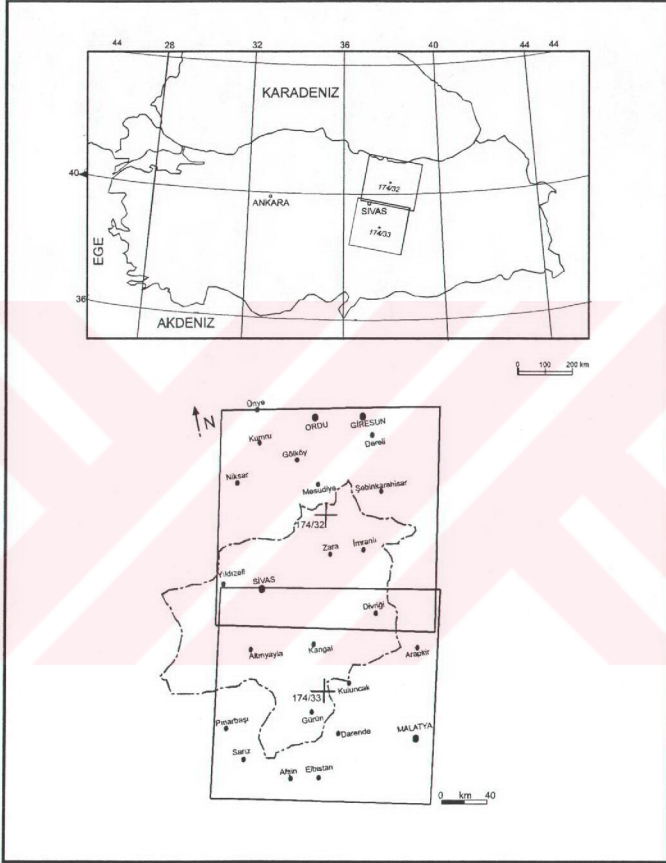
### III.2.3. İnceleme alanına ait görüntülerin sayısal görüntü işlemleriyle incelenmesi

Tezin bu bölümünde; elde var olan Landsat MSS ve SPOT XS görüntülerine Adobe Photoshop 4.0 programı kullanılarak sayısal görüntü

işlemlerinden kenar zenginleştirme (edge enhancement), yönlü zenginleştirme (directional gradient enhancement), eşit yayımlı histogram (histogram equalized stretching) ve ortalama filtreleme (median filtering) işlemleri uygulanmıştır.

Bu işlemlerin amacını kısaca şu şekilde özetlemek gerekirse; ilk üç zenginleştirme tekniği de bir görüntüde farklı tonlarla ifade edilen bölgeler arasındaki kontrastı arttırmak için uygulanmaktadır. Bunun sonucunda, özellikle jeolojik amaçlı çalışmalarda incelenen yeryüzü parçası üzerinde gözlenen litolojik sınırların birbirinden ayırt edilmesinin çok daha kolay hale getirilmesi yanında bölgede gözlenen büyük çizgiselliklerin de ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır.

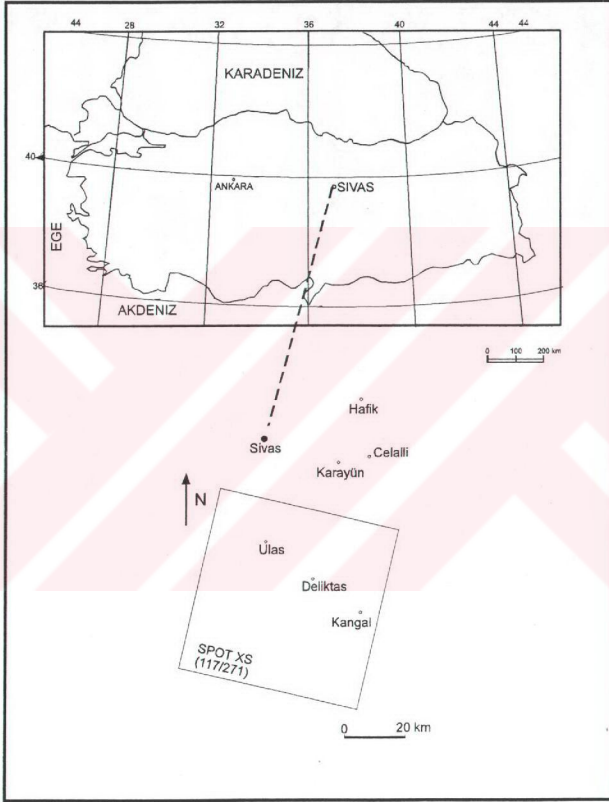
Özellikle arazide yapılan jeolojik haritalama işleminin kontrol edilmesi bu zenginleştirme teknikleriyle çok daha kolay bir şekilde yapılabilmektedir.



Şekil 118: İnceleme alanının da içinde yer aldığı Landsat MSS (174/33) görüntüsünün Türkiye ve Sivas ölçeğinde kapsadığı alanı gösteren yer buldurma haritası (S: Savcun, K: Karacaören)



Şekil 119: İnceleme alanını oluşturan Savcın (S) ve Karacören (K) yörelerinin Landsat MSS (174/33) tam çerçeve görüntüsü içerisindeki konumu



Şekil 120: İnceleme alanının da içinde yer aldığı SPOT XS (118/271) görüntüsünün Türkiye ve Sivas ölçeğinde kapsadığı alanı gösteren yer buldurma haritası (S: Savcun, K: Karacaören)



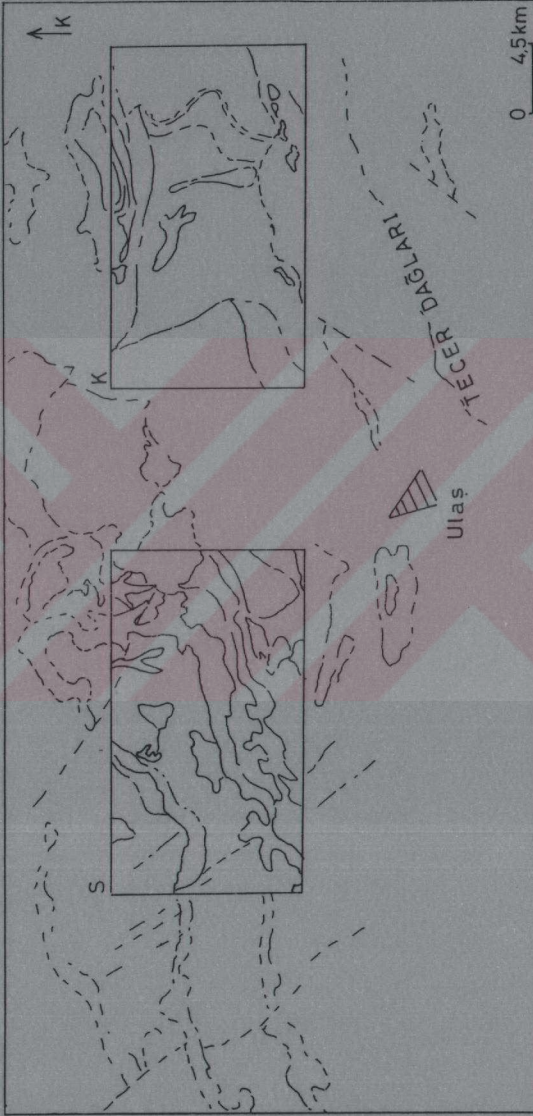
Şekil 121 : İnceleme alanını oluşturan Sıvacın (S) ve Karacaören (K) yörelerinin SPOT XS (118/271) tam çerçeve görüntüsü içerisindeki konumu

Bu tez çalışmasında incelenen iki ayrı bölge olan Savcun ve Karacaören yörelerinin; Landsat MSS ve SPOT XS görüntüleri üzerindeki görünümü Şekil 122.A ve 123.A' da görülmektedir.

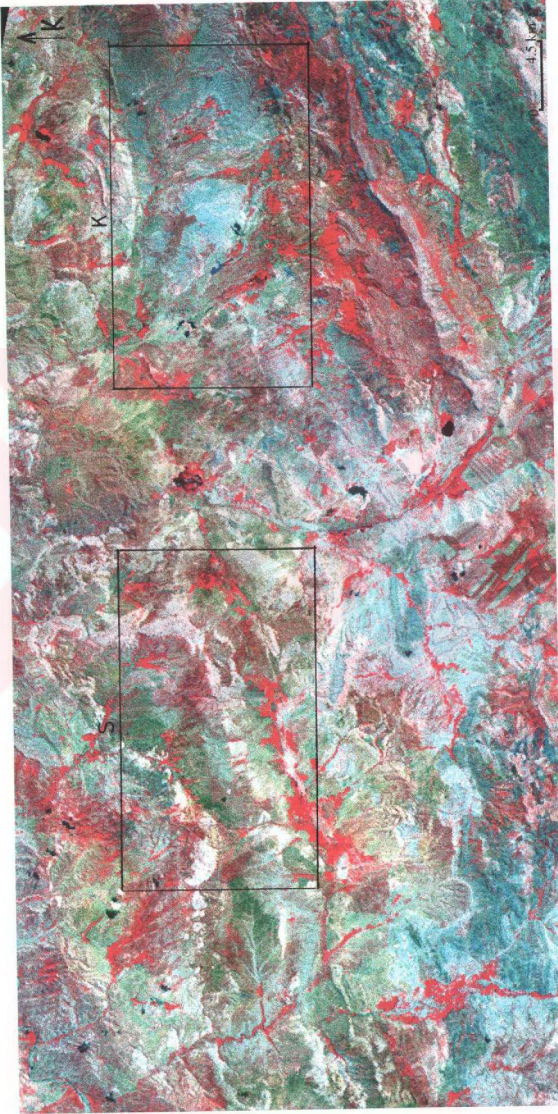
Tezin bundan sonraki bölümlerinde görüntülerin bileşenleri ile bu 4 ayrı sayısal görüntü işlem tekniği hem Landsat MSS hem de SPOT XS görüntülerine ayrı ayrı uygulanacak ve yorumlanacaktır.

#### **III.2.3.1. Landsat MSS (177/33) görüntüsü**

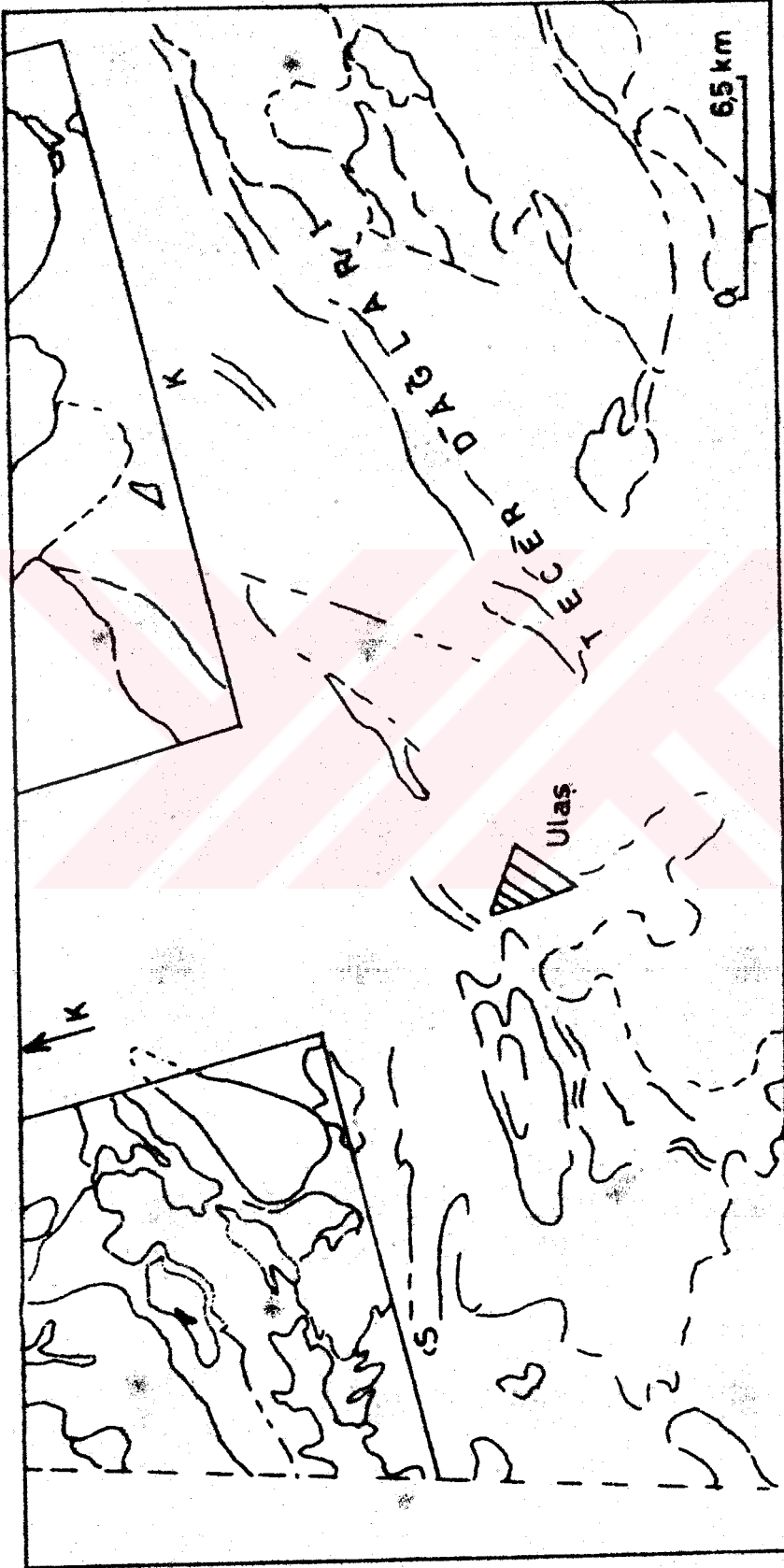
Sayısal görüntü işlemlerinin mantığı gözönüne alındığında; inceleme alanının içinde yer aldığı 177/33 (Yörünge/Satır No) numaralı Landsat MSS görüntüsü, elektromanyetik radyasyonun sırasıyla kırmızı, yeşil ve mavi bölgelerine duyarlı olan üç ayrı kanalından (4,2,1) alınmış görüntülerin piksel (resim elemanı) değerlerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş bir (RGB;kırmızı-yeşil-mavi) görüntüdür (Şekil 122.B).



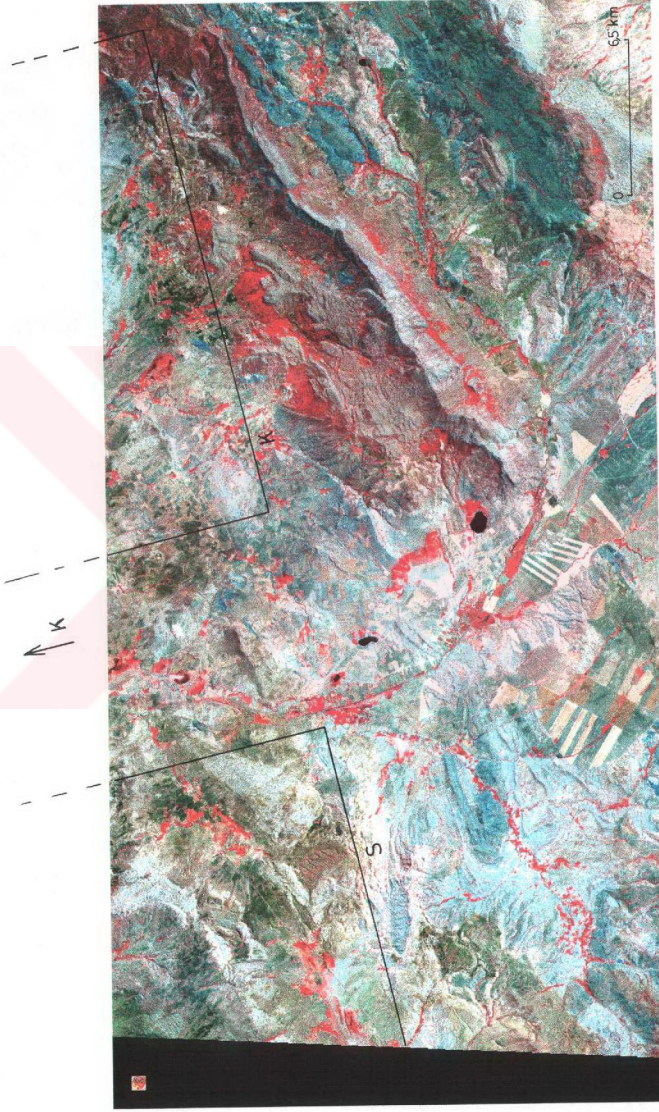
Şekil 122.A: İnceleme alanının oluşuran Savcun (S) ve Karacaören (K) yörelerinin yaklaşılmış Landsat MSS (174/33) görüntüsü üzerinde çizilen yaklaşık litolojik sınırların görünümü



Şekil 122.B: İnceleme alanının oluşturulan Savcun (S) ve Karacaören (K) yörelerinin yakınlştırılmış Landsat MSS (174/33) görüntüsü üzerindeki konumu



Şekil 129.A: İnceleme alanının oluşturan Savcun (S) ve Karacaören (K) yörelerinin yakınlıklarının SPOT XS (110/271) görüntüsü üzerinde çizilen yaklaşık litolojik sınırların görünümü



Şekil 123. B. İnceleme alanının oluşturan Savaşun (S) ve Karacaören (K) yörelerinin yakınlaştırılmış SPOT XS (118/271) görüntüsü üzerindeki konumu

Kırmızı, yeşil ve mavi kanallardan alınan görünümle sırasıyla Şekil 124, 125 ve 126' da ayrı ayrı görülmektedir. Bu şekiller dikkatli olarak incelendiğinde her üçünün de birbirlerinden farklı olduğu anlaşılır. Bunun sebebi ise elektromanyetik radyasyonun farklı bölgelerine karşılık gelen bant aralıklarının farklı yeryüzü elemanlarıyla etkileşimi sonucunda ortaya çıkan durumlardan kaynaklanmaktadır.

### III.2.3.1.A Kenar zenginleştirilmesi (edge enhancement)

Bu bölümde, incelenen bölgenin Landsat MSS görüntüsüne kenar zenginleştirilmesi adı verilen işlem iki ayrı derecede uygulanmıştır. Bu işlemin görüntüler üzerindeki asıl amacı görüntüde farklı tonlarla ifade edilen bölgeler arasındaki kontrastı artırarak daha iyi bir görünüm elde etmektir.

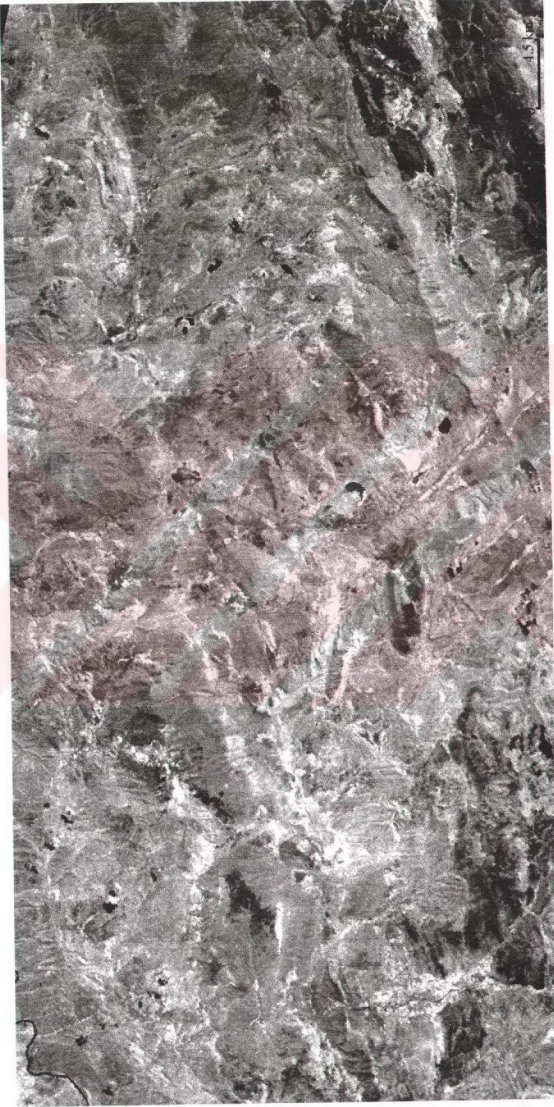
Şekil 127' de da görüldüğü üzere orjinal Landsat MSS görüntüsüne (Şekil 122.B) göre rezolüsyon (ayırma gücü) açısından daha iyi durumdadır.

Şekil 122.A' da ise inceleme alanına ait Landsat MSS görüntüsünden yararlanarak çizilen litolojik sınırlar ve çizgisellikler yer almaktadır. Bu şekil, her iki bölgenin jeolojik haritasıyla karşılaştırıldığında arazide hazırlanan jeolojik haritayla uyduğu görülmektedir.

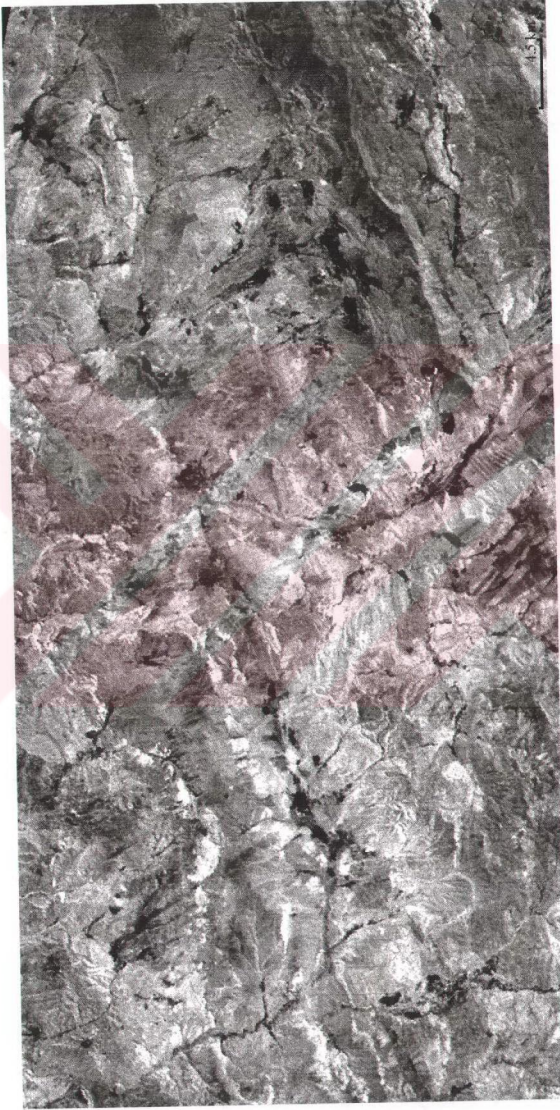
Görüntü üzerinde de izlenebildiği gibi, bölgede yüzeyleyen kaya birimlerinin sınırları bu zenginleştirme ile birlikte çok daha iyi bir şekilde ayırtılabilmektedir. Orjinal görüntü üzerinde birbirine yakın tonlardaki renklerin ayırt edilmesi daha güç görünmekle birlikte zenginleştirme sonrasında bu sorunun kısmen de olsa ortadan kalktığını söylemek mümkündür.

Özellikle inceleme alanının güneydoğusunda yaklaşık olarak KD-GB doğrultusunda uzanan Tecer Dağları kırmızımsı kahverengi tonunda daha rahat bir şekilde izlenebilmektedir.

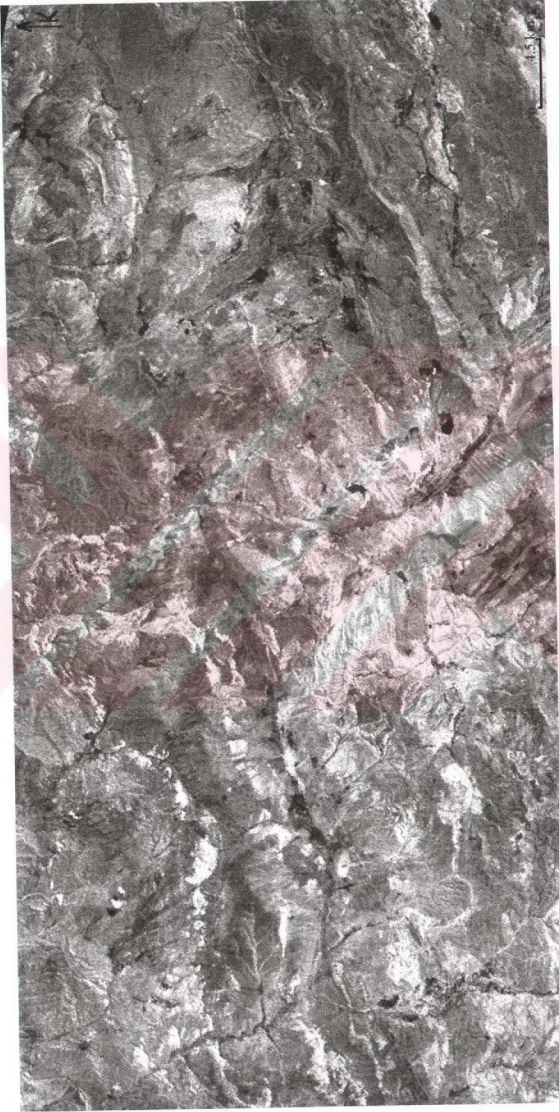
Sonuç olarak kenar zenginleştirilmesi görüntü üzerinde litolojik amaçlı olarak bakıldığında görüntü kalitesinin yükselmesine sebep olmuş ve bölgede yüzeyleyen birimlerin sınırlarını birbirinden daha iyi ayırt edilmesiyle birlikte



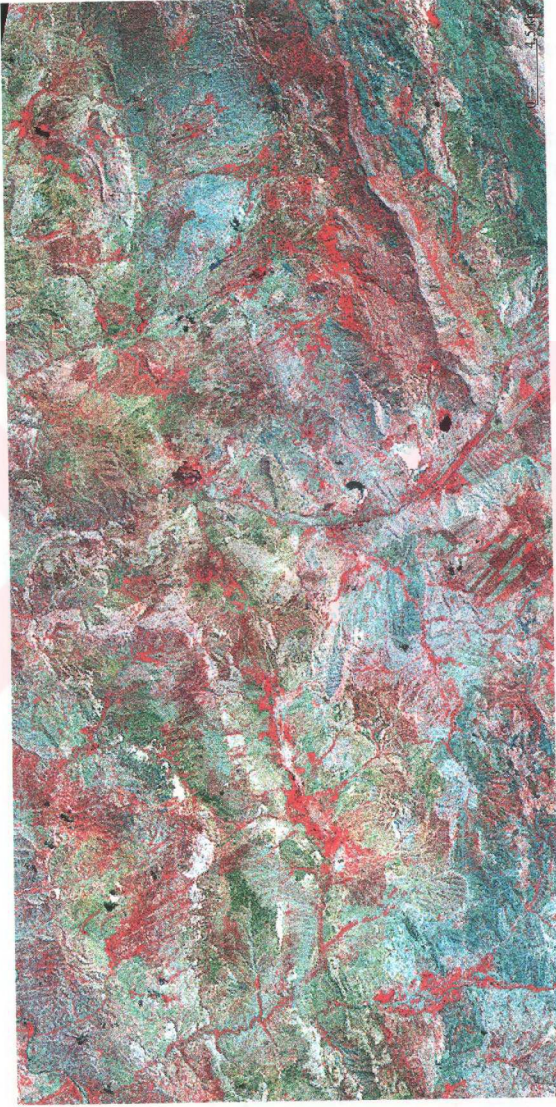
Şekil 124 : Landsat MSS (174/33) görüntüsünü oluşturan yakın kızılötesi (0.80-1.1µm) dalga boyundaki kanalın görünümü



Şekil 125: Landsat MSS (174/33) görüntüsünü oluşturan yeşil (0.6-0.7  $\mu\text{m}$ ) dalga boyundaki kanalın görünümü



Şekil 126: Landsat MSS (174/33) görüntüsünü oluşturan mavi (0.5-0.6  $\mu\text{m}$ ) dalga boyundaki kanalın görünümü



Şekil 127: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne kenar zenginleştirilmesi (edge enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görüntü

birbirine yakın renk tonları arasındaki farklılıklar gözle ayırt edilebilecek duruma getirilmiştir.

Aynı görüntüye ikinci aşamada daha ileri derecede bir kenar zenginleştirme işlemi uygulandığında ortaya çıkan durum Şekil 128' de görülmektedir. Fakat beklenenin tersine Şekil 127' deki görüntü kalitesi bu durumda biraz bozulmakta ve renk tonu farklılıkları arasındaki ayırım daha da güçleşmektedir.

Bu şekilden de anlaşılacağı gibi, Landsat MSS görüntülerine daha ileri safhalarda uygulanacak kenar zenginleştirme teknikleri görüntünün beklenenden daha kötü bir görünüm sunmasına da yol açabilmektedir. Bunun bir nedenini de rezolüsyonun düşük olmasıdır.

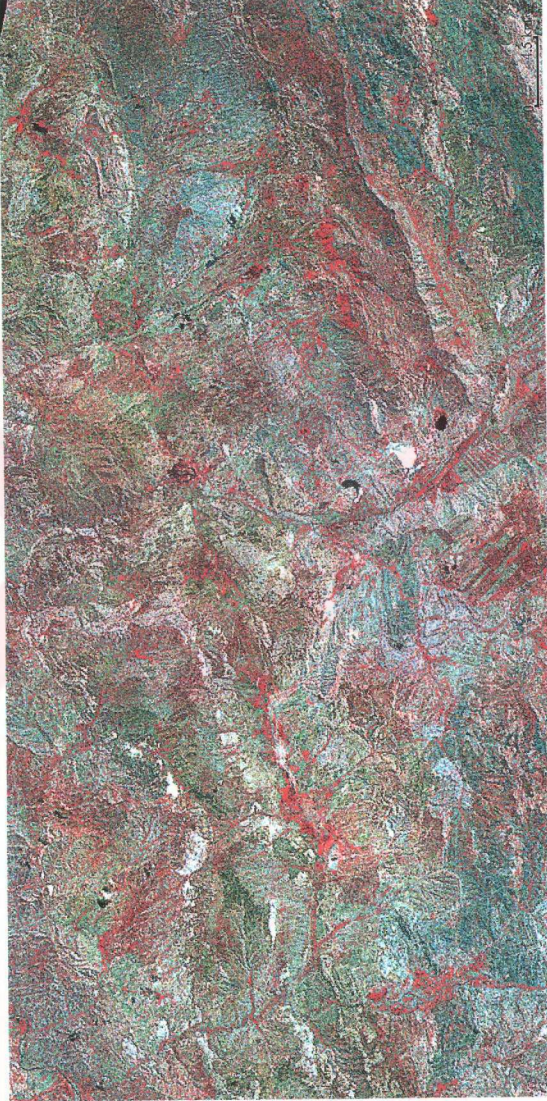
### **III.2.3.1.B Yönlü zenginleştirme (directional gradient enhancement)**

Diğer bir zenginleştirme türü olan yönsel zenginleştirme, görüntünün araştırmacı tarafından seçilen belirli yönlerde aydınlatılması ve bunun sonucunda da aydınlatılan yönün doğrultusuna dik olarak ortaya çıkan çizgiselliklerin tesbit edilmesine yarayan bir filtreleme tekniğidir. Fakat bu bölümde dikkat edilmesi gereken önemli bir noktayı çizgiselliklerin türü oluşturmaktadır.

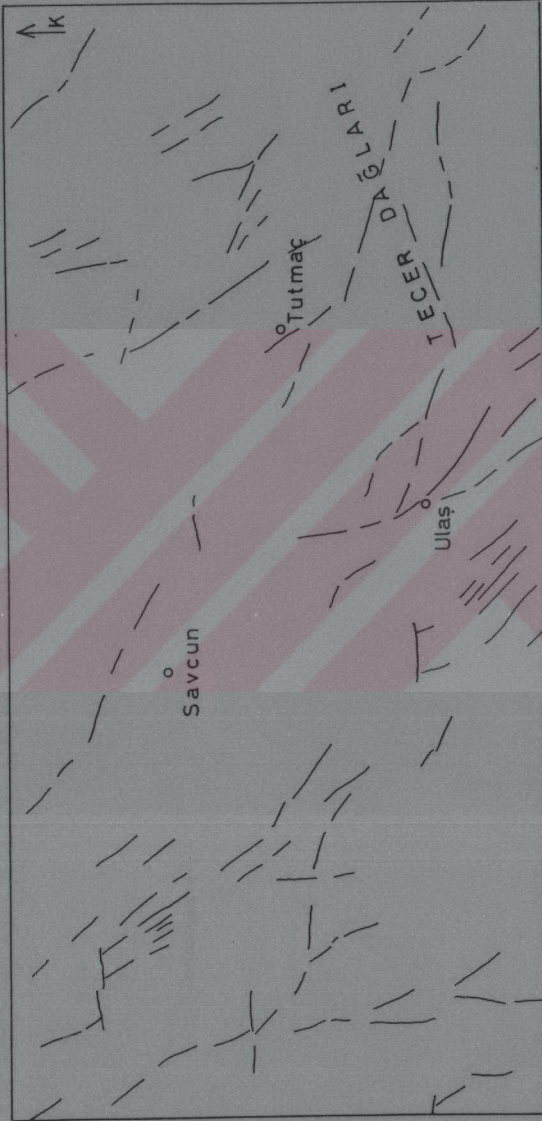
Yani yeryüzü üzerinde gözlenen tüm çizgiselliklerin bizim istediğimiz amaca uygun olarak jeolojik kökenli olması beklenmemelidir. Özellikle görüntü üzerindeki yolların (kara ve demiryolu) konumu, elektrifikasyon hatlarının doğrusalılığı gibi kültürel eserlerin bu tür jeolojik çizgiselliklerden kontrol edilerek ayırt edilmesi gerekmektedir. Burada da anlaşılacağı gibi bu tür çalışmalarda arazi çalışmalarının ve gözlemlerinin de önemi çok açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde uygulanan yönsel zenginleştirme filtrelemesi; arazi çalışmaları sonucunda bölgenin uğradığı tektonik deformasyon biçimi ve KB-GD olarak ortaya çıkan sıkıştırma yönü de dikkate alınarak GB ve GD yönlerinden verilerek yapılmıştır (Şekil 129.B ve 130.B).

İlk olarak GB' dan verilen yönsel filtreleme sonucunda ortaya çıkan görüntüye bakıldığında jeolojik anlamda çizgisellik (lineasyon) olarak adlandırabileceğimiz büyük kırıkların bölgede yaklaşık olarak KB-GD yönünde



Şekli 12.8: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne bir ileri seviyede kenar zenginleştirilmesi (edge enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm

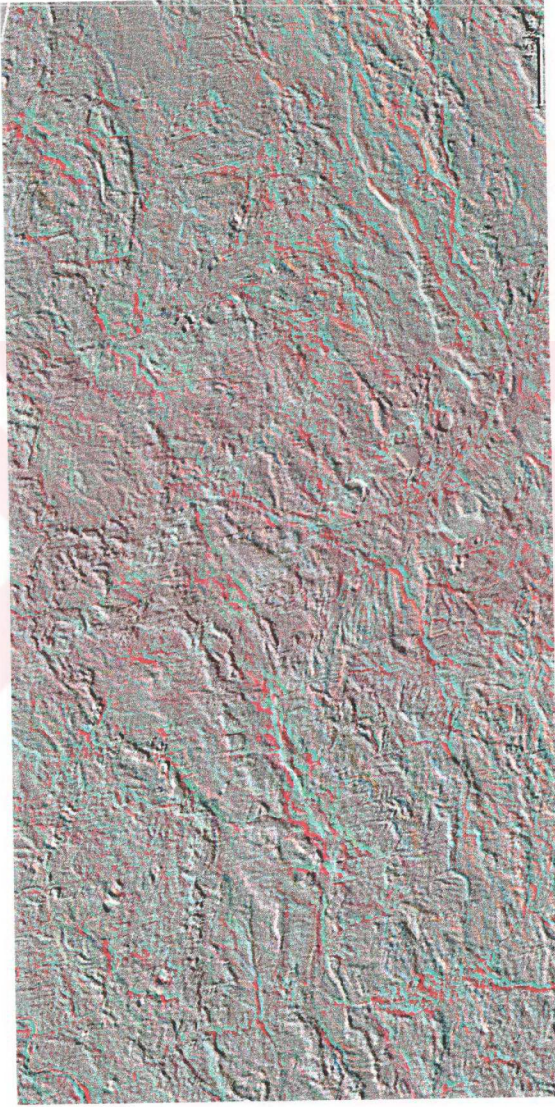


Şekil 14 A: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne GB' dan itibaren verilen yönsel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan çizgisellikler



Şekil 129.B: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne GB' dan itibaren verilen yönel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm





Şekil 130. B: Landsat MSS (174/33) görüntüsüne GD' dan itibaren verilen yönel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm

izlenebildikleri dikkati çekmektedir. Bu da yönsel filtreleme tekniğinin, jeolojik çalışmaların sonucunda daha yararlı bilgiler verebileceğinin altını çizmektedir. Çünkü GB 'dan verilen bir filtrelemeyle daha çok ona dik doğrultuda gelişecek çizgiselliklerin ortaya çıkarılması beklenmelidir.

Sözü edilen bu çizgiselliklerin yanında verilen filtrelemenin doğrultusuna paralel olarak gözlenen özelliklerin de daha çok sıkıştırma yönüne yaklaşık olarak dik oluşan büyük topoğrafik uzanımlar olduğu dikkati çekmektedir. Yani bir anlamda inceleme alanında gözlenen litolojik birimlerin doğrultularını bu topoğrafik uzanımlar olarak dikkate almak gerekmektedir.

Bunun en güzel örneğini, görüntünün güneydoğusunda yaklaşık olarak KD-GB doğrultusunda uzanan Tecer Dağları oluşturmaktadır. İnan (1993-94) tarafından yukarıda sözü edilen doğrultuda yaklaşık olarak 20 km devam eden bu dağ silsilesinin varlığı da yönsel zenginleştirmeyle ortaya çıkmaktadır.

Faylanma mekanizması düşünüldüğü vakit bölgede gelişen çizgiselliklerin böyle bir sıkıştırma yönü (KB-GD) dikkate alındığında daha çok doğrultu atımlı faylar olması beklenmelidir. Fakat, inceleme alanında bu durumu doğrulayacak doyurucu kanıtlar olmamasına rağmen özellikle inceleme alanının orta-kuzey kesiminde izlenen çizgiselliğin sol yanal doğrultu atımlı bir fay olduğu arazi gözlemleri sonucunda da doğrulanmıştır.

Şekil 130.B' de ise, Landsat MSS görüntüsüne GD' dan itibaren verilen yönsel filtrelemenin sonucu görülmektedir. Bu şekilde de izlenebileceği gibi verilen yönsel filtrelemeyle ilişkili olarak KD-GB doğrultusunda gelişmiş olan çizgiselliklerin varlığı dikkati çekmekle birlikte GB' dan yönsel filtrelemeye uğrayan görüntüyle karşılaştırıldığında çizgiselliklerin yoğunluğunun daha az olduğu farkedilmektedir (Şekil 130.A).

### III.2.3.1.C. Eşit yayımlı histogram zenginleştirme (histogram equalized stretching)

Bu zenginleştirme işleminin temelini, görüntü içerisinde dar bir aralığa düşen görüntü kontrast değerlerinin ilgili olduğu aralıklar arasına eşit olarak yayılımı oluşturmaktadır.

Yani görüntüde açık olan kontrast değerlerinin daha da açık değerlere, koyu olan kontrast değerlerininse daha koyu bölümlere atanması durumu gözönünde tutulmalıdır.

Landsat MSS görüntüsüne bu işlem uygulandığında ortaya çıkan görünüm Şekil 131' de görülmektedir. Buna göre, orjinal görüntü olan Şekil 122.B ile karşılaştırıldığında bu zenginleştirmenin farklılığı ortaya çıkmaktadır. Bu farklılık ise gözlemsel olarak şu şekilde ifade edilebilir:

Görüntünün geneli incelendiğinde, tüm kontrast değerlerinin parlaklıklarının artımı sözkonudur. Ayrıca orjinal görüntüde açık renkte izlenen bölgeler zenginleştirme sonucunda daha da açık tonlar olarak gözlenmektedir. Böylece en azından bölgede yüzeyleyen açık renkli birimler arasındaki kontrast farklılıklarının çok daha göze çarpar bir nitelik taşınmasıyla bu birimlerin ayrımı da kolaylaşmakta ve sınırları da ortaya çıkmaktadır.

Fakat bu zenginleştirmenin dezavantajlarından birisi de, çok açık renkli (daha çok beyaz) birimlerin zenginleştirme sonucunda ayrıntılarının azalması olarak göze çarpmaktadır.

Aynı düşünce tarzı koyu renkte gözlenen bölgeler içinde geçerli olup birimlerin birbirlerinden ayrımı bir dereceye kadar kolay bir şekilde yürütülebilir. Özellikle inceleme alanının güneydoğusunda Tecer Dağları güneyinde gözlenen ve ofiyolitik birimleri temsil ettiği daha önceki çalışmalarla ortaya konan birimler arasındaki litolojik ayrımı orjinal görüntüye göre çok daha kolay olduğu açık bir şekilde izlenebilmektedir.

Aynı şekilde Savcun bölgesi dikkate alındığı vakit bu bölgede yüzeyleyen Tatlıcak formasyonuna ait birimlerdeki ayrımın da zenginleştirme sonucunda daha kolay olduğunu söylemek mümkündür.

Kırmızıyla temsil edilen bölgelerin daha çok alüvyonal ve bitki örtüsü ile kaplı olan bölgeler olarak düşünmek gereklidir.





Şekil 131 : Landsat MSS (174/33) görüntüsüne eşit yayımlı histogram zenginleşirmesi (histogram equalized stretch) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görüntüm

### III.2.3.1.D Ortalama filtreleme (median filtering)

Bu bölüme kadar ki tüm uygulamalarda daha çok görüntünün zenginleşmesine yönelik işlemler gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler sonucunda görüntü, kalite açısından daha iyi durumlara getirilerek araştırmacının daha rahat yorum yapabilme yeteneği hedeflenmiştir.

Sayısal görüntü işlemlerinden bazıları görüntülerin kalitesinin artırılmasına yönelikken bazıları da daha çok görüntüyü daha da bozmaya, bulandırmaya ve dolayısıyla da görüntü kalitesini ortadan kaldırmaya yönelik olarak düşünülebilir. Özellikle jeolojik açıdan yorumlanması istenen görüntülerin bu şekilde olması istenmez. Fakat en azından bu türdeki görüntülere verilecek bir filtreleme çeşidiyle bu iki nokta arasındaki fark açıkça ortaya çıkacaktır.

Şekil 132, böyle bir filtreleme sonucunda orjinal görüntüde ortaya çıkan görüntü kayıplarını göstermesi açısından oldukça ilginç bir örneği oluşturmaktadır. Şekilde de izlenebileceği gibi orjinal görüntüye oranla daha kötü durumda bulunan görüntüde ayrıntıların yavaş yavaş kaybolduğu farkedilmektedir (Şekil 122.B). Bir anlamda görüntünün ayırma gücünün (rezolüsyon) orjinal görüntüye oranla çok daha düşük bir değer taşıdığını söylemek mümkündür.

### III.2.3.2. SPOT XS (118/271) görüntüsü

Landsat MSS görüntüsüne oranla ayırma gücü (rezolüsyon) çok daha iyi olan (20 m) SPOT (118/271) görüntüsü üç ayrı banda (yeşil, kırmızı ve yakın kızılötesi) sahip olup bu bantların görünümünü Şekil 133, 134 ve 135' de görülmektedir. Görüntü yaklaşık olarak 60x60 km' lik bir alana yayılmaktadır.

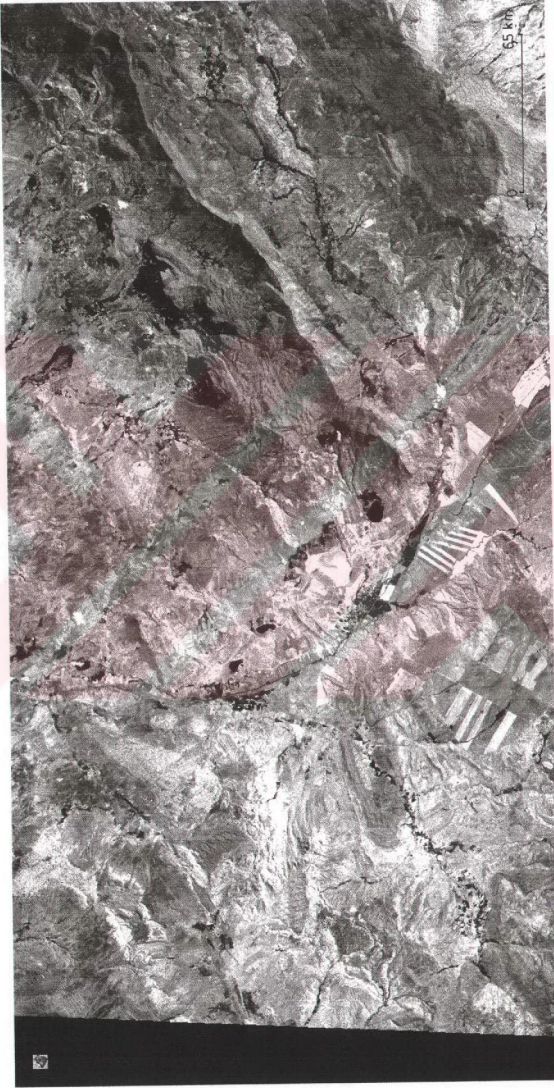
Bu üç kanalın birleşimiyle oluşan RGB görüntüsü Şekil 123.B' de görülmektedir. Bu görüntü üzerinde izlenen yaklaşık litolojik sınırlar ise Şekil 123.A' da görülmektedir.

### III.2.3.2.A Kenar zenginleşirmesi (edge enhancement)

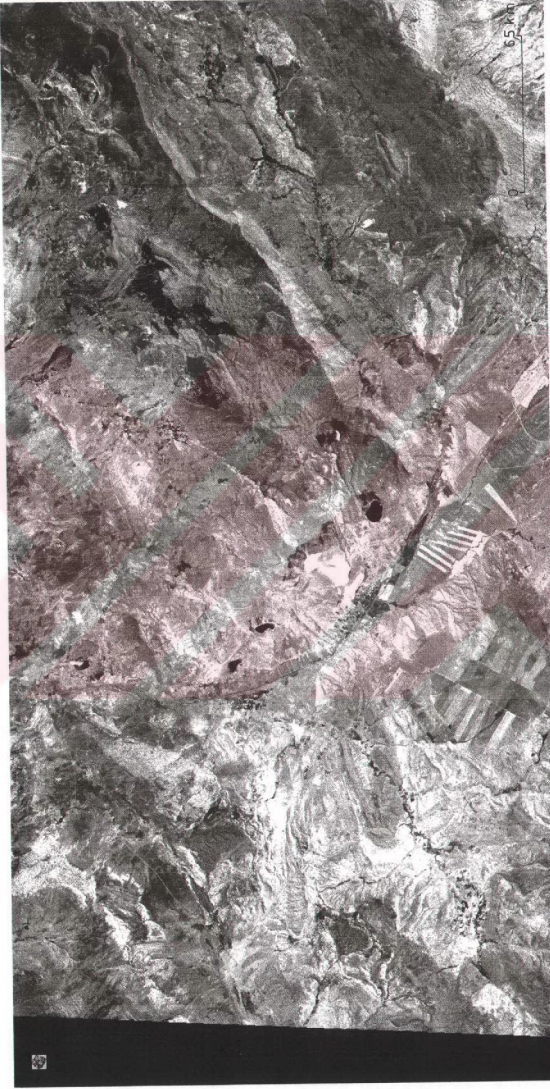
Sayısal görüntü işlem tekniklerinden birisi olan kenar zenginleşirme işlemi, orjinal SPOT görüntüsü olan Şekil 123.B' ye uygulandığında ortaya çıkan durum



Şekil 132 : Landsat MSS (174/33) görüntüsüne ortalama filtreleme (median filtering) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm



Şekil 133 : SPOT XS (118/271) görüntüsünü oluşturan yeşil (0,50-0,59  $\mu\text{m}$ ) dalga boyundaki kanallın görünümü



Şekil 134 : SPOT XS (118/271) görüntüsünü oluşturan mavi (0.61-0.69  $\mu\text{m}$ ) dalga boyundaki kanallın görünümü



Şekil 135: SPOT XS (118/271) görüntüsünü oluşturan yakın kızılötesi (0.79-0.89  $\mu\text{m}$ ) dalga boyundaki kanalın görünümü

Şekil 136' de görülmektedir. Daha önceki bölümde Landsat MSS görüntüsüne (Şekil 127) uygulanan bu işlem SPOT görüntüsü üzerinde çok daha iyi sonuç vermektedir. Bunun nedeni ise Landsat görüntüsüne göre ayırma gücü açısından çok daha iyi durumda olan bu görüntüde ayrıntılar kontrast farkının daha da iyi açığa çıkması nedeniyle önceki uygulamalara oranla çok daha iyi bir şekilde gözlenmektedir.

Kenar zenginleşirmenin bir ileri seviyede uygulandığı filtrelemede ise Landsat görüntülerinde gözlenen duruma paralel olarak bu görüntü üzerinde de ayrıntılar kontrast farkının azalması nedeniyle daha da azalmaktadır (Şekil 137). Şekil 136 ve 137 dikkatli bir şekilde karşılaştırıldığında sözü edilen bu durum açık bir şekilde görülmektedir. Özellikle görüntünün ortasında bulunan Ulaş ilçesi civarında yer alan yerleşim yerleri ve ekili alanların rahatlıkla izlendiği Şekil 137' de kontrastın düşmesi nedeniyle litolojik birimler arasındaki sınırların ayrımı Şekil 135' e göre oldukça düşüktür.

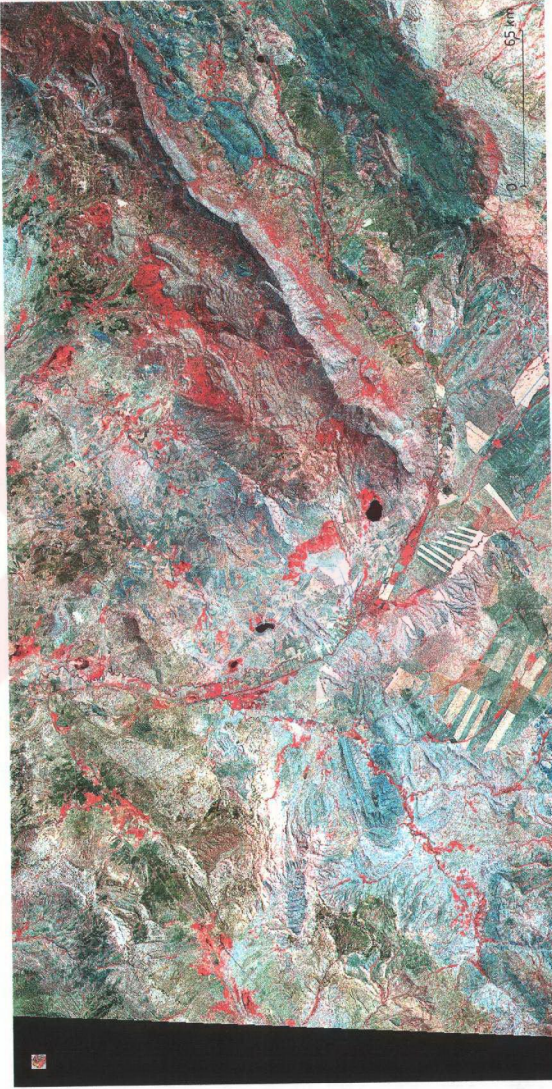
### **III.2.3.2.B Yönlü zenginleştirme (directional gradient enhancement)**

Şekilden de izlenebileceği gibi, yönsel zenginleştirmeye uğramış bir SPOT görüntüsü ile aynı işleme tabii tutulmuş Landsat MSS görüntüsü arasında rezolüsyon açısından pek bir fark gözlenmemektedir (Şekil 138.B).

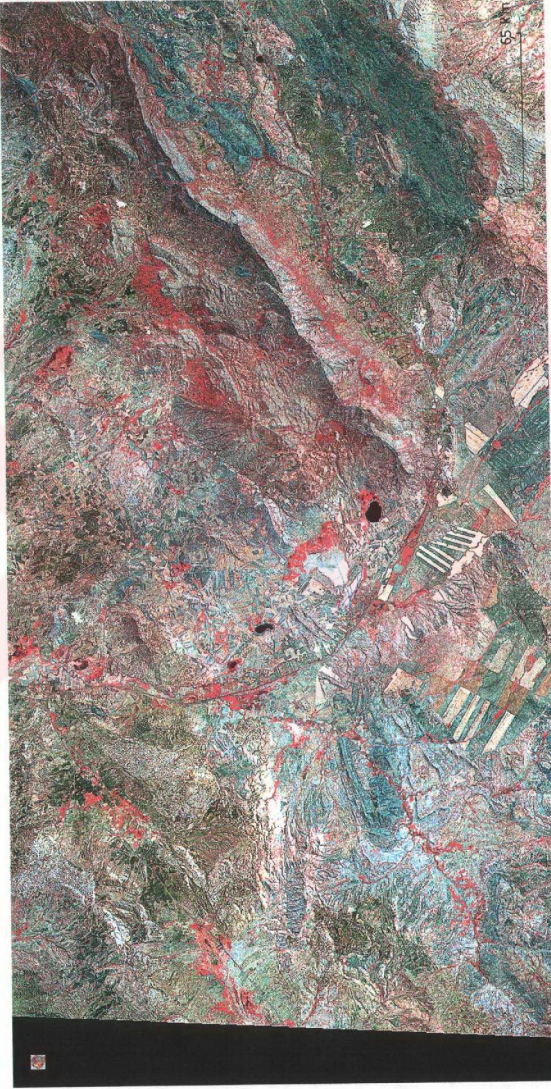
GB' dan verilen yönsel filtreleme sonucunda ortaya çıkan görünümde izlenebileceği gibi daha çok bu yöne dik olan KB-GD doğrultusunda uzanan vadilerin varlığı kırmızı renkleriyle görülmektedir (Şekil 138.B). Bu vadilerin en azından çizgisellikler olarak düşünülmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır (Şekil 138.A).

Şekil 139.B' de ise GD' dan verilen yönsel filtreleme görülmektedir. Bu şekilde de izlenebileceği gibi özellikle güneydoğuda uzanan Tecer Dağları'nın uzanımına paralel olarak gözlenen KD-GB yönlü çizgiselliklerin niteliği hakkında şu yorumu yapmakta fayda vardır:

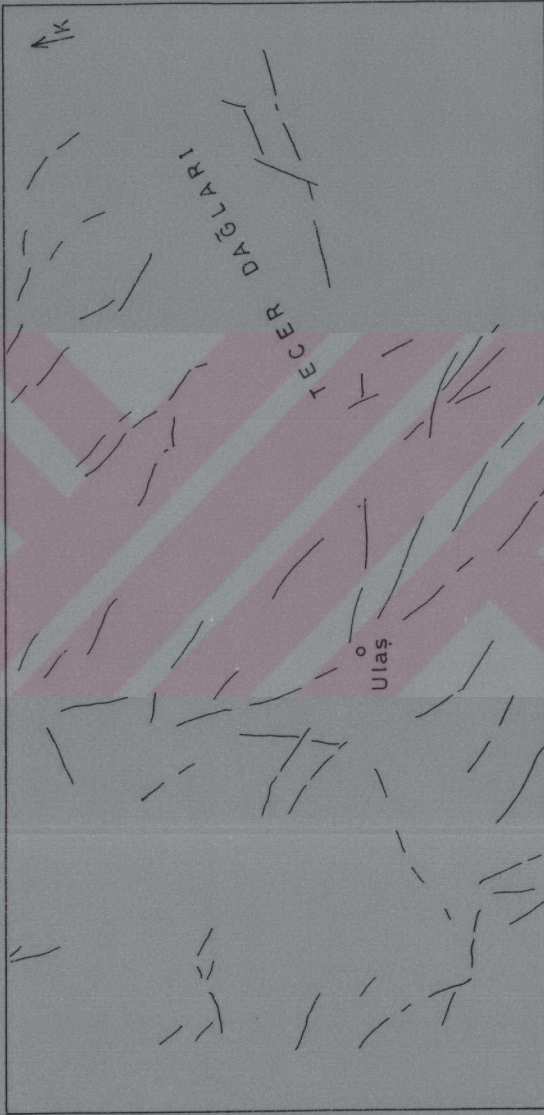
İnan (1993-94)' ün de değindiği gibi, KD-GB doğrultusunda yaklaşık 20 km' lik bir uzanım gösteren ve bu uzanım boyunca Eosen ve Oligosen yaşlı birimler



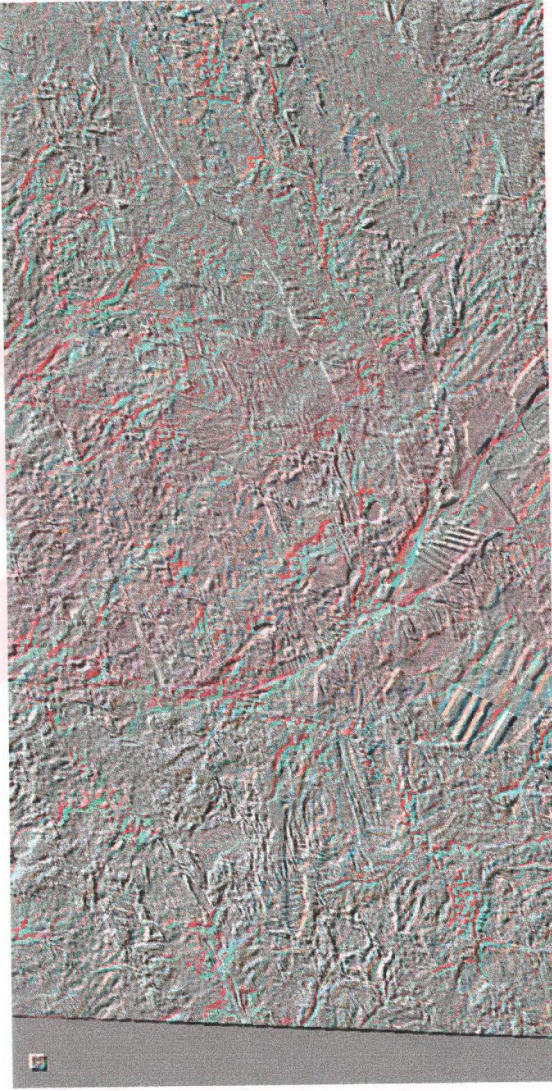
Şekil 136 : SPOT XS (118/271) görüntüsünün kenar zenginleştirilmesi (edge enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm



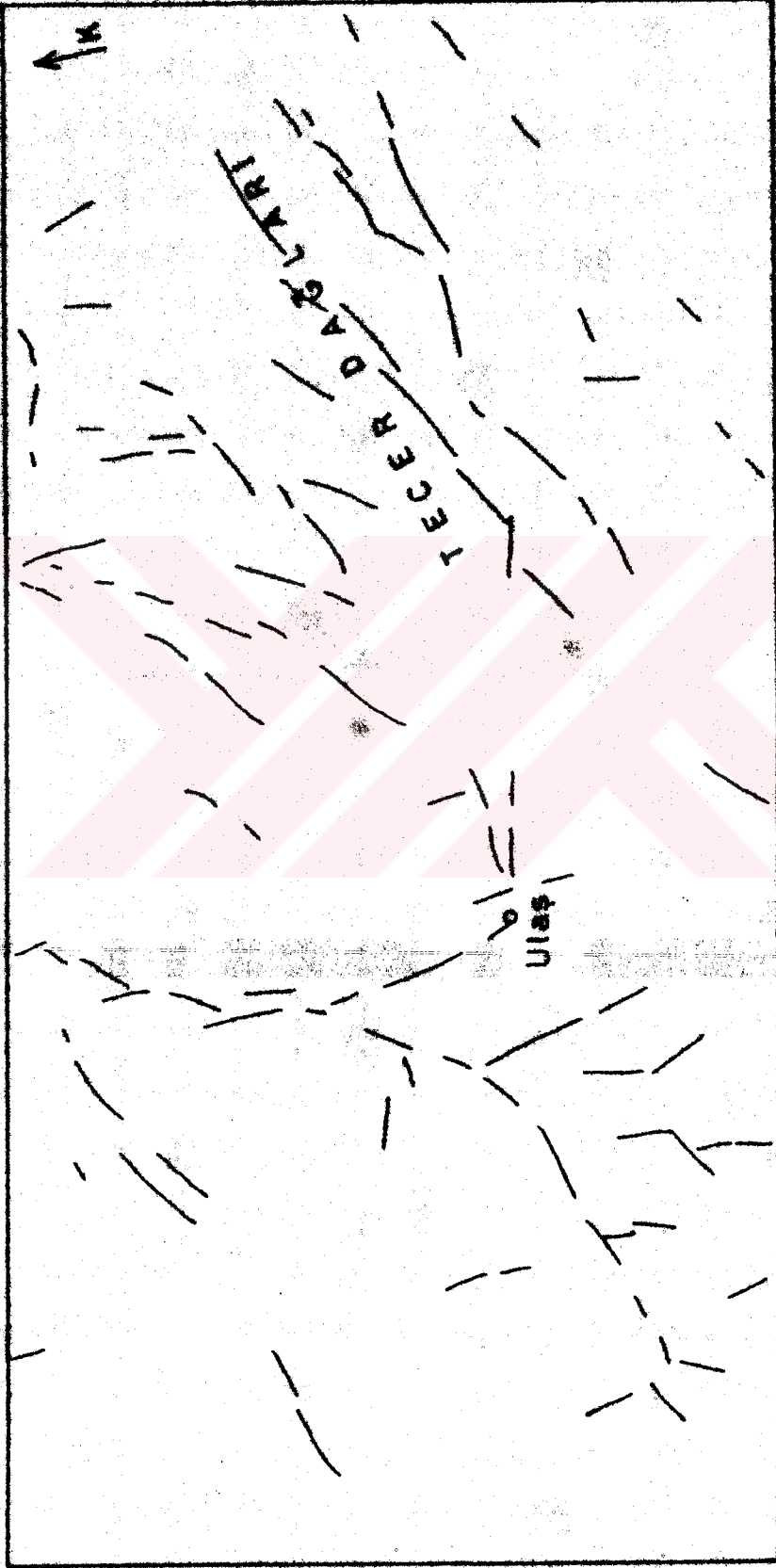
Şekil 137: SPOT XS (118/271) görüntüsüne bir ileri seviyede kenar zenginleştirilmesi (edge enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkargörünüm



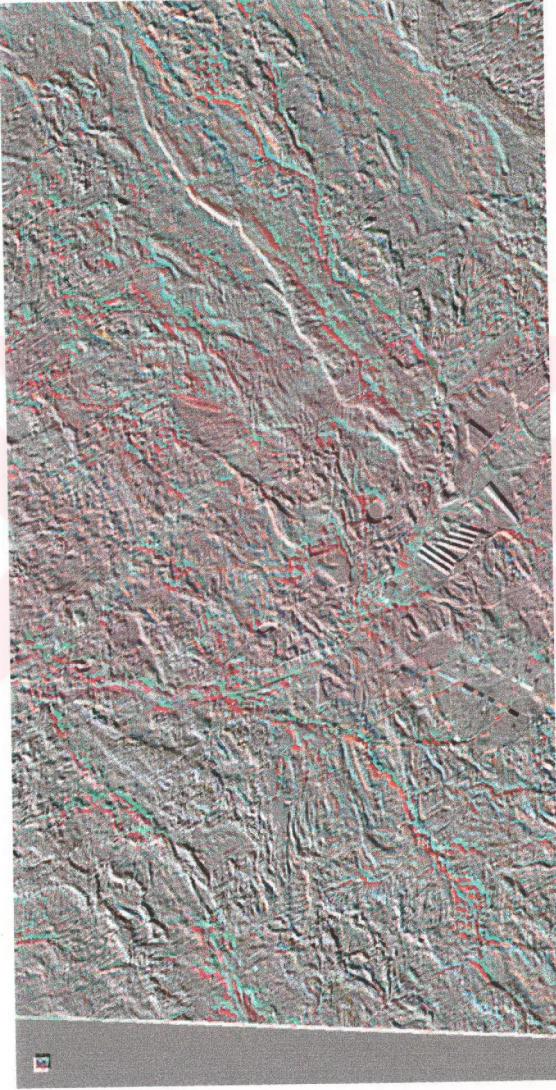
Şekil 138.A: SPOT XS (118/271) görüntüsüne GB' dan itibaren verilen yönel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan çizgisellikler



Şekil 138 B: SPOT XS (118/271) görüntüsüne GB' dan itibaren verilen yönsel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm



Şekil 139.A: SPOT XS (118/271) görüntüsüne GD' den itibaren verilen yönel zenginleşme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanmış durumda ortaya çıkan çığıraklıklar



Şekil 139. B. SPOT XS (118/271) görüntüsüne GD' dan itibaren verilen yönsel zenginleştirme (directional gradient enhancement) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm

üzerine güneyden kuzeye doğru itilen Tecer formasyonunu oluşturan kireçtaşlarının kendi içinde veya diğer birimlerle olan dokanaklarında bu tür çizgiselliklerin gelişiminin olması ve bu çizgiselliklerin de daha çok bindirme faylarına karşılık gelmesi düşünülmelidir (Şekil 139.A).

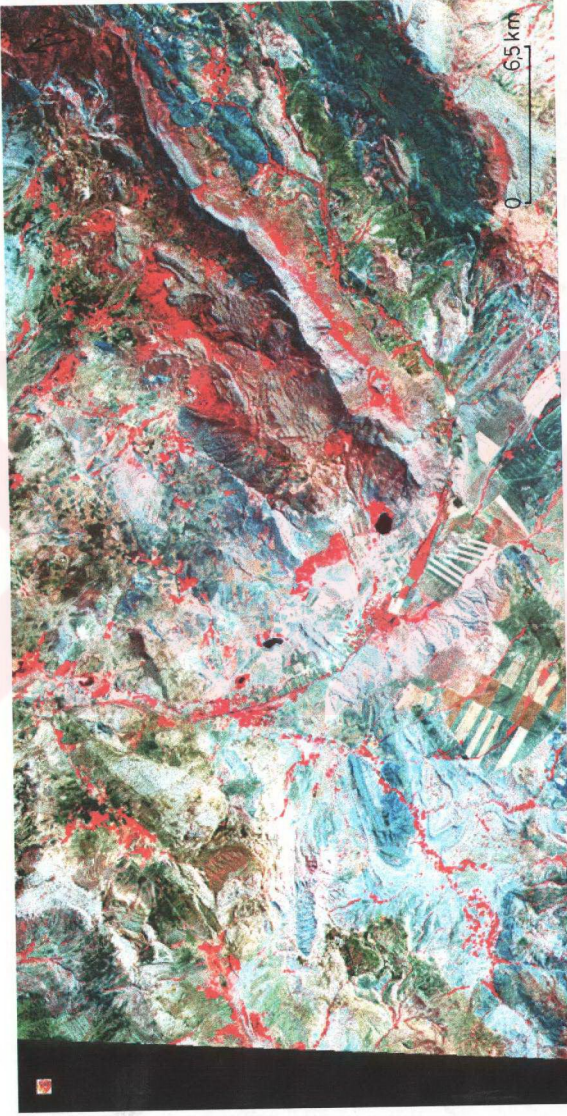
Bölgesel jeolojiyle birlikte daha önce yapılan çalışmalar da gözönüne alındığında beyaz renkle karakterize olan kesimlerin daha çok topoğrafik uzanımların doğrultularını, kırmızı renklerin ise çizgiselliklere karşı geldiğini düşünmekte fayda vardır.

#### **III.2.3.2.C. Eşit yayımlı histogram zenginleştirme (histogram equalized stretching)**

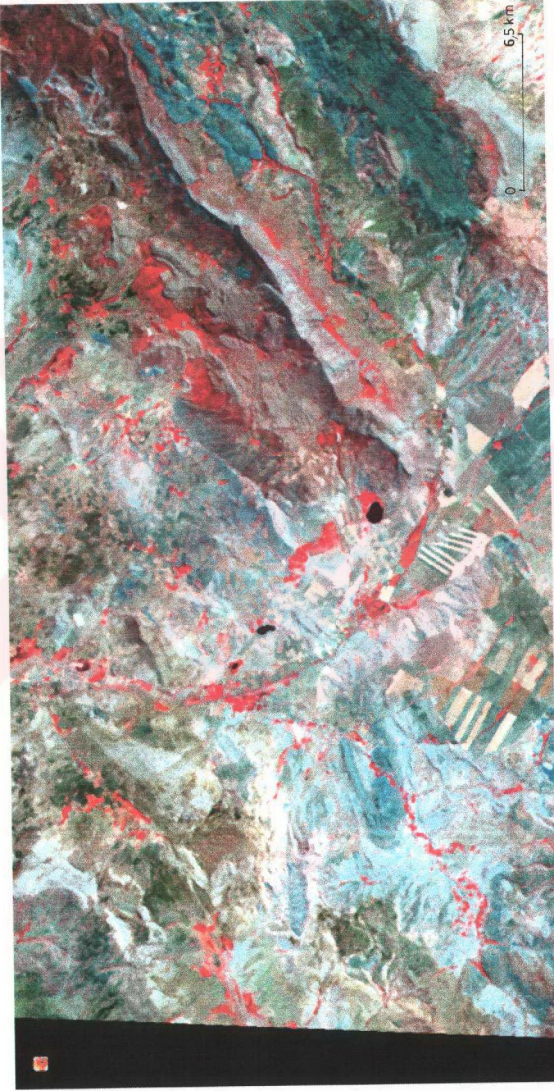
Şekil 140, inceleme alanının da bir kısmının içinde yer aldığı SPOT XS görüntüsüne eşit yayımlı histogram zenginleştirme işlemini göstermektedir. Daha önceki bölümde de kısaca değinildiği gibi açık ve koyu bölgeler arasındaki kontrast farklılığının çok daha belirgin hale getirildiği bu zenginleştirme türünde litolojik birimler arasındaki sınırlar orjinal görüntüde (Şekil 123.B) gözlenen sınırlara oranla çok daha rahat bir şekilde izlenmektedir. Parlaklığın bir dereceden sonra sorun oluşturduğu görüntü üzerinde topoğrafik farklılıkların daha çok göze çarptığı Şekil 140' da izlenmektedir.

#### **III.2.3.2.D. Ortalama filtreleme (median filtering)**

Görüntü kalitesini arttırmaya yönelik bir filtrelemeden ziyade daha çok yumuşatıcı ve ayrıntıların daha az belirgin olarak gözlendiği filtre türü olarak da ifade edilen bu işlem sonucunda SPOT XS görüntüsünde meydana gelen görünüm Şekil 141' de yer almaktadır. Şekil 121.B ile karşılaştırıldığında bu durum daha açık bir şekilde izlenebilmektedir.



Şekil 140: SPOT XS (118/271) görüntüsüne eşit yayımlı histogram zenginleştirilmesi (histogram equalized stretching) işlemi uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm



Şekil 141 : SPOT XS (118/27) görüntüsüne ortalama filtreleme (median filtering) işlemini uygulanması sonucunda ortaya çıkan görünüm

### III.3. Sonuçlar

Görüldüğü gibi iki ayrı algılayıcı sistemin ürünleri olarak geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşan LANDSAT ve SPOT sistemleri birbirlerinden önemli derecede teknik farklılıklarla ayrılmaktadır (Çizelge 8). Çizelgeden de anlaşılacağı gibi SPOT uydu görüntüleri Landsat görüntülerine oranla ayırma gücü (rezolüsyon) açısından daha iyi durumdadır. Ayrıca SPOT görüntülerinin stereoskopik özelliğe sahip olması nedeniyle bu görüntüler üç boyutlu olarak izlenebilir.

LANDSAT sistemine ait görüntüler, teknolojik gelişimlere paralel olarak sırasıyla çok kanallı tarayıcı (Multi Spectral Scanner), tematik haratalayıcı (Thematic Mapper) ve zenginleştirilmiş tematik haritalayıcı (Enhanced Thematic Mapper) olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan MSS görüntüleri bu sistemin ilk ürünleri olmasına rağmen daha sonra geliştirilen TM görüntüleri ayırma gücü açısından SPOT sistemine göre daha düşük bir değerde olup ETM görüntüleri rezolüsyon açısından SPOT uydu sismiyile hemen hemen aynı değere (20 m) ulaşmıştır. Görüntülerin pankromatik (siyah-beyaz) ve renkli modda olmaları ayırma gücü açısından farklılıklar sunar. Yani pankromatik moddaki görüntüler renkli görüntüye oranla her zaman daha iyi ayırma gücüne sahiptir.

Jeolojik amaçlı çalışmalarda kullanımı yararlı olabilecek sayısal görüntü işlem türlerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

Kullanılacak görüntülerin bu işlemlere hazırlanmasını sağlamak ve doğru sonuçları elde etmek için ilk planda görüntülerin alımı sırasında kaynaklanan geometrik, radyometrik ve teknik aksaklıklarla ortaya çıkan bozuklukların giderilip yapılacak çalışmanın esas amacına bu aşamadan sonra geçmek gerekir.

Uydu görüntüleri üzerinde litolojik birimlerin sınırlarının birbirlerinden ayrılması amacıyla yapılacak en önemli çalışmalar genel olarak kontrast gerilimi (contrast stretching) işlemi içerisine dahil edilen ve eşit yayımlı histogram zenginleştirilmesi olarak adlanan (histogram equalized stretching), görüntüye ait parlaklık değerlerinin dar olduğu alanı daha geniş bir alana atanması işlemi oluşturmaktadır. Bu işlem sonucunda görüntü üzerinde gözle ayırt edilemeyecek düzeydeki birbirine yakın renk tonları arasındaki farklılık artırılarak daha iyi ortaya

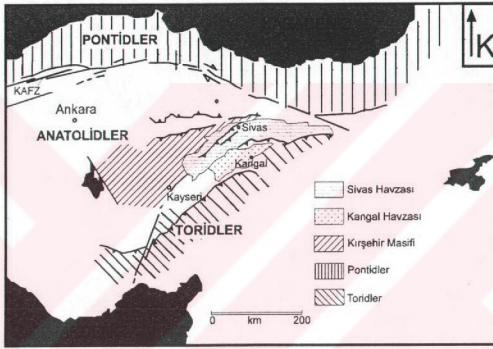
çıkar. Bu işlemde saptanmış olarak var olan filtreler kullanılacağı gibi özel olarak kullanıcı tarafından seçilen filtrelemeler de kullanılabilir.

Kenar zenginleştirilmesi de (edge enhancement) uygulanan bir diğer zenginleştirme çeşididir ve farklı tonlarla ifade edilen bölgeler arasındaki kontrastı artırarak daha iyi bir görünüm elde etme imkânını sunar. Özellikle büyük faylar ve intrüzif kontakların saptanması gibi bölgesel ölçekte yapılan çalışmalarda kullanılabilen bu işlem adından da anlaşılacağı gibi bir sınır boyunca varolan iki ayrı yüzeyin ayrımını sağlamaya yarar.

Çizgisellikler ister jeolojik kökenli olsun isterse olmasın sayısal görüntü işlemleriyle kolaylıkla saptanabilir. Bu işlemlerden özellikle yönsel filtreleme (directional gradient enhancement) jeolojik amaçlı çalışmalarda büyük fay zonlarının ve çizgiselliklerin ortaya çıkarılması ve haritalanmasında kullanılan bu işlem kullanıcıya görüntü üzerinde istediği yönden arazinin aydınlatılması olanağını verir ve bu sayede bu yöne dik doğrultuda varolan çizgisellikler ortaya çıkar. Ancak bu işlemde dikkat edilmesi gereken en önemli noktanın jeolojik kökenli çizgiselliklerin insan eliyle yapılan çizgiselliklerden gerek sahada gerekse görüntü üzerinde kontrol edilerek ayrılması gerekir.

#### IV. JEOLJİK EVRİM

Sivas Tersiyer Havzası'nın güney kenarını içerisine alan inceleme alanının jeolojik evriminin tam olarak anlaşılması, havzayı çevreleyen tektonik birliklerden olan Pontid, Anatolid, Toridlerle (Ketin, 1966) Kırşehir Masifi ve kenet kuşaklarının (İzmir-Ankara-Erzincan ofiyolitli kuşağı ve İç Torid kenet kuşağının (Şengör ve Yılmaz, 1981 ve Koçyiğit, 1991) yerlerinin tam olarak anlaşılmasına bağlıdır (Şekil 1).



Şekil 1: İnceleme alanının da içinde yer aldığı Sivas Havzası'nın genel konumu ve Türkiye'deki tektonik birliklerle olan ilişkisi (Poisson ve diğ., 1996' dan değiştirilerek)

İnceleme alanının da içinde bulunduğu bölge Anatolid tektonik birliği içerisine düşmekte olup, bölgede yaklaşık KD-GB yöneliminde uzanan Tecer Dağları ise Toridlerin kuzey sınırı olarak değerlendirilmektedir.

Tezin bu bölümünde inceleme alanının oluşturan Karacaören ve Savcun yörelerinin jeolojik evrimlerinden ayrı ayrı bahsedilecektir.

##### IV.1. Karacaören (Sivas) Yöresinde Sivas Tersiyer Havzası'nın Evrimi

İnceleme alanının dışında, havzanın güney kenarındaki en yaşlı birimler Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Çataldağ kireçtaşları olup, Felhan Dağı, Yılanlı Dağı ve Çataldağ' da yüzlemler vermektedir (İnan ve diğ., 1993). Bu birimler üzerinde; Gürün, Kangal ve Divriği civarında tektonik dokanakla Divriği ofiyolitli karşığına

ait birimler yer almaktadır.

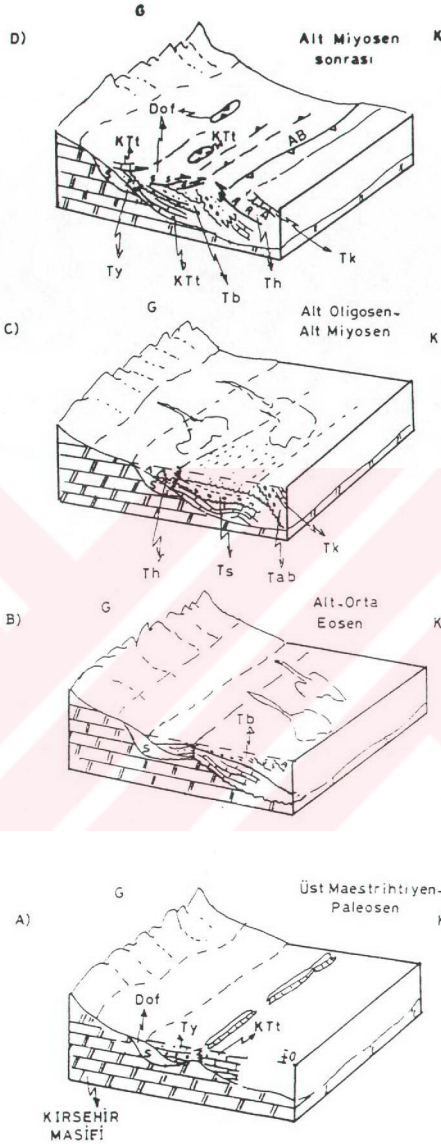
Karacaören yöresinde temeli Üst Kretase yaşlı Divriği ofiyolitli karışığına (Dof) ait birimler oluşturmakta olup bu birimlerin yukarıda sözü edilen ofiyolitik karışığa ait kütlelerin kuzeydeki devamları olduğu düşünülmektedir (Şekil 142). İnceleme alanının güneyinde; Şengör ve Yılmaz (1981)' e göre var olduğu düşünülen ve İç Torid Okyanusu olarak adlanan okyanusun kuzeye doğru Kırşehir Masifi altında yitime uğramasıyla birlikte (İnan, 1993-94) oluşan bu karışığa ait birimler üzerine Üst Maestrihtiyen-Paleosen yaş aralığında birbirleriyle yanal geçişli olduğu düşünülen Tecer formasyonuna ait kireçtaşları ve Yağmurluseki formasyonları sığ denizel ortam koşullarında çökelmişlerdir (Şekil 142. A).

Buna göre karışığın bölgeye yerleşim yaşının en azından Üst Maestrihtiyen öncesi olması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Özellikle Tecer formasyonu içerisinde Kretase- Paleosen geçişinin litolojik olarak belirlenemeyişi, litolojinin aynen devamı ve karbonat kayalarının büyük kalınlıklara ulaşması çökel ortamının bu devreler boyunca tektonik duraylılık gösterdiği anlamına gelmektedir (İnan ve İnan, 1987).

Bölgede Alt-Orta Eosen döneminde, sırasıyla sığlaşan ve daha sonra derinleşmeye başlayan havzada önce kırıntılılar çökelmiştir (Şekil 142.B). Bu çökelim dönemini takip eden evrede havzanın denizle bağlantısının kesildiği bölgelerde evaporitik çökeller gelişmiştir. Bu evaporitik birimler Bozbel formasyonunun üst kesimlerinde gözlenmektedir. İnceleme alanının güneyinde Kulusuf ve Yağmurluseki köyleri arasında KD-GB yönlü bir uzanımına sahip olan masif jips kütleleri bu durumu yansıtmakta olup kuzeyde Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna ait birimler tarafından örtülmektedirler (Şekil 142.C).

Bu dönemin sonuna doğru, havzanın güneyinde yer alan Divriği ofiyolitli karışığına ait birimler yer çekimine bağlı olarak kuzeye doğru hareket etmiş; Alt-Orta Eosen yaşlı birimlerin üst seviyelerinde ve özellikle Alt Oligosen yaşlı birimlerin tabanında yer yer olistostromal olarak yer almışlardır. Bu duruma Sivas Havzası' nın özellikle doğu kesimini oluşturan bölgelerde çalışmalar yapan araştırmacılar da dikkat çekmektedir (Sestini, 1971; Gökçen, 1974).

Gökten (1984;1993), inceleme alanının güneyinde yaptığı çalışmalarda



Şekil 142: Karacaören yöresinin jeolojik evrimini gösteren şematik modeller (Dof: Divriği ofiyolitli karışığı, Ty: Yağmurluseki formasyonu, KTt: Tecer formasyonu, Tb: Bozbel formasyonu, Ts: Selimiye formasyonu, Th: Hafik formasyonu, Tab: Boynuzözü üyesi, Tk: Karacaören formasyonu, AB: Ağamescit bindirmesi)

bölgedeki ofiyolitli karışığa ait birimlerin önce Üst Paleosen' de sonra Eosen' de ve Miyosen' de ve en son olarak da Orta Miyosen' de büyük nap yürümelere şeklinde hareket ettiklerini saptamıştır.

Alt Oligosen döneminde Sivas Havzası' nın çeşitli bölgelerinde izlenen durum inceleme alanında da gözlenmiş ve ortamsal açıdan bu dönemde lagüner ve flüvyatif olmak üzere iki ayrı alt havzanın varlığı ortaya çıkarılmıştır. Bir yandan bu evaporit çökeline uygun bir alt havzanın gelişimi devam ederken bir yandan da daha çok karasal kökenli kıvrıntılıların çökelişi gerçekleşmiştir. Selimiye ve Hafik formasyonlarının çökelişi yukarıda sözü edilen bu olaylarla ilintilidir (Şekil 142.C).

Alt Oligosen sonrasında bölge genelinde gözlenen güneyden kuzeye doğru hareketler Divriği ofiyolitli karışığı ve Tecer formasyonuna ait birimleri, kuzeyde havzanın daha derin kesimlerini oluşturan bölgelerde çökelmiş olan Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu ve iki alt havza olarak gelişimini sürdürmüş Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonunu oluşturan birimler üzerinde tektonik olarak hareket etmişlerdir (Şekil 142.C).

Alt Miyosen döneminde, inceleme alanı içerisinde, Saklı köyü kuzeyinde Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu üzerine bariz bir açılı uyumsuzlukla Alt Miyosen yaşlı Ağılkaya formasyonu, Boynuzözü üyesine ait birimler karasal ortamda çökelmişlerdir. Temiz (1994) tarafından Sivas Havzası' nın doğu kesimini oluşturan Kemah (Erzincan) yöresinde bu uyumsuzluğun giderek yok olduğu ve Oligosen ile Miyosen yaşlı birimlerin birbirleriyle uyumlu ilişkide olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Buna göre sözü edilen uyumsuzluğun doğuya doğru gözlenememesinin nedeninin; Sivas Havzası' nın güney kenarını oluşturan inceleme alanında güneyden kuzeye doğru ortaya çıkan bindirme gelişiminin neden olduğu savunulmaktadır (Temiz, 1994).

Aynı zaman dilimi içinde, daha çok bölgenin kuzeyinde denizel ortam ürünü olan Karacaören formasyonuna ait birimlerin çökelişi inceleme alanında da sürmüş, Hafik-Günyamaç köyü civarında Hafik formasyonuna ait masif jipsler üzerinde

çökeldikleri saptanmıştır (Gökten ve Kelling, 1991; Temiz, 1994).

Alt Miyosen sonrası, bölgede Üst Kretase' den beri var olan kuzey-güney yönlü sıkışmanın devam ettiği bir dönemi yansıtmaktadır. Özellikle inceleme alanının kuzey kesiminde Alt Miyosen yaşlı Ağlıkaya formasyonu, Boynuzözü üyesi üzerine tektonik dokanakla geldiği saptanan Ağcamescit bindirmesinin yaşının üzerinde bulunan örtünün en genç birimi niteliğindeki Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonundan daha genç olduğunu söylemek mümkündür. Buna göre Alt Miyosen sonrasında inceleme alanı içerisine kuzeyden güneye doğru tektonik olarak taşınan bu bindirmeye sözü edilen dönemde havzanın diğer bölgelerinde de rastlanmaktadır (Temiz, 1994; Şekil 142.D).

#### **IV.2. Savcun (Sivas) Yöresinde Sivas Tersiyer Havzası' nın Evrimi**

Savcun yöresinde gelişen jeolojik evrim Şekil 143' de verilmiştir.

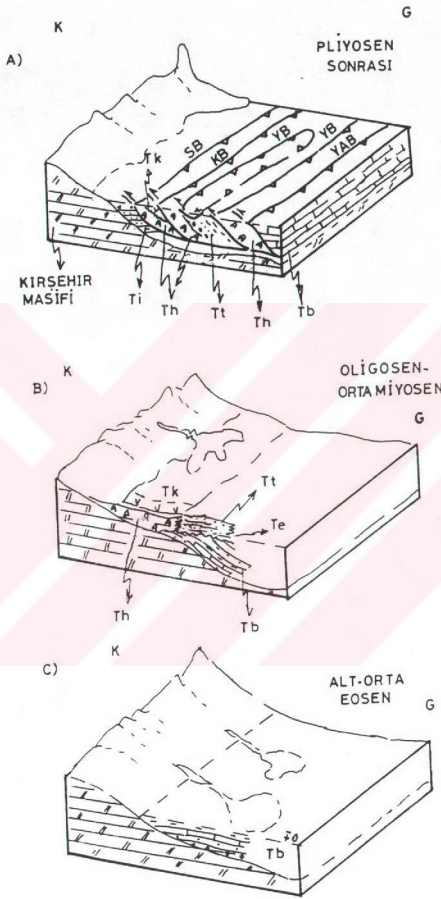
İnceleme alanının diğer bölümünü oluşturan Savcun yöresinde Alt-Orta Eosen aralığında çökelen Bozbel formasyonuna ait birimler bölgede sığ denizel bir ortamın varlığını ortaya koymaktadır (Şekil 143.C).

İnceleme alanında evaporitik çökelleri oluşturan Oligosen yaşlı Hafik formasyonunun tabanının bindirme faylarıyla kontrol edilmesi nedeniyle normal dokanaklarının bölgede gözlenememesi bu birimin evrim içerisindeki konumunu güçleştirmektedir.

Fakat Savcun yöresinde gözlenen bu evaporitik çökellerin güneyden kuzeye doğru taşındıkları yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Buna göre Oligosen yaşlı bu birimlerin çökel ortamının en azından bölgenin daha güneyinde lagüner ortam koşullarında gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Üst Oligosen' de tabakalı jipslerle birlikte ince detritiklerden oluşan Emirhan formasyonu çökeltmiştir (Şekil 143.B).

Alt-Orta Miyosen' de bölgede daha çok akarsu ortamına ait birimlerin çökeliği gözlenmektedir. İki farklı şekilde gerçekleşen bu çökelim sonucunda Apa formasyonu ve Tatlıcak formasyonuna ait birimler çökeltmiştir (Şekil 143.B).

Orta Miyosen' de bölgede gözlenen bazaltik volkanizmanın gerilme



Şekil 143: Savcun yöresinin jeolojik evrimini gösteren şematik modeller (Tb: Bozbel formasyonu, Th: Hafik formasyonu, Te: Emirhan formasyonu, Tt: Tatlıcak formasyonu, Tk: Karatepe volkanitleri, Ti: İncesu formasyonu, SB: Sivas bindirmesi, KB: Karapınar bindirmesi, YB: Yeniapardı bindirmesi, YAB: Yukarıadaköy bindirmesi)

rejiminin etkisi altında meydana geldiği tahmin edilmektedir (Musa ALPASLAN, sözlü görüşme; Şekil 143.B). Buna göre, Akdağmadeni yöresinde inceleme alanındaki volkanitlerle deneştirilebilecek volkanizmanın jeokimyasal karakterinin alkalen nitelikte olması bu durumun göstergelerinden birisidir. Çünkü yörede Eosen sonrası meydana gelen ve radyometrik yaş analizleri sonucunda aynı yaş aralığını veren volkanizmaların aynı kökenden gelebilecekleri düşünülmektedir.

Bölgenin evrimine büyük katkısı olan bindirme faylarının gelişimi özellikle Üst Miyosen-Pliyosen sonrasında gerçekleşmiştir (Şekil 143.A). Bu dönem sonrasında, inceleme alanının kuzeyinde en önde yer alan Sivas Bindirmesine bağlı olarak güneyden kuzeye doğru hareket eden bindirme fayları gelişmiştir. Bunlardan Karapınar bindirmesi, Sivas Bindirmesinin örtüsü konumundaki Apa bindirme örtüsünü oluşturan Alt-Orta Miyosen yaşlı birimler üzerinde tektonik dokanakla yer aldığından dolayı en azından Orta Miyosen sonrası bir hareketin varlığı sözkonusudur.

Karapınar bindirmesinin örtüsü konumundaki Oligosen yaşlı Hafik ve onun üzerine gelen Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak formasyonları güneyde Yeniapardı bindirmesi tarafından yine tektonik olarak üzerlenmektedir (Şekil 143.A). Tektonik açıdan çok büyük ölçekli bir klip olarak gözlenen Yeniapardı bindirmesinin yaşının da Orta Miyosen sonrası olması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Sözkonusu bindirmenin daha güneyde yine Tatlıcak formasyonuna ait birimleri üzerlediği görülmektedir.

Savcun yöresinin en güneyinde yer alan Yukarıdaköy bindirmesi ise örtü konumundaki Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna ait birimlerin Oligosen yaşlı masif jipsler üzerine hareketiyle oluşmuştur (Şekil 143.A). Bu bindirmenin yaşının da Oligosen sonrası olması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Bölgede bindirme faylarının gelişim süreçlerinin güneyden kuzeye doğru gençleştiği gözönüne alındığında ve tüm bu bindirme sistemlerini kontrol eden ana bindirme fayının Sivas bindirmesi göz önüne alındığında bindirme gelişimlerinin Üst Miyosen-Pliyosen sonrasında yoğun olarak geliştiği ve bölgenin bu dönemde kesinlikle bir sıkışma rejiminin altında olduğu ortaya çıkmaktadır

## V. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Sivas Tersiyer Havzası'nın güneyinde, iki ayrı yöreyi (Savcun ve Karacaören) kapsayan inceleme alanı için şu değerlendirmeleri yapmak mümkündür:

İnceleme alanının da içinde yer aldığı Sivas Tersiyer Havzası, global ölçekte incelendiğinde Anadolu-Arap ve Avrasya plakaları arasında gerçekleşen etkileşimlerin sonuçlarını içermesi nedeniyle Üst Kretase' den itibaren başlayarak K-G yönlü bir sıkışmanın etkisi altında bulunmaktadır. Bu nedenden dolayı havzanın tektonostratigrafisinin ve evriminin ortaya çıkarılması için bindirme tektoniği ile ilgili kavramların çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

İnceleme alanının Savcun ve Karacaören olarak ikiye ayrılmasının nedeni iki ayrı bölgede gözlenen stratigrafik ve tektonik özelliklerin değişiminden dolayı kaynaklanmaktadır.

Sivas Tersiyer Havzası, Sivas ili doğusunda yaklaşık olarak doğu-batı yönünde uzanırken, inceleme alanının da bir parçasını oluşturduğu havzanın güneyinde, yaklaşık olarak KD-GB doğrultusunda uzanır (Şekil 1). Havzanın uzanımının bu şekilde bulunması nedeniyle inceleme alanını oluşturan iki ayrı bölgede yüzeyleyen birimler ve birbirleriyle olan dokanak ilişkileri farklılıklar gösterir. Çünkü her iki bölgede yüzeyleyen birimler güneyden kuzeye doğru gençleşme gösterir.

Karacaören yöresinde, inceleme alanının ve daha geniş anlamda havzanın güneyinin hemen hemen en yaşlı birimleri yüzlekler vermektedir. Bölgede yüzeyleyen Üst Kretase yaşlı Divriği ofiyolitik karışığı (Dof), Üst Kretase-Paleosen yaşlı Tecer (KTt) ve Yağmurluseki formasyonları (KTy) inceleme alanının en yaşlı birimlerini oluşturmaktadır.

Bölgenin güneydoğusunda KD-GB yönünde uzanan ve Ketin (1966)' e göre Anadolu' nun tektonik birliklerinden Toridler içerisine dahil edilen Tecer Dağları havzanın güney sınırını oluşturmaktadır. Güneyde sarp topoğrafyalar oluşturan Tecer Dağları Tecer formasyonuna ait kireçtaşlarından oluşup, kaynağı inceleme

alanının daha güneyinde yer almaktadır. Bizi bu sonuca götüren veri ise Karacaören yöresinde gözlenen Tecer formasyonuna ait yüzleklerin genellikle güneyden taşınan klipler şeklinde görülmesidir.

İnan (1987) tarafından Tecer Dağları'nda yüzeyleyen Tecer formasyonuna ait birimlerin tabanında gözlenen ve güneyden kuzeye doğru gelişen bindirmenin etkisiyle, daha kuzeyde yüzlekler veren Paleosen ve sonrası birimlerde gözlenen uzanımlar yine KD-GB yönünde gerçekleşmiştir. Bu birimler içerisinde gelişen kıvrım eksenleri ve bindirmelerin yönelimleri gözönüne tutulduğunda bu sonuca varmak mümkündür. Buna göre inceleme alanının da içinde bulunduğu havzanın güney kesiminde etkin olan tektonik taşınma yönünü ilk aşamada yaklaşık olarak KB olarak düşünmek mümkündür.

Sivas Havzası'nın kuzey ve güney kenarı ile ilgili olarak yapılan diğer çalışmalarda, havzanın kuzey kenarında gelişen bindirme faylarının genellikle geri ülkeye eğimli olarak geliştikleri fakat yer yer de olsa önülkeye doğru gelişen bindirme faylarının varlığı saptanmıştır (Temiz, 1994; Guezou ve diğ., 1996).

Halbuki inceleme alanının bulunduğu bölgede yapılan incelemeler sonucunda özellikle Savcun yöresinde gelişen bindirme sistemlerinin genellikle geri ülkeye doğru yani güneyden kuzeye doğru hareket ettiklerini söylemek mümkündür. Bu durumda, bölgesel ölçekte düşünüldüğünde; bu bindirme sistemlerinin geri bindirme sistemleri olması gerekmektedir. Zaten inceleme alanının yakın güneyinde yer alan Tecer Dağları'nda gözlenen bindirmeler güneyden kuzeye doğru gerçekleşmiştir (İnan, 1988).

Bindirme tektoniği kavramı gözönüne alındığında Savcun yöresinde gözlenen bindirmelerin taban bloktan itibaren geliştikleri ve bundan dolayı da piggy-back gelişim sekansı içinde değerlendirilmesi gerektiği ortaya çıkarılmıştır.

Bu durumda Tecer Dağları'nda gözlenen yaklaşık 20 km uzanımına sahip olan ve Üst Kretase-Paleosen yaşlı Tecer formasyonunun kendinden daha genç olan birimler üzerinde tektonik dokanakla yer alması bu bindirmenin de bir geri bindirme olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

Karacaören yöresinde ilk olarak Meşhur ve Aziz (1980) tarafından

tanımlanan ve Üst Maestrihtiyen-Paleosen yaş aralığında çökelmiş olan ve kırmızı renkli kırıntılı kayaçlardan oluşan Yağmurluseki formasyonunun bölgede Üst Maestrihtiyen-Paleosen yaş aralığında çökelmiş olan ve sığ denizel ortamda çökelmiş kireçtaşlarından oluşan Tecer formasyonu ile aynı yaş aralığında çökmesi nedeniyle birbirleriyle yanal geçişli olarak düşünülmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. İnceleme alanının güneydoğusunda, Yağmurluseki köyü civarında; Yağmurluseki formasyonunu oluşturan birimler içerisinde yer yer de olsa Tecer formasyonuna ait kireçtaşları ince seviyeler halinde gözlenmektedir. Bu da sözü edilen yanal geçişin delillerinden birisidir.

İlk kez Tunç ve diğ., (1991) tarafından adlanan ve Divriği ofiyolitli karışığı (Dof) olarak adlanan karışığın kökeni hakkında bugüne kadar bölgede ayrıntılı bir çalışmanın yapılmaması bu bölgenin evrim açısından yeterince irdelenmesini güçleştirmektedir. İnceleme alanının güneyinde, genelde diğer birimlerle tektonik ve bazen de olistolitik nitelikte gözlenen Divriği ofiyolitli karışığına (Dof) ait birimlerin bölgeye nereden taşındığı ve kökeninin ne olduğuna dair sorulara cevap niteliğini taşıyacak herhangi bir veriye rastlanmamıştır.

Ancak Sivas Havzası' nın güneyinde gözlenen ofiyolitik karışığa ait kütlelerin; Şengör ve Yılmaz (1981)' in ifade ettiği gibi Kırşehir Masifi ile Torid' ler arasında var olduğu kabul edilen İç Torid Okyanusunun yitimiyle oluştuğuna dair bir görüş bazı araştırmacılar tarafından da kabul görmektedir (Görür, 1984; Gökten, 1993 ve İnan, 1993-94).

İkinci bir görüş olarak; (Ricou ve diğ., 1979 ve Temiz, 1994, Poisson ve diğ., 1996) ise Sivas Havzası' nın güneyinde yüzeyleyen ofiyolitik karışığa ait kütlelerin Üst Kretase' de Neotetis' in kuzey kolunun yitimi sonucunda kuzeyden güneye doğru aktarılan kütleler olduğunu, bölgede açılmayı gösteren herhangi bir jeolojik olayın gözlenemediğini ve bu kütlelerin kilometrelerce taşındığı görüşünü savunmaktadırlar.

İnceleme alanında yüzeyleyen Divriği ofiyolitli karışığı (Dof), Üst Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Yağmurluseki formasyonuna (KTy) ait birimler tarafından örtülmekte olup tavanda ise ikincil hareketlerle yine aynı yaş aralığında

çökelen Tecer formasyonuna ait kireçtaşları tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir.

Karacaören yöresinde yüzeyleyen Selimiye formasyonunun yaşının, serinin üst kesimlerinden alınan yıkama örneklerinde bulunan planktonik foraminifer örneklerinin incelenmesi sonucunda Alt Oligosen olduğu tesbit edilmiştir (R. Wernli, Cenevre-İsviçre).

İnceleme alanının batı bölümünü oluşturan Savcun yöresinde, dekolman seviyeler olarak gelişebilmeleri diğer birimlere göre çok daha kolay olan Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait olan masif jipslerin bölgenin tektonik deformasyonun belirlenmesinde göz önüne alınması gereken çok önemli seviyeler olduğunu söylemek mümkündür.

Bu jips seviyelerinin tabanında gözlenen bindirmelerin, bölgede etkin olan bindirme tektoniği gözönüne alındığında; güneye eğimli imbrike fanlar (southward dipping imbricate fans) şeklinde buldukları anlaşılmaktadır.

Halbuki batıdaki bölüme bir hayli yakın olan ve inceleme alanının doğu bölümünü oluşturan bölgede yüzeyleyen birimler arasındaki dokanak ilişkileri batıdakilere oranla tektonik açıdan daha basit olup bindirme tektoniği ile ilgili yapılar açısından daha sakin bir ortamı yansıtmaktadır.

Bunun nedenini ise inceleme alanının en yaşlı birimlerinin yukarıda da bahsedildiği gibi doğu bölümünde yer alması ve genelde KD-GB yönünde uzanması yanında bindirme tektoniği açısından önemli bir yere sahip olan Oligosen yaşlı Hafik formasyonuna ait jipslerin batı bölümü oluşturan Savcun yöresinde daha geniş alanlarda yüzeylemesi olarak düşünmek yerinde olacaktır.

Bütün bu verilere göre bölgede yapılan gözlemler sonucunda, Sivas Tersiyer havzasının inceleme alanında güneyden kuzeye doğru gençleştiğini söylemek mümkündür.

Guezou ve diğ., (1996) ve Temiz (1996)' in çalışmalarında da değinildiği gibi inceleme alanının da içinde yer aldığı havzanın bu kesimi, Üst Miyosen-Pliyosen arasında devam eden çarpışmanın bir sonucu olarak Anadolu bloğunun KKB-GGD yönünde deformasyona uğradığını gösteren kanıtları içermektedir.

İnceleme alanından alınan kinematik ve dinamik analiz amaçlı ölçümler sonucunda bölgede yaklaşık olarak KKB-GGD yönlü bir sıkışmanın var olduğu ortaya çıkmaktadır.

İnceleme alanı için, Oligosen' de havzanın iki ayrı alt havzanın var olduğunu söylemek mümkündür. Çünkü batıda Savcun yöresinde izlenen evaporitik çökeller ile daha doğuda izlenen Alt Oligosen yaşlı Selimiye formasyonuna ait kırıntılı birimler farklı ortamları yansıtmaktadırlar.

Kurtman (1973) tarafından yapılan ve Sivas Havzası'nın orta ve güney kesimleri için referans olarak sayılabilecek ilk ayrıntılı çalışmada Selimiye formasyonu olarak adlanan Oligosen çökellerinden alınan örneklerde inceleme alanında Alt Oligosen yaşını veren foraminiferler tesbit edilmiştir.

İnceleme alanının batısında, Savcun yöresinde; Karatepe volkanitlerinin yaşının Orta Miyosen olduğu K-Ar yaş tayinleriyle saptanırken Karapınar ve Yeniapardı Bindirmelerinin yaşlarının en azından Orta Miyosen sonrası olması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Genelde dekolman seviyeleri halinde gelişen ve kendinden genç birimler üzerine tektonik olarak hareket eden masif jipslerin bazı araştırmacılar tarafından bölgede birkaç seviyede buldukları belirtilmiştir. Ancak yapılan gözlemler sonucunda inceleme alanındaki jips oluşumlarının Oligosen' de tek bir seviyede olduğu saptanmış ve K-G yönlü bir sıkışmanın doğal sonuçlarından birisi olan bindirme tektoniğinin bölgede önemli rol oynadığı ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca bölgede daha önceden yapılan çalışmalarda normal olarak gözlenen jips seviyelerinin tabanında gözlenen dokanakların aslında tektonik olarak geliştikleri saptanmıştır.

Guezou ve diğ., (1996) tarafından yapılan ve inceleme alanının batı kısmını oluşturan Savcun yöresini de kapsayan bir çalışmada bölgenin Diegel (1985) tarafından tanımlanan geometrik kural gözönüne alındığında önülkeye eğimli bir imbrike zonla (foreland-dipping imbricate section) uyduğu savunulmaktadır. Halbuki, bölgenin kuzeyi gözönüne alındığında böyle bir imbrike zonun bölge için geçerli olamayacağı ortaya çıkmaktadır. Bunun sebebi ise; bölgede genel tektonik

taşınma yönü olan KKB yönü göz önüne alındığında, Savcun yöresinin daha kuzeyinde yer alan bölgelerde gözlenmesi gereken ve kuzeyden güneye doğru tektonik olarak hareket etmesini beklediğimiz masif jips kütlelerinin bu bölgelerde görülmemesidir. Sadece Sivas ilinin kuzeyinde, Merakum Tepe' de ortaya çıkan masif jips kütleleri daha üstte Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu formasyonuna ait görsel karbonatlar ve konglomeralar tarafından örtülmektedir. Bu bölgenin daha kuzeyinde masif jips kütleleri gözlenmektedir.

Buna göre Savcun yöresinde, güneyden kuzeye doğru hareket eden bindirme faylarını (Karapınar, Yeniapardı ve Yukarıdaköy) Poisson ve diğ., (1992) tarafından tanımlanan Sivas Geri Bindirmesinin gerisinde (güneyde) gelişen ve onunla tektonik açıdan da uyuşan geri bindirmeler olarak ifade etmek daha uygun olacaktır.

Zaten inceleme alanının güneyine yakın olan ve güneyde yer alan Tecer Dağları'nın eteklerinden geçen büyük bindirme fayı da bölgesel ölçekte düşünüldüğünde geri bindirme fayları içerisine dahil edilebilir. Bu fay İnan (1993-94) tarafından tanımlanmış ve yazar tarafından uzanımının doğu-batı yönünde yaklaşık 20 km devam ettiği saptanmıştır. Yazara göre Tecer bindirmesi adı verilen fay; daha kuzeyde yüzeyleyen Lütesiyen yaşlı Bozbel ve Oligosen yaşlı Selimiye formasyonları üzerine, Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Tecer formasyonunun tektonik olarak güneyden kuzeye doğru hareketiyle oluşmuştur.

Tezin ikinci bölümünü oluşturan ve inceleme alanına ait görüntülerin sayısal görüntü işlem teknikleriyle incelenmesini kapsayan bölümle ilgili olarak da şu sonuçlara varmak mümkündür:

İnceleme alanını da içerisine alan Landsat MSS ve SPOT XS görüntüleri göz önüne alındığında, arazide yapılan jeolojik haritadaki litolojik sınırlarla görüntülerde izlenebilen litolojik sınırların birbirleriyle uyumluluk gösterdiği açık bir şekilde görülmektedir.

Her iki görüntüye uygulanan sayısal görüntü işlemlerinin, istenen jeolojik amaca uygun olarak seçilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Örneğin çizgiselliklerin ortaya çıkarılması için bu tekniklerden yönsel zenginleştirme (directional gradient

enhancement) uygulanmasının gerekliliği örnek verilebilir.

Bölgede ayrımlanması istenen litolojik sınırların ortaya çıkarılması içinse daha çok kenar zenginleştirme (edge enhancement) ve eşit alanlı histogram yayılımının (histogram equalized stretching) uygulanması gerekmektedir.

Görüntüleme uygulanan yönsel filtrelemeler sonucunda inceleme alanında gözlenen çizgiselliklerin daha çok KB-GD ve KD-GB yönlerinde etkin oldukları ortaya çıkmaktadır. Bunlardan KD-GB doğrultusunda etkin olanların saha gözlemleriyle birlikte değerlendirilerek daha çok topoğrafik yükseltelerin uzanımları olduğu söylenebilir.

Özellikle kenar zenginleştirilmesi uygulanan görüntülerde bir dereceye kadar olumlu sonuçlar alınmaktadır. Zenginleştirmenin şiddeti arttıkça görüntü kalitesinde bozukluklar ortaya çıkmakta ve görüntü üzerinde izlenebilen ayrıntılar azalmaktadır.

Bu tür uygulamalarda elde var olan görüntünün ayırma gücü (rezolüsyon) arttıkça görüntünün kalitesi de o oranda artmaktadır. Bu durumu Landsat MSS ve SPOT XS görüntülerini karşılaştırarak anlamak mümkündür. Landsat MSS görüntüsüne göre yaklaşık olarak 2,5 kat daha iyi (20 m) ayırma gücüne sahip olan SPOT XS görüntüleri, sayısal görüntü işlemleri uygulandığında da daha iyi sonuçlar vermektedir.

Son olarak uzaktan algılama yöntemleriyle elde edilmiş görüntülerin jeolojik çalışmalarındaki en büyük avantajlarından birisi, çok büyük alanlara yayılan bölgelerin araştırmacılar için makul olan kullanılabilir ölçeklerde ve ortamlarda (kağıt, bilgisayar) olmalarıdır. Ancak laboratuvar çalışmaları olarak adlandırabileceğimiz bu türdeki çalışmaların arazi çalışmalarıyla desteklenmedikleri sürece yeterli ve doğru bilgiler olamayacakları gözönünde bulundurulması gereken en önemli noktalardan birisidir.

## VI. DEĞİNİLEN BELGELER

- Aktimur, H.T., Tekirli, M.E. ve Yurdakul, M.E., 1990,** Sivas-Erzincan Tersiyer havzasının jeolojisi. M.T.A. Derg., 111, 25-36, Ankara
- Altunsoy, M., 1993,** Karacaören (İmranlı)-Diktaş (Divriği) yöresi Tersiyer çökellerinin sedimanter petroloji, petrol ana kayası ve organik fasiyes özellikleri, Cum. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 278 s, Sivas
- Arpat, E., 1964,** Gürlevik Dağı bölgesinin genel jeolojisi ve petrol imkanları. M.T.A. Rapor No. 4180, Ankara (yayımlanmamış).
- Artan, Ü. ve Sestini, G., 1971,** Sivas-Zara-Beypınarı bölgesinin jeolojisi. M.T.A. Dergisi, 76, 80-97, Ankara
- Atalay, Z., 1993,** Sivas'ın batısı ve güneybatısındaki karasal Neojen çökellerinin stratigrafisi ve çökel ortamları, Cum. Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 203 s, Sivas (yayımlanmamış)
- Bayhan, H. ve Baysal, O., 1981,** Güneş-Soğucak (Divriği/Sivas) yöresindeki sülfür cevherleşmelerinin mineralojik ve genetik incelenmesi, Yerbilimleri, 8, 41-52, Ankara
- Baykal, F. ve Erentöz, C., 1966,** 1/500 000 ölçekli Sivas paftası açıklaması. M.T.A yayınları., 11, Ankara
- Blumenthal, M., 1937,** Kangal ile Divrik arasındaki mıntikanın başlıca jeolojik hatları (Sivas vilayeti). M.T.A. Rapor No. 568, Ankara (yayımlanmamış).
- Boyer, S.E. ve Elliott, D., 1982,** Thrust systems., Bull. Amer. Assoc. Petrol Geol., 66, 1196-1230.
- Carey, E. ve Brunier, B., 1974,** Analyse théorique et numérique d'un modele mécanique élémentaire applique a l'étude D'une population de failles. C.r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris, 279, 891-894.
- Carey, E., 1976,** Analyse numérique d'un modèle mécanique élémentaire appliqué a l'étude d'une population de failles: calcul d'un tenseur moyen des contraintes a partir des stries de glissement. These Univ. Paris-Sud, Orsay, 167.

- Carey-Gailhardis, E. Mercier, J.L., 1987**, A numerical method for determining the state of stress using focal mechanisms of earthquake populations. *Earth planet. Sci. Lett.*, 82, 165-179.
- Cater, J.M.L., Hanna, S.S., Ries, A.C. ve Turner, P., 1991**, Tertiary evolution of the Sivas Basin, central Turkey. *Tectonophysics*, 195, 29-46.
- Ceyhan, F., 1996**, Sivas çevresindeki sölestin yataklarının jeolojisi, oluşumu ve kökeni., *Cum. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Sivas
- Çubuk, Y., 1994**, Boğazören (İmranlı) ve Karayün (Hafik) yörelerinde (Sivas doğusu) yüzeyleyen Miyosen yaşlı birimlerin tektonostratigrafisi, *Cum. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 125 s., Sivas
- Dahlstrom, C.D.A., 1970**, Structural geology in the eastern margin of Canadian Rocky Mountains. *Bull. Canadian Petrol. Geol.*, 18, 332-406.
- Diegel, F.A., 1985**, Topological constraints on imbricate thrust networks, examples from the Mountain City window, Tennessee, U.S.A.: *J. Struct. Geol.*, 8, 269-279
- Folk, R.L., 1968**, Petrology of sedimentary rocks: Austin Texas, Hemphills, 170p
- Gedik, A., ve Özbudak, N., 1974**, Sivas Celalli-İsondajı kuyu bitirme raporu, MTA Rapor No: 5260, Ankara (yayınlanmamış)
- Gökçe, A. ve Ceyhan, F., 1988**, Sivas Güneydoğusundaki Miyosen Yaşlı Jips Çökellerinin Stratigrafisi, Yapısal Özellikleri ve Oluşumu, *C.Ü. Müh. Fak. Derg. Seri A Yerbilimleri*, 5-1, 91-110, Sivas
- Gökçen, S.L., 1974**, Erzincan-Refahiye bölgesi sedimanter jeolojisi 1: Olistolit, türbidit ve olistrostrom fasiyesleri. *H.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4, 179-205, Ankara
- Gökçen, S.L., 1981**, Zara-Hafik güneyindeki Paleojen istifinin sedimantolojisi ve paleocoğrafik evrimi. *H.Ü. Yerbilimleri*, 8, 1-25, Ankara
- Gökçen, S.L., 1982**, Zara-Hafik (SE Sivas) ve Refahiye (SW-Erzincan) bölgeleri Eosen filişinin sedimanter petrolojik karşılaştırması. *H.Ü. Yerbilimleri Dergisi*, 9, 141-147, Ankara

- Gökçen, S.L. ve Kelling., 1985**, Oligocene deposits of the Zara-Hafik region (Sivas, Central Turkey): evolution from strom-influenced shelf to evaporitic basin. *Geol. Rundsch.*, 74, 139-153.
- Gökten, E., 1978**, Yassıpınar (Şarkışla) olistostromu, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 21, 153-158, Ankara
- Gökten, E., 1984**, Şarkışla (Sivas) güney-güneydoğusunun stratigrafisi, Ankara Üniversitesi, Doçentlik tezi, 60, Ankara
- Gökten, E., 1985**, The inner structure and emplacement of the allochthonous units in the area around Cemal, Mudarasın and Delilyas village (Şarkışla-Sivas)., *Communications, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi dergisi, Seri C*, 17-31, Ankara
- Gökten, E. ve Kelling, G., 1991**, Hafik kuzeyinde Senezoyik istifinin stratigrafisi ve tektoniği: Sivas-Refahiye havzası kuzey kenarında tektonik kontrol. A. Acar *Jeoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 113-123, Adana
- Gökten, E., 1993**, Geology of the southern boundary of Sivas Basin in the east of Ulas (Sivas-Central Anatolia); tectonic development related to the closure of Inner Tauride Ocean (in Turkish), *Bull. Turkish. Assoc. Petrol. Geol.*, 5/1, 35-55, Ankara
- Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, İ. ve Şengör, A.M.C., 1984**, Paleo-tectonic evolution of the Tuzgölü basin complex, Central Turkey: sedimentary record of a Neo-Tethan closure. In: Dixon, J.E. ve Robertson, A.H.F. (eds), *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, No. 17, 467-482.
- Guezou, J.C., Frizon de Lamotte, D., Couion, M. ve Morel, J.L., 1991**, Structure and kinematics of the Prebetic nappe complex (southern Spain): definition of a "Betic Floor Thrust" and implications in the Bético-Rif orocline, *Annales Tectonica*, 32-48
- Guezou, J.C., Temiz, H., Poisson, A., Gürsoy, H., 1996**, Tectonics of the Sivas Basin: The Neogene record of the Anatolian Accretion along the Inner Tauric ocean, *Int. Geol. Rev.*, Vol: 38, p.901-925

- Guillou, H. ve Guezou, J.C., 1996, Dating the recent volcanics in Central Anatolia: Preliminary results (baskıda)**
- İlker, S. ve Özyeğin, G., 1971, IV. Bölge Sivas Havzası Hakkında Jeolojik Rapor, TPAO Rapor No: 537, Ankara (yayımlanmamış)**
- İnan, N., 1987, Bentik foraminiferlerle Tecer kireçtaşı formasyonunun kronostratigrafik incelemesi, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A: Yerbilimleri, 4, 1, 23-29, Sivas**
- İnan, S. ve İnan, N., 1987, Tecer kireçtaşı formasyonunun stratigrafik tanımlaması, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A: Yerbilimleri, Cilt 4, Sayı 1, 13-23, Sivas**
- İnan, S., 1988, Tecer kireçtaşı formasyonunun yapısı hakkında bir yorum, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A: Yerbilimleri, 5, 1, 49-57, Sivas**
- İnan, N. ve İnan, S., 1990, Gürlevik kireçtaşlarının (Sivas) özellikleri ve önerilen yeni isim: Tecer formasyonu. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 33, 51-56, Ankara**
- İnan, S., Oztürk, A. ve Gürsoy, H., 1993, Ulaş-Sincan (Sivas) yöresinin stratigrafisi: Turkish J. Earth Sci., 2, 1-15, Ankara**
- İnan, S., 1993-1994, Sivas Baseni güneydogusunun yapısal evrimi, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A: Yerbilimleri, , 10-11, 1-1, 13-22, Sivas**
- Kavak, K.Ş., 1995, Uzaktan algılamanın temel kavramları ve Sivas Havzası'nın GD' suna ait Landsat MSS görüntülerinin arazi verileriyle deneştirilmesine yönelik bir uygulama, Doktora semineri 1, Cum.Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 70 s, Sivas**
- Kavak, K.Ş., İnan, S., Poisson, A., Guezou, J.C., 1997, Tectonostratigraphy of the southern Sivas Tertiary Basin (Central Turkey) and comparison with Landsat MSS imagery, Int. Geol. Rev., 39, No.4, 353-364**
- Kavak, K.Ş., 1997a, Uzaktan algılamada sayısal görüntü işlemleri ve jeolojideki uygulamaları, Doktora semineri 2, Cum.Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 62 s, Sivas**

- Ketin, İ., 1966,** Anadolu' nun tektonik birlikleri, M.T.A. Dergisi, No: 66, 20-34, Ankara
- Koçyiğit, A., 1991,** Üç kenet kuşağının Erzincan batısındaki (KD Türkiye) yapısal ilişkileri: Karakaya, İç Toros ve Erzincan kenetleri. Türkiye 8. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı, 152-160, Ankara
- Kurtman, F., 1961,** Sivas Civarındaki Jips Serisinin Stratigrafik Durumu, MTA Bülteni, 56, 26-31, Ankara
- Kurtman, F., 1961a,** Sivas-Divriği Arasındaki Sahanın Jeolojisi ve Jipsli Seri Hakkında Müşahedeler, MTA Bülteni, 56, 14-26, Ankara
- Kurtman, F., 1963,** Tecer Dağlarının Jeolojisi ve Alacalı Seri Hakkında Bazı Müşahedeler, TJK Bülteni, 8, 1-2, 19-27, Ankara
- Kurtman, F., 1973,** Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı bölgesinin jeolojik ve tektonik yapısı. M.T.A.Dergisi, 80, 1-32, Ankara
- Marret, R.M. ve Allmendinger, R.W., 1990,** Kinematic analysis of fault-slip data. J. Struct. Geol., 12, 973-986
- Meşhur, M. ve Aziz, A., 1980,** Sivas Baseni Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları, TPAO Rapor No:1530, 28, Ankara
- Mercier, J.L., Carey-Gailhardis, C. ve Sébrier, M., 1991,** Paleostress determinations from fault kinematics: application to the neotectonics of Himalayas-Tibet and the Central Andes. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A, 337, 41-52.
- Mercier, J.L. ve Vergely, P., 1992,** Tectonique. Dunod, Paris, 214.
- Norman, T., 1964,** Celalli (Hafik) bölgesinin genel jeolojisi. M.T.A. Rapor No. 4114, Ankara (yayınlanmamış).
- Özçelik, O. ve Altunsoy, M., 1996,** Clastic petrofacies, provenance and organic facies of the Bozbel formation (Lutetian) in the Eastern Sivas Basin (Turkey), Marine Petrol. Geol., Vol. 13, No:5, p.493-501
- Pisoni, C., 1965,** Sivas İ38 c1, c4 paftalarının jeolojisi. M.T.A. arşiv No. 2192, Ankara (yayınlanmamış).

- Poisson, A.M., Temiz, H. ve Gürsoy, H., 1992,** Pliocene thrust tectonics in the Sivas Basin near Hafik (Turkey): Southward fore thrusts and associate back thrusts. C.Ü. Müh. Fak. Derg., Seri A, Yerbilimleri, 9, 19-26, Sivas
- Poisson, A., Guezou, J.C., Oztürk, A., İnan, S., Temiz, H., Gürsoy, H., Kavak, K.S. and Ozden, S., 1995,** The central Anatolian Basins in Turkey. General evolution. The Sivas Basin as an example., International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region (IESCA 1995) Proceedings, Vol.I., 113-134
- Poisson, A., Guezou, J.C., Temiz, H., Gürsoy, H., İnan, S., Oztürk, A., Kavak, K.S. and Ozden, S., 1996,** Tectonic setting and evolution of the Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey., Int. Geol. Rev., Vol:38, p. 838-853
- Remote sensing in Canada, 1997-October,** Canada Centre for Remote Sensing Newsletter, Vol.25, No:2
- Ricou, L.E., Marcoux, J., Poisson, A., 1979,** L'allochtonie des Bey Dağları orientaux. Reconstruction palinspastique des Taurides occidentales. Bull. Soc. Géol. Fr. 21, 125-133
- Sestini, G., 1971,** The relations between flysch and serpentinites in north-central Turkey, in: Geology and history of Turkey, Campbell, A.S., (Ed) Tripoli, p.369-383
- Sungurlu, O. ve Soytürk, N., 1970,** Sivas Havzası ve Civarının Jeoloji Etüdü, TPAO Rapor No:482, 17, Ankara
- Sümengen, M., Unay, E., Saraç, G., Bruijin, D., Terlemez, İ. ve Gürbüz, M., 1990,** New Neogene rodent assemblages from Anatolia (Turkey): European Neogene Mammal Chronology; 61-72 Edited by E.H. Lindsay et al., Plenum Press, New York.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981,** Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics, 75, 181-241.
- Temiz, H., Guezou, J.C., Poisson, A.M. ve Tutkun, S.Z., 1993,** Tectonostratigraphy and kinematics of the eastern end of the Sivas Basin (Central Eastern Turkey): Implications for the so-called "Anatolian Block".

Geological Journal, 28, 239-250.

- Temiz, H., 1994,** Sivas Tersiyer Havzası'nın Kemah (Erzincan) ve Hafik (Sivas) yörelerindeki tektonostratigrafisi ve tektonik deformasyon biçimi: Doktora tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sivas, 239, (yayınlanmamış)
- Temiz, H., 1996,** Tectonostratigraphy and thrust tectonics of the central and eastern parts of the Sivas Tertiary Basin, Turkey., Int. Geol. Rev., Vol: 38, 957-971
- Tufan, S. ve Ateş, A., 1996,** Sivas, Erzincan, Malatya ve Kayseri Arasında Kalan Bölgenin Rejyonel Gravite ve Havadan Manyetik Anomalilerinin İncelenmesi, Jeofizik Derg., 9,10; 61-65, Ankara
- Tufan, S. ve Ateş, A., 1996a,** Sivas Havzasının Potansiyel Alan Verisi İşleme Yöntemleriyle İncelenmesi, Jeofizik Derg., 9,10;57-61
- Tunç, M., Özçelik, O., Tuktun, S.Z. ve Gökçe, A., 1991,** Divriği-Yakuplu-İliç-Hamo (Sivas) yöresinin temel jeoloji özellikleri. Doğa-Tr. J. of Engineering and Environmental Sciences, 15, 225-245, Ankara
- Yılmaz, A., 1980,** Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitlerin kökeni, iç yapısı ve diğer birimlerle ilişkisi. A.Ü. Fen Fak., Doktora tezi, 136, Ankara (yayınlanmamış).
- Yılmaz, A., 1981,** Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitli karışığın iç yapısı ve yerleşme yaşı, Türkiye Jeol. Kur. Bült., 24/1, 31-38
- Yılmaz, A., 1985,** Yukarı Kelkit çayı ile Munzur Dağları arasının temel jeolojik özellikleri ve yapısal evrimi. T.J.K Bült., 28, 79-92, Ankara
- Yılmaz, A., Sümengen, M., Terlemez, İ. ve Bilgiç, T., 1989,** 1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları serisi Sivas-G 23 paftası: M.T.A. yayını, 23, Ankara
- Yılmaz, A., 1990,** Sivas ile Şarkışla arasındaki bölgenin jeolojisi, MTA. Rapor No:9090, 30 , Ankara (yayınlanmamış).
- Yılmaz, A., 1994,** Çarpışma Sonrası Bir Çanak Örneği: Sivas Havzası, Türkiye, Türkiye 10. Petrol Kongresi ve Sergisi Bildirileri, 21-33, Ankara

**Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusuföğlu, H., Havzoğlu, T., Ağan, A., Göç, D. ve Aydın, N., 1995, Akdağ Masifi ve dolayının jeolojisi, MTA Dergisi, 117, 117-125, Ankara**

**Yılmaz, P.O. ve Sungurlu, O., 1991, Turkish sedimentary basins:tectonic framework & hydrocarbon potential, Tectonics and hydrocarbon potential of Anatolia and surrounding regions, Ozan Sungurlu Symposium, November 1991, Proceedings, 29-46, Ankara**



## VII. ÖZGEÇMİŞ

1967 yılında Sivas' da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Konya, Aşkale/Erzurum ve Sivas' da bitirdi. 1989 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü' nden mezun oldu ve Kasım 1989' da aynı bölümde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. 1992 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı' nda " Ağcakışla (Sivas GB' sı) Yöresinin Jeolojik Özellikleri" adlı yüksek lisans tez çalışmasını bitirdi. Evli ve bir çocuk babasıdır.

