

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİVAS TERSİYER HAVZASININ KEMAH (ERZİNCAN) VE
HAFİK (SİVAS) YÖRELERİNDEKİ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ
VE TEKTONİK DEFORMASYON BİÇİMİ

Haluk TEMİZ

DOKTORA TEZİ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

1994

34324

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİVAS TERSİYER HAVZASININ KEMAH (ERZİNCAN) ve HAFİK (SİVAS)
YÖRELERİNDEKİ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ ve TEKTONİK
DEFORMASYON BİÇİMİ

34324

Haluk TEMİZ

DOKTORA TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

S. Zeki TUTKUN

Jeoloji Bölümü-Prof.Dr.

İmza

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

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

Başkan Prof. Dr. Ali KOÇYİĞİT

Üye Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK

Üye Prof. Dr. S. Zeki TUTKUN

Ali Koçyigit
Ali Öztürk
S. Zeki Tutkun

ONAY

Yukarıdaki imzalı, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylanmıştır.

30.06.1994

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Fuat ÖNDER

Fuat Önder

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

ÖZET

Doktora Tezi

SİVAS TERSİYER HAVZASININ KEMAH (ERZİNCAN) ve HAFİK (SİVAS) YÖRELERİNDEKİ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ ve TEKTONİK DEFORMASYON BİÇİMİ

Haluk TEMİZ

Cumhuriyet Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. S.Zeki TUTKUN

Sivas Tersiyer havzasının tektonostratigrafisini, tektonik deformasyon biçimini, kinematiğini ve Üst Miyosen'den günümüze gerçekleşen kısalma miktarını ortaya koymayı amaçlayan bu çalışmada, havzanın doğu ucunda yer alan Kemah (Erzincan) ve orta kesiminde yer alan Hafik (Sivas) yörelerinin ayrıntılı jeolojik incelemesi gerçekleştirilmiştir.

Kemah (Erzincan) yöresinin tektonostratigrafisi üç ana bölümde incelenmiştir. Sivas Tersiyer havzasının güney kenarında yer alan temel kayaları "Taban istif", Orta Eosen-Orta (?) Miyosen aralığında depolanan Sivas Tersiyer havzası kayaları "Havza istif" ve kuzeyden havza istifini tektonik dokanakla üzerleyen kayalar "Tavan istif" olarak tanımlanmıştır.

Taban istifini, Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı ve bu birimi tektonik dokanakla üzerleyen Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı oluşturur. Taban istifi üzerinde uyumsuzlukla yer alan Havza istifinin ilk çökelleri Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu ile temsil edilir. Bu birimi uyumsuzlukla üzerleyen Oligosen (?) -Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı kırıntılı kayalar Kemah Grubu olarak tanımlanmıştır. Kemah Grubunun stratigrafisi havzanın güney ve kuzey kesimlerinde farklılıklar göstermektedir. Havzanın kuzeyinde Kemah Grubu, tabanda Oligosen (?) yaşlı Kuşlu ve Taşbulak formasyonlarıyla başlar ve üste doğru uyumlu olarak Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı ve Kömür formasyonuna geçer. Kemah Grubunun en üst kesiminde Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonu yer alır. Kemah Grubu, havzanın güney kenarında, tabanda Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşıyla başlar ve doğrudan Taban istifi üzerinde yer alır. Bu birimi uyumlu olarak üste doğru Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu izler.

Havza istifini oluşturan kayalar üzerinde tektonik dokanakla yer alan kalın bindirme topluluğunu oluşturan Tavan istifi, dört farklı bindirme örtüsünden oluşmaktadır. Bu bindirme örtüleri alttan üste doğru, Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı, Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonu, Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı ve Sütpınar formasyonu ile temsil edilmektedir.

Kemah (Erzincan) yöresinde ayırtılan Alt-Orta (?) Miyosen ve daha yaşlı birimler, Kuvaterner yaşlı Alpköy formasyonu, travertenler, yamaç molozları ve alüvyonlar tarafından uyumsuzlukla üzerlenir.

Sivas Tersiyer havzasının orta kesiminde yer alan Hafik (Sivas) yöresinin tektonostratigrafisi, birbirinden ana bindirme faylarıyla ayrılan dört tektonik ünite içerisinde incelenmiştir. Kuzeyden güneye doğru ayırtılan tektonik ünitelerden Ünite I (Bahçecik ünitesi), Sivas Tersiyer havzasının kuzey kenarında yer alan temel kayalarını içerir. Ünite I içerisinde, havzanın temelini oluşturan Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı üzerinde Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerası uyumsuzlukla yer alır. Bu birimler Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun tabanında yer alan resifal kireçtaşları tarafından açılı uyumsuzlukla üzerlenir.

Sivas Tersiyer havzasının orta kesiminin stratigrafisini yansıtan Ünite II (Hafik ünitesi) ve Ünite III (Acıpınar ünitesi) içerisinde, tabanda Oligosen (?) yaşlı kalın jipsli çökellerle temsil edilen Hafik Formasyonu yer alır. Her iki ünite de bu birim, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonuna ait sığ denizel kayalar tarafından açılı

uyumsuzlukla üzerlenir. Ünite III içerisinde Karacaören Formasyonu uyumlu olarak Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonuna geçer.

Sivas Tersiyer havzasının güney kenarının stratigrafik özellikleri Ünite IV (Celalli ünitesi) içerisinde yer alır. Ünite IV'ün temelini Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu oluşturur. Bu birimi Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu tektonik dokanakla üzerler. Tabanda yer alan bu birimlerle Alt Miyosen yaşlı Karacaören ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonlarının dokanağı boyunca güneye doğru sönümlenen bindirme gelişimi izlenir.

Hafik (Sivas) yöresinde ayırtılan Alt-Orta (?) Miyosen ve daha yaşlı kayaları, Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu, Kuvaterner yaşlı Karacahisar formasyonu, travertenler, yamaç molozları ve alüvyonlar uyumsuzlukla üzerler.

Kemah (Erzincan) ve Hafik (Sivas) yörelerinde Sivas Tersiyer havzasının tektonik deformasyon biçimi, genel K-G yönlü sıkışma altında gelişen; temel kayalarını ve havza kayalarının kısılmasını ve kalınlaşmasını sağlayan bindirme sistemleriyle belirlenmektedir. Havzanın incelenen her iki kesiminde yapılan fay-atım verilerinin kinematik analizi sonucunda, ortaç hareket düzleminin KKB-GGD doğrultusunda yer aldığı belirlenmiştir. İncelenen bölgelerde genel tektonik taşınma yönü kuzeyden güneye doğrudur. Bununla beraber, kuzeye doğru gelişen önemli geri bindirme faylarının varlığı da saptanmıştır.

Kemah (Erzincan) yöresinde gelişen bindirme sistemleri çok fazlı gelişim sekansları içerisinde yer almaktadırlar. Havzanın kuzey kenarında yer alan temel kayalarından oluşan bindirme topluluğunun Üst Miyosen'de güneye doğru havza üzerine ilerlemesiyle, ilk bindirme sistemlerinin gelişimi öne doğru gelişim sekansı (piggy-back) ile şekillenmiştir. Kuzeyden havza üzerine yinelenen hareketlerle sıra dışı bindirme gelişimi (out of sequence thrust) ve geriye doğru gelişim sekansı (breack-back) ile kalınlaşma ve yeniden kıvrımlanma gerçekleşmiştir. Kuvaterner yaşlı kayalarda izlenen bindirme gelişimini gösterir veriler, bölgede sıkışmanın aktif olarak devam ettiğini göstermektedir.

Hafik (Sivas) yöresinde Sivas Tersiyer havzasının kuzey kenarını yansıtan Ünite I (Bahçecik ünitesi) içerisinde temeli oluşturan Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı ile Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerası bir kuzeye eğimli açık imbrike fan sistemi içerisinde yer alırlar. Bu sistemin tavanında yer alan Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait kalın jips kütlesinin Üst Miyosen'de güneye doğru hareketlenmesiyle,

havzanın orta kesiminde öne doğru gelişim sekansıyla kalın bir bindirme topluluğu gelişmiştir. Bu bindirme sisteminin taban bindirme fayının, Hafik Formasyonuna ait jipslerle, temel kayalarını oluşturan Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığının dokanağı boyunca gelişimini, ana bindirme fayları boyunca serpantin tektonik dilimlerinin yüzeylemesi göstermektedir. Hafik Formasyonuna ait jipslerin, havzanın kuzey kesiminde Alt Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer alması, Üst Pliyosen-Kuvaterner döneminde, kuzeye doğru geri bindirme gelişimini (Sivas bindirmesi) belirtmektedir.

Sivas Tersiyer havzasında Üst Miyosen'den günümüze gerçekleşen kısalma miktarının saptanması amacıyla hazırlanan dengelenmiş enine kesit (balanced cross-section) denemelerinde, Kemah (Erzincan) yöresinde 12.8 km deforme kesit genişliği üzerinde 8.7 km (%40) (sıra dışı bindirme gelişimi gözönüne alınmaksızın), Hafik (Sivas) yöresinde ise 18.7 km deforme kesit genişliği üzerinde 14.9 km (%44) minimum kısalma miktarları hesaplanmıştır. Kemah (Erzincan) yöresinde sıra dışı bindirme gelişiminin gözönüne alınmasıyla kısalma oranı %52'ye ulaşmaktadır. Sivas Tersiyer havzasının doğuya doğru daralan geometrisinin, artan kısalma oranı ile ilgili olduğu ortaya çıkmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Sivas Tersiyer havzası, tektonostratigrafi, kinematik, dengelenmiş enine kesit

ABSTRACT*PhD Thesis***THE TECTONOSTRATIGRAPHY and TECTONIC DEFORMATION STYLE OF THE SIVAS TERTIARY BASIN IN THE KEMAH (ERZINCAN) and HAFİK (SIVAS) REGIONS****Haluk TEMİZ****Cumhuriyet University
Institute of Applied and Natural Sciences
Geological Engineering Department****Supervisor: Prof.Dr. S.Zeki TUTKUN**

This study aims to bring up the tectonostratigraphy, tectonic deformation style, kinematics and shortening rate of the Sivas Tertiary basin since Upper Miocene. In this context, detailed geological study of the eastern tip of the Sivas Tertiary basin comprising the Kemah (Erzincan) and the Hafik (Sivas) regions located in the central part has been carried out.

The tectonostratigraphy of the Kemah (Erzincan) region was investigated within three main units. The basement rocks located to the southern margin of the basin are named as the "floor sequence", Tertiary units deposited in between Middle Eocene-Middle Miocene periods are called as the "basin sequence", whereas the rocks thrust onto the basin deposits in a southverging direction are determined as the "roof sequence".

The floor sequence is composed of Upper Triassic-Upper Cretaceous Munzur limestone and Upper Cretaceous Eriç ophiolitic mélangé that overlies the Munzur limestone tectonically. The first basin deposits rest on the floor sequence are represented by the Middle Eocene Dedek formation. The units overlain the Dedek formation have been regarded as the Kemah group. The stratigraphy of the Kemah group displays differences on southern and northern margins of the basin. They start with the Oligocene (?) Kuşlu and Taşbulak formations at the base and pass upwards into Lower Miocene Sultanmelek limestone and Kömür formation at the northern part of the basin. The uppermost part of the Kemah group contains the Lower-Middle (?) Miocene Dutlu formation. At the southern margin of the basin, the Kemah group starts with Lower Miocene Sultanmelek limestones at the base and is located on the floor sequence. This unit is conformably followed by Lower-Middle (?) Miocene Tuzla formation.

The thick pile of thrust sheets tectonically situated on the basin sediments consists of four different thrust sheets. These thrust sheets, from bottom to top, are Upper Cretaceous Eriç ophiolitic mélangé, Lower Eocene Karaburun formation, Upper Cretaceous Karadağ basalts and Sütpınar formation.

Lower-Middle (?) Miocene and older deposits crop out in the Kemah (Erzincan) region are unconformably overlain by Quaternary Alpköy formation, travertines, slope talus and alluvial deposits.

Tectonostratigraphy of the Hafik (Sivas) region located in the central part of the Sivas Tertiary basin has been studied in four different tectonic units separated from each other by main thrusts. Unit I (Bahçecik unit), contains the basement rocks of the northern margin of the Sivas Tertiary basin. Upper Paleocene-Lower Eocene Bahçecik conglomerates rests on Upper Cretaceous Tekelidağı mélangé unconformably. These units are overlain by reefal carbonates which form the basal levels of the Lower Miocene Karacaören formation with an angular unconformity.

Unit II (Hafik unit) and Unit III (Acıpınar unit) that reflect the stratigraphy of the central part of the Sivas Tertiary basin include the Oligocene (?) Hafik formation characterized by thick gypsum deposits at the base. In both units, the Hafik formation is overlain by shallow marine deposits of Lower Miocene Karacaören formation. In Unit III, the Karacaören formation conformably passes into Lower-Middle (?) Miocene Benlikaya formation.

The stratigraphical characteristics of the southern margin of the Sivas Tertiary basin are located within Unit IV (Celalli unit). The basement of Unit IV is composed of Middle Eocene Bozbel formation which overlies by the Oligocene Selimiye formation tectonically. Along the contact between the basal units and the Lower Miocene Karacaören and Lower-Middle (?) Miocene Benlikaya formations include thrust development which dies out towards the south.

The Lower-Middle Miocene and older rocks of the Hafik (Sivas) region are overlain by Pliocene İncesu, Quaternary Karacahisar formation, travertines, slope talus and alluvial deposits unconformably.

Tectonic deformation style of the Sivas Tertiary basin around the Kemah (Erzincan) and Hafik (Sivas) regions is controlled by the thrust systems developed under the N-S compression. As a result of the kinematic analysis of fault-slip data on both regions, the mean movement plane was determined as NNW-SSE direction. The general tectonic transport direction is towards south. However, important northverging thrust systems were also observed.

The thrust systems developed in the Kemah (Erzincan) region are located within the multi-phase thrust sequences. Progressive movement of basement rocks located to the northern margin of the basin during Upper Miocene caused to the development of first thrust systems shaped by piggy-back sequence. Thickening and re-folding are thought to be the product of out of sequence thrusts and break-back developments. The indication of thrust development within Quaternary deposits marks the continuation of active shortening in the region.

In the Hafik (Sivas) region, the Upper Cretaceous Tekelidağı mélangé and Upper Paleocene-Lower Eocene Bahçecik conglomerates of Unit I in the northern margin of the Sivas Tertiary basin are located in a northerly dipping imbricated fan system. Southerly movement of thick Oligocene (?) gypsum mass resulted in the development of thick pile of thrust sheets in the central part of the basin. The observation of the contact belonging to the floor thrust between Hafik formation and Upper Cretaceous Tekelidağı mélangé was confirmed by the occurrence of serpentinite lenses along the main thrusts. The observation of gypsum of Hafik formation on the Lower Pliocene İncesu formation with a tectonic contact indicate the development of northvergely back-thrusts (Sivas thrust) in Upper Pliocene-Quaternary period.

In an attempt in order to determine the total shortening rate using balanced cross-sections in the Hafik (Sivas) and Kemah (Erzincan) regions revealed that in a 12.8 km long deformed cross-section in the Kemah (Erzincan) region, 8.7 km (%40) shortening was calculated (the out of sequence thrusts not included). Whereas, this value was determined as 14.9 km (%44) on a 18.7 km long cross-section for the Hafik (Sivas) region. The shortening rate in the Kemah (Erzincan) region yields up to % 52 when the out of sequence thrusting is included. This means that the easterly narrowing geometry of the Sivas Tertiary basin is consistent with the increasing shortening rate.

KEY WORDS: Sivas Tertiary basin, tectonostratigraphy, kinematics, balanced cross-section

TEŞEKKÜR

Sivas Tersiyer havzasının ayrıntılı jeolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanan bu doktora tez çalışmasında değerli katkılarını gördüğüm C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ali ÖZTÜRK'e ve Danışman hocam Prof. Dr. S. Zeki TUTKUN'a teşekkür ederim.

Paris-Sud Üniversitesi (Fransa) ile Cumhuriyet Üniversitesi arasında jeoloji alanındaki işbirliği projesi çerçevesinde, doktora tezinin proje hazırlık aşamasından, saha ve büro çalışmalarının yürütülmesine değin bir çok konuda yardımlarını gördüğüm Paris-Sud Üniversitesi öğretim üyelerinden Dr. André POISSON'a ve Dr. Jean Claude GUEZOU'ya teşekkür ederim.

Paleontolojik yaş tayinlerini yapan Doç. Dr. Nurdan İNAN'a, Arş.Gör. Mehmet AKYAZI'ya ve Arş.Gör. Nazire ÖZGEN'e, petrografik tayinleri yapan Yrd. Doç. Dr. Musa ALPASLAN'a, tezin hazırlanmasında yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Halil GÜRSOY ve Yrd. Doç. Dr. Orhan TATAR'a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarının yürütülmesinde kısmen maddi destek sağlayan C.Ü. Araştırma Fonuna teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xxiii
EKLER	xxxv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. İncelemenin Amacı ve Kapsamı.....	2
1.2. İnceleme Yöntemleri.....	2
1.2.1. Saha çalışmalarında kullanılan yöntemler.....	2
1.2.2. Laboratuvar çalışmalarında kullanılan yöntemler.....	3
1.2.3. Büro çalışmalarında kullanılan yöntemler.....	3
1.3. Önceki Çalışmalar.....	4
1.4. Sivas Tersiyer Havzasının Genel Jeolojik Özellikleri.....	11

BÖLÜM I

SİVAS TERSİYER HAVZASININ KEMAH (ERZİNCAN) YÖRESİNDEKİ
TEKTONOSTRATİGRAFİSİ ve TEKTONİK DEFORMASYON BİÇİMİ

I.1. İnceleme Alanının Konumu.....	15
I.2. İnceleme Alanının Yeryüzü Biçimi.....	15
I.3. Kemah (Erzincan) Yöresinin Tektonostratigrafisi.....	16
I.3.1. <u>Taban İstifinin Stratigrafisi</u>	18
I.3.1.1. Munzur Kireçtaşı (TJKm).....	18
I.3.1.2. Eriç ofiyolitli karışığı (Ke).....	20
I.3.2. <u>Havza İstifinin Stratigrafisi</u>	22
I.3.2.1. Dedek formasyonu (Td).....	22
I.3.2.2. Kemah Grubu (Tk).....	24
I.3.2.2.1. Kuşlu formasyonu (Tkk).....	26
I.3.2.2.2. Taşbulak formasyonu (Tkta).....	30

	<u>Sayfa No</u>
I.3.2.2.3. Sultanmelek kireçtaşı (Tks).....	35
I.3.2.2.4. Kömür formasyonu (Tkkö).....	43
I.3.2.2.5. Dutlu formasyonu (Tkd).....	51
I.3.2.2.6. Tuzla formasyonu (Tkt).....	53
I.3.3. <u>Tavan İstifinin Stratigrafisi</u>	58
I.3.3.1. Karaburun formasyonu (Tkr).....	58
I.3.3.2. Karadağ bazaltı (Kk).....	60
I.3.3.3. Sütçinar formasyonu (Ks).....	61
I.3.3.4. Alpköy formasyonu (Qa).....	63
Travertenler (Qt).....	64
Yamaç molozları (Qy).....	65
Alüvyonlar (Qal).....	65
I.4. Kemah (Erzincan) Yöresinin Tektoniği	65
I.4.1. Kıvrım ve bindirmelerin geometrisi.....	65
I.4.1.1. Ünite I.....	67
I.4.1.2. Ünite II.....	75
I.4.1.3. Ünite III.....	78
I.4.1.4. Ünite IV.....	81
I.4.1.5. Ünite V.....	96
I.4.1.6. Ünite VI.....	105
I.4.1.7. Kuvaterner yaşlı kayaların tektonik deformasyon biçimi.....	108
I.4.2. Kemah (Erzincan) Yöresinde Bindirme Sistemlerinin	
Kinematığı	111
I.4.2.1. Kinematik analizlerde kullanılan fay-atım verilerinin ölçüm	
lokasyonları.....	111
I.4.2.2. Fay-atım topluluklarının kinematik analizi.....	115
I.4.2.2.1. Fay-atım verilerinin "Carey yöntemi" ile incelenmesi.....	115
I.4.2.2.2. Fay-atım verilerinin grafiksel kinematik analiz yöntemiyle	
incelenmesi.....	126
I.4.3. Kemah (Erzincan) Yöresinde Bindirmelerin ve	
Dengelenmiş Enine Kesitin (Balanced Cross-section)	
Gelişim Sekansı	131

	<u>Sayfa No</u>
I.4.3.1. Dengelenmiş enine kesitlerin genel özellikleri.....	131
I.4.3.2. Kemah (Erzincan) yöresinde dengelenmiş enine kesit restorasyonu ve hazırlanması.....	133
I.4.3.3. Dengelenmiş enine kesit yardımıyla kısalma miktarının hesaplanması.....	136

BÖLÜM II

SİVAS TERSİYER HAVZASININ HAFİK (SİVAS) YÖRESİNDEKİ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ ve TEKTONİK DEFORMASYON BİÇİMİ

II.1. İnceleme Alanının Konumu.....	140
II.2. İnceleme Alanının Yeryüzü Biçimi.....	141
II.3. Hafik (Sivas) Yöresinin Tektonostratigrafisi.....	141
II.3.1. Tekelidağı Karışığı (Kt).....	145
II.3.2. Bahçecik konglomerası (Tb).....	146
II.3.3. Bozbel Formasyonu (Tbo).....	151
II.3.4. Selimiye Formasyonu (Ts).....	152
II.3.5. Hafik Formasyonu (Th).....	154
II.3.6. Karacaören Formasyonu (Tk).....	156
II.3.7. Benlikaya formasyonu (Tbe).....	163
II.3.8. İncesu Formasyonu (Ti).....	166
II.3.9. Karacahisar formasyonu (Qk).....	168
Travertenler (Qt).....	169
Yamaç molozları (Qy).....	169
Alüvyonlar (Qal).....	170
II.4. Hafik (Sivas) Yöresinin Tektoniği.....	170
II.4.1. Ünite I (Bahçecik ünitesi).....	170
II.4.2. Ünite II (Hafik ünitesi).....	176
II.4.3. Ünite III (Acıpınar ünitesi).....	183
II.4.4. Ünite IV (Celalli ünitesi).....	188
II.4.5. Kuvaterner yaşlı kayaların tektonik deformasyon biçimi.....	197
II.5. Hafik (Sivas) Yöresinde Bindirme Sistemlerinin Kinematığı.....	200

II.4.5. Kuvaterner yaşlı kayaların tektonik deformasyon biçimi.....	197
II.5. Hafik (Sivas) Yöresinde Bindirme Sistemlerinin Kinematığı.....	200
	<u>Sayfa No</u>
II.5.1. Kinematik analizlerde kullanılan fay-atım verilerinin lokasyonları....	200
II.5.2. Fay-atım topluluklarının kinematik analizi.....	203
II.6. Hafik (Sivas) Yöresindeki Bindirmelerin ve Dengelenmiş Enine Kesitin	
(Balanced Cross-section) Gelişim Sekansı.....	215
II.6.1. Kesite gerçekçi restorasyonun yapılmasını güçleştiren etkenler.....	216
II.6.2. Dengelenmiş enine kesitin restorasyonu ve gelişim sekansı.....	217
II.6.3. Dengelenmiş enine kesit yardımıyla kısalma miktarının hesaplanması.....	218
JEOLJİK EVRİM.....	221
TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	227
DEĞİNİLEN BELGELER.....	234
ÖZGEÇMİŞ.....	240

ŞEKİLLER DİZİNİ**Sayfa No**

Şekil 1. Sivas Tersiyer havzasının iki farklı kesiminde yer alan inceleme alanlarının konumunu ve bölgesel jeolojisini gösterir yalınlaştırılmış harita. 1) Eosen yaşlı volkano sedimanter istif, 2) Üst Kretase-Paleosen yaşlı karbonatlar, 3) Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışık, 4) Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı karbonatlar, 5) Kırşehir Masifi, 6) Tokat Masifi (1/2.000.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritasından yalınlaştırılmıştır)

1

Şekil 2. Sivas Tersiyer havzasının doğu ucunda yer alan Kemah (Erzincan) yöresini kapsayan inceleme alanının yer bulduru haritası

15

Şekil 3. Kemah (Erzincan) yöresinin genelleştirilmiş tetonostratigrafik dikme kesiti (Ölçeksiz). İçi dolu oklar; ana bindirme faylarını, içi boş oklar; bindirme faylarını, yarım oklar; bindirme gelişim seviyelerini (décollement seviyeleri) göstermektedir

17

Şekil 4. Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Özgül ve Turşucu, 1983).

19

Şekil 5. İnceleme alanının güneydoğusunda Maksutuşağı köyü güneyinde Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı (TJKm) ile Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığının (Ke) tektonik dokanak ilişkisi (B'dan D'ya bakış)

21

Şekil 6. Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonunun inceleme alanının güneybatısında yer alan Kuşlu köyü güneyinden hazırlanan ölçülü stratigrafi kesiti

28

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 7. Oligosen (?) yaşlı Kuşlu ve Taşbulak formasyonlarının, inceleme alanının güneybatısında yer alan Aktaş tepede ölçülen stratigrafik dikine kesiti	29
Şekil 8. Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonunun taban kesimlerinde yer alan kumtaşlarında gözlenen yük kalıpları (Kuşlu köyü kuzeyi)	31
Şekil 9. Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonun en üst kesimlerinde izlenen olivin bazaltların ince kesit görünümü (çift nikol)	33
Şekil 10. Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonunu uyumlu olarak üstleyen Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı içerisinde izlenen bazalt intraklastları (çift nikol)	34
Şekil 11. Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşına ait Kemah ilçe merkezi kuzeyinde yer alan Sultanmelek mahallesi ölçülü stratigrafi kesiti	37
Şekil 12. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Parmakkaya köyü dolayında Parmak sırtından hazırlanan Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşına ait ölçülü stratigrafi kesiti	38
Şekil 13. Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının üst kesimlerinde izlenen oosparitlerin genel görünümü (tek nikol)	39
Şekil 14. Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı içerisinde izlenen Archaiaslı biyosparitlerin genel görünümü (tek nikol)	39
Şekil 15. Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı içerisinde izlenen Miliolidaeli biyosparitlerin genel görünümü (tek nikol)	40

Sayfa No

Şekil 16. Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı içerisinde izlenen kırmızı alglerin genel görünümü (tek nikol)	40
Şekil 17. Alt Miyosen yaşlı çökellerde saptanan fosil topluluklarının ortamsal ilişkileri (Örçen, 1989)	42
Şekil 18. İnceleme alanının batısında yer alan Kılıçtaş tepe senklinalinin kuzey kanadında ölçülen Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonuna ait ölçülü stratigrafi kesiti	45
Şekil 19. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Ayrancı köyü batısından hazırlanan Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonlarına ait ölçülü stratigrafi kesiti	46
Şekil 20. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Kömür köyü kuzeyinden hazırlanan Alt Miyosen yaşlı Kömür, Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu ve Tuzla formasyonlarına ait ölçülü stratigrafi kesiti	47
Şekil 21. İnceleme alanının doğusunda yer alan Meryemana tepeden alınan Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonlarına ait ölçülü stratigrafi kesiti	49
Şekil 22. Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonunun Kemah kuzeyinden alınan ölçülü stratigrafi kesiti.	55
Şekil 23. İnceleme alanının orta kesiminde Parmakkaya köyü ile Fırat nehri arasında hazırlanan Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonuna ait ölçülü stratigrafi kesiti.	56

Sayfa No

Şekil 24. İnceleme alanının güneyinde yer alan Köseler köyü güneyinde Alt-Orta Miyosen yaşlı Tuzla formasyonunun Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı (Ke) ile dokanak kesimlerinde izlenen taban çakıllaşlarının genel görünümü.

57

Şekil 25. İnceleme alanında ayırtılan tektonik ünitelerin (I,II,III,IV,V,VI), kinematik analizlerde kullanılan fay-atım topluluklarının ölçüm istasyonlarının (1,2,3,4,5,6) ve enine kesitlerin (AA', BB',CC',DD',EE',FF',GG') lokasyonlarını gösterir yalınlaştırılmış harita. Kalın oklar, kinematik analizlerde elde edilen tektonik taşınma yönlerini göstermektedir.

66

Şekil 26. Kesit BB': İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağı yöresinde Ünite II'nin yanal bitimi ve tabanda Akpur dupleksinin gelişimini gösterir enine kesit. Kesit CC': İnceleme alanının orta kesiminde Kemah kuzeyinde yer alan Kömür çay vadisi boyunca yüzeyleyen doğal kesiti içeren enine kesit. (Açıklamalar için Şekil 39'a bakınız).

68

Şekil 27. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağı yöresinde hazırlanan Kesit BB' (Şekil 26) nün saha görünümü.

69

Şekil 28. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Kömür çayı vadisi boyunca yüzeyleyen doğal enine kesitin (Şekil 26 Kesit CC') saha görünümü.

70

Şekil 29. İnceleme alanının güneyinde yer alan Aktaş tepe güneyinde Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının (Tks) tabanında Kemah bindirmesinin (KB) gelişimi. a) Aktaş tepe ramp antiklinali (GB'dan KD'ya bakış), b) Kemah bindirme fayının tavanında gelişen ikincil dupleks yapısını gösterir enine kesit (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

71

Şekil 30. İnceleme alanının güneyinde Kemah-Erzincan karayolu üzerinde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının (Tks) tabanında Kemah bindirme fayının (KB) gelişimi ve iç deformasyon özellikleri. a) Kemah bindirmesinin gelişimi (D'dan B'ya bakış), b ve c) Taban fayı üzerinde gelişen imbrike fan sistemini gösterir enine kesitler (Td: Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu).

72

Şekil 31. İnceleme alanının güneyinde yer alan Maksutuşağı köyü kuzeyinde, Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu (Tkt) ile Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığının (Ke) dokanağı boyunca gelişen Kemah bindirmesi (KB). a) Saha görünümü (KD'dan GB'ya bakış), b) Kemah bindirmesinin tavanında gelişen ramp antiklinali ve ikincil fayları gösterir enine kesit. Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur kireçtaşı (TJKm) ile Eriç ofiyolitli karışığının dokanağını Dereköy bindirmesi (DEB) oluşturur.

73

Şekil 32. Kesit DD': İnceleme alanının orta kesiminde Parmakkaya köyü dolayında Ünite IV'ün lateral bitimi ve Ünite V'in (Akpur duplexi) sıra dışı bindirmeye gelişimini gösterir enine kesit. Kesit EE': İnceleme alanının doğu kesiminde yer alan Doğan köyü dolayında Ünite IV'ün deformasyon biçimi ve Ünite V ile I'in ilişkisini gösterir enine kesit (Açıklamalar için Şekil 39'a bakınız).

74

Şekil 33. Ünite II'nin batı kesiminde yer alan Yoğurt Dağının kuzeyinde, Ünite III'ün taban fayını oluşturan Çörençilsalı tepe bindirmesi (ÇB) boyunca gelişen klipler ve tabanında yer alan Kömür antiklinalinin görünümü.

76

Şekil 34. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağında Ünite II'nin batı kesiminde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının (Tks) kıvrımlanma ve bindirme gelişimiyle kalınlaşması (GB'dan KD'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

77

Sayfa No

Şekil 35. Ünite II'nin Yoğurt Dağı kuzeyinde Taşbulak köyü dolayında sonlanmasıyla ilişkili lateral antiklinalin (Taşbulak antiklinali) genel görünümü (KB'dan GD'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

78

Şekil 36. İnceleme alanının orta bölümündeki Kömür çay vadisinin kuzey kesiminde yer alan Dutlu köyü güneyinde, Ünite III'ün taban bindirmesine bağlı olarak gelişen imbrikasyon ve kliplerin görünümü (KE'dan GB'ya, Tandırbaşı köyüne bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

79

Şekil 37. İnceleme alanının orta kesiminde, Dutlu ve Tandırbaşı köyleri arasındaki kesimde Ünite III'ün tavanında gelişen bindirme sistemlerinin geometrisini gösterir enine kesitler. a ve b) Tandırbaşı köyü güneyinde imbrike fan sistemi, c) Minör dupleks sistemi (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

80

Şekil 38. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Dutlu köyü kuzeyinde, Ünite III'ün kuzeyinde yüzeyleyen Dutlu bindirmesinin (DB) taban bloğunda gelişen ikincil dupleks sistemini gösterir enine kesit (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

81

Şekil 39. Kesit AA': İnceleme alanının kuzeybatısında yer alan Kılıçtaş tepe senklinalini ve Ünite V içerisinde Akpur dupleksinin jips hors topluluğu ile gelişimini gösterir enine kesit. 1) Üst Triyas- Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı, 2) Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı, 3) Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu, 4) Oligosen (?) yaşlı Kuşlu ve 5) Taşbulak formasyonları, 6) Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı ve 7) Kömür formasyonu, 8) Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu ve 9) Tuzla formasyonları, 10) Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonu, 11) Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı ve 12) Sütçinar formasyonu, 13) Kuvaterner yaşlı Alp formasyonu.

83

Şekil 40. İnceleme alanının kuzeybatısında yer alan Ünite IV içerisinde, Karadağ bindirmesinin (KB) tabanında gelişen Kılıçtaş tepe

Sayfa No

senklinali ve çekirdeğinde yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonunun (Tkkö) görünümü (Kılıçtaş tepe, GD'dan KB'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

84

Şekil 41. İnceleme alanının kuzeybatısında, Ünite IV'ün batı ucunda, Karadağ bindirmesinin (KB) tabanında gelişen ve Kılıçtaş tepe senklinalinin kuzey kanadını kesen bindirme sistemi. a) Saha görünümü (B'dan D'ya Gediktepe köyüne bakış), b) Gediktepe ve Kardere köyleri güneyinden hazırlanan enine kesitler (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

85

Şekil 42. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Ünite IV içerisinde gelişen Kuşakboyun tepe antiklinalinin tavanında izlenen a) pasif roof thrust gelişimi, b) pop-up blok yapısını gösterir enine kesitler (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

86

Şekil 43. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Parmakkaya köyü kuzeyinde Ünite IV'ün lateral sınırı ve gelişen bindirme seviyeleri. a) Saha görünümü (İnintaşı sırtına GD'dan KB'ya bakış), b) İnintaşı sırtı kesiti (ön plan) ve lateral ramp antiklinalinin Karadağ bindirmesi (KB) ile ilişkisinin panoramik görünümü (arka plan) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

87

Şekil 44. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Parmakkaya köyü kuzeyinde Ünite IV'ün doğusunda lateral rampa karşılık gelen kesimlerindeki iç deformasyonu gösterir ayrıntılı enine kesitler. a) Parmak sırtı güneybatısı, b) Parmak sırtı güneydoğusundan alınan enine kesitler (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

88

Şekil 45. İnceleme alanının kuzeyinde Karadağ köyü batısında, Ünite IV'ün taban bloğunda gelişen imbrike fan sistemini gösterir enine kesitler.

89

Şekil 46. Kesit FF': İnceleme alanının doğusunda yer alan Gökkaya köyü yöresinden hazırlanan Ünite IV ile IV'in ilişkisini ve Ünite IV içerisinde dupleks yapısının gelişimini gösterir enine kesit. Kesit GG': İnceleme alanının doğusunda yer alan Sürek köyü dolayında Sürek senklinalini ve Ünite IV ile V'in ilişkisini gösterir enine kesit (Açıklamalar için Şekil 39'a bakınız).

91

Şekil 47. İnceleme alanının doğusunda yer alan Gökkaya senklinalinin doğu kesiminden hazırlanan Kesit FF' nün (Şekil 46) saha görünümü. Fotoğrafta: ön yakın planda Alt Miyosen yaşlı Kömür (Tkkö) ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu (Tkd) formasyonlarının yanıl geçişli ilişkisi; kuzeyde senklinalin kuzey kanadını kesen bindirme gelişimi ve güneyde bindirme gelişimiyle ilişkili kıvrımlanmanın görünümü.

92

Şekil 48. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Doğan köyü doğusunda, Ünite IV içerisinde yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonunun (Tkkö) kıvrımlanması ve "out of syncline" bindirmesinin görünümü (B'dan D'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

93

Şekil 49. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Koruyolu köyü kuzeydoğusunda, Karadağ bindirmesinin ön ülkesinde, Ünite IV içerisinde gelişen Gökkaya senklinalinin genel görünümü (B'dan D'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

94

Şekil 50. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Gökkaya köyü doğusunda, Gökkaya senklinalinin kuzey kanadında, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu içerisinde yer alan kireçtaşlarının bindirme faylarıyla kalınlaşması (KB'dan GD'ya bakış).

95

Şekil 51. İnceleme alanının kuzeydoğusunda Sürek köyü kuzeyinde Ünite IV içerisinde, Üst Kretase yaşlı Sütçınar formasyonunun (Ks) tabanında yer alan Kardigöz bindirmesinin (KAB) ön ülkesinde gelişen

Sayfa No

Sürtek senklinalinin görünümü (GB'dan KD'ya, Gazikort tepeye bakış)
(İşaretler için Ek 1'e bakınız).

96

Şekil 52. İnceleme alanının güneybatısında yer alan Kuşlu köyü
yönünde Ünite V'in genel görünümü ve Ünite IV'ün tabanında jipslerden
oluşan hors topluluğu ile dupleks yapısının gelişimi (D'dan B'ya bakış)
(İşaretler için Ek 1'e bakınız).

98

Şekil 53. İnceleme alanının güneybatısında yer alan Boğaziçi köyü
kuzeyinde Ünite V'in tabanında, Orta Eosen yaşlı Dedek (Td) ve Oligosen
(?) yaşlı Kuşlu (Tkk) formasyonlarının dokanağı boyunca bindirme gelişimi.
a) Saha görünümü (D'dan B'ya bakış), b) Boğaziçi bindirmesi (BB)
taarruflarında gelişen ramp antiklinali.

99

Şekil 54. İnceleme alanının batısında Kuşlu köyü çevresinde,
Oligosen (?) yaşlı Kuşlu (Tkk) ve Taşbulak (Tkta) formasyonlarının
dokanağı boyunca gelişen Kuşlu bindirmesi (KUB) ve taban bloğunda
gözlenen yapılar. a) Saha görünümü (D'dan B'ya bakış), b) Jips
seviyelerinde horsların gelişimini gösterir enine kesit.

100

Şekil 55. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağının
batısında, Ünite II'nin lateral kenarına karşılık gelen Taşbulak antiklinali ve
çukurdeğinde yer alan Ünite V'e ait Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonunun
(Tkl.) genel görünümü (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

101

Şekil 56. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağının
batısında Oligosen (?) yaşlı Kuşlu (Tkk) ve Taşbulak (Tkta)
formasyonlarının dokanağında yer alan Kuşlu bindirmesi (KUB) boyunca
gelişen deformasyon. a) Saha görünümü (G'den K'e bakış), b) Fay boyunca
tabaka durumlarındaki değişimi gösterir enine kesit.

102

Şekil 57. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Taşbulak köyü güneyinde, Kuşlu bindirmesine (KUB) yakın kesimlerde Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonuna (Tkta) ait kumtaşlarında gözlenen hors yapısı.

103

Şekil 58. İnceleme alanının orta kesiminde, Tuzla köyü batısında Ünite I'li kuzeyden sınırlayan ve Ünite V'in taban bindirme fayını oluşturan, Alt-Orta Miyosen yaşlı Tuzla (Tkt) ve Oligosen yaşlı Kuşlu (Tkk) formasyonları arasında gelişen Tuzla bindirmesinin (TB) genel görünümü (GD'dan KB'ya bakış).

104

Şekil 59. İnceleme alanının kuzeybatısında, Taşbulak köyü kuzeyinde yer alan Karaburun tepe bindirmesi (KAB) boyunca, Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonunun (Tk) tabanında yüzeyleyen serpantinitle tektonik dilimlerinin görünümü (GB'dan KD'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

106

Şekil 60. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Üst Kretase yaşlı Sütlüce formasyonunun (Ts) tabanında, Kardigöz bindirmesi (KAB) boyunca izlenen serpantinitle tektonik dilimlerinin görünümü (G'den K'e bakış).

107

Şekil 61. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Üst Kretase yaşlı Sütlüce formasyonu (Ts) içerisinde gelişen devrik kıvrımlanma, yapraklanma ve bindirmelerin görünümü (D'da B'ya bakış).

107

Şekil 62. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Doğanbeyli köyü batısında Kuvaterner yaşlı Alpköy formasyonunun (Qa) deformasyon biçimi. a) Alpköy formasyonunun Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı (Kk) ile dokanak ilişkisi (B'dan D'ya bakış), b) Alpköy formasyonu içerisinde gelişen bindirme sistemini gösterir enine kesit.

109

Şekil 63. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yüzeyleyen Kuvaterner yaşlı Alpköy formasyonunda (Qa) gelişen normal faylanma örnekleri a) F1 fayının arazi görünümü (GD'dan KB'ya bakış), b) Erzincan-Kemah karayolu boyunca hazırlanan enine kesit.

110

Şekil 64. Metinde kullanılan simgeleri gösterir bir faya ait blok diyagram. i : fay düzlemi, H : tavan blok, F : taban blok, s_i : tavan bloğa göre taban bloğun hareket yönüne paralel atım vektörü, aynı zamanda ölçülmüş kayına çizgisi, n_i : fay düzlemine normal vektör, σ_i : fay düzlemine (i) uygulanan gerilme, σ_{ni} : σ_i nin fay düzlemine dik bileşeni, τ_i : çözümlenmiş malaslama gerilmesi, σ_i nin fay düzlemi üzerindeki ortogonal izdüşümü, θ : fayın doğrultusuyla (h) atım vektörü (s) arasındaki açı (pitch), u : (s_i, n_i) düzlemine dik vektör (Carey ve Mercier, 1987).

116

Şekil 65. İstasyon 1'e ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).

118

Şekil 66. İstasyon 2'ye ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).

119

Şekil 67. İstasyon 3'e ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen verilerin toplu gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).

121

Şekil 68. İstasyon 4'e ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucu elde edilen verilerin toplu halde gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).

122

Sayfa No

Şekil 69. İstasyon 5'e ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen verilerin toplu gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).

123

Şekil 70. İstasyon 6'ya ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen verilerin toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).

124

Şekil 71. Fay-atım kinematığının geometrisi, stereografik izdüşüm. Kinematik eksenler, atım yönü ve fayın kutup noktası ortak bir düzlemde yer alır. Her bir kinematik eksen, fayın kutup noktası ve atım yönüyle 45°'lik açı yapmaktadır (Marret ve Allmendinger, 1990).

126

Şekil 72. a) İstasyon 1'e, b) İstasyon 2'ye ait verilerin stereografik izdüşümleri (Wulff ağı alt yarı küre). Yay parçaları: fay düzlemlerini, oklar: fay düzlemi üzerindeki kayma çizgilerini ve tavan bloğun hareket yönlerini, içi boş daireler: fayların kutup noktalarını, içi dolu daireler: katmanların kutuplarını, yıldız: yapraklanma kutup noktasını, kare: kıvrım eksenini, taralı yay parçası: hareket düzlemini göstermektedir.

128

Şekil 73. a) İstasyon 3 ve b) İstasyon 4'e ait verilerin stereografik izdüşümü (Wulff ağı alt yarı küre). Açıklamalar için şekil 72'ye bakınız.

129

Şekil 74. a) İstasyon 5 ve b) İstasyon 6'ya ait verilerin stereografik izdüşümü (Wulff ağı alt yarı küre). Açıklamalar için şekil 72'ye bakınız.

130

Şekil 75. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Kömür çayı vadisi boyunca yüzeyleyen Kesit CC' (Şekil 26, 28) üzerinde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının kılavuz seviye olarak kullanılmasıyla hazırlanan dengelenmiş enine kesit denemesinin restorasyon aşamaları.

138

Sayfa No

- Şekil 76. Sivas Tersiyer havzasının orta kesiminde Hafik (Sivas) yöresinde yer alan inceleme alanının yer bulduru haritası.
- 140
- Şekil 77. İnceleme alanında birbirlerinden ana bindirmelerle ayrılan tektonik ünitelerin, enine kesit çizgilerinin ve fay-atım verilerinin ölçüldüğü istasyonların lokasyonlarını gösterir yalınlaştırılmış harita.
- 142
- Şekil 78. İnceleme alanında ayrılan tektonik ünitelerin stratigrafik dikme kesitleri. Oklar, bindirme gelişim seviyelerini (décollement seviyeleri) göstermektedir.
- 144
- Şekil 79. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan İnağzı tepe güneyinden hazırlanan, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomasının kaya türü özelliklerini gösterir enine kesit.
- 148
- Şekil 80. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Çınarlı köyü kuzeyinden hazırlanan, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomasının (Tb) kaya türünü ve Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı (Kt) ile dokanak ilişkisini gösterir enine kesit.
- 149
- Şekil 81. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Yarhisar köyü kuzeyinde yüzeyleyen Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik kongloması (Tb) ile Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonunun (Th) dokanak ilişkisini gösterir enine kesit.
- 150
- Şekil 82. Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun inceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadından hazırlanan ölçülü stratigrafi kesiti.
- 159
- Şekil 83. İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Bakımlı antiklinalinin batı kanadından alınan Alt Miyosen yaşlı Karacaören

formasyonunun (Tk) kaya türünü ve deformasyon biçimini gösterir enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

160

Şekil 84. İnceleme alanının güneyinde yer alan Barçın köyü kuzeyinde Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu (Ts) üzerinde ince bir seviye olarak yer alan ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonu (Tbe) tarafından uyumlu olarak üzerlenen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun (Tk) incelemek kamalanması (KD'dan GB'ya bakış).

160

Şekil 85. İnceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadından hazırlanan Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonun kaya türünü gösterir ölçülü stratigrafi kesiti.

165

Şekil 86. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Çınarlı köyü kuzeyinde Sivas bindirmesinin (SB) tavan bloğunda yüzeyleyen Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna (Th) ait jipslerde gelişen imbrike fan bindirme sisteminin geometrisini gösterir Kalantarla tepe güneyinden alınan enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

173

Şekil 87. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Çınarlı köyü kuzeydoğusunda Aşılıkbaşı tepede Sivas bindirmesinin tavan bloğunda Oligosen (?) yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait jipslerde minör dupleks yapısının gelişimi. a) Arazi görünümü (GB'dan KD'ya bakış), b) Aşılıkbaşı tepeden alınan enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

174

Şekil 88. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Kuşçu köyü güneyinde, a) Sivas bindirmesinin (SB) taban ve tavan blok kayalarının ilişkisi, b) Sivas bindirmesinin ön kenarında jipslerde gelişen tabakalar arası kısalmayı gösterir enine kesit, c) Bu yapının saha görünümü (KD'dan GB'ya bakış) (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

175

Sayfa No

Şekil 89. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tavşanlı köyü güneyinde Tavşanlı bindirmesinin (TB) tavan ve taban bloğunda yüzeyleyen kayaların genel görünümü (GD'dan KB'ya bakış) (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

177

Şekil 90. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tavşanlı köyü güneyinde yüzeyleyen Tavşanlı bindirmesinin (TB) tavan bloğunda Oligosen (?) yaşlı Hafik (Th) ve Alt Miyosen yaşlı Karacaören (Tk) formasyonlarında ramp antiklinalinin gelişimini gösterir enine kesit.

178

Şekil 91. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tavşanlı köyü güneyinde Tavşanlı bindirmesinin (TB) tavan bloğunda gelişen devrik senklinal yapısını gösterir enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

179

Şekil 92. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tavşanlı köyü güneydoğusunda Tavşanlı bindirmesinin tavan bloğunda yüzeyleyen serpantin tektonik dilimi ve Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna (Th) ait jipslerde gelişen ikincil bindirme faylarıyla kalınlaşmayı gösterir enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

180

Şekil 93. İnceleme alanının orta kesiminde Tepeli Dağın güneyinde yer alan Sağınsivrisi tepe güneybatısında Tavşanlı bindirmesinin (TB) tavan bloğunda imbrike fan sistemi ve taban bloğunda ön senklinalin gelişimini gösterir enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

180

Şekil 94. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tavşanlı bindirmesinin (TB) doğusunda, Cankoçlar tepe güneyinde, a) Ünite III üzerinde yüzeyleyen Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna (Th) ait jips kliplerini, b) Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonu (Tbe) içerisinde yer alan jips düzeyinin iç deformasyonu gösterir enine kesitler (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

181

Sayfa No

Şekil 95. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tavşanlı bindirmesinin doğusunda, Cankoçlar tepe güneyinde, fay boyunca Ünite III üzerinde izlenen Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna (Th) ait jips kliplerinin genel görünümü (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

182

Şekil 96. İnceleme alanının güneyinde yer alan Ünite III'ün orta kesiminde Karavaslar dere vadisinin batı yamacında, Tavşanlı bindirmesinin (TB) taban bloğunda yer alan Alt Miyosen yaşlı Karacaören (Tk) ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya (Tbe) formasyonları içerisinde gelişen imbrike fan sistemi (D'dan B'ya bakış) (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

185

Şekil 97. İnceleme alanında gelişen bindirme sistemlerinin yanıl değişimlerini gösterir, bölgesel taşınma yönüne dik olarak hazırlanmış enine jeoloji kesitleri (tektonik taşınma yönü kağıt düzlemine diktir) (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

186

Şekil 98. İnceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadında Gölcük bindirmesi (GB) boyunca yüzeyleyen Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karşığına (Kt) ait serpantin tektonik dilimleri ve fayın taban bloğunda yer alan Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunda (Tk) hors gelişimiyle ilişkili dikleşmelerin görünümü (GD'dan KB'ya bakış).

187

Şekil 99. İnceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadında Teberik tepe güneyinde Gölcük bindirmesinin (GB) tavan bloğunda serpantin tektonik dilimleri ile Oligosen (?) yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait jipslerin oluşturduğu imbrike fan sistemi ve tavan blokta gelişen ikincil faylar arasında hors oluşumuyla tabaka durumlarındaki değişimi gösterir enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

188

Şekil 100. İnceleme alanının güneyinde yer alan Gölcük bindirmesi (GB) boyunca Ünite IV üzerinde yüzeyleyen Oligosen (?) yaşlı Hafik

Sayfa No

Formasyonuna (Th) ait jips kliplerinin ve Ünite IV'ün tektonik deformasyonunun genel görünümü (B'dan D'ya bakış) (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

189

Şekil 101. İnceleme alanının güneyinde yer alan Ünite IV içerisinde yüzeylenen Celalli antiklinalinin genel görünümü (GD'dan KB'ya bakış).

190

Şekil 102. İnceleme alanının güneyinde Ünite IV içerisinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadında Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonun (Tk) tabanında bindirme gelişimi; a) Saha görünümü (GB'dan KD'ya bakış), b) Aynı ilişkiyi gösterir enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

192

Şekil 103. İnceleme alanının güneyinde yer alan Çatal tepe senklinalinin kuzey kanadı boyunca; a) Öküzöldüren tepe güneyinde, b) Davullu dere batısında, yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonuna (Tk) ait tektonik dilimlerin iç deformasyonlarını ve konumlarını gösterir enine kesitler (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

193

Şekil 104. İnceleme alanının güney kesiminde, Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu (Tbo), Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu (Ts) ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonun (Tbe) dokanak ilişkisini gösterir enine kesit.

194

Şekil 105. İnceleme alanının güneyinde yer alan Çam tepe kuzeyinde Oligosen yaşlı Selimiye (Ts), Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya (Tbe) ve Orta Eosen yaşlı Bozbel (Tbo) formasyonlarının genel görünümü (KB'dan GD'ya bakış).

195

Şekil 106. İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Tatlı ırmak vadisinin batı yakasında Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonunu (Tbo) tektonik dokanakla üzerleyen Oligosen yaşlı (?) Hafik Formasyonuna (Th)

Sayfa No

ait jips kütlesi ve tavanında yer alan Alt Miyosen yaşlı Karacaören (Tk), Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya (Tbe) formasyonlarının genel görünümü (D'dan B'ya bakış).

196

Şekil 107. İnceleme alanının güneybatısında yer alan Barçın köyü kuzeyinde Alt Miyosen yaşlı Karacaören (Tk) ve Oligosen yaşlı Selimiye (Ts) Formasyonlarının dokanak ilişkisini ve olası bindirme gelişimini gösterir enine kesitler.

197

Şekil 108. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Hafik ilçe merkezinin güneyindeki kum ocaklarında Kuvaterner yaşlı Karacahisar formasyonu içerisinde izlenen deformasyon örnekleri. a ve b) Ters faylanma örnekleri, c) Pekışmemiş çökellerde sismik şok dalgaları etkisiyle gelişen yapılarla benzerlik gösteren deformasyon örneği.

198

Şekil 109. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Hafik ilçe merkezinin güneyindeki kum ocaklarında Kuvaterner yaşlı Karacaören formasyonu içerisinde gözlenen pozitif çiçek yapısının görünümü (G'den K'e bakış).

199

Şekil 110. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan İstasyon 1'e ait Çizelge 8'de verilen ölçümlerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi (Wulff ağı alt yarı küre).

205

Şekil 111. a) İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan İstasyon 1'e ait Çizelge 8'de yer alan verilerin stereografik izdüşümü, b) Aynı yörede yer alan İstasyon 2'ye ait Çizelge 9'da verilen ölçümlerle hazırlanan stereografik izdüşüm (Wulff ağı alt yarı küre). İçi boş daireler fayların kutup noktalarını; içi dolu daireler katman kutup noktalarını; taralı yay parçaları ortaç hareket düzlemini; oklar fayın tavan bloğunun hareket yönünü ve doğrultusunu göstermektedir.

206

Sayfa No

Şekil 112. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan İstasyon 2'ye ait Çizelge 9'daki verilerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi (Wulff ağı alt yarı küre)	208
Şekil 113. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan İstasyon 3'e ait Çizelge 10'daki verilerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi (Wulff ağı alt yarı küre).	209
Şekil 114. a) İnceleme alanının orta kesiminde yer alan İstasyon 3'e ait Çizelge 10'daki verilerin stereografik izdüşümü; b) İstasyon 4'e ait Çizelge 11'de yer alan verilerin stereografik izdüşümü (Wulff ağı alt yarı küre) (Açıklamalar için Şekil 111'e bakınız).	210
Şekil 115. İnceleme alanının güneyinde yer alan İstasyon 4'e ait Çizelge 11'deki verilerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi (Wulff ağı alt yarı küre).	211
Şekil 116. İnceleme alanının güneyinde yer alan İstasyon 5'e ait Çizelge 12'deki verilerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi (Wulff ağı alt yarı küre).	212
Şekil 117. İnceleme alanının güneyinde yer alan İstasyon 5'e ait verilerin stereografik izdüşümü (Wulff ağı alt yarı küre) (Açıklamalar için Şekil 111'e bakınız).	213
Şekil 118. Ek 3'de yer alan Kesit DD'nün Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun kılavuz seviye olarak kullanılmasıyla hazırlanan dengelenmiş enine kesit denemesinin restorasyon aşamaları.	220
Şekil 119. Kemah (Erzincan) ve Hafik (Sivas) yörelerinde Sivas Tersiyer havzasının jeolojik evrimini gösterir şematik enine kesitler (Ölçeksiz)	222

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1. İnceleme alanının güneydoğusunda Aktaş tepede yer alan İstasyon 1'den derlenen ve diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm değerleri. (I: Ters fay)	112
Çizelge 2. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan İstasyon 2'ye ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (I: Ters fay).	112
Çizelge 3. İnceleme alanının kuzeyinde, Dutlu köyü kuzeyinden ölçülen ve İstasyon 3'e ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (I:Ters fay).	113
Çizelge 4. İnceleme alanının kuzeyinde Karadağ köyü kuzeybatısında yer alan Eyer tepeden elde edilen ve İstasyon 4'e ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm verileri (D: Sağ yanal doğrultu atımlı fay, I: Ters fay).	114
Çizelge 5. İnceleme alanının güneyinde Kemah ilçe merkezinin doğusunda yer alan İstasyon 5'den derlenen ve diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (I: Ters fay).	114
Çizelge 6. İnceleme alanının güneyinde yer alan İstasyon 6'dan elde edilen ve diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (I: Ters fay).	115
Çizelge 7. İnceleme alanınında yer alan altı değişik istasyondan elde edilen fay-atım verilerinin değerlendirilmesi sonucu saptanan ana asal gerilme yönlerinin durumunun ve R oranlarının toplu olarak gösterimi.	125
Çizelge 8. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Kuşçu köyü kuzeyinde Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomasından derlenen ve İstasyon 1'e ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan fay-	

	<u>Sayfa No</u>
atım verileri (I: Ters fay, S: Sol yanal doğrultu atımlı fay).	201
Çizelge 9. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Kuşçu köyü güneyinde Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu içerisinde derlenen ve İstasyon 2'ye ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (N: Normal fay).	201
Çizelge 10. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Desturağılı mahallesi kuzeyinde yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonundan ölçülen ve İstasyon 3'e ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan fay-atım verileri (I: Ters fay).	202
Çizelge 11. İnceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadında yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonundan derlenen ve İstasyon 4'e ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (I: Ters fay, D: Sağ yanal doğrultu atımlı fay, S: Sol yanal doğrultu atımlı fay).	203
Çizelge 12. İnceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin güney kanadında yüzeyleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonundan derlenen ve İstasyon 5'e ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (D: Sağ yanal doğrultu atımlı fay, S: Sol yanal doğrultu atımlı fay, I: Ters fay).	203
Çizelge 13. İnceleme alanının değişik kesimlerinde yer alan beş lokasyondan (İstasyon 1-5) ölçülen fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucu elde edilen asal gerilme yönleri ve R oranları.	215

EKLER

Ek 1. Kemah (Erzincan) yöresinin jeoloji haritası.

Ek 2. Hafik (Sivas) yöresinin jeoloji haritası.

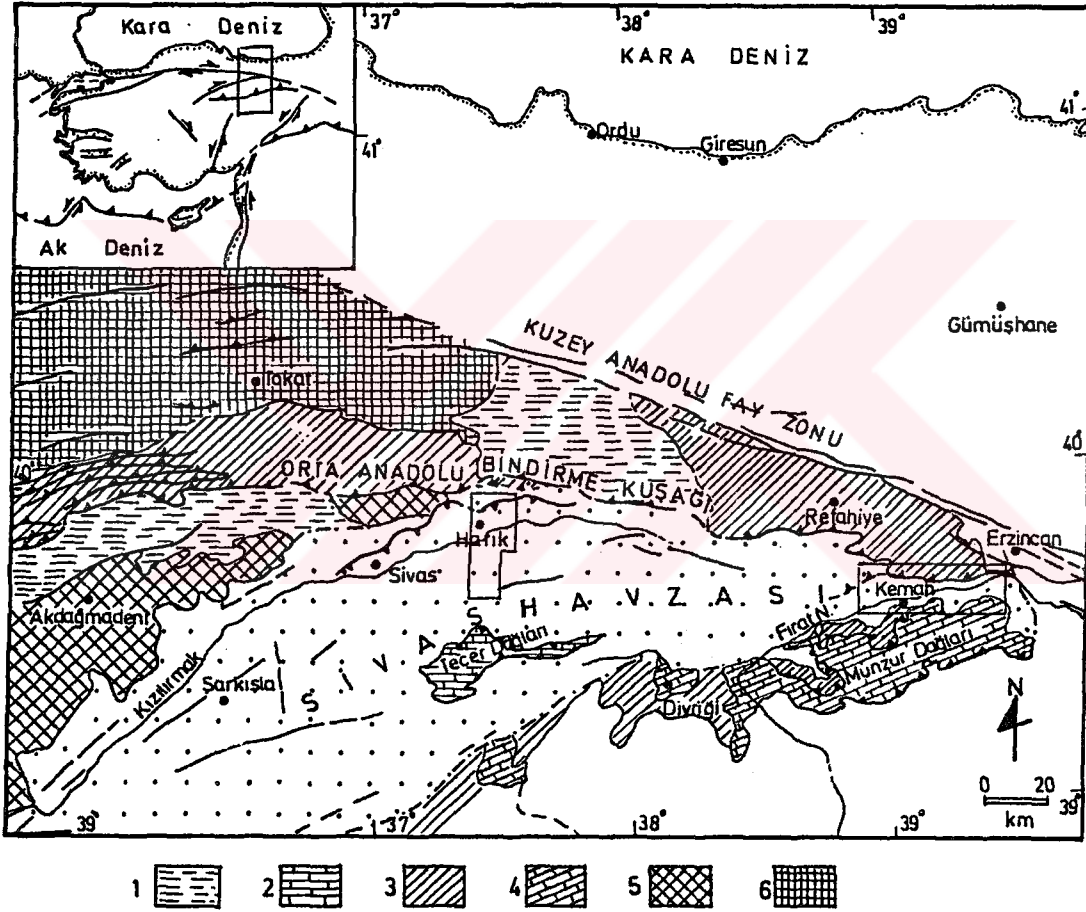
Ek 3. Hafik (Sivas) yöresi enine jeoloji kesitleri.

Ek 4. Sivas Tersiyer havzasının orta ve doğu kesiminde yer alan çalışmalardaki stratigrafik dikme kesitlerin karşılaştırması.



1. GİRİŞ

Sivas Tersiyer havzasının tektonostratigrafisini, tektonik deformasyon biçimini, kinematığını ve Üst Miyosen'den günümüze kısalma miktarını araştırmayı amaçlayan bu doktora tez çalışmasında, havzanın iki değişik kesimi ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu amaçla seçilen bölgelerden birincisini havzanın en doğu ucunda yer alan Kemah (Erzincan) yöresi, ikinci bölgeyi ise havzanın orta kesiminde yer alan Hafik (Sivas) yöresi oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Sivas Tersiyer havzasının iki farklı kesiminde yer alan inceleme alanlarının konumunu ve bölgesel jeolojisini gösterir yalınlaştırılmış harita. 1) Eosen yaşlı volkano sedimanter istif, 2) Üst Kretase-Paleosen yaşlı karbonatlar, 3) Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kanşık, 4) Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı karbonatlar, 5) Kırşehir Masifi, 6) Tokat Masifi (1/2.000.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritasından yalınlaştırılmıştır).

1.1. İncelemenin Amacı ve Kapsamı

Sivas Tersiyer havzası, kuzeyde Pontid kuşağı, batıda Kırşehir Masifi ve güneyde Toros kuşağı arasında yer alan Orta Anadolu havzalarından birisini oluşturur. Havzanın, stratigrafisi ve tektoniği, bölgede yapılan jeolojik amaçlı çalışmaların başlıca konusunu oluşturmaktadır. Havzanın stratigrafik problemlerinin başında, havzanın orta kesiminde geniş yayılım gösteren jipsli çökellerin konumu, yaşı ve diğer birimlerle olan yanal ve düşey ilişkilerinin belirlenmesi gelmektedir. Bu çökellerin yaş aralıkları halen bir çok araştırmacı tarafından tartışılmaktadır. Ayrıca, havzanın yoğun K-G yönlü sıkışma tektoniği altında gelişen deformasyon biçiminin ve bu deformasyon sırasında jipslerin deformasyon özelliklerinin ortaya konulması da, önemli problemlerden birisini oluşturmaktadır. Havzanın ayrıntılı tektonostratigrafik incelemesine yönelik çalışmalar bugüne değin yapılmış değildir. Havzanın Tersiyer dönemindeki tektonik evrimiyle ilgili olarak yapılan çalışmalar, ayrıntılı yeni verileri içermemesi nedeniyle sınırlı kalmaktadır.

Hazırlanan bu doktora çalışmasıyla, Sivas Tersiyer havzasının iki farklı kesiminde yer alan geniş bir alanın ayrıntılı jeolojik incelemesinin yapılması amaçlanmıştır. Havzanın tektonostratigrafisi, tektonik deformasyon biçimi, kinematiği ve kısalma miktarının saptanmasına yönelik olarak yapılan bu çalışmayla, yukarıda değinilen stratigrafik ve tektonik problemlerin çözümüne katkı sağlanmıştır. Ayrıca, bu problemlerin çözümünde yeni inceleme yöntemlerinin uygulanması, ilk kez bu çalışmayla gerçekleştirilmiştir.

1.2. İnceleme Yöntemleri

Sivas Tersiyer havzasının iki farklı kesiminde, havzanın ayrıntılı stratigrafisinin ve tektoniğinin incelendiği bu çalışmada kullanılan yöntemler, saha, laboratuvar ve büro çalışmalarında kullanılan yöntemler olmak üzere üç bölümde özetlenebilir.

1.2.1 Saha çalışmalarında kullanılan yöntemler

Sivas Tersiyer havzanın genel stratigrafik ve tektonik problemlerinin belirlenmesi ve çözümü amacıyla, bölgede daha önce yapılan araştırmalar incelenerek havzanın iki değişik kesimi, ön saha çalışmalarıyla belirlenmiştir. Belirlenen bu bölgelerde 1989-1993 yıllarında ayrıntılı 1/25.000 ölçekli jeolojik harita alımı yapılmıştır. Harita alımı öncesinde ve sırasında C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü arşivinde yer alan 1/35.000 ölçekli hava fotoğraflarından yararlanılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında kayastratigrafi birimlerinin tanımlanması

amacıyla, yaklaşık 500 adet kayaç ve makrofosil örneği derlenmiştir. Yine bu amaçla ölçülü stratigrafi kesitleri hazırlanmıştır.

İncelenen bölgelerde havzanın tektonik deformasyon biçiminin belirlenmesi amacıyla, sahada ayrıntılı gözlemlere dayalı enine jeoloji kesitleri hazırlanmıştır. Hazırlanan bu enine kesitler yardımıyla, bölgesel kısalma miktarının belirlenmesi için hazırlanan dengelenmiş enine kesitlerin restorasyonu gerçekleştirilmiştir.

Bölgesel deformasyonu şekillendiren, asal gerilme eksenlerinin ve bindirme sistemlerinin taşınma yönünün belirlenmesi amacıyla katman, yapraklanma, mezoskopik fay düzlemleri ve kıvrım eksen durumları ölçülmüştür. Fay düzlemleri üzerinde gözlenen fay-atım belirteçlerinden, her bir fay üzerinde gerçekleşen hareketin doğrultusu ölçülerek, fayların karakterleri belirlenmiştir.

1.2.2. Laboratuvar çalışmalarında kullanılan yöntemler

Laboratuvar çalışmalarında, saha çalışmaları sırasında derlenen kayaç örneklerinin, paleontolojik ve petrografik incelemeye hazırlanması gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla örneklerden ince kesit hazırlanması C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarında yapılmıştır. Örneklerden tane fosil elde edilmesi amacıyla marn örnekleri yıkanmıştır.

1.2.3. Büro çalışmalarında kullanılan yöntemler

Saha çalışmalarında elde edilen ölçümlerin ve ayrıntılı enine kesitlerin değerlendirilmesi büro çalışmalarının en önemli kısmını oluşturur. Sahadan derlenen katman, yapraklanma ve mezoskopik fay düzlemlerinden, bölgesel deformasyonun ana eksenlerinin ve tektonik taşınma yönünün belirlenmesi amacıyla, grafiksel ve sayısal kinematik analiz yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Grafiksel analiz yönteminde, yukarıda değinilen tüm ölçümlerin, her bir lokasyon için stereografik izdüşümü (Wulff ağı, alt yarı küre) hazırlanmıştır. Elde edilen diyagramlar yardımıyla ortaç hareket düzlemleri belirlenmiştir. Aynı fay düzlemi ölçümlerinin sayısal kinematik analiz yöntemlerinden Carey yöntemiyle incelenmesi, Fransa'da Paris-Sud Üniversitesi Yapısal Jeoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar destekli bu analiz yöntemiyle, her bir lokasyonda ana gerilme yönlerinin saptanması ve grafiksel analiz yöntemiyle elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması olanaklıdır.

İncelenen Sivas Tersiyer havzasının iki farklı kesiminde, havzanın deformasyon biçiminin ve Üst Miyosen'den günümüze gerçekleşen kısalma miktarına yaklaşımda bulunmak amacıyla, kıvrım-bindirme kuşaklarında son yıllarda yaygın olarak kullanılan dengelenmiş enine kesitlerden (balanced cross-sections) yararlanılmıştır. Kesitlerin hazırlanmasında bir kılavuz seviyenin kullanılmasıyla hazırlanabilen "line-length" dengeleme yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla, sahada hazırlanan ayrıntılı enine kesitler, dengelenmesi planlanan, sahada stratigrafik ve yapısal özelliklerin en iyi gözlemlendiği, tektonik taşınma yönüne paralel olarak hazırlanan enine kesitler üzerine aktarılarak, kesitin retorasyonu ve dengelenmesi yapılmıştır. Bu kesitler üzerinde yer alan kılavuz seviyenin genişliği, "map mesurer" yardımıyla ölçülerek, ilksel ve son kesit genişlikleri bulunmuştur. Elde edilen bu genişlikler arasındaki farktan yararlanarak minimum kısalma miktarı saptanmıştır.

1.3. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanlarının yer aldığı Sivas Tersiyer havzasının orta ve doğu kesiminde, günümüze değin havzanın paleontolojik, stratigrafik ve petrol olanaklarını içeren değişik jeolojik amaçlı çalışmalar yapılmıştır.

Yörede paleontolojik amaçlı ilk çalışmalar Blumenthal (1937) ve Stchepinsky (1939) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar, Sivas ve güneyinde yüzeyleyen denizel Miyosen çökellerindeki makrofosil topluluklarının ayrıntılı ilk tanımlamasını yapmışlardır. Ayrıca jipsli serilerin yaşını Oligosen olarak kabul etmişlerdir. Nebert (1956), Zara-İmranlı bölgesinde yaptığı çalışmada, jipsli çökellerin stratigrafisini incelemiş ve bu çökellerin denizel Burdigaliyen üzerinde regresif olarak yer aldığını belirtmiştir. Paleontolojik amaçlı geniş kapsamlı çalışma, Dizer (1962) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı Sivas bölgesindeki Miyosen foraminiferalarını incelediği çalışmada, yöredeki foraminifer topluluğu ile Akdeniz bölgesinin diğer kesimlerindeki foraminifer topluluklarını karşılaştırmıştır.

Sivas havzasının orta ve güney kesiminde yapılan petrol amaçlı jeolojik çalışmalar (Arpat, 1964; Norman, 1964; Demirmen, 1965; Pisoni, 1965) tarafından yapılmış olup, halen bu çalışmalar gizli tutulmaktadır. M.T.A. tarafından hazırlanan Türkiye'nin 1/500.000 ölçekli jeolojik harita serisinin Sivas paftası ve açıklaması (Baykal ve Erentöz, 1966) bölgenin genel jeolojik özelliklerini yansıtmaktadır.

İnceleme alanları ve yakın kesimlerinde 1970'li yıllardan beri yapılan, yayımlanmış jeolojik amaçlı çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Artan ve Sestini (1971), Sivas Tersiyer havzasının güney kenarına karşılık gelen Beypınarı (Zara-Sivas) yöresinde yaptıkları çalışmada, bölgede yüzeyleyen serpantinitle Maestrihtiyen-Alt Paleosen kireçtaşları ve Eosen filişleri üzerine şariye olduklarını belirtmektedirler. Araştırmacılar ayrıca, Orta Eosen kireçtaşlarının yer yer serpantinitle üzerinde yer aldığını ve bölgedeki tektonik hareketlerin güneyden kuzeye doğru olduğunu saptamışlardır. Bölgede ofiyolitlerin Üst Kretase'de yer çekimine bağlı olarak kuzeye doğru hareketlendiği ve bu nedenle Alt-Orta Eosen yaşlı olistrostromal çökellerin geliştiği de araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Kıvrımlanma ve şariyaj hareketlerinin Üst Eosen'de geliştiği ve Oligo-Miyosen yaşlı evaporit, kireçtaşı ve kumtaşından oluşan formasyonlarca örtüldüğü de araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Ek 4).

Sivas Tersiyer havzasının orta kesimi için referans çalışma, Kurtman (1973) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı, Sivas, Hafik, Zara ve İmranlı bölgesinin jeolojik ve tektonik özelliklerini incelediği çalışmada, bölgenin temelini Sakardağ'da yüzeyleyen gnays, kuvarsit, mikaşist, serizitist ve mermerlerden oluşan metamorfiklerin oluşturduğunu, bu temel üzerine Üst Kretase yaşlı kireçtaşlarının geldiğini belirtmektedir. Tersiyer kayalarının Paleosen yaşlı kireçtaşlarıyla Üst Kretase üzerine uyumlu olarak geldiği, Eosen yaşlı kayaların volkanik arakatlı filiş fasiyesinde çökeldiği, Oligosen kayalarının jipsli alacalı renkli kumtaşı ve silttaşlarından oluştuğu, Miyosen kayalarının ise jipsli alacalı renkli kumtaşları, kireçtaşları ve mamırlarla yanal geçişli olduğu, araştırmacı tarafından belirtilmektedir. Neojen kayaları ise kaba klastiklerle ve tatlı su kireçtaşlarıyla temsil edilmektedir. Ayrıca bölgede Üst Kretase yaşlı ultrabaziklerle, Eosen yaşlı andezit ve tüflerin bulunduğu ve yörede genelde kıvrılma tektoniğinin hakim olduğu, daha sonrada kırılma tektoniğinin geliştiği belirtilmiştir.

Gökçen (1974), Refahiye'nin güneyini kapsayan bölgede yapmış olduğu çalışmada, aittan üste doğru Eosen yaşlı Paleojen filiş, Post-Eosen volkanikleri, Neojen çöktelleri, Post-Miyosen volkanikleri ve Kuvaterner oluşumları olarak dört farklı ünite ayırtlamıştır. Ayrıca bölgede geniş yayılıma sahip başlıca serpantinleşmiş peridotit, piroksenit, diyabaz, spilit, dunit, gabro vb. gibi ultrabazik kayalar ile radyolarit ve karbonat olistolitleri içeren ofiyolitli karışığın, Paleojen filiş üzerinde tektonik olarak yer aldığı da araştırmacı tarafından saptanmıştır (Ek 4).

Tatar (1978), Kuzey Anadolu Fay Zonunun Erzincan-Refahiye arasındaki bölümü üzerinde yapmış olduğu çalışmada, bölgede yüzeyleyen kayaları, serpantinitle,

epimetamorfik şistler, Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları, oluşum yaşı olasılıkla Üst Kretase olan ofiyolitli karmaşık, Eosen filizi, denizel Miyosen sedimanları, karasal Pliyosen konglomeraları olarak ayırtlamıştır. Araştırmacı, bölgeye ait Landsat uydu fotoğrafları üzerinde, Erzincan ovasının 20 km kadar kuzeybatısından itibaren doğu-kuzeydoğuya doğru K70D yönünde uzanan, yaklaşık 150 km uzunluğunda büyük bir çizgiselliğin varlığını saptamış ve bu faya "Kuzeydoğu Anadolu Fayı" adının verilmesini önermiştir. Bölgede önemli genç bindirme faylarının varlığı da belirtilerek, güneye doğru Pliyosen sonrası bindirmelerin geliştiği, araştırmacı tarafından saptanmıştır.

Özgül (1981), Munzur Dağları'nın jeolojisini incelediği çalışmada, yöredeki kayaları dört grupta incelemiştir. Bunlar alttan üste doğru Keban Birliği, Munzur Kireçtaşı, Ovacık Birliği ve Post-tektonik birimlerdir. Araştırmacı, Post-tektonik birimler içerisinde Üst İlerdiyen-Küziyen yaşlı Subaşı formasyonunu, Lütesiyen yaşlı Hopik ve Dedek formasyonlarını, Burdigaliyen yaşlı Başpınar ve Kemah formasyonlarını ayırtlamıştır.

Gökçen (1981), Zara-Hafik güneyindeki Paleojen istifinin sedimentolojisini incelediği çalışmada, Paleosen'in platform karbonatları ile, Eosen'in taban seviyelerinde moloz ve tane akımı fasiyeslerinde gelişen kalın tabakalı türbiditlerle, Oligosen'in ise ince ve paralel kenarlı, kırmızımsı kahve renkli sığ su türbidit kumtaşları ile karakteristik olduğunu belirtmektedir. Eosen ve Oligosen yaşlı kırıntılı kayalarda yaptığı ayrıntılı petrografik ve petrolojik çalışmada araştırmacı, bu kayaların farklı paleoakıntı yönlerini dikkate alarak iki farklı provenansın varlığını saptamıştır. Bunlar, güneydeki bazik magmatik bileşimdeki Pınarbaşı-Divriği ofiyolitik kuşağı (Eosen için) ile kuzeydeki metamorfik-ofiyolitik karmaşık bünyesindeki Akdağ metamorfikleri ve Çamlıbel-Refahiye ofiyolitleridir (Oligosen için).

Gökçen (1982), Zara-Hafik (Sivas) ve Refahiye (Erzincan) bölgelerinde yüzeyleyen Eosen yaşlı kayaçların sedimenter petrolojik karşılaştırmasını yapmıştır. Araştırmacı, Refahiye alt basenine ait kumtaşlarının birinci derecede ultrabazik/ofiyolitik; ikinci derecede ise asit magmatik ve metamorfik kökenli kayaçlardan türediğini, Zara-Hafik yöresinde ise kumtaşlarının birinci derecede asit magmatik, metamorfik; ikinci derecede ise ofiyolit/ultrabazik kökenden beslendiğini belirtmektedir. Ayrıca, Refahiye istifinin tabanındaki bölgesel yayılıma sahip olistrostromal oluşumların Zara-Hafik yöresinde bulunmadığı, petrolü kanal dolgusu niteliğindeki kumtaşlarının Refahiye bölgesinde karakteristik olmadığını saptamıştır. Araştırmacı sonuç olarak, Refahiye ve çevresindeki filiz malzemesinin özellikle okyanus kabuğu kayaçlarından türediğini, buna karşın Sivas-Hafik yöresinde ise

kıtasal kabuk bünyeli getirimlerin etkin olduğunu belirlemiştir.

Özgül ve Turşucu (1983), Toros orojenik kuşağının kuzeydoğu ucunu oluşturan Munzur Dağı Mesozoyik karbonat istifinin stratigrafisini inceledikleri çalışmada, bölgede Tersiyer öncesi yaşlı üç ünite ayırtlamışlardır. Bu ünitelerden Keban ünitesi, Permilen-Üst Kretase yaş aralığında depolanmış şelf türü kırıntılı ve karbonat kayaçları ile Senoniyen yaşlı olistrostromları içermektedir. Keban ünitesi yeşilist fasiyesinde metamorfizmaya sahiptir. İkinci üniteyi oluşturan Üst Triyas-Üst Kampaniyen yaşlı Munzur kireçtaşları, Senoniyen olistrostromu üzerinde tektonik dokanakla yer almaktadır. Munzur kireçtaşları, üçüncü üniteyi oluşturan ofiyolitli karışık ve Maestrihtiyen yaşlı örtü kayaları ile temsil edilen Ovacık ünitesi tarafından tektonik olarak üzerlendiği, araştırmacılar tarafından belirtilmektedir.

Yılmaz (1985), Yukarı Kelkit çayı ile Munzur Dağları arasında kalan bölgede, farklı ortam koşullarını yansıtan, birbirleriyle tektonik ilişkili ve Eosen öncesi yaşta olan dört temel birim ayırtlamıştır. Araştırmacı kuzeyden güneye doğru Kelkit otoktonu, Çimendağı napı, Erzincan napı ve Munzur kireçtaşları olarak adlandırdığı bu temel birimlerin, Üst Kretase-Paleosen sırasındaki yitime bağlı olarak birbirleriyle tektonik ilişki kazandıklarını belirtmektedir.

Koçyiğit ve Tokay (1985), Kuzey Anadolu Fay Kuşağının Çatalçam (Zevker)-Erzincan arasındaki bölümünün sismotektonik özelliklerini inceledikleri çalışmada, bölgedeki kaya birimlerini jeolojik konumlarına göre otokton ve allokton olmak üzere iki bölümde incelemişlerdir. Otokton birimleri Lütisen yaşlı Yeşilyayla Grubu, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Yalnızbağ formasyonu ve İkisivri formasyonu; allokton birimleri Erken Kimmeriyen yaşlı Karadağ napı (tümüyle serpantinleşmiş peridotitler) ve Tokat napı (metamelanj ve yüksek derecede başkalaşım geçirmiş volkano-tortul istif) ile Alpin yaşlı Anadolu napı (Neotetis okyanusunun kuzey kolunun yitimine bağlı olarak gelişmiş melanj) olarak adlandırmışlardır.

Yörenin sağ yanal doğrultu atımlı bir faylanma ortamı olduğunu belirten araştırmacılar, faylanma mekaniğini temel alarak, bölgenin Geç Miyosen-Pliyosen'de sıkışma-daralma; Geç Pliyosen-Günümüzde ise sıkışma-genişleme rejimi altında bulunduğunu belirtmektedirler. Bu iki rejim altında KAF Kuşağının Geç Miyosen-Pliyosen'de kesme kuşağı, Geç Pliyosen-Günümüzde ise sağ yanal doğrultu atımlı bir fay kuşağı olarak gelişimini sürdürdüğünü belirten araştırmacılar, KAF'nın toplam atımını 25±5 km olarak saptamışlardır.

Gökçen ve Kelling (1985), Sivas havzasının orta kesiminde Celalli (Hafik) yöresinde

yüzeyleyen Oligosen-Miyosen yaşlı kayaların sedimantolojik özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, dört farklı litostratigrafik ünite ayırtlamışlardır. Bunlardan ilk ikisinin içerdikleri ostracoda faunasıyla Orta Oligosen, üçüncü ünitenin Oligosen ve dördüncü ünitenin ise Alt Miyosen yaşında olduğu araştırmacılarca belirtilmektedir. Tabanda yer alan kahverengi kumtaşlarının (ünite 1) güneye doğru etkin fırtına çökellerinin geliştiği sığ denizel bir ortamda depolandığı, bunları uyumsuzlukla üzerleyen kireçtaşlarının (ünite 2) basen boyunca karbonat çökeli ile ve bunları uyumlu olarak üstleyen kırıntılıların da (ünite 3) güneye doğru gelişen kıyı çökeli ile oluştuğu belirtilmektedir. Üst Oligosen-Miyosen yaşlı kırmızı renkli kumtaşlarının (ünite 4) ise alüvyal çökeller olduğu ve güneye doğru akan yüksek sinüslü akarsular tarafından çökeltildiği belirtilmektedir. Ayrıca bu çökellerin üste doğru Miyosen denizel transgresyonunu belirleyen evaporit ve karbonatlara geçtiği araştırmacılar tarafından saptanmıştır.

Araştırmacılar, kumtaşlarının petrografik incelemesine dayanarak, Oligosen'de provenansta okyanusaldan (ofiyolitik kayaçlarca zengin) kıtasal karaktere (silisik metamorfik kayaçlar ve sedimanter örtü kayaları) geçiş olduğunu ve bununda Geç Paleojen'de yayla ilişkili bir basenin kapanımıyla uyumluluk gösterdiğini belirtmektedirler.

Örçen (1989), Munzur Dağlarında yüzeyleyen Akitaniyen (Alt Miyosen) yaşlı çökel kayalarının mikropaleontolojik incelemesi sonucu foraminifer ağırlıklı beş biyozon ayırtlamıştır. Bunlar; A) Pelesipod-Gastropod biyozonu, B) Peneroplidae-Miliolidae biyozonu, C) Amphistegina-Archaias biyozonu, D) Miogypsinoidea-Miogypsina biyozonu ve E) Globigerina-Rotalia biyozonudur. Araştırmacı, tanımlanan bu biyozonların fosil topluluklarına göre paleoekolojilerini de belirlemiştir. Buna göre, lagün ve bataklık kıyı (Biyozon-A), sığ karbonat şelfi (resif gerisi) (Biyozon-B), resif (Biyozon-C), derin karbonat şelfi (resif önü) (Biyozon D) ve derin karbonat şelfi (Biyozon E) ortamları belirlenmiştir.

Aktimur ve diğ., (1990), Sivas-Erzincan arasında yer alan Tersiyer havzasının genel jeolojik özelliklerini inceledikleri çalışmada, havzanın temelinde, güneyde Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur kireçtaşının, kuzeybatıda ise Paleozoyik yaşlı düşük dereceli metamorfitlelerden oluşan Karaçayır formasyonunun yer aldığı belirtilmektedirler. Bölgeye Alt Kampaniyen-Alt Maestrihtiyen aralığında Refahiye ofiyolitik kanşığı yerleşmiştir. Bu birimi uyumsuzlukla Üst Maestrihtiyen yaşlı karbonatlı sığ denizel çökellerden oluşan Tecer kireçtaşı ve Çerpaçindere formasyonu örtmektedir. Bu birimleri, Paleosen-Eosen yaşlı olistrostromal filiz özelliğindeki Gülandere formasyonu izlemektedir. Oligosen-Alt Miyosen

yaşlı Selimiye ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Kemah formasyonları diğer birimleri uyumsuzlukla üzerlemektedir. Denizel, lagüner ve karasal ortam koşullarında çökelmiş yanıl ve düşey geçişli bu birimler üzerine, Üst Miyosen yaşlı evaporitli kırıntılılarla temsil edilen Hafik formasyonu uyumsuzlukla gelmektedir. Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimlerin karasal çökellerle temsil edildiği de araştırmacılar tarafından belirtilmektedir.

Bölgede Refahiye ofiyolitli karışığının yatay hareketleri sonucunda, Eosen-Orta Miyosen yaş aralığındaki birimlerde bindirmelerin ve devrik kıvrımların geliştiği, Neotektonik dönemde ise doğrultu atımlı Tecer ve Düzyayla faylarının oluştuğu araştırmacılar tarafından saptanmıştır.

Cater ve diğ., (1991), Sivas havzasının Tersiyer'deki gelişimini inceledikleri çalışmada, havzanın Tersiyer başında Neotetis'in kuzey kolunun kapanması sırasında şekillendiğini belirtmektedirler. Kretase yaşlı ofiyolit parçalarının, Eosen platform karbonatlarının ve volkanoklastiklerinin kuzeye doğru basen içerisine aktarılmasıyla, otokton Eosen türbidit ve biyoklastik kireçtaşlarının içerisinde yer aldıkları araştırmacılarca saptanmıştır. Üst Eosen'de tüm istif kuzeye doğru bindirmiştir. Oligosen döneminde bu kuzeye doğru bindirmeyle ilişkili, güneye eğimli karasal ön ülke havzası ve bu bindirme sisteminin tavanında ise bir piggy-back baseni gelişmiştir. Üst Oligosen'de derindeki bindirmelerin kuzeye doğru gelişimi sonucunda Eosen bindirmeleri yeniden hareketlenmiştir.

Alt-Orta Miyosen'de havza tabanını Miyosen öncesi düzensiz bindirme gelişimi sonucunda oluşan oblik külminasyonlar veya K-G yönlü yırtılma fayları ile kesilmiş bir bindirme örtüsü oluşturmuştur. Bu K-G yönlü faylar, Alt-Orta Miyosen'de alüvyal ve siğ denizel çökelim sırasında, bindirme önüne radyal olarak, gerilme fayı şeklinde yeniden hareketlenmiştir. K-G yönlü faylar üzerinde daha sonra gelişen doğrultu atımlı yer değiştirmelerin, Üst Miyosen'de Sivas havzasının kuzey kenar fayının gelişimi ile ilişkili olduğu ve bu fayında Kuzey Anadolu Fayına bağlı sol yanıl transpresif bir fay olduğu görüşü araştırmacılar tarafından savunulmuştur.

Koçyiğit (1991), Erzincan batısında Karakaya, İç Toros ve Erzincan kenetlerinin üst üste gelerek, Erzincan bindirme zonunu oluşturduklarını belirtmektedir. Geç Triyas yaşlı Karakaya kenedi, Karakaya dağoluşumunun izidir ve iki ana tektonik birimden oluşmaktadır; 1) Karakaya Kompleksi, 2) Karadağ Kompleksi. Karakaya Kompleksi, kıtasal kökenli düşük dereceli metamorfitle ve dinamometamorfizmaya uğramış melanjdan oluşmaktadır. Karadağ Kompleksi ise Jura öncesi yaşlı ultramafit ve mafit kaya topluluğundan

oluşmaktadır (Ek 4).

Araştırmacı, İç Toros ve Erzincan kenetlerinin Geç Miyosen öncesi oluşmuş Alpin dağoluşumunun izleri olduğunu ve tektonik kökenli iki ayrı ofiyolitik melanj ile temsil edildiğini belirtmektedir. Erzincan kenedini oluşturan ofiyolitik melanj kuzey Neo-Tetis'in kuzey kıta kenarından türemiş kireçtaşı blokları içermekte olup, Anadolu Kompleksi olarak adlandırılmıştır. Diğer yandan, İç Toros kenedini temsil eden ofiyolitik melanj, kuzey Neo-Tetis'in güney kıta kenarından türemiş kireçtaşı blokları içermekte olup, İç Toros Kompleksi olarak adlandırılmıştır. Araştırmacı, bu üç kenedi oluşturan kayaların tümünün, Erzincan batısında tektonik olarak üst üste geldiğini ve Erzincan bindirimli zonunun oluştuğunu belirtmektedir.

Norman (1991), Hafik (Sivas) kuzeyinde yer alan melanj kuşağının yapısal gelişimini incelediği çalışmada, kuzeyde Akdağ metamorfileri ile güneyde yer alan Asmadağ metamorfileri arasında, ofiyolitik melanjın çeşitli birimlerinin (Kampaniyen-Erken Maestrihtiyen) yer aldığını ve melanjın Orta Paleosen, Erken Oligosen ve Geç Pliyosen'de, K-G yönlü kompresif tektonizmalarla hareket ederek, eski birimlerden kopan blokları içerdiğini belirtmektedir. Araştırmacı, bölgedeki melanj kuşağının en az iki (belki üç) farklı melanj kuşağından (Triyas, Üst Kretase ve Tekelidağ karışığı) oluştuğunu ve Üst Kretase'den beri en az üç farklı zamanda tektonik olarak hareketlendiğini savunmaktadır (Ek 4).

Gökten ve Kelling (1991), Hafik kuzeyinde Senozoyik istifinin stratigrafisini ve tektoniğini inceleyerek, havzadaki derin ve sığ kökenli tortullarla, karasal oluşukların birbirleriyle geçişli olduğunu, havza ekseninin DKD-BKB doğrultulu tektonik yönelimler doğrultusunda uzandığını belirtmektedirler. Araştırmacılar, bölgede ofiyolitik melanj üzerinde Paleosen yaşlı Özderesi formasyonunun uyumsuzlukla yer aldığını belirterek, Oligosen yaşlı Hafik formasyonunu, Orta Miyosen yaşlı Günyamaç formasyonunu ve Pliyosen yaşlı Karadağtepe formasyonlarını tanımlamışlardır.

Yılmaz (1992), Munzur kireçtaşının mikrofasiyes ve birikim koşullarını incelediği çalışmada, Munzur kireçtaşının Liyas-Kampaniyen sürecinde ve bir çökme evresinde biriktiğini ve farklı koşullarının etkilediği altı alt fasiyeste geliştiğini belirtmektedir. Ayrıca araştırmacı, Munzur kireçtaşının yanal ve düşey gelişiminin, üzerinde biriktiği platformun Liyas-Senomaniyen zaman aralığında kuzey ve güneyden ofiyolit olukları ile sınırlı izole bir platform tipinde geliştiğini gösterdiğini belirterek, Türoniyen-Kampaniyen zaman aralığında bu oluklardan ilerleyen ofiyolitlerin etkisiyle boğulmuş platform özelliği kazandığını ve

Kampaniyen sonunda ofiyolit yerleşimine bağlı olarak gelişen hareketlerle platformun parçalanarak Munzur kireçtaşının evrimini tamamladığını belirtmiştir.

Özçelik ve diğ., (1992), Erzincan güneybatısındaki Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu kumtaşlarının sedimanter petrolojisini inceledikleri çalışmada, Karacaören formasyonunun gri-yeşil renkli kumtaşı, siltaşı, kumlu kireçtaşı ve mam ardalanmasından oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu formasyona ait kumtaşlarında yaptıkları hafif, ağır ve kil minerali incelemeleri sonucunda, kumtaşlarının orta ve kötü boylanmalı olduğu, bunları oluşturan kırıntılı materyallerin magmatik yay provenansları ve rösiklik orojen provenanslarından türediği araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Ayrıca formasyonun, kuvarslı feldispatik, feldispatlı litik ve litofeldispatik olarak adlandırılan kumtaşlarının da yay önü bir provenans alanını gösterdiği belirtilmiştir.

Poisson ve diğ., (1992), Hafik (Sivas) kuzeyinde yapmış oldukları çalışmada, jipsli çökellerin Alt Miyosen yaşlı denizel çökellerin tabanında yer aldığını ve bölgenin K-G yönlü kısalmaya ve buna bağlı olarak Tersiyer çökellerinin önemli oranda tektonik kalınlaşmaya sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bölgede deformasyonun bindirme faylarıyla kontrol edildiği ve genel tektonik taşınma yönünün güneye doğru olduğu da araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Bununla birlikte, bölgede KKB'ya doğru önemli geri bindirmelerin (Sivas bindirmesi) varlığı ve bu bindirmelerin yaşının da Alt Pliyosen sonrası, olasılıkla Kuvaterner olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmektedir.

1.4. Sivas Tersiyer Havzasının Genel Jeolojik Özellikleri

Bu çalışmanın konusunu oluşturan Sivas Tersiyer havzası, Orta Anadolu havzalarından (Tuz Gölü havzası (Görür ve diğ.,1985), Çankırı-Çorum havzası) birisini oluşturur (Şekil 1). Havzanın batı-kuzeybatı kenarında, Kırşehir Masifi'nin doğu ucunu oluşturan Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar yer alır. Havzanın güney kenarını ise, Toros kuşağının doğu ucunu oluşturan, Divriği (Sivas) yöresinde ve Munzur Dağlarında yüzeyleyen Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı platform karbonatları oluşturur (Özgül, 1981; Özgül ve Turşucu, 1983; Yılmaz, 1985). Bu temel kayalarını, Neo-Tetis'in kuzey kolunun Üst Kretase'de kuzeye yitimiyle (Şengör ve Yılmaz, 1981), güneye doğru ilerleyen ofiyolit ve ofiyolitli karışıklardan oluşan kalın bir tektonik topluluk üzerler (kuzeyde Erzincan kenedi ve güneyde İç Toros kenedi (Koçyiğit, 1991)). Bölgesel ölçekte bu olay, kuzeyde yer alan Avrasya ve güneyde yer alan Arap-Afrika levhaları arasındaki K-G yönlü çarpışma sürecini yansıtır.

Bu temel üzerinde gelişen Sivas Tersiyer havzasının ilk çökellerini, havzanın güneyinde Tecer ve Gürlevik Dağlarında yüzeyleyen, Üst Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşları oluşturur (Artan ve Sestini, 1971; Kurtman, 1973; Gökçen, 1981; İnan ve İnan, 1990). Üst Paleosen-Alt-Orta Eosen'de havzanın değişik kesimlerinde farklı fasiyes özellikleri sunan, kalın bir çökel topluluğu depolanmıştır. Güneyde, volkanik arakatlı kırıntılılarla başlayan istif üste doğru türbiditik ve olistrostromal seviyeler içerir (Artan ve Sestini, 1971; Kurtman, 1973; Gökçen, 1981). Aynı dönemde, havzanın kuzey kenarında ise, tektonik denetimli havza kenarı koşullarını yansıtan, alüvyon yelpazesi ve fan-delta çökelleri (Gökten ve Kelling, 1991; Poisson ve diğ., 1992) ile daha kuzeydoğuda, volkanik arakatlı kırıntılı kayaçlar yer alır (Kurtman; 1973).

Neo-Tetis'in kuzey kolunun kapanmasını izleyen çarpışma süreci, Eosen sonunda yeniden etkinleşmiştir. Oligosen yaşlı kayaların, Eosen yaşlı kayaları açılı uyumsuzlukla üstlemesi (Artan ve Sestini, 1971; Kurtman, 1973), Eosen sonunda havzanın güney kenarında, kuzeye doğru bindirme gelişimi bunu göstermektedir. Havzanın güney kenarında gelişen bu bindirme sisteminin ana bindirme fayını, Gürlevik ve Tecer Dağları boyunca yer alan bindirme fayı oluşturur. Bu bindirme fayının tavan bloğunda, Üst Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşları, taban bloğunda ise Orta Eosen yaşlı kayalar yer alır. Aynı dönemde havzanın kuzey kenarında, ofiyolitik karışık ile Eosen kayaları, kuzeye eğimli bir açık imbrike fan oluşturmaktadır (Bölüm II). Sivas havzasının kuzeyinde izlenen bu bindirme kuşağı, Tatar (1975) tarafından "Orta Anadolu Bindirme Kuşağı" ve Yılmaz ve Özer (1984) tarafından "Kuzey Anadolu Bindirme Kuşağı" olarak tanımlanmıştır (Şekil 1).

Oligosen dönemi kayaları, havzanın güneyinde, tabanda evaporitler içeren kalın bir sığ denizel ortamda gelişen fırtına çökelleriyle (Gökçen ve Kelling, 1985) temsil edilirken, havzanın kuzeyinde aynı dönemde evaporit çökeli mi yaygındır. Havzanın güney ve kuzey kenarında yer alan Oligosen kayalarının ilişkisi ve ayrıntılı stratigrafisi, havzanın önemli sorunlarından birisini oluşturmaktadır.

Üst Oligosen (?)-Alt Miyosen başında yaygın bir yeni denizel çökelim süreci (Sivas-Tecer Dağı hattının batısı hariç) havzada izlenir (Dizer, 1962; Kurtman, 1973; Poisson ve diğ., 1992). Genel olarak sığ denizel kırıntılılar ve resifal kireçtaşlarıyla karakteristik olan bu sürece ait kayalar üste doğru karasal çökellerle son bulur.

Sivas Tersiyer havzasının son geometrisi ve yapısı, Neojen'de devam eden K-G yönlü kısalma süreci altında şekillenmiştir. Başlıca iki önemli dönemde, Üst Miyosen'de ve

Alt Pliyosen sonrasında (Sivas Bindirmesi), kısalma ile ilgili deformasyon biçimi havza içerisinde gelişmiştir (Tatar, 1975, 1978; Poisson ve diğ., 1992; Temiz ve diğ., 1992,1993). Kuvaterner'de ise bölgede, Sivas yöresinde KD-GB doğrultulu genişleme tektoniğini gösterir normal faylanma örnekleri Gürsoy ve diğ., (1992) tarafından verilmiştir.

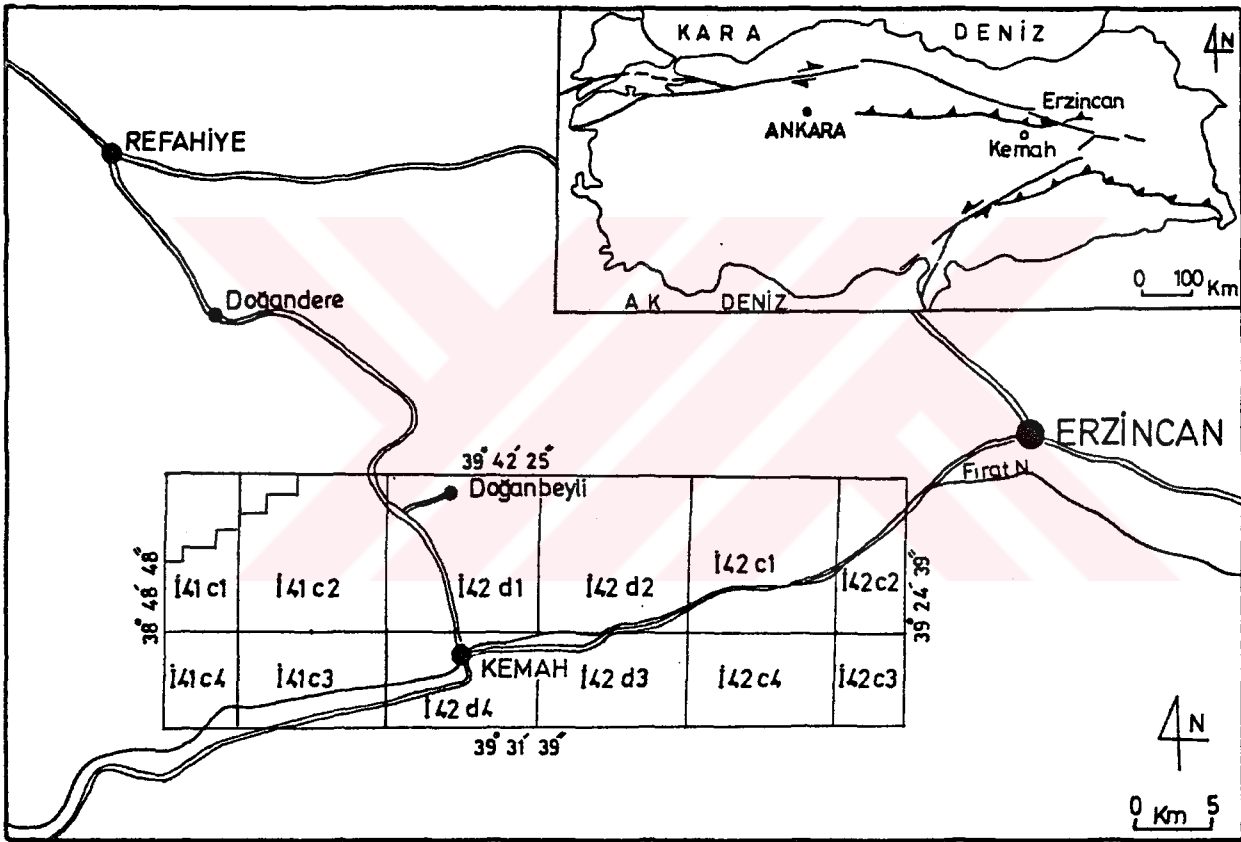


BÖLÜM I

**SİVAS TERSİYER HAVZASININ KEMAH (ERZİNCAN)
YÖRESİNDEKİ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ ve TEKTONİK
DEFORMASYON BİÇİMİ**

1.1. İnceleme Alanının Konumu

Bu çalışmada incelenen bölgelerden birincisini, Sivas Tersiyer havzasının en doğu ucunda yer alan Kemah (Erzincan) yöresi oluşturmaktadır. $38^{\circ} 48' 48''$ ile $39^{\circ} 24' 39''$ doğu boylamları ve $39^{\circ} 31' 39''$ ile $39^{\circ} 42' 25''$ kuzey enlemlerinin sınırladığı inceleme alanı 1/25.000 ölçekli Divriği 141 c1, c2, c3, c4, Erzincan 142 d1, d2, d3, d4, c1, c2, c3, c4 paftalarını içerir (Şekil 2).



Şekil 2. Sivas Tersiyer havzasının doğu ucunda yer alan Kemah (Erzincan) yöresini kapsayan inceleme alanının yer bulduru haritası.

1.2. İnceleme Alanının Yeryüzü Biçimi

İnceleme alanı, kuzeyden Karadağ ile, güneyden ise Munzur Dağları ile sınırlanmaktadır. Bölgede yer alan bu önemli yükseltiler arasında KD-GB doğrultusunda

uzanan Fırat vadisi yer alır. Kuzeyde yer alan, volkanitlerden oluşan Karadağ ile güneyde yer alan, kireçtaşlarından oluşan Munzur Dağlarının aşınımına dayanımlı olmaları ve iki yükselti arasında Sivas Tersiyer havzasının başlıca kırıntılılardan oluşan kayalarının yer alması, yörenin yeryüzü şeklini yönlendiren başlıca etmenlerdir.

İnceleme alanının en önemli yükseltilerini, batıda Deveboynu T., Büyüksivri T., Tümeynardıç T., Emin T., Kılıçtaş T., Lerneç T., Karaburun T., Yoğurt Dağı, Ziyaret T., kuzeyde Palandöken T., Karadireğin T., Kuşakboyun T., Meryemana T., Parmaklar T., doğuda Gazikort T., Haramlarınıyurdu T., Kalecik T., Sivri T., güneyde ise Kalkuruk T., Hamılar T., Aktaş T., ve Ziyaret tepeleri oluşturur (Ek 1).

İnceleme alanındaki en önemli akarsular olan Tuzla Deresi, Sürek Deresi, Zikri Çayı, Vermeği Deresi, Kömür Çayı, Tımısı Deresi, Cin Deresi, Aksu Deresi, Karni Çayı, Ardos Deresi, Deli Çay ve Değirmen Deresi, inceleme alanının orta kesiminde yer alan ve kuzeydoğudan güneybatıya doğru akan Fırat Nehrine boşalırlar (Ek 1).

1.3. Kemah (Erzincan) Yöresinin Tektonostratigrafisi

Kemah (Erzincan) yöresinin stratigrafisi, Taban istifi, Havza istifi ve Tavan istifi olmak üzere üç ana bölümde incelenmiştir. Taban istifini oluşturan kaya topluluğu havzanın güney kenarında yer alır. Taban istifini, temelde yer alan Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı kireçtaşlarıyla temsil edilen ve Toros kuşağının en doğu ucunu oluşturan Munzur Kireçtaşı ve bu birimi tektonik olarak üstleyen, Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı oluşturur (Şekil 3).

Yörede Sivas Tersiyer havzasının ilk çökellerine karşılık gelen, Havza istifinin tabanında yer alan Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu, Taban istifini uyumsuzlukla üstler. Oligosen (?)-Alt-Orta (?) Miyosen yaş aralığında depolanmış birimler, ilk kez bu çalışmada Kemah Grubu olarak tanımlanmıştır. Kemah Grubu kayaları, inceleme alanının güneyinde yüzeyleyen Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonunu açılı uyumsuzlukla üstler (Şekil 3).

İnceleme alanının kuzeyinde gelişen ve birbirlerinden ana bindirme faylarıyla ayrılan, kalın bir tektonik kaya topluluğu Tavan istifi içerisinde incelenmiştir. Tavan istifinin tabanında Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonu yer alır. Bu birimi, tektonik olarak Karadağ bazaltı ve üstte yer alan Üst Kretase yaşlı Sütçinar formasyonu üzerler (Şekil 3).

Tüm bu birimler üzerine, Kuvaterner yaşlı Alpköy formasyonu, travertenler, yamaç molozları ve alüvyonlar, açılı uyumsuzlukla gelmektedir.

YAŞ	GRUP	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
KUVATERNER		Qal, Qy, Qt	Qy : Yamaç molozu Qal : Alüvyon Qt : Traverten Qa : Alp fm.	
ÜST KRETASE		Ks	Ks : Sütçinar Fm.	Kardigöz Gazeller Bindirmesi
		Ke		
ALT EOSEN		B, Kk	Kk : Karadağ Bazaltı	Karadağ Bindirmesi
		Ke		
ALT EOSEN		Tkr	Tkr : Karaburun fm.	Karaburun Bindirmesi
ALT-ORTA(?) MİYOSEN		Tkd	Tkd : Dutlu fm.	
ALT MİYOSEN	(TK)	Tkkö	Tkkö : Kömür fm.	Kömür Bindirmesi
		Tkt	Tkt : Tuzla fm.	
OLİGOSEN(?)	KEMAH	Tks	Tks : Sultanmelek kireçtaşı	Kuşlu Bindirmesi
		Tkta	Tkta : Taşbulak fm.	
		Tkk	Tkk : Kuşlu fm.	
		Tkka	Tkka : Kuşlu fm. Akpur jips üyesi	
		Td	Td : Dedek Fm.	
ORTA EOSEN		Ke	Ke : Eriç Ofiyaliti Karışığı	Bogazici Kemah Bindirmesi
		TKKm	TKKm : Munzur Kireçtaşı	
ÜST KRETASE		Ke		Dereköy Bindirmesi
ÜST TRIYAS		TKKm		
ÜST KRETASE		TKKm		

Şekil 3. Kemah (Erzincan) yöresinin genelleştirilmiş tetonostratigrafik dikme kesiti (Ölçeksiz). İçi dolu oklar; ana bindirme faylarını, içi boş oklar; bindirme faylarını, yarım oklar; bindirme gelişim seviyelerini (décollement seviyeleri) göstermektedir.

I.3.1. Taban İstifinin Stratigrafisi

I.3.1.1. Munzur Kireçtaşı (RJKm)

Genel Tanım: İnceleme alanının güneyinde yer alan, Munzur Dağlarında yüzeyleyen kireçtaşları, ilk kez Özgül (1981) tarafından Munzur Kireçtaşı olarak tanımlanmış ve bu çalışmada da aynı adlama kullanılmıştır.

Yayılm ve Konum: Munzur Kireçtaşı, inceleme alanının güneyinde yer alan Mermerli, Uluçınar, Dere köyleri dolayında, Yağca, Sarıyazı, Çakırlar köylerinin güneyindeki alanlarda geniş yüzeylemeler sunar (Ek 1)

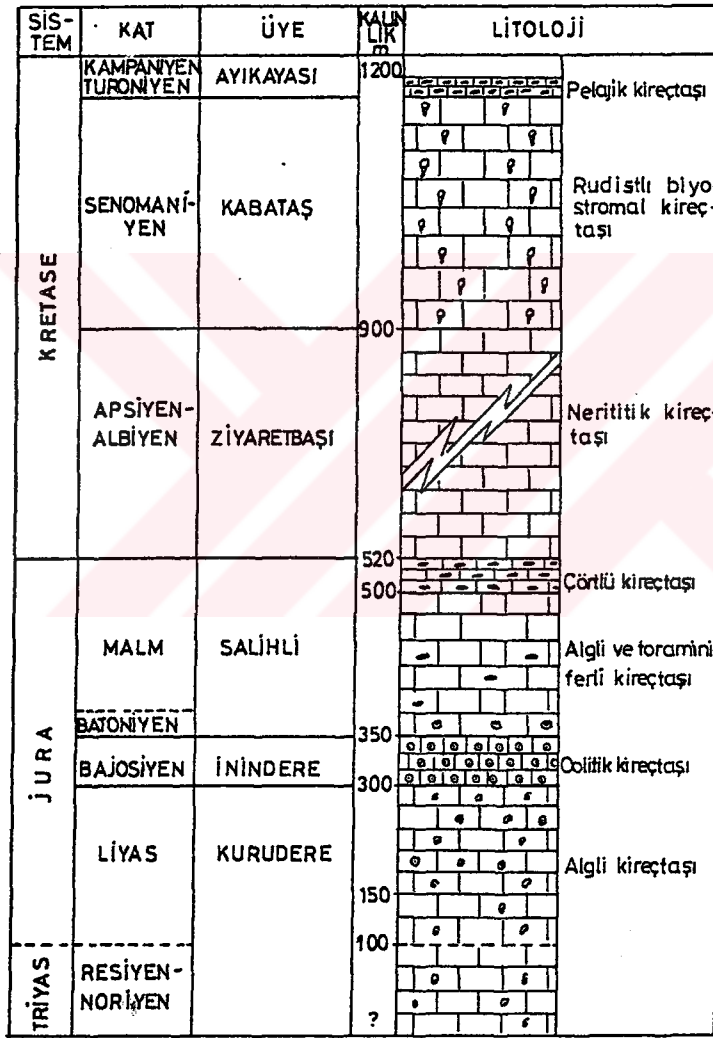
Kemah ilçe merkezinin güneydoğusunda Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu, Munzur Kireçtaşını uyumsuzlukla üzerler. Uluçınar, Mermerli köylerinin güneyinde ise Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı ile dokanağı boyunca bindirme gelişimi izlenir. Maksutuşağı, Dere köyleri güneyinde Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı, Munzur Kireçtaşını tektonik dokanakla üzerler. Yağca, Sarıyazı, Çakırlar köyleri güneyinde, Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu ile Munzur Kireçtaşının dokanağı boyunca bindirme gelişimi izlenmektedir (Ek 1). İnceleme alanı içerisinde Munzur Kireçtaşının taban sınırıyla ilişkili yüzeylemeler gözlenmemektedir.

Kaya Türü: Formasyonun egemen kaya türünü kireçtaşları oluşturur. Sarı, bej renkli, kalın, çok kalın katmanlanmalı, yer yer breşik, bol eklemlili, çatlakları kalsit dolgulu, kısmen rekristalize, yağın makaslama düzlemleri ile kesilmiş olarak izlenen kireçtaşları, genelde kuzeye doğru eğimlidir. İnceleme alanının orta kesiminde, Uluçınar köyü güneyindeki yüzeylemelerinde bol megalodont ve rudist içerirler. Bu çalışmada formasyonun ayrıntılı stratigrafisi ve kaya türü özellikleri incelenmemiş olup, yörede daha önce yapılan çalışmalardan yararlanılmıştır.

Munzur Kireçtaşının ilk ayrıntılı stratigrafik incelemesi Özgül (1981) ve Özgül ve Turşucu (1983) tarafından yapılmıştır. Tunç ve diğ., (1991) ve Yılmaz (1992) tarafından yapılan çalışmalar Munzur Kireçtaşının mikrofasiyes ve yaş sınırları konusunda yeni verileri içermektedir.

Özgül ve Turşucu (1983), inceleme alanının güney kesimlerini de içeren çalışmada, Munzur Kireçtaşını altı üyeye ayırtlayarak incelemişlerdir (Şekil 4). Tabandan tavana bu

Üyeler; algli kireçtaşlarıyla temsil edilen Kurudere, oolitik kireçtaşlarından oluşan İnindere, altta algli, foraminiferli kireçtaşı, üstte çörtlü kireçtaşlarıyla temsil edilen Salihli, neritik kireçtaşlarından oluşan Ziyaretbaşı, rudistli resifal kireçtaşlarıyla temsil edilen Kabataş ve pelajik kireçtaşlarından oluşan Ayıkayası üyeleridir.



Şekil 4. Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Özgül ve Turşucu, 1983).

Kalınlık: İnceleme alanı içerisindeki yüzeylemeleri, Munzur Kireçtaşının kalınlığının saptanması için yeterli değildir. Özgül ve Turşucu (1983), taban ve tavan dokanakları tektonik olan birimin gerçek kalınlığının saptanmasının güçlüğüne değinerek, kalınlığının Ziyaret köy kesitinde 1250 m dolayında olduğunu belirtmektedirler.

Birimin Yaşı: Özgül ve Turşucu (1983), Munzur Kireçtaşının yaş aralığını Üst Triyas-Üst Kampaniyen olarak belirlemişlerdir. Yılmaz (1992) ise birimin yaşını Liyas-Kampaniyen olarak vermektedir. Munzur Kireçtaşının Iliç güneyindeki yüzleklerinden Tunç ve diğ., (1991), Üst Karbonifer-Alt Kretase (?) yaşını saptamışlardır.

Ortamsal Yorum: Özgül ve Turşucu (1983), Munzur Kireçtaşının büyük bölümünün neritik kireçtaşlarından oluştuğunu belirterek, birimin siğ ve duraylı şelf koşullarında depolandığını belirtmektedirler. Ayrıca, Munzur Kireçtaşının en üst kesimlerini oluşturan Alt Türoniyen-Üst Kampaniyen yaşlı Ayıkayası üyesinin, pelajik fasiyeste gelişmiş olmasıyla ortaya çıkan çökeltme ortamındaki değişimin, bölgeye ilk ofiyolit yerleşimini belirlediği de araştırmacılar tarafından belirtilmektedir.

Yılmaz (1992), Munzur Kireçtaşının Liyas-Senomaniyen aralığında, kuzey ve güneyden ofiyolit olukları ile sınırlı izole bir platform tipinde geliştiğini belirterek, Türoniyen-Kampaniyen aralığında bu oluklardan ilerleyen ofiyolitlerin etkisiyle boğulmuş platform özelliği gösterdiğini ve Kampaniyen sonundaki ofiyolit yerleşimine bağlı olarak platformun parçalandığını belirtmektedir.

1.3.1.2. Eriç ofiyolitli karışığı (Ke)

Genel Tanım: İnceleme alanının güneydoğu ve kuzeybatı kesimlerinde yüzeyleyen ofiyolitik kayalar, ilk kez Özgül (1981) tarafından Eriç ofiyolitli karışığı olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir.

Yayılm ve Konum: İnceleme alanında başlıca iki yörede geniş ofiyolit yüzeylemeleri gözlenir. Güneyde Maksutuşağı, Dere, Konuksever köyleri civarında yüzeyleyen birim, bu yörede Munzur Kireçtaşını tektonik olarak üstler (Şekil 5), Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu ile dokanağı boyunca da bindirme gelişimi izlenir (Şekil 3).



Şekil 5. İnceleme alanının güneydoğusunda Maksutluşağı köyü güneyinde Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı (TKm) ile Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığının (Ke) tektonik dokanak ilişkisi (B'dan D'ya bakış).

İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Hanzar ve Gözeler köyleri civarında Eriç ofiyolitli karışığı, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonunu tektonik olarak üstler. Aynı yörede birim, Üst Kretase yaşlı Sütçınar formasyonu tarafından tektonik dokanakla üzerlenir (Ek 1).

Kaya Türü: Eriç ofiyolitli karışığının kaya türü özellikleri, inceleme alanını güney ve kuzey kesimlerindeki yüzeylemeleri arasında belirgin farklılıklar sunmaktadır. Birimin inceleme alanının güney kesimlerindeki kaya türü, yeşil renkli, kesme düzlemleri ile yeğince kesilmiş, çatlakları kalsit ve manezit dolgulu, dış yüzeyleri kaygan, cilalanmış, ilksel kayaç türü belirlenemeyecek derecede serpantinleşmiş ultramafiklerle temsil edilir ve genelde blok içermemektedir.

Inceleme alanının kuzeydoğusunda, Fırat nehrinin iki yakasında yüzeyleyen birim, bu yörede tektonik kökenli ofiyolitik karışık niteliğindedir. Genelde kumtaşı, siltaşından oluşan bir hamur içerisinde değişik kökenli ve boyutlu bloklar içerir. Bu yörede Kalecik tepede yüzeyleyen beyaz renkli, bol çatlaklı, çatlakları kalsit dolgulu, yeğince makaslama düzlemleri ile kesilmiş kireçtaşı bloğu ve yeşil renkli, yeğince makaslanmış ultramafitler, serpantinleşmiş ultramafitler ve serpantinitle karışığın başlıca bileşenlerini oluştururlar.

Bunların yanında, inceleme alanının kuzeyinde gelişen bindirme fayları boyunca, alttan ve üstten bindirmelerle sınırlı tektonik dilimler halinde, serpantinitle yüzeylemeleri gözlenmektedir. Serpantinitle dinamometamorfizma sonucunda, yer yer beyaz renkli breşe ve milonite dönüşmüş olarak izlenirler. Bu yüzeylemeler başlıca, Kardigöz bindirmesi boyunca Gazikort tepede, Kardigöz civarında, Karadağ bindirmesi boyunca Doğanbeyli güneyinde, Karaburun tepe bindirmesi boyunca Karaburun tepe doğusunda izlenmektedir (Ek 1).

Birimin Yaşı ve Konumu: Eriç ofiyolitik karışığının, inceleme alanının kuzeydoğu kesimindeki yüzeylemeleri, Koçyiğit (1991) tarafından İç Toros Kompleksi olarak tanımlanmıştır. Bu yörede yüzeyleyen Maestrihtiyen yaşlı Sütçinar formasyonu ile Eriç ofiyolitik karışığının hem stratigrafik hem de tektonik dokanak ilişkisi sunduğunu belirten araştırmacı, İç Toros Kompleksinin Maestrihtiyen öncesinde aktif bir kıta kenarında oluştuğunu belirtmektedir. Aynı yörede Eriç ofiyolitik karışığı, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonunu tektonik olarak üzerlemekte olup, bu bulgu birimin bölgeye son yerleşim yaşının Alt Miyosen sonrası olduğunu ortaya koymaktadır.

Inceleme alanının güney kesiminde yüzeyleyen ve tamamen serpantinleşmiş ultramafitlerden oluşan kayaçlar, Özgül (1981) tarafından Eriç ofiyolitik karışığı Uluyamaç ofiyolit üyesi olarak tanımlanmıştır. Munzur Dağlarının kuzey yamaçları boyunca tektonik dokanakla yer alan ofiyolitik kayaçların bölgeye yerleşim yaşı, Üst Kampaniyen-Alt Maestrihtiyen olarak saptanmıştır (Özgül, 1981; Özgül ve Turşucu, 1983).

1.3.2. Havza İstifinin Stratigrafisi

1.3.2.1. Dedek formasyonu (Td)

Genel Tanım: İnceleme alanının güneyinde yüzeyleyen volkanosedimanter kayaçlar,

ilk kez Özgül (1981) tarafından Dedek formasyonu olarak tanımlanmış ve iki üyeye (Koçkar volkanit üyesi ve Dolugün üyesi) ayrılarak incelenmiştir. Bu çalışmada üye ayırdımı yapılmaksızın, formasyon düzeyinde aynı adlama benimsenmiştir.

Yayılim ve Konum: Dedek formasyonu, inceleme alanının güneyinde yer alan Kemah ilçe merkezi ve güneyindeki alanlarda, Akça, Boğaziçi ve Oğuz köyleri dolayında geniş yüzeylemeler sunar (Ek 1).

Mermerli köyü batısında, Dedek formasyonu Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşını uyumsuzlukla üstler. Keman çevresinde, Gölkaynak köyü güneyinde Ait Miyosen yaşlı Sultamelek kireçtaşının Dedek formasyonu ile dokanağı boyunca bindirme gelişimi izlenir. Aynı dokanak ilişkisi, Oğuz, Boğaziçi köyleri kuzeyinde, Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu ile olan sınırlar boyunca da gözlenir (Ek 1).

Kaya Türü: Dedek formasyonunun inceleme alanı içerisindeki yüzeylemelerinde egemen kaya türünü, bazaltik volkanik kayalar oluşturur. Bunun yanında, aglomera, tuf ve yer yer ince kırıntılılar da izlenmektedir.

Formasyon içerisinde geniş yayılım gösteren bazaltik volkanitler, kalınlığı oldukça değişken, siyah, kahverengi, pembe renkli, oldukça altere lav akıntılar şeklinde izlenirler. Bu kayaların petrografik incelemelerinde, hipokristalen porfirik doku gösterdikleri ve fenokristal olarak renksiz, yarı özşekilli ve özşekilli piroksen mineralleri, yarı özşekilli ve özşekilli prizmatik olarak plajjoklas fenokristalleri, yarı özşekilli ve özşekilli taiklaşmış olivin fenokristalleri içerdikleri izlenmektedir. Hamur plajjoklas mikrolitleri, küçük piroksen ve olivin kristalleri ve volkanik cam ve opak minerallerden oluşmaktadır. Ayrıca, kayaç içerisinde andezitik bileşimli anklavlar da gözlenmektedir.

Formasyon içerisinde gözlenen aglomeralar, siyah, kahverengi renkli, iyi tutturulmuş bazalt ve andezit çakıllarından oluşmaktadır. Bu kayaçlarla birlikte, sarı, gri renkli, ince ara seviyeler şeklinde tuf ve volkanojen kumtaşları ve yer yer siltaşları da izlenmektedir. Çoğunlukla yüzeylemelerinde düzensiz yığışimler şeklinde izlenen birimin katmanlanma gösteren kesimleri, genelde kuzeye eğimli olarak gözlenmektedir.

Özgül (1981), Dedek formasyonunun alt kesimlerini oluşturan tuf, aglomera, kırıntılı kayaçlar ve kireçtaşlarından oluşan kesimini Dolugün üyesi; formasyonun üst kesimlerini oluşturan aglomera, andezit ve bazaltdan oluşan volkanitleri ise Koçkar volkanit üyesi olarak

tanımlamıştır. Yukarıda verilen kaya türü tanımlaması, genel olarak inceleme alanında Dedek formasyonunun üst kesimlerini oluşturan, Koçkar volkanit üyesinin yüzeylediğini göstermektedir.

Kalınlık: İnceleme alanında birimin kesin kalınlığının saptanmasını sağlayacak veriler yoktur. Özellikle birimin genelde düzenli katmanlanma sunmayışı, kalınlık saptanmasını güçleştirmektedir. Özgül (1981) tarafından birimin kalınlığı 450 m olarak verilmiştir.

Fosil içeriği ve Yaşı: Dedek formasyonunun inceleme alanı içerisindeki yüzeylemelerinden, birime yaş verebilecek fosil topluluğu saptanamamıştır. Özgül (1981), birim içerisinde *Nummulites sp.*, *Alveolina sp.* fosillerini saptayarak Lütésiyan yaşını vermiştir.

Ayrıca, inceleme alanının güneyinde yer alan Kemah ilçe merkezi kuzeydoğusunda, Dedek formasyonuna yakın kesimlerinde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının taban seviyeleri içerisinde taşınmış olarak,

Fabiania cassis OPPENHEIM

Eorupertia magna LE CALVEZAE

Alveolina fusiformis SOWERBY

Fasciolites boscii (DEFRANCE)

Solenomeris sp.

gibi Lütésiyan'e ait fosil topluluğunun saptanması da formasyonun yaşını pekiştirmektedir.

Ortamsal Yorum: Dedek formasyonunun kaya türü özellikleri ve fosil içeriği, formasyonun üste doğru volkanik etkinliğin arttığı, sığ denizel bir ortamda depolandığını göstermektedir.

1.3.2.2. Kemah Grubu (Tk)

İnceleme alanında yüzeyleyen, Oligosen (?)–Alt-Orta (?) Miyosen yaş aralığında depolanmış kaya topluluğu, ilk kez bu çalışmada Kemah Grubu olarak tanımlanmıştır.

Kemah Grubu kayaları, tabanda kırmızı renkli silttaşı, kumtaşı ve jips mercekleri içeren lagüner ortamda depolanmış çökellerle (Kuşlu formasyonu) başlar, üste doğru gri, pembe renkli, çapraz katmanlanmalı kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve yer yer silttaşı

ardalanmasından oluşan akarsu çökellerine (Taşbulak formasyonu) geçer. İstif, Alt Miyosen'de gelişen denizel transgresyonun ilk çökellerini oluşturan, genelde tabanda resif-resif gerisi ortamda depolanmış karbonatlar (Sultanmelek kireçtaşı) ve resif önünden resif gerisine, yer yer lagüne dönüşen ortam koşullarını yansıtan gri renkli marn, silttaşı, kumtaşı, kireçtaşı ardalanmasıyla (Kömür formasyonu) devam eder. Kemah Grubu kayalarının en üst kesimlerini, havzanın her yerinde izlenmeyen kırmızı renkli kumtaşı, silttaşı ardalanması (Dutlu formasyonu) ve turuncu renkli kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve silttaşı ardalanmasından (Tuzla formasyonu) oluşan çökeller oluşturur. Grubun en üst kesimlerinde, regresif olarak yer alan Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı bu birimler, üste doğru akarsu etkisinin arttığı lagüner ortam koşullarını yansıtır (Şekil 3).

Alt-Orta (?) Miyosen'den sonra, bölgede gelişen K-G yönlü sıkışma rejimi altında yoğun kısalma ve kalınlaşma nedeniyle, Kemah Grubu kayalarının ilkel stratigrafisinin tek bir kesitte izlenmesi olanaklı değildir. Grubun stratigrafik özellikleri, inceleme alanının değişik kesimlerindeki verilerden yararlanılarak incelenmiştir.

Kemah Grubunun stratigrafisi, inceleme alanının güney ve kuzey kesimlerinde bazı farklılıklar içerir. Güneyde Kemah ilçe merkezi ve Fırat nehrinin güneyindeki kesimlerde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı doğrudan temel kayaları (Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu ve Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı) üzerinde yer alır (Ek 1). Bu dokanak boyunca kuzeyde gelişen bindirme sistemlerine bağlı olarak bir décollement fayı (Kemah bindirmesi) gelişmiştir. Kemah bindirmesinin güneye doğru sonümlenmesiyle, Kemah Grubu ile temel kayalarının ilkel stratigrafik ilişkisi kısmen gözlenebilmektedir (Şekil 3; Ek 1). Sivas Tersiyer havzasının güney kenarına karşılık gelen bu yörede, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı, inceleme alanının doğusuna doğru kamalanır ve üste yer alan Tuzla formasyonuna ait kırıntılı kayalara geçer. Bu güney kenar istifi, kuzeyden gelişen Tuzla bindirmesinin tavan bloğunda yüzeyleyen ve bölgenin genelinde stratigrafik birliktelik sunan kayalarla üstlenir (Ek 1; Şekil 3). Bu yörede, Sivas Tersiyer havzasının kuzey kesimini temsil eden bu kayalar, tabanda Oligosen (?) yaşlı jips ara katlı kırıntılılarla başlar (Kuşlu formasyonu), üste doğru kalın, çapraz katmanlanmalı kumtaşlarına (Taşbulak formasyonu) geçer. Alt Miyosen yaşlı resifal kireçtaşı (Sultanmelek kireçtaşı) ve marn, silttaşı ardalanmasıyla (Kömür formasyonu) başlayan denizel tavan istifi, kırmızı renkli kırıntılılarla (Dutlu formasyonu) son bulur (Şekil 3).

1.3.2.2.1. Kuşlu formasyonu (Tkk)

Genel Tanım: İnceleme alanının değişik kesimlerinde yüzeyleyen, Kemah Grubunun en alt kesimlerine karşılık gelen, jips mercek ve bantları içeren kırıntılı kayalar, ilk kez bu çalışmada Kuşlu formasyonu olarak tanımlanmıştır. Kuşlu formasyonunun değişik kesimlerinde izlenen jips yüzlekleri ayrırtılarak Akpur jips üyesi olarak adlandırılmıştır (Şekil 3; Ek 1).

Yayılm ve Konum: Kuşlu formasyonu, inceleme alanının güneybatısında Oğuz, Boğaziçi ve Akça köyleri kuzeyinde geniş yüzlekler verir. Bu yörede birimin tabanında Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu yer alır ve iki birimin dokanağı boyunca bindirme gelişimi izlenir. Gökaynak köyünün batı, güneybatısında birimin tavanında tektonik dokanakla Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı yer alır. Kuşlu köyü, Tuzla kışlağı, Şıkar kışlağı, Taşbulak köyü çevresinde Kuşlu formasyonu ile Taşbulak formasyonun dokanağı tektoniktir (Ek 1).

İnceleme alanının orta kesiminde, Kömür köyü güneyinde birimin yüzeylemesi, alttan ve üstten bindirme faylarıyla sınırlanır. Bu yörede birimin tabanında Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu, tavanında ise Alt Miyosen yaşlı Kömür ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonları yer alır. Parmakkaya, Doğan köyleri güneyinden, doğuya doğru genişleyerek yüzeyleyen birimin tavanında Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu tektonik dokanakla yer alır. Esimli, Konuksever köyleri güneyinde birim Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyoliti kaşağı üzerinde, Yağca, Sanyazi, Çakırlar köyleri güneyinde ise Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı üzerinde yer alır ve dokanak boyunca bindirme gelişimi izlenir. İnceleme alanının orta kesiminin kuzeyinde, Kuşakboyun tepe antikalinalinin çekirdeğinde yüzeyleyen Kuşlu formasyonun, taban ve tavanında tektonik dokanakla Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu yer alır (Ek 1).

Kaya Türü: Kuşlu formasyonunun egemen kaya türünü kırmızı renkli, ince-orta katmanlı, kumtaşı, silttaşı ve kalınlığı oldukça değişken olan (yaklaşık 2-50 m) jips bant ve mercekleri (Akpur jips üyesi) oluşturur.

İnceleme alanının güneybatısında, Kuşlu köyü güneyinde ölçülen stratigrafik dikme kesitinde (Şekil 6), Kuşlu formasyonu Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelir. Tabanda 40 m kalınlığında, kırmızı renkli, ince-orta katmanlı, kumtaşı,

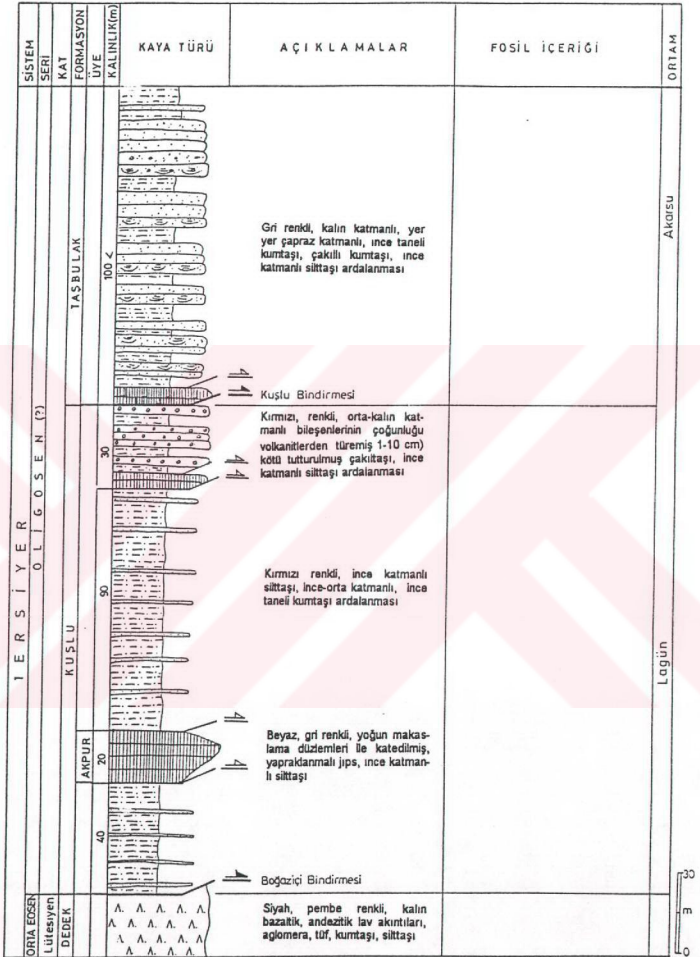
siltaşı ardalanması yer alır. Bu seviyeyi, 20 m kalınlığında, beyaz renkli, yoğun makaslama düzlemleri ile kesilmiş, yapraklanmalı jips kütlesi tektonik dokanakla izler. Tavandan da bindirme yüzeyi ile sınırlı jips kütlesini, 90 m kalınlığında kırmızı renkli, ince orta katmanlı, siltaşı, kumtaşı ardalanması izler. Formasyonun tavanında, tabanda ince bir jips bantı ile başlayan kırmızı renkli, orta-kalın katmanlı, bileşenlerinin çoğunluğu volkanik kayalardan türemiş kötü tutturulmuş çakıltaşı, ince katmanlı siltaşı ardalanması yer alır. Kuşlu formasyonunu, Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu tektonik dokanakla üstler (Şekil 6).

Kuşlu formasyonu, inceleme alanının güneyinde Gökaynak köyü batısında yer alan Aktaş tepe ölçülü stratigrafi kesitinde, Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer alır (Şekil 7). Bu yörede oldukça incelen ve 55 m kalınlık sunanan birim, kırmızı renkli, ince-orta katmanlı, kötü boylanmalı kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve siltaşı ardalanması ile temsil edilir ve tektonik dokanakla Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu tarafından üzerlenir (Şekil 7).

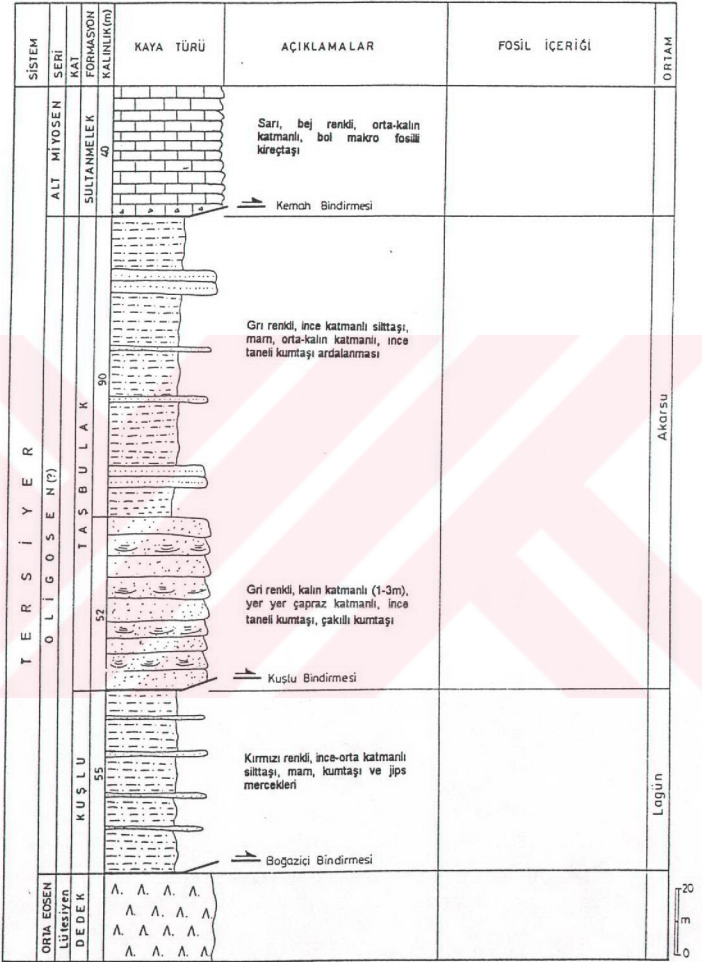
İnceleme alanının orta kesiminde, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonunun tabanında, Kömür köyü güneyindeki Büyükaşlı tepede yüzeyleyen, kalınlığı 50 m civarında olan masif jips kütlesi izlenir (Ek 1). Formasyonunun tabanında gelişen Tuzla bindirmesi boyunca da, kalınlığı 2-5 m arasında değişen jips tektonik dilimleri yüzeyler. Bu yörede birim, tabanda kalınlığı değişken olan jips ve tuz mercekleri ile, üst kesimlerinde ise ince-orta katmanlı kumtaşı ve siltaşı ardalanması ile temsil edilir. Formasyonun inceleme alanının güneydoğusundaki yüzeylemelerinde, kaya türü özelliklerinde büyük değişim gözlenmez. Bu yörede birim, kırmızı renkli, ince-orta katmanlı kumtaşı, siltaşı, yer yer gri renkli, ince katmanlı marn ve ince jips ardalanmasıyla temsil edilir.

Kalınlık: Kuşlu formasyonunun gerçek kalınlığının, birim içerisinde gelişen bindirmeler nedeniyle tam olarak saptanması olanaklı değildir. Bununla beraber, formasyonun kalınlığı Kuşlu ölçülü stratigrafi kesitinde 180 m olarak ölçülmüştür (Şekil 6).

Fosil içeriği ve Yaşı: Kuşlu formasyonuna kesin yaş verebilecek fosil topluluğu, inceleme alanında saptanamamıştır. Bununla beraber, formasyonun tabanında Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonunun yer alması ve tavanında yer alan Taşbulak formasyonunun, yaşı Alt Miyosen olarak saptanan Sultanmelek kireçtaşı ve Kömür formasyonlarıyla uyumlu olması, formasyonun görelî yaşının Oligosen olabileceğini göstermektedir.



Şekil 6. Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonunun inceleme alanının güneybatısında yer alan Kuşlu köyü güneyinden hazırlanan ölçülü stratigrafi kesiti.



Şekil 7. Oligosen (?) yaşlı Kuşlu ve Taşbulak formasyonlarının, inceleme alanının güneybatısında yer alan Aktaş tepede ölçülen stratigrafik dikme kesiti.

Sivas Tersiyer havzasının değişik kesimlerinde yüzeyleyen jipsli çökellerin yaşı, havzada yapılan çalışmalarda tartışılan başlıca konulardan birisini oluşturmaktadır. Sivas havzasının orta-kuzey kesiminde Hafik (Sivas) yöresinde, jipsli çökellerin Alt Miyosen yaşlı denizel birimlerin tabanında yer aldığı açık olarak gösterilmiştir (Gökten ve Kelling, 1991; Poisson ve diğ., 1992). Aynı yörenin güneyinde Celalli (Hafik) yöresinde Gökçen ve Kelling (1985) ve daha güneyde Kurtman (1973) tarafından fosillerle Oligosen yaşlı birimlerin varlığı belirlenmiştir (Bölüm II).

Ortamsal Yorum: İnceleme alanında Kuşlu formasyonu içerisinde fosil topluluğunun belirlenememiş olması ortamsal yorumlamada bazı güçlükleri ortaya koymaktadır. Bununla beraber, birimin jips ve tuz içeriği ile daha önceki çalışmalardan elde edilen veriler (Kurtman, 1973; Gökçen ve Kelling, 1985; Poisson ve diğ., 1992) birimin tuzluluğu yüksek lagüner bir ortamda depolandığını ortaya koymaktadır.

1.3.2.2.2. Taşbulak formasyonu (Tkta)

Genel Tanım: İnceleme alanının batı, kuzeybatı kesimlerinde yüzeyleyen kumtaşı, silttaşı ardalanmasıyla temsil edilen kayalar, Taşbulak formasyonu olarak tanımlanmıştır.

Yayılm ve Konum: Taşbulak formasyonu, inceleme alanının batısında yer alan Kılıçtaş tepe senklinalinin güney ve kuzey kanatlarında geniş yüzeylemeler sunar (EK 1). Bu yörede birimin tabanında tektonik dokanakla Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu, tavanında ise uyumlu olarak Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu yer alır.

İnceleme alanının orta kesiminde, Kömür köyü kuzeyinde, Kömür çayı boyunca yüzeyleyen antiklinallerin çekirdeğinde yer alan birimin tavanında uyumlu olarak, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı gelir. İnceleme alanının kuzey kesiminde Kuşakboyun tepe antiklinalini oluşturan birimin taban dokanağı tektoniktir. Bu yörede birimin tavanında Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı ve Kömür formasyonları yer alır. Dutlu köyü kuzeyinde formasyon üzerine tektonik dokanakla Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı gelir (Ek 1).

Gökaynak köyü kuzeyinde, Taşbulak köyü batısında yüzeyleyen birimin tavanında tektonik dokanakla Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı yer alır. Taşbulak köyünün kuzeyinde, Karaburun tepe güney eteklerinde, Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonu, Taşbulak formasyonunu tektonik dokanakla üstler (Ek 1).

Kaya Türü: Taşbulak formasyonunun egemen kaya türünü, tabanda gri renkli, kalın çapraz katmanlanmalı kumtaşı, çakıllı kumtaşı yer yer ince katmanlı silttaşı ardalanması, üst kesimlerinde ise gri, pembe renkli, orta-kalın katmanlı, ince taneli kumtaşı, ince katmanlı silttaşı, marn ardalanması oluşturur. Formasyonun en üst kesimlerinde, inceleme alanının orta kesimindeki yüzeylemelerinde, devamlı olmayan bazalt seviyesi yer alır.

Kuşlu ölçülü stratigrafi kesitinde (Şekil 6), Taşbulak formasyonu tabanda ince bir jips seviyesini izleyen bindirme fayı ile Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu üzerinde yer alır. Alt kesimlerinde gri renkli, kalın katmanlı (1-3 m), yer yer çapraz katmanlanmalı kumtaşı, çakıllı kumtaşı, kırmızı renkli, ince katmanlı silttaşı ardalanmasıyla başlar, üste doğru gri, pembe renkli kumtaşı, silttaşı ardalanmasına geçer. Tabanda yer alan kalın kumtaşı katmanlarında yaygın yük kalıpları izlenir (Şekil 8).



Şekil 8. Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonunun taban kesimlerinde yer alan kumtaşlarında gözlenen yük kalıpları (Kuşlu köyü kuzeyi).

Aktaş tepe ölçülü stratigrafi kesitinde (Şekil 7), Taşbulak formasyonunun kaya türü özellikleri, Kuşlu kesitiyle benzer özelliktedir. Tabanda 52 m kalınlığında, gri renkli, kalın katmanlı, yer yer çapraz katmanlanmalı kumtaşı, çakıllı kumtaşlarıyla başlayan formasyon, üst kesimlerinde gri renkli, ince katmanlı, silttaşı, marn, orta-kalın katmanlı, ince taneli kumtaşı ardalanmasına geçer. Kesitin en üst kesimleri, Kemah bindirmesi boyunca tektonik dokanakla Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının üzerlemesinden dolayı izlenemez. Kılıçtaş tepe antiklinalinin kuzey kanadında ölçülen stratigrafik dikme kesitte, birimin en üst kesimleri izlenir (Şekil 18). Bu yörede gri renkli, ince-orta katmanlı marn, silttaşı, kumtaşı ardalanmasıyla temsil edilen birim üste doğru uyumlu olarak, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonuna geçer.

İnceleme alanının orta kesiminde yer alan, Kömür çay vadisi boyunca Taşbulak formasyonun üst kesimlerinde yer alan kumtaşlarından derlenen örneklerin petrografik incelemesinde, karbonat çimentolu, iyi boylanmış, bol miktarda kayaç parçacıkları, kuvars ve feildispat içeren litarenit olarak tanımlanmıştır.

Taşbulak formasyonunun en üst kesimlerinde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı ile dokanağına yakın kesimlerde, kalınlığı (2-30 m) arasında değişen bazalt seviyesi izlenir. İnceleme alanının orta kesiminde Dutlu köyü güneyinde, Parmakkaya köyü güneyinde Parmak sırtında ve İnintaşı sırtında yüzeyleyen bazalt seviyesi, formasyonun diğer kesimlerdeki yüzeylemelerinde izlenmez (Ek 1).

Bazalt seviyesi arazide, koyu yeşil, siyah renkli, çoğunlukla yoğun altere olarak izlenir. Örneklerin petrografik incelenmesi sonucunda bu volkanik kayalar, olivin bazalt olarak tanımlanmıştır (Şekil 9). İncelemelerde bazaltların, holokristalen hipidiyomorf porfirik doku gösterdikleri ve fenokristal olarak olivin içerdikleri gözlenmiştir. Bazı kesitlerinde olivinlerde serpantinleşme yaygın olarak gelişmiş olup, bazı kesitlerde de serpantinleşmeden sonra talklaşma izlenir. Olivinler genellikle yarı özsekilli, özsekilli iri fenokristaller ve küçük fenokristaller olarak gözlenir. Olivin fenokristalleri yer yer bir araya gelerek glomerofirik yığılma oluştururlar. Bozunmamış olivinler, temiz yüzeyli, renksiz olup gelişmiş güzel çatlaklar içerirler. Hamur ise çoğunlukla plajioloklas mikrolitleri, piroksen mikrolitleri, opak mineraller ve çok az olarak volkanik camdan oluşmaktadır. Volkanik camda yer yer palagonitleşme ve kloritleşme türü bozunmalar izlenmektedir. Bazı kesitlerinde karbonatlaşma türü bozunma da yaygın olarak gözlenmektedir. Kayaç içerisindeki boşluklar kalsit ile doldurulmuştur.

Kayaç içerisindeki piroksenler, renksiz, açık sarımsı, kahverengi renkte olup çok az paleokrizma göstermektedirler. Piroksen mikrolitleri 48°-53° arasında değişen eğik sönmeye sahiptirler. Bu özelliklerinden dolayı piroksenler, tanojit türü klinopiroksen olarak tanımlanabilir. Kesitlerde plajyoklas mikrolitleri hamur içerisinde gelişmiş ve bol miktarda bulunan plötaktitik dokuyu oluştururlar. Bazı kesitlerde uzun eksenleri birbirine paralel olacak şekilde dizilerek akma dokusunu meydana getirirler. Plajyoklaslarda yapılan sönmeye açısı ölçümleri bunların labrador bileşiminde olduğunu göstermektedir.

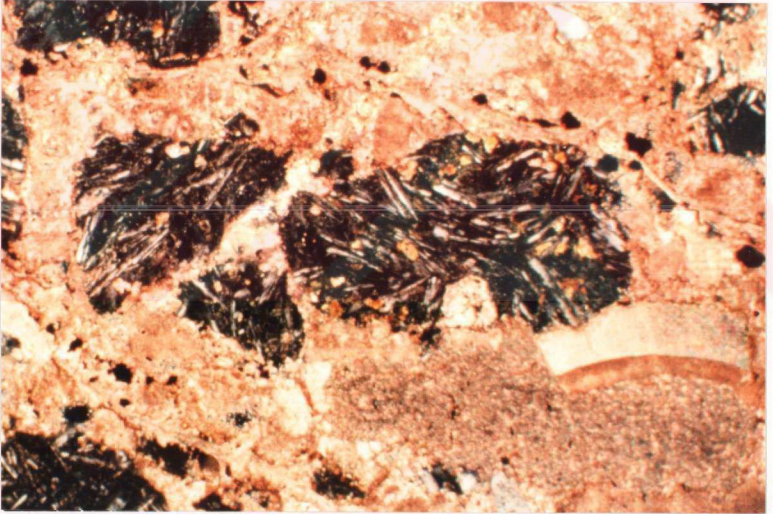


Şekil 9. Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonun en üst kesimlerinde izlenen olivin bazaltların ince kesit görünümü (çift nikol).

Bazaltların inceleme alanındaki yüzeylemelerinde, tabanda yer alan Taşbulak formasyonunun en üst kesimlerini oluşturan kumtaşlarına, tavanda ise Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşına koşut olarak yer aldığı ve bu birimleri keser bir ilişki sunmadığı gözlenmiştir. Ayrıca bazaltların yer yer akma dokusu göstermesi, çökelmeyle yaşit özellik taşıdığını göstermektedir.

Kalınlık: Taşbulak formasyonunun kalınlığı, inceleme alanının batısında yer alan Kılıçtaş tepe senklinalinin güney kanadında 300 m civarındadır. Bu yörede, birim içerisinde katmanlanmaya koşut olarak gelişen kısalma miktarı da, kalınlık saptanmasında göz önünde bulundurulması gereken önemli bir noktadır.

Fosil içeriği ve Yaşı: İnceleme alanında, Taşbulak formasyonuna yaş verebilecek fosil topluluğu saptanamamıştır. Bununla beraber, formasyonun tavanda uyumlu olarak, yaşı fosillerle kesin olarak Alt Miyosen olarak saptanmış Sultanmelek kireçtaşı ve Komür formasyonları tarafından üstlenmesi, yaşının Oligosen (?) olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, birimin tavanında izlenen bazalt seviyesine ait intraklastların, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı içerisinde izlenmesi de, bu yaş ilişkisini desteklemektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonunu uyumlu olarak üstleyen Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı içerisinde izlenen bazalt intraklastları (çift nikol).

Ortamsal Yorum: Taşbulak formasyonunun tabanda çapraz katmanlanmalı, kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve siltaşı ardalanmasıyla temsil edilen kesimleri akarsu ortamını

yansıtmaktadır. Formasyonun üst kesimlerde denizel çökellere geçmesi, çökeltme ortamının giderek lagüne dönüştüğünü göstermektedir. Ayrıca, formasyonun alt kesimlerindeki kumtaşlarının bağlayıcısı kil iken, üst kesimlerde karbonat bağlayıcının izlenmesi de bu görüşü destekler niteliktedir.

1.3.2.2.3. Sultanmelek kireçtaşı (Tkk)

Genel Tanım: Sivas Tersiyer havzasının değişik kesimlerinde geniş yayılıma sahip olan, genel olarak Alt Miyosen transgresif istifinin tabanında yer alan kireçtaşları, inceleme alanının güneyinde Kemah ilçe merkezinin kuzeyindeki Sultanmelek mahallesi çevresinde yaygın yüzlekler sunması nedeniyle, Sultanmelek kireçtaşı olarak adlanmıştır.

Formasyon, Aktimur ve diğ., (1990) tarafından tanımlanan Kemah formasyonunun (Özgül, 1981) Yoğurtdağı kireçtaşı üyesi ile benzer özelliktedir.

Yayılim ve Konum: Sultanmelek kireçtaşı, Sivas Tersiyer havzasının güney kenarına karşılık gelen inceleme alanının güney kesimlerinde, Kemah ilçe merkezi, Akça köyü kuzeyinde doğrudan Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu üzerinde yer alır. İki birimin dokanağı boyunca bindirme gelişimi (décollement seviyesi, Şekil 3) izlenir. Kemah ilçe merkezi güneyinde bu bindirme fayının sönümlenmesiyle, iki birim arasında stratigrafik ilişki gözlenir. Kemah ilçe merkezinin doğusunda Mermerli ve Uluçınar köyleri güneyinde de Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı ile olan dokanağı boyunca bindirme gelişimi izlenir. Bu yörede Sultanmelek kireçtaşı, üste doğru Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonuna geçer. Kemah çevresinde yaygın yüzeylemeler sunan birim doğuya doğru kamalanarak Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonuna geçer, batıda ise Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer alır (Ek 1).

Sultanmelek kireçtaşı, inceleme alanının orta kesiminde Kömür çayı vadisinde yer alan antiklinallerin çevresinde yüzeyleyir. Bu yörede, uyumlu olarak Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu üzerinde yer alır ve üste doğru Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonuna geçer. Yoğurt Dağı, Ayrarpınar Dağı çevresindeki yüzeylemelerinde birim, Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer alır ve üste doğru Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonuna geçer. Ayrarpınar köyü batısında birim, tektonik dokanakla Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu üzerinde yer alır (Ek 1).

Inceleme alanının kuzeyinde Parmakkaya, Karadağ köyleri çevresinde yüzeyleyen

Sultanmelek kireçtaşı, bu yörede uyumlu olarak Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu üzerinde yer alır ve Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu tarafından üzerlenir (Ek 1).

Kaya Türü: Sultanmelek kireçtaşının egemen kaya türünü, sarı, bej renkli, orta-kalın katmanlı, yer yer bol makrofosilli kireçtaşları oluşturur.

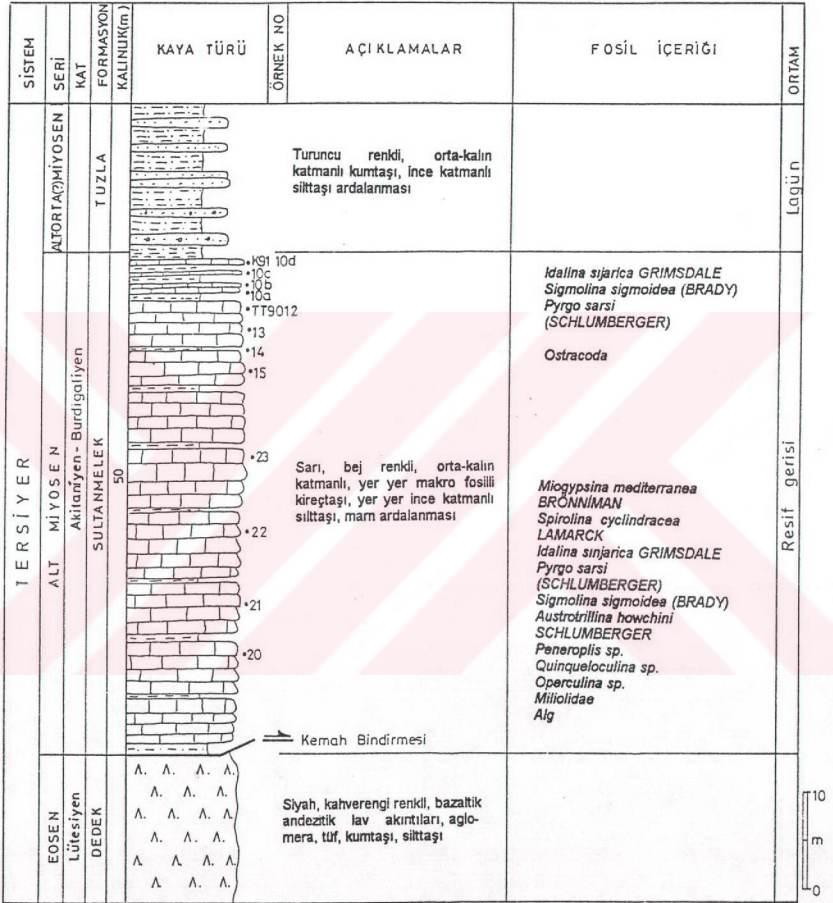
Sultanmelek kireçtaşının ayrıntılı stratigrafik incelemesi, inceleme alanının güneyinde Kemah ilçe merkezi girişindeki Sultanmelek mahallesi ve kuzeyde Parmakkaya köyü kuzeyinde yer alan Parmak sırtından alınan ölçülü stratigrafi kesitleri üzerinde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Sultanmelek mahallesi ölçülü stratigrafi kesitinde, birim 50 m kalınlığına ulaşan, sarı, bej renkli, orta-kalın katmanlı, yer yer makro fosilli kireçtaşı, yer yer ince katmanlı silttaşı, marn araldanması ile temsil edilir (Şekil 11). Kesitin alt kesimlerinden derlenen örneklerin mikroskobik incelemelerinde, birim tabanda Miliolidaeli biyosparitlerle (Şekil 15) başlar (Örnek TT90 20, 21, 22). Kesitin orta kesiminden alınan TT90 23 nolu örnek ise Algli biyosparit (Şekil 16) olarak tanımlanmıştır. Kesitin üst kesimlerinden derlenen örnekler ise Miogypsinalı biyosparit (TT90 15) ve Miliolidaeli biyosparit (TT90 12, 13, K91 10a, b, c, d) olarak ayrıtlanmıştır. Ayrıca TT90 14 nolu örneğin Ostracoda içeriği belirlenmiştir (Şekil 11).

Sultanmelek kireçtaşının, Parmakkaya köyü kuzeyinde yer alan Parmak sırtı ölçülü stratigrafisi kesitinde birim 20 m kalınlığında sarı bej renkli, orta-kalın katmanlı, makro fosilli kireçtaşı, yer yer ince katmanlı silttaşı araldanması ile temsil edilir (Şekil 12). Kesitin taban kesimlerinden derlenen örneklerin mikroskobik incelemesi sonucu, Miliolidaeli biyosparit (TK90 33a, 23a, 33b, 23b), Archaiaslı biyosparit (Şekil 14) (TK90 33c, 23c) ve Miliolidaeli biyosparit (TK90 33d, e) olarak tanımlanmıştır. Kesitin orta kesiminde ince bir oosparit seviyesi (TK90 23d) yer alır (Şekil 13). Kesitin en üst kesimlerinde ise Operculinalı biyosparitler (TK90 30a,b, 31) saptanmıştır (Şekil 12).

İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağında, Sultanmelek kireçtaşı geniş yüzeylemeler sunar. Bu yörede kalınlığı 70-80 metreye ulaşan birimden derlenen örneklerden yaygın Algli biyosparit fasiyesi ayrıtlanmıştır.

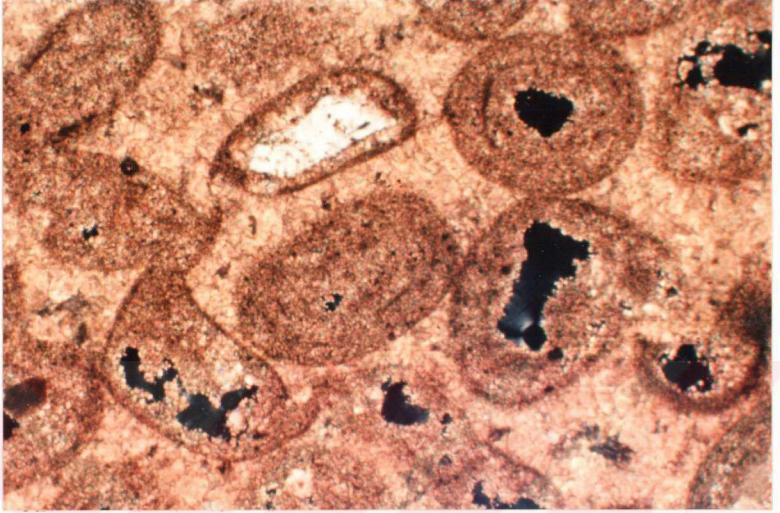
Kalınlık: İnceleme alanında birimin katınlığında önemli farklılıklar izlenir. Formasyon, Kemah ilçe merkezi çevresinde 50 m, Parmakkaya köyü kuzeyinde 20 m, Kömür çayı vadisindeki yüzeylemelerinde 2-5 m, Yoğurt Dağında ise 70-80 m kalınlık sunar.



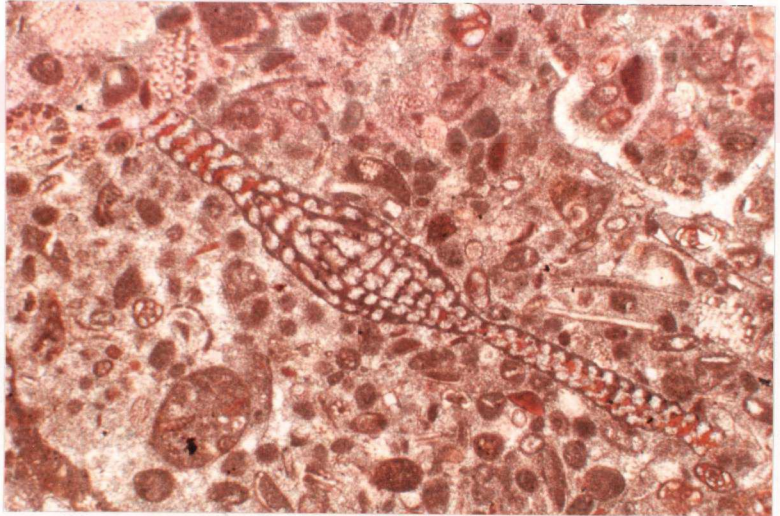
Şekil 11. Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşına ait Kemah ilçe merkezi kuzeyinde yer alan Sultanmelek mahallesi ölçülü stratigrafi kesiti.

SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KAYA TÜRÜ	ÖRNEK NO	AÇIKLAMALAR	FOSİL İÇERİĞİ	ORTAM
TERSİYER	ALT MİYOSEN	Akitaniyen - Burdigaliyen	SULTANMELEK	KÖMÜR	100 <	Gri renkli, ince-orta katmanlı marn, kireçtaşı ardalanması		Resif gerisi
					20	•TK90 31 •30b •30a •23d •33e •33d •23c •33c •23b •33b •23a •33a	Sarı, bej renkli, orta-kalın katmanlı, makro fosilli kireçtaşı, yer yer ince katmanlı silttaşı ardalanması	
OLİGOSEN	TASBULAK				TK90 24 •26 •25 •27	Siyah renkli, yaygın olarak altere olmuş bazalt Gri renkli, orta-kalın katmanlı kumtaşı, çakıllı kumtaşı		4 m 0

Şekil 12. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Parmakkaya köyü dolayında Parmak sırtından hazırlanan Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşına ait ölçülü stratigrafi kesiti.



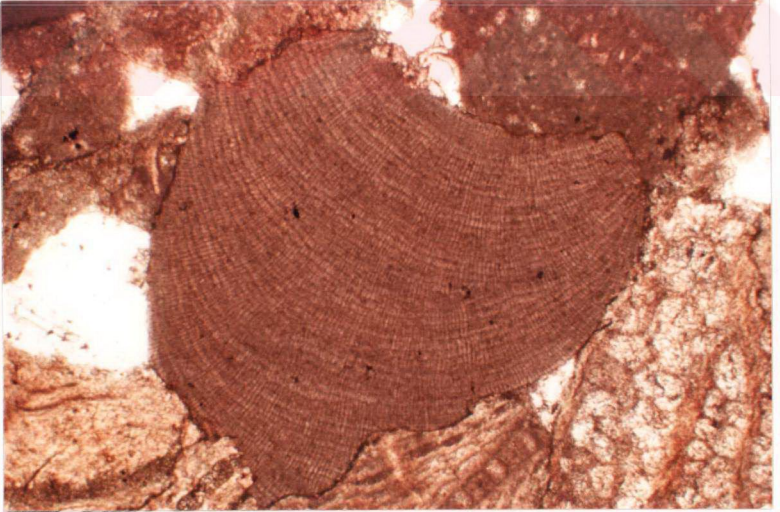
Şekil 13. Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının üst kesimlerinde izlenen oosparitlerin genel görünümü (tek nikol).



Şekil 14. Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı içerisinde izlenen Archaiaşlı biyosparitlerin genel görünümü (tek nikol).



Şekil 15. Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı içerisinde izlenen Miliolidaeli biyosparitlerin genel görünümü (tek nikol).



Şekil 16. Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı içerisinde izlenen kırmızı alglerin genel görünümü (tek nikol).

Fosil İçeriği ve Yaşı: Sultanmelek kireçtaşının, inceleme alanının değişik kesimlerindeki yüzleklerinden aşağıda belirtilen fosil topluluğu saptanarak, birime Alt Miyosen (Akitanıyen-Burdigaliyen) yaşı verilmiştir.

İnceleme alanının güneyinde, Kemah çevresindeki yüzeylemelerinden;

Miogypsina mediterranea BRÖNNIMAN

Spirolina syclindracea LAMARCK

Idalina sinjarica GRIMSDALE

Pyrgo sarsi (SCHLUMBERGER)

Sigmolina sigmaidea (BRADY)

Austrotillina howchini SCHLUMBERGER

Peneroplis sp.

Quinqueloculina sp

Operculina sp.

Miliolidae

Alg

Formasyonun inceleme alanının kuzeyinde yer alan Parmakkaya köyü kuzeyindeki yüzeylemelerinden;

Operculina bartschi CUSHMAN

Operculina punctata YABE ve HANZAWA

Lepidocyclina turneri LEMOINE ve DOUVILLE

Archaias hensoni SMOUT ve EAMAS

Idalina sinjarica GRIMSDALE

Sigmolina sigmaidea (BRADY)

Austrotillina howchini SCHLUMBERGER

Spirolina syclindracea LAMARCK

Pyrgo sarsi (SCHLUMBERGER)

Peneroplis sp.

Miliolidae

Alg

Formasyonun inceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağındaki yüzeylemelerinden;

Miogypsina irregularis MICHELOTTI

Lepidocyclina sp.

Operculina sp.

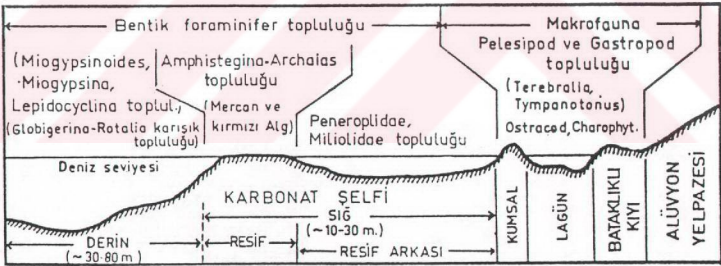
Amphistegina sp.

Alg

fosil topluluğu saptanmıştır.

Sivas Tersiyer havzasının genelinde izlenen ve stratigrafik olarak kılavuz seviyeyi oluşturan bu kireçtaşları, havzanın değişik kesimlerinde yapılan çalışmalarda da (Stchepinsky, 1939; Dizer, 1962; Artan ve Sestini, 1971; Kurtman, 1973; Örçen, 1989; Gökten ve Kelling, 1991; Poisson ve diğ., 1992) belirlenerek Alt Miyosen yaşı verilmiştir.

Ortamsal Yorum: Sultanmelek kireçtaşının zengin fosil içeriğine sahip olması nedeniyle, birimin çökme ortamı ile ilgili ayrıntılı saptamalar yapmak olanaklıdır. Ortamsal yorumlamalarda, inceleme alanının güneyinde Munzur Dağlarında yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı kayaların ayrıntılı biyozon ve ortamsal özelliklerinin incelendiği Örçen (1989) tarafından yapılan çalışma temel alınmıştır (Şekil 17).



Şekil 17. Alt Miyosen yaşlı çökeltilerde saptanan fosil topluluklarının ortamsal ilişkileri (Örçen, 1989).

Sultanmelek kireçtaşının, Sivas Tersiyer havzasının güney kenarındaki stratigrafik ve sedimentolojik özelliklerini yansıtan Sultanmelek mahallesi ölçülü stratigrafik kesitinde, birimin tabanda Miliolidaeli biyosparit, Algli biyosparit, Miogypsinalı biyosparit ve üst kesimlerde Miogypsinalı biyosparitlerle temsil edilmesi, genel olarak resife yakın resif gerisi

ortam koşullarını yansıtmaktadır. Kesitin üst kesimlerine yakın Ostracod içeriği ise yer yer ortamın oldukça sığlaştığını ve lagüne dönüştüğünü göstermektedir (Şekil 17).

Sultanmelek kireçtaşının, Sivas Tersiyer havzasının orta ve kuzey kesimlerini yansıtan Parmak sırtı ölçülü stratigrafi kesitinde tabanda Miliolidaeli biyosparit, Archaiasli biyosparit, oosparit ve üst kesimlerde Miliolidaeli biyosparitlerle temsil edilmesi, ortamın genel olarak resife yakın resif gerisi olduğunu belirlemektedir. Kesitte izlenen oosparit seviyesi ise ortamın yer yer kısa süreli olarak çok sığlaştığını ortaya koymaktadır (Şekil 17).

İnceleme alanının orta kesimindeki Yoğurt Dağında Sultanmelek kireçtaşının, kalınlığı 70-80 metreyi bulan, algli biyosparitlerin egemen olduğu fasiyeste gelişmiş olması, resif ana kütlelerini temsil edebileceğini göstermektedir (Şekil 17). Bu yörede birimin üste doğru resif önü ortam koşullarını yansıtan, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonuna geçmesi de, bu görüşü doğrular niteliktedir.

1.3.2.2.4. Kömür formasyonu (Tkkö)

Genel Tanım: İnceleme alanında yaygın olarak yüzeyleyen denizel marn, kumtaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan kayalar, Kemah kuzeyinde Kömür köyü yöresindeki yüzeylemelerinden dolayı Kömür formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Yörede daha önce yapılan çalışmalarda, Özgül (1981) tarafından, Burdigaliyen yaşlı tüm kayaçlar Kemah formasyonu olarak tanımlanmıştır. Aktimur ve diğ., (1990) tarafından Kemah formasyonu içerisinde ayırtılan Kömür üyesi, inceleme alanında ayırtılan Kemah Grubuna ait Kömür formasyonu ile benzer özelliktedir.

Yayılm ve Konum: İnceleme alanın batısında yer alan Kılıçtaş tepe senklinealinin çekirdeğinde yüzeyleyen birimin tabanında uyumlu olarak Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu yer alır. Bu yörede birimin tabanında Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı yer almaz. Aynı yörede, Gediktepe, Kardere köyleri güneyinde tektonik dokanakla Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu üzerinde yer alan birimin tabanında, haritalanamayacak boyutta Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı yüzeylemeleri gözlenir (Ek 1).

Kömür formasyonu, inceleme alanının orta kesiminde Kömür çayı vadisinin doğu ve batısındaki yüzeylemelerinde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı üzerinde uyumlu olarak gelir ve üste doğru Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonuna geçer. Doğanbeyli köyü güneyinde Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı, Kömür formasyonu üzerinde tektonik

dokanakla yer alır. Parmakkaya, Karadağ köyleri kuzeyinde birim, Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonun üzerine uyumlu olarak gelir ve Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı tarafından tektonik dokanakla üzerlenir (Ek 1).

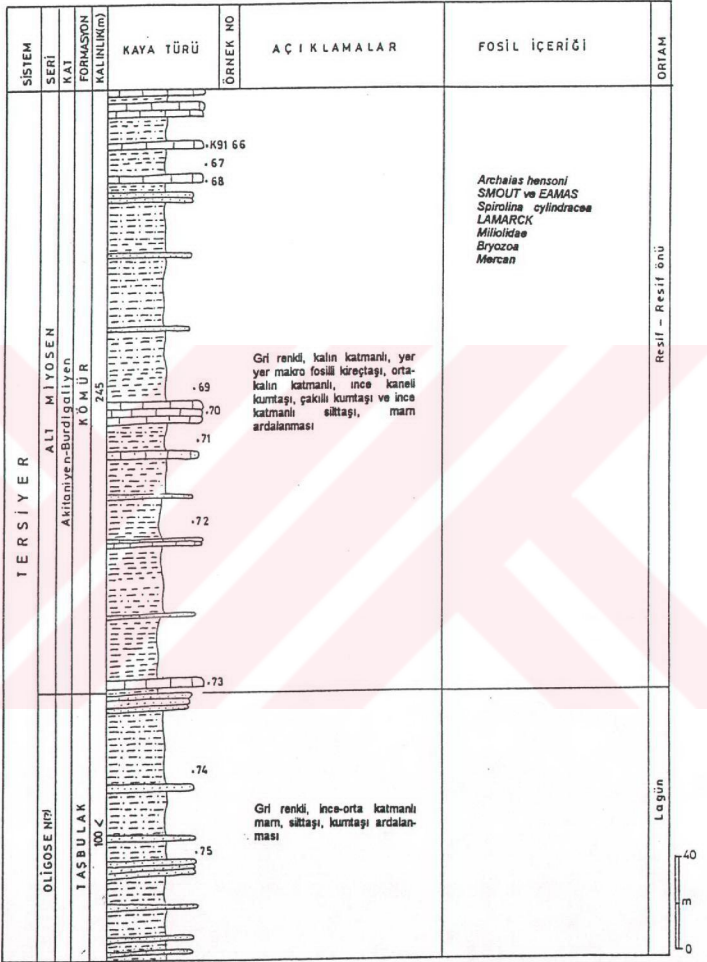
İnceleme alanının doğusunda formasyon, Gökkaya ve Sürek senklinallerinin kuzey ve güney kanatlarında geniş yüzeylemeler sunar. Bu yörede, Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer alan birim, Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonu tarafından uyumlu olarak izlenir. Gökkaya ve Sürek senklinallerinin kuzey kanadı boyunca Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı ve Sütpınar formasyonu, Kömür formasyonunu tektonik dokanakla üzerler. İnceleme alanının kuzeydoğusunda Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı, tektonik dokanakla Kömür formasyonu üzerinde yer alır (Ek 1).

Kaya Türü: Kömür formasyonunun egemen kaya türünü gri renkli, ince-orta katmanlı marn, siltaşı, kumtaşı ve kireçtaşı ardalanması oluşturur. Formasyonun kaya türü özellikleri, inceleme alanının değişik kesimlerinden hazırlanan ölçülü stratigrafi kesitleri üzerinde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

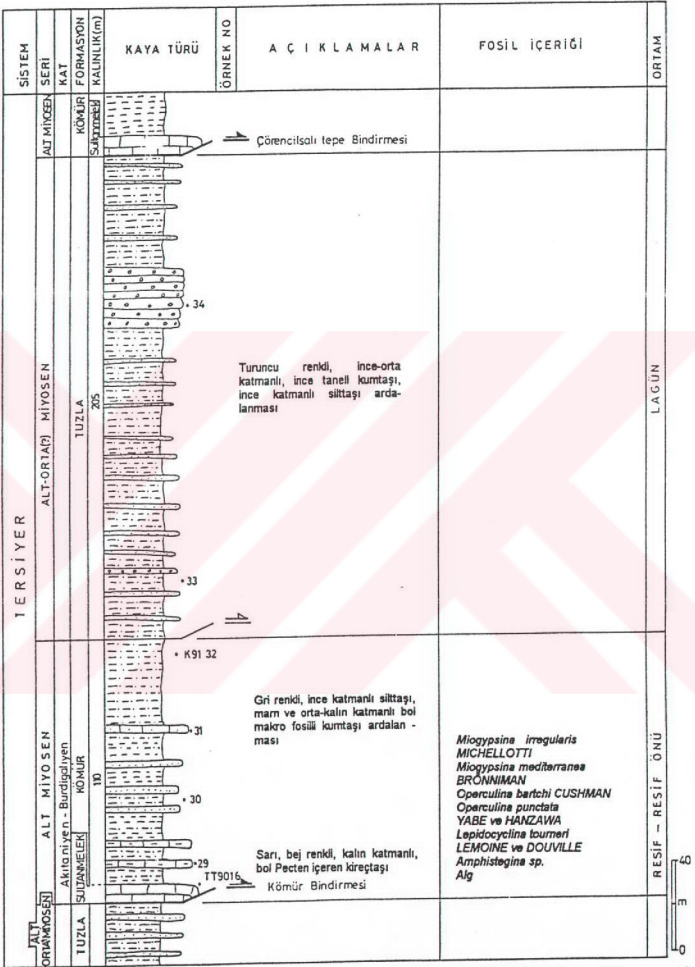
İnceleme alanının batısında yer alan Kılıçtaş tepesi senklinalinin kuzey kanadında ölçülen stratigrafi kesitinde birim, gri renkli, kalın katmanlı, yer yer makrofosilli (orta kesimlerde pecten) kireçtaşı, orta-kalın katmanlı, ince taneli kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve ince katmanlı siltaşı, marn ardalanmasıyla temsil edilir. Kesitte 245 m kalınlık sunan birimin tabanında uyumlu olarak Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu yer alır (Şekil 18).

İnceleme alanının orta kesiminde, Yoğurt Dağının doğusunda yer alan Ayrıncınar köyünün 2 km batısından alınan ölçülü stratigrafi kesitinde birim, tabanda yer alan Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı üzerine uyumlu olarak gelir. Kesitte formasyon, tabanda gri renkli, ince-orta katmanlı kireçtaşı, ince katmanlı siltaşı ardalanmasıyla başlar ve üste doğru gri renkli, ince katmanlı marn, siltaşı ve orta-kalın katmanlı, bol makrofosilli (pecten, ostrea) kumtaşı ardalanmasıyla devam eder. Kesitte 110 m kalınlık sunan birimi Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu tektonik dokanakla üzerler (Şekil 19).

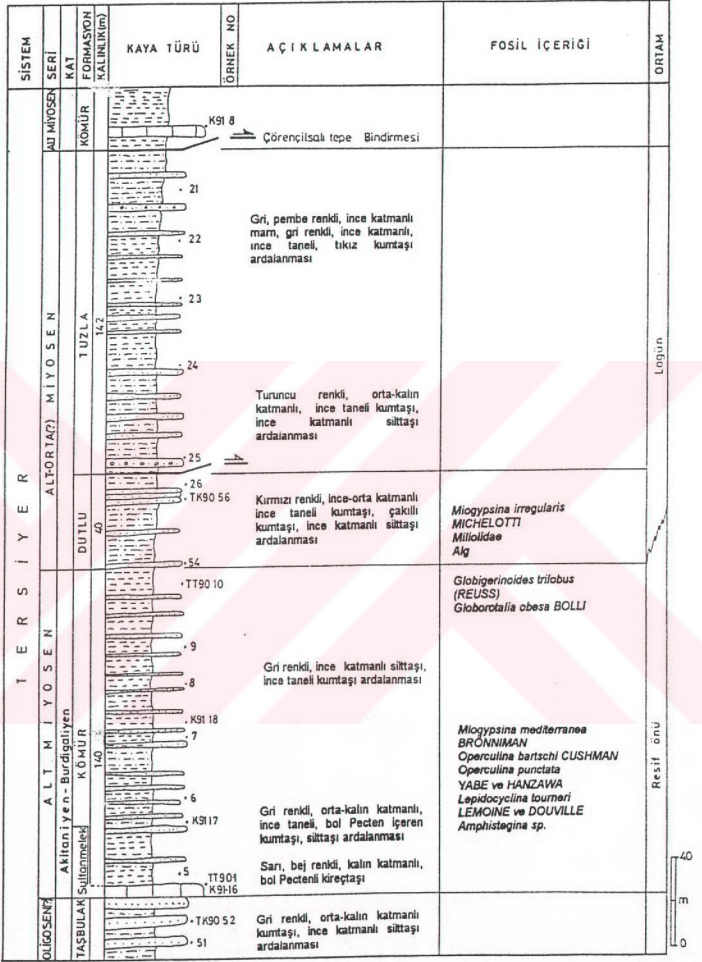
İnceleme alanının orta kesiminde, Kömür köyü kuzeyinde yer alan antiklinalin kuzey kanadında ölçülen stratigrafi kesitinde birimin kalınlığı 140 m olup, tabanda Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı üzerinde uyumlu olarak yer alır. Alt kesimlerde gri renkli, orta-kalın katmanlı, ince taneli, bol pecten içeren kumtaşı, siltaşı ardalanması yer alır. Birim üste doğru uyumlu olarak Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonuna geçer (Şekil 20).



Şekil 18. İnceleme alanının batısında yer alan Kılıçtaş tepesi senklinealinin kuzey kanadında ölçülen Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonuna ait ölçülü stratigrafi kesiti.



Şekil 19. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Ayrancılar köyü batısından hazırlanan Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonlarına ait ölçülü stratigrafi kesiti.



Şekil 20. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Kömür köyü kuzeyinden hazırlanan Alt Miyosen yaşlı Kömür, Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu ve Tuzla formasyonlarına ait ölçülü stratigrafi kesiti.

İnceleme alanının doğu kesiminde geniş yüzeylemeler sunan Kömür formasyonunun tip kesiti, Gökkaya senklinealinin kuzey kanadında yer alan Meryemana tepede ölçülmüştür. Kesitte birim tabanda gri renkli, ince katmanlı marn, kalın katmanlı, yer yer breşik, bol makrofosilli (pecten) kireçtaşı ardalanmasıyla başlar, üste doğru gri, pembe renkli, ince-orta katmanlı silttaşı, marn ve ince taneli, ince katmanlı kumtaşı ardalanmasıyla devam eder. Kesitte formasyon uyumlu olarak, Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonuna geçer. Taban dokanağı kesitte gözlenmeyen birimin kalınlığı 208 m olarak ölçülmüştür (Şekil 21).

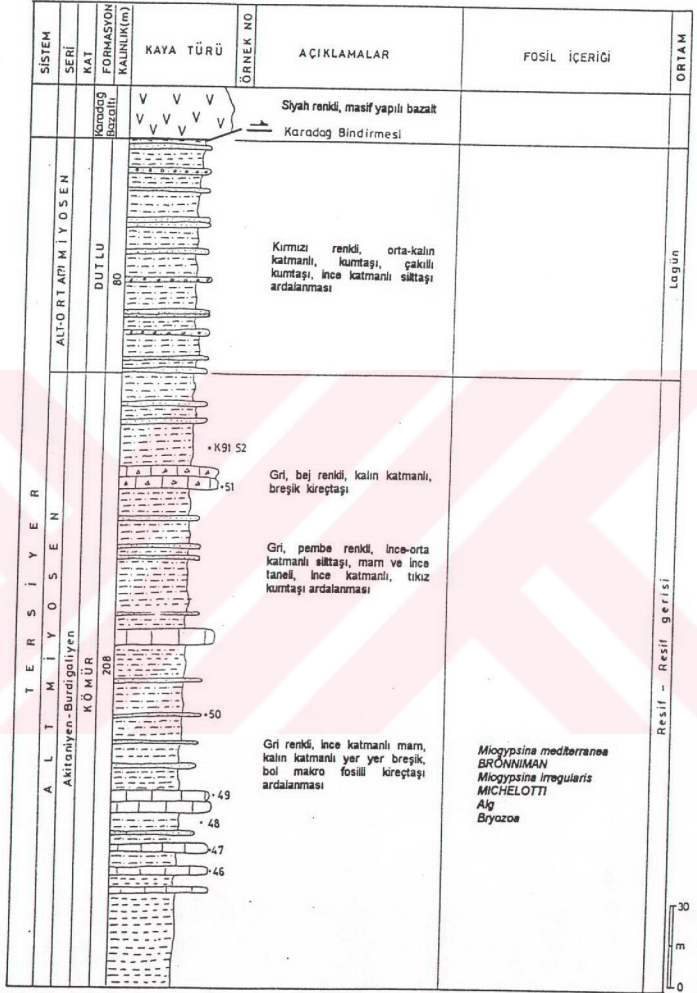
Kömür formasyonunun değişik kesimlerinden derlenen kumtaşlarının, petrografik incelemelerinde karbonat bağlayıcı, kötü boylanmalı, bol kayaç parçacıkları, kuvars, feidispat içeren litarenit olarak tanımlanmıştır. Ayrıca tanelerin bol çatlaklı olması, bölgedeki tektonizmaya da bağlı olabileceğinden önem taşımaktadır.

İnceleme alanının doğu kesiminde yer alan Sürek köyü çevresinde, Özçelik ve diğ., (1992) tarafından Kömür formasyonuna ait kumtaşlarının ayrıntılı petrolojik incelemesi yapılmıştır. Araştırmacılar, kumtaşlarını kuvars kumtaşı, litik arkoz ve feldispatik litarenit olarak tanımlayarak, magmatik yay provenanslarından türeyen yay önü kumtaşları olduğunu belirtmektedirler.

Kalınlık: Kömür formasyonunun kalınlığı, inceleme alanının değişik kesimlerindeki yüzeylemelerinde büyük farklılıklar göstermektedir. İnceleme alanının güneyinde yer alan Kemah ilçe merkezi çevresinde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının en üst kesimlerinde haritalanamayacak kadar ince (2-5 m) olarak izlenen birimin kalınlığı, kuzeybatıda Kılıçtaş tepe senklinealinin çekirdeğinde 245 metreye, Yoğurt Dağında 110 metreye, Kömür köyü kuzeyinde 140 metreye ve Gökkaya senklinealinin kuzey kanadında 208 metreye ulaşır.

Ortamsal Yorum: Kömür formasyonunun çökme ortamı, genelde tabanında yer alan Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının çökme ortamının devamı niteliğindedir. İnceleme alanının değişik kesimlerindeki yüzeylemelerinde, çökme ortamında yanıl değişimler izlenmektedir.

İnceleme alanının güneyinde Kemah ilçe merkezi çevresinde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının tavanında ince bir seviye olarak izlenen birimin ostracod içeriği ve



Şekil 21. İnceleme alanının doğusunda yer alan Meryemana tepeden alınan Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonlarına ait ölçülü stratigrafi kesiti.

üste doğru Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonuna ait kaba kırntılara geçmesi, ortam koşullarının resif gerisinden lagüne dönüştüğünü göstermektedir (Şekil 11; 17).

İnceleme alanının kuzeybatısında Kılıçtaş tepe senklinalinin çekirdeğindeki yüzeylemelerde, formasyon içerisindeki kireçtaşlarının mikroskop incelemelerinde saptanan, mercan, bryozoa içeren dolomitik kireçtaşlarının (Örnek K91 70) zaman zaman dalga üstü olan resif kütesini gösterdiğini belirtebiliriz (Şekil 18). Kesitin üst kesimlerinden derlenen örnekler (K91 68) Archaiaslı biyosparit olarak tanımlanmış olup, yine resif-resif ölü ortamını belirtmektedir (Şekil 17; 18).

Formasyona ait Ayrınpınar ölçülü stratigrafi kesitinin alt kesimlerinde yer alan kireçtaşları (Örnek K91 29), Operculinalı biyosparit olarak tanımlanmış olup, kısmen resif-resif ölü ortamını karakterize etmektedir (Şekil 17; 19).

Kömür formasyonunun, Kömür köyü kuzeyinden alınan ölçülü stratigrafi kesitinde, formasyonun orta kesimlerinden alınan örnekte (TT90 8), Globigerina ve Globorotalia foraminifer faunasının saptanması, ortam koşullarının zaman zaman derinleştiği, resif ölü ortamını göstermektedir (Şekil 17; 20).

İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Meryemana tepede ölçülen stratigrafi kesitinde formasyon içerisindeki kireçtaşlarının Miogypsinalı biyosparit (Örnek K91 47) ve mercan, bryozoa içeren dolomitik kireçtaşı (Örnek K91 49) olarak tanımlanması, ortam koşullarının yer yer su üstü olan resif kütesi olduğunu yansıtmaktadır (Şekil 17; 21). Bunun yanında, üst kesimlerde Terebralia gibi gastropodların saptanmış olması, ortam koşullarının üste doğru lagüne dönüştüğünü göstermektedir (Şekil 17).

Fosil içeriği ve Yaşı: Kömür formasyonunun inceleme alanının değişik kesimlerindeki yüzeylemelerinden, aşağıda belirtilen fosil topluluğu saptanarak, birime Alt Miyosen (Akitaniyen-Burdigaliyen) yaşı verilmiştir.

Kılıçtaştepe senklinalinin çekirdeğinde yer alan formasyonun üst kesimlerinden;

Archaias hensoni SMOUT ve EAMAS

Spirolina cylindracea LAMARCK

Miliolidae

Bryozoa

Mercan

Yoğurt Dağı doğusunda yer alan Ayrınpınar köyünün batısında, formasyonun alt

kesimlerinden;

- Operculina bartschi* CUSHMAN
- Operculina punctata* YABE ve HANZAWA
- Lepidocyclina tournoueri* LEMOINE ve DOUVILLE
- Miogypsina mediterranea* BRÖNNIMAN
- Amphistegina* sp.

İnceleme alanının orta kesiminde, Kömür köyü kuzeyinden, formasyonun orta kesimlerinden;

- Globigerinoides quadrilobatus* (d'ORBIGNY)
- Globigerinoides trilobus* (REUSS)
- Globorotalia obesa* BOLLİ

İnceleme alanının doğu kesiminde, Meryemana tepe kesitinde formasyonun alt kesimlerinden;

- Miogypsina mediterranea* BRÖNNIMAN
- Miogypsina irregularis* MICHELOTTİ
- Bryozoa
- Alg

İnceleme alanının en doğu kesiminde yer alan Sürek köyü kuzeyinde formasyonun üst kesimlerinden;

- Spirolina* sp.
- Peneroplis* sp.
- Milliolidae
- Alg

fosil topluluğu saptanmıştır.

1.3.2.2.5. Dutlu formasyonu (Tkd)

Genel Tanım: İnceleme alanının orta ve doğu kesimlerinde yüzeyleyen kırmızı renkli kumtaşı, silttaşı ardalanmasından oluşan kayalar, Kömür çayı vadisinin kuzey kesiminde yer alan Dutlu köyü çevresinde, yaygın yüzeylemeler sunması nedeniyle Dutlu formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Yayılm ve Konum: Dutlu formasyonu inceleme alanının orta kesiminde Kömür çayı vadisi boyunca yüzeyler. Bu kesimlerde Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu üzerinde

uyumlu olarak yer alan birim, kuzeyden gelişen bindirme fayları boyunca, Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu tarafından tektonik dokanakla üstlenir. Ayrancınar köyü kuzeyinde, birimin tavanında yer alan Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu ile dokanağı tektoniktir (Ek 1).

İnceleme alanının doğusunda yer alan Gökkaya ve Sürek senklinallerin çekirdeğinde yüzeyleyen formasyonun tabanında uyumlu olarak Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu yer alır (Ek 1).

Kaya Türü: Dutlu formasyonunun egemen kaya türünü kırmızı renkli, orta-kalın katmanlı kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve ince katmanlı silttaşı ardalanması oluşturur.

Kömür köyü kuzeyinde ölçülen stratigrafik dikme kesitte (Şekil 20), formasyon Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer alır. Kesitte formasyonun kaya türünü kırmızı renkli, ince-orta katmanlı, ince taneli kumtaşı, çakıllı kumtaşı, ince katmanlı silttaşı ardalanmasıyla temsil edilir. Bu yörede birimi tektonik dokanakla Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu üstler.

Dutlu formasyonundan derlenen kumtaşı örneklerinin petrografik incelemelerinde, kumtaşları kötü boylanmalı, kayaç parçacıkları (başlıca kumtaşı, kireçtaşı ve bazalttan türemiş), kuvars ve feldispat içeren, karbonat çimentolu litarenit olarak tanımlanmıştır.

İnceleme alanının doğusunda yer alan Gökkaya senklinalinin çekirdeğinde yüzeyleyen birimin kalınlığı 80 m civarındadır. Bu yörede formasyonun kaya türünü kırmızı renkli, orta-kalın katmanlı, kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve ince katmanlı silttaşı ardalanması oluşturur. İnceleme alanının en doğu ucunda yer alan Sürek senklinali içerisinde yüzeyleyen birimin kalınlığı oldukça incedir (15-20 m).

Kalınlık: Dutlu formasyonunun kalınlığı, inceleme alanının orta kesiminde Kömür çay vadisinde 50 metreden daha fazla olup, daha doğuda Gökkaya senklinalinin çekirdeğinde 80 m civarında, Sürek senklinalinde ise incelerek 15-20 m dolayındadır.

Fosil içeriği ve Yaşı: Formasyonun Kömür köyü kuzeyinden ölçülen stratigrafi kesitinde (Şekil 20), tabanında yer alan Kömür formasyonu ile dokanak kesiminden alınan örnekte (TK90 54);

Miogypsina irregularis MICHELOTTI

Miliolidae

Alg

fosilleri saptanmıştır. Ayrıca birimin Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer alması ve üst kesimleriyle ilişkili kesin yaş verilerinin bulunmaması nedeniyle yaşı, Alt-Orta (?) Miyosen olarak kabul edilmiştir.

Ortamsal Yorum: Dutlu formasyonunun resif önünden resif gerisine dönüşen ortam koşullarını yansıtan Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer alması, atmosferle teması gösteren kırmızı renkli kumtaşlarından oluşması, yer yer üst kesimlerinde jips bantları içermesi çökeltme ortamının çok siğ, akarsu etkili, lagüner bir ortam olduğunu göstermektedir.

1.3.2.2.6. Tuzla formasyonu (TKT)

Genel tanım: İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tuzla köyü çevresinde yaygın olarak yüzeyleyen, başlıca turuncu renkli kumtaşlarından oluşan kayalar, Tuzla formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Yayılım ve Konum: Tuzla formasyonu, inceleme alanının güneyinde Kemah ilçe merkezinin kuzeyindeki alanlarda, Gökaynak köyü doğusunda, daha doğuda Tuzla ve Alp köyleri çevresinde yüzeyler. Formasyonun bu kesimlerdeki yüzeylemelerinde tabanında uyumlu olarak Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı yer alır. Alp ve Köseier köyleri çevresinde, Sultanmelek kireçtaşının yanıl olarak kamalanması nedeniyle, formasyon doğrudan Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı üzerinde yer alır. İki birimin dokanağı boyunca bindirme gelişimi izlenir. Tuzla formasyonunun kuzey sınırını Tuzla ve Kömür bindirmeleri oluşturur. Tuzla bindirmesi boyunca Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu, Kömür bindirmesi boyunca Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı, Tuzla formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer alır (Ek 1).

İnceleme alanının orta kesiminde Yoğurt Dağının kuzeyindeki alanlarda, Ayrancı Dağı, Tandırbaşı köyü çevresinde yüzeyleyen birim, tektonik dokanakla Alt Miyosen yaşlı Kömür ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonları üzerinde yer alır. Aynı yörede birim üzerinde tektonik dokanakla, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı ve Kömür formasyonuna ait kayalar, küçük klipler halinde izlenir (Ek 1).

Kaya Türü: Tuzla formasyonunun egemen kaya türünü turuncu renkli, orta-kalın katmanlı kumtaşı, çakıllı kumtaşı, ince katmanlı silttaşı ardalanması oluşturur. Formasyonun ayrıntılı kaya türü özellikleri, inceleme alanının değişik kesimlerinden hazırlanan ölçülü stratigrafi kesitlerinde incelenmiştir.

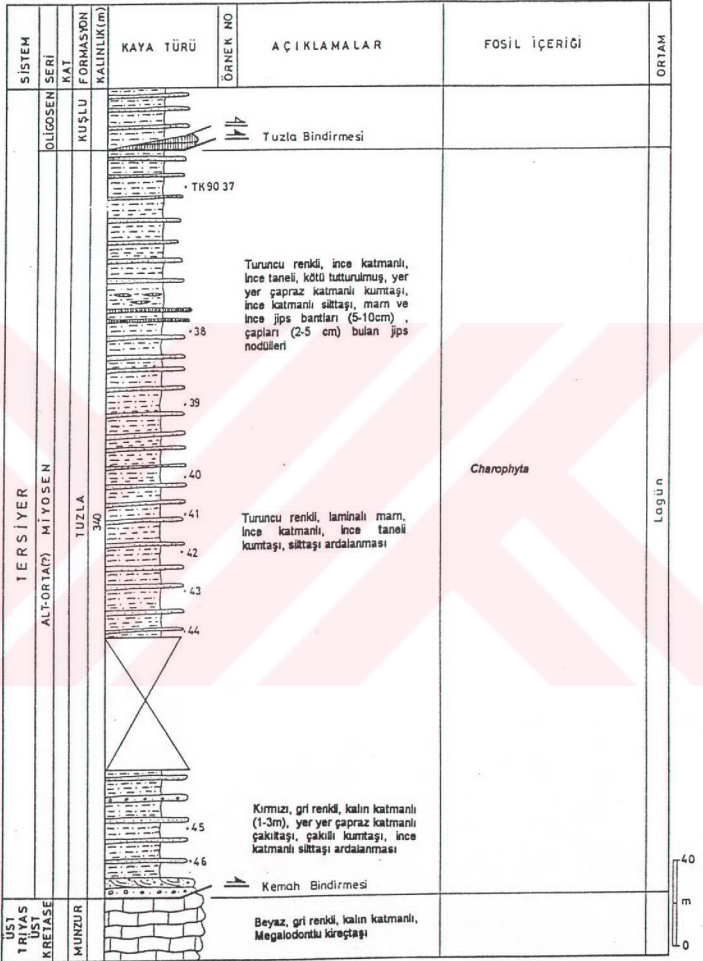
Kemah ilçe merkezinin kuzeyindeki yüzeylemelerinden hazırlanan ölçülü stratigrafi kesitinde birim, turuncu renkli, orta-kalın katmanlı, yer yer çapraz katmanlanmalı, ince taneli kumtaşı, çakıllı kumtaşı, ince katmanlı silttaşı ardalanmasıyla temsil edilir. Kesitin taban kesimlerinde kanal dolguları izlenmektedir. Bu yörede birimin kalınlığı 320 m olarak ölçülmüştür (Şekil 22).

İnceleme alanının orta kesiminde, Parmakkaya köyü ile Fırat nehri arasındaki kesimde ölçülen stratigrafi kesitinde birim tabanda kırmızı, gri renkli, kalın katmanlı (1-3 m), yer yer çapraz katmanlanmalı çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, ince katmanlı silttaşı ardalanmasıyla başlar, üste doğru turuncu renkli, laminalı marn, ince katmanlı, ince taneli kumtaşı, silttaşı ardalanmasına geçer. Kesitin en üst kesimlerinde ise birim, turuncu renkli, ince katmanlı, ince taneli, kötü tutturulmuş, yer yer çapraz katmanlanmalı kumtaşı, ince katmanlı silttaşı, marn ve ince jips bantları (5-10 cm), çapları 2-5cm'yi bulan jips nodülleri içeren kayalarla temsil edilir. Kesitte formasyonun kalınlığı 340 m olarak ölçülmüştür (Şekil 23).

İnceleme alanının güneyinde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının kamalanmasıyla, Tuzla formasyonu Köşeler köyü güneyinde Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı üzerinde yer alır. Bu yörede formasyonun tabanında, 2-5 cm çaplı serpantin nit çakıllardan oluşan taban çakıltaşları yer alır. Taban çakıltaşının kalınlığı bu yörede 5-10m civarında olup, turuncu renkli silt, kum boyu bir matris içerisindedir köşeli serpantin nit, kireçtaşı ve daha az oranda kırmızı renkli kumtaşından türemiş çakıllar, başlıca bileşenlerini oluşturmaktadır (Şekil 24).

Tuzla formasyonunun inceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağının batısında, Ayranpınar köyü dolayından alınan ölçülü stratigrafi kesitinde birim, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelir. Formasyonun kaya türünü, turuncu renkli, ince-orta katmanlı, ince taneli kumtaşı, ince katmanlı silttaşı ardalanması oluşturur. Bu yörede formasyonun kalınlığı 205 m olarak ölçülmüştür (Şekil 19).

Formasyon, inceleme alanının orta kesiminde Kömür köyü kuzeyinden alınan ölçülü stratigrafi kesitinde, tektonik dokanakla Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonu üzerinde yer alır. Tabanda turuncu renkli, orta-kalın katmanlı, ince taneli kumtaşı, ince



Şekil 23. İnceleme alanının orta kesiminde Parmakkaya köyü ile Fırat nehri arasında hazırlanan Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonuna ait ölçülü stratigrafik kesiti.



Şekil 24. İnceleme alanının güneyinde yer alan Köseler köyü güneyinde Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonunun Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı ile dokanak kesimlerinde izlenen taban çakıltaşlarının genel görünümü.

katmanlı silttaşı ardalanmasıyla başlayan formasyon üste doğru gri, pembe renkli, ince katmanlı marn, kumtaşı ardalanmasına geçer. Kalınlığı 142 m olarak ölçülen birimin tavanında tektonik dokanakla Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı ve Kömür formasyonu yer alır (Şekil 20).

Kalınlık: Tuzla formasyonunun kalınlığının tam olarak belirlenmesi, yörede gelişen bindirmeler nedeniyle olanaklı değildir. Formasyonun inceleme alanının güneyindeki yüzeyemelerinde, Kemah kuzeyindeki kalınlığı 320 m, Parmakkaya köyü güneyinde 340 m olarak ölçülmüştür. Birim, inceleme alanının orta kesiminde Ayrıncınar köyü batısında 205 m, Kömür köyü kuzeyinde ise 141 m kalınlığa sahiptir.

Fosil içeriği ve Yaşı: İnceleme alanında Tuzla formasyonuna kesin yaş verebilecek fosil topluluğu saptanamamıştır. İnceleme alanının güneyinde yer alan Parmakkaya köyü güneyindeki yüzeylemelerinden derlenen bir örnekte (TK90 40, Şekil 23), formasyonun orta kesimlerinde Charophyta fosilleri belirlenmiştir. Bu fosillerin ayrıntılı tanımlaması yapılamadığından yaş elde edilememiştir.

Tuzla formasyonunun, inceleme alanının güneyinde Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı üzerinde uyumlu olarak yer alması ve üst kesimlerinde yaş saptamasının yapılamaması nedeniyle yaşı Alt-Orta (?) Miyosen olarak kabul edilmiştir.

Ortamsal Yorum: Tuzla formasyonunun resif-resif gerisi ortam koşullarında depolanmış Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı üzerinde uyumlu olarak yer alması, yer yer çapraz katmanlanmalı, kanal dolgulu kumtaşı, çakıltaşı içermesi, ortam koşullarının akarsu etkisinin olduğu lagüner bir ortamı göstermektedir. Ayrıca formasyonun orta kesimlerinden saptanan Charophyta fosillerinin de, tatlı sudan tuzluluğu yüksek somatr ortama kadar, değişik ortam koşullarını yansıtmaları (Soulie-Marsche, 1993), formasyonun üst kesimlerinde jips bant ve nodüllerinin varlığı, ortamın üste doğru tuzluluğun arttığı, evaporasyonun geliştiği lagüner bir ortamda depolandığını belirlemektedir.

1.3.3. Tavan İstifinin Stratigrafisi

İnceleme alanının güneyinde temel kayaları üzerinde yer alan Sivas Tersiyer havzası kayaları, inceleme alanının kuzeyinde yüzeyleyen ve kuzeyden güneye doğru gelişen kalın bir tektonik kaya topluluğu tarafından tektonik dokanakla üstlenir. Sivas Tersiyer havzası kayalarının iç deformasyonunu ve kalınlaşmasını sağlayan bu tektonik istifin tabanında Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı yer alır. Bu birimi tektonik dokanakla Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonu, üste doğru Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı ve Sütüpnar formasyonu üzerler (Sekil 3).

1.3.3.1. Karaburun formasyonu (Tkr)

Genel Tanım: İnceleme alanının kuzeybatısında yüzeyleyen, sarı, kahverengi renkli kırıntılı kayalar Karaburun formasyonu olarak adlandırılmıştır. Formasyon, yörede daha önce Aktimur ve diğ., (1990) tarafından tanımlanan, Eosen yaşlı Gülandere formasyonu ile kısmen benzer özelliktedir.

Yayılm ve Konum: Birime ait yüzeylemeler, sadece inceleme alanının kuzeybatısında yer alan Taşbulak köyü kuzeyindeki alanlarda gözlenir. Bu yörede, Karaburun tepe, Lernektepe çevresinde ve İncesu köyü güneyinde yüzeyleyen birim tabandan ve tavadan bindirme fayları ile sınırlanır. Karaburun formasyonu, tabanda Karaburun tepe bindirmesi boyunca Oligosen (?) yaşlı Kuşlu ve Taşbulak formasyonları üzerinde tektonik dokanakla yer alır. Bu dokanak boyunca ince tektonik dilimlerde Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığına ait serpantin dilimleri izlenir. Formasyon, İncesu köyü kuzeyinde yüzeyleyen Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı tarafından tektonik dokanakla üstlenir (Ek 1).

Kaya Türü: Formasyonun kaya türü, sarı, kahverengi, gri renkli, oldukça kıvrımlı, yoğun makaslama düzlemleri ile kesilmiş, yaygın olarak eklemli, çatlakları kalsit dolgulu, ince-orta katmanlı, ince taneli, iyi pekişmiş kumtaşı, kireçtaşı, ince katmanlı silttaşı, marn ardalananmasıyla temsil edilir. Dayanımlı seviyeler arasında yer alan mam ve silttaşlarında yapraklanma gelişimi izlenir. Karaburun tepedeki yüzeylemelerinde kumtaşları bol gastropod kavki parçaları içermektedir.

Karaburun formasyonunun ayrıntılı özelliklerinin incelenebileceği tip kesiti, birim içerisinde yoğun kıvrımlanma ve bindirme gelişimi nedeniyle elde edilememiştir.

Kalınlık: Formasyonun kalınlığının inceleme alanında tam olarak belirlenmesi, taban ve tavan dokanaklarının tektonik olmasından ve yoğun iç deformasyona sahip olmasından dolayı olanaklı değildir. Bununla beraber görünür kalınlığı 100 metreden daha fazladır.

Fosil içeriği ve Yaşı: Karaburun formasyonunun, inceleme alanının kuzeybatısında yer alan Lernektepedeki yüzeylemelerinde, birim içerisindeki kireçtaşlarından;

Nummulites globulus LEYMERIE

Nummulites perforatus (MONTFORT)

Nummulites cf. pengaronensis VERBEEK

Assilina spira (DE ROISSY)

Asterocyclina stellata (D'ARCHIAC)

Nummulites sp.

Assilina sp.

Discocyclina sp.

Orbitoclypeus sp.

fosil topluluğu belirlenerek, formasyona Alt Eosen yaşı verilmiştir.

Ortamsal Yorum: Karaburun formasyonu içerisinde belirlenen fosil topluluğu, formasyonun çökeltme ortamının, sığ denizel bir ortam olduğunu belirlemektedir.

1.3.3.2. Karadağ bazaltı (KK)

Genel Tanım: İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Karadağda yaygın yüzeylemeler sunan volkanitler, Aktimur ve diğ., (1990) tarafından Karadağ bazaltı olarak tanımlanmış olup, bu çalışmada da aynı adlama kullanılmıştır.

Yayılım ve Konum: Karadağ bazaltı, inceleme alanının kuzeyinde yer alan Karadağda, Doğanbeyli köyü çevresinde ve daha kuzeydoğuda Kardere, Gediktepe köyleri civarında yaygın olarak yüzeyler. Sivas Tersiyer havzası kayalarını tektonik dokanakla üzerleyen birim, Kardigöz köyü batısında Üst Kretase yaşlı Sütünar formasyonu tarafından tektonik dokanakla üstlenir (Ek 1).

Karadağ bazaltı, Karadağ bindirmesi boyunca, inceleme alanının kuzeybatısında Kardere, Gediktepe köyleri kuzeyinde, Kılıçtaş tepe senklinalinin kuzey kanadı boyunca Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu ve Taşbulak köyü kuzeyinde Oligosen (?) yaşlı Taşbulak ve Kuşlu formasyonları üzerinde tektonik dokanakla yer alır. Lernektepe kuzeyinde, Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelir. Doğanbeyli köyünün güneyinde birimin tabanında, Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığına ait ince serpantinli tektonik dilimleri yer alır. Aynı yörede ve daha doğuda birim, Alt Miyosen yaşlı Kömür ve Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonlarını tektonik dokanakla üstler. Kömür çayı vadisinin kuzey kesiminde, Doğanbeyli köyünün batısında yüzeyleyen Kuvaterner yaşlı Alpköy formasyonu, Karadağ bazaltını uyumsuzlukla üstler (Ek 1)

Kaya Türü: Karadağ bazaltının egemen kaya türünü, kahverengi, siyah, yer yer mor renkli, oldukça ayrılmış bazaltlar oluşturur. Birimin özellikle inceleme alanının kuzeybatı kesimindeki yüzeylemelerinde tuf ve aglomeralar da izlenmektedir.

Birim içerisinden derlenen örneklerin ince kesit incelemelerinde, bazaltların

hipokristalen porfirik doku gösterdikleri ve fenokristal olarak piroksen ve plajjoklas içerdikleri gözlenmiştir. Plajjoklaslarda serizitleşme ve piroksenlerde karbonatlaşma yaygın olarak gelişmiştir. Volkanik camda yer yer kristallenmeler izlenmektedir. Hamurda kloritleşme yaygındır. Hamur, volkanik cam, plajjoklas mikrolitleri, piroksen mikrolitleri ve opak minerallerden oluşmaktadır. Volkanik camın kristallenmesi sonucu yer yer kuvars gelişimi gözlenmektedir. Bazı kesitlerde fenokristal olarak piroksen, plajjoklaslarla beraber hornblend gözlenmektedir. Bu kesitlerde, piroksenler yarı özşekilli ve özşekilsiz olup renksizdirler, yer yer uralitleşme sonucu amfibole dönüşümler izlenmektedir. Plajjoklaslar yarı özşekilli ve özşekilli, prizmatik biçimde ve yaygın bir serizitleşme ve karbonatlaşma türü bozunma göstermektedirler. Hornblendler, yarı özşekilli ve özşekilli, sarımsı yeşil, yeşil renkli olup, kuvvetli paleokrizma göstermektedirler. Kenarlardan itibaren opasitleşme ve bazı kesitlerde biyotite dönüştükleri de izlenmektedir.

Formasyon içerisinde az oranda yer tutan tüfler, sarı, gri renkli, dağınık, ince mercek ve yığılımlar şeklinde, siyah renkli, masif yığılımlar halinde gözlenen aglomeralarla birlikte, inceleme alanının kuzeybatı kesimlerinde küçük yüzeylemeler şeklinde izlenmektedir.

Kalınlık: Formasyonun inceleme alanındaki yüzeylemeleri ve tektonik özellikleri, Karadağ bazaltının kesin kalınlığının belirlenmesine olanak vermemektedir. Aktimur ve diğ., (1990), birimin kalınlığını 250-300 m olarak belirlemişlerdir.

Yaş: Karadağ bazaltının tabandan ve tavandan tektonik dokanakla sınırlı olması, sağlıklı yaş saptamasına olanak vermemektedir. Aktimur ve diğ., (1990), inceleme alanının kuzey kesimlerini kapsayan çalışmalarında, Karadağ bazaltının Üst Kretase yaşlı Çerpaçındere formasyonunun (inceleme alanında ayırtılanan Sütüpnar formasyonuna karşılık gelmektedir) çökelimi sırasında, formasyon içerisine yerleştiğini belirterek birimin yaşını Üst Kretase olarak kabul etmişlerdir.

1.3.3.3. Sütüpnar formasyonu (Ks)

Genel Tanım: İnceleme alanının kuzeydoğusunda yüzeyleyen kırıntılı kayaçlar Koçyiğit (1991) tarafından Sütüpnar formasyonu olarak tanımlanmış olup, bu çalışmada aynı adlama kullanılmıştır.

Yayılm ve Konum: Sütöinar formasyonu, inceleme alanının kuzeydoğusundaki yüzeylemelerinde tabandan Kardigöz bindirmesi ile sınırlanır. Bu bindirme fayı boyunca Yıldız Dağı güneybatısında Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı üzerinde, Kardigöz, Yastıktepe, Beşikli , Mezraa köyleri çevresinde Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu üzerinde ve Hanzar köyü doğusunda ise Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı üzerinde tektonik dokanakla yer alır (Ek 1).

Kaya Türü: Sütöinar formasyonu inceleme alanında, gri, sarı renkli, kumtaşı, kireçtaşı, siltaşı ve marn ardalanmasıyla temsil edilir.

Formasyon içerisinde izlenen kumtaşları, sarı, gri renkli, orta-kalın katmanlı, ince taneli, bol eklemlı, çatlakları kalsit dolgulu olarak gözlenir. Kireçtaşları ise, sarı, kahverengi renkli, orta-kalın katmanlı, çatlaklı ve çatlakları kalsit dolgulu olarak izlenir.

Sütöinar formasyonunun değışik kesimlerinde gri, sarı renkli, ince katmanlı siltaşı, marn ardalanmasıyla temsil edilen seviyeler yer alır. İnceleme alanının kuzeydoğı kesiminde, Kardigöz köyü kuzeyinde, ince kırıntılı seviyelerde yoğun kıvrımlanmalar ve yapraklanma gelişimi izlenir (Şekil 61)

Kalınlık: İnceleme alanının kuzeydoğusundan başlayarak daha doğuya doğru Erzincan havzasının batı kenarı boyunca geniş alanlarda yüzeyleyen birim kalınlığı Koçyiğit (1991) tarafından yaklaşık 2 km olarak verilmiştir. Formasyonun oldukça kıvrımlı olması ve kendi içerisinde sık bindirme fayları içermesi nedeniyle, kesin kalınlığının saptanması oldukça güçtür.

Fosil içeriğı ve Yaşı: Sütöinar formasyonunun inceleme alanının değışik kesimlerindeki yüzeylemelerinden aşağıdaki fosil topluluğı saptanmıştır.

İnceleme alanının kuzeydoğusunda Kardigöz köyü çevresindeki yüzeylemelerinden derlenen örneklerden;

Lepidorbitoides minor SCHLUMBERGER

Globotruncanita situarti (DE LAPPERENTI)

Heterohelix sp.

Lepidorbitoides sp.

Sulcoperculina sp.

Yastiktepe köyü çevresindeki yüzeylemelerinden derlenen örneklerden;

Orbitoides medius d'ARCHIAC

Lepidorbitoides minor SCHLUMBERGER

Sirtina orbitoidiformis BRÖNNIMAN

Siderolites sp.

fosilleri saptanarak birime Üst Kretase (Kampaniyen-Maestrihtiyen) yaşı verilmiştir.

Ortamsal Yorum: Formasyonun fosil içeriği, çökeltme ortamının derin denizden siğ denize değin değışik ortam koşullarını yansıttığını göstermektedir. Bununla birlikte Koçyiğit (1991), Sütpınar formasyonunun türbiditik nitelikli, egemen olarak ofiyolitik gereç ve melanjdan türemiş, mercek biçimli olistrostromlar içeren bir yay önü istifi olduğunu belirtmektedir.

İnceleme alanında ayırtılan Temel istifi, Havza istifi ve Tavan istifini açılı uyumsuzlukla, genelde yatay konumlu olarak izlenen Kuvaterner yaşlı kayalar üzerler. Bunlar, eski akarsu taraçalarından oluşan Alpköy formasyonu, travertenier, alüvyoniar ve yamaç molozlarıdır.

I.3.3.4. Alpköy formasyonu (Qa)

Genel Tanım: İnceleme alanında yüzeyleyen akarsu çökelleri Alpköy formasyonu olarak tanımlanmıştır.

Yayılm ve Konum: Alpköy formasyonu, Fırat nehrinin kuzey ve güney kesimlerindeki alanlarda ve inceleme alanının kuzeyinde Kömür çayı vadisinin Dutlu köyü kuzeyindeki kesimlerinde yüzeyler (EK 1).

Formasyon, Kemaş ilçe merkezinin kuzeyindeki alanlarda, Tuzla köyü güney ve güneybatısında, Alpköyü kuzeyinde ve güneyinde, Maksutuşaağı köyü kuzeydoğusunda geniş yüzeylemeler sunar. Bu kesimlerde, yatay konumlu olan formasyon Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonunu açılı uyumsuzlukla üstler (Ek 1).

İnceleme alanının doğu kesiminde Fırat vadisi boyunca yüzeyleyen formasyon, Aksakal, Küplü köyleri kuzeyinde Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu üzerinde, Sürek köyü ve Dumanlı istasyonu güneyinde ise Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu üzerinde açılı

uyumsuzlukla yer alır. İnceleme alanının kuzeydoğu ucunda, Erzincan havzasının güneybatısında yüzeyleyen formasyonun, Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı ile ilişkisi kısmen doğrudan atımlı fay denetimlidir (Ek 1).

Kaya Türü: Formasyonun egemen kaya türünü çakıllar oluşturur. Fırat nehrinin kuzey ve güneyinde, bugünkü yatağından 50-100 m daha yüksek kotlarda izlenen bu çökeller, Fırat nehrinin eski taraçalarını oluştururlar. Alpköy formasyonunun bu kesimlerdeki yüzeylemeleri gri renkli, iyi tutturulmamış dağılgan çok tür bileşimli çakıllarla temsil edilir. Formasyonun kalınlığı bu kesimlerde 10-30 m arasında değişmektedir.

Alpköy formasyonunun inceleme alanının kuzeydoğusundaki yüzeylemelerinde ise kalınlığı 20 metreyi bulan, kanal dolguları şeklinde izlenen çakılların tabanında gri, beyaz renkli, yığılımlar halinde tuf seviyeleri gözlenmektedir.

İnceleme alanının kuzeyinde, Kömür çayı vadisinde yüzeyleyen formasyon, sarı, gri renkli, yer yer kalın katmanlı, yer yer iyi tutturulmuş çakıllarla temsil edilmektedir. Formasyonun kalınlığı bu kesimde, inceleme alanının diğer kesimlerine oranla daha kalın olup, 50 metreden daha fazladır.

Kalınlık: Alpköy formasyonunun kalınlığı, inceleme alanının değişik kesimlerindeki yüzeylemelerinde farklılıklar sunmaktadır. Fırat vadisi boyunca kalınlığı 10-30 m arasında değişen birim, Kömür çayının kuzeyindeki yüzeylemelerinde 50 metreden daha fazla kalınlık sunmaktadır.

Yas: Alpköy formasyonunun eski akarsu taraçalarıyla temsil edilmesi ve formasyonu oluşturan çakıllarında genel olarak deformasyon izlenmemesi nedeniyle yaşı Kuvaterner olarak kabul edilmiştir.

Travertenler (Qt)

İnceleme alanının en kuzeydoğu kesiminde Fırat nehrinin kuzey yamaçlarında traverten oluşumları izlenir (Ek 1). Bu yörede kalınlığı 10 metre civarında olan travertenlerin, Erzincan havzasının batı kenarını sınırlayan doğrudan atımlı faylara yakın kesimlerde yüzeylemeleri, faylanmayla ilişkili gelişimlerini yansıtmaktadır.

Yamaç molozları (Qy)

İnceleme alanının kuzey kesiminde yer alan, Karadağın güney yamaçlarında yaygın yamaç molozu oluşumları izlenir (Ek 1). Karadağ bindirmesi boyunca bileşenlerinin çoğunluğu, Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltından türemiş yamaç molozu oluşumu halen aktif olarak devam etmektedir.

Alüvyonlar (Qal)

İnceleme alanlarında geniş alanlarda, özellikle akarsu yataklarında yaygın yeni ve eski alüvyon oluşumları gözlenmektedir (Ek 1).

1.4. Kemah (Erzincan) Yöresinin Tektoniği

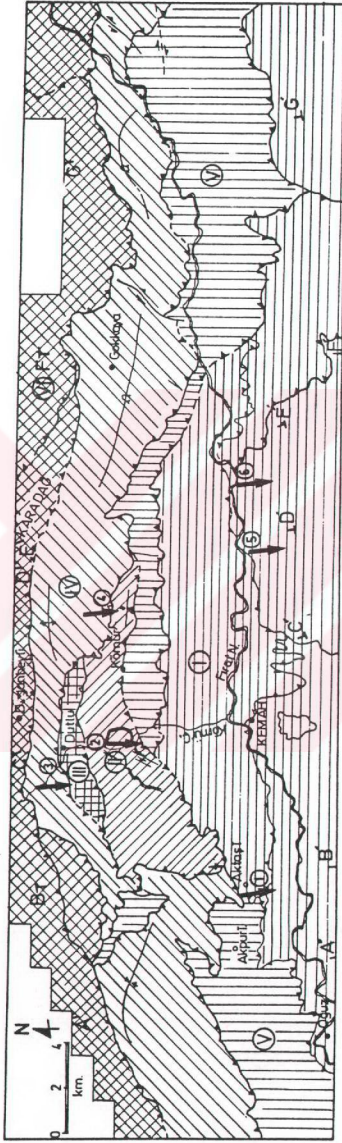
Sivas Tersiyer havzasının en doğu ucuna karşılık gelen Kemah yöresinin tektoniği, kuzeyden güneye doğru gelişen yoğun kısalma ile ilişkili bindirme sistemlerinin gelişimi ile şekillenir. Bu bindirme sistemleri, havza çökellerini ve temel kayalarını içerir.

Bindirme sistemlerinin incelenmesinde öncelikli olarak ele alınması gereken konular; 1) Kıvrım ve bindirmelerin geometrisi ve fay setleri ile olan ilişkileri, 2) Hareketin geliştiği ortaç kayma düzleminin belirlenmesi, 3) Bindirme gelişim sıralanımının saptanması, oluşturmaktadır.

1.4.1. Kıvrım ve bindirmelerin geometrisi

Kemah yöresinde, kuzeyden havzayı tektonik olarak sınırlayan Karaburun tepe, Karadağ, Kardigöz, Gözeler bindirmelerinin taban bloğunda yüzeyleyen kayalar, birbirinden ana bindirme fayları ile ayrılan beş tektonik ünite içerisinde yer alır. Kuzeyde yer alan ve stratigrafi bölümünde Tavan istifli olarak verilen kayalar ise altıncı üniteyi oluşturmaktadır (Şekil 25; Ek 1).

Güneyden kuzeye doğru ayrırtlanan bu tektonik üniteler arasında havza kayalarının stratigrafik özelliklerinde bazı farklılıklar izlenir. Kemah yöresinin tektoniği, bölgede ayrırtlanan bu tektonik üniteler içerisinde ve üniteler arasında gelişen deformasyon özellikleri çerçevesinde incelenecektir. Ünitelerin ayrırtlanmasında özellikle Kemah ilçe merkezinin kuzeyinde yer alan Kömür çayı vadisi boyunca yüzeyleyen doğal enine kesit (Şekil 26 Kesit C-C'; Şekil 28) ve bu yörede gerçekleştirilen ayrıntılı çalışmalar gözönüne alınmıştır.



Şekil 25. İnceleme alanında ayrırlanan tektonik ünitelerin (I,II,III,IV,V,VI), kinematik analizlerde kullanılan fay-atım topluluklarının ölçüm istasyonlarının (1,2,3,4,5,6) ve enine kesitlerin (AA',BB',CC',DD',EE',FF',GG') lokasyonlarını gösterir yalınlaştırılmış harita. Kalın oklar, kinematik analizlerde elde edilen tektonik taşıma yönlerini göstermektedir.

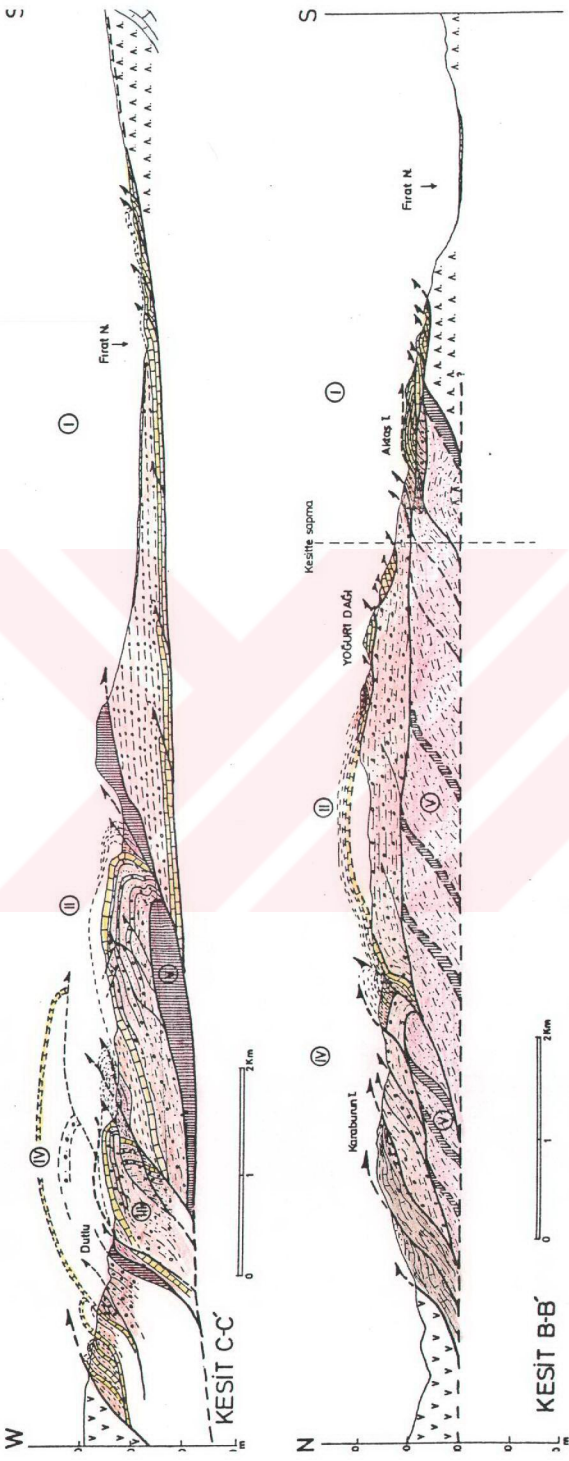
1.4.1.1. Ünite I

Tektonik ünitelerden ilkinini, inceleme alanının güneyinde Kemah çevresinde ve Fırat nehri vadisi boyunca yüzeyleyen kayalar oluşturur (Şekil 25; Ek 1). Bu ünitenin tabanında Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı yer alır ve bu temel üzerinde Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı tektonik dokanakla gelir. Bu temel istifi üzerinde Sivas Tersiyer havzasının güney kenarındaki ilk çökellerini yansıtan Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu uyumsuzlukla yer alır. Oligosen (?)–Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Kemah Grubuna ait Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı, Kemah ilçe merkezi ve batısında Dedek formasyonu üzerine, dana oğuda Fırat vadisi boyunca ise doğrudan Munzur Kireçtaşı üzerinde yer alır (Şekil 3).

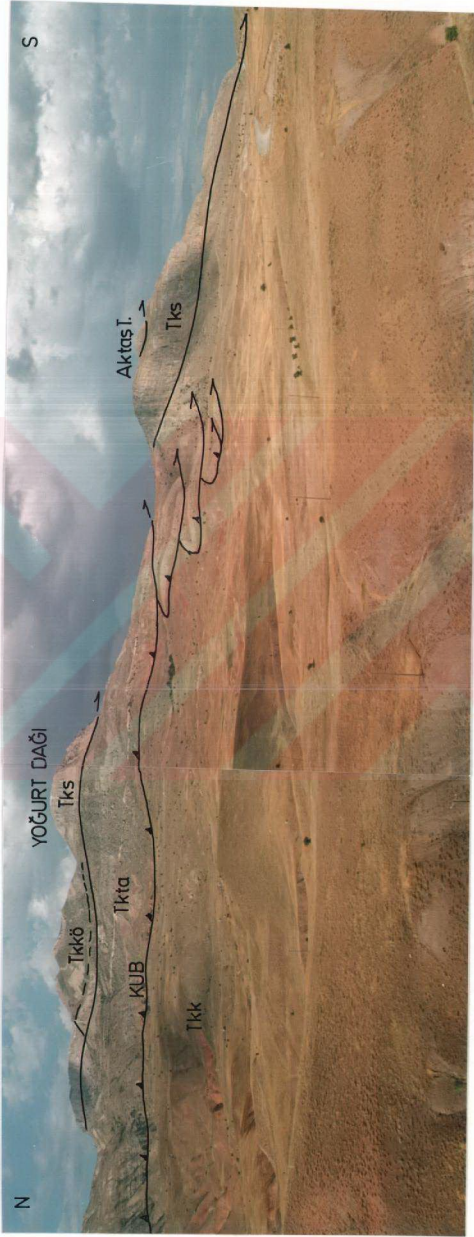
Sultanmelek kireçtaşının tabanı bir décollement seviyesine karşılık gelir (Kemah bindirmesi) ve bu fayın güneye doğru sonümlenmesi ile ilksel stratigrafik ilişki izlenebilir (Şekil 26 Kesit B-B', C-C'; Şekil 27; 28). Sultanmelek kireçtaşı üzerinde bu yörede uyumlu olarak Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonuna ait kalın kumtaşları yer alır. Kuzeye doğru 5°-15° eğimli olan bu birim, güneye doğru açık monoklinal bir yapı sunar. Tabanda yer alan Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı içerisinde gelişen bindirme sistemleri bu üstte yer alan kalın kırıntılı kayalar tarafından örtülür (kör bindirme sistemi gelişimi (blind thrust system, Dunne ve Ferrill (1988)) (Şekil 26 Kesit C-C'). Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu içerisinde bindirme gelişimini gösterir açık veriler yoktur.

Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının tabanında bindirme gelişimini (décollement fayı) gösterir veriler, inceleme alanının güneyinde Kemah batısında yer alan Aktaş tepe güneyinde ve Kemah-Erzincan karayolu üzerinde açık olarak izlenir (Şekil 29). Aktaş tepe güneyinde Sultanmelek kireçtaşının tabanında yer alan Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu ile dokanağı boyunca gelişen Kemah bindirme fayı ile tavan bindirme fayı arasında bir ikincil dupleks yapısının (Boyer ve Elliott, 1982) gelişimi izlenir. Taban bindirme fayı üzerindeki ramp antiklinali (Şekil 29a) ve ikincil bağlayıcı fayların gelişimi, böyle bir ikincil dupleks gelişiminin ana belirteçlerini oluşturmaktadır (Şekil 29b).

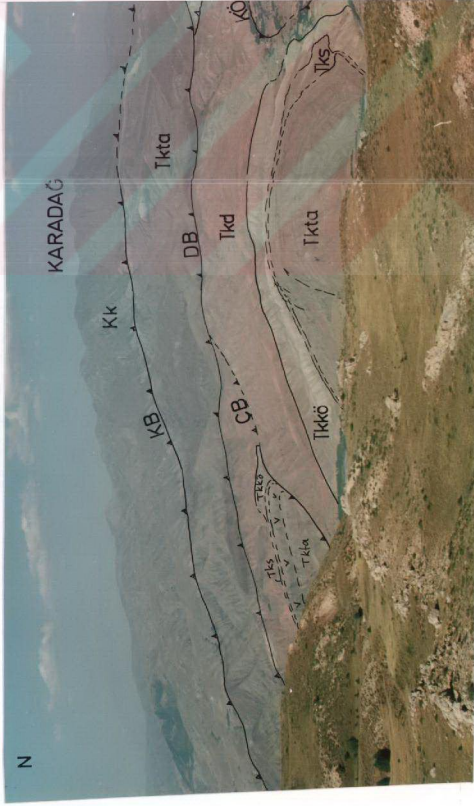
Kemah-Erzincan karayolunun 3. kilometresinde Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının yüzeylemeleri, tabanda Kemah bindirmesinin gelişimini ve birimin ikincil bindirmelerle kalınlaşmasını gösterir veriler sunmaktadır (Şekil 30a,b,c). Birim içerisinde gelişen bindirmeler bir imbrike fan sistemi (Boyer ve Elliott, 1982) içerisinde yer alır.



Şekil 26. Kesit BB: İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağı yöresinde Ünite II'nin yanıl bitimi ve tabanda Akpür dupleksinin gelişimini gösterir enine kesit. Kesit CC: İnceleme alanının orta kesiminde Kemah kuzeyinde yer alan Kömür çay vadisi boyunca yüzeyleyen doğal kesiti içeren enine kesit. (Açıklamalar için Şekil 39'a bakınız.)



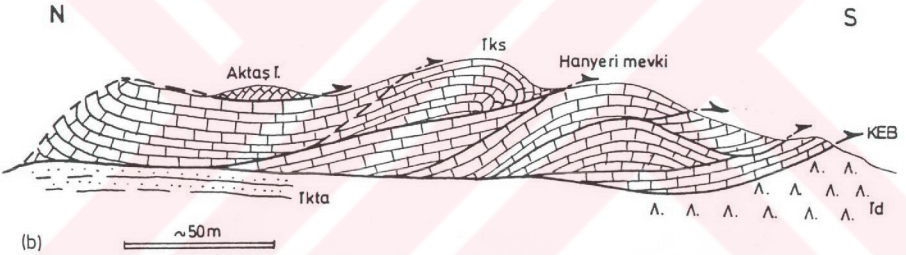
Şekil 27. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağı yönünde hazırlanan Kesit BB' (Şekil 26) nün sahaya görünümünü (işaretler için Ek 1'e bakınız)



Şekil 28. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Komür çayı vadisi boyunca yüzeyleyen doğal enine kesitin (Şekil 26 Kesit CC') saha görünümü (İşaretler için Ek 1'e bakınız).



(a)



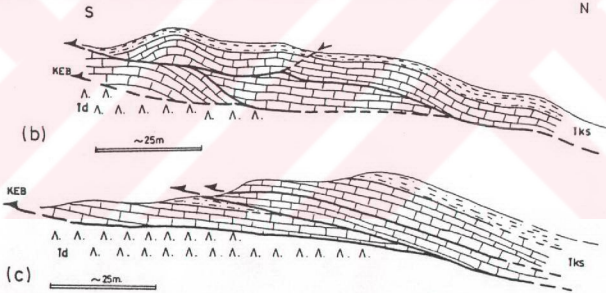
(b)

Şekil 29. İnceleme alanının güneyinde yer alan Aktaş tepe güneyinde Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının (Tks) tabanında Kemah bindirmesinin (KEB) gelişimi. a) Aktaş tepe ramp antiklinali (GB'dan KD'ya bakış), b) Kemah bindirme fayının tavanında gelişen ikincil dupleks yapısını gösterir enine kesit (işaretler için Ek 1'e bakınız).

Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının inceleme alanının doğusuna doğru kamalanmasıyla, bu birimi uyumlu olarak izleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu, doğrudan Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı üzerinde yer alır (Ek 1). Kemah ilçe merkezi çevresinde Sultanmelek kireçtaşının tabanında izlenen Kemah bindirmesi, doğuya doğru Tuzla formasyonunun taban sınırını oluşturur (Şekil 32 Kesit DD').



(a)

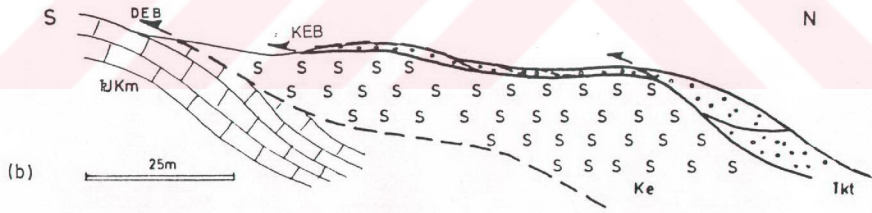


Şekil 30. İnceleme alanının güneyinde Kemah-Erzincan karayolu üzerinde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının (Tks) tabanında Kemah bindirme fayının (KEB) gelişimi ve iç deformasyon özellikleri. a) Kemah bindirmesinin gelişimi (D'dan B'ya bakış), b ve c) Taban fayı üzerinde gelişen imbrike fan sistemini gösterir enine kesitler (Td: Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu).

Bu yörede, Maksutuşağı köyü kuzeyinde Tuzla formasyonunun tabanında yer alan taban çakıltısını izleyen Kemah bindirmesinin tavanında ramp antiklinali ve minör bindirme sistemi gelişimi açık olarak izlenir (Şekil 31a, b). Ayrıca inceleme alanının güneyinde geniş yüzeylemeler sunan kuzeye eğimli Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı üzerinde, bölgeye Üst Kretase sonu-Orta Eosen zaman aralığında yerleşen, Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli kanışığının dokanağını Dereköy bindirmesi oluşturur (Şekil 31b):

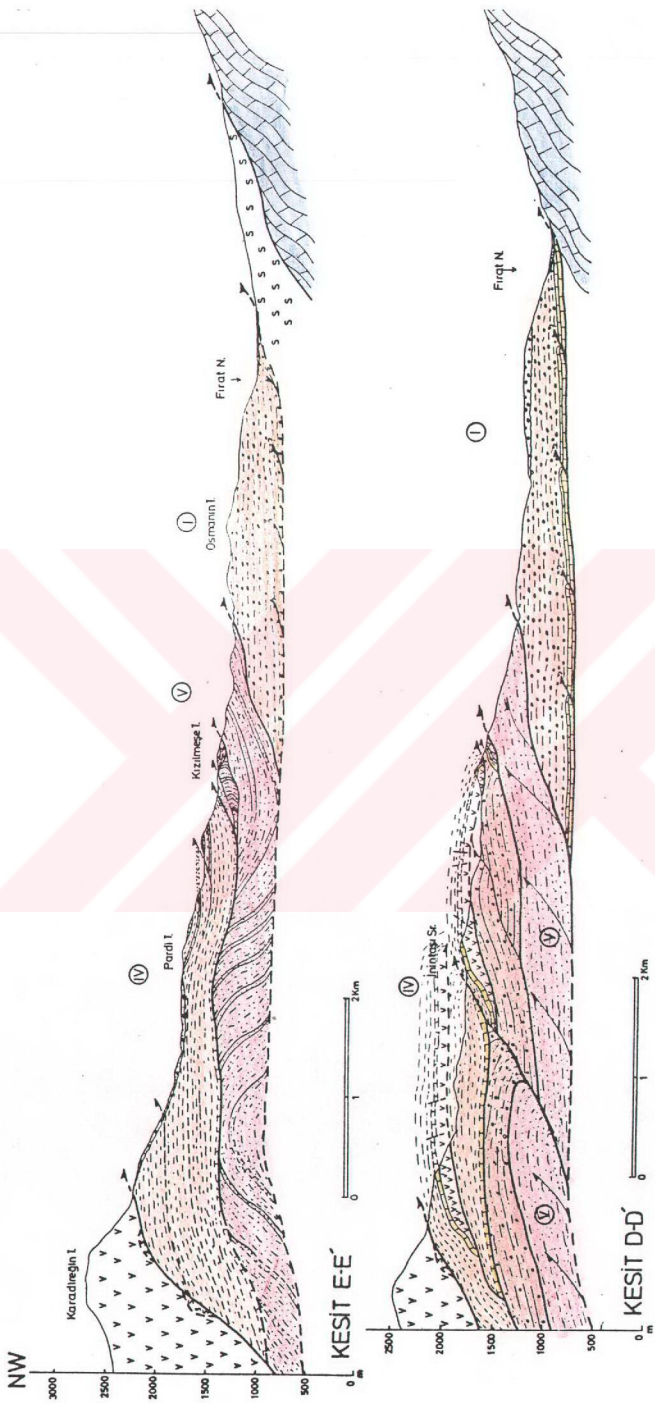


(a)



(b)

Şekil 31. İnceleme alanının güneyinde yer alan Maksutuşağı köyü kuzeyinde, Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu (Tkt) ile Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığının (Ke) dokanağı boyunca gelişen Kemah bindirmesi (KEB), a) Saha görünümü (KD'dan GB'ya bakış), b) Kemah bindirmesinin tavanında gelişen ramp antiklinali ve ikincil fayları gösterir enine kesit. Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur kireçtaşı (JKm) ile Eriç ofiyolitli karışığının dokanağını Dereköy bindirmesi (DEB) oluşturur.



Şekil 32. Kesit DD: İnceleme alanının orta kesiminde Parmakkaya köyü dolayında Ünite IV'ün lateral bitimi ve Ünite V'in (Akpur dupleks'i) sıra dışı bindirmeyle gelişimini gösterir enine kesit
 Kesit EE': İnceleme alanının doğu kesiminde yer alan Doğan köyü dolayında Ünite IV'ün deformasyon biçimi ve Ünite V ile I'nin ilişkisini gösterir enine kesit (Açıklamalar için Şekil 39'a bakınız)

1.4.1.2. Ünite II

İkinci ünite, Kömür çayı enine kesitinin (Şekil 26 Kesit C-C'; Şekil 28) orta kesiminde, Kömür köyü batısında yüzeyleyen geniş antiklinal yapının (Kömür antiklinali) çevresinde yer alır (Şekil 25; Ek 1). Ünitenin temelinde Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu yer alır. Bu birimi uyumlu olarak Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı ve Kömür formasyonu izler. Kömür formasyonu üste doğru Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonuna geçer (Şekil 3).

Ünitenin güney kenarı boyunca Ünite V ile ilişkili jips kütlesi izlenir ve doğrudan güneydeki Ünite I'in kuzeyinde yüzeyleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu üzerine tektonik dokanakla (Tuzla bindirmesi) gelir. Kömür çayı vadisinde izlenen, bir fay-büklüm kıvrımı (fault-bend fold, Jamison (1987)) niteliğindeki geniş antiklinali güneyden sınırlayan Kömür bindirmesi, batıya doğru uzanarak Ünite I'in batı kenarını sınırlar. Aynı bindirme fayı, daha doğuya doğru Ünite V'in kuzey kenarını denetler ve kuzeyden gelişen Ünite IV'ün taban fayını oluşturan Dutlu bindirmesi tarafından kesilir (Şekil 25; Ek 1).

Ünite II'nin kuzey sınırını, Ünite III'ün taban bindirme fayı olan Çörençilsalı tepe bindirmesi sınırlar. Bu bindirme fayı boyunca küçük klipler halinde Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonuna ait kayalar, Ünite II'nin batı kesiminde yüzeyleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu ve Tuzla formasyonlarını tektonik dokanakla üzerler (Şekil 33; Ek 1). Bu kliplerin en güneyde yer alan kesimleri, inceleme alanının orta bölümünde yer alan Yoğurt Dağının kuzeyinde, Deniz mevkisinde yüzeyler (Ek 1)

Kömür antiklinalinin doğu kanadında, Ünite II'nin en üst stratigrafik seviyelerini oluşturan Dutlu formasyonu içerisinde, Kömür köyü kuzeyindeki yüzeylemelerinde, katmanlanmaya paralel kısalmayı gösterir (dm'den metreye değin değişen boyutta) bindirme faylanmasıyla ilişkili yapılar izlenmektedir.

Yoğurt Dağının güneyinde, Ünite II'nin batı kenarı, doğrudan Ünite I'in tavanında yer alan oldukça kalın bir imbrike topluluk ile temsil edilir (Şekil 34). Kömür antiklinalinin batı kanadının ön kenarını keserek gelişen bu sistem, bir sıra dışı bindirme gelişimi (out of sequence thrust, Morley (1988)) ile kalınlaşmayı göstermektedir. Yoğurt Dağı çevresinde gelişen çok sayıda ikinci faylarla Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı, tekrarlanarak oldukça kalın bir görünüm sunmaktadır. Bölgede daha önce yapılan çalışmada (Aktimur ve diğ., 1990) kireçtaşlarının bu tektonik özellikleri gözönüne alınmayarak kalınlığının 700 m olduğu belirtilmiştir. Bir açık imbrike fan sistemi içerisindeki her bir bindirme örtüsünde



Şekil 34. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağında Unite II'nin batı kesiminde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının (Tks) kıvrımlanması ve bindirme gelişimiyle kalınlaşması (GB'dan KD'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).



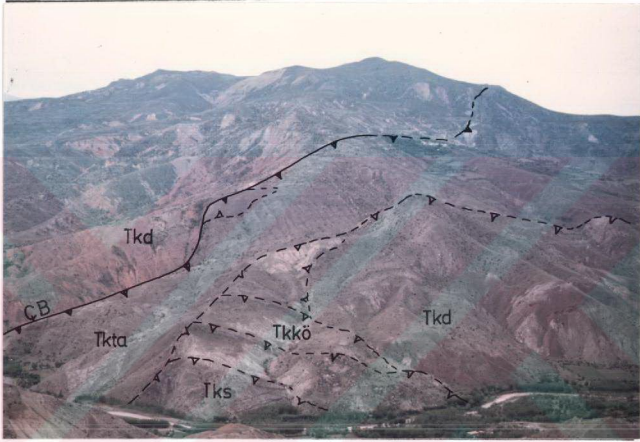
Şekil 35. Ünite II'nin Yoğurt Dağı kuzeyinde Taşbulak köyü dolayında sonlanmasıyla ilişkili lateral antiklinalin (Taşbulak antiklinali) genel görünümü (KB'dan GD'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

1.4.1.3. Ünite III

İnceleme alanında ayrıtılan tektonik ünitelerden üçüncüsü, Kömür çayı vadisinin kuzeyinde yer alan, Dutlu köyü güneyinde yüzeyleyen ikinci fay-büklüm antiklinalinin çevresinde yer alır (Şekil 25; Ek 1; Şekil 26 Kesit CC'; Şekil 28). Ünite III'ün genel stratigrafik özellikleri, Ünite II ile aynıdır. Bu yörede, antiklinalin çekirdeğinde yer alan Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonun tavanında yer alan, kalınlığı 5-10 m olan bazalt seviyesi, iki ünite arasındaki tek stratigrafik farkı oluşturur (Şekil 3; Ek 1).

Ünite III'ün taban bindirme fayını Çörençilsalı tepe bindirmesi oluşturur. Ünitenin üst tektonik sınırında ise Dutlu bindirmesi yer alır (Şekil 26 Kesit CC'; Ek 1). Ünite III'ün yüzeylediği Dutlu köyü güneyindeki antiklinalin doğu kanadı oldukça düzenlilik sunarken, batı kanadı, taban bindirmesi boyunca gelişen ikincil, düşük açılı bindirmeler boyunca kesilmeler ve kıvrımlanmalar gösterir. Özellikle, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı ve

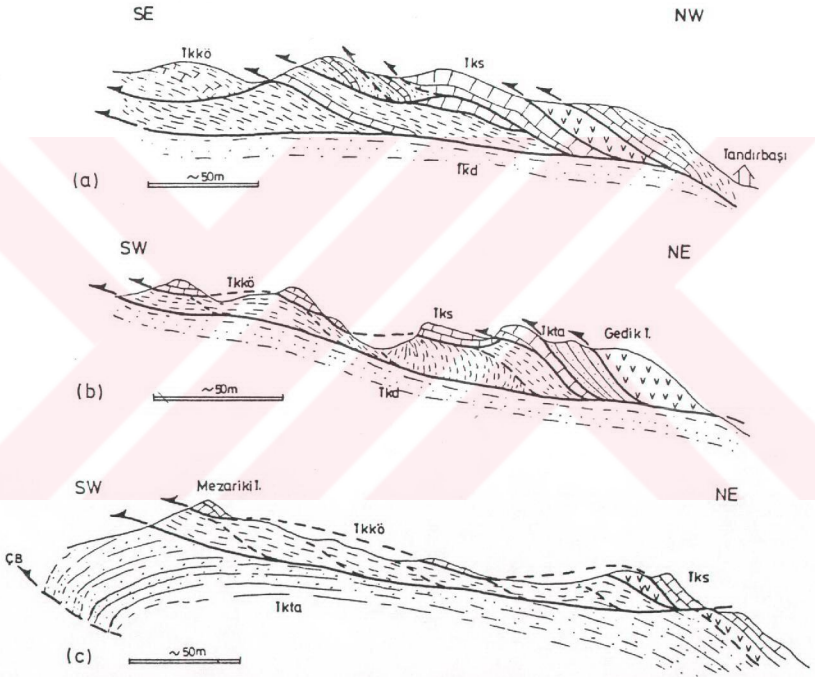
hemen altında yer alan bazalt seviyesini izleyen, ünite içi bindirme seviyeleri (décollement seviyeleri) boyunca, güneybatıya doğru bu birimlerden oluşan küçük klipler izlenir (Şekil 36; 37).



Şekil 36. İnceleme alanının orta bölümündeki Kömürçay vadisinin kuzey kesiminde yer alan Dutlu köyü güneyinde, Ünite III'ün taban bindirmesine bağlı olarak gelişen imbrikasyon ve kliplerin görünümü (KD'dan GB'ya, Tandırbaşı köyüne bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

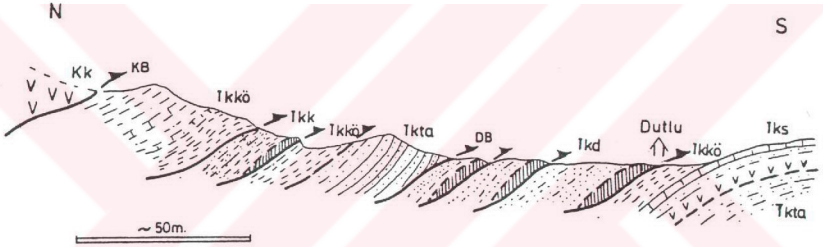
Ünite III'ün batı kenarında, ünitenin tavanında gelişen bindirme seviyeleri boyunca, oldukça uzun mesafelerde Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı, Kömür formasyonu ve tabanda yer alan bazalt seviyesinden oluşan bir yüzeylenmiş hors topluluğu (herd of horses, Boyer ve Elliott (1982)) yüzeyler. Oldukça karmaşık bir iç geometriye sahip olan bu bindirme sistemi Şekil 37'de ayrıntılı olarak incelenmiştir. Şekil 37a'da bu sistemin güney kenarına karşılık gelen Tandırbaşı köyü güneyinde, Ünite II'nin tavanında yer alan Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonu üzerindeki yüzeylemeleri görülmektedir. Burada izlenen sistem bir

açık imbrike fanidir. Bu kesitin daha kuzeyindeki devamını yansıtan Şekil 37b'de, tabanda yer alan Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonuna ait kaya dilimleri de izlenmektedir. Şekil 37c'de ise, Dutlu köyü güneyindeki ramp antiklinalinin batı kanadının tavanında gelişen bir minör dupleks yapısının gelişimi görülmektedir.



Şekil 37. İnceleme alanının orta kesiminde, Dutlu ve Tandırbaşı köyleri arasındaki kesimde Ünite III'ün tavanında gelişen bindirme sistemlerinin geometrisini gösterir enine kesitler. a ve b) Tandırbaşı köyü güneyinde imbrike fan sistemi, c) Minör dupleks sistemi (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

Ünite III, yanal olarak geniş devamlılığa sahip değildir. Kuzeyden gelişen Ünite IV'ün taban bindirmesini oluşturan Dutlu bindirmesi, üniteyi doğu ve batı kesimlerinde yanal olarak sınırlar (EK 1). Ünite III'ün çekirdeğini oluşturan ramp antiklinalinin kuzey kanadında yüzeyleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonunun içerisinde yer alan ince jips bantları ve mercikleri boyunca, kuzeyden üniteyi sınırlayan Dutlu bindirmesine bağlı olarak ikincil bindirme sisteminin gelişimi izlenir (Şekil 38). Gelişen bu sistem, bazalt seviyesinin tabanında gelişen bindirme fayı ile kuzeyden gelişen Dutlu bindirmesi arasında bir ikincil dupleks sistemini oluşturur. Bu sistem Ünite III'ün ön kenarında gelişen sıra dışı bindirme (out of sequence thrust, Morley (1988)) ile kesilir (Ek 1; Şekil 26 Kesit CC'; Şekil 28).



Şekil 38. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Dutlu köyü kuzeyinde, Ünite III'ün kuzeyinde yüzeyleyen Dutlu bindirmesinin (DB) taban bloğunda gelişen ikincil dupleks sistemini gösteren enine kesit (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

Kuzeyde yer alan Ünite IV ile güneydeki Ünite II arasında bir bağlayıcı rol üstlenen Ünite III'ün ön kenarında yer alan Çörençilsalı tepe bindirmesi, Ünite II'nin ön kenarındaki Kömür bindirmesi gibi bir "cut-through" fayına (Guezou ve diğ., 1991) karşılık gelir. Bu faylar, tabanda Akpur dupleksinin (Ünite V'e bakınız), taban bindirme fayı ile ilişkilidirler (Şekil 26 Kesit CC').

1.4.1.4. Ünite IV

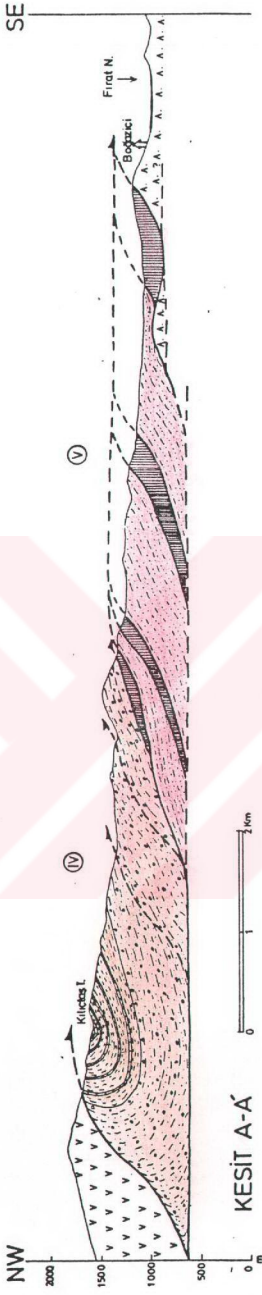
İnceleme alanında geniş yayılıma sahip olan ünite IV, kuzeydeki Tavan istifinin taban bindirme faylarının (Karaburun tepe, Karadağ, Kardigöz ve Gözeler bindirmeleri) taban bloğunda yer alan kalın bir imbricke topluluk ile temsil edilir (Şekil 25; Ek 1). Kömür çayı

vadisi kesitinin (Şekil 26 Kesit CC; Şekil 28) kuzey kesiminde, tabanda Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu ve Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonundan oluşan ünitenin üst kesimlerinde, inceleme alanının doğusundaki yüzeylemelerinde, Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonu yer alır. Bu özellikleriyle ünitenin stratigrafisi, Ünite II ve III ile benzerlik gösterir (Şekil 3; Ek 1).

Ünite IV, inceleme alanının batısında, tabandan Kuşlu bindirmesi ile, tavadan ise kuzeyde yer alan Karaburun tepe ve Karadağ bindirmeleri arasında yer alan geniş bir ön senklijinal (Kılıçtaş tepe senklijinali) oluşturur (Ek 1; Şekil 39 Kesit AA'). Güneye devrik olan senklijinalin, güney kanadında Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu, çekirdeğinde ise Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonları uyumlu olarak yer alırlar (Şekil 40; Ek 1). Kılıçtaş tepe senklijinalinin kuzey kanadını, inceleme alanının kuzeybatısında yer alan Kardere ve Gediktepe köyleri güneyinde, tabanda jips seviyesi boyunca gelişen ünite içi ikincil bindirme fayı keser (Ek 1; Şekil 41). Bu jips seviyesi üzerinde, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu yüzeyler (Şekil 41a,b).

İnceleme alanının kuzeybatısında yer alan Gediktepe ve Kardere köyleri dolayında hazırlanan enine kesitlerde, Kılıçtaş tepe senklijinalini kuzeyden sınırlayan ikincil fay boyunca, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonunda tekrarlanmalar izlenir. Ünite IV'ü kuzeyden sınırlayan Karadağ bindirmesine bağlı olarak gelişen bu sistem, Ünite IV'ün tavanında gelişen bir ikincil dupleks olarak tanımlanabilir (Şekil 41a,b). Kılıçtaş tepe senklijinalinin eksenini keserek yüzeyleyen bu fay ve tavanında gelişen sistem, Karadağ bindirmesi boyunca yinelenen hareketlerle ilişkili, bir sıra dışı bindirme gelişiminin açık belirticidir (Ek 1).

İnceleme alanının orta kesiminde, Kömür çayı vadisinin kuzeydoğusundaki alanlarda Ünite IV'ün iç deformasyonu, oldukça karmaşık bindirme gelişimlerini içerir. Bu yörede, tabandan Dutlu bindirmesi ile sınırlanan ünite, kuzeyden üniteyi sınırlayan Karadağ bindirmesinin ön kenarında geniş bir külmünasyon oluşturur. İlk üç ünitenin tavanında yer alan bu yapının orta kesiminde, D-B doğrultulu Kuşakboyun tepe antiklinali yüzeyler (Ek 1, Şekil 42). Karadağ bindirmesinin taban bloğunda gelişen bu antiklinalin çekirdeğinde Oligosen (?) yaşlı Kuşlu ve Taşbulak formasyonları yer alır. Bu istifin tavanında yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonunun taban dokanağı boyunca bindirme gelişimi izlenir (Şekil 42 a,b).



Şekil 39. Kesit AA': inceleme alanının kuzeybatısında yer alan Kılıçtaş tepesi senkinalini ve Ünite V içerisinde Akpur düpleksinin jips topluluğu ile gelişimini gösterir enine kesit. 1) Üst Triyas- Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı, 2) Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyoliti karışığı, 3) Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu, 4) Oligosen (?) yaşlı Kuşlu ve 5) Taşbulak formasyonları, 6) Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı ve 7) Kömür formasyonu, 8) Alt-Orta (7) Miyosen yaşlı Dutlu ve 9) Tuzla formasyonları, 10) Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonu, 11) Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı ve 12) Sütçinar formasyonu, 13) Kuvaterner yaşlı Alpköy formasyonu.

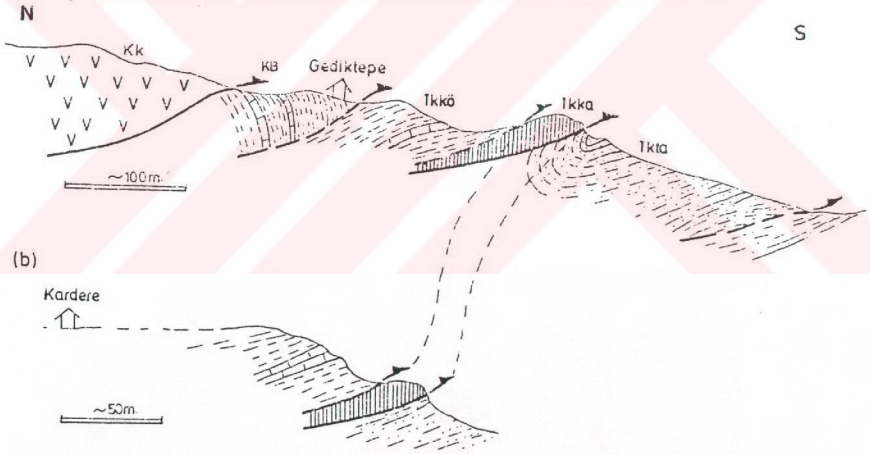


Şekil 40. İnceleme alanının kuzeybatısında yer alan Ünite IV içerisinde, Karadağ bindirmesinin (KB) tabanında gelişen Kılıçtaş tepe senklineali ve çekirdeğinde yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonunun (Tkkö) görünümü (Kılıçtaş tepe, GD'dan KB'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

Kuşakboyun tepe antiklinalinin tavanında Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonunu kesen bir "pasif roof thrust" (Banks ve Werburton, 1986) gelişimi de yersel olarak izlenmektedir (Şekil 42a). Kuşakboyun tepe antiklinalinin daha batısında yer alan Kartalparmağı tepede, ön ve geri bindirmelerle sınırlı, yersel bir ikincil "triangle zone" veya "pop-up block" (Butler, 1982) gelişimi gözlenir (Şekil 42 b). Bu yörede, Karadağ bindirmesinin tabanında ince serpantinik tektonik dilimlerinin yüzeylemesi, Karadağ bindirmesinin gelişim düzeyi hakkında bilgi vermesi açısından önem taşımaktadır (Şekil 42).

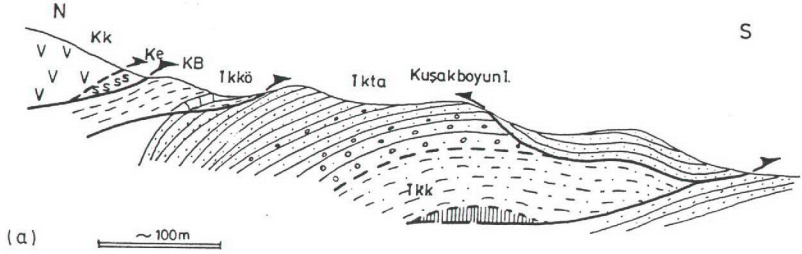


(a)



(b)

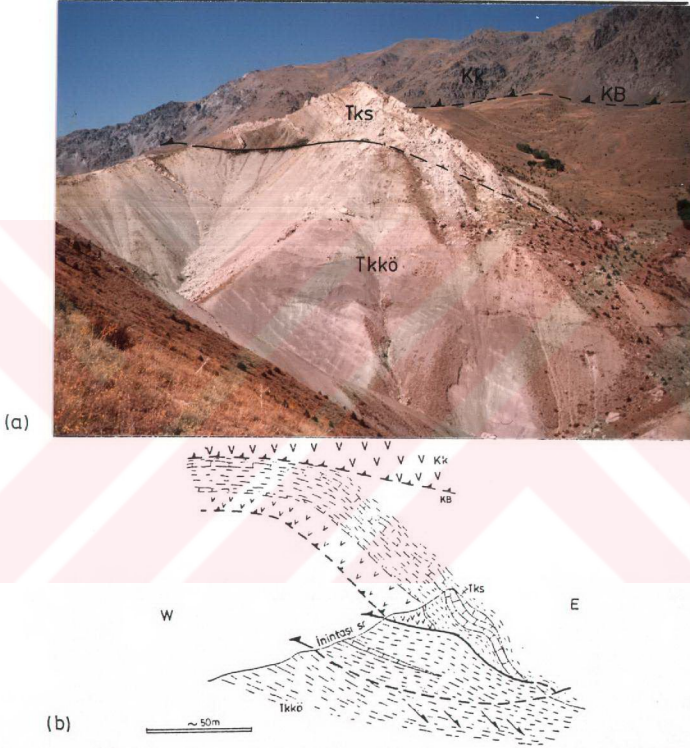
Şekil 41. İnceleme alanının kuzeybatısında, Ünite IV'ün batı ucunda, Karadağ bindirmesinin (KB) tabanında gelişen ve Kılıçtaş tepe senklinalinin kuzey kanadını kesen bindirme sistemi. a) Saha görünümü (B'dan D'ya Gediktepe köyüne bakış), b) Gediktepe ve Kardere köyleri güneyinden hazırlanan enine kesitler (İşaretler için Ek 1'e bakınız).



Şekil 42. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Ünite IV içerisinde gelişen Kuşakboyun tepe antiklinalinin tavanında izlenen a) pasif roof thrust gelişimi, b) pop-up blok yapısını gösterir enine kesitler (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

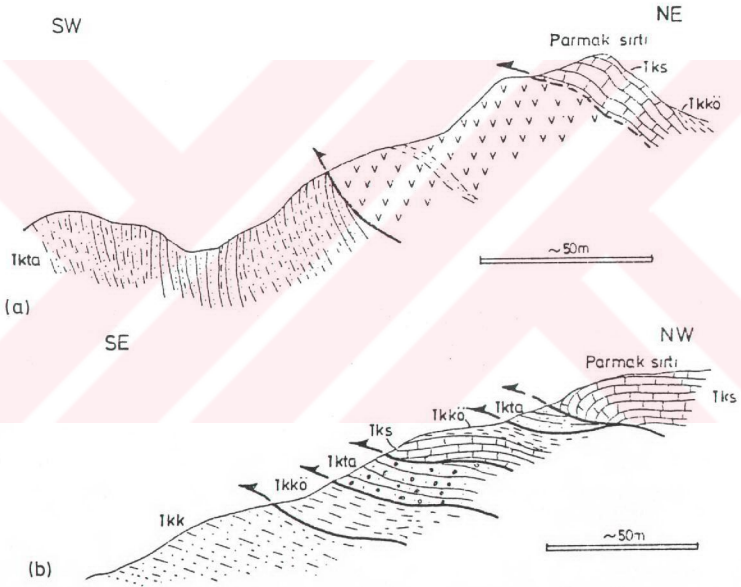
Ünite IV'ün oluşturduğu külmasyonun doğudaki lateral sınırı, inceleme alanının kuzey kesiminde yer alan, Karadağ ve Parmakkaya köylerinin kuzeyinde açık olarak izlenir (Ek 1; Şekil 43; Şekil 32 Kesit DD'). Ünitenin tavanında yer alan Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu ve Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonunun tavanında izlenen bazalt seviyesinin tabanı boyunca gelişen bindirme fayları, yörede yüzeyleyen ikincil bindirme sistemleri ile ünitenin önemli oranda kısalmasını ve kalınlaşmasını sağlamaktadır (Şekil 32 Kesit DD'). Aynı yörede, İnintaşı sırtında yüzeyleyen doğal bir enine kesitte, bazalt seviyesi ile Kömür formasyonunun tabanındaki bindirme fayları açık olarak izlenmektedir (Şekil 43). Ünitenin bu kesiminde, tabanda yer alan Dutlu bindirmesi ile, tavanda yer alan Karadağ bindirmesini birbirine bağlayan ikincil faylarla bir minör dupleks oluşumu izlenir (Şekil 32 Kesit DD'). Şekil 43'de yer alan İnintaşı sırtı kesitinde açık olarak izlenen ve lateral rampa (Butler, 1982) karşılık gelen bu antiklinalin alt kesimlerinde, yer yer normal faylanmalar

izlenmektedir. Bu lateral antiklinalinin iç yapısı, İnintaşı sırtının 2 km güneyinde yer alan Parmakk sırta ve Parmakkaya köyü hemen kuzeyinden hazırlanan enine kesitlerde ayrıntılı olarak incelenmiştir (Şekil 44).



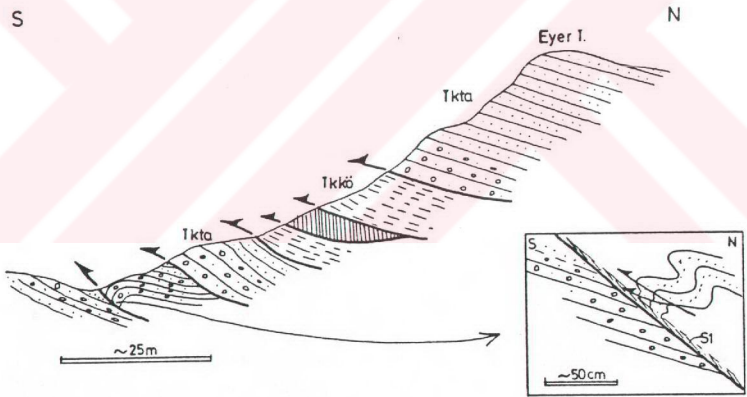
Şekil 43. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Parmakkaya köyü kuzeyinde Ünite IV'ün lateral sınırı ve geniş bindirme seviyeleri. a) Saha görünümü (Inintaşı sırtına GD'dan KB'ya bakış), b) İnintaşı sırtı kesiti (ön plan) ve lateral ramp antiklinalinin Karadağ bindirmesi (KB) ile ilişkisinin panoramik görünümü (arka plan) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

Ünite IV'ün doğu kenarındaki lateral rampa antiklinalinin, Parmak sırtı güneyindeki kesimlerinden hazırlanan enine kesitlerde (Şekil 44), Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonunun tavanında izlenen bazalt seviyesi ve üst kesimlerdeki Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının tabanında, bindirme gelişimi izlenmektedir. Parmak sırtının güneyinde, ön kenarında, Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı ve Kömür formasyonlarına ait bindirme dilimlerinin katıldığı bir açık imbrike fan sistemi gelişmiştir (Şekil 44b).



Şekil 44. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Parmakkaya köyü kuzeyinde Ünite IV'ün doğusunda lateral rampa karşılık gelen kesimlerindeki iç deformatsyonu gösterir ayrıntılı enine kesitler. a) Parmak sırtı güneybatısı, b) Parmak sırtı güneydoğusundan alınan enine kesitler (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

Ünite IV'ün taban bindirme fayını oluşturan Dutlu bindirmesinin tabanında gelişen deformasyonla ilgili veriler, inceleme alanının kuzeyinde, Karadağ köyünün batısında yer alan Eyer tepe güney yamaçlarında yüzeyler. Bu yörede, Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonuna ait kalın bir bindirme diliminin tabanında, Taşbulak ve Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonlarını içeren bir imbrike fan sistemi yer alır (Şekil 45). Sistemin tabanında yer alan bindirmenin tavanında gelişen ramp antiklinali içerisinde, küçük ölçekli bir ön kanat bindirmesi "fore limb thrust" (Dahlstrom, 1970) yüzeylenmektedir (Şekil 45, küçük kesit). Bu yörede, Ünitenin taban bindirme fayı olan Dutlu bindirmesinin taban bloğunda, Ünite II içerisinde, D-B doğrultulu Aktaria senkinali yer alır (EK 1).

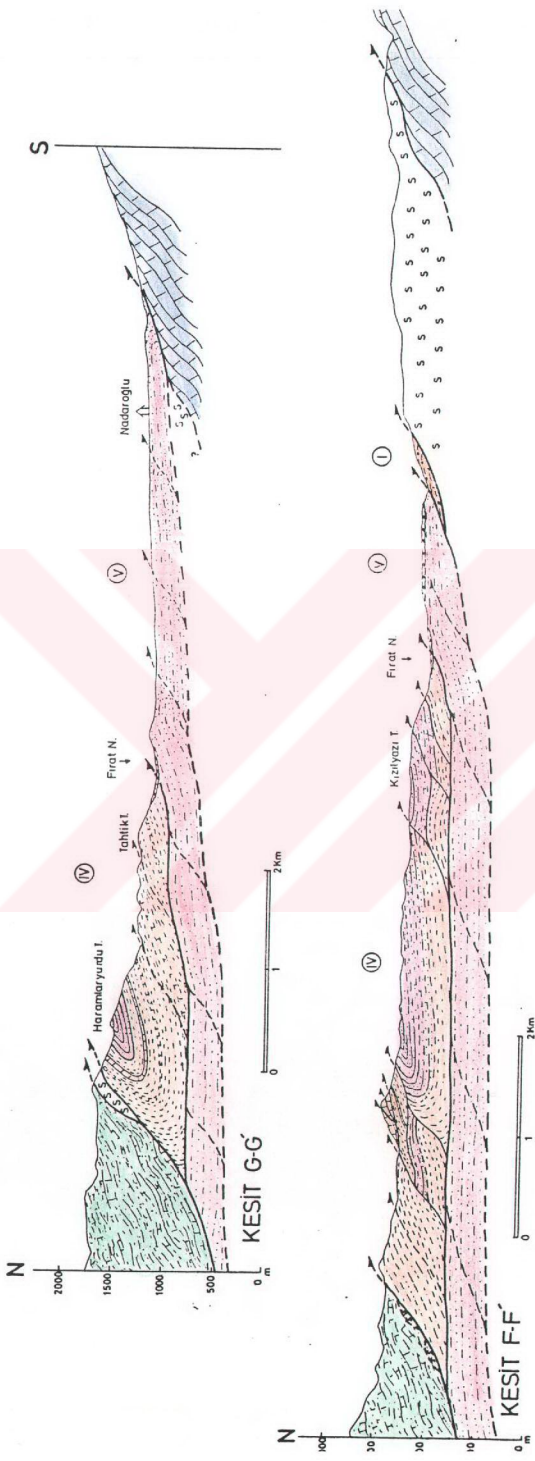


Şekil 45. İnceleme alanının kuzeyinde Karadağ köyü batısında, Ünite IV'ün taban bloğunda gelişen imbrike fan sistemini gösterir enine kesitler (EK 1'e bakınız).

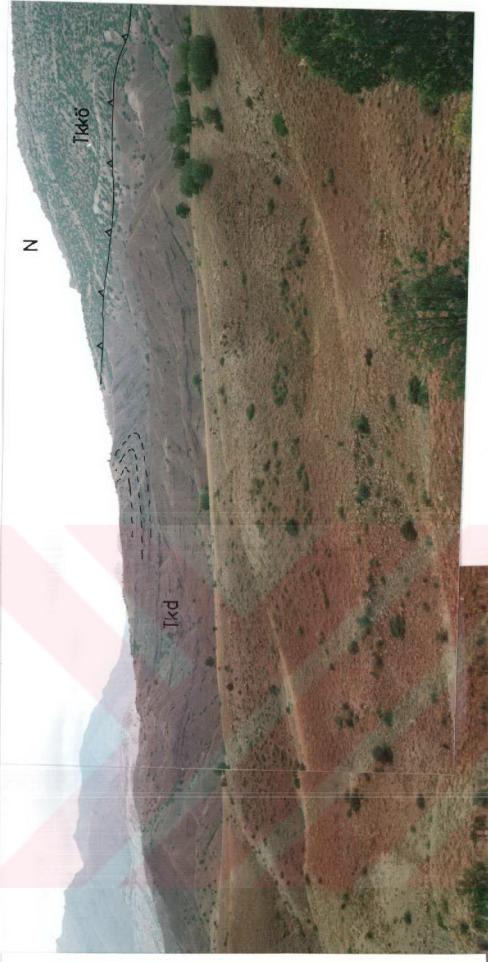
İnceleme alanının kuzeydoğusunda Ünite IV, kuzeyde yer alan Karadağ bindirmesinin taban bloğunda, doğuya doğru Erzincan havzasına değin uzanır. Üniteyi tabandan sınırlayan Dutlu bindirmesinin tavan bloğunda, Alt Miyosen yaşlı Kömür ve onu uyumlu olarak izleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonları yer alır (Şekil 25; Ek 1). Ünitenin tektonik deformasyon biçimini, kuzeyde yer alan ana bindirme faylarının (Karadağ, Kardigöz ve Gözeler bindirmeleri) ön ülkesinde gelişen, güneye devrik ön senklinalleri oluşturan Gökkaya ve Sürek senklinalleri yansıtır (Ek 1; Şekil 46 Kesit FF', GG').

İnceleme alanının orta kesiminin kuzeyinde yer alan Parmakkaya köyü kuzeyinde yüzeyleyen lateral ramp antiklinali ile Gökkaya senklinalinin birbirine yaklaştığı geçiş bölgesinde, Doğan köyü civarında, Ünite IV'ün ayrıntılı iç deformasyon özellikleri Şekil 32 Kesit EE' de incelenmiştir. Karadağ bindirmesinin taban bloğunda yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu, tabandan Dutlu bindirmesi ile sınırlanır ve iki fay arasında geniş monoklinal kıvrımlar oluşturur. Kesitte yer alan Pardi tepe güneyinde, Dutlu bindirmesinin tavanında, Kömür formasyonu içerisinde gelişen senkinal yapının çekirdeğinde tipik bir "out of syncline thrust" (Dahlstrom, 1970) yer alır (Şekil 48; Şekil 32 Kesit EE').

Ünite IV içerisinde, Karadağ bindirmesinin taban bloğunda gelişen, KB-GD doğrultulu Gökkaya senklinalinin güney kanadı 20°-30° kuzeye eğimli iken, kuzey kanadı güneye devriktir. Senklinalin kanatlarında Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu, çekirdeğinde ise Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonu yüzeyler (Şekil 46 Kesit FF'; Şekil 49). İnceleme alanının doğu kesimine doğru giderek artan deformasyon şiddeti ve paleocoğrafik koşullara bağlı olarak, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonunun kalınlığı, inceleme alanının diğer kesimlerine oranla daha fazladır. Özellikle Gökkaya senklinalinin kuzey kanadını kesen Karadağ bindirmesinin taban kesimlerinde, formasyon içi ikincil faylarla kısalma ve kalınlaşma yaygındır. Kömür formasyonu içerisinde izlenen kireçtaşlarının taban seviyeleri, böyle bir deformasyon sistemi için ideal bindirme seviyelerini oluşturmaktadır. Doğan köyü doğusunda yer alan Pardi tepenin doğu kesiminde, Gökkaya senklinalinin şarniyer kısmında, tabakalar arası kayma ve kalınlaşmayı gösterir bindirme gelişimleri sıkça izlenmektedir (Ek 1; Şekil 49).



Şekil 46. Kesit FF': İnceleme alanının doğusunda yer alan Gökçaya köyü yöresinden hazırlanan Ünite IV ile V'in ilişkisini ve Ünite IV içerisinde dupeks yapısının gelişimini gösterir enine kesit. Kesit GG': İnceleme alanının doğusunda yer alan Sürek köyü dolayında Sürek senkinalini ve Ünite IV ile V'in ilişkisini gösterir enine kesit (Açıklamalar için Şekil 38'a bakınız)



Şekil 47. İnceleme alanının doğusunda yer alan Gökkaya senklinealinin doğu kesiminden hazırlanan Kesit FF'nün (Şekil 46) saha görünümü (D'dan B'ya bakış). Fotoğrafta: ön planda Alt Miyosen yaşlı Kömür (Tkk6) ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu (Tkd) formasyonlarının yanıl geçişli ilişkisi; kuzeyde senklinealin kuzey kanadını kesen bindirme gelişimi ve güneyde bindirme gelişimiyle ilişkili kıvrımlanmanın görünümü (İşaretler için Ek 1'e bakınız).



Şekil 48. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Doğan köyü doğusunda, Ünite IV içerisinde yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonunun (Tkkö) kıvrımlanması ve "out of syncline" bindirmesinin görünümü (B'dan D'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

İnceleme alanının kuzeydoğusunda, Gökkaya köyü doğusunda yer alan Gökkaya senklijinalinin kuzyedeki devrik kanadında, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu içerisindeki kireçtaşı katmanlarının deformasyon biçimi Şekil 50'de görülmektedir. Kireçtaşlarının taban seviyeleri boyunca gelişen bindirmelerle kalınlaşmaları şekilde açık olarak gözlenmektedir. Bu yörede, senklijinalin kuzey kanadı boyunca güneye doğru, Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonu üzerine bindirme gelişimi izlenir (Ek 1; Şekil 46 Kesit FF'; Şekil 47).

Gökkaya senklijinalinin doğu kenarını, inceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Yastıktepe köyü güneyinde, KD-GB doğrultulu sol yanal doğrultu atımlı bir fay sınırlar (Ek 1). Bu fayın daha doğusunda ise, kuzeyde yer alan Üst Kretase yaşlı Sütçinar formasyonun tabanında gelişen Kardıgöz bindirmesinin ön ülkesinde, Sürek senklijinali yüzeyler (Ek 1). Gökkaya ve Sürek senklijinaleri arasında izlenen, sol yanal doğrultu atımlı fay, doğuya doğru giderek artan kısalmayı sağlayan bir yırtılma fayı niteliğindedir.



Şekil 49. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Koriyolu köyü kuzeydoğusunda, Karadağ bindirmesinin ön ülkesinde, Ünite IV içerisinde gelişen Gök kaya senklinealinin genel görünümü (B'dan D'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).



Şekil 50. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Gökkaya köyü doğusunda, Gökkaya senklinalinin kuzey kanadında, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu içerisinde yer alan kireçtaşlarının bindirme faylarıyla kalınlaşması (KB'dan GD'ya bakış).

İnceleme alanının kuzeydoğusunda, Sürek köyü kuzeyinde izlenen Sürek senklinalinin genel geometrisi, Gökkaya senklinali ile benzerlik sunar (Şekil 51). Sürek senklinali, Alt Miyosen yaşlı Kömür ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Dutlu formasyonları içerisinde gelişmiştir. Sürek senklinalinin güney kanadı 20° - 30° ile kuzeye eğimli iken, kuzey kanadı Kardigöz bindirmesine yakın kesimlerde güneye devriktir (Şekil 46 Kesit GG').

Ünite IV'ün inceleme alanının doğu bölümünde yüzeyleyen Gökkaya senklinalinin eksenini 100 doğrultusunda doğrusal bir uzanım sunarken, Sürek senklinalinin eksenini de yaklaşık aynı doğrultuda, kuzeye dış bükey bir yay geometrisine sahiptir. Kıvrım eksenlerindeki bu değişim, inceleme alanının Kuzey Anadolu Fay Zonuna en çok yaklaştığı bu kesiminde, gerilme durumundaki değişim ile ilişkili olarak açıklanabilir.



Şekil 51. İnceleme alanının kuzeydoğusunda Sürek köyü kuzeyinde Ünite IV içerisinde, Üst Kretase yaşlı Sütçinar formasyonunun (Ks) tabanında yer alan Kardigöz bindirmesinin (KAB) ön ülkesinde gelişen Sürek senklinealinin görünümü (GB'dan KD'ya, Gazikort tepeye bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

Ünite IV'ü, inceleme alanının kuzeydoğusunda, Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolittli karışığının tabanında gelişen, Gözeler bindirmesi sınırlar. Bu bölgede, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu ile temsil edilen ünite, Akyünlü köyü güneyinde Dutlu bindirmesi boyunca, Ünite VI'ı oluşturan Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer alır. İnceleme alanının bu kesiminde, Kuzey Anadolu Fay Zonuna bağlı olarak gelişen sol ve sağ yanallı doğrultulu atımlı faylar gözlenir (Ek 1).

1.4.1.5. Ünite V

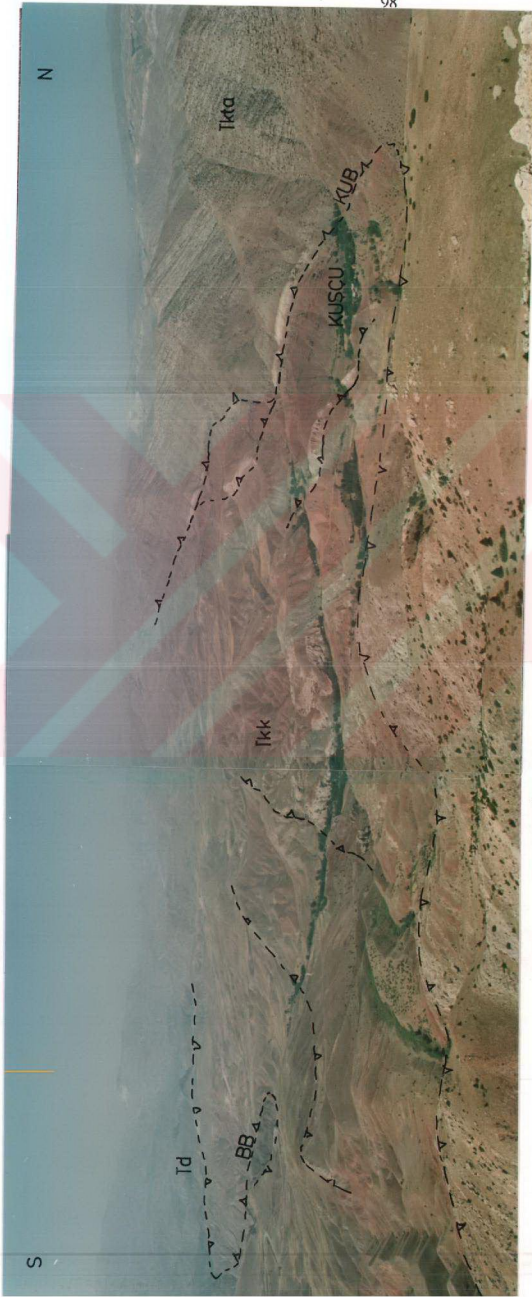
İnceleme alanının batısında, Ünite IV'ün tabanında yüzeyleyen Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu, inceleme alanında ayırtılan tektonik ünitelerden Ünite V içerisinde yer alır (Ek 1; Şekil 39 Kesit AA'; Şekil 26 BB'). Bu yörede Ünite V'in tektonik deformasyon

biçimi, tipik bir dupleks yapısı (Akpur dupleks) içerisinde yer alır. Ünite içerisinde yüzeyleyen, Kuşlu formasyonu Akpur jips üyesine ait jips seviyeleri, tabandan ve tavadan ikincil faylarla sınırlı, bir hors topluluğu (herd of horses, Boyer ve Elliott (1982)) oluşturur (Ek 1; Şekil 52).

Ünite V'in tabanında, inceleme alanının batısındaki yüzeylemelerinde Boğaziçi bindirmesi yer alır. Boğaziçi bindirmesinin gelişimi ile ilgili veriler, Boğaziçi köyünün kuzeyinde açık olarak izlenir. Bu yörede, Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu ile Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonlarının dokanağı boyunca yer alan Boğaziçi bindirmesinin tavanında, bir ramp antiklinali gelişmiştir (Şekil 53). Ayrıca, Boğaziçi köyü kuzeyinde yüzeyleyen, Kuşlu formasyonu Akpur jips üyesine ait kalın jips kütlelerinin yoğun makaslama düzlemleri ile kesilerek yapraklanma kazanmış olması, Boğaziçi bindirmesinin gelişimini göstermektedir (Ek 1).

Ünite V'in tavan bindirme fayını, Oligosen (?) yaşlı Kuşlu ve Taşbulak formasyonlarının dokanağını izleyen Kuşlu bindirmesi oluşturur (Ek 1; Şekil 39 Kesit AA'; Şekil 26 Kesit BB'). İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Karaburun tepe ve Karadağ bindirmelerinin taban bloğunda yer alan Taşbulak formasyonunun tabanında kalınlığı 5-10 m arasında değişen jips seviyesi, Kuşlu bindirmesi boyunca yer alır (Şekil 54). Kuzeyden güneye doğru gelişen ve Ünite V'in tavan bindirmesini oluşturan Kuşlu bindirmesinin taban bloğunda, özellikle jips seviyelerini sınırlayan ikincil faylarla bir hors topluluğu oluşur (Şekil 54). Ayrıca Kuşlu bindirmesinin taban bloğunda yer alan konglomeralarda izlenen normal faylar, tavan bloğun hareketiyle ilişkili gelişim gösterirler (Şekil 54b).

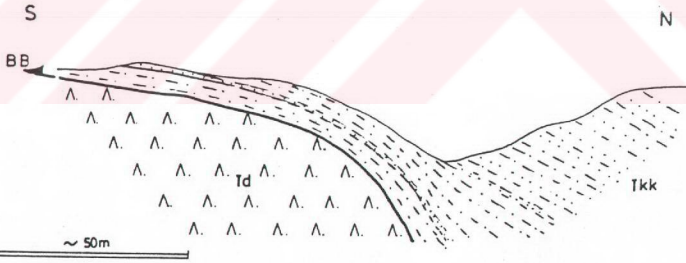
Ünite V'in tavan bindirmesini oluşturan Kuşlu bindirmesi boyunca gelişen deformasyon yapılarına örnekler, inceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağının batısında, Ünite II'nin lateral sınırını oluşturan Taşbulak antiklinali boyunca da izlenmektedir (Şekil 57). Bu yörede Kuşlu bindirmesi boyunca, Taşbulak formasyonu kayalarında ani ve yüksek eğim miktarlarının ortaya çıkması, ince kırıntılı kayalarda belirgin yapraklanma gelişimi ve küçük ölçekli bir hors yapısının oluşumu açık olarak izlenir (Şekil 55; 56).



Şekil 52. İnceleme alanının güneybatısında yer alan Kuşlu köyü yöresinde Ünite V'nin genel görünümü ve Ünite IV'ün tabanında jipslerden oluşan hors topluluğu ile dupleks yapısının gelişimi (D'dan B'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).



(a)



(b)

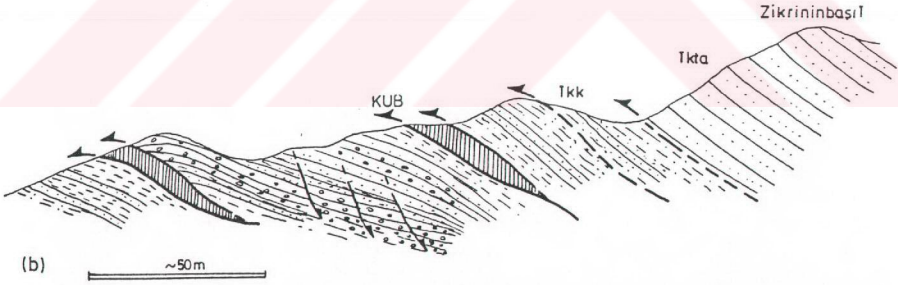
Şekil 53. İnceleme alanının güneybatısında yer alan Boğaziçi köyü kuzeyinde Ünite V'nin tabanında, Orta Eosen yaşlı Dedek (Td) ve Oligosen (?) yaşlı Kuşlu (Tkk) formasyonlarının dokanağı boyunca bindirme gelişimi. a) Saha görünümü (D'dan B'ya bakış), b) Boğaziçi bindirmesi (BB) tavanında gelişen ramp antiklinali.



(a)

SE

NW



(b)

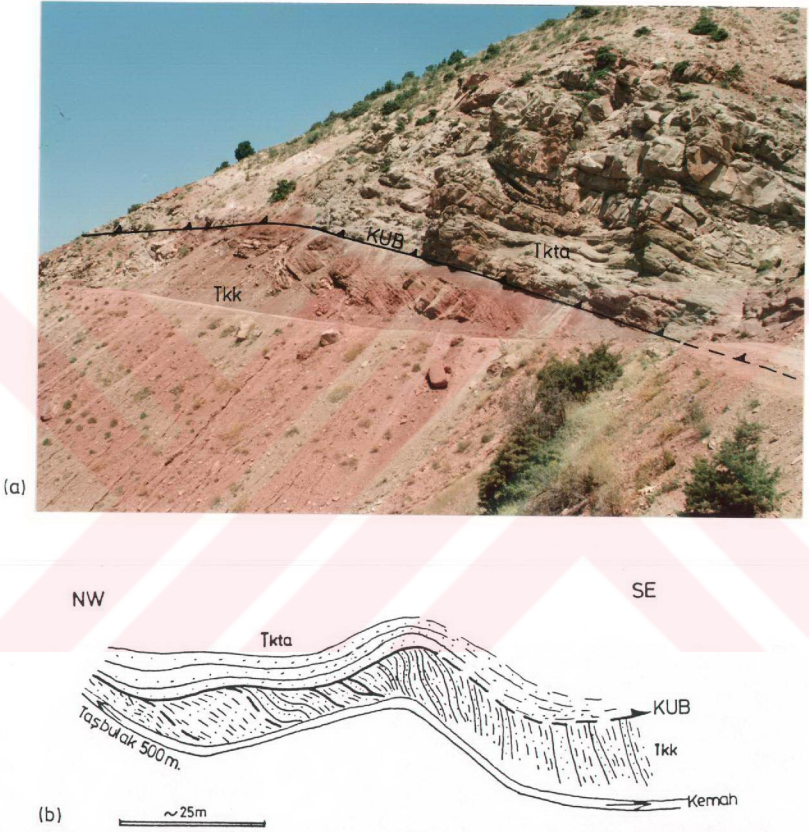
~50m

Şekil 54. İnceleme alanının batısında Kuşlu köyü çevresinde, Oligosen (?) yaşlı Kuşlu (Tkk) ve Taşbulak (Tkta) formasyonlarının dokanağı boyunca gelişen Kuşlu bindirmesi (KUB) ve taban bloğunda gözlenen yapılar. a) Saha görünümü (D'dan B'ya bakış), b) Gips seviyelerinde horstların gelişimini gösterir enine kesit.



Şekil 55. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağının batısında, Ünite II'nin lateral kenarına karşılık gelen Taşbulak antiklinali ve çekirdeğinde yer alan Ünite V'e ait Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonunun (Tkk) genel görünümü (G'den K'e bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

Kuşlu bindirmesi, altta yer alan ve daha çok ince kırıntılılar ve jips mercекlerinden oluşan Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu ile bu birimi üzerleyen, kalın katmanlı, iyi pekişmiş kumtaşlarından oluşan Taşbulak formasyonlarının litolojik farklılıklarına bağlı olarak gelişim göstermektedir. Farklı litolojilerden oluşan iki birimin dokanağı boyunca jips bantlarının da yer alması, fayın gelişimine en uygun stratigrafik seviyeyi oluşturmaktadır. İki birim arasında genelde tabaka durumlarında küçük farklılıklar olmakla beraber, özellikle inceleme alanının orta kesiminde, Taşbulak köyü güneyinde büyük farklılıklar ve dikleşmeler açık olarak izlenmektedir (Şekil 56).



Şekil 56. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Yoğurt Dağının batısında Oligosen (?) yaşlı Kuşlu (Tkk) ve Taşbulak (Thta) formasyonlarının dokanağında yer alan Kuşlu bindirmesi (KUB) boyunca gelişen deformasyon. a) Saha görünümü (G'den K'ye bakış), b) Fay boyunca tabaka durumlarındaki değişimi gösterir enine kesit.



Şekil 57. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Taşbulak köyü güneyinde, Kuşlu bindirmesine (KUB) yakın kesimlerde Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonuna (Tkta) ait kumtaşlarında gözlenen hors yapısı.

Ünite V, inceleme alanının orta kesiminden doğuya doğru, Tuzla ve Kömür köyleri ile daha doğuda Ünite IV'ün taban bindirme fayını oluşturan Dutlu bindirmesi arasında genişleyerek devam eder (EK 1; Şekil 25). Bu yörede Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu ile temsil edilen Ünite V, tabanında jips tektonik dilimleri içeren Tuzla bindirmesi boyunca, Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu üzerinde tektonik olarak yer alır (Şekil 58). Tuzla bindirmesinin taban bloğunda yer alan Tuzla formasyonu düzenli tabakalanma gösterirken, tavan blokta yer alan Kuşlu formasyonunda yaygın kıvrımlanmalar izlenir.



Şekil 58. İnceleme alanının orta kesiminde, Tuzla köyü batısında Ünite I'i kuzeyden sınırlayan ve Ünite V'in taban bindirme fayını oluşturan, Alt-Orta Miyosen yaşlı Tuzla (Tkt) ve Oligosen yaşlı Kuşlu (Tkk) formasyonları arasında gelişen Tuzla bindirmesinin (TB) genel görünümü (GD'dan KB'ya bakış).

Ünite V, inceleme alanının doğusuna doğru, Köşeler köyü çevresinde, Ünite I'i sınırlar ve daha doğu ve güneydoğuda, Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı ve Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı ile olan dokanağı boyunca bindirme gelişimi izlenir (Ek 1; Şekil 32 Kesit EE'; Şekil 46 Kesit FF', GG'). Bu kesimde üniteyi kuzeyden, Ünite IV'ün taban bindirme fayını oluşturan Dutlu bindirmesi sınırlar. Taban ve tavandan bindirme faylı olan ünite içerisinde gelişen ikincil bindirme fayları, ünitenin tektonik deformasyon biçiminin bir dupleks yapısı içerisinde yer aldığını gösterir (Şekil 46 Kesit FF', GG').

Ünite V'in yukarıda tanımlanan genel özellikleri, kuzeyde Karadağ bindirmesi ile güneyde Munzur Dağı üzerinde yer alan Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu arasındaki konumu, tavanda gelişen bindirme sisteminin altında gelişen, bir ikincil dupleks yapısı

olduğunu göstermektedir (Şekil 26 Kesit BB', CC').

1.4.1.6. Ünite VI

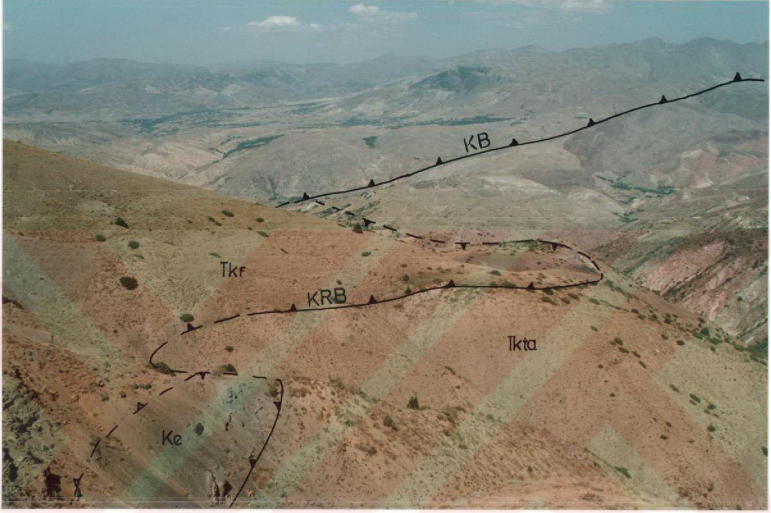
Önceki bölümlerde genel geometrik özellikleri ve ilişkileri incelenen ilk beş üniteyi kuzeyden tektonik dokanakla üzerleyen, kalın bir tektonik topluluk oluşturan kayalar Ünite VI olarak tanımlanmıştır. Ünite VI, kendi içerisinde birbiriyle tektonik ilişkili dört bindirme örtüsünden (thrust sheet) oluşur. Bu bindirme örtülerinden en alttakini, inceleme alanının en kuzeydoğu ucunda yüzeyleyen Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı oluşturur. Eriç ofiyolitli karışığı bu yörede tabanında yer alan Gözeler bindirmesi boyunca Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer alır (EK 1). Eriç ofiyolitli karışığına ait, kalınlığı 10-15 m arasında değişen serpantinli tektonik dilimleri, Ünite VI içerisinde yer alan diğer ana bindirmeler boyunca, bindirme örtülerinin tabanında da izlenmektedir (EK 1; Şekil 32 Kesit EE'; Şekil 46 FF', GG').

İnceleme alanının kuzeydoğusunda Eriç ofiyolitli karışığının tabanını izleyen Gözeler bindirmesinin, Erzincan havzasının güney kenarına doğru, bir bindirme bileşenli sağ yanal doğrultu atımlı faya dönüşmesi olanaklıdır. Böyle bir sağ yanal doğrultu atımlı fayın oluşumu, Ünite IV'ü oluşturan bindirme örtüsünü doğudan sınırlayan bir oblik rampla (Butler, 1982) açıklanabilir.

Eriç ofiyolitli karışığı üzerinde yer alan diğer tektonik dilim, inceleme alanının kuzey kesiminde yer alan Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonu ile temsil edilir. Tabandan Karaburun tepe bindirmesi ile sınırlanan birim, güneyde Ünite IV'ü oluşturan Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonu üzerinde yer alır (EK 1). Bu taban bindirme fayı boyunca yer yer oldukça tektonize serpantinli dilimleri de izlenir (Şekil 59). Karaburun formasyonundan oluşan bindirme örtüsü, kuzeyde yer alan Karadağ bindirmesi tarafından sınırlanır. Bu iki bindirme fayı arasında oldukça yoğun bir iç deformasyona sahip olan bindirme örtüsü içerisinde, yoğun kıvrımlanma ve bindirme gelişimi izlenir. Bu bindirmelerden en önemlisi, Lernektepe kuzeyinde yer alan bindirme fayıdır (EK 1; Şekil 26 Kesit BB').

Ünite VI içerisinde geniş yayılımı sahip olan bindirme örtüsünü, Üst Kretase yaşlı volkanik kayalardan oluşan Karadağ bazaltı oluşturur. Tabandan Karadağ bindirmesi, tavandan ise Kardigöz bindirmesi tarafından sınırlanan birim, inceleme alanının kuzeyinde, daha önce ayrıntılan ilk beş üniteye ait kayaları tektonik dokanakla üzerler (EK 1). Karadağ bindirmesi boyunca, kalınlığı 10-20 m arasında değişen serpantinli tektonik dilimleri izlenir (EK 1). Karadağ bindirme örtüsünün iç deformasyon özellikleri, monoton kaya türüne sahip

olmasından dolayı açık olarak gözlenememektedir.



Şekil 59. İnceleme alanının kuzeybatısında, Taşbulak köyü kuzeyinde yer alan Karaburun tepesi bindirmesi (KAB) boyunca, Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonunun (Tkr) tabanında yüzeylenen serpantin tektonik dilimlerinin görünümü (GB'dan KD'ya bakış) (İşaretler için Ek 1'e bakınız).

Ünite VI'nın en üst kesiminde yer alan bindirme örtüsünü, inceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Üst Kretase yaşlı Sütçinar formasyonu oluşturur (Ek 1). Tabandan Kardigöz bindirmesi tarafından sınırlanan birim, Kardigöz köyü batısında Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltını, daha doğuda Hanzar köyü dolayında ise Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığını tektonik dokanakla üstler. Kardigöz bindirmesi boyunca da, Kardigöz formasyonunun tabanında serpantin tektonik dilimleri yüzeyler (Şekil 60). Oldukça yoğun iç deformasyona sahip olan birim içerisinde, sıkça devrik kıvrımlanma, yapraklanma ve bindirme gelişimleri izlenir (Şekil 61).



Şekil 60. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Üst Kretase yaşlı Sütçinar formasyonunun (Ks) tabanında, Kardigöz bindirmesi (KAB) boyunca izlenen serpantinit tektonik dilimlerinin görünümü (G'den K'e bakış). (İşaretler için Ek 1'e bakınız).



Şekil 61. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Üst Kretase yaşlı Sütçinar formasyonu (Ks) içerisinde gelişen devrik kıvrımlanma, yapraklanma ve bindirmelerin görünümü (D'da B'ya bakış).

1.4.1.7. Kuvaterner yaşlı kayaların tektonik deformasyon biçimi

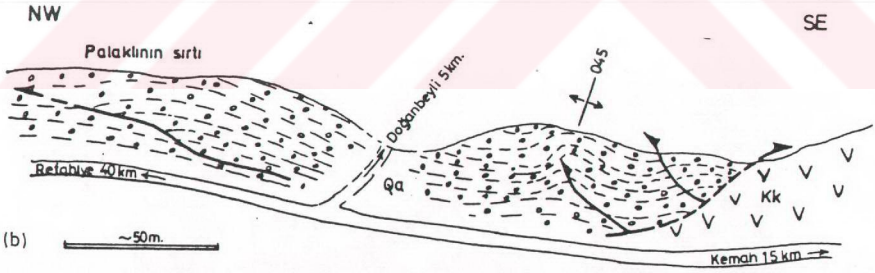
İnceleme alanının iki farklı kesiminde yüzeyleyen, Kuvaterner yaşlı Alpköy formasyonu içerisinde deformasyon örnekleri gözlenmiştir. Bu yüzleklerden birincisi, inceleme alanının orta kesiminde yer alan Kömür çayı vadisinin kuzey kesiminde, Doğanbeyli köyünün 3 km batısında yer alır (EK 1). Bu yörede, Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı üzerinde yer alan Alpköy formasyonu, konglomeralarla temsil edilir. Formasyonun tabanında ve içerisinde bindirme gelişimini gösterir açık veriler yer alır (Şekil 62). Alpköy formasyonun tabanında yer alan Karadağ bindirme örtüsünün Kuvaterner'de güneye doğru hareketlenerek yükselmesi ile, tavanında yer alan konglomeralarda böyle bir deformasyonun gelişmesi olanaklıdır. Konglomeralar içerisinde, kuzeye doğru bindirme gelişimini gösterir fay gelişim kıvrımlarıyla (fault propagation folds, Jamison (1987)), kör bindirme faylarının oluşturduğu küçük ölçekli bir imbrike fan sistemi gelişmiştir. İnceleme alanında yüzeyleyen bindirme sistemlerinin kuzeyden güneye doğru tektonik taşınma yönünü göstermesi, Kuvaterner kayalarında gözlenen bu kuzeye doğru gelişimin, geri bindirme sistemi ("back thrust system, Butler (1987)) içerisinde yer aldığını göstermektedir. Gelişen bu bindirme sistemine bağlı olarak formasyon kıvrımlanarak yatay konumunu kaybetmiştir (Şekil 62).

Kuvaterner yaşlı Alpköy formasyonu içerisinde gelişen bir diğer deformasyon örneği, inceleme alanının kuzeydoğusunda, Erzincan havzasının güneybatı ucunda yer alır (EK 1). Erzincan havzasının batı kenarını sınırlayan, Kuzey Anadolu Fay Zonunda yer alan doğrultu atımlı faylara yakın kesimlerde yüzeyleyen birimin kaya türünde, bazı farklılıklar izlenmektedir. Bu yörede, tabanda gri, bej renkli, katmanlanma göstermeyen silt ve kum boyu malzeme (a) ve üzerinde kalınlığı 2-4 m arasında değişen, doğu ve batı uçlarında kamalanan, beyaz renkli tüflü bir seviye (b) yer alır. Alpköy formasyonunun üst kesimlerinde, akarsu çökellerinin oluşturduğu konglomeralar (c) kanal dolguları şeklinde izlenir (Şekil 63).

Bu yörede Alpköy formasyonunun deformasyon biçimi normal faylanma ile kontrol edilir. Faylar, F1:150, 40GB ve F2:110, 60KD durumu iki ayrı fay seti oluşturur (Şekil 63). Böyle bir fay topluluğu, KD-GB doğrultulu bir tansiyon yönünü göstermektedir. Arazi gözlemleri fayların bazılarının çökelimle yaşıt özellik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu özellikleriyle normal faylanmanın, Kuvaterner döneminde Erzincan havzasının, Kuzey Anadolu Fay Zonuna bağlı olarak gelişimiyle ilişkili olabileceği belirtilbilir.



(a)

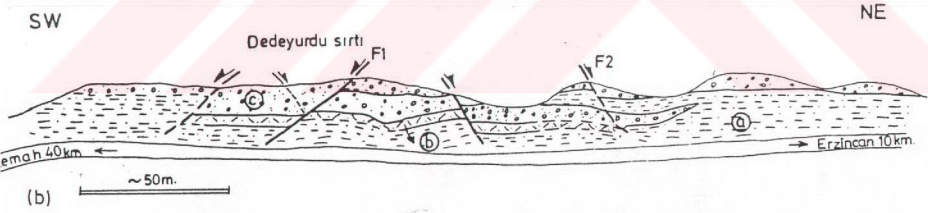


(b)

Şekil 62. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Doğanbeyli köyü batısında Kuvaterner yaşlı Alpköy formasyonunun (Qa) deformasyon biçimi. a) Alpköy formasyonunun Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı (Kk) ile dokanak ilişkisi (B'dan D'ya bakış), b) Alpköy formasyonu içerisinde gelişen bindirme sistemini gösteren enine kesit.



(a)



(b)

Şekil 63. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yüzeyleyen Kuvaterner yaşlı Alpköy formasyonunda (Qa) gelişen normal faylanma örnekleri a) F1 fayının arazi görünümü (GD'dan KB'ya bakış), b) Erzincan-Kemah karayolu boyunca hazırlanan enine kesit.

Barka ve Gülen (1989) tarafından, Erzincan havzasında yapılan mesoskopik fay analizinde elde edilen KKB-GGD yönlü sıkışma ve DKD-BGB yönlü uzama yönleriyle,

yukarıda verilen fay toplulukları uyum sağlamaktadır.

1.4.2. Kemah (Erzincan) Yöresinde Bindirme Sistemlerinin Kinematığı

Kemah yöresinde gelişen bindirme sistemlerinin ve buna bağlı olarak ortaya çıkan büyük ölçekli yapıların geometrik özellikleri ile kıvrım asimetrisi, makaslama ve yapraklanma düzlemleri gibi ana belirteçler, bölgesel güneye doğru taşınma yönünü açık olarak göstermektedir. Bununla birlikte, daha ayrıntılı incelemelerle küçük ölçekli fay-atım topluluklarının tektonik analizi de, taşınma yönünün güneye doğru geliştiğini belirlemektedir.

Bindirme gelişimi sırasında oluşan oldukça karmaşık fay-atım topluluklarının incelenmesinde, grafiksel kinematik analiz yöntemlerinin, dinamik analiz yöntemlerine oranla daha kullanışlı olduğu, bir çok araştırmada belirtilmektedir (Wotjal, 1986; Wotjal ve Mitra, 1986; Marret ve Allmendinger, 1990; Guezou ve diğ., 1991). İnceleme alanında da olduğu gibi, ön ülke deformasyonu ile ortaya çıkan bindirme örtüleri içerisinde her zaman homojen ve devamlı deformasyon belirteçleri gelişmemektedir (Wotjal, 1986).

1.4.2.1. Kinematik analizlerde kullanılan fay-atım verilerinin ölçüm lokasyonları

İnceleme alanının değişik kesimlerinde yer alan altı değişik lokasyondan derlenen minör fay-atım toplulukları, katman düzlemleri, yapraklanma düzlemleri, kıvrım eksenleri gibi yapılar, hem grafiksel hem de bilgisayar destekli sayısal analiz yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Bu ölçüm lokasyonları (İstasyonlar), önceki bölümde tanımlanan ilk beş ünite içerisinde yer almaktadır (Şekil 25).

İstasyon 1, Ünite I'nin güneydoğusunda, Gökaynak köyü güneyinde yer alan Aktaş tepede yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının tabanında gelişen Kömür bindirmesine yakın kesimlerde yer alır (Ek 1; Şekil 25). Bu yöreden yapılan ölçümlerden elde edilen veriler, Çizelge 1'de verilmiştir. Fay düzlemleri üzerindeki hareket yönleri ve doğrultusu, kalsit basamaklarından yararlanılarak saptanmıştır (Mercier ve Vergely, 1992).

İstasyon 2, inceleme alanının orta kesiminde yer alan Ünite II'nin orta kesiminde yüzeyleyen Kömür antiklinalinin kuzey kanadında yer alır (Şekil 25). Antiklinalin kuzey kanadında yüzeyleyen, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı içerisinde yer alan fay düzlemleri üzerinde, iyi gelişmiş kalsit dolgularındaki kayma çizgileri ve basamaklardan yararlanılarak hareketin yönü ve doğrultusu belirlenmiştir. Bu yörede yapılan ölçümler toplu halde Çizelge 2'de gösterilmiştir.

No	FAY (Doğ., eğim)	Kayma çiz. (pitch)	Fayın Türü	Katman (Doğ., eğim)	Yapraklanma (Doğ., eğim)	Kıvrım Ekseni
1	070, 65KB	80GB	I	100, 78GB	085, 52KB	070,20KD
2	155, 12KD	19KB	I	080, 74GD		
3	150, 15KD	20KB	I	050, 60GD		
4	168, 25GB	12KB	I	070, 71GD		
5	104, 40KD	72KB	I	030, 14KB		
6	150, 15KD	20KB	I	080, 82GD		
7	080, 82GD	85GB	I			

Çizelge 1. İnceleme alanının güneydoğusunda Aktaş tepede yer alan İstasyon 1'den derlenen ve diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm değerleri. (I: Ters fay)

No	FAY (Doğ., eğim)	Kayma çiz. (pitch)	Fayın Türü	Katman (Doğ., eğim)
1	095, 45KD	88GD	I	075, 30KB
2	091, 45KD	89GD	I	
3	086, 45KB	85KD	I	
4	084, 40KB	89KD	I	
5	080, 40KB	86KD	I	
6	085, 36KB	88KD	I	
7	090, 39K	85D	I	
8	100, 40KD	89GD	I	
9	095, 41KD	85GD	I	
10	089, 42KB	89KD	I	

Çizelge 2. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan İstasyon 2'ye ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (I: Ters fay).

İstasyon 3, inceleme alanının orta kesiminin kuzeyinde, Kömür çayı vadisinde, Dutlu köyü kuzeyinde yer alır (Şekil 25). Bu yörede, Ünite IV'ün taban kesimlerinde yer alan Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonuna ait kalın katmanlı konglomeralar içerisinde ölçümler yapılmıştır. Fay düzlemleri üzerindeki hareketin yönü ve doğrultusunun belirlenmesinde, çoğunlukla hareket sırasında fay düzlemi üzerinde yer alan sert objelerin oluşturduğu kanalların geometrisinden yararlanılmıştır (Mercier ve Vergely, 1992). Bu yörede yapılan ölçümlerle elde edilen veriler Çizelge 3'de verilmiştir.

No	FAY (Doğ., eğim)	Kayma çiz. (pitch)	Fayın Türü	Katman (Doğ., eğim)
1	020, 46KB	85KD	I	120, 50KD
2	036, 60KB	51KD	I	
3	110, 70KD	89GD	I	
4	150, 70GB	88GD	I	
5	145, 71GB	75GD	I	
6	165, 62GB	84GD	I	
7	150, 50KD	53KB	I	

Çizelge 3. İnceleme alanının kuzeyinde, Dutlu köyü kuzeyinden ölçülen ve İstasyon 3'e ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (I:Ters fay).

İstasyon 4, inceleme alanının kuzeyinde yer alan Karadağ köyünün kuzeybatısında Eyer tepede yüzeyleyen, Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonunun taban kesimlerinden elde edilen ölçümleri kapsamaktadır (Şekil 25). Bu yörede, konglomera ve kumtaşları içerisinde gelişen minör fay setleri üzerindeki hareketin özellikleri, İstasyon 3'de olduğu gibi, kayma çizgisi oluşturan sert objelerin oluşturduğu kanallarından yararlanılarak saptanmıştır. İstasyon 4'de elde edilen ölçüm değerleri Çizelge 4'de verilmiştir.

No	FAY (Doğ., eğim)	Kayma çiz. (pitch)	Fayın Türü	Katman (Doğ., eğim)	Kıvrım Ekseni
1	150, 40KD	03KB	D	130, 35KD	070,20KD
2	170, 40KD	05KB	D		
3	090, 45K	72B	I		
4	100, 35KD	45KB	I		
5	070, 35KB	89GB	I		
6	060, 20KB	89GB	I		
7	115, 45KD	25KB	I		

Çizelge 4. İnceleme alanının kuzeyinde Karadağ köyü kuzeybatısında yer alan Eyer tepeden elde edilen ve İstasyon 4'e ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan ölçüm verileri (D: Sağ yanal doğrultu atımlı fay, I: Ters fay).

5. ve 6. istasyonlar, inceleme alanının güneyinde geniş alanlarda yüzeyleyen Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşından derlenmiştir. İstasyon 5, Kemah ilçe merkezinin doğusunda, Kemah-Erzincan karayolu üzerinde, İstasyon 6 ise, İstasyon 5'in daha doğusunda yer alır (Şekil 25). Her iki istasyonda da fay düzlemleri üzerindeki hareketin özellikleri, ikincil kalsit basamaklarından yararlanılarak saptanmıştır. İstasyon 5 ve 6'dan elde edilen ölçümler, sırasıyla Çizelge 5 ve 6'da verilmiştir.

No	FAY (Doğ., eğim)	Kayma çiz. (pitch)	Fayın Türü
1	015, 55KB	72KD	I
2	005, 67KB	44KD	I
3	095, 70GB	30GD	I
4	040, 70GD	60GB	I
5	065, 62KB	67KD	I
6	010, 70KB	50KD	I

Çizelge 5. İnceleme alanının güneyinde Kemah ilçe merkezinin doğusunda yer alan İstasyon 5'den derlenen ve diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (I: Ters fay).

No	FAY (Doğ., eğim)	Kayma çiz. (pitch)	Fayın Türü
1	145, 60KD	62KB	I
2	005, 55KB	40KD	I
3	060, 65KB	82KD	I
4	145, 58KD	75KB	I
5	180, 64B	82K	I
6	180, 86D	89K	I

Çizelge 6. İnceleme alanının güneyinde yer alan İstasyon 6'dan elde edilen ve diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (I: Ters fay).

1.4.2.2. Fay-atım topluluklarının kinematik analizi

İnceleme alanının değişik kesimlerinden derlenen fay-atım verileri hem dinamik kinematik analiz yöntemiyle hem de, grafiksel kinematik analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Ön ülke deformasyon zonlarında yer alan bindirme örtülerindeki fay-atım topluluklarının, her zaman homojen bir dağılım göstermediği çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Wotjal, 1986; Marret ve Allmendinger, 1990). Bu nedenle, bu tür karmaşık deformasyona sahip bölgelerden elde edilen verilerin, hem dinamik, hem de grafiksel kinematik analiz yöntemlerinin her ikisi ile de değerlendirilmesi iyi sonuç vermektedir (Marret ve Allmendinger, 1990). Bu çalışmada dinamik analiz yöntemlerinden "Carey yöntemi" ile veriler değerlendirilmiştir.

1.4.2.2.1. Fay-atım verilerinin "Carey yöntemi" ile incelenmesi

İnceleme alanından elde edilen verilerin her iki yöntemle incelenmesiyle elde edilen sonuçlar birbiriyle uyum sağlamaktadır. Değerlendirme sonuçlarına geçmeden önce, incelemede kullanılan yöntemin ana prensiplerine aşağıda kısaca değinilmiştir.

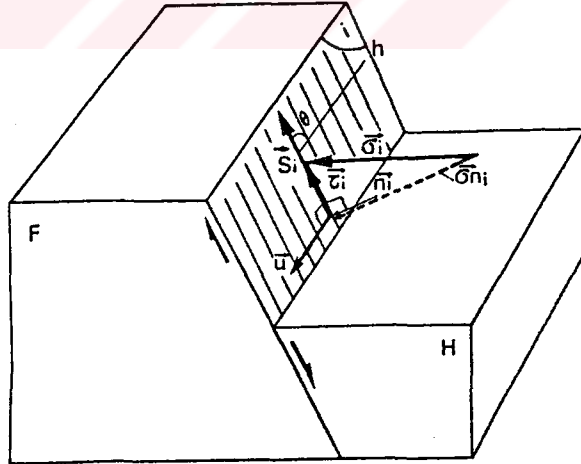
Carey yönteminin ana prensipleri: Carey ve Brunier (1974) ve Carey (1976) tarafından, Wallace (1951) ve Bott (1959)'un mekaniksel yaklaşımları kullanılarak, yoğun deformasyona uğramış kayalarda gelişen fay topluluklarının kinematik analizi için, bilgisayar destekli sayısal bir yöntem hazırlanmıştır. Bu mekaniksel yöntemin temel ön koşulları şunlardır: 1) Bir kaya kütlelerinde, bir tektonik faz tek bir homojen stres tensörü ile karakterize edilir, 2) Bu tektonik faz için malzemenin izotropik ve homojen olduğu, her bir fay

düzlemi üzerinde gelişen atım (kayma çizgilerini (s_i) oluşturan) bu fay düzlemi üzerinde etkin, çözümlenmiş makaslama gerilmesinin (τ_i) doğrultusunda ve yönünde olduğu kabul edilir, 3) Faylarla ayrılmış bloklar arasında sürekli deformasyonun olmadığı, deformasyon sırasında fay düzlemi rotasyonlarının olmadığı ve kayma çizgileri üzerindeki atımın bağımsız ve fay genişliğinden küçük olduğu kabul edilmektedir. Böylece kaya kütesinin deformasyonu, faylar boyunca rijid blokların göreceli 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 fazın sonucunda ortaya çıkan, bağımsız kayma çizgilerinden elde edilebilir (Mercier ve diğ., 1991; Carey ve Mercier, 1987).

Her bir ölçülmüş kayma çizgisi (i) için, bir fay düzlemine uygulanan gerilme (σ_i), $\vec{\sigma}_i = \vec{\sigma}_{ni} + \vec{\tau}_i$ dir (Şekil 64). Yukarıda belirtilen hipotez, ön görülen atım vektörü (τ_i) ile gözlenen atım vektörü (s_i) arasındaki açının 0 olduğunu gösterir. $\vec{\tau}_i$ bileşenleri dört parametrenin fonksiyonudur. Bu parametreler, bir coğrafik referans noktasına göre üç ana gerilme doğrultusunu veren üç Euler açısı ve ana gerilmeler arasındaki (R) oranıdır;

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

σ_1 , σ_2 , σ_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.



Şekil 64. Metinde kullanılan simgeleri gösteren bir faya ait blok diyagramı. i: fay düzlemi, H: tavan blok, F: taban blok, \vec{s}_i : tavan bloğa göre taban bloğun hareket yönüne paralel atım vektörü, aynı zamanda ölçülmüş kayma çizgisi, \vec{n}_i : fay düzlemine normal vektör, $\vec{\sigma}_i$: fay düzlemine (i) uygulanan gerilme, $\vec{\sigma}_{ni}$: $\vec{\sigma}_i$ nin fay düzlemine dik bileşeni, $\vec{\tau}_i$: çözümlenmiş makaslama gerilmesi, $\vec{\sigma}_i$ nin fay düzlemi üzerindeki ortogonal izdüşümü, θ : fayın doğrultusuyla (h) atım vektörü (s) arasındaki açı (pitch), u: (\vec{s}_i, \vec{n}_i) düzlemine dik vektör (Carey ve Mercier, 1987).

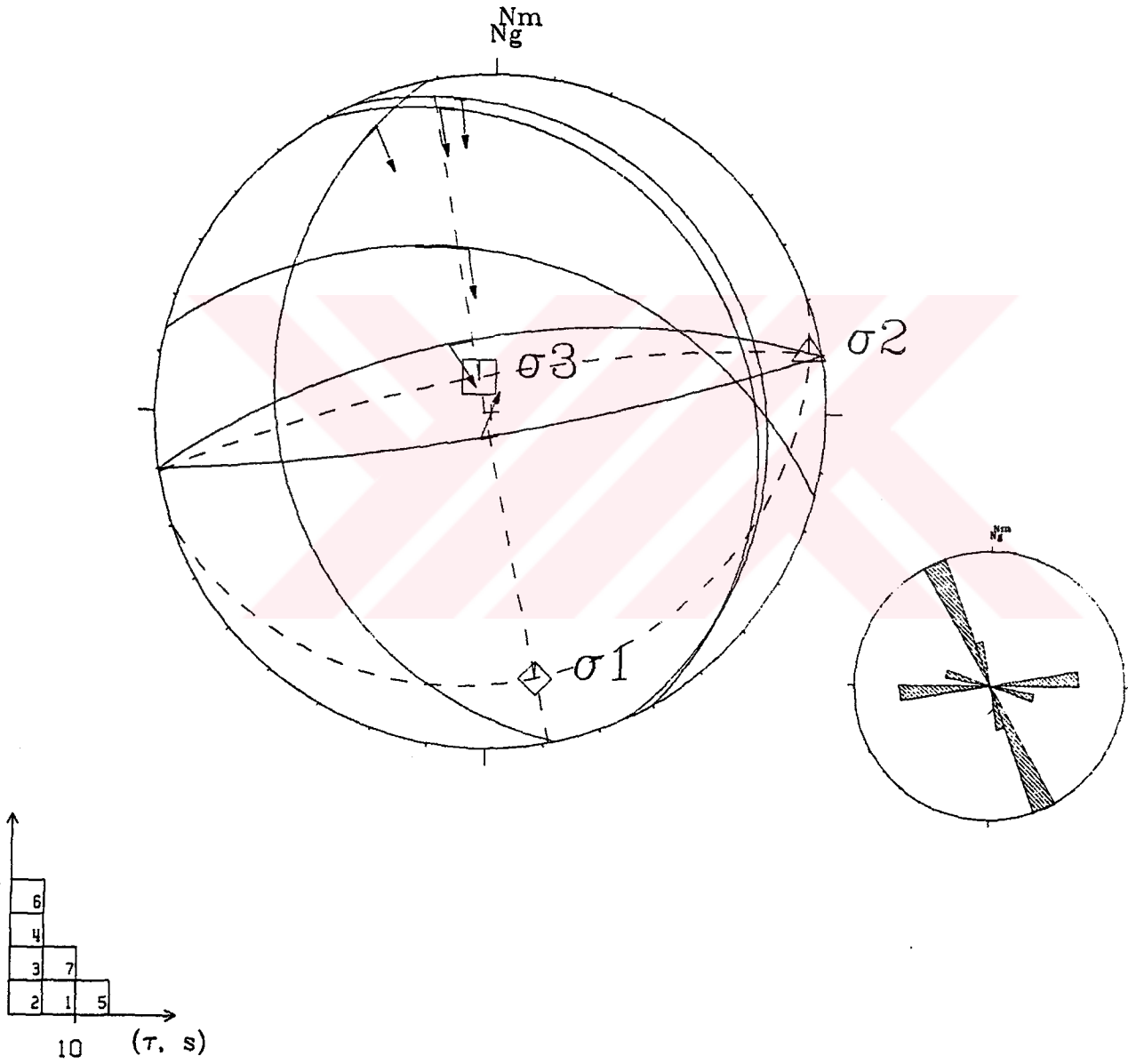
Yukarıda ana hatları verilen "Carey yöntemi" ile, inceleme alanının değişik kesimlerinde yer alan altı farklı lokasyondan (İstasyon 1-6) derlenen fay-atım verileri, Fransa'da Paris-Sud Üniversitesi CNRS Jeofizik ve Jeodinamik Laboratuvarında değerlendirilmiştir. Bu incelemeyle elde edilen diyagramlarda (Wulff ağı, alt yarı küre izdüşümü) ana gerilme yönlerinin durumu (dalım yönü ve miktarı) ($\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$), R oranı, (τ, s) histogramı ve fayların doğrultularına ait gül diyagramı yer almaktadır. R oranı, ana gerilme değerleri arasındaki oran olup, stres elipsoidinin şekli hakkında (sıkışma veya genişleme) bilgi vermektedir. (τ, 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. (τ, s) açısının ideal durumda sıfır olması gerektiğinden, hesaplamalarda açının oldukça küçük olmasına (genel olarak 20°'den daha az) dikkat edilmektedir.

İnceleme alanının güneybatısında yer alan İstasyon 1'e ait fay-atım verilerinin (Çizelge 1) Carey yöntemiyle değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçlar Şekil 65'de verilmiştir. Değerlendirme sonucunda en büyük asal gerilme ekseninin (σ_1) durumu (169, 12), ortaç asal gerilme ekseninin (σ_2) durumu (079, 02) ve en küçük asal gerilme ekseninin (σ_3) durumu (340, 77) olarak hesaplanmıştır (Asal gerilme eksenlerinin durumları dalım yönü ve dalım miktarı olarak verilmiştir). Bu değerler, en büyük ve ortaç asal gerilme eksenlerinin yaklaşık yatay, en küçük asal gerilme ekseninin de yaklaşık düşey olduğunu göstermektedir. R oranı ise 0.832 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler, 169 doğrultusunda sıkışmanın egemen olduğu, bindirme faylanması durumunu göstermektedir (Şekil 65).

İnceleme alanının orta kesiminde yer alan İstasyon 2'ye ait verilerin (Çizelge 2), Carey yöntemiyle değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar Şekil 66'da verilmiştir. Yörede, en büyük asal gerilme ekseninin (σ_1) durumu (039, 01), ortaç asal gerilme ekseninin (σ_2) durumu (129, 02) ve en küçük asal gerilme ekseninin (σ_3) durumu (279, 88) olarak saptanmıştır. Bu değerlere göre, en büyük ve ortaç gerilme eksenleri yatay, en küçük asal gerilme eksenine ise düşeydir. R oranı ise 0.158 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler, 039 doğrultusunda sıkışmanın egemen olduğu bindirme faylanmasını göstermektedir (Şekil 66).

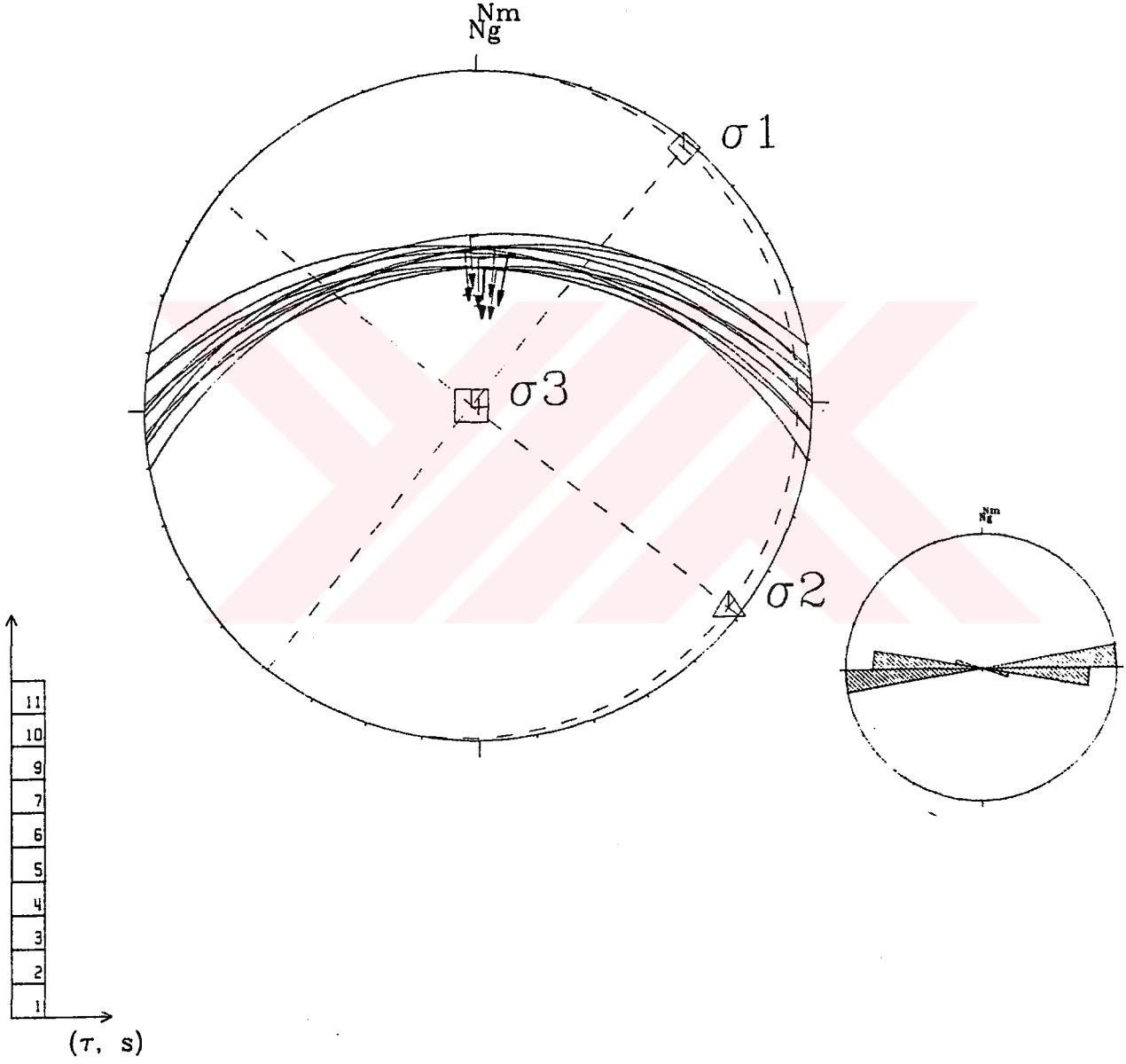
İnceleme alanının orta kesiminde yer alan İstasyon 3'e ait fay-atım verilerinin (Çizelge 3), Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucu elde edilen değerler Şekil 67'de verilmiştir.

σ_1 169. 12.
 σ_2 79. 2.
 σ_3 340. 77.



Şekil 65. İstasyon 1'e ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).

σ_1 39. 1.
 σ_2 129. 2.
 σ_3 279. 88.



Şekil 66. İstasyon 2'ye ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçların toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).

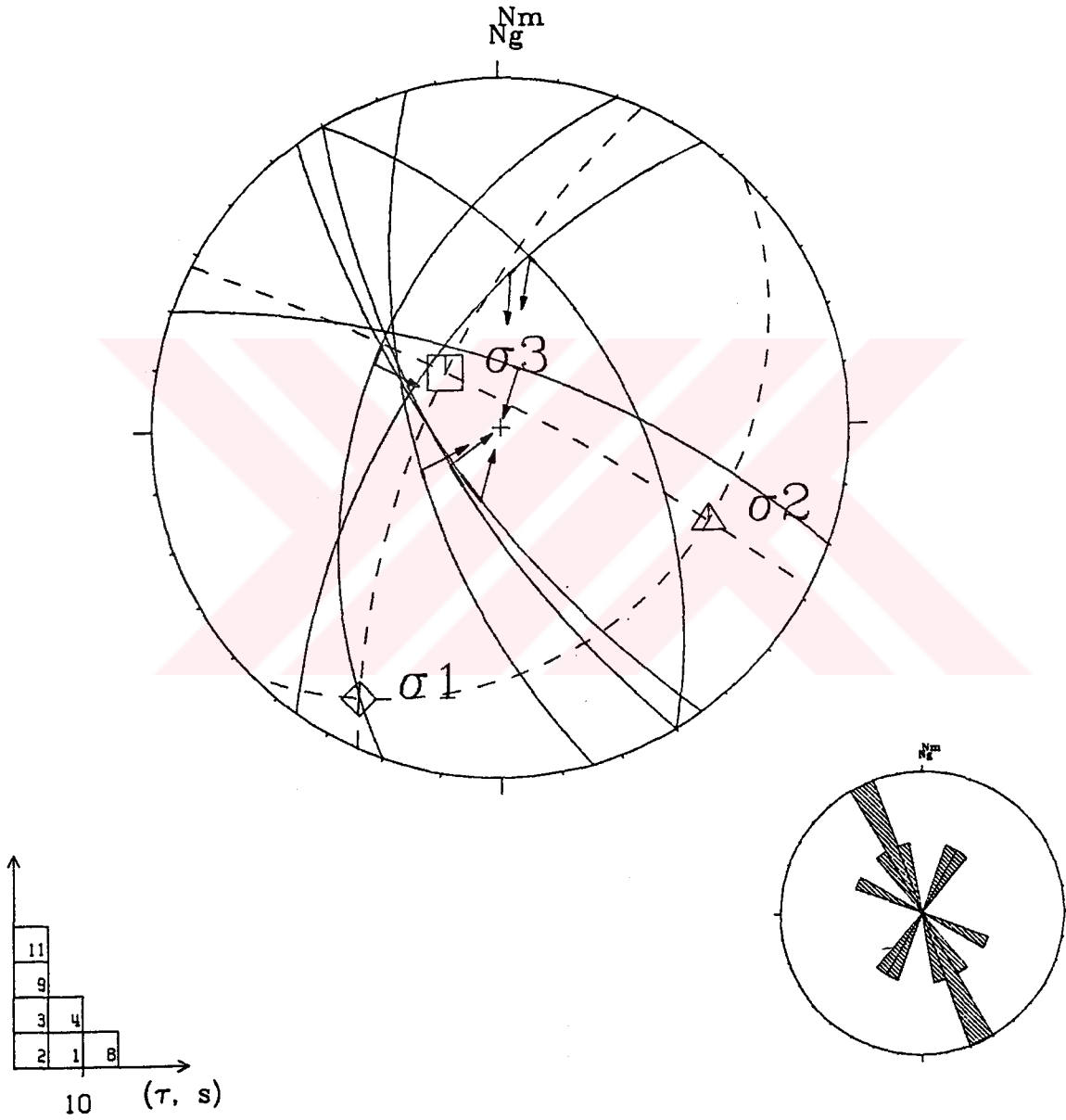
Değerlendirme sonucunda, en büyük asal gerilme ekseninin (σ_1) durumu (208, 08), ortaç asal gerilme ekseninin (σ_2) durumu (115, 24) ve en küçük asal gerilme ekseninin (σ_3) durumu ise (315, 65) olarak belirlenmiştir. R oranı 0.254 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler, en büyük ve ortaç asal gerilme eksenlerinin yaklaşık olarak yatay, en küçük asal gerilme ekseninin ise yaklaşık düşey olduğunu göstermektedir. Asal gerilme yönlerinin dağılımı, verev bileşenli bindirme faylanmasını göstermektedir. Egemen sıkıştırma doğrultusu 208 olarak belirlenmiştir (Şekil 67).

İnceleme alanının orta kesiminde yer alan İstasyon 4'e ait fay-atım verilerinin (Çizelge 4), Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen veriler Şekil 68'de görülmektedir. Yörede, en büyük asal gerilme ekseninin (σ_1) durumu (181, 30) ortaç asal gerilme ekseninin (σ_2) durumu (068, 34) ve en küçük asal gerilme yönünün (σ_3) durumu ise (302, 41) olarak saptanmıştır. Ana asal gerilmeler arasındaki oran R, 0.274 olarak hesaplanmıştır. Asal gerilme eksenlerinin durumları, verev bileşenli bindirme faylanmasını işaret etmektedir. Egemen sıkıştırma doğrultusu ise 181 olarak ortaya çıkmaktadır (Şekil 68).

İnceleme alanının güney kesimlerinde yüzeyleyen Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur kireçtaşından elde edilen fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi Şekil 69 ve 70'de görülmektedir. Karmaşık fay toplulukları içeren bu istasyonlardaki ölçümler, Carey yönteminde uygulanan (τ, s) histogramları yardımıyla ayırtlanmıştır. Bu ayırtlama ile, birbiriyle uyum sağlayan fay-atım verileri birlikte değerlendirilerek, şekillerde verilen sonuçlar elde edilmiştir.

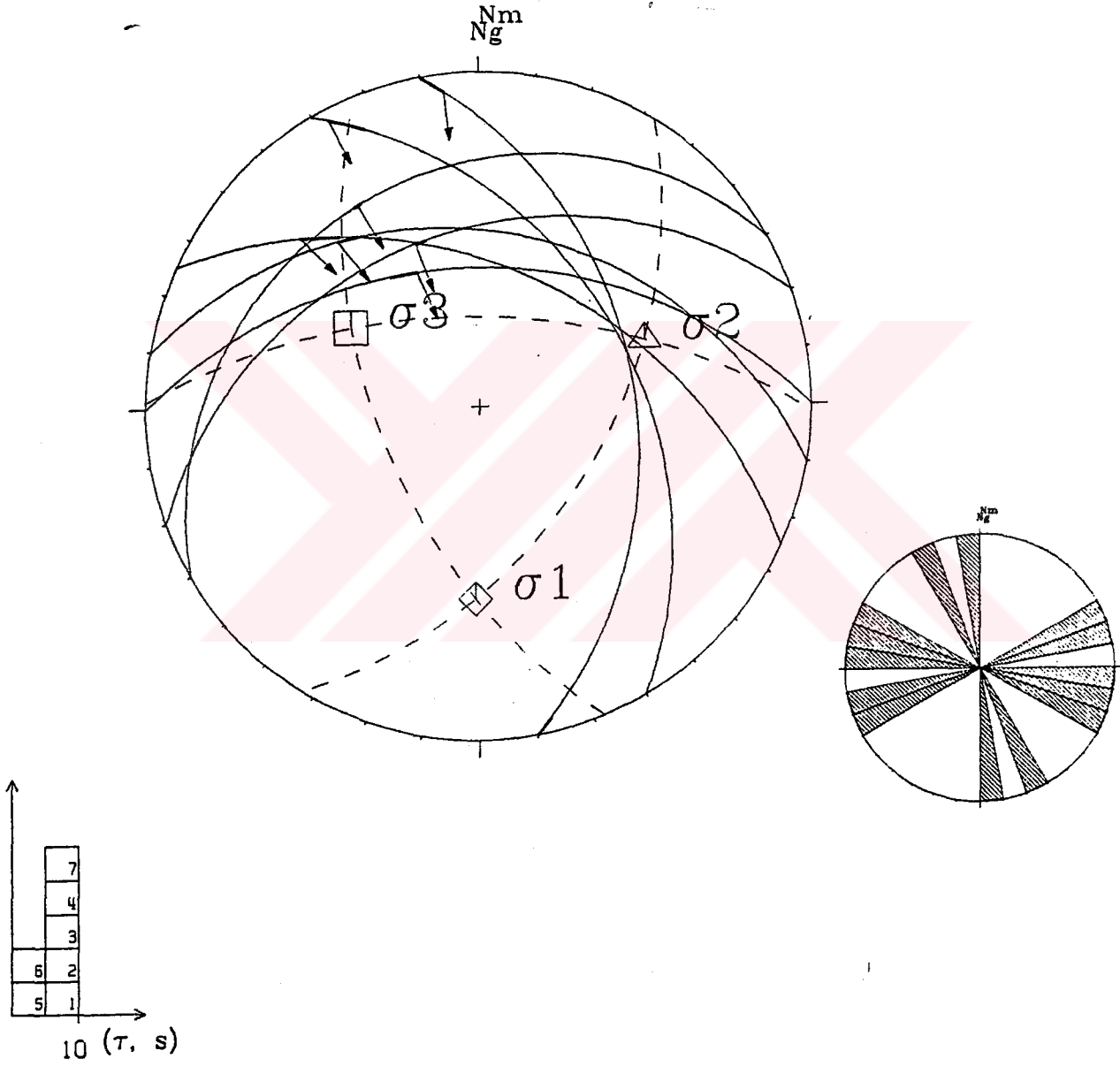
İstasyon 5'in değerlendirilmesinde Çizelge 5'de yer alan veriler kullanılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda, en büyük asal gerilme ekseninin (σ_1) durumu (317, 14), ortaç asal gerilme ekseninin (σ_2) durumu (219, 30) ve en küçük asal gerilme ekseninin (σ_3) durumu ise (069, 56) olarak saptanmıştır. R oranı ise 0.356'dır (Şekil 69). Bu veriler en büyük ve ortaç asal gerilme eksenlerinin yataya, en küçük asal gerilme ekseninin ise düşeye yakın olduğu bindirme faylanması durumuyla uyum sağlamaktadır. Egemen sıkıştırmanın doğrultusu ise 317'dir (Şekil 69).

σ_1 208. 8.
 σ_2 115. 24.
 σ_3 315. 65.



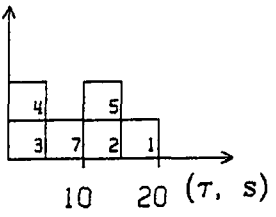
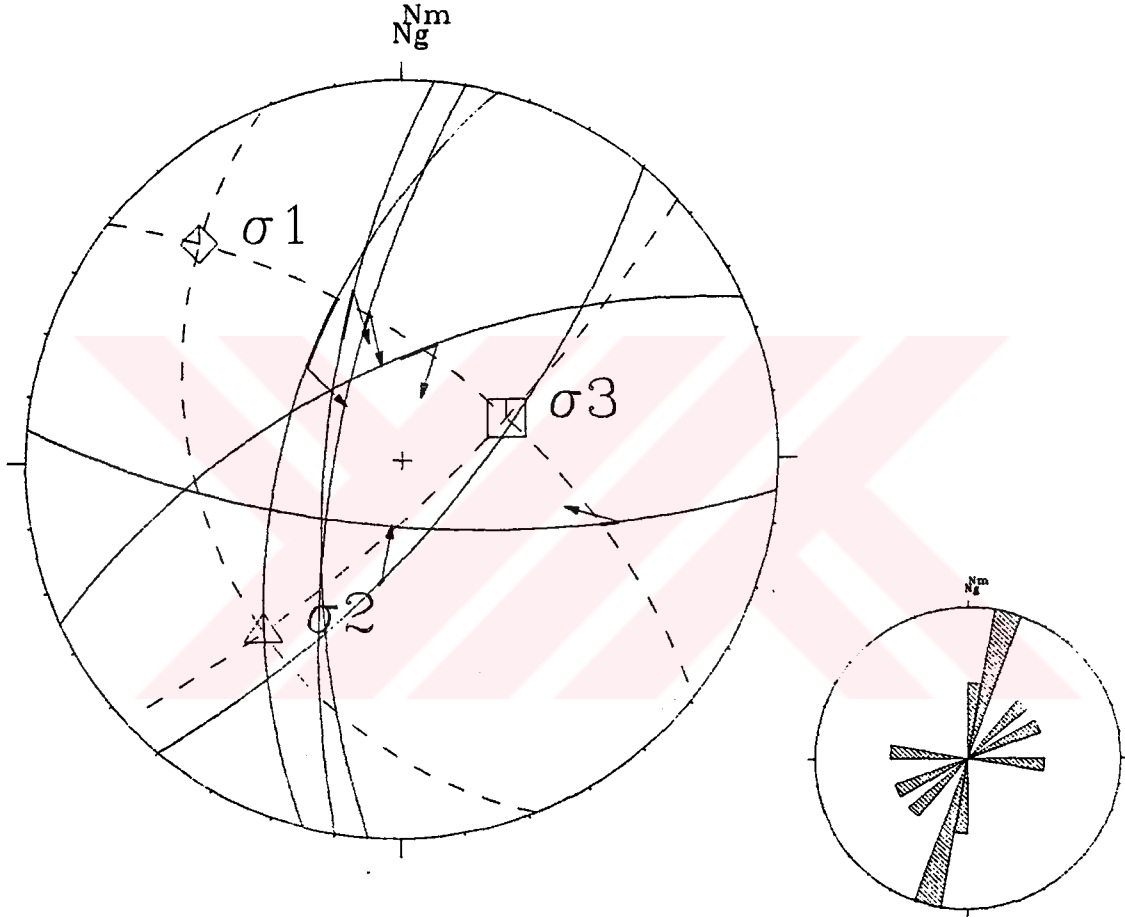
Şekil 67. İstasyon 3'e ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen verilerin toplu gösterimi (Wulff ağı alt yar küre).

σ_1 181. 30.
 σ_2 68. 34.
 σ_3 302. 41.



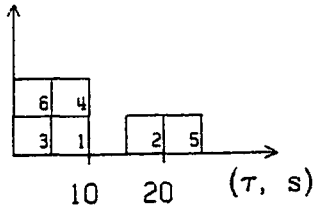
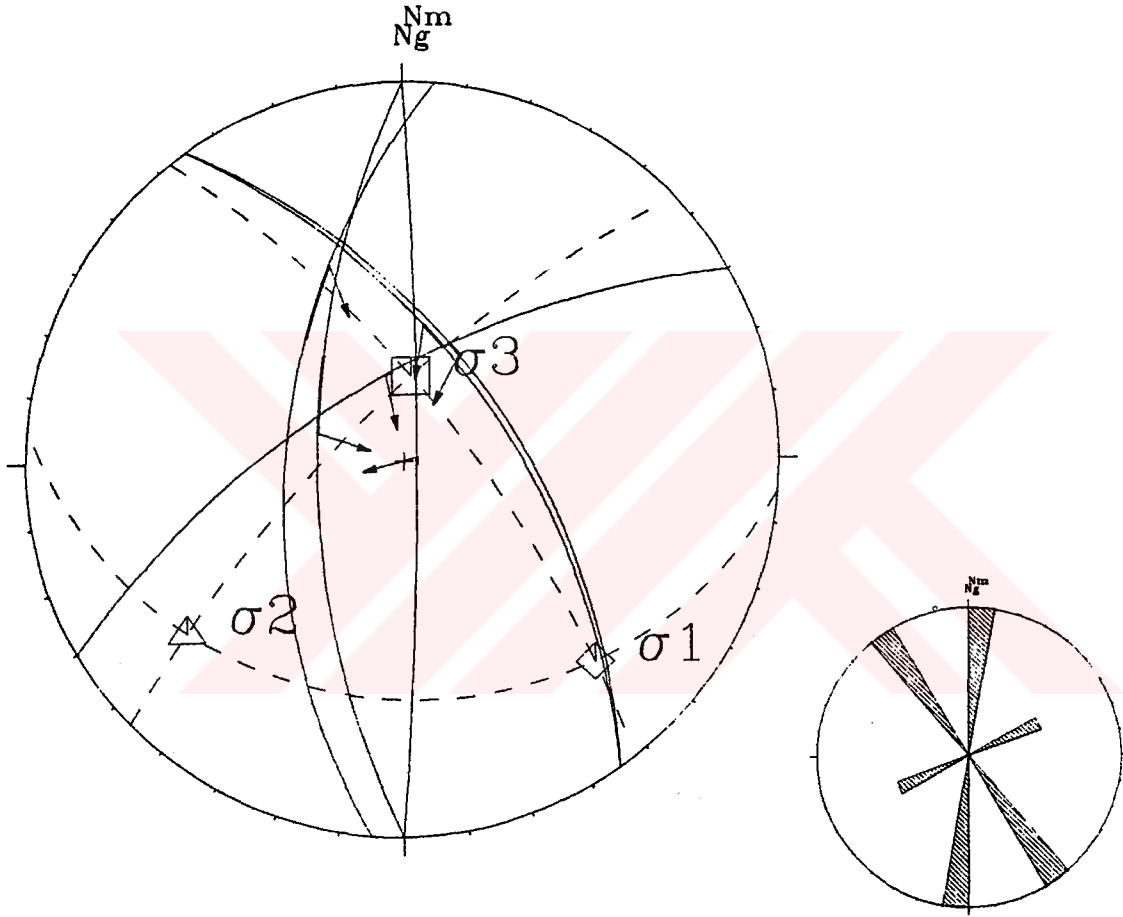
Şekil 68. İstasyon 4'e ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucu elde edilen verilerin toplu halde gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).

σ_1 317. 14.
 σ_2 219. 30.
 σ_3 69. 56.



Şekil 69. İstasyon 5'e ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen verilerin toplu gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).

σ_1 136. 17.
 σ_2 232. 18.
 σ_3 5. 65.



Şekil 70. İstasyon 6'ya ait fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda elde edilen verilerin toplu olarak gösterimi (Wulff ağı alt yarı küre).

İstasyon 6'dan elde edilen verilerin (Çizelge 6) değerlendirilme sonuçları Şekil 70'de görülmektedir. Burada, en büyük asal gerilme ekseninin (σ_1) durumu (136, 17), ortaç asal gerilme ekseninin (σ_2) durumu (232, 18) ve en küçük asal gerilme ekseninin (σ_3) durumu ise (005, 65) olarak belirlenmiştir. R oranı 0.023'tür. Bu veriler en büyük ve ortaç asal gerilme eksenlerinin yaklaşık yatay, en küçük asal gerilme ekseninin ise yaklaşık düşey olduğunu göstermektedir. Bu veriler, egemen sıkıştırma doğrultusunun 136 olduğu bindirme faylanması durumunu yansıtmaktadır (Şekil 70).

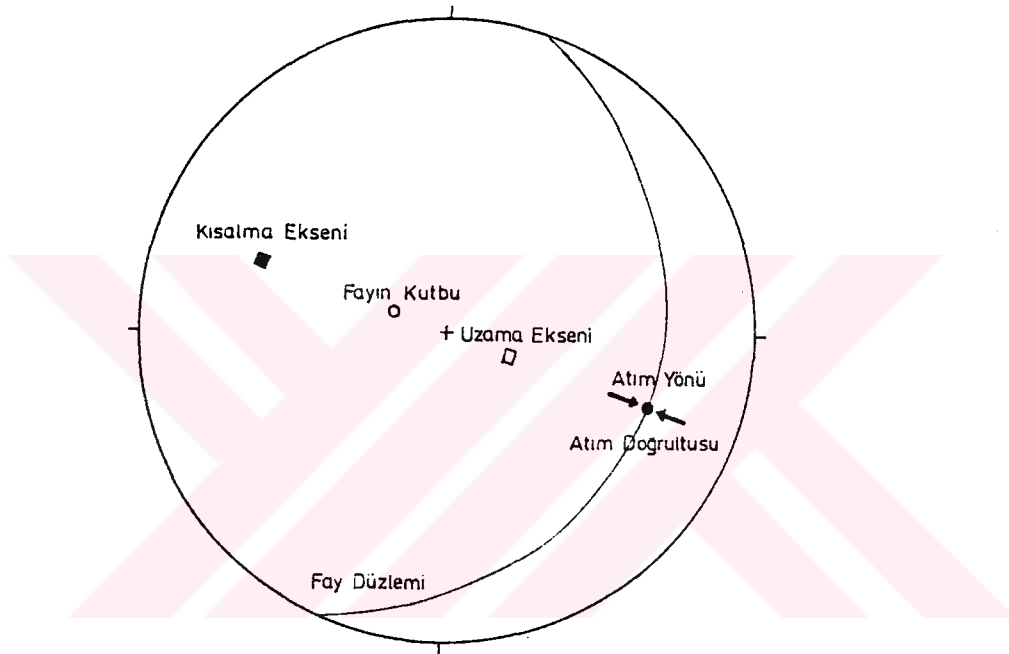
İnceleme alanının değişik kesimlerinde yer alan altı lokasyondan elde edilen fay-atım topluluklarının Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda saptanan veriler Çizelge 7'de toplu olarak gösterilmiştir. Çizelgeden, inceleme alanında gelişen bindirme sistemlerinin, KKB-GGD doğrultusunda etkiyen sıkıştırma gerilmesi altında geliştiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

İstasyon No	Ana Gerilme Yönleri			R oranı $R = \sigma_2 - \sigma_1 / \sigma_3 - \sigma_1$
	σ_1	σ_2	σ_3	
1	169, 12	079,02	340, 77	0.832
2	039, 01	129,02	279, 88	0.158
3	208, 08	115,24	315, 65	0.254
4	181, 30	068,34	302, 41	0.274
5	317,14	219,30	069, 56	0.356
6	136, 17	232,18	005, 65	0.023

Çizelge 7. İnceleme alanında yer alan altı değişik istasyondan elde edilen fay-atım verilerinin değerlendirilmesi sonucu saptanan ana asal gerilme yönlerinin durumunun ve R oranlarının toplu olarak gösterimi.

1.4.2.2.2. Fay-atım verilerinin grafiksel kinematik analiz yöntemiyle incelenmesi

Inceleme alanının değişik kesimlerinden derlenen fay-atım verilerinin dinamik kinematik analiz yöntemlerinden Carey yöntemiyle incelenmesinden sonra, aynı lokasyonlardan elde edilen fay, katman, yapraklanma düzlemleri ve kıvrım eksenlerinin birlikte değerlendirilmesi, grafiksel kinematik analiz yöntemiyle (Şekil 71) yapılmıştır.



Şekil 71. Fay-atım kinematiğinin geometrisi, stereografik izdüşüm. Kinematik eksenler, atım yönü ve fayın kutup noktası ortak bir düzlemde yer alır. Her bir kinematik eksen, fayın kutup noktası ve atım yönüyle 45°'lik açı yapmaktadır (Marret ve Allmendinger, 1990).

Grafiksel kinematik analiz yönteminin ana prensipleri: Yöntemin temelini iki kinematik ana eksen (kısalma (σ_1) ve uzama (σ_3)) içeren orta hareket düzleminin saptanması oluşturmaktadır. Orta hareket düzlemi (movement plane), her iki eksene paralel uzanan, atım vektörünü ve fay düzlemine dik vektörü (fay düzleminin kutup noktasını kapsayan) içeren düzlemdir. Fay düzlemi üzerindeki atım yönü, iki eksenin yerlerinin belirlenmesi için gereklidir (Şekil 71) (Marret ve Allmendinger, 1990).

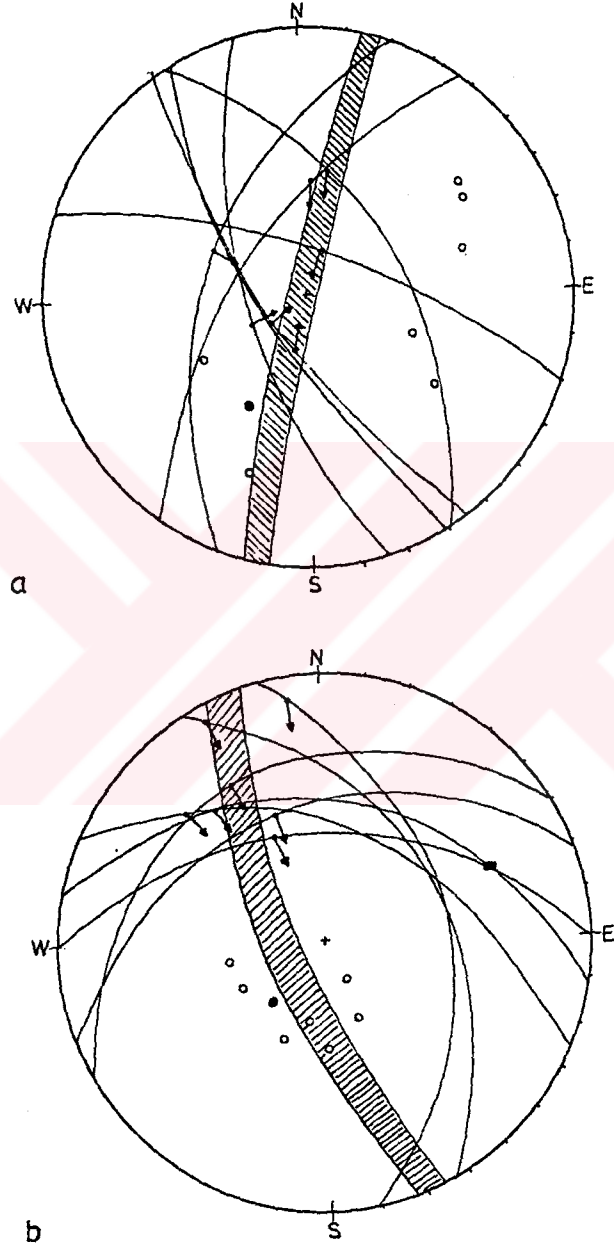
İnceleme alanının orta kesiminde yer alan İstasyon 1 ve 2'ye ait verilerin (Çizelge 1 ve 2) Wulff ağı alt yarı küre üzerine izdüşümü Şekil 72 a ve b'de verilmiştir. İstasyon 1'e ait stereografik izdüşümden ortaç hareket düzleminin doğrultusu 170 olarak saptanmıştır (Şekil 72a). Aynı düzlem içerisinde, yapraklanma düzleminin yer aldığı ve kıvrım eksenine dik olduğu, şekilden izlenebilmektedir. İstasyon 2'ye ait stereografik izdüşümden ortaç hareket düzleminin doğrultusu K-G olarak saptanmıştır (Şekil 72b).

İstasyon 3 ve 4'e ait Çizelge 3 ve 4'deki verilerle hazırlanan stereografik izdüşümler Şekil 73'de görülmektedir. İstasyon 3 için ortaç hareket düzleminin doğrultusu 015 olarak saptanmıştır. Aynı istasyon için ikinci bir hareket düzlemi 120 doğrultusunda ayırtlanabilir (Şekil 73 a). İstasyon 4'de saptanan ortaç hareket düzlemi 160 doğrultusunda yer alır ve kıvrım eksenine diktir (Şekil 73b).

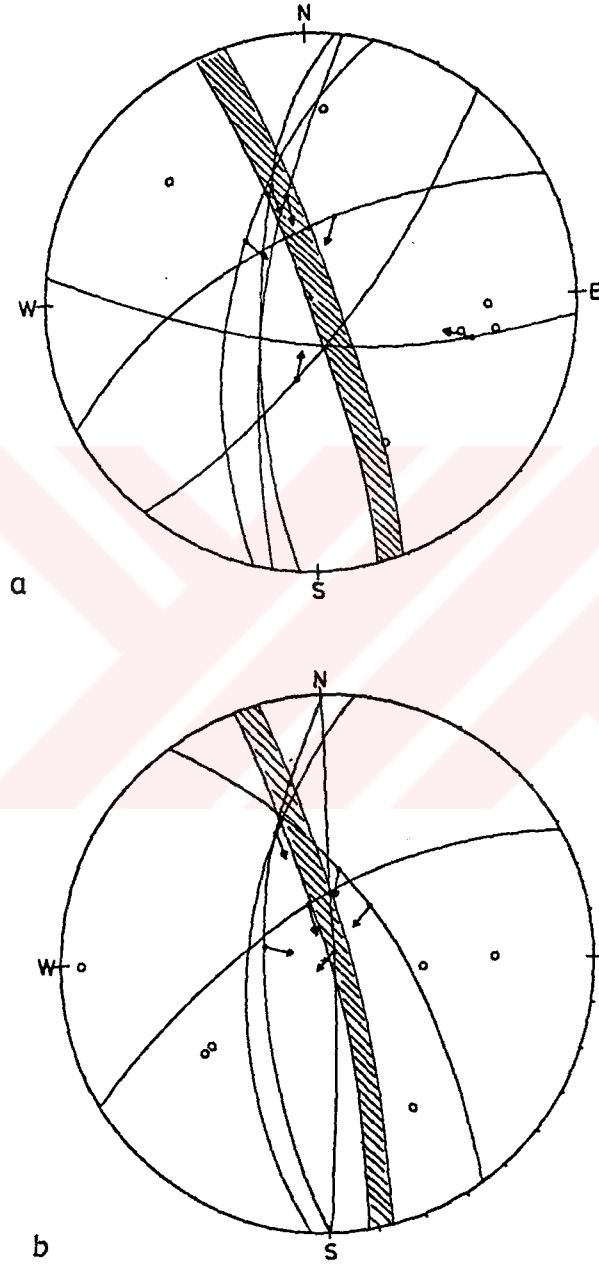
İstasyon 5 ve 6'ya ait Çizelge 5 ve 6'daki verilerin stereografik izdüşümleri Şekil 74'de verilmiştir. İstasyon 5'de ortaç hareket düzleminin doğrultusu 165 olarak belirlenmiştir. Aynı istasyon için ikinci bir düzlem 100 doğrultusunda ayırtlanabilir (Şekil 74a). İstasyon 6'da saptanan ortaç hareket düzlemi 170 doğrultusundadır. Aynı istasyonda bir başka hareket düzlemi 100 doğrultusunda yer almaktadır (Şekil 74 b).

Yukarıda, hem dinamik hem de grafiksel kinematik analiz yöntemleriyle, inceleme alanının altı değişik kesiminden derlenen verilerin değerlendirilmesi, düzenli olarak genel KKB-GGD doğrultusunda egemen sıkışma yönünün ve ortaç hareket düzleminin yer aldığını göstermektedir (Şekil 25). Bununla birlikte, 100 ve 120 doğrultularında verev atım bileşenlerinin varlığı da ortaya çıkmaktadır. Bu tür doğrultu atım veya normal atım bileşenleri, kıvrım-bindirme kuşaklarında gelişebilmektedir (Guezou ve diğ., 1991).

İnceleme alanının da bulunduğu, Kuzey Anadolu Fay Zonunun doğu kesiminde son yapılan çalışmalardan Kiratzi (1993), sismik verilerin analizi yoluyla 076 doğrultulu genişleme ve 166 doğrultulu sıkışma yönlerini belirlemiştir. Bu verilerle, inceleme alanında elde edilen asal gerilme yönleri uyum içerisindedir.



Şekil 73. a) İstasyon 3 ve b) İstasyon 4'e ait verilerin stereografik izdüşümü (Wulff ağı alt yarı küre). Açıklamalar için şekil 72'ye bakınız.



Şekil 74. a) İstasyon 5 ve b) İstasyon 6'ya ait verilerin stereografik izdüşümü (Wulff ağı alt yarı küre). Açıklamalar için şekil 72'ye bakınız.

1.4.3. Kemah (Erzincan) Yöresinde Bindirmelerin ve Dengelenmiş Enine Kesitin (Balanced Cross-section) Gelişim Sekansı

İnceleme alanında gelişen bindirme sistemlerinin ayrıntılı geometrik incelemesinden yararlanarak, bölgede hazırlanan bir enine jeolojik kesit (Şekil 26 Kesit CC') üzerinde bindirme gelişim sekansının ve bölgesel kısalma miktarının saptanması amacıyla dengeleme denemesi yapılmıştır. Kesitin dengelenmesi amacıyla yapılan restorasyon çalışmasına geçmeden önce, dengelenmiş enine kesitlerin genel özellikleri incelenmiştir.

1.4.3.1. Dengelenmiş enine kesitlerin genel özellikleri

Kıvrım-bindirme kuşaklarında son yıllarda yapılan çalışmalarda, orojenik kuşağın kısalma miktarının belirlenmesi ve genel tektonik deformasyon biçiminin ortaya konulmasında, dengelenmiş enine kesitler önemli yer tutmaktadır. Dengelenmiş enine kesitlerin gelişimi, petrol aramacılığındaki gelişmelere koşut olarak 1960'lı yıllarda başlamıştır. Özellikle Kanada'nın Rocky dağlarında yapılan petrol amaçlı çalışmalar, bu konuda önemli gelişme sağlamıştır (Dahlstrom, 1969;1970). Daha sonraki yıllarda bir çok araştırmacı tarafından dengelenmiş enine kesitler üzerinde; uygulama yöntemleri, kıvrım ve fay geometrileri arasındaki ilişkiler, yöntemin uygulanmasında ortaya çıkan sorunları konu alan çalışmalar yapılmıştır (Hossack, 1979; Boyer ve Elliott, 1982; Suppe, 1983; Woodward ve diğ., 1985; Butler, 1982, 1987; Menard, 1988; Schirmer, 1988; De Poor,1988; Mitra ve Namson, 1989; Morley, 1988,1992; vd.).

Dengelenmiş enine kesit, jeolojik yapıların son şekillerinden, olası ilksel konumlarının belirlenmesini sağlamayı amaçlayan deneştirimsel enine kesitlerdir (Menard, 1988). Bir dengelenmiş enine kesit, tam anlamıyla gerçek değildir, daha çok gerekçeli verilerle tamamlanmış basit bir modeldir. Bu nedenle doğruya yakın benzerlik gösterir. Dengelenmiş enine kesitler, ön ülke kıvrım ve bindirme kuşaklarındaki deformasyonu açık olarak gösterirler (Woodward ve diğ., 1985).

Herhangi bir enine kesitin dengelenebilmesi olanaklı değildir. Dengelenecek enine kesitin belli bazı özellikleri taşıması gerekmektedir. Bu nedenle, dengelenmiş enine kesit hazırlanmasında öncelikle sağlanması gereken temel koşullar ve ön kabuller şunlardır;

1) Enine kesit, bölgesel kısalma yönüne (veya ortaç hareket düzlemine) paralel olarak oluşturulmalıdır. Kesit güzergahının belirlenmesinde çeşitli pratik yöntemler Woodwad ve diğ., (1985) tarafından verilmiştir. Bunlar, ana tektonik hatlara (kıvrım

eksenleri, bindirmeler vb.) dik olan yönün seçimi (row and bow kuralı, Elliott (1976)), küçük ölçekli kıvrım eksenlerinin stereografik izdüşümü ile ortaç düzlemin saptanması, minör fay-atım topluluklarının analiziyle ortaç hareket düzleminin belirlenmesi başlıcalarıdır.

2) Deformasyon sırasında kaya hacminde bir değişim olmadığı kabul edilmektedir.

3) Enine kesit düzlemine dik olarak herhangi bir deformasyonun olmadığı kabul edilmektedir. Bu ön koşullardan, deformasyon sırasında kesit düzleminin korunduğu çıkarılmaktadır (Menard, 1988).

Bu kabullerin yanı sıra hazırlanacak enine kesitte kullanılacak stratigrafik verilerin derlenmesi gerekmektedir. Enine kesitte gösterilen birimlerin gerçek kalınlıkları, yanal kalınlık ve fasiyes değişimleri, kesit üzerinde ayrıntılı yapısal yüzey verilerinin, sondaj ve jeofizik verilerinin kesite aktarılması gerekmektedir.

Dengelenen enine kesit, mümkün olduğunca deforme olmamış ön ülkeye doğru uzatılmalıdır. Kesiti sınırlayan sabitleme noktası (pin line) bu yörede yer almalıdır (Woodward ve diğ., 1985). Enine kesitin restorasyonu, ön ülkeden geri ülkeye doğru yapılmalıdır. Bu nedenle sabitleme noktası, tüm kesitin restorasyonunda referans nokta olarak yer alır (Woodward ve diğ., 1985).

Dengelenmiş enine kesitlerin hazırlanmasında kullanılan yöntemlerden ikisi geniş kullanıma sahiptir. Bunlar; 1) Eşit alan dengeleme yöntemi (equal-area balancing); 2) Bir kılavuz seviye yardımıyla dengeleme yöntemi (line length balancing of a key-bed) (Woodward ve diğ., 1985; Mitra ve Namson, 1989).

1) Eşit alan dengelenmesinde, iki farklı yol izlenmektedir. Bunlar; a) bölgesel kısalma miktarının ve ilksel konumun belirlenmesi amacıyla katmanların restorasyonu, b) taban bindirme fayının (détachement fayı) derinliğinin ve bölgesel kısalma miktarının belirlenmesi amacıyla alan ölçümü (excess area). Her iki yol da, alan korunması ilkesini kabul eder ve kesit düzlemi dışına hareketle ve hacim kaybıyla, alan kaybının olmadığını gözönüne alır (Mitra ve Namson, 1989).

2) Bir kılavuz seviye yardımıyla dengelemede, enine kesitte yer alan devamlı bir kılavuz seviyenin, ana bindirme fayları arasındaki genişliklerinin, ön ülkeden geri ülkeye doğru ölçümüyle, ilksel kesit elde edilebilir. Ayrıca aynı kesit üzerinde, eşit alan ve kılavuz seviye dengelemesinin birlikte kullanılmasıyla daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilmektedir (Mitra ve Namson, 1989).

I.4.3.2. Kemah (Erzincan) yöresinde dengelenmiş enine kesit restorasyonu ve hazırlanması

Kemah yöresinde, Sivas Tersiyer havzasının genel tektonik deformasyon biçiminin ve kısalma miktarının belirlenmesi amacıyla Şekil 26'da yer alan Kesit CC' restore edilerek dengelenmeye çalışılmıştır. Kesit CC' (Şekil 28), inceleme alanının orta kesiminde, Kemah ilçe merkezinin kuzeyindeki Kömür çay vadisi boyunca yüzeyleyen doğal enine kesiti içermektedir. Kesit, tektonik bölümünde ayrıntılı olarak incelenen altı tektonik üniteyi içermekte olup, oldukça ayrıntılı verileri kapsamaktadır.

Dengelenmesi yapılan Kesit CC' nün doğrultusu, bölgede yapılan minör fay-atım topluluklarının analizi ile elde edilen, KKB-GGD doğrultulu ortaç hareket düzlemine (bölgesel kısalma yönü) paralel olarak yer alır (Ek 1; Şekil 25).

Kesitin gerçek dengelenmesinin yapılmasını güçleştiren bir çok faktör vardır. Bunlardan birincisi, stratigrafik kalınlıkların tam olarak bilinmemesidir. Kesitte yer alan kaya birimlerinin bir kısmının karasal fasiyeslerde gelişmiş olması, sığ denizel kaya birimlerinde yersel resif oluşumlarına bağlı fasiyes ve kalınlık değişimleri, stratigrafik kalınlığın tüm kesitte korunmasını güçleştirmektedir. Kesitte dengelemede kullanılan kılavuz seviye olarak seçilen Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının kalınlığı, havzanın güney kenarında Kemah ilçe merkezi çevresinde 50-60 m iken, kuzeye doğru kalınlık 5 metreye değin düşmektedir. Üniteler arasında Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla ve Dutlu formasyonlarının yanal geçişlerinin ve stratigrafik ilişkilerinin gözlenmemesi de, bir başka sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Dengelemenin yapılmasında ikinci önemli sorun, enine kesitin sınırlı derinliği ve yapıların yanal değişimlerinin saptanması olarak belirlemektedir. Ayrıca, dengelenmiş ve restore edilmiş enine kesite uygulanması gereken, bindirmeler veya fay setleri boyunca gelişen hareket transfer mekanizmasının seçimi de önem taşımaktadır.

Kesitin dengelenmesi amacıyla Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı seçilmiştir. Kesit CC' üzerinde yüzeyleyen üniteler arasında ortak seviye olan birim, bindirmeler arasındaki genişliğinin ölçülmesiyle (line-length) kısalma miktarının hesaplanmasında kullanılan kılavuz seviyeyi oluşturmaktadır.

Sabitlenme noktası (pin line), kesitin güneyinde, bindirme sistemlerinin ön ülkesinde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının, Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu üzerinde stratigrafik dokanakla yer aldığı kesimden belirlenmiştir (Şekil 75).

Enine kesite uygulanacak dengeleme sekansı, bazı güçlükleri içermektedir.

Kesitteki bindirme sistemlerinin, öne gelişim (piggy-back) sekansı ile geliştiğini kabul etmekteyiz. Ön ülke deformasyon kuşaklarında, genel olarak izlenen gelişim sekansının piggy-back sekansı olduğu, bir çok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Boyer ve Elliott, 1982; Butler, 1982, 1987; Woodward ve diğ., 1985). Bununla birlikte, Kesit CC' ünde Ünite II'nin tabanında yer alan Tuzla bindirmesinin gelişimi, yörede kuzeyden yeni hareketlerle ilgili sıra dışı bindirme (out of sequence thrust, Morley, 1988; 1992) gelişimiyle ilişkilidir. Başka bir deyişle, Ünite I'nin tabanında Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının deformasyonu. Tuzla bindirmesinden bağımsız gelişmiştir (Şekil 75 B). Sıra dışı bindirmeler, orojenik kuşağın genel bindirme-kıvrımlanma sistemiyle uyum sağlamayan, kuşağın geç kalınlaşmasını gösteren bindirme faylarıdır. Bu faylar başlıca üç şekilde gelişmektedir; 1) Önceki kıvrım ve bindirmeleri kesen tamamen yeni bindirmelerin gelişimi, 2) Eski bindirmelerin yeniden hareketlenmesi, 3) Kısmen eski bindirmeleri kullanan yeni bindirmelerin gelişimi (Morley, 1988).

Kesitte yer alan Ünite III'ün güney ön kenarında yer alan Çörençilsalı tepe bindirmesinin tabanında gelişen bindirmelerin geometrik özellikleri ve konumları, sıra dışı bindirme gelişimini göstermektedir. Bu bindirmelerin gelişimi, yersel geriye doğru gelişim sekansı (break-back, Butler, 1987) açıklanmıştır (Şekil 75 A). Enine kesitin tabanında yer alan, Oligosen (?) yaşlı Kuşlu formasyonu içerisinde, Akpur dupleksinin gelişimi de yine bölgede gelişen geç hareketlerle ortaya çıkan, sıra dışı bindirmelerle ilişkili olarak gözükmektedir (Şekil 75 B).

Yukarıda genel olarak değinilen özellikler gözönünde bulundurularak, Şekil 75'de verilen kesitin restorasyonu gerçekleştirilebilir. Ünite I'nin tabanında yer alan Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşını uyumlu olarak üstleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Tuzla formasyonu içerisinde bindirme gelişimini gösterir verilerin olmayışı, tabanda gelişen ikincil bindirme fayları arasındaki uzaklığın belirlenmesini engellemektedir. Sultanmelek kireçtaşının, kesitin güney kenarında yer alan Kemah çevresinde imbrike fan oluşturan deformasyon biçiminden, daha kuzeyde, Tuzla formasyonunun tabanında, birim içerisinde kör imbrike fan sisteminin (Dunne ve Ferrill, 1988) gelişebileceği düşünülebilir. Bu durumda problem, kör imbrike fan sistemi içerisindeki ikincil faylar arasındaki uzaklık olarak ortaya çıkmaktadır. Kesitte olası olarak üç ikincil fay yerleştirilmiştir (Şekil 75 A, B).

Kesitin restorasyonunda ikinci olarak, Ünite II içerisinde yer alan Sultanmelek kireçtaşının genişliğinin ölçülmesi ve Kömür bindirmesinin ilksel konumuna yerleştirilmesi

gerekmektedir. Kömür bindirmesinin tavan bloğunda gelişen fay-büklüm (fault-bend fold, Jamison, 1987) kıvrımının ön kenarında, Sultanmelek kireçtaşının Kömür bindirmesi ile olan arakesiti (hangingwall cut-off) ile, Ünite I'nin kuzey kenarında, Kömür bindirmesinin taban bloğundaki arakesit noktasının (footwall cut-off) karşı karşıya getirilmesi gerekmektedir (Şekil 75 B,C). Sultanmelek kireçtaşının tabanında yer alan Taşbulak ve Kuşlu formasyonları ile, tavanında yer alan Kömür ve Dutlu formasyonlarının kalınlıkları, kesit güzergahı boyunca ve inceleme alanının değişik kesimlerinden hazırlanan ölçülü stratigrafi kesitlerinden (Bölüm I.3) yararlanılarak belirlenmiştir.

Üçüncü aşama olarak, Ünite III'e, yukarıda Ünite II'de olduğu gibi aynı ölçüm yönteminin uygulaması yapılmıştır. Ünite III'ün ön kenarındaki sıra dışı bindirmelerin (OST) geç sıra dışı bindirmeler olduğu düşünülerek, Şekil 75 C'de gösterilmiştir. Bu ünite, Ünite II'nin genel stratigrafik dizilimine ek olarak, Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonunun tavanında yer alan bazalt seviyesi belirtilebilir. Kesitte, bindirme sistemlerinin taban bindirme fayını (détachement) oluşturan Taşbulak formasyonunun taban seviyesinden ayrılan Çörençilsalı tepe bindirmesinin gelişimi Şekil 75 C ve D'de gösterilmiştir.

Kesitte yer alan tüm bindirme sistemlerini kuzeyden sınırlayan ve Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltının tabanında gelişen, tavan bindirme fayı (roof thrust) konumundaki Karadağ bindirmesinin, taban bloğunda gelişen bindirmeler Şekil 75 D ve E'de gösterilmiştir. Bu bindirmeye bağlı olarak, önce iki farklı bindirme seviyesinin gelişimi gerçekleşmiştir. Bunlardan birincisi, Oligosen (?) yaşlı Taşbulak ve Kuşlu formasyonlarının dokanağı boyunca, ikincisi ise Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının tabanında yer almaktadır. Sultanmelek kireçtaşının tabanında Ünite II ve III içerisinde bindirme gelişimini gösterir açık veriler yoktur. Ünite I içerisinde böyle bir bindirme seviyesinin gelişimi, kuzeyden Kömür bindirmesinin gelişimi ile ilgili olmalıdır. Dutlu bindirmesi, taban bindirme fayı seviyesinden, üst dayanımlı seviyeleri izleyerek tipik ramp-düzlük (ramp-flat) geometrisini izleyerek oluşurken, tavanında Sultanmelek kireçtaşının tabanı boyunca bindirme gelişimiyle ilişkili imbrikasyon, Alt Miyosen yaşlı Kömür formasyonunu da içerecek şekilde gelişecektir. Bu imbrikasyon içerisinde ikincil fayların sayısı tam olarak bilinmediğinden (kesitte sadece sahada ayırtılabilenler gösterilmiştir), kısalma miktarının hesaplanmasında gözönünde tutulması gereken kayıplardan birisini oluşturmaktadır. Ünite IV'de, inceleme alanında genel olarak Kömür formasyonunun tavanında uyumlu olarak yer alan Dutlu formasyonunun yüzeylememesi, Dutlu formasyonunun kuzeye doğru incelenerek sonlanması ile ilişkilidir.

Kesitin kuzey kenarında yer alan Karadağ bindirmesinin tabanında yer alan kaya birimlerinde, ilk oluşan bindirme seviyesinin Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonun tabanında seçilmesi, inceleme alanındaki genel gözlemlere göre yapılmıştır. Kalın katmanlı kumtaşlarından oluşan Taşbulak formasyonu ile tabanında yer alan ve jips seviyeleri içeren silttaşı, kumtaşı ardalanmasıyla temsil edilen Kuşlu formasyonunun dokanağı, böyle bir taban bindirme fayının gelişimi için en uygun seviyeyi oluşturmaktadır. Ayrıca, kuzeyde yer alan ana bindirmeler boyunca jips tektonik dilimlerinin de yüzeylenmesi (Dutlu bindirmesi, Şekil 75 A, B, C, D), bu görüşü doğrulamaktadır. İnceleme alanının güneybatısında, Kuşlu bindirmesinin tabanında yer alan Boğaziçi bindirmesinin ise daha sonra geliştiği düşünülmektedir.

Sivas Tersiyer havzası kayalarını kuzeyden sınırlayan, tavan bindirmesi konumundaki Karadağ bindirmesi boyunca, inceleme alanının kuzey kenarı boyunca, ince serpantin tektonik dilimlerinin yüzeylenmesi, Karadağ bindirmesinin, Karadağ bazaltı ile tabanında yer alan Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığının dokanağı boyunca geliştiğini belirtmektedir. Ayrıca, kuzeyde yer alan tavan bindirme örtülerinin tabanında, serpantin tektonik dilimlerinin yüzeylenmesi, tavan bindirme sisteminin ofiyolitli karışık ile örtü kayalarının (Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonu, Üst Kretase yaşlı Karadağ bazaltı ve Sütçinar formasyonu) dokanağı boyunca gelişen taban bindirme fayının, tavanında geliştiğini göstermektedir.

Şekil 75'de dengelenmeye çalışılan Kesit CC' üzerinde incelenen ve Sivas Tersiyer havzasının en doğu ucundaki tektonik deformasyon biçimini yansıtan, yukarıda verilen özellikler, havza kayalarının, genel dupleks bindirme sistemi içerisinde yer aldığını ortaya koymaktadır. Böyle bir dupleks sisteminin taban bindirme fayını, Oligosen (?) yaşlı Taşbulak formasyonunun tabanında yer alan bindirme fayı (détachement), tavan bindirmesini ise Dutlu bindirmesi oluşturur. Bu iki ana bindirme fayı arasında gelişen Kömür ve Çörençilsalı tepe bindirmeleri ise ikincil bağlayıcı fayları oluşturmaktadır. Bu dupleks bindirme sistemi, daha sonra gelişen sıra dışı bindirmelerle (Ünite II ve III'ün güney kenarı) kesilerek ve yeniden kıvrımlanarak son karmaşık şeklini almıştır (Şekil 75).

1.4.3.3. Dengelenmiş enine kesit yardımıyla kısalma miktarının saptanması

Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının kılavuz seviye olarak seçilmesiyle hazırlanan, dengelenmiş enine kesit denemesi üzerinde elde edilen verilerle, kısalma miktarı

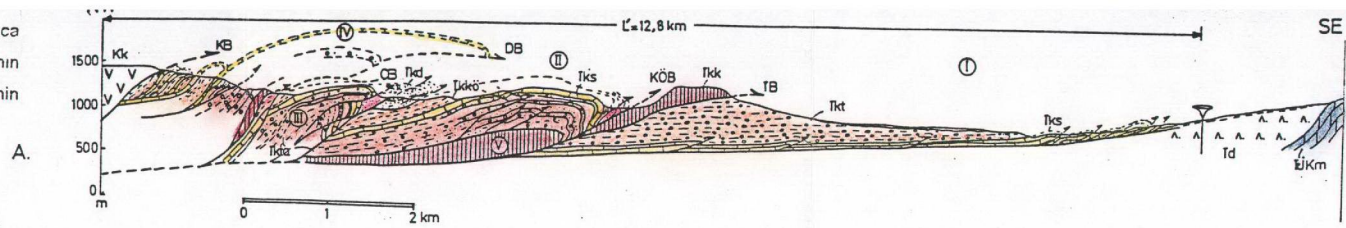
hesaplanmıştır (Şekil 75). Bu verilerden, son deforme kesitin genişliği $L' = 12.8$ km (Şekil 75 A) ve ilksel kesit genişliği $L_0 = 21.5$ km (Şekil 75 E) kullanılarak, kısalma miktarı (S) ve % kısalma oranı (%S) hesaplanabilir;

$$\text{Kısalma (S)} = L_0 - L' = 21.5 \text{ km} - 12.8 \text{ km} = 8.7 \text{ km}$$

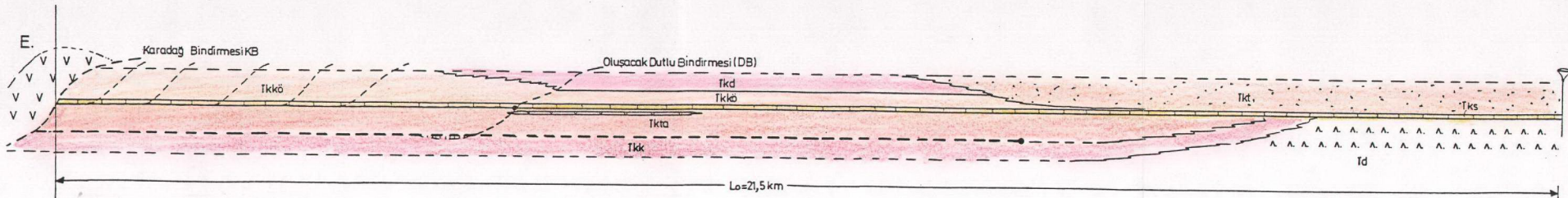
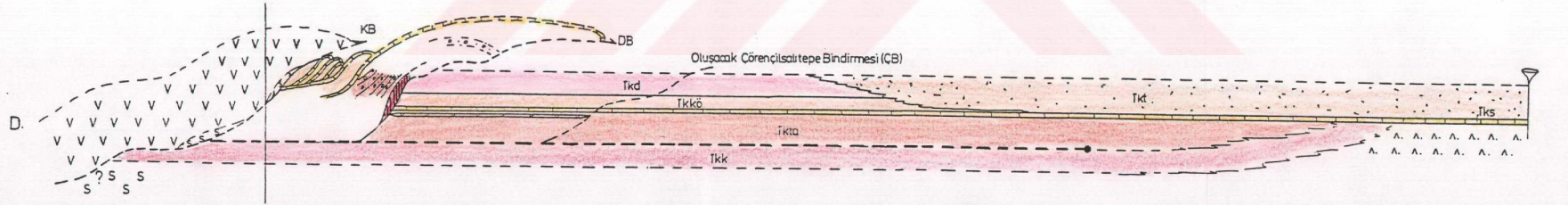
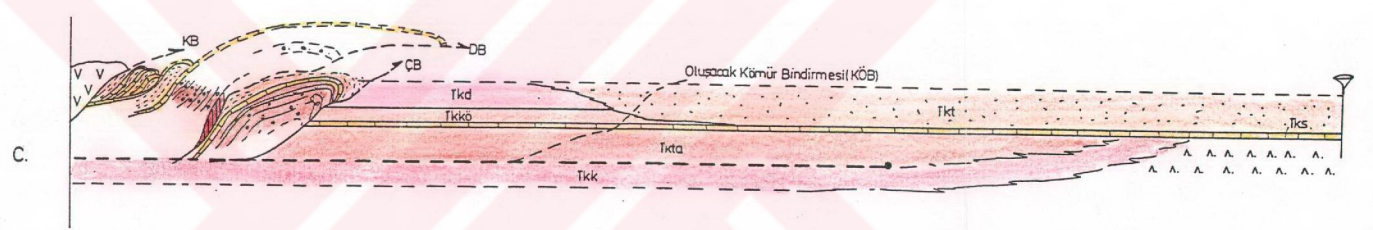
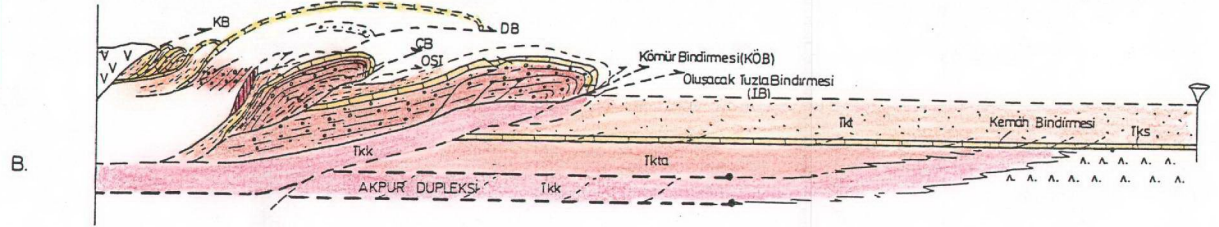
$$\% \text{ Kısalma (\%S)} = L_0 - L' / L_0 \cdot 100 = 8.7 \text{ km} / 21.5 \text{ km} \cdot 100 = \% 40$$

Yukarıda elde edilen bu değerler, minimum kısalma miktarını yansıtmakta olup, bu değerlere kesitin restorasyonu sırasında gözönüne alınmayan bazı faktörlerden dolayı ortaya çıkan kayıplar eklendiğinde, bu oran % 52'ye değin ulaşabilmektedir (Temiz ve diğ., 1993). Bu faktörlerden en önemlisi, sıra dışı bindirme sekansının kesitin alt kesimine daha gerçekçi uygulanmasıyla, kılavuz seviye olan Sultanmelek kireçtaşının genişliğinin daha da artmasıdır. Ayrıca, kesitte yer alan kaya birimlerinde deformasyon sırasında tektonik sıkışmayla hacim kaybı ve tabakalar arası hareketle kısalmanın gelişmesi de (Hossack, 1979) kısalma miktarının hesaplanmasında kayıplara neden olmaktadır.

Şekil 75. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Kömür çayı vadisi boyunca yeni Kesit CC' (Şekil 26, 28) üzerinde, Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının seviye olarak kullanılmasıyla hazırlanan dengelenmiş enine kesit denemesinin aşamaları.



Kilavuz seviye restorasyonu		
Formasyon	Kısalma(S) = $L_0 - L'$	%Kısalma = $\frac{L_0 - L'}{L_0} \times 100$
Sultanmelek kireçtaşı (Tks)	8,7 km	% 40

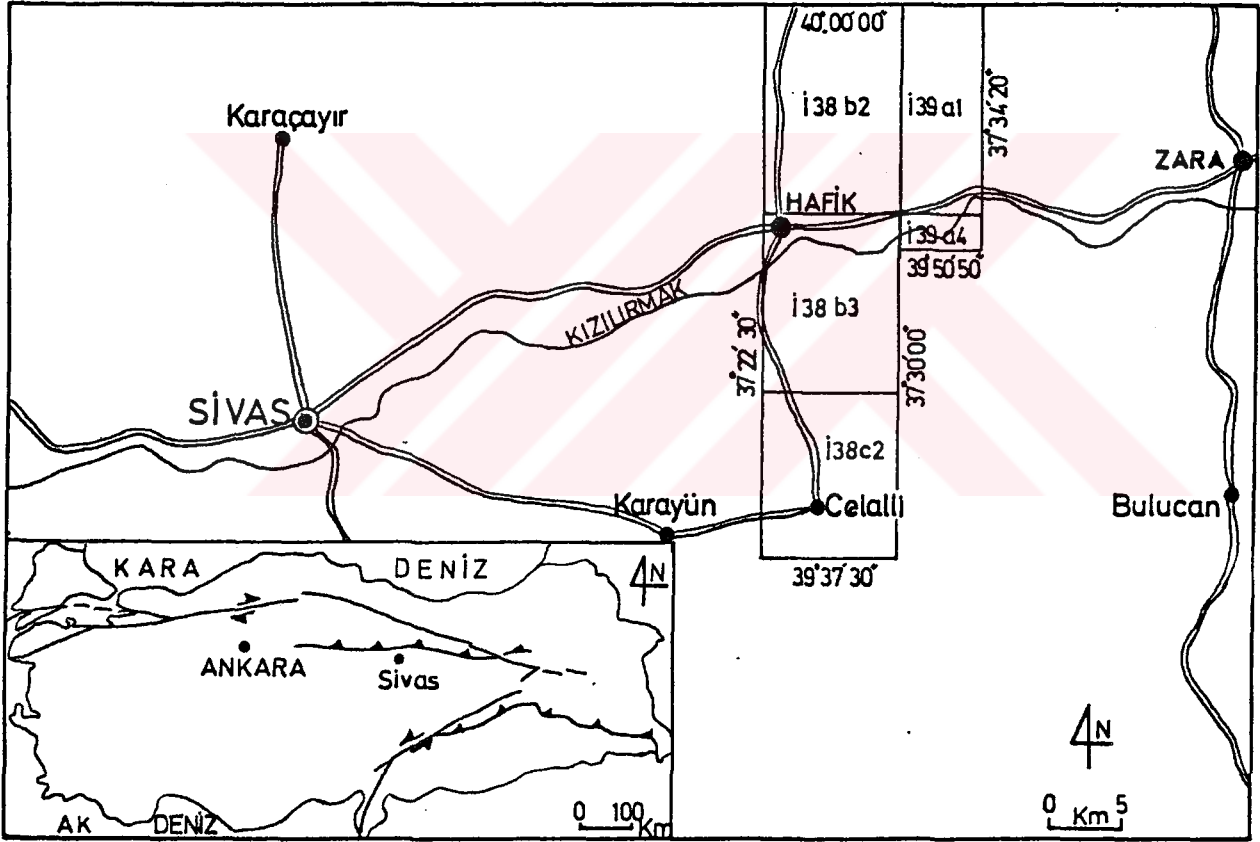


BÖLÜM II

SİVAS TERSİYER HAVZASININ HAFİK (SİVAS) YÖRESİNDEKİ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ ve TEKTONİK DEFORMASYON BİÇİMİ

II.1. İnceleme Alanının Konumu

Bu doktora çalışmasında incelenen ikinci bölge, Sivas Tersiyer havzasının orta kesiminde Hafik (Sivas) yöresinde yer alır. $37^{\circ} 22' 30''$ ile $37^{\circ} 30' 00''$ ve $37^{\circ} 34' 20''$ doğu boylamları ile $39^{\circ} 37' 30''$, $39^{\circ} 50' 50''$ ve $40^{\circ} 00' 00''$ kuzey enlemlerinin sınırladığı inceleme alanı, 1/25.000 ölçekli Sivas I38 b2, b3, c2 ve Divriği I39 a1, a4 paftalarına yayılır (Şekil 76).



Şekil 76. Sivas Tersiyer havzasının orta kesiminde Hafik (Sivas) yöresinde yer alan inceleme alanının bulduru haritası.

II.2. İnceleme Alanının Yeryüzü Biçimi

Hafik (Sivas) yöresinde yer alan inceleme alanında büyük topoğrafik yükseklik farklılıkları izlenmez. İnceleme alanının kuzeyinde yaygın olarak yer alan ofiyolitik kayalar, güney kesimlerdeki Sivas Tersiyer havzasının kırıntılı ve evaporitik kayalarına oranla daha dayanımlı olduklarından, bölgenin daha yüksek kesimlerini oluştururlar.

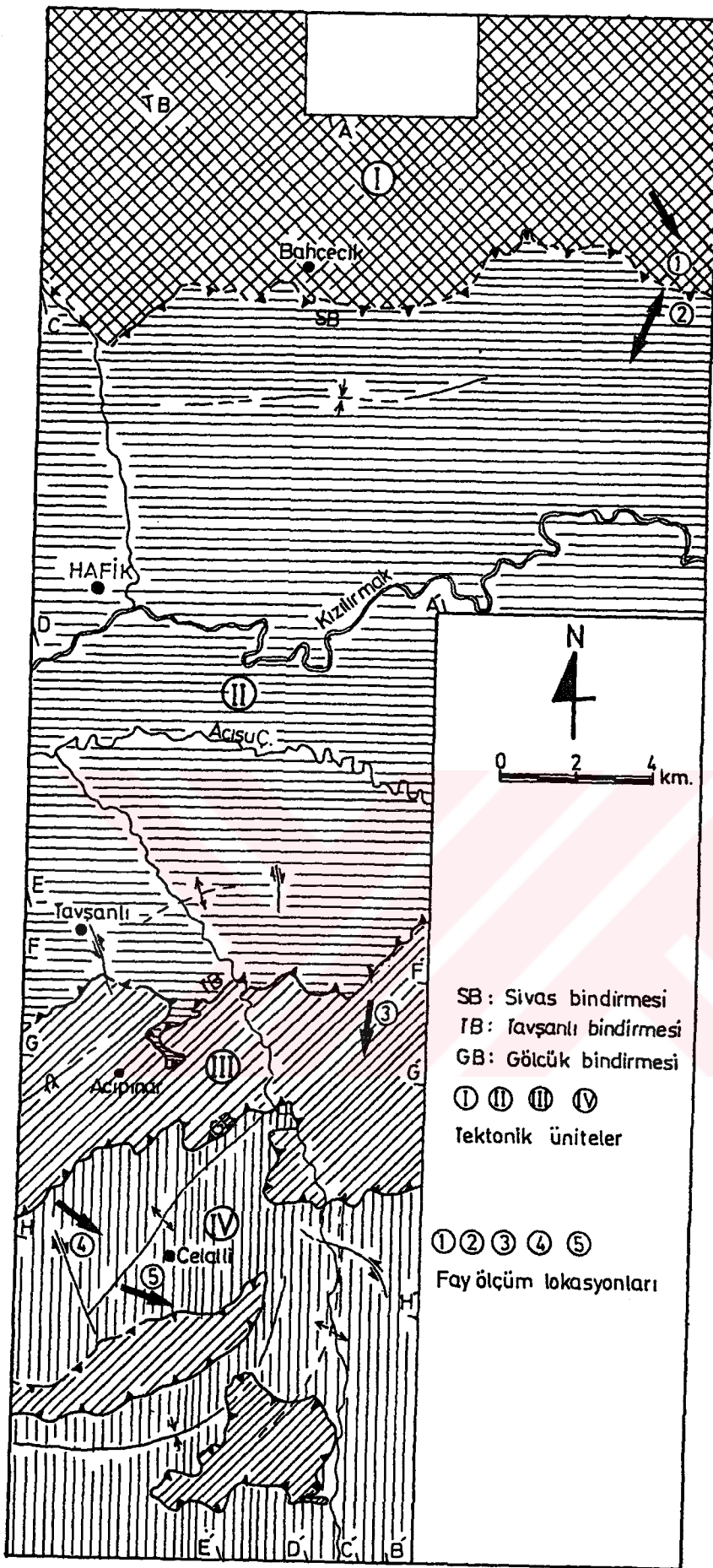
İnceleme alanındaki önemli yükseltileri, kuzeyde Kepçeoğlu T., Karadağ T., Yelgırmez T., Çerkez T., Kırmızıbayır T., Çai T., Güzkıran T., Sarıgüney T., Kabak T., Çınar T., Sivri T., Alıçlı T., Çoban T. orta kesimde Haydarpaşa T., Kavdana T., Kale Dağ, Tepeli Dağ, Cankoçların T., Damızlık T., Toptaş T., Yücepur T., ve güneyde Ziyaret T., Tavşancıl T., Örtmelikaya T., Şakşak T., Kabaardıç T., Elmalıpur T., Evliyapuru tepeleri oluşturur.

İnceleme alanının en önemli akarsularını, kuzeyde yer alan Kızılırmak ve buna birleşen Tavşanlı Deresi, Acısu Çayı ve Özderesi oluşturur. Bölgede geniş alanlarda yüzeyleyen jipsler üzerinde küçük karstik göller yer alır. Bunlar Lota ve Mağara gölleridir (Ek 2).

II.3. Hafik (Sivas) Yöresinin Tektonostratigrafisi

Hafik (Sivas) yöresinin stratigrafisi, birbirinden ana bindirme faylarıyla ayrılan dört tektonik ünite içerisinde incelenmiştir. Yörenin stratigrafisinin tek bir kesitte incelenmesi, bölgede gelişen bindirme sistemleri nedeniyle olanaklı değildir. İnceleme alanında ayırtılan tektonik üniteler kuzeyden güneye, Ünite I (Bahçecik ünitesi), Ünite II (Hafik ünitesi), Ünite III (Acıpınar ünitesi) ve Ünite IV (Celalli ünitesi) olarak belirlenmiştir (Şekil 77; Ek 2).

Ünite I (Bahçecik ünitesi), inceleme alanının kuzey kesiminde yer alır ve Sivas Tersiyer havzasının kuzey kenarında yüzeyleyen temel kayalarını içerir (Şekil 77; 78). Ünite II'de ayırtılan kaya birimleri, temelde Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı ile temsil edilir. Bu temel üzerine, yörede Sivas Tersiyer havzasının ilk çökellerini yansıtan, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerası uyumsuzlukla gelir. Bu iki birim, yörede gelişen kısalma ile ilişkili olarak, bir açık imbrike fan sistemi içerisinde yer alır. Tabanda yüzeyleyen bu birimleri, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun taban kesimlerine karşılık gelen ve bu yörede formasyon düzeyinde ayırtılmayan kireçtaşları açılı uyumsuzlukla üstler. Ünite I içerisinde yaygın olarak yüzeyleyen akarsu çökelleri ile temsil edilen Pliyosen yaşlı İncesu ve Kuvaterner yaşlı Karacahisar formasyonları, diğer birimler üzerinde açılı uyumsuzlukla yer alır (Şekil 78, Bahçecik kesiti).



Şekil 77. İnceleme alanında birbirlerinden ana bindirmelerle ayrılan tektonik ünitelerin, enine kesit çizgilerinin ve fay-atım verilerinin ölçüldüğü istasyonların lokasyonlarını gösterir yalınlaştırılmış harita.

Ünite II'nin taban bindirme fayını oluşturan Sivas bindirmesi, Ünite I ile Ünite II'yi birbirinden ayırır (Şekil 77; Ek 2). Ünite II'nin (Hafik ünitesi) tabanında Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu yer alır. Genellikle masif jipslerle temsil edilen birimi, açılı uyumsuzlukla Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu üzerler. Bu birimler üzerine, Pliyosen yaşlı İncesu ve Kuvaterner yaşlı Karacahisar formasyonları açılı uyumsuzlukla gelir (Şekil 78, Günyamaç ve Tavşanlı kesitleri).

Ünite II'nin taban bindirme fayını oluşturan Tavşanlı bindirmesinin, taban bloğunda yer alan Ünite III'ün (Acıpınar ünitesi) genel stratigrafisi, Ünite II ile benzerlik sunar. Ünitenin temelinde, Gölcük bindirmesi boyunca Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığına ait serpantin tektonik dilimleri içeren ve genel olarak jipslerle temsil edilen Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu yer alır. Alt Miyosen yaşlı, sığ denizel çökel kayalarından oluşan Karacaören Formasyonu, Hafik Formasyonunu açılı uyumsuzlukla üzerler. Ünitenin doğu kesimindeki yüzeylemelerinde, Karacaören Formasyonu üste doğru Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonunun karasal özellikli kırıntılı kayalarına geçer (Şekil 77, 78 Acıpınar kesiti).

Sivas Tersiyer havzasının güney kenarının genel stratigrafik özelliklerini yansıtan Ünite IV (Celalli ünitesi), Ünite III'ün taban bindirmesini oluşturan Gölcük bindirmesinin taban bloğunda yer alır (Ek 2). Ünite IV'ün temelini, Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonuna ait kırıntılı kayalar oluşturur. Bu birimi, inceleme alanında tektonik dokanakla (havzanın diğer kesimlerinde uyumsuzlukla, Kurtman (1973)) Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu üstler. Selimiye Formasyonu, açılı uyumsuzlukla Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu tarafından üzerlenir. Karacaören Formasyonu üste doğru Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonuna geçer (Şekil 78, Celalli ve Barçın kesitleri).

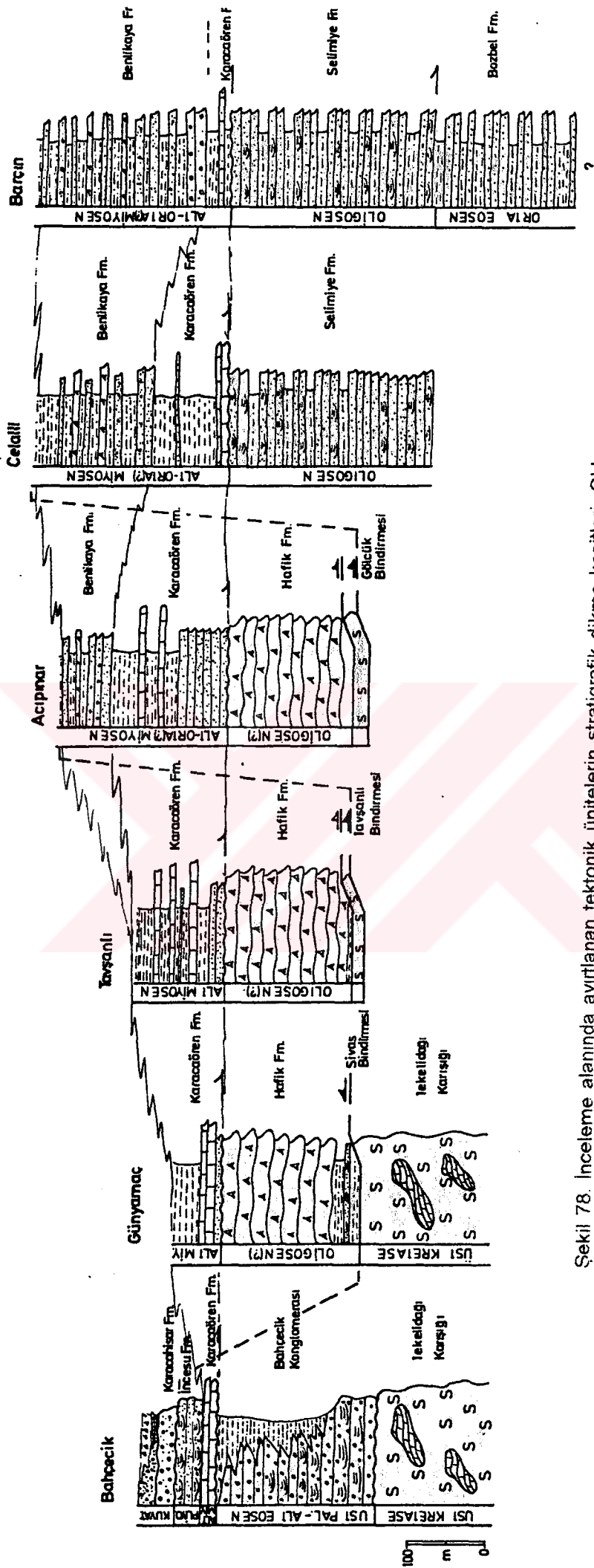
Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu, inceleme alanında ayırtılan dört tektonik ünite içerisinde de yer alır ve bu nedenle üniteler arasında stratigrafik korelasyonun sağlanmasında kılavuz seviye özelliğine sahiptir. Birbirlerinden ana bindirme faylarıyla ayrılan dört tektonik ünitenin ilksel stratigrafik konumlarının belirlenmesinde, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu oldukça kullanışlı stratigrafik veriyi oluşturmaktadır. Üst Miyosen sonrası, bölgede gerçekleşen kısalma miktarının saptanması amacıyla hazırlanan dengelenmiş enine kesit denemesinin restorasyonunda da, bu kılavuz seviye oldukça önem taşımaktadır.

ÜNİTE I
Bahçecik Ünitesi

ÜNİTE II
Hafik Ünitesi

ÜNİTE III
Acıpınar Ünitesi

ÜNİTE IV
Celali Ünitesi



Şekil 78. İnceleme alanında ayrılan tektonik ünitelerin stratigrafik dikme kesitleri. Oklar, bindirme gelişim seviyelerini (décollement seviyeleri) göstermektedir.

II.3.1. Tekelidağı Karışığı (Kt)

Genel Tanım: İnceleme alanının kuzeyinde geniş alanlarda yüzeyleyen ve Sivas Tersiyer havzasının temelini oluşturan ofiyolitik kayalar, Yılmaz (1980) tarafından Tekelidağı Karışığı olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir.

Yayılm ve Konum: Tekelidağı Karışığı, inceleme alanının kuzeyinde yaygın olarak yüzeyler ve bu yörede Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerası ile yer yer normal, yer yer tektonik dokanak ilişkisi sunar (Ek 2).

İnceleme alanının kuzeybatısında yer alan Özen köyü çevresinde, Tekelidağı Karışığı tarafından tektonik dokanakla üstlenen Bahçecik konglomerasının bu yöredeki yüzeylenmesi bir tektonik pencere içerisinde yer alır. Aynı yörede, Karadağ tepe kuzeyinde yüzeyleyen Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu, bu dokanak ilişkisini ve her iki birimi de uyumsuzlukla üstler (Ek 1). Aşağıyağıl, Çömlekli köyleri çevresinde yaygın olarak yüzeyleyen birim, Yelgirmez tepe, Çerkez tepe civarında Bahçecik konglomerası ile uyumsuz dokanak ilişkisi sunarken, Kırmızıbayır tepe ve Bahçecik köyü kuzeyinde, Tekelidağ Karışığı Bahçecik konglomerasını tektonik dokanakla üstler. Aynı yörede, Çal tepede yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu, birimi uyumsuzlukla üzerler. Bahçecik köyü doğusunda iki birim normal dokanak ilişkisi sunarken, inceleme alanının kuzeydoğusunda Tekelidağ Karışığı yer yer Bahçecik konglomerası üzerinde tektonik dokanakla yer alır (Ek 2).

İnceleme alanının kuzeyinde yer alan, Koşutdere köyü güneydoğusunda Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığını, Sivas bindirmesi boyunca Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu tektonik dokanakla üzerler. Aynı yörede birim üzerinde Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu uyumsuzlukla yer alır (Ek 2).

Kaya Türü: Tekelidağı Karışığı, bir tektonik kökenli yitim karmaşığı kaya türü özelliklerini yansıtır. Birimin başlıca bileşenlerini, çoğunlukla serpantinleşmiş ultrabazik kayalar, yastık yapılı bazaltlar ve değişik yaş ve boyuta sahip kireçtaşı blokları oluşturur.

İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Koşutdere köyü kuzeyinde, Öz deresi boyunca Tekelidağı Karışığı içerisinde, serpantinleşmiş ultrabazik kayalar yaygın olarak yüzeyler. Yaygın makaslama düzlemleri ile kesilmiş olan bu kayalar oldukça çatlaklı ve çatlakları ikincil mineraller tarafından doldurulmuş olarak izlenirler. Aynı yörede ve daha doğuda yer alan Çerkez tepe güney yamaçlarında yastık yapılı bazalt yüzeylemeleri gözlenir.

Tekelidağı Karışığı içerisinde yüzeyleyen, oldukça değişken boyutlara sahip kireçtaşı bloklarından, haritalanabilecek boyutta olanları haritalanmıştır (Ek 2). Bahçecik köyü batısında, Öz deresi vadisinin kuzey yamaçlarında, beyaz, gri renkli, çoğunlukla masif, yer yer rekristalize Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşı blokları yüzeyler. Ayrıca, Öz deresi vadisinin batı kesiminde, karışık içerisinde, pembe renkli, ince-orta katmanlı kireçtaşı blokları da yüzeylemektedir. Bu blokların yaşı, daha önce bölgede yapılan çalışmalarda, Üst Kretase olarak verilmiştir (Yılmaz, 1980; Norman, 1991).

Birimin Yaşı ve Konumu: İnceleme alanının da içerisinde yer aldığı, Anadolu'nun kuzey kesiminde bir kuşak halinde Erzincan'dan batıya Ankara'ya doğru uzanan ofiyolitik kuşak, Neo-Tetis okyanusunun kuzey kolunun, Üst Kretase'de kuzeye doğru yitimiyle ilişkili olarak tanımlanmıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Koçyiğit, 1991). Bu kuşağın tanımlanmasında, değişik araştırmacılar tarafından farklı adlandırmalar kullanılmıştır, "Erzincan Kenedi" (Koçyiğit, 1991), "Erzincan Napı" (Yılmaz, 1985).

Koçyiğit (1991), Erzincan kenedi kayalarını Anadolu Kompleksi olarak tanımlamış ve bu kompleks içerisinde de alt tektonik birimleri ayırtlamıştır. Araştırmacı, kuşak üzerinde değişik kesimlerde karışığın içerisindeki en genç blokların Senomaniyen-Santoniyen yaşlı olduğunu ve yine Orta Kampaniyen yaşlı çökellerle örtüldüğünü belirterek, birimin Senomaniyen-Orta Kampaniyen aralığında, Neo-Tetis'in aktif kıta kenarında oluştuğunu ve daha sonra (Maestrihtiyen-Geç Pliyosen) bugünkü konumuna yerleştiğini belirtmektedir.

II.3.2. Bahçecik konglomerası (Tb)

Genel Tanım: Sivas Tersiyer havzasının kuzey kenarında yüzeyleyen, genel olarak konglomeralarla temsil edilen kayalar, ilk kez Kurtman (1973) tarafından Bahçecik konglomerası olarak tanımlanmış olup, bu çalışmada aynı adlama kullanılmıştır. Aynı birim, Gökten ve Kelling (1991) tarafından Özderesi formasyonu olarak tanımlanmıştır.

Yayılm ve Konum: Birim, inceleme alanının kuzeyinde yer alan ve adını aldığı Bahçecik köyü dolayında yaygın olarak yüzeyler. Bu yörede, Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı ile, yer yer normal yer yer de tektonik dokanak ilişkisi sunan birim, bir açık imbrike fan sistemi içerisinde yer alır. Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu, Bahçecik köyü kuzeyinde birimi açılı uyumsuzlukla üstler. Bahçecik köyü güneyinde, Pliyosen yaşlı İncesu

Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla üstlenen birim, Sivas bindirmesi boyunca yer alan Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu tarafından tektonik dokanakla üzerlenir (Ek 2).

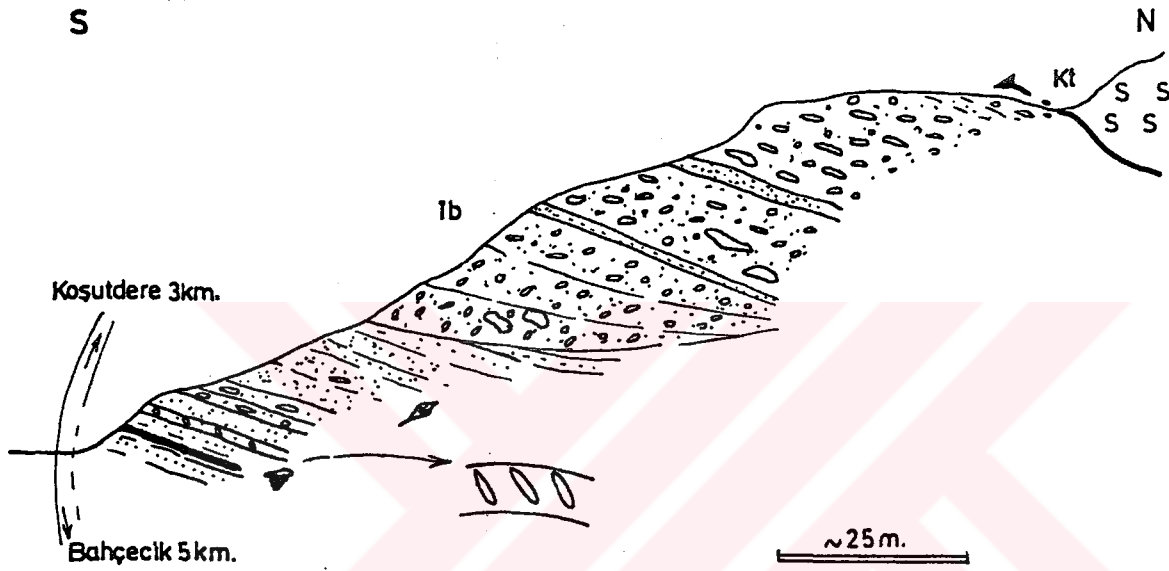
İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Özen köyü dolayında, Bahçecik konglomerası, Tekelidağı Karışığının tabanında bir tektonik pencerede yüzeyler. Aynı yörede birimi, Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu açılı uyumsuzlukla üstler. Özen köyü güneydoğusunda, Aşağıyağıl köyü güneyinde yüzeyleyen birim, Tekelidağı Karışığı üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Daha güneyde, Kırmızıbayır tepe kuzeyinde ve İnağzı tepe güneyinde iki birimin dokanağı tektoniktir (Ek 2).

İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Karacahisar, Akören ve İlica köyleri dolayında yaygın olarak yüzeyleyen birim, genel olarak Tekelidağı Karışığı üzerinde uyumsuzlukla yer alır. Akören köyü kuzeyinde iki birimin dokanağı tektoniktir. Aynı yörede, Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu, birimi açılı uyumsuzlukla üzerler. Kuşçu köyü güneyinde birim üzerine Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu uyumsuzlukla gelir ve her iki birimi de Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu tektonik dokanakla üzerler (Ek 2).

Kaya Türü: Formasyonun egemen kaya türünü konglomeralar oluşturur. Konglomeralar, genel olarak kalın katmanlı (yer yer 3 metreye değin ulaşan), sıkça çapraz katmanlanma ve tanelerde yönelme göstermekte olup, kanal dolguları yaygındır. Çok tür bileşenli olan konglomeraların kaynağını, genelde ofiyolitli karışık oluşturur. Çakılların boyutları değişken olup, bazı kesimlerde 40-50 cm çapında bloklar içerir.

Bahçecik köyü batısında, İnağzı tepe güneyinde birime ait yüzeylemelerin ayrıntılı incelemesi yapılmıştır (Şekil 79). Kesitte birimin tabanında yer alan Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı ile dokanağı açık olarak izlenmemektedir. Bahçecik konglomerası bu yörede, tabanda kalınlığı 1m dolayında olan kömür seviyesi içerir. Bu seviyeden taban ve tavanında ince katmanlı kiltası ve ince taneli kumtaşı yer alır. Kömür seviyesi içerisinde seyrek gastropodlar gözlenmektedir. Kesit üste doğru, kalınlığı 2 metreyi bulan, genelde oval şekilli çakıllardan oluşan ve yer yer çakıllarda yönelme (imbrikasyon) izlenen konglomeralarla devam eder. Bu seviyeyi, 25 m kalınlığında sarı renkli, ince-orta katmanlı (10-30 cm), ince taneli, seyrek oval şekilli çakıllar içeren, bitki kırıntılı kumtaşları izler. Bu düzeyin üzerinde, gri renkli, kalın katmanlı (3 m), yer yer 50 cm çapına değin ulaşan kireçtaşı blokları içeren, kanal dolguları şeklinde konglomeralar yer alır. Bu kesimde çakılların çoğunluğu kireçtaşlarından türemiş olup, daha az oranda ofiyolit ve metamorfik

kayaçlardan türemiş çakıllar da izlenir. Kesitin en üst kesimlerinde konglomeralar yaygın olarak yer alır ve kalınlığı 30 cm dolayında olan ince taneli kumtaşlarıyla ardalanır. Bu yörede, İnağzı tepe güney yamacında yer alan bindirme boyunca, Tekelidağ Karışığı, Bahçecik konglomerası üzerine bindirir. Bu nedenle birimin tavan kesimleri kesitte izlenememektedir (Şekil 79).

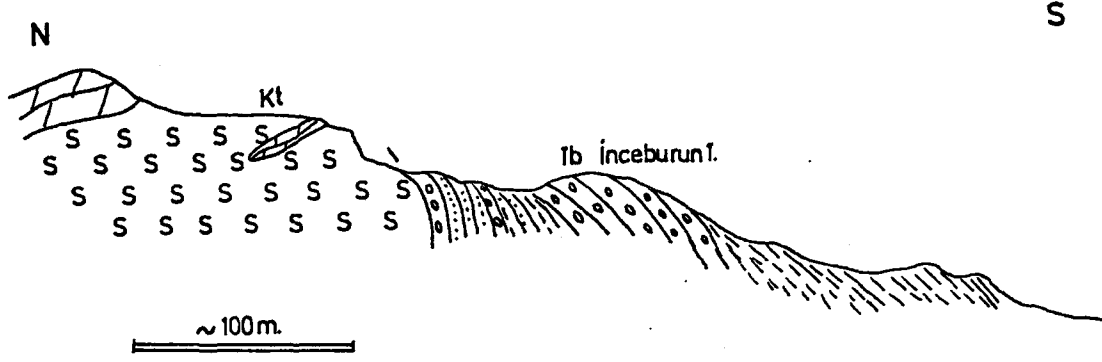


Şekil 79. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan İnağzı tepe güneyinden hazırlanan, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerasının kaya türü özelliklerini gösterir enine kesit.

Formasyonun kaya türü özelliklerinde, Bahçecik köyü güney ve doğu kesimlerinde bazı yanal değişimler izlenmektedir. Bu yörede, formasyonun egemen kaya türünü oluşturan konglomeralar, gri renkli, ince-orta katmanlı silttaşı, marn ardalanmasına geçer. Bu seviyeler özellikle Bahçecik köyü güneyinde bol Nummulites içerir. Bahçecik köyü hemen doğusunda, bu ince kırıntılı kayaçlar üste doğru, kırmızı renkli konglomeralarla düşey geçişli olarak izlenir.

İnceleme alanının doğusunda, Çınarlı köyü kuzeyinde Bahçecik konglomerasının Tekelidağı Karışığı ile ilişkisi ve kaya türü özellikleri Şekil 80'de incelenmiştir. Bu yörede iki birim arasındaki dokanak ilişkisi normal olmakla birlikte, Tekelidağı Karışığının güneye doğru ilerlemesine bağlı olarak, Bahçecik konglomerasının taban kesimlerinde dikleşmeler

izlenmektedir. Formasyon bu yörede, tabanda kalın katmanlı konglomeralarla başlar ve üste doğru gri renkli, ince katmanlı marn, silttaşı ve yer yer kumtaşı ardalanmasına geçer (Şekil 80).



Şekil 80. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Çınarlı köyü kuzeyinden hazırlanan, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomasının (Tb) kaya türünü ve Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı (Kt) ile dokanak ilişkisini gösterir enine kesit.

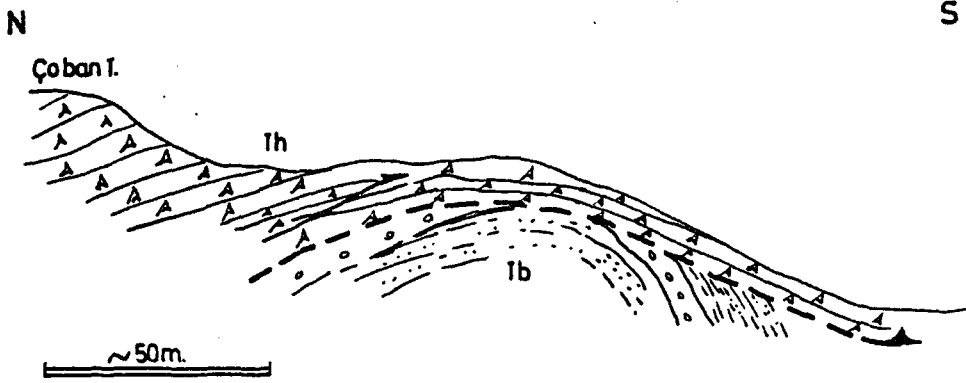
Bahçecik konglomasının, inceleme alanının kuzeydoğu kesimindeki yüzeylemelerinde egemen kaya türünü konglomeralar oluşturur. Bu yörede, gri renkli, kalın katmanlı konglomeralarla, ince kırıntılı kayalar yanıl geçişli olarak izlenir. Akören köyü kuzeyinde, birim içerisinde yer yer sarı renkli, ince-orta katmanlı, yoğun makaslama düzlemleri içeren kumtaşları, konglomeralarla ardalanmalı olarak yüzeyler. Kuşçu köyü doğusunda, konglomeralar içerisinde yer yer lav akıntılar izlenir. Oldukça bozunmuş olarak yüzeyleyen bu volkanik kayalar, genel olarak andezitlerle temsil edilir.

Bahçecik kongloması, inceleme alanının kuzeyinde yer alan Yarhisar köyünün kuzeyinde küçük bir alanda yüzeyler (Ek 2). Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonunun tabanında antiklinal çekirdeğinde yer alan birim, sarı, kahverengi renkli, orta-kalın katmanlı kumtaşı, çakıltaşı ve yer yer ince seviyeler halinde bozunmuş andezitik lav akıntılarında oluşur. İki birimin dokanağı boyunca bindirme gelişimi izlenir (Şekil 81).

Kalınlık: İnceleme alanında formasyonun kalınlığının tam olarak saptanması, Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı ile birimin imbrike fan oluşturmasından ve yanıl fasiyes değişimlerinden dolayı güçtür.

Yörede daha önce yapılan çalışmalarda, bu gözlemlerden dolayı kalınlık saptamaları

arasında büyük farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Kurtman (1973), birimin kalınlığını 1500 m olarak verirken, Gökten ve Kelling (1991) tarafından 450 m kalınlık saptamıştır.



Şekil 81. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Yarhisar köyü kuzeyinde yüzeyleyen Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerası (Tb) ile Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonunun (Th) dokanak ilişkisini gösteren enine kesit.

Fosil içeriği ve Yaşı: Formasyonun Bahçecik köyü batısındaki yüzeylemelerinde, taban kesimlerinde yer alan kömür seviyesi ve bu seviyenin yanal devamı olan kesimlerinde gastropod fosilleri yer alır. İnceleme alanında Gökten ve Kelling (1991) tarafından yapılan çalışmada, formasyonun bu seviyelerinden, *Ostrea uncifera* Leymerie, *Batillaria fauvergei* Doncieux, *Batillaria aff. praesubacuta* Doncieux fosilleri saptanarak birime Sparnasiyen (Üst Paleosen) yaşı verilmiştir.

Formasyonun Bahçecik köyü güney ve doğusundaki yüzeylemelerinde, konglomeralarla yanall geçişli olarak izlenen ince kırıntılılar içerisindeki *Nummulites sp.* fosillerine dayanarak Kurtman (1973), formasyonun bu seviyelerinin Alt Lütasiyen'e karşılık geldiğini ve bu seviyenin altında yer alan kesimlerinin ise Alt Eosen yaşında olabileceğini belirtmektedir.

Yukarıda belirtilen veriler, formasyonun büyük bölümünün Üst Paleosen-Alt Eosen yaşında olduğunu ortaya koymaktadır.

Ortamsal Yorum: Bahçecik konglomerasının yukarıda verilen litolojik ve paleontolojik özellikleri, formasyonun taban kesimlerinde kömür ve bitki kırıntılı kumtaşlarıyla temsil edilen kesimlerinin lagüner ortam koşullarını, üst seviyelerinde yer alan iri bloklu konglomeralardan

oluşan kesimlerinin ise alüvyon yelpazesi ortam koşullarını yansıtmaktadır. Ayrıca, bu seviyelerle Nummulites sp. içeren ince kırıntılıların yanal geçişli olması, ortam koşullarının sığ denizel özellik gösterdiği ve fan delta ortam koşullarına geçtiğini de göstermektedir.

Gökten ve Kelling (1991), formasyonun yelpaze deltası (fan delta) sedimentasyonunu işaret ettiğini ve tektonik kontrollü havza kenarı koşullarını yansıttığını belirtmektedirler.

II.3.3. Bozbel Formasyonu (Tbo)

Genel Tanım: İnceleme alanının güneyinde yüzeyleyen ve Ünite IV'ün temelini oluşturan kırıntılı kayalar, ilk kez Kurtman (1973) tarafından Bozbel Formasyonu olarak tanımlanmış ve bu çalışmada da aynı adlandırmanın kullanılması benimsenmiştir.

Yayılm ve Konum: Bozbel Formasyonu inceleme alanının güneyinde yer alan Kabalı köyü güneyinde yüzeyleyebilir. Bu yörede birim üzerinde yer alan Alt Miyosen yaşlı Karacaören ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonlarının dokanağı boyunca bindirme gelişimi izlenir. Bu yörede, Barçın köyü kuzeydoğusunda Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu, Bozbel Formasyonunu tektonik dokanakla üzerler (Ek 2).

Kaya Türü: Bozbel Formasyonunun inceleme alanındaki yüzeylemeleri, formasyonun Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu tarafından üzerlendiği üst kesimlerine karşılık gelir. Formasyonun bu üst kesimleri gri, sarı renkli, ince-orta, düzenli katmanlı, ince taneli iyi tutturulmuş kumtaşı, silttaşı ve marn aralanması ile temsil edilir.

Gökçen (1981) tarafından inceleme alanını kapsayan bölgede yapılan Eosen yaşlı birimlerin ayrıntılı petrografik incelemesinde, Bozbel Formasyonu içerisindeki kumtaşlarının genellikle grovak türünde oldukları saptanmıştır.

Formasyonun, Sivas Tersiyer havzasının güneyindeki yüzeylemelerinde, en üst kesimlerinde jips ve alt kesimlerinde tüfit ve volkanik breş içerdiği, Kurtman (1973) tarafından belirtilmektedir.

Kalınlık: Bozbel Formasyonunun kalınlığının, inceleme alanındaki yüzeylemelerinden saptanması olanaklı değildir. Kurtman (1973) tarafından formasyonun kalınlığının, adını aldığı Bozbel Dağlarında 2500 m olduğu belirtilmektedir. Gökçen (1981) tarafından birimin

ortalama kalınlığı 1300 m olarak verilmiştir.

Fosil içeriği ve Yaşı: Bozbel formasyonun genel stratigrafik ve paleontolojik özellikleri Artan ve Sestini (1971) ve Kurtman (1973) tarafından incelenmiştir. Kurtman (1973) tarafından formasyon içerisinde, *Nummulites cf. brongniarti* d'Archiac, *Nummulites gallensis* A. Heime, *Asterigerina rotula* Kaufmann, *Nummulites uroniensis* A. Heime, *Discocyclina sp.*, *Triloculina sp.*, *Spiroculina sp.*, *Rotalia sp.*, *Textularia sp.*, ve planktonik foraminiferlerden *Ararinina rotundimarginata* Subbotina, *Hantkenina alabamensis* Cushman fosilleri belirlenerek Lütesiyen yaşı verilmiştir.

Artan ve Sestini (1971) tarafından formasyona Lütesiyen yaşını veren *Discocyclina cf. discus* Rutimeyer, *Alveolina sp.*, *Valvulammina sp.*, *Orbitoides sp.*, *Miliolidae*, *Textularidae*, *Ophthalmidiidae* ve *Rotalidae* fosilleri ile Alt Eosen yaşını veren *Globorotalia cf. venezuelena* Hedberg, *Globorotalia cf. velascoensis* Cushman, *Globorotalia cf. wilcoxensis*, *Globorotalia cf. angulata* White, *Globigerina cf. aragonensis* Nuttall, *Globigerina cf. onachitaensis* Howe ve Wallace, *Cibicides sp.*, *Gyrodina sp.* fosilleri saptanmıştır.

Ortamsal Yorum: Gökçen (1981), inceleme alanını kapsayan Hafik-Zara güneyinde yapmış olduğu ayrıntılı sedimantolojik çalışmada, Eosen yaşlı kayaların, alt ve orta seviyelerinde moloz ve tane akımı türü çökeller kapsayan fliş fasiyesi görünümünde olduğunu ve istifdeki çeşitli tipdeki türbidit katmanları ve pelajik arakatıkların karakteristik özelliğini oluşturduğunu belirtmektedir. Ayrıca, Eosen'de hakim taşınma yönünün güneyden kuzeye olduğu da araştırmacı tarafından saptanmıştır. Artan ve Sestini (1971), inceleme alanının güneydoğusunda, Beypınarı yöresinde yüzeyleyen Eosen yaşlı kayaların, türbidit ve olistrostrom fasiyesindeki flişlerle temsil edildiğini belirtmektedirler.

II.3.4. Selimiye Formasyonu (Ts)

Genel Tanım: İnceleme alanının güney kesiminde yer alan Ünite IV içerisinde yüzeyleyen kırıntılı kayalar, Kurtman (1973) tarafından Selimiye Formasyonu olarak tanımlanmıştır.

Yayılm ve Konum: Selimiye Formasyonu, inceleme alanının güney kesiminde Ünite IV içerisinde iki farklı yörede yüzeyler. Ünitenin kuzey kesiminde yer alan Celalli

antiklinalinin çekirdeğinde yüzeyleyen birim, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun tabanında yer alan algli kireçtaşları tarafından açılı uyumsuzlukla üzerlenir (Ek 2).

İnceleme alanının güneyinde yer alan Kabalı köyü güneydoğusunda, Barçın köyü kuzeyinde yaygın olarak yüzeyleyen birim, bu yörede Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonunu tektonik dokanakla üstler. Selimiye Formasyonu, Barçın köyü kuzeyinde, Alt Miyosen yaşlı Karacaören ve Alt-Orta (?) Mlyosen yaşlı Benlikaya formasyonlarının tabanında yer alır ve bu dokanak boyunca bindirme gelişimi izlenir (Ek 2).

Kaya Türü: Selimiye Formasyonunun egemen kaya türünü kırmızı, bordo renkli, ince-orta yer yer kalın katmanlı, ince taneli, iyi tuturulmuş kumtaşı, ince katmanlı siltaşı ardalması oluşturur. Kumtaşlarında yaygın olarak çapraz katmanlanma, laminalanma ve seyrek asimetrik dalga izleri izlenir.

Gökçen (1981), inceleme alanını da kapsayan bölgede yüzeyleyen Oligosen yaşlı kayaların ayrıntılı petrografik özelliklerini incelediği çalışmada, kumtaşlarının subgrovak-subarkoz türünde olduğunu ve malzemenin metamorfik, ofiyolitik, asit magmatik kayalardan türediğini belirtmektedir. Kurtman (1973), formasyonun taban kesimlerinde jipslerin, yer yer de taban çakıltaşlarının yer aldığını belirtmektedir.

Kalınlık: İnceleme alanında, formasyonun taban ve tavan dokanaklarının tektonik olması, birimin kalınlığının tam olarak saptanmasını engellemektedir. Bununla beraber formasyonun kalınlığı 500 metreden daha fazladır. Gökçen (1981), Oligosen yaşlı kayaların ortalama kalınlığının 900 m olduğunu belirtmektedir.

Fosil içeriği ve Yaşı: İnceleme alanında birime yaş verebilecek fosil topluluğu saptanamamıştır. Daha önce bölgede yapılan çalışmalarda, formasyonun inceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin çekirdeğinde yüzeyleyen kesimlerinde, Gökçen ve Kelling (1985) tarafından *Ilyocypris Böhli* TRIEBEL, *Isomoenocypris cf. pamiri* SÖNMEZ ostracod faunası saptanarak, birime Orta-Üst Oligosen yaşı verilmiştir.

Kurtman (1973) tarafından, formasyonun inceleme alanının güney kesimlerindeki yüzeylemelerinde saptanan *Cyprides sp.* ve *Ilyocypris sp.* ostracod fosillerine ve formasyonun Orta Eosen yaşlı Bozbel ile Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonları arasındaki stratigrafik konumuna göre, yaşını Oligosen olarak belirlemiştir.

Ortamsal Yorum: İnceleme alanının güney kesiminde yer alan Celalli antiklinalinde formasyonun ayrıntılı sedimentolojik özelliklerini inceleyen Gökçen ve Kelling (1985) tarafından, Selimiye formasyonunun çökme ortamının sığ deniz olduğu belirlenmiştir. Kurtman (1973), formasyonun lagüner ortam koşullarında depolandığını belirtmektedir.

II.3.5. Hafik Formasyonu (Th)

Genel Tanım: İnceleme alanında ayırtılan tektonik ünitelerden, II., III. ve IV. ünitelerde geniş alanlarda yüzeyleyen ve genel olarak masif jipslerle temsil edilen kayalar, ilk kez Kurtman (1973) tarafından Hafik Formasyonu olarak tanımlanmış olup, bu çalışmada aynı adlama kullanılmıştır.

Yayılm ve Konum: Hafik Formasyonu, inceleme alanının orta ve kuzey kesimlerinde yer alan Kızılırmak ve Acısu çayı vadileri boyunca Ünite II içerisinde yaygın olarak yüzeyler. Formasyon, tabanında yer alan Sivas bindirmesi boyunca, Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerası ve Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı üzerinde tektonik dokanakla gelir. Bu yörede birim, Günyamaç senklinalinin çekirdeğinde, Yarhisar ve Tavşanlı köyleri dolayında yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla üzerlenir. Ünite II'nin güney sınırını oluşturan Tavşanlı bindirmesi boyunca, Hafik Formasyonu tabanında serpantin tektonik dilimleri yüzeyler. Formasyon, bu bindirme fayının taban bloğunda yer alan Alt Miyosen yaşlı Karacaören ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonlarını tektonik dokanakla üzerler (Ek 2).

İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Ünite III içerisinde birim Acıpınar köyü güneyinde, Gölcük ve Bakımlı köyleri dolayında yaygın olarak yüzeyler. Gölcük bindirmesinin tavan bloğunda yer alan birim, taban blokta yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonlarını tektonik dokanakla üzerler. Hafik Formasyonu, Celalli, Yeniköy mahallesi güneyinde ve Kabalı köyü batısında, Gölcük bindirmesinin ayrılmış paçaları (klipler) şeklinde, Benlikaya formasyonunu tektonik dokanakla üstler (Ek 2).

İnceleme alanının güneyinde yer alan Ünite IV'ün batı kesimindeki Bakımlı

antiklinalinin çekirdeğinde yüzeyleyen birim, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla üzerlenir (Ek 2).

Kaya Türü: Hafik Formasyonunun egemen kaya türünü, beyaz, gri renkli, genellikle masif, yer yer katmanlı, sıkça kıvrımlanmış ve makaslama düzlemleri ile kesilmiş, özellikle taban kesimlerinde yapraklanma gösteren jipsler oluşturur. Birimin katmanlanma gösterdiği yüzeylemeler oldukça azdır. Başlıca, inceleme alanının kuzeyinde yer alan Kuşçu ve Yarhisar köyleri dolayında katmanlanma gösterir. Formasyonun Kuşçu köyü güneyindeki yüzeylemelerinde, kalın katmanlı (1 m) jipslerle, gri renkli, ince katmanlı (5-10 cm) marn ve kiltası ardalanması izlenir.

Hafik formasyonu içerisinde ve özellikle alt kesimlerinde kırıntılı kayalar yüzeyler. İnceleme alanının kuzey kesiminde yer alan Günyamaç köyü batısında, beyaz, gri renkli, masif jipslerle beraber, sarı renkli, ince katmanlı, iyi pekişmiş, ince taneli kumtaşı, silttaşı seviyeleri yüzeyler. Kumtaşlarında, çapraz katmanlanma ve dalga izleri yaygındır.

Formasyonun taban kesimlerinde yer alan kırıntılı kayalar, inceleme alanının orta kesiminde yer alan Tepeli Dağın güneyinde, Sağınsivrisi tepe ve batısında yaygın olarak yüzeyler. Bu yörede, kırmızı, bordo renkli, ince katmanlı, ince taneli kumtaşı, yer yer çakıllı kumtaşı ve silttaşı ardalanmasından oluşan kırıntılı kayalar, masif jips kütesinin tabanında yer alır.

Kalınlık: Hafik Formasyonunu oluşturan jipslerde yaygın kıvrımlanma ve bindirme faylarının gelişmesi, kalınlık saptamasını güçleştirmektedir. Bununla beraber, birimin masif kesimlerinin maksimum görünür kalınlığı 250 m dolayındadır.

Fosil içeriği ve Yaşı: Hafik Formasyonuna yaş verebilecek fosil topluluğu, inceleme alanı içerisinde belirlenememiştir.

Sivas Tersiyer havzasında yüzeyleyen jipsli çökellerin yaşı, bir çok araştırmacı tarafından tartışılmıştır. Nebert (1956), Artan ve Sestini (1971) ve Kurtman (1973) tarafından jipsli çökellerin yaşı Miyosen olarak kabul edilmiştir. Havzanın batısında yer alan Gemerek yöresinde Sümengen ve diğ., (1990), jipsli çökellerin yaşının Oligosen olduğunu göstermişlerdir. İnceleme alanının kuzey kesimini içeren çalışmalarda (Gökten ve Kelling, 1991; Poisson ve diğ., 1992) jipsli çökellerin yaşı Oligosen olarak kabul edilmiştir.

İnceleme alanı içerisinde ve yakın dolayında, jipslerle temsil edilen Hafik Formasyonunun, yaşı kesin olarak Alt Miyosen olarak saptanan Karacaören Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla üzerlenmesinden dolayı, birimin yaşı Oligosen (?) olarak kabul edilmiştir.

Ortamsal Yorum: Hafik Formasyonu içerisinde, jipslerle ardalanmalı olarak izlenen kumtaşlarında çabraz katmanlanma ve dalga izlerinin gözlenmesi, formasyonun sığ sulu bir ortamda depolandığını göstermektedir.

II.3.6. Karacaören Formasyonu (Tk)

Genel Tanım: İnceleme alanında ayrıntılanan dört tektonik ünite de yüzeyleyen ve bu nedenle üniteler arasında stratigrafik korelasyonun yapılmasında kılavuz formasyon olarak yer alan, sığ denizel birimler ilk kez Kurtman (1973) tarafından Karacaören Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada aynı adlama kullanılmıştır.

Yayılm ve Konum: Karacaören Formasyonu, inceleme alanının kuzeyinde yer alan Ünite I içerisinde, Bahçecik köyü kuzeyinde Çal tepede ve Koşutdere köyü güneyinde yüzeyler. Çal tepede birim, Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karşığı ve Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerasını uyumsuzlukla üzerler. Koşutdere köyü güneyinde yüzeyleyen birimi Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu açılı uyumsuzlukla üstler (Ek 2).

İnceleme alanının orta kesiminde, Ünite II içerisinde formasyon, başlıca Günyamaç ve Tavşanlı köyleri dolayında yüzeyler. Günyamaç senklinalinin çekirdeğinde yer alan birim, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonunu açılı uyumsuzlukla üzerler. Tavşanlı köyü güneyinde Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu üzerinde uyumsuzlukla yer alan birim, Tavşanlı kuzeyinde yer alan Küçükikizce, Seksenören ve Güllü tepeleri boyunca, Hafik Formasyonu tarafından tektonik dokanakla üzerlenir (Ek 2).

Ünite III içerisinde Karacaören Formasyonu, Gölcük, Acıpınar köyleri dolayında ve ünitenin doğu kesiminde Ambarlı tepe, Kale tepe güneyinde, Hoplamaz ve Desturağılı mahallerinin kuzeyinde yaygın olarak yüzeyler. Üniteyi kuzeyden sınırlayan Tavşanlı bindirmesi boyunca Hafik Formasyonu ile tektonik dokanaklı olan birim, ünitenin doğusundaki yüzeylemelerinde Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonu tarafından uyumlu olarak üstlenir (Ek 2).

Inceleme alanının güneyinde yer alan Ünite IV içerisinde, Celalli antiklinalinin çevresinde yüzeyleyen birim, uyumsuzlukla Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu üzerinde yer alır ve uyumlu olarak Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonuna geçer. Celalli'nin güneyinde Kabaardıç tepede formasyon, alttan ve üstten tektonik dokunaklı tektonik dilimler şeklinde Benlikaya formasyonu içerisinde yer alır (Ek 2).

Ünite IV'ün doğusunda, Tatlı ırmak vadisi boyunca Bakımlı antiklinalinin çekirdeğinde yer alan Hafik Formasyonunu uyumsuzlukla üzerleyen birim, antiklinalin doğu ve batı kanatlarında Benlikaya formasyonuna geçer. Ünite IV'ün güneyinde ince bir seviye olarak yüzeyleyen birim, Barçın köyü kuzeyinde Selimiye Formasyonu üzerinde yer alır. Aynı yörede formasyonu, Benlikaya formasyonu uyumlu olarak üzerler. Kabalı köyü güneyinde yüzeyleyen Karacaören Formasyonu, Benlikaya formasyonunu tektonik dokanakla üzerler. Aynı yörede Haramçam ziyareti tepede yüzeyleyen birim, tektonik dokanakla Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu üzerinde yer alır.

Kaya Türü: Karacaören Formasyonunun kaya türü özellikleri, üniteler arasında bazı farklılıklar gösterir. Ünite I'deki yüzeylemeleri, sarı, bej renkli, orta-kalın katmanlı, bol makrofosilli (gastropod ve pecten yaygın) algli kireçtaşlarıyla temsil edilir (Şekil 78). Ünite II içerisinde kalınlaşan birimin kaya türü özelliklerinde farklılıklar izlenir. Günyamaç senklinalinin çekirdeğinde izlenen birim, tabanda 10-20 m kalınlığında sarı renkli, ince taneli, iyi tutturulmuş, yer yer çapraz katmanlanmalı kumtaşı ve çakıllı kumtaşlarıyla başlar, üste doğru 20-30 m kalınlığında, sarı renkli, bol makrofosilli algli kireçtaşlarına geçer. Formasyonun en üst kesimlerinde ise kalınlığı 50 m dolayında, gri renkli, ince-orta katmanlı marn, ince taneli, iyi tutturulmuş kumtaşı aralanması yer alır.

Karacaören Formasyonun Tavşanlı köyü güneyindeki yüzeylemelerinde kalınlığı, kuzey kesimlere oranla daha fazladır. Bu yörede formasyon, tabanda gri renkli, kalın katmanlı, iyi tutturulmuş kumtaşı, yer yer çakıllı kumtaşıyla başlar, üste doğru beyaz renkli, orta-kalın katmanlı algli kireçtaşı, gri renkli, ince-orta katmanlı kumtaşı, silttaşı ve marn aralanmasına geçer. Formasyonun bu kesimlerinde marnlar içerisinde yer yer bol makrofosil (başlıca ostrea) içerdiği izlenir. Formasyonun en üst kesimlerinde ise kırmızı renkli, orta-kalın katmanlı kumtaşı, silttaşı aralanması yer alır (Şekil 78). Karacaören Formasyonunun kalınlığı, bu kesimlerde 250 m dolayındadır.

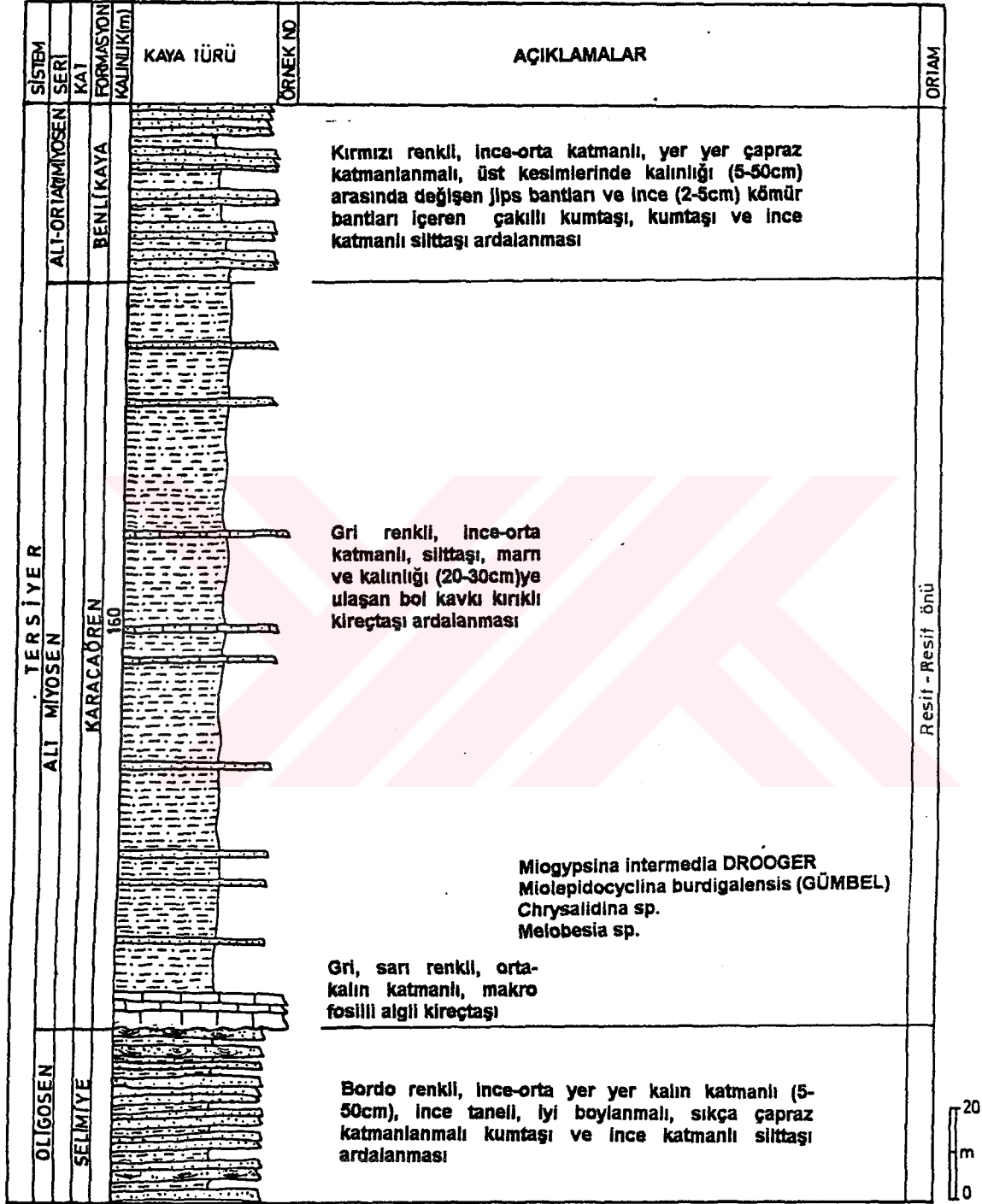
Karacaören Formasyonu, inceleme alanının orta kesiminde yer alan Ünite III

içerisinde maksimum kalınlığa ulaşır. Acıpınar köyü doğusundaki yüzeylemelerinde birim, kalınlığı 100 m dolayında, gri renkli, kalın katmanlı (1-3 m), yer yer çapraz katmanlanmalı kumtaşı, çakıllı kumtaşlarıyla başlar ve üste doğru gri renkli, ince-orta katmanlı silttaşı, marn ve kumtaşı ardalanmasına geçer. Bu seviyelerde yer yer bol ostrea ve pecten kavkı parçaları yer alır. Formasyonun en üst kesimlerinde beyaz renkli, orta-kalın katmanlı algli kireçtaşı ve ince katmanlı silttaşı ve marn ardalanması yer alır. Formasyonun kalınlığı bu yörede 500 m dolayındadır (Şekil 78).

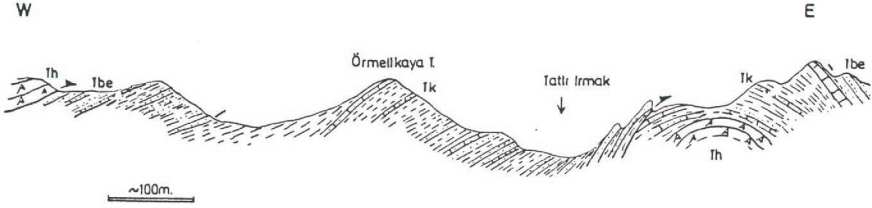
İnceleme alanının güneyinde yer alan Ünite IV içerisinde yaygın olarak yüzeyleyen birimin kaya türü, Celalli antiklinalinin kuzey kanadından alınan ölçülü stratigrafi kesitinde incelenmiştir (Şekil 82). Bu yörede Karacaören Formasyonu, Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu üzerinde açılı uyumsuzlukla yer alır (Şekil 78; 82). Formasyon tabanda kalınlığı 8 m olarak ölçülen, gri, sarı renkli, orta-kalın katmanlı, bol makrofosilli (pecten yaygın), yer yer rekristalize algli kireçtaşlarıyla başlar. Bu kireçtaşları, mikroskopik incelemelerde algli biyosparit olarak tanımlanmıştır. Bu seviyeyi üste doğru kalınlığı 152 m olarak belirlenen, gri renkli, ince-orta katmanlı, yer yer kalınlığı 30 cm dolayında olan tamamen kavkı parçalarından oluşmuş kireçtaşı seviyeleri içeren marn, silttaşı ve kumtaşı ardalanmasından oluşan kaya topluluğu izler. Formasyon üste doğru Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonuna geçer (Şekil 82).

Ünite IV'ün doğu kesiminde yer alan Bakımlı antiklinalinin kanatlarında yüzeyleyen formasyon, taban kesimlerinde gri renkli, kalın katmanlı, kumtaşı, yer yer silttaşı ve marn ardalanmasıyla temsil edilir (Şekil 83). Bu seviyeyi siyah renkli, ince-orta katmanlı kumlu kireçtaşları izler ve formasyonun en üst kesimlerinde beyaz, gri renkli, orta-kalın katmanlı algli kireçtaşı ve ince katmanlı marn, silttaşı ardalanması yer alır (Şekil 83).

Karacaören Formasyonunun, inceleme alanının en güney kesimlerinde tabanda gri renkli, ince katmanlı marn ve üst kesimlerde bol pecten ve yer yer iri çakıllar (başlıca ofiyolitlerden ve Üst Kretase-Paleosen yaşlı Tecer Kireçtaşından türemiş) içeren kireçtaşı seviyesi yer alır. Kabalı köyü güneyinde birim 5 m kalınlığında, sarı renkli, orta-kalın katmanlı algli kireçtaşı ile temsil edilir (Şekil 78; 84)



Şekil 82. Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun inceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadından hazırlanan ölçülü stratigrafi kesiti.



Şekil 83. İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Bakımlı antiklinalinin batı kanadından alınan Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonunun (Tk) kaya türünü ve deformasyon biçimini gösteren enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).



Şekil 84. İnceleme alanının güneyinde yer alan Barçın köyü kuzeyinde Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu (Ts) üzerinde ince bir seviye olarak yer alan ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonu (Tbe) tarafından uyumlu olarak üzerlenen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun (Tk) incelenerek kamalanması (KD'dan GB'ya bakış).

Kalınlık: Karacaören Formasyonunun kalınlığı inceleme alanında oldukça farklılıklar gösterir. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Ünite I içerisinde 30-50 m dolayında kalınlığa sahip olan birim, Ünite II'nin kuzey kesiminde 100 m, güney kesiminde ise 250 m kalınlığa ulaşır. İnceleme alanının orta kesiminde Ünite III içerisinde maksimum kalınlığa ulaşan formasyon (500 m dolayında), Ünite IV içerisinde yer alan Celalli antiklinali çevresinde 160 m kalınlık sunar (Şekil 82). İnceleme alanının en güneyine doğru incelenen birimin, bu yöredeki kalınlığı 10-30 m dolayındadır (Şekil 78; 84).

Fosil içeriği ve Yaşı: Sivas Tersiyer havzasında yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı denizel kayaların fosil içeriği ve yaşı ile ilgili ilk çalışmalar Stchepinsky (1939), Yalçınlar (1955), Erünel-Eröntöz (1956) ve Dizer (1962) tarafından yapılmıştır. İnceleme alanında ayırtılan dört tektonik ünite de yüzeyleyen Karacaören Formasyonun genellikle taban kesimlerinde yer alan, bol makro ve mikrofosil içeren algli kireçtaşlarından elde edilen fosil toplulukları ve yaş aralıkları aşağıda verilmiştir.

İnceleme alanının kuzey kesiminde, Ünite II içerisinde yer alan Çınar tepede yüzeyleyen kireçtaşlarından, birime Alt Miyosen (Akitaniyen-Burdigaliyen) yaşını veren;

Miogypsina intermedia DROOGER

Miogypsina sp.

Asterigerina sp.

Chyrsalidina sp.

Dentalina sp.

Melobesia sp.

Ünite II'nin güney kesiminde yer alan Tepeli Dağın kuzeyinde, Sıtmapınar tepede yüzeyleyen kireçtaşlarından, birime Üst Oligosen yaşını veren;

Miogypsina intermedia DROOGER

Sphaerogypsina sp.

Chyrsalidina sp.

Moncharmontia sp.

Melobesia sp.

Ünite II'nin güneybatısında yer alan Tavşanlı köyü güneyinde formasyonun orta kesimlerinde yüzeyleyen kireçtaşlarından, birime Alt Miyosen (Burdigaliyen) yaşını veren;

Miogypsina mediterranea BRÖNNIMANN

Miogypsina irregularis MICHELOTTI

Chrysalidina sp.

Operculina sp.

Archaias sp.

Dentallina sp.

Idalina sp.

Melobesia sp.

İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Ünite III'ün batısında Damızlık tepede yüzeyleyen kireçtaşlarından, birime Alt Miyosen (Akitaniyen-Burdigaliyen) yaşını veren;

Miogypsina irregularis MICHELOTTI

Miogypsina complanatus SCHLUMBERGER

Operculina complanata DEFRANCE

Miolepidocyclina burdigalensis (GÜMBEL)

Melobesia sp.

İnceleme alanının güneyinde yer alan Ünite IV'ün kuzeyinde, Celalli antiklinalinin kuzey kanadında Çakşak tepede formasyonun tabanında yüzeyleyen algli kireçtaşlarından, birime Alt Miyosen (Burdigaliyen) yaşını veren;

Miogypsina intermedia DROOGER

Miolepidocyclina burdigalensis (GÜMBEL)

Chrysalidina sp.

Melobesia sp.

fosil topluluğu ile formasyonun en üst kesimlerinde yer alan marnlardan birime Orta Miyosen yaşını veren ;

Cytheridea gr. *acuminata*

Loxoconcha sp.

Neomonoceratina sp.

ostracoda faunası;

Ünite IV'ün güney kesiminde yer alan Bakımlı köyü güneyinde Beyaz tepe doğusunda formasyonun tabanında yüzeyleyen algli kireçtaşlarından, birime Alt Miyosen (Burdigaliyen) yaşını veren;

Miogypsina irregularis MICHELOTTI

Miolepidocyclina burdigalensis (GÜMBEL)

Idalina sp.

fosil topluluğu saptanmıştır. Yukarıda verilen fosil topluluğu, Karacaören Formasyonunun yaşının Alt Miyosen (Akitaniyen-Burdigaliyen) olduğunu belirlemektedir.

Ortamsal Yorum: Karacaören Formasyonunun genel kaya türü özellikleri, inceleme alanında yanıl değişimler sunmakla beraber, formasyonun genellikle tabanında yer alan algli kireçtaşı seviyesi ortamsal yorumlamada kullanışlı verileri oluşturur. Formasyonun bu taban kesimleri, resifal özellik gösterir. Üst kesimlerinde birim kısmen resif önü ortam koşullarını yansıtır ve en üst kesimlerinde pelesipod ve gastropod içeriğinin artması ile ortam, resif önünden resif gerisine geçer (Şekil 17). Formasyonun en üst kesimlerinin, Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonuna geçmesi, ortam koşullarının giderek sığlaşarak lagüne dönüştüğünü belirlemektedir.

II.3.7. Benlikaya formasyonu (Tbe)

Genel Tanım: İnceleme alanının güneyinde yer alan Ünite III ve IV içerisinde yaygın olarak yüzeyleyen ve Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunu uyumlu olarak üstleyen, karasal kırıntılı kayalar, ilk kez Pisoni (1965) tarafından Benlikaya formasyonu olarak tanımlanmış olup, bu çalışmada aynı adlama kullanılmıştır.

Yayılm ve Konum: Benlikaya formasyonu, inceleme alanının güneyinde yer alan Ünite III içerisinde, Topalosman tepede, Seyran tepede yüzeyler ve bu yörede Tavşanlı bindirmesi boyunca Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu, Ambarlı tepe güneyinde ise Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu tarafından tektonik dokanakla üzerlenir. Aynı yörede birim, Karacaören Formasyonunu uyumlu olarak üzerler ve iki birim bir imbrike fan sistemi içerisinde yer alır. Ünite III'ün doğusunda yer alan Desturağlı ve Hoplamaz mahalleleri dolayında yüzeyleyen birim, Karacaören Formasyonu ile düşey geçişlidir. Bu yörede, Tavşanlı bindirmesinin ayrılmış parçalarını (klipler) oluşturan Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu, birimi tektonik dokanakla üzerler (Ek 2).

İnceleme alanının güneyinde Ünite IV içerisinde yaygın olarak yüzeyleyen ve kalınlığı artan birim, Celalli ve Bakımlı antiklinallerinin kanatlarında Karacaören Formasyonunun tavanında uyumlu olarak yer alır. Ünite IV'ü kuzeyden sınırlayan Gölcük bindirmesi boyunca yer alan Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu birimi tektonik dokanakla üzerler. Ünitenin

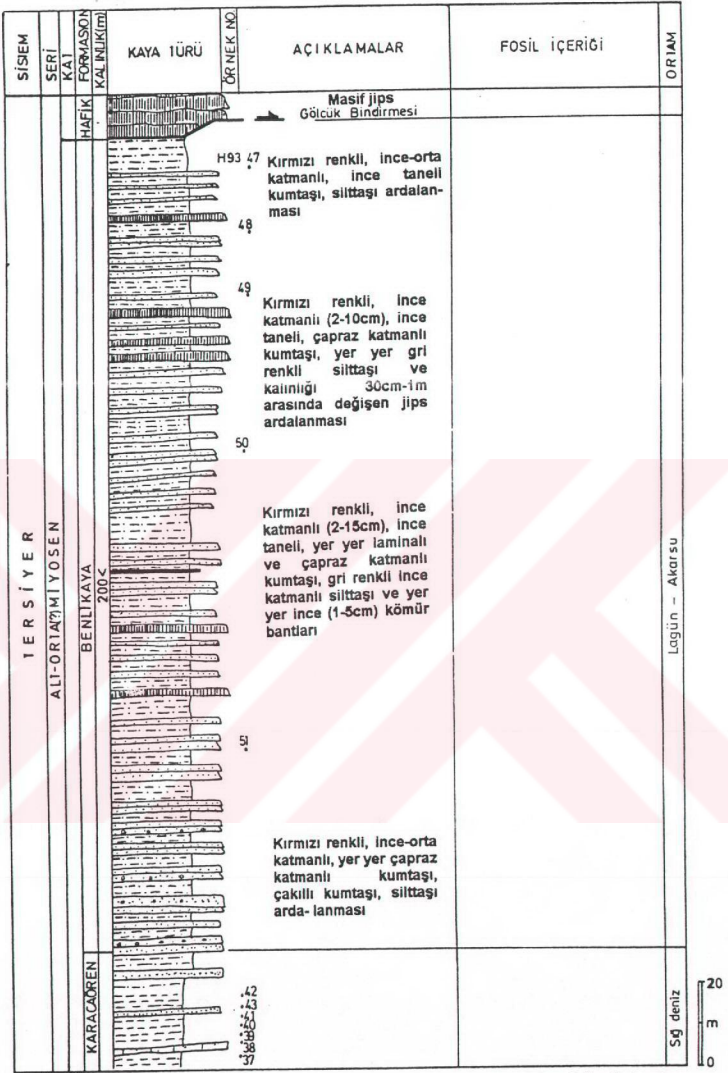
güney kesiminde, Gölcük bindirmesi boyunca klipler halinde, Evliyapuru, Eimalıpur, Geyiktepe ve Kabaardıç tepede yüzeyleyen Hafik Formasyonu, Benlikaya formasyonunu tektonik olarak üstler. Daha güneyde yer alan Çatal tepe güneyinde birim, doğrudan Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu üzerine gelir. Benlikaya formasyonu, Kabalı köyü güneyinde tektonik dokanakla Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonunu üzerler. Bu kesimde, birimin tabanında ince bir seviye halinde Karacaören Formasyonu yer alır (Ek 2).

Kaya Türü: Benlikaya formasyonunun kaya türü özellikleri, inceleme alanının değişik kesimlerindeki yüzeylemelerde yanal olarak bazı farklılıklar içermekle birlikte, birimin egemen litolojisini kırmızı renkli, kumtaşı, çakıllı kumtaşı, silttaşı ve yer yer jips ar dalanması oluşturur.

Formasyonun inceleme alanının güney kesirindeki yüzeylemelerinde, tabanda yer yer boyutları 30-40 cm dolayında, çoğunluğu Üst Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşlarından ve az oranda ofiyolitik kayalardan türemiş bloklar içeren, kırmızı renkli çakıltası ve kumtaşları yer alır. Tabandaki bu seviyeler, alüvyon yelpazesi çökellerini yansıtır ve üste doğru kırıntılılarda tane boyunda incelmeye izlenir. Formasyonun üst kesimleri, kırmızı renkli, ince-orta katmanlı, kötü boylanmalı, yer yer kanal dolguları içeren ve çapraz katmanlanma gösteren çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve silttaşı ar dalanmasına geçer. Ayrıca formasyonun bu kesimlerinde, kalınlığı 30-50 cm arasında değişen, yer yer laminalanma gösteren, düzenli katmanlanmalı jips arakatıkları gözlenir.

Benlikaya formasyonun, kaya türü özellikleri Celalli antiklinalinin kuzey kanadından hazırlanan ölçülü stratigrafi kesitinde incelenmiştir (Şekil 85). Bu yörede Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer alan birim, tabanda kırmızı renkli, ince-orta katmanlı kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve silttaşı ar dalanmasıyla başlar. Formasyon üste doğru kırmızı renkli, ince katmanlı, ince taneli, iyi tutturulmuş, yer yer laminal ve çapraz katmanlanmalı kumtaşı, yer yer gri renkli, ince katmanlı silttaşı, kalınlığı 30 cm-1 m arasında değişen, laminal jips ve ince (1-5 cm) kömür bantları içeren kaya topluluğu ile temsil edilir. Formasyonun en üst kesimleri, Gölcük bindirmesi nedeniyle izlenemez.

Kalınlık: Benlikaya formasyonunun kalınlığı inceleme alanında oldukça farklılıklar gösterir. Celalli antiklinali çevresinde 200 metreden daha fazla kalınlık sunan birim, güneye doğru kalınlaşarak 500 metreden daha fazla kalınlığa ulaşır (Şekil 78).



Şekil 85. İnceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadından hazırlanan Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonun kaya türünü gösterir ölçülü stratigrafi kesiti.

Fosil içeriği ve Yaşı: Benlikaya formasyonuna yaş verebilecek fosil topluluğu, inceleme alanında saptanamamıştır. Bununla beraber birimin, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu ile dokanak kesimlerinde Orta Miyosen yaşını veren ostracoda faunasının saptanması nedeniyle, yaşı Alt-Orta (?) Miyosen olarak kabul edilmiştir.

Ortamsal Yorum: Formasyonun genel özellikleri, alüvyon yelpazesi ve akarsu ortam koşullarının etkin olduğunu göstermektedir. Bununla beraber, birimin orta ve üst kesimlerinde kömür ve jips bantlarının izlenmesi, kısmen lagüner ortam koşullarının da etkin olduğunu belirtmektedir.

Benlikaya formasyonunun, inceleme alanının kuzey kesiminde yüzeyleyerek kuzeyden güneye doğru kalınlaşması, güney kesimdeki yüzeylemelerinde tabanda çoğunluğu Üst Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşından türemiş iri bloklar içeren alüvyon yelpazesi çökellerini içermesi ve formasyon içerisinde kırıntılarda kuzeye doğru tane boylarının küçülmesi, birimin güneyden beslendiğini göstermektedir (Şekil 78).

II.3.8. İncesu Formasyonu (T1)

Genel Tanım: İnceleme alanının kuzeyinde yüzeyleyen akarsu çökelleri, Sivas yöresinde Yılmaz (1980) tarafından İncesu Formasyonu olarak tanımlanmış ve iki üyeye (taban kesimleri Derindere çakıltası üyesi, en üst kesimleri ise Porsuk kireçtaşı üyesi) ayrılarak incelenmiştir. Birimin inceleme alanındaki yüzeyleyeni, formasyonun taban kesimlerine karşılık gelmekte olup, üye ayırdımı yapılmaksızın İncesu Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

İnceleme alanının kuzey kesimini kapsayan bölgede Gökten ve Kelling (1991) tarafından yapılan çalışmada aynı birim, Karadağtepe formasyonu olarak tanımlanmıştır.

Yayılm ve Konum: İncesu Formasyonu, inceleme alanının kuzeyinde yer alan Ünite I içerisinde yaygın olarak yüzeyleyebilir. İnceleme alanının kuzeybatısında, Özen köyü doğu ve güneydoğusunda, Karadağ tepe dolayında yüzeyleyen birim, Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı ve Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerasını uyumsuzlukla üzerler. Koşutdere köyünün güneyinde küçük bir yüzeyleme sunan birim, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunu açılı uyumsuzlukla üzerler ve Sivas bindirmesi boyunca Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu tarafından tektonik dokanakla üzerlenir. Daha doğuda

yüzeyleyen birim, Tekelidağı Karışığı üzerinde uyumsuzlukla yer alır ve Hafik Formasyonu tarafından tektonik dokanakla üzerlenir (Ek 2).

İnceleme alanının kuzeydoğusunda, Akören köyü kuzeyinde yüzeyleyen formasyon, Tekelidağ Karışığı ve Bahçecik konglomasını uyumsuzlukla üstler. Daha güneyde yer alan Kuşçu köyü çevresinde yüzeyleyen birim, Bahçecik konglomasını açılı uyumsuzlukla üzerler ve Sivas bindirmesi boyunca yüzeyleyen Hafik Formasyonu tarafından tektonik dokanakla üzerlenir (Ek 2).

İnceleme alanının kuzey kesiminde, Aliçlı tepe ve Horadun tepede yüzeyleyen İncesu formasyonu, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu üzerinde açılı uyumsuzlukla yer alır (Ek 2).

Kaya Türü: İncesu Formasyonunun egemen kaya türünü çakıltaşları oluşturur. Çakıltaşlarıyla birlikte iyi tuturulmamış kumtaşı ve yer yer silttaşı ara seviyeleri de izlenir.

Formasyonun inceleme alanının kuzeybatısındaki yüzeylemeleri, yatay konumlu, sarı, gri renkli, orta-kalın katmanlı, zayıf çimentolu, çakıltaşı, kumtaşı ve çakıllı kumtaşı araldanmasıyla temsil edilir. Çakıltaşlarında kanal dolguları ve çapraz katmanlanma yaygındır. Çakılların çoğunluğu ofiyolitik melanjdan türemiştir.

İncesu formasyonunun, inceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Akören köyü kuzeyindeki yüzeylemeleri, diğer kesimlere oranla bazı farklılıklar içerir. Bu yörede, kuzeye 10°-15° eğimli olarak izlenen birim, tabanda iri bloklar içeren (20-30 cm çaplı) iyi çimentolanmış çakıltaşları ile başlar. Çakıltaşlarının bileşenlerinin çoğunluğu, birimin tabanında yer alan Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomasından yeniden aktarılmış çakıllar oluşturur ve oldukça iyi yuvarlaklaşmış olarak izlenirler. Formasyonun üst kesimlerine doğru tane boyu inceler ve gevşek çimentolu çakıllı kumtaşlarına geçer.

Kalınlık: İncesu Formasyonunun kalınlığı, inceleme alanının değişik kesimlerindeki yüzeylemelerinde oldukça farklılıklar sunar. Birimin kalınlığı 20-100 m arasında değişir. Gökten ve Kelling (1991), formasyonun kalınlığının 150 m dolayında olduğunu belirtmektedirler.

Fosil içeriği ve Yaşı: İncesu Formasyonuna yaş verebilecek fosil topluluğu inceleme alanında saptanamamıştır. Bununla beraber, inceleme alanının batısında yer alan Sivas

yöresinde Yalçınlar (1955) tarafından, formasyonun alt kesimlerindeki konglomera ve kumtaşları içerisinde, *Hipparion gracile* (KAUP), *Sus erymanthius* (GAUDRYZITTEL), *Mastodon sp.*, *Cervus sp.*, *Rhinoceros sp.*, *Griffa sp.*, ve *Gazella sp.*, omurgalı faunası saptanarak birime Alt Pliyosen yaşı verilmiştir. Ayrıca, formasyonun Kuşçu köyü dolayındaki yüzeylemelerinde, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonuna ait kireçtaşı çakıllarını da içermesi, birimin yaşının Pliyosen olduğunu göstermektedir.

Ortamsal Yorum: İncesu Formasyonunun genel özellikleri, akarsu ortamında depolandığını göstermektedir. Gökten ve Kelling (1991), formasyonun örgülü akarsu sisteminin proksimal kesimini işaret ettiğini, malzemenin kuzey kesimdeki kaynaklardan türediğini ve birim içerisinde yer yer izlenen kireçtaşı düzeylerinin de küçük ephemeral gölleri yansıttığını, bunun da yöre yükselmesinin yavaşladığı veya tektonik etkinliğin azaldığı zamanları belirlediğini kaydetmektedirler.

II.3.9. Karacahisar formasyonu (Qk)

Genel Tanım: İnceleme alanında yüzeyleyen genç akarsu çökelleri, ilk kez bu çalışmada, Karacahisar köyü dolayında yaygın yüzeylemeler sunması nedeniyle, Karacahisar formasyonu olarak tanımlanmıştır.

Yayılm ve Konum: Karacahisar formasyonu, inceleme alanının kuzeydoğu kesiminde yer alan Karacahisar köyü güneyinde ve doğusunda yaygın olarak yüzeyler. Bu yörede birim, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerası ve Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu üzerinde açılı uyumsuzlukla yer alır (Ek 2)

İnceleme alanının orta kesiminde, Dışkapı köyü güneyinde yüzeyleyen birim, Hafik Formasyonunu açılı uyumsuzlukla üzerler. İnceleme alanının güneydoğusunda Kırızalı sırtında izlenen birim, Alt-Orta Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonunu açılı uyumsuzlukla üstler (Ek 2).

Kaya Türü: Karacahisar formasyonunun egemen kaya türünü, gri, siyah renkli, çoğunlukla iyi tutturulmamış, çok tür bileşenli çakıltaşları ve yer yer bunlarla ardalanmış 20-30 cm kalınlığında, sarı renkli, iyi pekişmemiş silttaşı seviyeleri oluşturur. Çakıltaşlarında kanal dolguları ve çapraz katmanlanma yaygındır.

Formasyonun, inceleme alanının kuzey kesimindeki yüzeylemelerinde, birim içerisindeki çakılların bileşenlerinin çoğunluğu, tabanda yer alan Bahçecik konglomerasından yeniden aktarılmıştır. İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Kıryazı sırtındaki yüzeylemelerinde ise bileşenleri, çoğunlukla ofiyolitli karışıktan ve havzanın güneyinde yer alan Üst Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşlarından türemiştir. Formasyonun inceleme alanındaki yüzeylemelerinde, genellikle yatay konumlu olup, eski akarsu taraçalarını yansıtır niteliktedir.

Kalınlık: Karacahisar formasyonu, inceleme alanındaki yüzeylemelerinde 20-50 m arasında değişen kalınlıklara sahiptir.

Yaş: Karacahisar formasyonunun yaşı, inceleme alanı ve yakın dolayında sıkça yüzeyleyen, genellikle büyük akarsu yataklarının çevresinde, değişik kotlarda, yatay konumlu olarak yer alan, eski akarsu taraçalarını yansıtan çökellerle temsil edilmesinden dolayı, Kuvaterner olarak kabul edilmiştir.

Ortamsal Yorum: Formasyonun, yukarıda değinilen genel özellikleri, akarsu ortamında depolandığını belirtmektedir.

İnceleme alanında yüzeyleyen tüm birimleri uyumsuzlukla üzerleyen en genç oluşukları, travertenler, yamaç molozları ve alüvyonlar oluşturmaktadır.

Travertenler (Qt)

İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Celalli antiklinalinin kuzeydoğusunda, traverten oluşumları izlenir (Ek 2). Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunu açılı uyumsuzlukla üzerleyen, yatay konumlu travertenlerin kalınlığı 10 m dolayındadır.

Yamaç molozları (Qy)

İnceleme alanının kuzey kesiminde yer alan Koşutdere, Bahçecik ve Çınarlı köyleri kuzeyindeki alanlarda yaygın yamaç molozu oluşumları gözlenir (Ek 2). Özellikle, Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı ile Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerasının bir imbrike fan oluşturduğu bu bölgede, bindirme faylarının ön kesimlerinde yamaç molozu

oluşumları sıkça izlenmektedir.

Alüvyonlar (Qal)

İnceleme alanında yüzeyleyen en genç oluşukları, genellikle vadi tabanlarında izlenen yeni alüvyonlar ve özellikle inceleme alanının orta kesiminde Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu üzerinde yaygın olarak yüzeyleyen eski alüvyonlar oluşturur (Ek 2).

II.4. Hafik (Sivas) Yöresinin Tektoniği

Hafik yöresinin tektonik deformasyonu, Sivas Tersiyer havzası ve temel kayalarını içeren bindirme sistemlerinin gelişimi ile kontrol edilmektedir. Yörede izlenen bindirme sistemleri genel olarak kuzeyden güneye doğru tektonik taşınma yönünü belirtir. Bununla beraber, güneyden kuzeye doğru bindirme sistemlerinin gelişimi de izlenir.

İnceleme alanında, birbirlerinden ana bindirme faylarıyla ayrılmış dört tektonik ünite ayrılmıştır. Bu ana bindirme fayları kuzeyden güneye Sivas bindirmesi, Tavşanlı bindirmesi ve Gölcük bindirmesidir. Bu bölümde, yörede ayrıtılan tektonik üniteler içerisinde ve üniteler arasındaki tektonik deformasyon, ayrıntılı olarak incelenecektir.

II.4.1. Ünite I (Bahçecik ünitesi)

İnceleme alanının kuzeyinde yer alan ve Sivas Tersiyer havzasının kuzey kenarını oluşturan, temel ve havza kayalarının tektonik deformasyon biçimi, Ünite I içerisinde yüzeyler (Ek 2; Şekil 77). Ünitenin tavan bindirme fayını, bölgesel ölçekte bir geri bindirme fayına (Butler, 1987) karşılık gelen Sivas bindirmesi (Poisson ve diğ., 1992) oluşturur. Ünitenin temelini oluşturan Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Kanşığı'nın tabanı boyunca yer alan bindirme fayı ise ünitenin taban bindirmesini oluşturur.

Ünite I içerisinde yüzeyleyen Tekelidağı Kanşığı'nı, Sivas Tersiyer havzasının bu yöredeki ilk çökellerine karşılık gelen Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerası uyumsuzlukla üzerler. Ünitenin değişik kesimlerinde iki birimin ilişkisi, açık imbrike fan sistemi (Boyer ve Elliott, 1982) içerisinde yer alır. Sistem içerisindeki ikincil bindirme fayları genel olarak kuzeye 30°-50° eğimlidirler. Bu veriler ünitenin tektonik deformasyon biçiminin, geri ülke eğimli imbrike fan sistemi (Boyer ve Elliott, 1982) oluşturduğunu göstermektedir.

Tekelidağı Kanşığı ile Bahçecik konglomerasının oluşturduğu imbrike fan sistemine ilişkin veriler, Ünite I'in değişik kesimlerinde, özellikle Bahçecik köyü güneyinde yer alan Öz

deresi vadisi boyunca yüzeyler. Bahçecik köyü kuzeyinde, Tekelidağı Karışığı, Bahçecik konglomerası üzerine tektonik dokanakla gelir. Bu ilişkinin tavanında, Çal tepede yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun taban kesimlerine karşılık gelen kireçtaşları yer alır. Tabanda gelişen bindirme sistemine bu kireçtaşlarının katıldığını gösterir açık veriler yoktur. Bu yörede Çal tepede yüzeyleyen kireçtaşlarının tabanında gelişen güneye eğimli (10°-15°) yersel bindirme seviyesinin tavanında, kireçtaşlarında asimetrik kıvrımlanma (fay-gelişim kıvrımları) ve bindirme faylarının gelişimi izlenir (Ek 3 Kesit AA).

Bahçecik köyü batısında yer alan İnağızı tepede yüzeylenen Tekelidağı Karışığı, Bahçecik konglomerası üzerinde tektonik dokanakla yer alır (Ek 3 Kesit BB'). Bu yörenin kuzeyinde, ofiyolitli karışığın tabanında gelişen bindirmele birlikte, hem Bahçecik konglomerasını hem de ofiyolitli karışığı kesen bindirme faylarının gelişimi de izlenir. Bu bindirme faylarının gelişimi, yörede Alt Eosen sonrası dönemde tamamen yeniden oluşan veya kısmen eski bindirmeleri kullanan, sıra dışı bindirme fayları (out of sequence thrusts, Morley (1988)) olarak değerlendirilebilir.

İnceleme alanının kuzeybatısında yer alan Özen köyü dolayında Bahçecik konglomerasının yüzeylenmesi, Tekelidağı Karışığının tabanında tektonik pencere şeklindedir. Bu ilişki, Tekelidağı Karışığının taban bindirmesi boyunca gelişen hareketin büyüklüğü hakkında da bilgi verir (Poisson ve diğ., 1992).

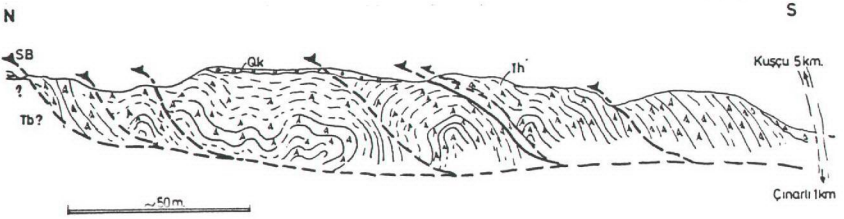
İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Karacahisar ve Akören köyleri kuzeyinde, Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı ile Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerasının imbrikasyonu izlenir. Akören köyü kuzeydoğusunda Düzağaç tepede bu ilişki açık olarak yüzeyler (Ek 2). Bu yörede kuzeye 40° eğimli olarak yüzeyleyen bindirme fayı boyunca, Tekelidağı Karışığı Bahçecik konglomerası üzerinde tektonik dokanakla yer alır. Daha kuzeyde iki birim, normal stratigrafik ilişkili olarak yüzeyler. Karacahisar göleti kuzeyinde, Tekelidağı Karışığının bindirme yönü kuzeye doğrudur ve bölgede genel güneye doğru gelişen bindirme sistemi içerisinde bir geri bindirme fayı niteliğindedir. Bu bindirme fayı, Kabak tepede yüzeyleyen Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu tarafından örtülür (Ek 2).

Sivas Bindirmesi: Ünite I'nı güneyden, Ünite II'nin taban bindirmesi olan Sivas bindirmesi sınırlar. Sivas bindirmesi, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait, Sivas Tersiyer havzasının kuzeyinde yaygın yüzeylemeler sunan, çoğunlukla masif olarak izlenen jipslerin tabanında yer alır. Sivas bindirmesi batıda, Sivas il merkezinin batısından yaklaşık doğu-batı doğrultusunda doğuya doğru, Hafik ve Zara ilçelerine değin uzanır. İnceleme

alanının kuzey kesimini içerisine alan bölgede, genel tektonik taşınma yönü kuzeyden güneye doğrudur (Tatar, 1982; Norman, 1991,1993; Yılmaz, 1980, 1984, 1985; Gökten ve Kelling, 1990; Poisson ve diğ., 1992). Sivas bindirmesinin inceleme alanı ve daha batısında yer alan Sivas yöresindeki geometrik özellikleri, bindirme boyunca hareketin kuzeye doğru geliştiğini gösterir. Sivas bindirmesinin, bölgesel taşınma yönünün aksine, kuzeye doğru taşınma yönünü göstermesi, bir geri bindirme fayı özelliğinde olduğunu göstermektedir (Poisson ve diğ., 1992).

İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Kosutdere köyü dünevdöğusunda, Sivas Bindirmesi boyunca Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu ve bu birimi uyumsuzlukla üzerleyen Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelir (EK 2). Daha kuzeydoğuda Öz deresi vadisinin güney yamacında, Sivas bindirmesinin taban bloğunda Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığını uyumsuzlukla üzerleyen Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu yer alır (EK 2). Bu yörede fay düşük açılı (5°-10°) olup güneye eğimlidir. Fay düzlemine yakın kesimlerde, Hafik Formasyonuna ait jipslerde, ikincil jips oluşumlarıyla karakteristik olan makaslama düzlemleri ile yaygın yapraklanma gelişimi, fay üzerindeki taşınma yönünün KKB'ya olduğunu göstermektedir (EK 3 Kesit AA', BB'). Bu veriler, Sivas bindirmesinin yaşının Üst Pliyosen-Kuvaterner olduğunu belirtmektedir.

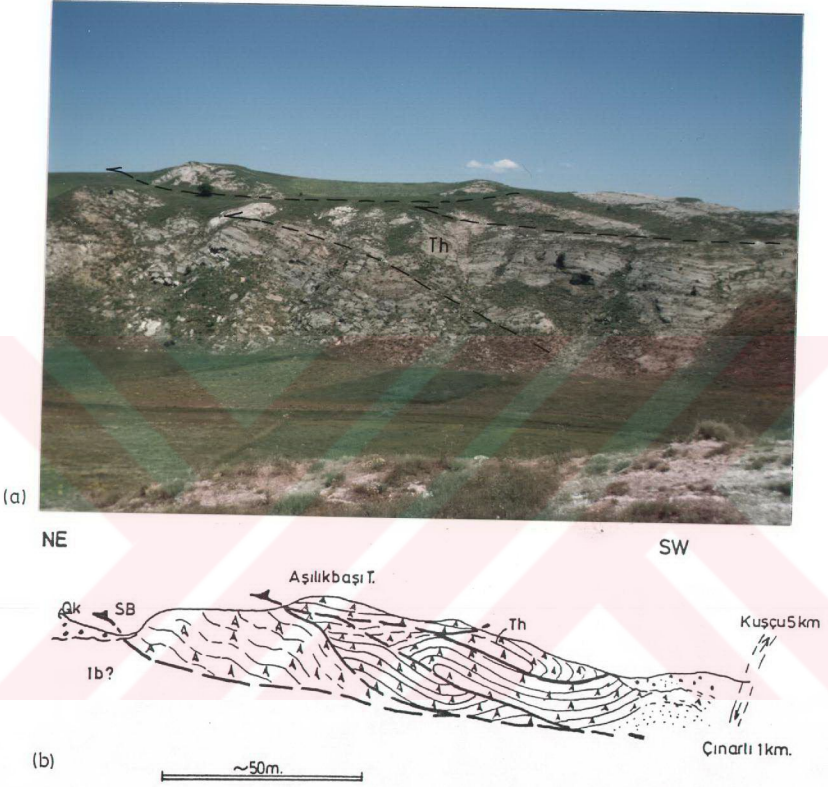
İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Çınarlı köyü kuzeydoğusunda, Sivas bindirmesinin tavan bloğunda gelişen bindirme sistemlerinin geometrisi ve diğer birimlerle ilişkisi incelenmiştir (Şekil 86; 87). Bu yörede yer alan Kalantarla tepe güneyinde, Sivas bindirmesinin tavan bloğundaki Hafik Formasyonuna ait jipslerde, bir imbrike fan sistemi gelişmiştir (Şekil 86). Taban fayını oluşturan Sivas bindirmesinden ayrılan ikincil bindirmelerin tavanında ramp antiklinallerinin gelişimi açık olarak izlenmektedir. İkincil bindirmeler boyunca jipslerde yapraklanma gelişimi, makaslama faylarına bağlı alterasyonlar ve ikincil jips kristalizasyonu yaygındır. Bu yörede Sivas bindirmesinin taban bloğu açık olarak yüzeylemez. Kesitin hemen kuzey kesiminde yüzeyleyen Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerasının güneye doğru, Sivas bindirmesinin altına eğimli olması nedeniyle, fayın taban bloğunda bu birimin olması beklenir. Sivas bindirmesinin ön kenarında yer alan Kuvaterner yaşlı Karacahisar formasyonu ile fayın ilişkisi açık değildir (Şekil 86).



Şekil 86. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Çınarlı köyü kuzeyinde Sivas bindirmesinin (SB) tavan bloğunda yüzeyleyen Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna (Th) ait jipslerde gelişen imbrike fan bindirme sisteminin geometrisini gösterir Kalantarla tepe güneyinden alınan enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

Çınarlı köyü kuzeyinde yer alan Aşılıkbaşı tepe dolayında, Sivas bindirmesinin tavan bloğunda yüzeyleyen Hafik Formasyonuna ait jipslerde bir minör dupleks yapısının gelişimi izlenir (Şekil 87). Böyle bir yapının taban bindirmesini oluşturan Sivas bindirmesinden ayrılan ikincil faylar, üst kesimde yer alan tavan bindirmesine birleşirler. İkincil fayların tavanında ramp antiklinallerinin gelişimi izlenir. Jipslerde, fay düzlemleri boyunca alterasyonlar, ikincil kristallenmeler ve yapraklanma gelişimi yaygındır. Bu yörede Sivas bindirmesinin taban bloğu açık olarak yüzeylememekle birlikte yakın çevredeki veriler, Bahçecik konglomerasının bulunabileceğini işaret etmektedir. Kesitin ön kenarında Kuvaterner yaşlı Karacahisar formasyonu yer alır ve Sivas bindirmesi ile bu birimin ilişkisi yaygın yamaç molozu oluşumlarından dolayı açık olarak izlenemez (Şekil 87).

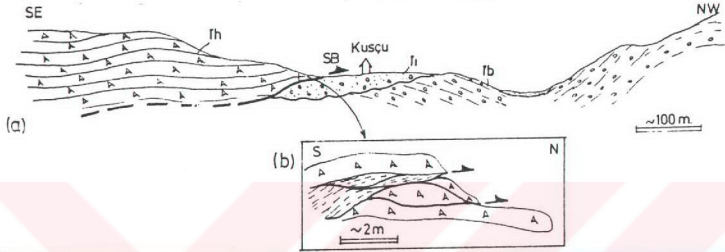
İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Kuşçu köyü güneyinde, Sivas bindirmesinin tavan ve taban bloklarının ilişkisi açık olarak izlenmektedir (Şekil 88). Bu yörede, Sivas bindirmesinin taban bloğunda Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerası ve bu birimi uyumsuzlukla üzerleyen Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu yer alır. Bu yörede oldukça düşük eğimle (10° - 15°) güneye eğimli olan Sivas bindirmesi boyunca, fayın tavan bloğunda yer alan Hafik Formasyonuna ait jipsler, taban blokta yer alan İncesu Formasyonuna ait çakıltaşları üzerine tektonik dokanakla gelir (Şekil 88b). Sivas bindirmesinin ön kenarında jipslerde gelişen ve fayın hareket yönü hakkında bilgi veren



Şekil 87. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Çınarlı köyü kuzeydoğusunda Aşılıkbaşı tepede Sivas bindirmesinin tavan bloğunda Oligosen (?) yaşlı Hafik formasyonuna (Th) ait jipslerde minör dupleks yapısının gelişimi. a) Arazi görünümü (GB'dan KD'ya bakış), b) Aşılıkbaşı tepeden alınan enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

deformasyon örnekleri izlenir (Şekil 88b, c). Bu yörede, kalın katmanlanma gösteren jipsler arasında yer alan ince marn seviyeleri boyunca, kuzeye doğru bindirme gelişimi açık olarak

yüzeyler. Bu küçük ölçekli güneye doğru gelişen bindirmelerin eğim miktarları 20° - 40° arasında değişir ve bindirme boyunca marnlarda yapraklanma gelişimi izlenir. Bu gözlem, Sivas bindirmesinin tavanında yer alan Hafik Formasyonu içerisinde, tabakalar arası kısalmanın gelişimini göstermesi açısından önemlidir.



(c)

Şekil 88. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Kuşçu köyü güneyinde, a) Sivas bindirmesinin (SB) taban ve tavan blok kayalarının ilişkisi, b) Sivas bindirmesinin ön kenarında jipslerde gelişen tabakalar arası kısalmayı gösterir enine kesit, c) Bu yapının saha görünümü (KD'dan GB'ya bakış) (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

İnceleme alanında Sivas bindirmesinin genel özellikleriyle ilişkili saha gözlemleri yukarıda verilmiştir. Bu veriler fayın yaşının Üst Pliyosen-Kuvaterner olduğunu ve üzerinde gelişen tektonik taşınma yönünün, bölgesel taşınma yönünün aksine kuzeye doğru geliştiğini ve bu nedenle bir geri bindirme karakteri taşıdığını ortaya koymaktadır.

II.4.2. Ünite II (Hafik ünitesi)

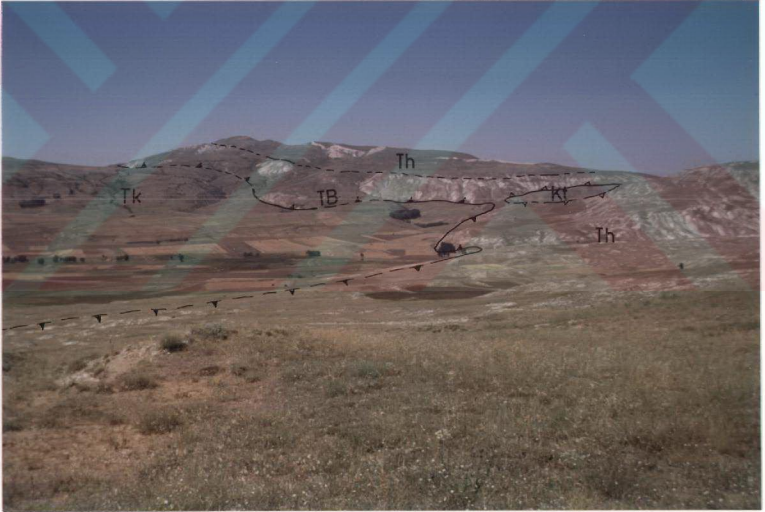
İnceleme alanının orta kesiminde Kızılırmak vadisi boyunca yer alan Ünite II'nin kuzey sınırını Sivas bindirmesi, güney sınırını ise Tavşanlı bindirmesi oluşturur. Ünitenin genel stratigrafisi, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu ve bu birimi açılı uyumsuzlukla üzerleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonları ile temsil edilir. Ünitenin orta kesiminin deformasyon biçimi, Hafik formasyonuna ait yaygın jips yüzeylemesi ve alüvyon örtüsü nedeniyle açık olarak izlenemez. Hafik ünitesinin kuzey kesiminde yer alan Günyamaç senkinali ve güneyde Tavşanlı köyü dolayında açık olarak yüzeyleyen yapılar, ünitenin tektonik deformasyon biçimini yansıtır niteliktedir (Ek 2).

Ünitenin kuzey kesiminde yer alan Günyamaç senkinalinin kanatlarında Hafik Formasyonu, çekirdeğinde ise Karacaören Formasyonu yer alır. Senkinal eksenini D-B doğrultusunda uzanır ve senkinal kanatlarında eğim miktarları sıkça değişir. Kuzey kanadı, Günyamaç köyü kuzeyinde 25° ile güneye eğimli iken, daha doğuda bir ön kanat bindirmesi (fore limb thrust, Dahlstrom (1970)) tarafından kesilir ve dikleşir. Günyamaç senkinalinin orta kesimi, gelişen bu bindirmeler nedeniyle daralır ve daha doğuda yer alan Çınar tepede yeniden genişler. Senkinal, Çınar tepede simetrik özellik gösterirken, güney kanadı boyunca dikleşerek asimetrik karakter kazanır (Ek 2; Ek 3 Kesit AA', BB').

Ünite II'nin güney kenarında yer alan Tavşanlı köyü dolayında, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipsleri açılı uyumsuzlukla üzerleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu içerisindeki kireçtaşı katmanları, iç deformasyonun izlenmesini sağlamaktadır. Tavşanlı köyü dolayında bu iki birimin deformasyonu ile gelişen yapılar, bir senkinal içerisinde yer alır. Bu senkinalin kuzey kanadı, yer yer kuzeyden güneye doğru gelişen ve Küçükikizce tepe, Seksenören tepe boyunca ve daha doğuda Çoraklı tepe kuzeyine uzanan bindirme fayı tarafından kesilir (EK 2). Kuzeyde gelişen bu bindirme boyunca Hafik Formasyonuna ait jips tektonik dilimleri, Karacaören formasyonuna ait ince kırıntılı kayalar üzerinde yer alır. Bu ilişki açık olarak Çoraklı tepe batısında ve Sankaya tepe kuzeyinde izlenir. Bu bindirme zonunun ön ülkesinde, bindirme fayları ve KD-GB doğrultulu sağ ve sol

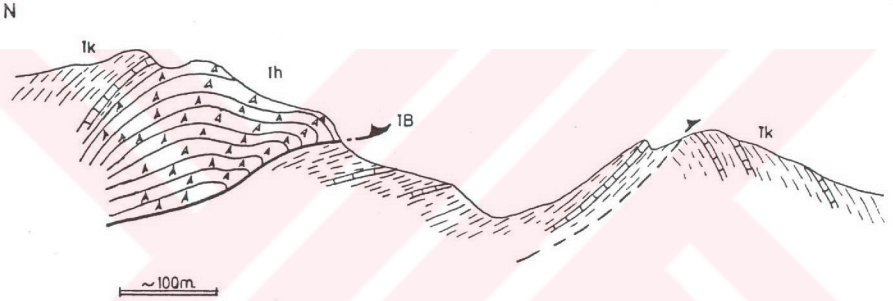
yanal doğrultu atımlı fay setleri, Karacaören Formasyonu içerisinde yüzeyleyen kireçtaşı seviyesinin ayrıntılı haritalanmasıyla ortaya çıkmaktadır (Ek 2). Bu yörede Tepeli Dağda yüzeyleyen, D-B doğrultulu antiklinalin kuzey kanadında gelişen devrik senklinal içerisinde, sağ ve sol yanal doğrultu atımlı faylar boyunca görünür atım miktarları 50 m ile 200 m arasında değişen değerlere ulaşır (Ek 2; Ek 3 Kesit CC'). Daha doğuda, Güllü tepe dolayında, jipslerdeki yersel yükselmelere bağlı olarak bindirme gelişimleri de izlenir (Ek 2).

Tavşanlı bindirmesi: Ünite II'nin güney kenarını sınırlayan ve taban bindirme fayını oluşturan Tavşanlı bindirmesi boyunca Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu, Alt Miyosen yaşlı Karacaören ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonları üzerinde tektonik dokanakia yer alır (Ek 2; Şekil 89).



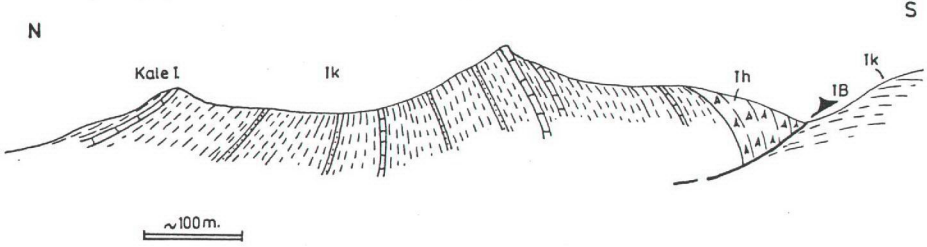
Şekil 89. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tavşanlı köyü güneyinde Tavşanlı bindirmesinin (TB) tavan ve taban bloğunda yüzeyleyen kayaların genel görünümü (GD'dan KB'ya bakış) (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

Tavşanlı bindirmesinin tavan bloğunda gelişen tektonik deformasyon biçimi, bindirme boyunca hazırlanan enine kesitlerde incelenmiştir. Tavşanlı bindirmesinin batı kesiminde, Tavşanlı köyü güneyinde fayın tavan bloğunda, Hafik ve bu birimi uyumsuzlukla üstleyen Karacaören Formasyonları bir ramp antiklinali oluşturur (Şekil 90). Bu yörede Tavşanlı bindirmesinin taban bloğunda Karacaören Formasyonu yer alır ve birim içerisinde bindirme gelişimi izlenir.



Şekil 90. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tavşanlı köyü güneyinde yüzeyleyen Tavşanlı bindirmesinin (TB) tavan bloğunda Oligosen (?) yaşlı Hafik (Th) ve Alt Miyosen yaşlı Karacaören (Tk) formasyonlarında ramp antiklinalinin gelişimini gösterir enine kesit.

Tavşanlı köyü güneyinde yer alan Kale tepe güneyinden hazırlanan enine kesitte, Tavşanlı bindirmesinin tavan bloğunda gelişen deformasyon açık olarak izlenmektedir (Şekil 91). Bindirme boyunca, tavan blokta yer alan Hafik Formasyonu ve bu birimi üstleyen Karacaören Formasyonundan oluşan bindirme örtüsü, ön kenarının yükselmesine bağlı olarak bir devrik senklinal oluşturur. Kuzeye doğru normal konumlu olarak izlenen Karacaören Formasyonu kayaları, kesitin güneyinde Tavşanlı bindirmesine yakın kesimlerde kuzeye devrik olarak izlenir (Şekil 91).

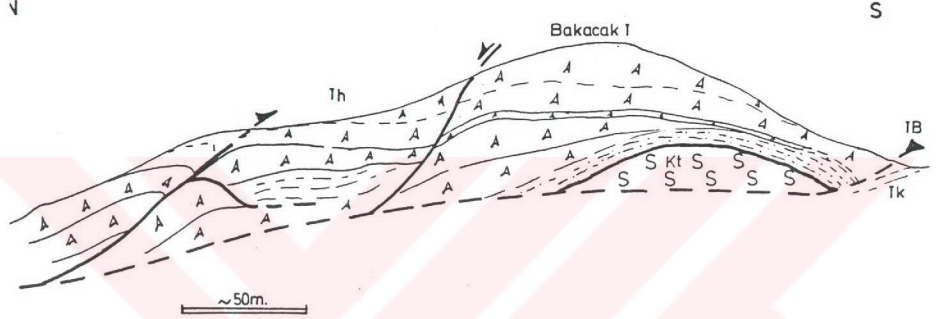


Şekil 91. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tavşanlı köyü güneyinde Tavşanlı bindirmesinin (TB) tavan bloğunda gelişen devrik senkinal yapısını gösterir enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

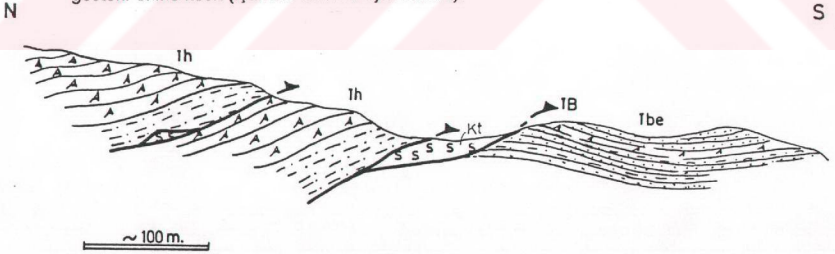
Tavşanlı bindirmesi boyunca, Tavşanlı köyü güneyinde ve daha doğuda yer alan Sağınsivrisi tepe güneyinde, Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığına ait serpantin tektonik dilimleri izlenir (Ek 2). Tavşanlı köyü güneyinde yer alan Bakacak tepe güneydoğusunda, Tavşanlı bindirmesinin tavan bloğunda yüzeyleyen serpantin tektonik dilimi ve Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipslerle ilişkisi Şekil 92'de görülmektedir. Bu yörede küçük bir mostra halinde yüzeyleyen serpantinler, oldukça tektonize olarak izlenirler ve tabandan ve tavandan bindirme faylarıyla sınırlı bir tektonik dilim oluştururlar. Tavşanlı bindirmesi kuzeye eğimli olup, fayın tavan bloğunda yer alan Hafik Formasyonuna ait jipslerde, ikincil bindirme faylarına bağlı olarak kalınlaşmayı gösterir deformasyon yapılarını içerir. Fayın taban bloğunda ise Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu yer alır (Şekil 92).

Tavşanlı bindirmesinin orta kesiminde yer alan Karavasara dere vadisinde, fayın taban bloğunda Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunu uyumlu olarak üzerleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonu yüzeyler (Ek 3 Kesit CC). Bu yörenin doğusunda yer alan Sağınsivrisi tepe güney yamacında, Tavşanlı bindirmesinin tavan bloğunu oluşturan Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipslerle, Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığına ait serpantin tektonik dilimlerinin imbrikasyonu izlenir (Şekil 93). Bu yörede Tavşanlı bindirmesinin taban bloğunda Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya

formasyonu yer alır ve bindirmenin ön ülkesinde gelişen bir senklinal içerisinde yüzeyler. Tavşanlı bindirmesinin tavan bloğunda yüzeyleyen jipslerin tabanında yer alan kırmızı renkli kumtaşı, siltaşı ardalanmasından oluşan birimlerle serpantinitle tektonik dilimleri, ikincil bindirme faylarıyla tekrarlanarak bir imbrike fan oluştururlar (Şekil 93).

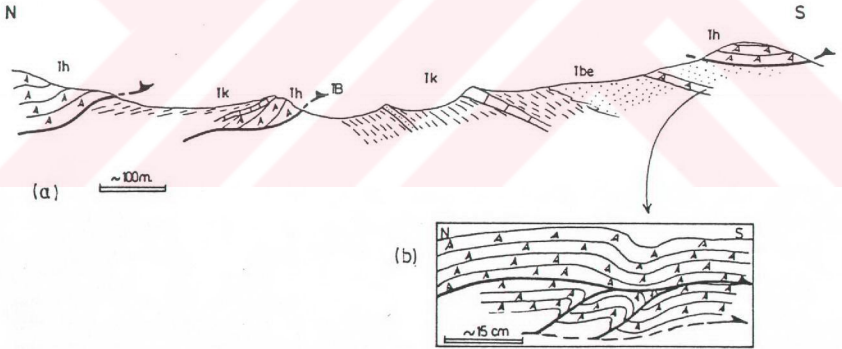


Şekil 92. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tavşanlı köyü güneydoğusunda Tavşanlı bindirmesinin tavan bloğunda yüzeyleyen serpantinitle tektonik dilimi ve Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna (Th) ait jipslerde gelişen ikincil bindirme faylarıyla kalınlaşmayı gösterir enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).



Şekil 93. İnceleme alanının orta kesiminde Tepeli Dağın güneyinde yer alan Sağınsivrisi tepe güneybatısında Tavşanlı bindirmesinin (TB) tavan bloğunda imbrike fan sistemi ve taban bloğunda ön senklinalin gelişimini gösterir enine kesit (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

Tavşanlı bindirmesinin doğu kesiminde yer alan Desturağılı mahallesi kuzeyinde, fay boyunca Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipsler, Ünite III üzerinde klipler halinde yüzeyler (Ek 2; Şekil 94a; 95). Bu yörede yer alan Ortapur tepe dolayında, fay boyunca Hafik Formasyonu doğrudan Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu üzerinde tektonik dokanakla gelir. Tavşanlı bindirmesinin tavanında yer alan Hafik ve Karacaören Formasyonları bir imbrike fan sistemi içerisinde yer alırlar. Fayın taban bloğunda yüzeyleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonu içerisinde kalınlığı 1 m dolayında olan jips katmanları izlenir. Bu jips düzeylerinde belirgin deformasyon örnekleri yüzeyler (Şekil 94b). Jips katmanının tabanında gelişen, tabakalanmaya paralel bindirme seviyesinin tavanında ikincil faylarla bir küçük ölçekli dupleks yapısının gelişimi açık olarak izlenir. Bindirme gelişim seviyelerinde ikincil jips oluşumları yaygındır. Bu küçük ölçekli tabaka içi deformasyon örneği, formasyonlar içerisinde gelişen kısalmayı göstemesi açısından önem taşımaktadır.



Şekil 94. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tavşanlı bindirmesinin (TB) doğusunda, Cankoçlar tepe güneyinde, a) Ünite III üzerinde yüzeyleyen Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna (Th) ait jips kliplerini, b) Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonu (Tbe) içerisinde yer alan jips düzeyinin iç deformasyonu gösterir enine kesitler (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).



Şekil 95. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Tavşanlı bindirmesinin doğusunda, Canköçler tepe güneyinde, fay boyunca Unite III üzerinde izlenen Oligosen (?) yaşlı Hafık Formasyonuna (Th) ait jips kliplerinin genel görünümü (B'dan D'ya bakış) (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

II.4.3. Ünite III (Acıpınar Ünitesi)

İnceleme alanının güneyinde yer alan ve kuzeyden Tavşanlı bindirmesi ile, güneyden ise Gölcük bindirmesi ile sınırlanan Ünite III'ün iç deformasyonu, Ünite II'ye oranla daha da artarak gerçekleşmiştir. Ünite III içerisinde, ikincil bindirme faylarının ve kıvrımlanmaların sıkça izlenmesi bunu göstermektedir. Ayrıca, Ünite III içerisinde Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun üste doğru, Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonuna geçmesi ve Ünite II içerisinde bu ilişkinin yüzeylememesi, ünitenin tavan bindirmesini oluşturan Tavşanlı bindirmesi boyunca gelişen kısalma miktarının, oldukça önemli olduğunu göstermektedir (Ek 2; 3).

Ünite III'ün batı kesiminde yer alan Acıpınar köyü batı kesiminde, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonunu uyumsuzlukla üzerleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu, inceleme alanının diğer kesimlerine oranla oldukça büyük kalınlıklara ulaşır ve bir devrik senklinal geometrisine sahip olan, D-B uzanımlı Toptaş tepe senklinali içerisinde yer alır (Ek 2). Senklinalin güney kanadında yer alan Karacaören Formasyonu kayaları dik konumlu olup, Hafik Formasyonuna ait jipslere yaklaştığı kesimlerde kuzeye devrik olarak izlenir (Ek 3 Kesit EE'). Toptaş tepe senklinalinin kuzey kanadı, Damızlık tepe kuzeyinde yer alan bir bindirme fayı tarafından kesilir (Ek 2). Acıpınar köyü içerisinde Hafik Formasyonu ile Karacaören Formasyonunun ilişkisi tektoniktir. Bu yörede izlenen yaklaşık K-G doğrultulu fay boyunca, fayın taban bloğunda yer alan Karacaören Formasyonuna ait kırıntılı kayalarda dikleşmeler izlenir. Bu fayla ilişkili gözlemler, doğrultu atım bileşenli bindirme fayı niteliğinde olabileceğini göstermektedir.

Ünite III'ün orta kesiminde yer alan Karavasarsu dere vadisi boyunca ünitenin tavan bindirmesini oluşturan Tavşanlı bindirmesinin taban bloğunda, Alt Miyosen yaşlı Karacaören ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonları bir imbrike fan sistemi oluşturur (Şekil 96). Karacaören Formasyonun ön kenarında yer alan ikincil bindirme fayı dike yakın eğim miktarına sahip olup, bu özellik bindirme faylarının, taban bindirmesine yakın kesimlerde düşük eğimli, yüzeylediği kesimlerde ise eğim miktarının arttığı, genel geometrik özellikleri içerisinde değerlendirilebilir (Dahlstrom, 1970; Boyer ve Elliott, 1982). Bu yörenin güneyinde Ünite III'ün taban bindirme fayını oluşturan Gölcük bindirmesinin tavanında yer alan Hafik Formasyonuna ait kalın jips kütlesinde, yersel olarak kuzeye doğru Karacaören Formasyonu kayaları üzerine devrilmeler ve bindirmeler izlenir (Ek 2; Ek 3 Kesit CC'). Jipslerle örtü kayaları arasında görülen bu ilişki, plastik özellik gösteren jipslerin tabanında yer alan

Gölcük bindirmesinin, bir taban blok rampı üzerinde yükselmesine bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir.

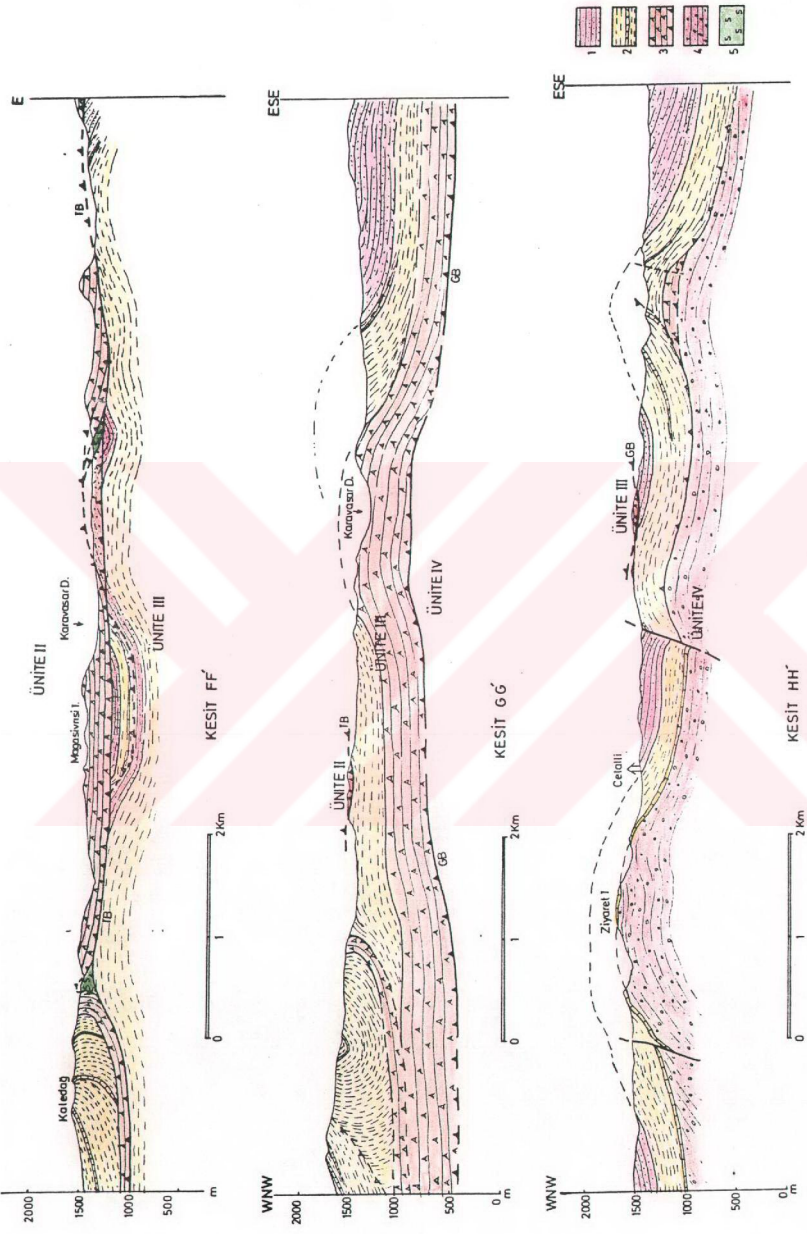
Ünite III'ün en doğu kesimlerinde yüzeyleyen Hafik Formasyonu ve bu birimi uyumsuzlukla üzerleyen Karacaören ve Benlikaya formasyonları sıkça kıvrımlanmalar gösterir. Ünitenin ortasından geçen Karavasır deresinin batı ve doğu kesiminde bu birimlerde gelişen kıvrımların ve bindirmelerin yanal geometrik ilişkisi, bölgesel taşınma yönüne dik olarak hazırlanan kesitlerde izlenmektedir (Şekil 97 Kesit FF', GG'). Ayrıca kesitlerde, Ünite III'ün taban ve tavan bindirmelerini oluşturan Gölcük ve Tavsanlı bindirmeleri ile bunlar arasında gelişen yapıların yanal geometrik özellikleri de gözlenmektedir.

Gölcük Bindirmesi: İnceleme alanının güneyinde yer alan Ünite III'ün taban, Ünite IV'ün ise tavan bindirmesini Gölcük bindirmesi oluşturur. Ünite IV içerisinde yer alan Celalli antiklinalini çevreleyen bindirme, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait kalın jips kütlelerinin tabanında yer alır ve batıda Akpınar köyünden başlayarak, doğuya doğru Gölcük ve Bakımlı köylerine doğru uzanır (Ek 2). Gölcük bindirmesi, batı kesimlerde genel olarak 5°-10° ile kuzeye doğru eğimli iken doğu kesiminde yer alan Gölcük ve Bakımlı köyleri dolayında doğuya eğimlidir. Fayın bu doğu kesimlerindeki yüzeylenimi bir lateral rampa karşılık gelir (Ek 2; Şekil 97 Kesit FF').

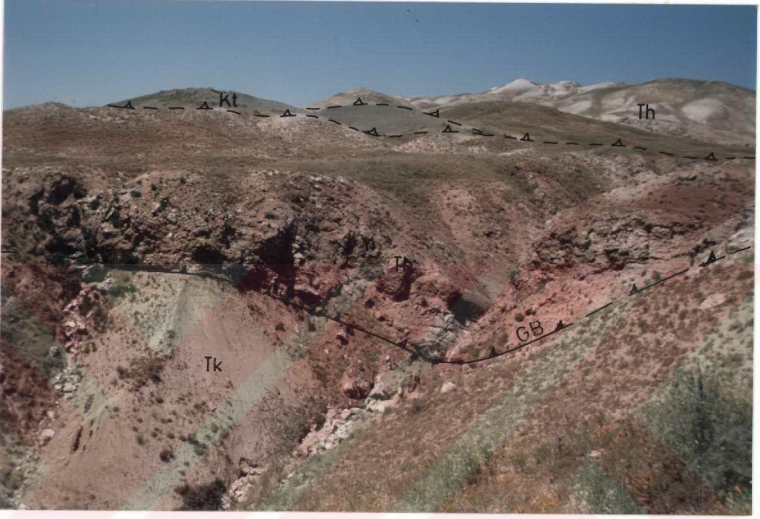
Gölcük bindirmesi boyunca, Celalli antiklinalinin kuzey kanadında yer alan Kızılgüney tepe kuzeydoğusunda, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipslerin tabanında, Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığına ait serpantinitle tektonik dilimleri yüzeylemektedir (Ek 2). Bu kesimde, jipslerle ikincil bindirmeler boyunca tekrarlanan serpantinitle, bir imbrike fan sistemi oluştururlar ve oldukça tektonize olarak izlenirler (Şekil 98; 99). Bu yörede, Gölcük bindirmesinin taban bloğunda yer alan Alt Miyosen yaşlı Karacaören ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonlarında, deformasyon gelişimi açık olarak yüzeyler. Ünite IV içerisinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadında yüzeyleyen ve kuzeye 15°-20° ile eğimli olan Benlikaya formasyonu, Gölcük bindirmesine yakın kesimlerde güneye doğru dikleşir ve tabanında yer alan Karacaören Formasyonu yüzeyler. Bu ilişki, Gölcük bindirmesinin tabanında hors gelişimi ile ilgili tabakalanmadaki devrilmeleri yansıtır niteliktedir (Boyer ve Elliott, 1982) (Şekil 98; 99).



Şekil 96. İnceleme alanının güneyinde yer alan Ünite III'ün orta kesiminde Karavaslar dere vadisinin batı yamacında, Tavşanlı bindirmesinin (Tb) taban bloğunda yer alan Alt Miyosen yaşlı Karacaören (Tk) ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya (Tbe) formasyonları içerisinde gelişen imbrike fan sistemi (Üdan B'ya bakış) (İşaretler için Ek 2'ye bakınız)



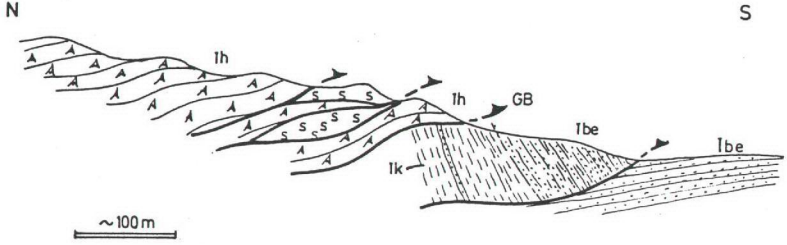
Şekil 97. İnceleme alanında gelişen bindirme sistemlerinin yanıl değişimlerini gösterir, bölgesel taşınma yönüne dik olarak hazırlanmış enine jeolojî kesitleri (tektonik taşınma yönü kağıt düzlemine diktir) (TB: Taşınanl bindirmesi, GB: Gölçük bindirmesi, 1) Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikkaya formasyonu, 2) Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu, 3) Oligosen (?) yaşlı Hafik



Şekil 98. İnceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadında Gölcük bindirmesi (GB) boyunca yüzeyleyen Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığına (Kt) ait serpantinitle tektonik dilimleri ve fayın taban bloğunda yer alan Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunda (Tk) hors gelişimiyle ilişkili dikleşmelerin görünümü (GD'dan KB'ya bakış).

Gölcük bindirmesinin doğu kesiminde yer alan Bakımlı köyü dolayında yüzeyleyen yaklaşık K-G doğrultulu Bakımlı antiklinali, bu yörede D-B doğrultusunda izlenen Gölcük bindirmesi tarafından kesilir. Bu dokanak ilişkisi, Bakımlı köyü doğusunda yer alan Sivri tepe güneyinde açık olarak gözlenir. Bu yörede, Gölcük bindirmesinin tavan bloğunda yer alan Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipsler genel olarak D-B doğrultusunda yer alırken, fayın taban bloğunda izlenen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu kayaları K-G doğrultulu olarak yer alırlar (Ek 2).

İnceleme alanının güney kesiminde yer alan Ünite IV üzerinde, Gölcük bindirmesinin ayrılmış parçalarını oluşturan, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipslerden oluşan



Şekil 99. İnceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadında Teberik tepe güneyinde Gölcük bindirmesinin (GB) tavan bloğunda serpantinitle tektonik dilimleri ile Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna (Th) ait jipslerin oluşturduğu imbrike fan sistemi ve taban blokta gelişen ikincil faylar arasında hors oluşumuyla tabaka durumlarındaki değişimi gösterir enine kesit (işaretler için Ek 2'ye bakınız).

klipler geniş yüzeylemeler sunar (Şekil 100; Ek 2; Ek 3 Kesit BB', CC, DD', EE'). Başlıca, Celalli köyü güneyinde Kabaardıç, Elmalıpur, Evliyapuru ve Geyik tepede yüzeyleyen jips kliplerinin tabanında Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonu yer alır (Şekil 100). İnceleme alanının en güneyinde Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu üzerinde de izlenen jips klipleri, Gölcük bindirmesi boyunca gelişen hareketin miktarı hakkında bilgi vermesi açısından önem taşımaktadır (Ek 3 Kesit CC', DD').

II.4.4. Ünite IV (Celalli ünitesi)

İnceleme alanının güneyinde yer alan, Sivas Tersiyer havzasının güney kenar kayalarını içeren Ünite IV'ün genel stratigrafisi, diğer ünitelerden bazı farklılıklar sunar. Ünitenin temelini, Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu ve bu birimi inceleme alanında tektonik dokanakla üzerleyen Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu oluşturur. Bu birimleri üzerleyen, Alt Miyosen yaşlı Karacaören ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonlarının dokanağı boyunca bindirme gelişimi izlenir (Şekil 78).

Ünite IV içerisinde gelişen en önemli yapılardan birisini Celalli antiklinali oluşturur (Ek 2; Şekil 101). Antiklinalin çekirdeğinde Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu yer alır ve bu birimi Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu açılı uyumsuzlukla üzerler. Antiklinal çevresinde yüzeyleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonu, Karacaören Formasyonunu uyumlu olarak üstler (Şekil 101).



Şekil 100. İnceleme alanının güneyinde yer alan Gölcük bindirmesi (GB) boyunca Ünite IV üzerinde yüzeyleyen Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna (Th) ait jips kiplerinin ve Ünite IV'un tektonik deformasyonunun genel görünümü (B'dan D'ya bakış). (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).



Şekil 101. İnceleme alanının güneyinde yer alan Ünite IV içerisinde yüzeylenen Celalli antiklinalinin genel görünümü (GD'dan KB'ya bakış).

Celalli antiklinali, özellikle batı kesiminde açık olarak yüzeyleyen, birbirine paralel küçük ölçekli antiklinal ve senklinal çiftlerini içeren bir antiklinoryum oluşturur. Ana antiklinal eksenini, 040 doğrultusunda uzanır ve her iki ucunda da dalımlı olarak yer alır. Celalli antiklinalinin kanatlarında eğim miktarında yersel bazı farklılıklar olmakla birlikte birbirine yakın değerlere sahiptir. Antiklinalin batı kenarı boyunca, yaklaşık 020 doğrultusunda uzanan bir sağ yanal doğrultu atımlı fay yer alır. Celalli antiklinalinin gelişimi, Ünite IV'ü kuzeyden sınırlayan tavan bindirme fayı niteliğindeki, Gölcük bindirmesinin taban bloğundaki kısalmayla ilişkilidir. Böyle bir antiklinalin yüzeylenimi, olasılıkla Ünite IV'ün tabanında bindirme gelişimini yansıtan bir fay gelişim kırımı (fault propagation fold, Jamison (1987))

niteliğindedir. Antiklinalin çekirdeğinde, M.T.A. tarafından 1965 yılında yapılan sondajın, 3500m derinlikte Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu içerisinde bırakılması, Sivas Tersiyer havzasının tabanında gelişen kısalma ve kalınlaşmanın büyüklüğü hakkında bilgi vermektedir.

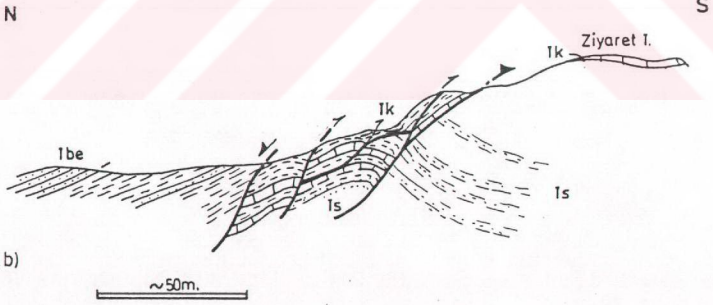
Celalli antiklinalini çevreleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonun tabanında yer alan algli kireçtaşları, doğrudan Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu üzerine gelir. Bu dokanak boyunca yer yer bindirme seviyesi (décollement) gelişimi izlenir ve kireçtaşlarında ikincil faylar boyunca kısalma açık olarak yüzeyler (Şekil 102). Celalli antiklinalinin kuzey kanadında yer alan Ziyaret tepe kuzeyinde, kireçtaşlarının tabanında gelişen bindirme fayının tavanında, bir ramp antiklinalinin gelişimi ve antiklinalin yükselmesiyle ilişkili olabilecek normal faylanma örnekleri yüzeyler (Şekil 102). Celalli antiklinalinin güney kanadında yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun tabanında bindirme gelişimi açık olarak izlenmez. Bu yörede, Karacaören Formasyonu ile Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu arasında açılı uyumsuzluk gözlenmemektedir.

Ünite IV'ün doğu kesiminde Tatlı ırmağ vadisinde yüzeyleyen Bakımlı antiklinalinin çekirdeğinde, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu yüzeyler. Bu birimi antiklinalin kanatlarında yer alan Alt Miyosen yaşlı Karacaören ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonları açılı uyumsuzlukla üzerler (Ek 2). Yaklaşık K-G doğrultulu kıvrım eksenine sahip olan Bakımlı antiklinali, Bakımlı köyü dolayında yer alan Gölcük bindirmesi tarafından kesilir. Antiklinal eksen güneye doğru dalımlıdır ve kanatlarında gelişen KB-GD ve KD-GB doğrultulu sağ ve sol yanal doğrultu atımlı faylar tarafından kesilir. Bakımlı antiklinalinin doğu kanadında yüzeyleyen KB-GD doğrultulu sol yanal doğrultu atımlı fay, Karacaören ve Benlikaya formasyonlarının sınırını 500 m dolayında ötelemiştir (Ek 2).

Ünite IV'ün güney kesiminde Celalli ve Bakımlı antiklinallerinin arasında, eksen güneye dış bükey olarak izlenen ve D-B'dan KD-GB doğrultusuna değişen Çatal tepe senklinali yer alır (Ek 2). Çatal tepe senklinalinin çekirdeğinde, inceleme alanın diğer kesimlerine oranla maksimum kalınlığına bu yörede ulaşan, Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonu yer alır. Genelde simetrik senklinal özelliği gösteren kıvrımın, güney kanadında ince bir seviye halinde Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu yüzeyler. Ünite IV'ü kuzeyden sınırlayan Gölcük bindirmesi boyunca yer alan Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jips klipleri, Çatal tepe senklinali üzerinde geniş alanlar kaplar (Ek 2).



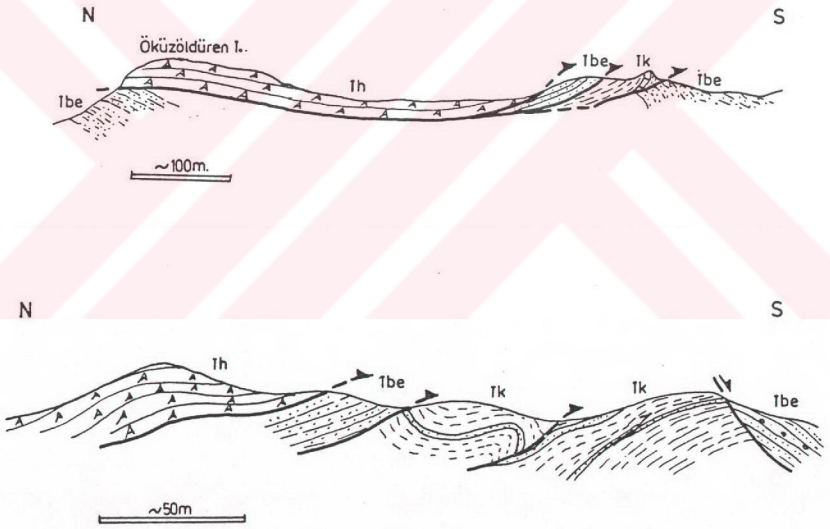
(a)



(b)

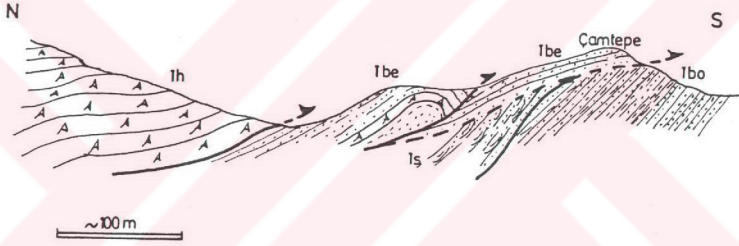
Şekil 102. İnceleme alanının güneyinde Ünite IV içerisinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadında Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun (Tk) tabanında bindirme gelişimi; a) Saha görünümü (GB'dan KD'ya bakış), b) Aynı ilişkiyi gösteren enine kesit (işaretler için Ek 2'ye bakınız).

Catal tepe senklinalinin kuzey kanadında, yaklaşık D-B doğrultusunda uzanan tektonik konumlu jips kütesinin ön ülkesinde, senklinalin tabanında yer alan Karacaören Formasyonuna ait küçük bir yüzeylenmiş hors yer alır (Şekil 103 a). Tabandan ve tavandan bindirme faylarıyla sınırlı bu tektonik kütleler, aynı doğrultuda Kabaardıç tepe güneyinde ve daha batıda yer alan Davullu dere batısında olmak üzere iki farklı kesimde yüzeylerler (Şekil 103). Bu yörelerde izlenen, Benlikaya formasyonunun tabanında yer alan Karacaören Formasyonuna ait tektonik dilimlerin yüzeylenimi, Karacaören Formasyonunun tabanında bindirme gelişimini göstermesi bakımından önem taşımaktadır.



Şekil 103. İnceleme alanının güneyinde yer alan Çatal tepe senklinalinin kuzey kanadı boyunca; a) Öküzöldüren tepe güneyinde, b) Davullu dere batısında, yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonuna (Tk) ait tektonik dilimlerin iç deformasyonlarını ve konumlarını gösteren enine kesitler (İşaretler için Ek 2'ye bakınız).

Unitte IV'ün güney kenarında yüzeyleyen Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu ile Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonunun dokanak ilişkisi tektoniktir (Şekil 104; 105). İki birimin dokanağı boyunca bindirme gelişimini gösterir açık veriler, inceleme alanının güneyinde yer alan Katranlı tepede yüzeyler. Bu yörede dokanak boyunca katman durumlarında sıkça değişimler, küçük ölçekli kıvrımlanmalar ve dayanımlı seviyeleri oluşturan kumtaşları arasında yer alan silttaşı ve marn seviyelerinde, yapraklanma gelişimi açık olarak izlenir.



Şekil 104. İnceleme alanının güney kesiminde, Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu (Tbo), Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu (Ts) ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonunun (Tbe) dokanak ilişkisini gösterir enine kesit.

Selimiye Formasyonu ile Bozbel Formasyonu arasındaki bu dokanak ilişkisi üzerinde, doğrudan Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonu yer alır. Benlikaya formasyonu, özellikle Kabalı köyü batısında yüzeyleyen Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jips tektonik kütlelerinin güney kenarına yakın kesimlerinde, yaygın deformasyon içerir. Bu gözlem, Benlikaya formasyonunun tabanında, kuzeyden güneye doğru gelişen bindirme sistemlerine bağlı olarak, bindirme gelişimini gösterir. Bu taban bindirme fayının, güneye doğru sönmülenerek kısmen stratigrafik ilişkinin ortaya çıkmasını sağladığı, inceleme alanının güneydoğusunda yer alan Çam tepe dolayında izlenir (Şekil 104; 105). Çam tepe kuzeyinde, Benlikaya formasyonu içerisinde sıkça izlenen jips seviyelerinde, bindirme gelişimiyle ilişkili kıvrımlanmalar yaygın olarak yüzeyler.

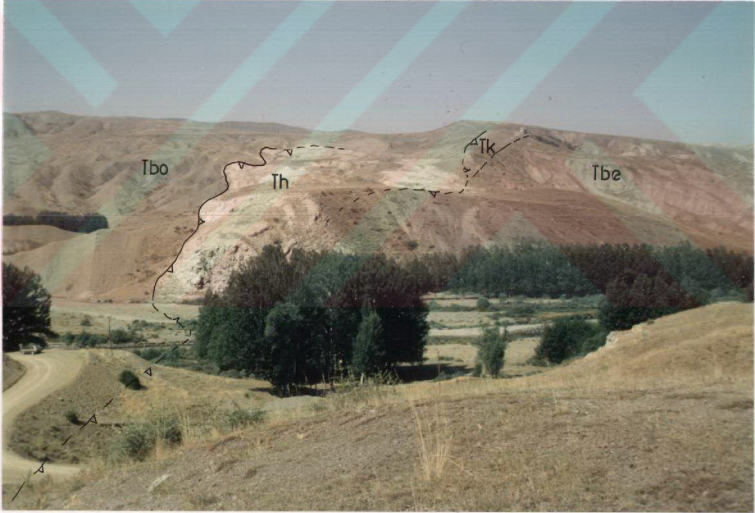


Şekil 105. İnceleme alanının güneyinde yer alan Çam tepe kuzeyinde Orta Eosen yaşlı Bozbel (Tbo), Oligosen yaşlı Selimiye (Ts) ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya (Tbe) formasyonlarının genel görünümü (KB'dan GD'ya bakış).

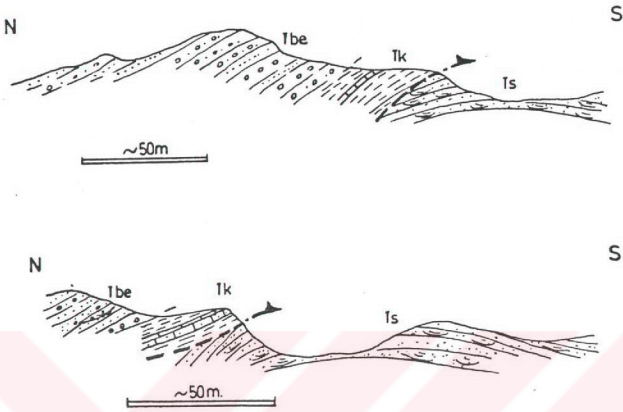
İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Kabalı köyü güneyinde, Tatlı ırmak vadisinin batı yakasında, Alt Miyosen yaşlı Karacaören ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonlarının tabanında, kalınlığı 10 m dolayında olan masif jips kütlesi yüzeyler (Şekil 106). Bu yörede, doğrudan Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonu üzerinde, tektonik dokanakla yer alan bu jipsler, daha kuzeyde yer alan Bakımlı antiklinalinin çekirdeğinde yüzeyleyen Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipslerin devamı olarak değerlendirilmiştir. Bu jipslerin tabanında bindirme gelişimiyle ilgili ramp antiklinali gelişimi, yaygın olarak makaslama düzlemleri ile kesilme, yapraklanma ve ikincil jips kristalizasyonu gözlenmektedir. Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonuna ait kayalar ince düzeyler halinde, jips kütesinin tavanında yer alır ve bu birim içerisinde yer yer tabaka durumlarında izlenen dikleşmeler de yine tabanda bindirme gelişimi ile ilgili olarak değerlendirilmiştir (Şekil 106).

İnceleme alanının güneybatısında yer alan Barçın köyü kuzeyinde Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu ile Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonunun dokanak ilişkisi açık olarak yüzeyler. Bu yörede tabanda Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu yüzeyleme ve

Karacaören Formasyonuna ait marnlar üste doğru Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonuna ait kalın çakılları tarafından uyumlu olarak üzerlenir (Şekil 107). Karacaören formasyonun, inceleme alanının dışında yer alan Hacıhalil köyü batısında, Benlikaya formasyonu içerisinde, tabandan tektonik dokanakla sınırlı ince dilimler şeklinde izlenmesi, inceleme alanının bu kesiminde Selimiye Formasyonu ile olan dokanağı boyunca da bindirme gelişiminin olabileceğini göstermektedir. Karacaören ve Selimiye Formasyonlarının dokanak ilişkisi Çatal tepe güneybatısında hazırlanan enine kesitlerde incelenmiştir (Şekil 107). Bu yörede Karacaören Formasyonunun kaya türünün marnlarla temsil edilmesi, bindirme gelişimi ile ilgili deformasyonun izlenmesini güçleştirmektedir. Bununla beraber, Karacaören Formasyonunun doğuya doğru incelenerek sonlanması, bindirme gelişimi ile ilgili olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 106. İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Tatlı ırmak vadisinin batı yakasında Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonunu (Tbo) tektonik dokanakla üzerleyen Oligosen yaşlı (?) Hafik Formasyonuna (Th) ait jips kütesi ve tavanında yer alan Alt Miyosen yaşlı Karacaören (Tk), Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya (Tbe) formasyonlarının genel görünümü (D'dan B'ya bakış).



Şekil 107. İnceleme alanının güneybatısında yer alan Barçın köyü kuzeyinde Alt Miyosen yaşlı Karacaören (Tk) ve Oligosen yaşlı Selimiye (Ts) Formasyonlarının dokanak ilişkisini ve olası bindirme gelişimini gösterir enine kesitler.

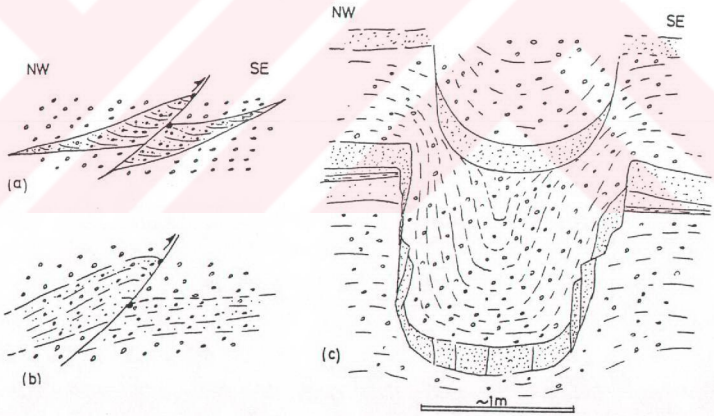
II.4.5. Kuvaterner yaşlı kayaların tektonik deformasyon biçimi

İnceleme alanında yüzeyleyen Kuvaterner yaşlı Karacahisar formasyonunun tektonik deformasyon biçimiyle ilgili veriler, inceleme alanının orta kesiminde yer alan Hafik ilçe merkezinin güneyinde, Dışkapı köyü ile Alagunpur tepe arasındaki formasyonun yüzeylemelerinde açık olarak izlenmektedir. İnceleme alanının diğer kesimlerinde yer alan Karacahisar formasyonuna ait yüzeylemelerde, açık deformasyon yapıları izlenmez ve bu kesimlerde birim yatay konumlu olarak gözlenir (EK 2).

Hafik ilçe merkezinin güneyinde yer alan Alagunpur tepe kuzeyinde, Hafik-Celalli karayolunun batı kesiminde açılan kum ocaklarında, Kuvaterner yaşlı Karacahisar formasyonunun tektonik deformasyon biçimi incelenmiştir. Bu yörede birim, zayıf çimentolu çakıltaşı ve yer yer 30-50 cm arasında değişen kalınlıklarda sarı renkli silttaşı seviyelerinden oluşan akarsu çökelleriyle temsil edilmektedir. Formasyon içerisinde ters ve normal faylanma ile sismik kökenli olabilecek deformasyon yapıları yüzeylemektedir. Şekil 108'de bu yapılarla ilgili örnekler verilmiştir. Karacahisar formasyonu içerisinde sıkça izlenen kanal dolgularından birisini kesen 065, 65KB durumlu bir ters fay boyunca 34 cm görünür atım

ölçülmüştür (Şekil 108 a). Aynı kesimde izlenen bir başka örnekte ise, 160, 65KD durumlu bir ters fay üzerinde ölçülen görünür atım miktarı 40 cm'dir (Şekil 108 b). Şekil 108 c'de izlenen yapının genel geometrisi, pekişmemiş çökellerde sismik şok dalgaları etkisiyle gelişebilen yapılarla (Scott ve Price, 1988; Plazait ve Poisson, 1992) benzerlik göstermektedir. Bu yapı, Scott ve Price (1988) tarafından, Burdur yöresinde Pliyo-Kuvaterner yaşlı kayalarda gözlenen, sismik şok dalgalarıyla oluşan "pear-drop" şekilli deformasyon yapısıyla büyük benzerlik sunmaktadır.

Aynı yörede Karacahisar formasyonuna ait çakıltaşılarında gelişen bir başka deformasyon örneği Şekil 109'da görülmektedir. Bu yüzekte, zayıf çimentolu çakıltaşıları ve arasında izlenen sarı renkli siltaşı düzeyini kesen bir ters faylanma sistemi gözlenmektedir. Ters fayların dağılım geometrisi, bir pozitif çiçek yapısı (positive flower structure, Silvester (1988)) gelişimini gösterir niteliktedir. Bu yapı içerisinde yer alan faylar yaklaşık K-G doğrultulu olup, faylar üzerinde 20-50 cm arasında değişen görünür atım miktarları ölçülmüştür (Şekil 109).



Şekil 108. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Hafik ilçe merkezinin güneyindeki kum ocaklarında Kuvaterner yaşlı Karacahisar formasyonu içerisinde izlenen deformasyon örnekleri. a ve b) Ters faylanma örnekleri, c) Pekişmemiş çökellerde sismik şok dalgaları etkisiyle gelişen yapılarla benzerlik gösteren deformasyon örneği.



Şekil 109. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Hafik ilçe merkezinin güneyindeki kum ocaklarında Kuvaterner yaşlı Karacahisar formasyonu içerisinde gözlenen pozitif çiçek yapısının görünümü (G'den K'e bakış).

Yukarıda incelenen yapılarla birlikte bu yörede normal faylanma örnekleri de yüzülemektedir. Genel olarak K-G doğrultusunda yer alan normal faylar üzerinde 30-50 cm arasında değişen görünür atım değerleri ölçülmüştür. Zayıf çimentolanmış çakıltaşlarında izlenen bu faylanma örneklerinin ayrıntılı kinematik analizi, fay düzlemlerinde yeterli kayma belirteçlerinin bulunmamasından dolayı yapılamamıştır.

II.5. Hafik (Sivas) Yöresinde Bindirme Sistemlerinin Kinematığı

Hafik yöresinde, bindirme sistemlerinin geometrik özellikleri ve ana kinematik belirteçler (kıvrım asimetrisi, makaslama ve yapraklanma düzlemleri vb.) genel olarak KKB-GGD doğrultusunda, farklı dönemlerde kuzeyden güneye ve güneyden kuzeye doğru tektonik tasınmanın gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

İnceleme alanının değişik kesimlerinden elde edilen fay-atım verileri, daha önce Bölüm I.4.2'de ayrıntıları verilen kinematik analiz yöntemleriyle incelenmiştir. Bu incelemede kullanılan verilerin derlendiği lokasyonlar aşağıda verilmiştir.

II.5.1. Kinematik analizlerde kullanılan fay-atım verilerinin lokasyonları

İnceleme alanının farklı kesimlerinde yer alan beş değişik lokasyondan (istasyon) fay-atım verileri elde edilmiştir (Şekil 77).

İstasyon 1, inceleme alanının kuzeydoğusunda, Ünite I içerisinde yer alır (Şekil 77). Bu yörede yer alan Kuşçu köyü kuzeyinde yüzeyleyen Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerası içerisinde ölçülen fay ve katman düzlemlerine ait veriler Çizelge 8'de toplu olarak gösterilmiştir. Bu yörede, minör fay düzlemleri boyunca gelişen ikincil kalsit dolgularında izlenen basamaklar yardımıyla (Mercier ve Vergely, 1992) hareketin doğrultusu ve yönü belirlenmiştir.

İstasyon 2, inceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Kuşçu köyü güneyinde yüzeyleyen Ünite II içerisinde ölçülen verileri kapsamaktadır (Şekil 77). Bu yörede yüzeyleyen ve diğer kesimlerdeki yüzeylemelerine göre düzenli katmanlanma sunan Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipslerden ölçülen fay ve katmanlanma düzlemleri Çizelge 9'da görülmektedir. Jipsler içerisinde gelişen minör fay düzlemleri üzerinde, hareketin doğrultusu ve yönü, basamaklar ve kanallar (Mercier ve Vergely, 1992) yardımıyla belirlenmiştir. İstasyon 2, bu yörede yer alan ve Hafik Formasyonunu tabandan sınırlayan Sivas bindirmesine yakın kesimden ölçülen verileri yansıtmaktadır.

No	FAY (Doğ., eğim)	Kayma çiz. (pitch)	Fayın Türü	Katman (Doğ., eğim)
1	130, 89GB	45KB	I	045, 55KB
2	060, 60GD	85KD	I	
3	150, 85KD	10GD	S	
4	015, 40GD	65KD	I	
5	010, 30GD	58GB	I	
6	130, 35KD	20KB	I	
7	045, 50GD	87KD	I	
8	125, 73KD	15KB	I	
9	130, 85KD	40GD	I	

Çizelge 8. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Kuşçu köyü kuzeyinde Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomasından derlenen ve İstasyon 1'e ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan fay-atım verileri (I: Ters fay, S: Sol yanıl doğrultu atımlı fay).

No	FAY (Doğ., eğim)	Kayma çiz. (pitch)	Fayın Türü	Katman (Doğ., eğim)
1	105, 72GB	55GD	N	130, 25GB
2	105, 65GB	60KB	N	
3	140, 40KD	66KB	N	
4	120, 30GB	80KB	N	
5	115, 87KD	85KB	N	
6	130, 70GB	70KB	N	
7	115, 48KD	83KB	N	
8	115, 88KD	87KB	N	
9	130, 60GB	80GD	N	

Çizelge 9. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Kuşçu köyü güneyinde Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu içerisinde derlenen ve İstasyon 2'ye ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (N: Normal fay).

İstasyon 3, inceleme alanının orta kesiminde yer alan Ünite III'ün doğu kesiminde, Desturağılı mahallesinin kuzeyinde yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu içerisindeki algli kireçtaşlarından ölçülen verileri yansıtmaktadır (Şekil 77). Kireçtaşları içerisinde izlenen minör fay setleri üzerinde, ikincil kalsit dolgularında gözlenen basamaklardan yararlanılarak (Mercier ve Vergely, 1992) hareketin doğrultusu ve yönü belirlenmiştir. Bu yöreden elde edilen fay ve katman düzlemleri Çizelge 10'da görülmektedir.

No	FAY (Doğ., eğim)	Kayma çiz. (pitch)	Fayın Türü	Katman (Doğ., eğim)
1	180, 82B	60G	I	090, 82K
2	170, 80GB	50GD	I	
3	175, 47GB	47GD	I	
4	180, 35D	62G	I	
5	090, 32G	75B	I	
6	180, 56B	65G	I	

Çizelge 10. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan Desturağılı mahallesi kuzeyinde yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonundan ölçülen ve İstasyon 3'e ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan fay-atım verileri (I: Ters fay).

İstasyon 4, inceleme alanının güneyinde yer alan Ünite IV'ün kuzey kesiminde, Celalli antiklinalinin kuzey kanadında yüzeyleyen, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun tabanındaki algli kireçtaşlarından derlenen ölçüleri içermektedir (Şekil 77). Bu yörede, kireçtaşları içerisinde gelişen minör faylar üzerindeki hareketin doğrultusu ve yönü, ikincil kalsit dolgularındaki basamaklardan yararlanılarak belirlenmiştir (Mercier ve Vergely, 1992). Ünite IV'ün tavan bindirmesini oluşturan Gölcük bindirmesine yakın kesimde yer alan İstasyon 4'e ait veriler Çizelge 11'de toplu olarak görülmektedir.

No	FAY (Doğ., eğim)	Kayma çiz. (pitch)	Fayın Türü	Katman (Doğ., eğim)
1	100, 45KD	40KB	I	050, 37KB
2	030, 75KB	45GB	I	
3	075, 85KB	20GB	D	
4	075, 85KB	10KD	D	
5	135, 75KD	20GD	S	
6	130, 62GB	40KB	I	

Çizelge 11. İnceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin kuzey kanadında yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonundan derlenen ve İstasyon 4'e ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (I: Ters fay, D: Sağ yanal doğrultu atımlı fay, S: Sol yanal doğrultu atımlı fay).

İstasyon 5, inceleme alanının güneyinde yer alan Ünite IV'ün kuzey kesiminde, Celalli antiklinalinin güney kanadında yüzeyleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonuna ait kırmızı renkli kumtaşlarından ölçülen verileri kapsamaktadır (Şekil 77). Kumtaşlarında gelişen minör fay düzlemlerindeki hareketin doğrultusu ve yönü, ikincil kalsit dolguları üzerindeki basamaklardan ve kayma çizgisi oluşturan objelerden (Mercier ve Vergely, 1992) yararlanılarak belirlenmiştir. Bu yöreden elde edilen fay ve katman düzlemleri Çizelge 12'de toplu olarak gösterilmiştir.

No	FAY (Doğ., eğim)	Kayma çiz. (pitch)	Fayın Türü	Katman (Doğ., eğim)
1	090, 80%	15D	D	150, 30KD
2	080, 85GD	30KD	D	
3	075, 85GD	25KD	D	
4	095, 80GB	20GD	S	
5	110, 60GB	15GD	S	
6	055, 70GD	77GB	I	
7	040, 40GD	80GB	I	

Çizelge 12. İnceleme alanının güneyinde yer alan Celalli antiklinalinin güney kanadında yüzeyleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonundan derlenen ve İstasyon 5'e ait diyagramların hazırlanmasında kullanılan veriler (D: Sağ yanal doğrultu atımlı fay, S: Sol yanal doğrultu atımlı fay, I: Ters fay).

II.5.2. Fay-atım topluluklarının kinematik analizi

İnceleme alanının beş değişik kesiminden (İstasyon 1-5) elde edilen fay-atım verileri Bölüm I.4.2'de ayrıntıları verilen dinamik kinematik analiz yöntemlerinden "Carey yöntemi" ve grafiksel kinematik analiz yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. İstasyonlardan elde edilen verilerin "Carey yöntemi" ile değerlendirilmesi, Fransa'da Paris-Sud Üniversitesi CNRS Jeofizik ve Jeodinamik Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İstasyonlara ait fay-atım verilerinin her iki yöntemle analizi sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan İstasyon 1'e ait verilerin (Çizelge 8), Carey yöntemiyle analizi sonucunda elde edilen stereografik izdüşümü (Wulff ağı alt yarı küre), (τ, s) diyagramı ve fayların doğrultularına ait gül diyagramı Şekil 110'da toplu olarak yer almaktadır. Analiz sonucunda en büyük asal gerilme ekseninin (σ_1) durumu (128, 16), ortaç asal gerilme ekseninin (σ_2) durumu (219, 05) ve en küçük asal gerilme ekseninin (σ_3) durumu (325, 73) olarak hesaplanmıştır. R oranı ise 0.679'dur. Bu veriler, en büyük ve ortaç asal gerilme eksenlerinin yaklaşık yatay konumlu, en küçük asal gerilme ekseninin ise yaklaşık düşey olduğu, 128 doğrultusunda sıkışmanın gerçekleştiği bindirme faylanması durumunu yansıtmaktadır.

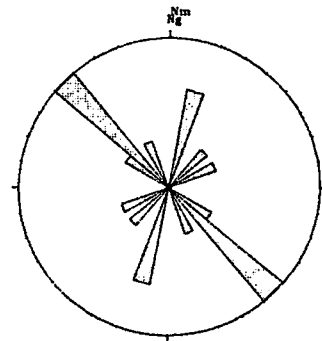
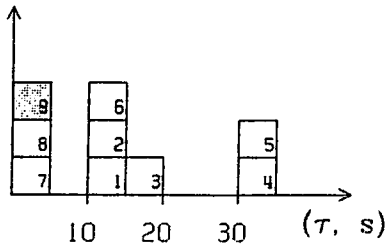
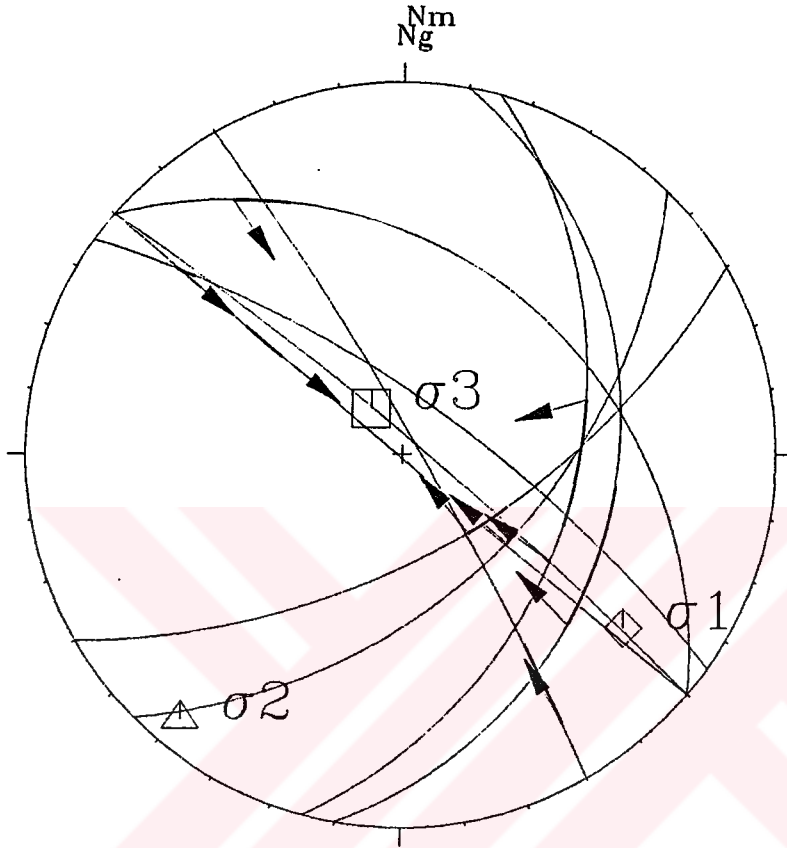
İstasyon 1'e ait verilerin grafiksel kinematik analizi ile elde edilen ortaç hareket düzlemi de 130 doğrultulu olarak saptanmıştır (Şekil 111a).

İstasyon 2'ye ait Çizelge 9'da yer alan verilerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda en büyük asal gerilme ekseninin (σ_1) durumu (229, 70), ortaç asal gerilme ekseninin (σ_2) durumu (038, 19) ve en küçük asal gerilme ekseninin (σ_3) durumu (208, 04) olarak hesaplanmıştır. Asal gerilme eksenleri arasındaki R oranı ise 0.943'dür (Şekil 112). Bu veriler, en küçük ve ortaç asal gerilme eksenlerinin yaklaşık yatay, en büyük asal gerilme ekseninin ise yaklaşık düşey olduğu, 208 doğrultusunda uzamanın gerçekleştiği normal faylanma durumunu yansıtmaktadır.

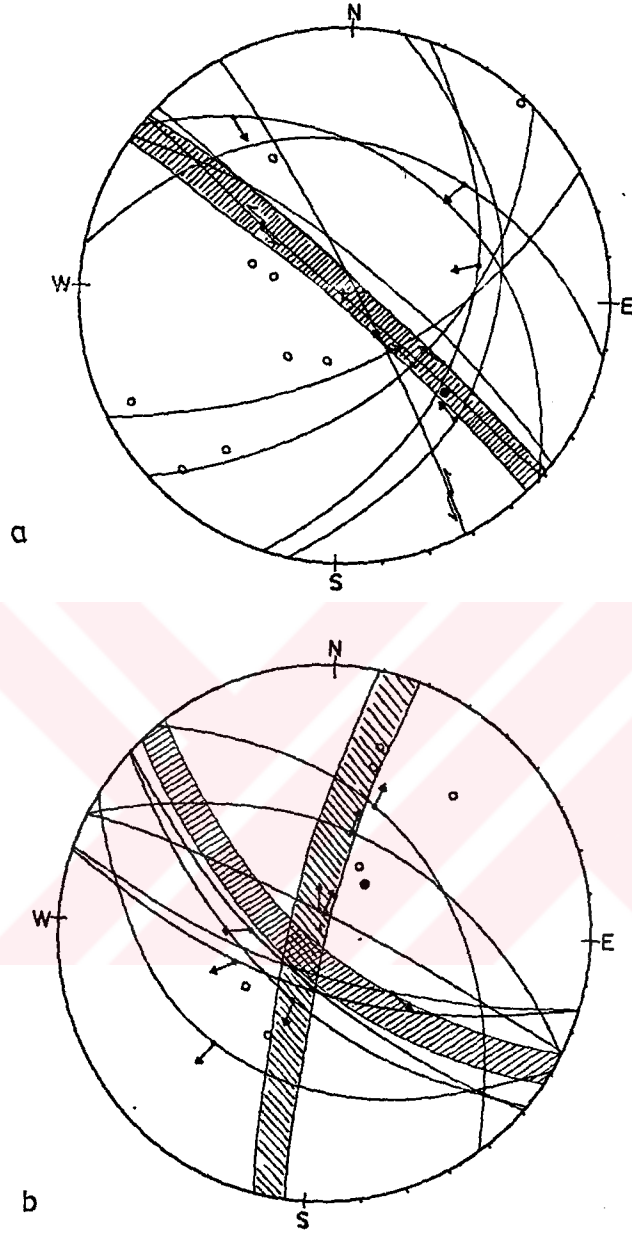
İstasyon 2'ye ait Çizelge 9'daki veriler kullanılarak yapılan grafiksel kinematik analizi sonucunda, iki farklı ortaç hareket düzlemi saptanmıştır (Şekil 111b). Bu düzlemler, 015 ve 120 doğrultusunda yer almaktadırlar.

İnceleme alanının değişik kesimlerinde yer alan beş farklı lokasyonda yapılan ölçümlerden yalnız İstasyon 2'deki verilerin değerlendirilmesi normal faylanma durumunu belirlemektedir. İstasyon 2'de elde edilen fay-atım verileri, Sivas bindirmesinin tavan bloğunda yer alan Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipslerden ölçülmüş olup,

σ_1 128. 16.
 σ_2 219. 5.
 σ_3 325. 73.



Şekil 110. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan İstasyon 1'e ait Çizelge 8'de verilen ölçümlerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi (Wulff ağı alt yarı küre).



Şekil 111. a) İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan İstasyon 1'e ait Çizelge 8'de yer alan verilerin stereografik izdüşümü, b) Aynı yörede yer alan İstasyon 2'ye ait Çizelge 9'da verilen ölçümlerle hazırlanan stereografik izdüşüm (Wulff ağı alt yarı küre). İçi boş daireler fayların kutup noktalarını; içi dolu daireler katman kutup noktalarını; taralı yay parçaları ortaç hareket düzlemini; oklar fayın tavan bloğunun hareket yönünü ve doğrultusunu göstermektedir.

genelde tabakalar arası kaymaya ait verileri içerir. Sivas bindirmesi boyunca kuzeye doğru hareketlenen jips kütlesinin, fayın yersel geometrisine, taban blok topografyasına (taban blok ramp ve düzlüğü) ve jipslerin plastik özellik göstererek kolayca akmasına bağlı olarak böyle bir tansiyonun gelişimi açıklanabilir. Ayrıca İstasyon 1'de elde edilen ortaç hareket düzlemi (130) ile İstasyon 2'de elde edilen hareket düzlemlerinden birisinin (120) yaklaşık aynı doğrultuda olması, yukarıda belirtilen görüşü desteklemektedir.

İnceleme alanının orta kesiminde, Ünite III içerisinde yer alan İstasyon 3'e ait verilerin (Çizelge 10) Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucu, en büyük asal gerilme ekseninin (σ_1) durumu (018, 18), ortaç asal gerilme ekseninin (σ_2) durumu (286, 06) ve en küçük asal gerilme ekseninin (σ_3) durumu (178, 70) olarak hesaplanmıştır. R oranı ise 0.098'dir (Şekil 113). Bu veriler, en büyük ve ortaç asal gerilme eksenlerinin yaklaşık yatay, en küçük asal gerilme ekseninin düşey konumlu olduğu ve 018 doğrultusunda sıkışmanın gerçekleştiği bindirme faylanması durumunu yansıtmaktadır.

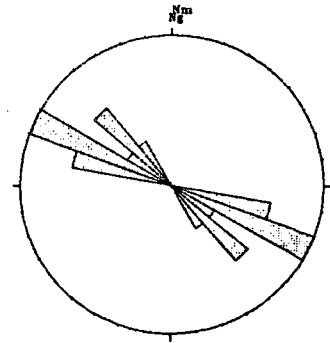
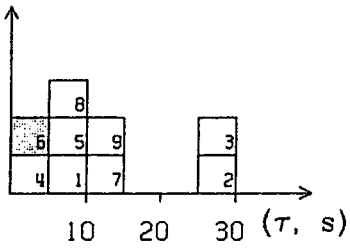
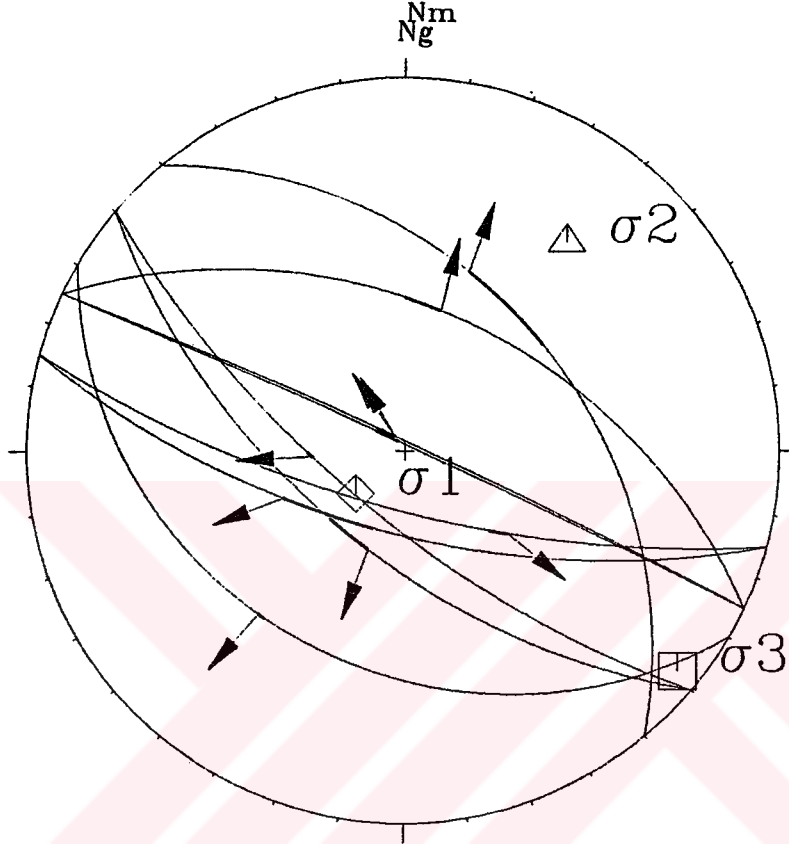
İstasyon 3'e ait verilerin grafiksel kinematik analizi sonucu elde edilen ortaç hareket düzleminin doğrultusu 010 olarak belirlenmiştir (Şekil 114a).

İnceleme alanının güneyinde, Ünite IV içerisinde yer alan İstasyon 4'e ait Çizelge 11'deki fay-atım verilerinin Carey yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu, en büyük asal gerilme ekseninin (σ_1) durumu (108, 04), ortaç asal gerilme ekseninin (σ_2) durumu (198, 02) ve en küçük asal gerilme ekseninin (σ_3) durumu (313, 86) olarak hesaplanmıştır. R oranı ise 0.757'dir (Şekil 115). Bu veriler, en büyük ve ortaç asal gerilme eksenlerinin yatay, en küçük asal gerilme ekseninin ise düşey olduğu, 108 doğrultusunda sıkışmanın geliştiği bindirme faylanması durumunu belirtmektedir.

İstasyon 4'e ait verilerin grafiksel kinematik analizi sonucunda ortaç hareket düzleminin 125 doğrultusunda yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 114b).

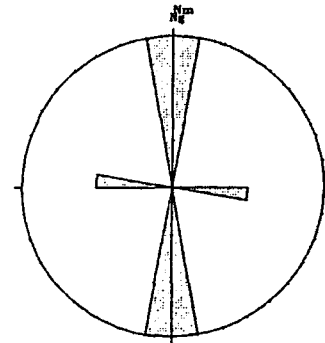
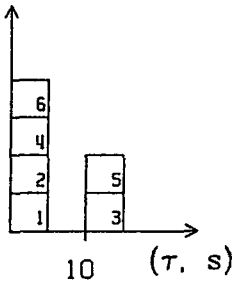
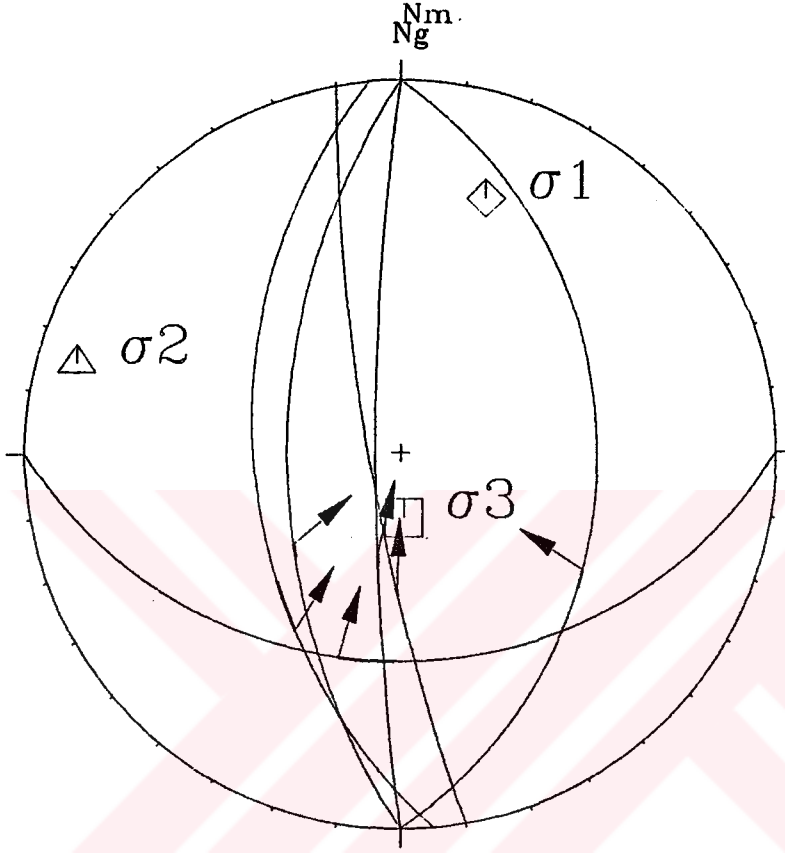
İnceleme alanının güneyinde Celalli antiklinalinin güney kanadında yer alan İstasyon 5'e ait Çizelge 12'de verilen fay-atım verilerinin, Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucunda, en büyük asal gerilme ekseninin (σ_1) durumu (100, 28), ortaç asal gerilme ekseninin (σ_2) durumu (005, 10) ve en küçük asal gerilme ekseninin (σ_3) durumu (258, 60) olarak hesaplanmıştır. R oranı ise 0.778 olarak saptanmıştır (Şekil 116). Bu veriler, en büyük ve ortaç asal gerilme eksenlerinin yaklaşık yatay, en küçük asal gerilme ekseninin ise yaklaşık düşey olduğu, 100 doğrultusunda sıkışmanın geliştiği, bindirme faylanması durumunu belirtmektedir.

σ_1 229. 70.
 σ_2 38. 19.
 σ_3 129. 4.

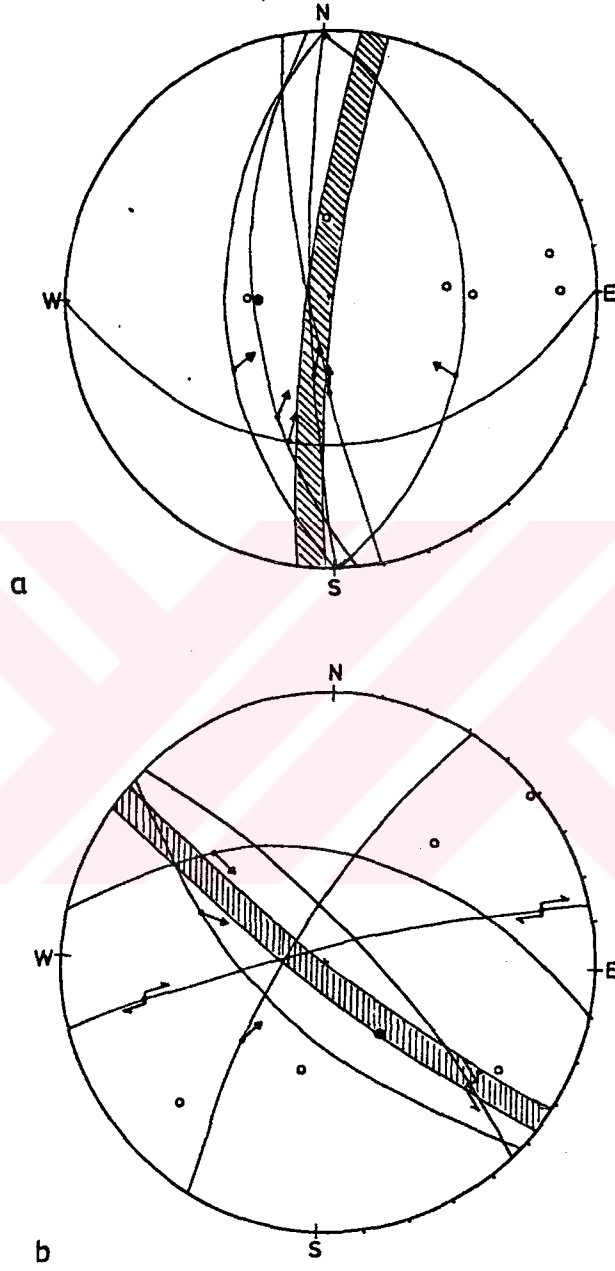


Şekil 112. İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan İstasyon 2'ye ait Çizelge 9'daki verilerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi (Wulff ağı alt yarı küre).

σ_1 18. 18.
 σ_2 286. 6.
 σ_3 178. 70.

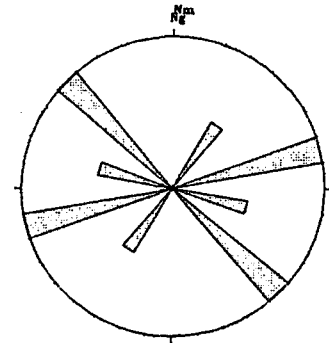
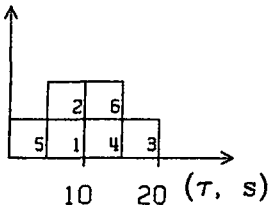
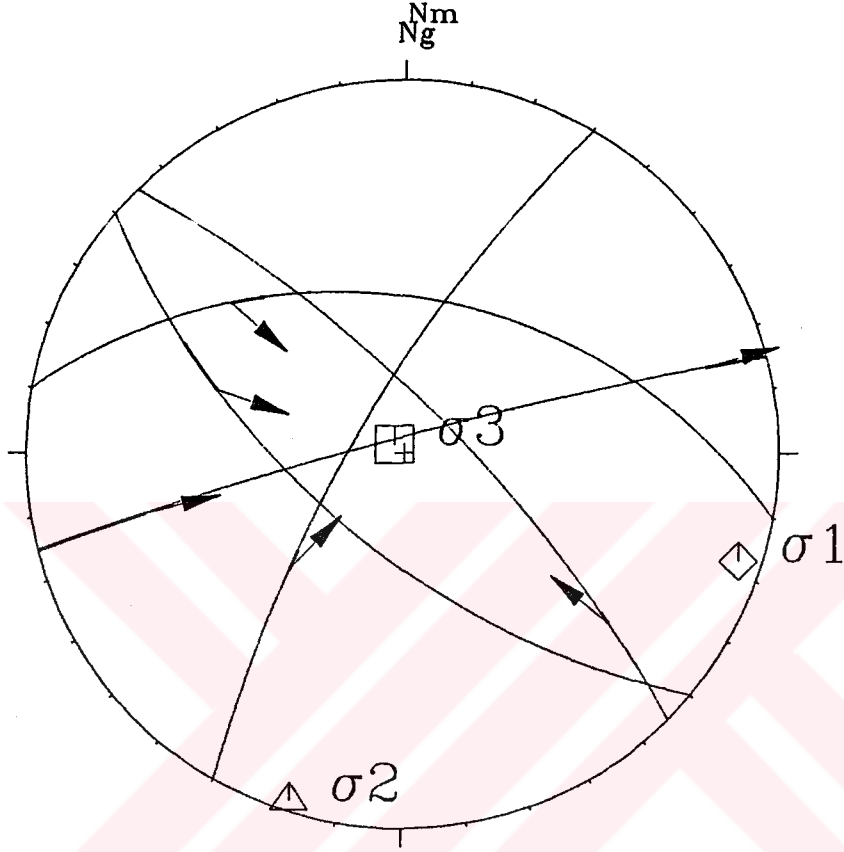


Şekil 113. İnceleme alanının orta kesiminde yer alan İstasyon 3'e ait Çizelge 10'daki verilerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi (Wulff ağı alt yarı küre).



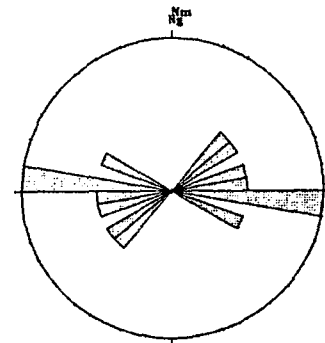
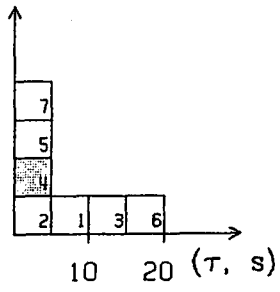
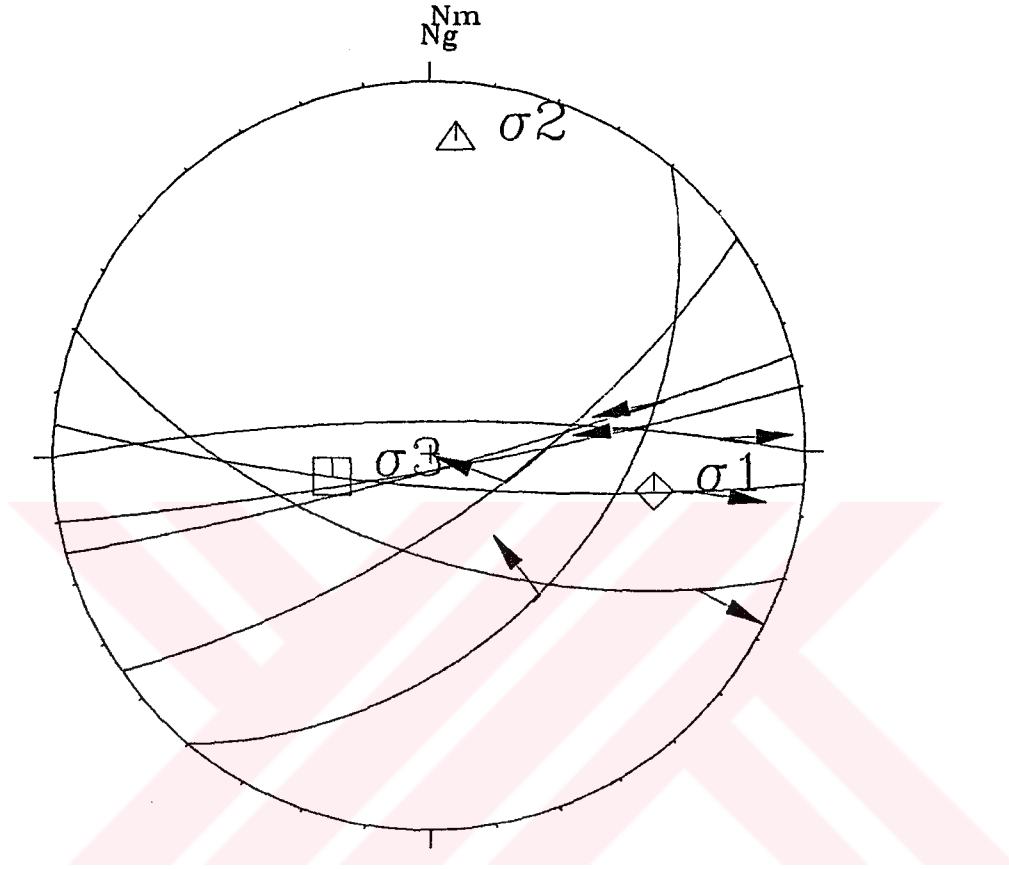
Şekil 114. a) İnceleme alanının orta kesiminde yer alan İstasyon 3'e ait Çizelge 10'daki verilerin stereografik izdüşümü; b) İstasyon 4'e ait Çizelge 11'de yer alan verilerin stereografik izdüşümü (Wulff ağı alt yarı küre) (Açıklamalar için Şekil 111'e bakınız).

σ_1 108. 4.
 σ_2 198. 2.
 σ_3 313. 86.



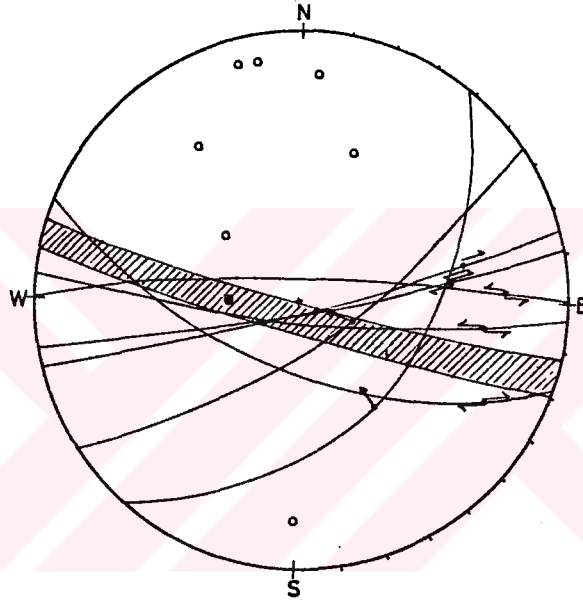
Şekil 115. İnceleme alanının güneyinde yer alan İstasyon 4'e ait Çizelge 11'deki verilerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi (Wulff ağı alt yarı küre).

σ_1 100. 28.
 σ_2 5. 10.
 σ_3 258. 60.



Şekil 116. İnceleme alanının güneyinde yer alan İstasyon 5'e ait Çizelge 12'deki verilerin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi (Wulff ağı alt yarı küre).

Istasyon 5'de elde edilen fay-atım verilerinin grafiksel kinematik analiz yöntemiyle değerlendirilmesi, ortaç hareket düzleminin 100 doğrultusunda yer aldığını göstermektedir (Şekil 117).



Şekil 117. İnceleme alanının güneyinde yer alan İstasyon 5'e ait verilerin stereografik izdüşümü (Wulff ağı alt yarı küre) (Açıklamalar için Şekil 111'e bakınız).

Celalli antiklinalinin eksenin yaklaşık olarak 040 doğrultusunda, İstasyon 4 ve 5'te elde edilen sıkıştırma yönüne dik olarak yer alması, analiz sonuçlarıyla uyum sağlamaktadır. Ayrıca İstasyon 4'de, Çakşak tepede yüzeyleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun tabanında yer alan algli kireçtaşlarında gelişen bazı fay düzlemleri üzerinde, iki farklı doğrultuda kayma çizgilerinin gözlenmesi, bölgede iki tektonik fazın etkin olabileceğini göstermektedir. Gözlenen kayma çizgileri arasındaki açısal farkın düşük

olması, her iki tektonik fazın yaklaşık olarak aynı ortaç hareket düzlemi üzerinde etkin olduğunu göstermektedir. İstasyon 5'te ölçülen fay-atım verilerinin, çok sayıda doğrultu atımlı fay içermesi ve Celalli antiklinalinin batı kenarında sağ yanal doğrultu atımlı fayın varlığı, antiklinalin saatin tersi yönde kısmen rotasyona uğramış olabileceğini göstermektedir. Bu rotasyonun, yinelenen sıkışma nitelikli tektonik fazlarla şekillenmesi olasıdır. Yukarıda belirtilen, birbirini överleyen kırma çizgilerinin gözlenmesi, bu görüşü desteklemektedir.

İnceleme alanının değişik kesimlerinde yüzeyleyen kıvrım eksenlerinin doğrultuları, farklı yaştaki kayalar arasında büyük değişimler göstermemektedir. İnceleme alanının güneyinde yüzeyleyen Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonunda, ana kıvrım eksenleri genel olarak D-B doğrultusunda (Kurtman, 1973), Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonunda DKD-BGB doğrultusunda yer almaktadır. İnceleme alanının orta ve kuzey kesimlerinde yüzeyleyen Oligosen (?) yaşlı Hafik, Alt Miyosen yaşlı Karacaören ve Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonlarında gelişen kıvrım eksenleri, DKD-BGB doğrultusunda uzanmaktadır. Ayrıca, inceleme alanının batısında, Sivas kuzeyinde yer alan, Sivas bindirmesinin ön ülkesinde yüzeyleyen Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu içerisinde izlenen kıvrımların eksenlerini de, DKD-BGB doğrultusunda yer almaktadır.

Yukardaki bölümde, inceleme alanının değişik kesimlerinde yer alan beş farklı lokasyondan elde edilen fay-atım verilerinin, dinamik kinematik analiz yöntemlerinden Carey yöntemiyle elde edilen asal gerilme yönleri ve R oranları Çizelge 13'de toplu olarak gösterilmiştir. Çizelgeden, İstasyon 2 dışında, elde edilen sıkıştırma doğrultusu KKB-GGD olarak ortaya çıkmaktadır. İstasyon 2'de elde edilen tansiyon doğrultusu da aynı doğrultuda olup, KB-GD'dur. Elde edilen tektonik taşınma yönleri, yörede izlenen genel DKD-BGB doğrultulu kıvrım eksenlerine dik olup, birbirleriyle uyum sağlamaktadır (Şekil 77).

İstasyon No	Ana Gerilme Yönleri			R oranı
	σ_1	σ_2	σ_3	$R = \sigma_2 - \sigma_1 / \sigma_3 - \sigma_1$
1	128, 16	219,05	325, 73	0.679
2	229, 70	038,19	129, 04	0.943
3	018, 18	286,06	178, 70	0.098
4	108, 04	198,02	313, 86	0.757
5	100, 28	005,10	258, 60	0.778

Çizelge 13. İnceleme alanının değişik kesimlerinde yer alan beş lokasyondan (İstasyon 1-5) ölçülen fay-atım verilerinin Carey yöntemiyle değerlendirilmesi sonucu elde edilen asal gerilme yönleri ve R oranları.

II.6. Hafik (Sivas) Yöresindeki Bindirmelerin ve Dengelenmiş Enine Kesitin (Balanced Cross-section) Gelişim Sekansı

Hafik yöresinde gelişen bindirme sistemlerinin geometrisi ve Sivas Tersiyer havzası kayalarının kısalma miktarının saptanması amacıyla, Kesit DD' nün (Ek 3) restorasyonuna ve dengelenmesine çalışılmıştır. Bu amaçla, inceleme alanında ayrıtlanan dört tektonik ünite içerisinde de yer alan, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun genel olarak tabanında izlenen algli kireçtaşı seviyesi, üniteler içerisinde ve arasında gelişen deformasyon biçiminin saptanması amacıyla, kılavuz seviye olarak kullanılmıştır. Bu kılavuz seviye yardımıyla "line-length" dengeleme yöntemi kullanılarak kısalma miktarının hesaplanmasına çalışılmıştır.

Dengeleme için seçilen Kesit DD', önceki bölümde elde edilen bölgesel taşınma yönüne (KKB-GGD) paralel olarak hazırlanmıştır. Üniteler arasında tektonik taşınma yönlerinde görülen sapmalardan dolayı, kesit güzergahı II, III ve IV. ünitelerdeki yersel taşınma yönleriyle düşük açılı olarak yer almaktadır (Şekil 77).

Kesit DD' nün restorasyonu, ancak kesitin üst kesimine uygulanabilmektedir. Kesitin güneyinde yüzeyleyen Orta Eosen yaşlı Bozbel ve Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonları restorasyona dahil edilmemiştir. Bu birimlerin dengelenmesi için gerekli yüzey ve yeraltı verileri inceleme alanının içerisinde elde edilememiştir. İnceleme alanındaki tek yeraltı verisini, 1965 yılında M.T.A. tarafından, Celalli antiklinalinde yapılan petrol araştırma sondajı

oluşturmaktadır. Bu çalışmalarla ilgili veriler halen gizli tutulduğundan elde edilememiştir. Bu nedenle restorasyon çalışması, II ve III. üniteler için Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipslerin tabanında yer alan taban bindirme fayı ile IV. ünite içinde Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun tabanında gelişen bindirme fayının, tavanında gelişen bindirme sistemlerine uygulanabilmiştir (Şekil 118).

Kesit DD' de dengeleme için referans notasını oluşturan sabitleme çizgisi (pin line), kesitin güney ucunda, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun, Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu üzerinde yer aldığı kesimde seçilmiştir. Karacaören Formasyonunun deformasyon özellikleri, güneye doğru tabanda gelişen bindirme fayının sönümlendiğini ve bu yörede kısmen stratigrafik dokanağın korunabileceğini göstermektedir. Ayrıca bu bölge, inceleme alanında gelişen bindirme sistemlerinin ön ülkesinde yer almaktadır (Şekil 118).

II.6.1. Kesitte gerçekçi restorasyonun uygulanmasını güçleştiren etkenler

Kesit DD' nün gerçekçi restorasyonunu güçleştiren beşlica etkenler aşağıda özetlenmiştir;

1) Kesitte yüzeyleyen kaya birimlerinin gerçek kalınlıklarının tam olarak bilinmemesi en önemli sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Kesitte izlenen Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonunun çoğunlukla masif jipslerden oluşan kaya türü ve iç deformasyon (tabakalar arası kısalmayla) ile kalınlaşması, kalınlığının tam olarak saptanmasını ve kesitte korunmasını güçleştirmektedir.

Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun kalınlığında, kesitin güneyinden kuzeyine doğru gerçekleşen kalınlaşma ve bu birimi uyumlu olarak üzerleyen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonunun kalınlığında, kesitin güneyinden kuzeyine doğru izlenen incelme, bu birimlerde önemli yanıl kalınlık değişimleri sorununu ortaya koymaktadır. İki birimin bu geçişli ilişkisinin üniteler arasında aşınmadan dolayı tam olarak gözlenememesi, kesitin restorasyonunda önemli bir etken olarak belirlemektedir. İnceleme alanının değişik kesimlerinde yapılan saha gözlemleri ve Celalli antiklinali çevresinde hazırlanan ölçülü stratigrafi kesitleri ile elde edilen kalınlık verileri, kesitin restorasyonunda gözönüne alınmıştır.

2) Kesitin restorasyonunda kılavuz seviye olarak kullanılan, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun tabanında yer alan, algli kireçtaşı düzeyinde yanıl kalınlık farklılıklarının ortaya çıkması ve II. ünite içerisinde formasyonun daha üst kesimlerinde

birden fazla kireçtaşı seviyesini içermesi, kılavuz seviyenin korunmasını güçleştirmektedir.

3) Ünite III'ün taban bindirmesini oluşturan Gölcük bindirmesinin genel özellikleri ve bindirme düzleminin kısmen kıvrımlanmış olması, kesitte gözönünde tutulması gereken önemli bir başka noktayı oluşturmaktadır. Ünite IV üzerinde Gölcük bindirmesinin tavan bloğunun aşınmış olması, Ünite III'ün iç deformasyon özelliklerinin (kıvrım ve bindirmelerin geometrisi) ortaya konulmasını güçleştirmektedir.

4) Kesitin kuzey kesiminde, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonunun tabanında yer alan birimlerle (ofiyolitli kaşıklık ?) ilişkisi, sınırlı kesit derinliği nedeniyle açık değildir. Ayrıca, kesitin tabanında yer alan Hafik ve Selimiye Formasyonlarının dokanak ilişkilerinin bilinmemesi de, kesitin taban kesiminin restorasyonunu güçleştiren nedenlerden birisini oluşturmaktadır. Kesit DD' nün tabanında yer alan Selimiye ve Bozbel Formasyonlarının oluşturduğu kalın istifin, kuzeye doğru Hafik Formasyonunun tabanındaki bitimi bilinmemektedir. Bu kalın çökel istifinin, kuzeyden Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Kaşıklı tarafından bir bindirme fayı ile sınırlanması, olası durum olarak düşünülmüştür (Ek 3 Kesit AA', BB', CC').

II.6.2. Dengelenmiş enine kesitin restorasyonu ve gelişim sekansı

Kesit DD' nün restorasyonunda, kesitin güneyinde yer alan sabitleme noktasından kuzeye, geri ülkeye doğru, yapıların olası ilksel konumlarına getirilmesi yolu izlenmiştir. Bu yolun izlenmesinin en önemli nedeni, kesitte izlenen bindirme sistemlerinin öne gelişim (piggy-back) sekansı içerisinde değerlendirilmesidir. İnceleme alanında gelişen deformasyonu denetleyen en önemli etken, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipslerin tabanında gelişen bindirme fayıdır. Bu bindirme fayı boyunca, bindirme örtüleri kuzeyden güneye doğru birikmişlerdir.

Kesit DD' de izlenen II. ve III. ünitelerin stratigrafisi birbiriyle benzerlik sunarken, Ünite IV'ün stratigrafisi bazı farklılıklar içermektedir. Ünite II ve III, tabanda Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu ve bu birimi uyumsuzlukla üzerleyen Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonundan oluşmaktadır. Ünite IV ise, tabanda Orta Eosen yaşlı Bozbel Formasyonunu tektonik olarak üzerleyen Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu yer alır. Bu temel üzerinde, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu ve bu birimle düşey geçişli olarak izlenen Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonu yer alır. Bu iki birimin düşey geçişli ilişkisi, inceleme alanında üniteler arasında izlenemez. Bu nedenle, Gölcük bindirmesinin

tavan bloğunda yer alan Ünite III'ün, Ünite IV üzerindeki aşınan kesiminde izlenmesi gerektiği düşünülerek, kesite olası olarak yerleştirmiştir (Şekil 118 A).

Karacaören Formasyonunun tabanında yer alan ve kılavuz seviye olarak seçilen algli kireçtaşı seviyesinin, Gölcük ve Tavşanlı bindirmesiyle olan taban ve tavan arakesit noktaları kesitte gösterilmiştir (Şekil 118 A, içi dolu yarım direler). Kesitin dengelenmesinde, belirlenen bu taban ve tavan arakesit noktalarının, her bir fay için birbiriyle çakıştırılması ve her bir bindirme örtüsü içerisinde yer alan kireçtaşı kılavuz seviyesinin genişliğinin ölçülerek, olası ilksel konumuna getirilmesi sağlanmıştır. Bu işlem ilk olarak, Gölcük bindirmesinin taban ve tavan bloğuna uygulanmıştır. Gölcük bindirmesinin taban bloğunda yer alan Ünite IV içerisinde, kireçtaşı seviyesi boyunca gelişen ikincil bindirmelerden, sadece arazi gözlemleri ile belirlenebilenler yerleştirilmiştir. Bu ikincil faylar arasındaki mesafenin tam olarak bilinmemesi, hesaplanan kısalma miktarında kayıplara yol açmaktadır. Gölcük bindirmesinin olası ilksel konumuna yerleştirilmesi sırasında, Karacaören ve Benlikaya formasyonlarının yanal geçişli ilişkisi, kalınlıkları gözönüne alınarak yerleştirilmiştir (Şekil 118 B).

Kesitte ilk gelişen bindirme fayını, öne gelişim sekansı gözönüne alındığında, Tavşanlı bindirmesi oluşturur. Bu bindirme fayının tavanında yer alan kireçtaşı seviyesinin genişliği ölçülerek olası ilksel konumuna getirilmiştir (Şekil 118 C).

II.6.3. Dengelenmiş enine kesit yardımıyla kısalma miktarının hesaplanması

Yukanda belirtilen gelişim sekansının Kesit DD' ne uygulanması ile elde edilen, kesitin ilksel genişliği ve son kesit genişliklerinin kullanılmasıyla, inceleme alanında Üst Miyosen sonrası gelişen minimum kısalma miktarının hesaplanmasına bir yaklaşımda bulunulabilir.

Şekil 118 A'da kesitin son genişliği $L' = 18.7\text{km}$, Şekil 118 C'de kesitin ilk genişliği $L_0 = 33.6\text{ km}$ olarak ölçülmüştür. Bu değerlerin kullanılmasıyla;

$$\text{Kısalma miktarı (S)} = L_0 - L' = 33.6\text{ km} - 18.7\text{ km} = 14.9\text{ km}$$

$$\% \text{ Kısalma miktarı (\%S)} = L_0 - L' / L_0 \cdot 100 = \%44$$

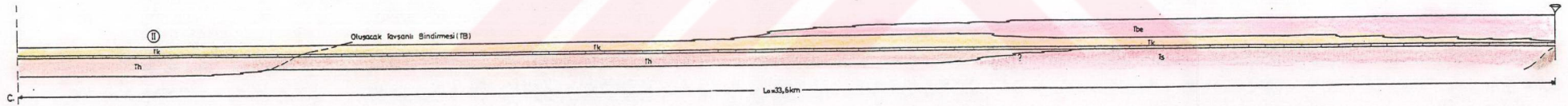
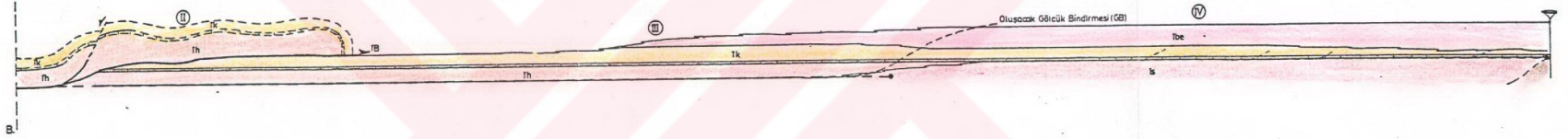
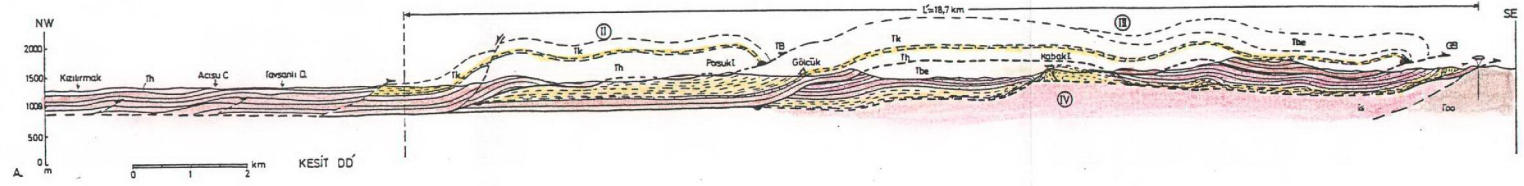
olarak hesaplanmıştır.

Yukanda elde edilen %44 oranındaki kısalma miktarı, diğer bazı etkenler gözönüne alındığında daha da artabilir. Bunlardan en önemlileri; 1) Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonuna ait jipsler içerisinde gelişen, tabakalanmaya paralel kısalma ve ikincil faylar

boyunca kalınlaşma, 2) Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonun tabanında yer alan, kireçtaşı kılavuz seviyesi boyunca gelişen ikincil faylar arası mesafenin tam olarak bilinmemesi, 3) Kesitin hazırlanmasında kullanılan tüm birimlerde, tabakalanmaya paralel kısalma ve litolojik sıkılaşma, 4) Gölcük bindirmesinin tavanında gelişen deformasyon yapılarının aşınmadan dolayı tam olarak bilinmemesi ve bu kesimde gerçek kısalmanın belirlenememesi olarak belirtilebilir. Tüm bu etkilerin gözönüne alındığında, kesitte gerçekleşen maksimum kısalmanın %50 oranına ulaşması beklenebilir.



Kılavuz seviye restorasyonu		
Formasyon	Kısalma[S] = L _a -L'	% Kısalma = $\frac{L_a - L'}{L_a} \times 100$
Karacaören (Tk)	14,3 km	7,44



Şekil 118. Ek 3'de yer alan Kesit DD'nün Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun kılavuz seviye olarak kullanılmasıyla hazırlanan dengelenmiş enine kesit denemesinin restorasyon aşamaları.

JEOLOJİK EVRİM

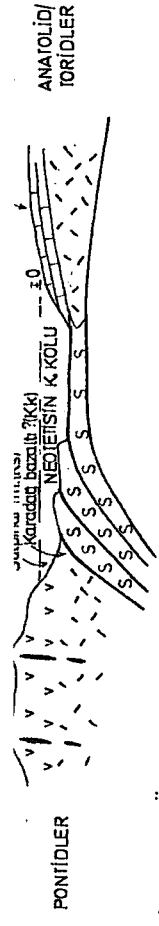
Sivas Tersiyer havzası, güneyde Anatolid/Toridler ile kuzeyde Pontidler arasında Jura başında açılarak Üst Kretase'de kuzeye doğru yiterek kapanan Neotetis'in kuzey koluna ait kenet kuşağı (Şengör ve Yılmaz, 1981) (kuzeyde Erzincan, güneyde Iç Toros kenetleri, Koçyiğit, 1991) üzerinde yer almaktadır (Şekil 119A). Havzanın bu konumu, bölgesel ölçekte Arap ve Avrasya levhalarının çarpışma sürecinin sedimanter kayıtlarını içermesi açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada incelenen Kemah (Erzincan) ve Hafik (Sivas) yörelerinde havzanın jeolojik evrimleri arasında bazı farklılıklar izlenmektedir. Bu nedenle her iki bölgenin jeolojik evrimi ayrı olarak incelenmiştir.

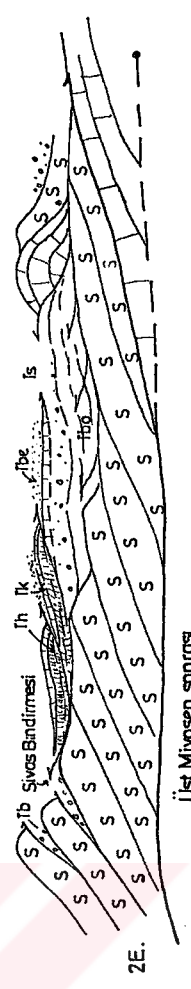
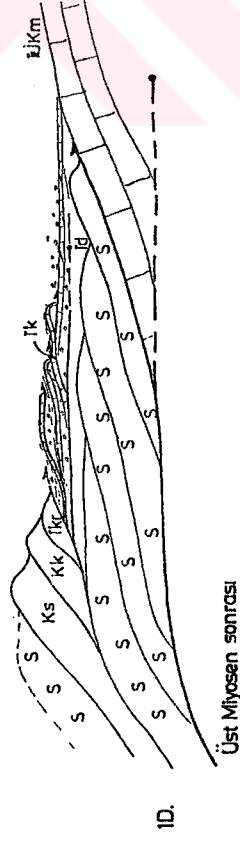
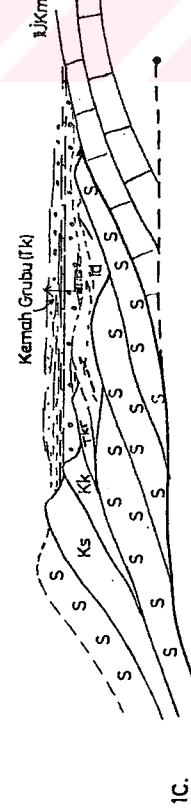
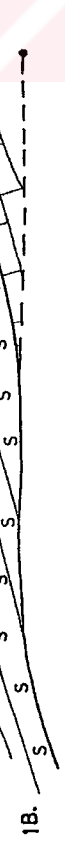
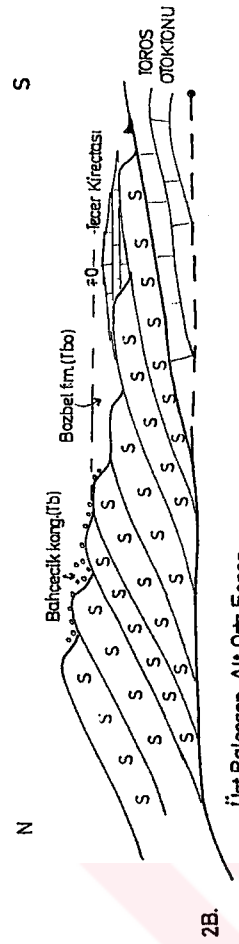
Kemah (Erzincan Yöresinde Sivas Tersiyer Havzasının Jeolojik Evrimi

Kemah (Erzincan) yöresinde havza istifinin temelini oluşturan Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı, Neotetisin kuzey kolunun güney kenarında depolanan platform karbonatları ile temsil edilmektedir (Şekil 119A). Havza istifini kuzeyden tektonik dokanakla üzerleyen Üst Kretase yaşlı Sütçinar formasyonunun bir yayönü istifi olduğu Koçyiğit, (1991) tarafından belirtilmektedir. Bu birim içerisinde yer yer stratigrafik dokanakla yer alan (Aktimur ve diğ., 1990) Karadağ bazaltı ise, Üst Kretase'de geniş yayılım sunan yay volkanizması ile ilgili olarak değerlendirilebilir (Şekil 119A).

Munzur Kireçtaşının en üst kesimlerinde ortamsal derinleşmeyi yansıtan pelajik kireçtaşlarının çökelimi, platform üzerine ilk ofiyolit/ofiyolitli karışık naplarının (Eriç ofiyolitli karışığı) Üst Kretase'de ilerlediğini yansıtmaktadır (Özgül ve Turşucu, 1983; Yılmaz, 1992). Eriç ofiyolitli karışığının Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu tarafından uyumsuzlukla üzerlenmesi, Pontidler ile Anatolid/Toridler arasındaki ilk çarpışma sürecinin Paleosen'de gerçekleştiğini göstermektedir. Eosen başında geniş yayılım gösteren transgresyonla, güneyde Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu, kuzeyde ise Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonları depolanmıştır (Şekil 119 1B). Bu çökeller, Sivas Tersiyer havzasının Kemah (Erzincan) yöresindeki ilk gelişimini belirlemektedir. Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu içerisinde yaygın volkanizma ürünlerinin izlenmesi, bu dönemde, havzanın güney kenarında kıta-kıta çarpışması ile ilgili volkanizma gelişimini yansıtmaktadır.



A. Üst Kretase



Şekil 119. Kemah (Erzincan) ve Hafik (Sivas) yörelerinde Sivas Tersiyer havzasının

jeolojik evrimini gösterir şematik enine kesitler (Ölçeksiz).

Kemah (Erzincan) yöresinde ve Sivas Tersiyer havzasının genelinde Üst Eosen yaşlı kayaların belirlenmemesi, Oligosen yaşlı kayaların karasal-lagüner fasiyeslerde çökelişi ve Alt-Orta Eosen yaşlı kayalar üzerine açılı uyumsuzlukla gelmesi, Üst Eosen'de bölgenin yükseldiğini ve regresyonun geliştiğini yansıtmaktadır. Oligosen(?)-Alt-Orta(?) Miyosen yaşlı Kemah Grubunun tabanında yer alan, jips bant ve mercekleri içeren Kuşlu formasyonunun çökelişi bu regresyonla ilişkili gelişimi göstermektedir. Oligosen'de karasallaşan bölge Alt Miyosen başında gelişen transgresyona değin, kuzeyden güneye doğru ilerleyen bindirme örtülerinin ön ülkesinde bir molas havzası olarak gelişmiştir. Oligosen istifinin tabanda karasal-lagüner (Kuşlu formasyonu), üst kesimlerde akarsu çökelleri (Taşbulak formasyonu) ile temsil edilmesi bu gelişimi yansıtmaktadır.

Kemah (Erzincan) yöresinde, Oligosen-Alt Miyosen aralığında açılı uyumsuzluğun gelişimi ile ilgili veriler yoktur. Doğudan batıya doğru ilerleyen Alt Miyosen transgresyonu Sivas Tersiyer havzasının önemli bir bölümünde izlenir. Bu dönemde, tabanda resifal kireçtaşları (Sultanmelek kireçtaşı) üst kesimlerde ise resif önü-resif gerisi ortam koşullarını yansıtan kırıntılılar (Kömür formasyonu) depolanmıştır. Orta Miyosen'de bölgenin yükselmesi ve regresyonun gelişimini yansıtan karasal-lagüner kırıntılı kayalar (Dutlu ve Tuzla formasyonları) çökelmiştir. Bu çökeller, Sivas Tersiyer havzasının son çökeliş sürecini yansıtmaktadır (Şekil 119 1C).

Bölgesel ölçekte güneyde yer alan Arap levhası ile kuzeyde yer alan Avrasya levhaları arasındaki son çarpışma süreci Üst Miyosen'de gerçekleşmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Sivas Tersiyer havzasının son tektonik deformasyon biçimi, yersel ölçekte Pontidler ile Anatolid/Toridlerin Üst Miyosen'de gerçekleşen çarpışması ile şekillenmiştir. Üst Kretase'den itibaren, yaklaşık K-G yönlü sıkışma altında gelişen Sivas Tersiyer havzası, bu son çarpışma süreci ile tamamen yüzeyleşmiştir. Kuzeyden güneye doğru gelişen, havzanın kuzey kenarına ait temel kayalarına ait bindirme dilimlerinin (Alt Eosen yaşlı Karaburun formasyonu, Üst Kretase yaşlı Sütçinar formasyonu ve Karadağ bazaltı) havza üzerine aşamalı olarak ilerlemesiyle, Kemah yöresinde izlenen karmaşık deformasyon biçimi ortaya çıkmıştır (Şekil 119 1D).

Kuvaterner döneminde, bölgede aktif deformasyonun devam ettiğine ilişkin veriler, Kuvaterner yaşlı Alpköy formasyonuna ait konglomeralarda genç geri bindirme sistemlerinin gelişimi ile ortaya çıkmaktadır.

Hafik (Sivas) Yöresinde Sivas Tersiyer Havzasının Jeolojik Evrimi

Hafik (Sivas) yöresinde Sivas Tersiyer havzasının temelini, güneyde Divriği, Kangal, Gürün yöresinde yer alan Toros Otokton istifi üzerine Üst Kretase'de yerleşen Neotetisin kuzey koluna ait ofiyolit/ofiyolitli karışık (Tekelidağı Karışığı) napları oluşturur. Bu temel üzerinde gelişen Sivas Tersiyer havzasının ilk çökelim sürecinin, havzanın güney kenarında yer alan Tecer ve Gürlevik Dağlarında yüzeyleyen Üst Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşları ile temsil edildiği bölgede daha önce yapılan çalışmalarda (Artan ve Sestini, 1971; Kurtman, 1973) belirtilmektedir. Bu kireçtaşlarının tamamen allokton konumlu olarak yer alması ve açık verilerin sunulmaması nedeniyle bu görüş tartışmaya açıktır. Ayrıca, kireçtaşlarının Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışık ile ilksel stratigrafik ilişkisini açık olarak gösterir veriler bölgede yapılan çalışmalarda ayrıntılı olarak yer almamaktadır. Genelde resifal özellikli kireçtaşları ile temsil edilen (Inan ve Inan, 1989) bu birimin, havzanın güney kenarında yer alan Toros kuşağından bölgeye ofiyolit naplarının yerleşimi sırasında geri bindirme sistemleri ile taşınarak yerleşmesi olasıdır. Bu düşüncenin somut verilerle doğrulanması gerekmektedir. Bu nedenle, bölgede daha önce yapılan çalışmalara bağlı olarak, Sivas Tersiyer havzasının güney kenarında ilk çökelim süreci içerisinde bu kireçtaşları değerlendirilmiştir (Şekil 119 2B).

Sivas Tersiyer havzasının kuzey kenarında Üst Paleosen'de başlayan alüvyon yelpazesi gelişimi, bölgede Alt Eosen'de izlenen transgresyonla fan delta çökellerine geçmiştir (Üst Paleosen yaşlı Bahçecik konglomerası). Havzanın kuzey kenarının duraysızlığını niteleyen bu çökelim süreci Orta Eosen'de sığ denizel özellik kazanmıştır. Alt-Orta Eosen'de havzanın güney kenarında, tabanda volkanosedimanter kayalarla, üst kesimlerde olistrostromal ve türbiditik çökelinin gelişimi izlenmektedir (Bozbel Formasyonu) (Kurtman, 1973; Gökçen, 1981). Alt-Orta Eosen döneminde Sivas Tersiyer havzasının kuzey kenarında, ofiyolitli karşıktan oluşan kalın bindirme örtülerinin oluşturduğu külmünasyonun gelişimi ile, kuzey kesimlere oranla güneyde daha derin çökel istifinin depolanması açıklanabilir (Şekil 119 2B).

Üst Eosen döneminde, Üst Kretase'den itibaren yoğun K-G yönlü sıkışma altında bulunan bölgede, tabanda yer alan ofiyolitli karışığın bindirme önünün Üst Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşlarının altında ilerlemesiyle gelişen geri bindirme sistemleriyle, kuzeye doğru Alt-Orta Eosen havzası üzerine kireçtaşlarından oluşan bindirme örtüsü yerleşmiştir. Bu olay Alt-Orta Eosen istifinin kuzeye doğru gelişen bindirmelerle deformasyonuna (kör geri

bindirme sistemi) ve regresyona neden olmuştur (Şekil 119 2C). Aynı dönemde havzanın kuzey kenarında yer alan Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Bahçecik konglomerasının ofiyolitli karışık ile bir kuzeye eğimli açık imbrike fan sistemi içerisinde yer alması, havzanın güneyinde gelişen bindirme sisteminin, geri bindirme sistemi olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 119 2C).

Oligosen döneminde Sivas Tersiyer havzasının çökelişi iki alt havza içerisinde gelişim göstermiştir. Havzanın güney kesiminde, güneyden yükselen bindirme örtülerinin (Tecer ve Gürlevik Dağlarında yüzeyleyen kireçtaşları ve ofiyolitli karışık) ön ülkesinde bir molas havzası ile havzanın kuzey kesiminde evaporit çökelişine uygun alt havza gelişmiştir. Bu iki alt havzanın sınırının, havzanın tabanında ofiyolitli karışık bindirme örtülerinin oluşturduğu düzensiz yükselim topoğrafyasının oluşturması olasıdır (Şekil 119 2C). Güneyde yer alan alt havzada, tabanda kalın jips çökelişi (Hafik Formasyonu) ve üst kesimlerde karasal-lagüner kırıntılı kayaların (Selimiye Formasyonu) depolanması gerçekleşmiştir. Güneyde yer alan alt havzanın tabanında izlenen jipsler (Kurtman, 1973), Üst Eosen'de gelişen regresyonla ilişkili olarak değerlendirilebilir.

Oligosen istifinin tektonik deformasyonu, Oligosen sonunda güneyde yer alan geri bindirme sisteminin havza üzerine aşamalı olarak ilerlemesi ile ilişkili olarak değerlendirilebilir. Tecer Dağları boyunca, Üst Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşlarının Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu üzerinde tektonik dokanaklı olarak yer alması (Kurtman, 1973) bu görüşü doğrular niteliktedir. Ayrıca, Alt Miyosen'de gelişen transgresyonun ilk çökellerine karşılık gelen Karacaören Formasyonu ile Selimiye Formasyonu arasında kuzeye doğru açılma farkının azalması ve kısmen uyumlu dokanak ilişkisinin gözlenmesi, güneyden kuzeye doğru sönümlenen deformasyonun gelişimini yansıtmaktadır (Şekil 119 2C). Oligosen sonunda gelişen bu deformasyon, Kemah yöresinde izlenmemektedir. Bu bulgu, Oligosen sonunda güneyden kuzeye doğru ilerleyen bindirme örtülerine bağlı olarak yersel ölçekte bir deformasyonun varlığını belirtmektedir.

Alt Miyosen'de gelişen transgresyon, Oligosen ve Alt-Orta Eosen yaşlı kayalarda güneyden kuzeye doğru gelişen geri bindirme sistemlerine (kör imbrike fan sistemi ?) bağlı olarak kıvrımlanmış bir temel istifi üzerinde yer almıştır. Doğudan batıya doğru gelişen ve Sivas Tersiyer havzasının orta ve doğu kesiminde yaygın olarak izlenen transgresyonla tabanda resifal kireçtaşları, üst kesimlerde kırıntılı kayalardan oluşan Karacaören Formasyonu depolanmıştır. Orta Miyosen döneminde, havzanın son çökeliş sürecini ve

bölgenin yükselmesini yansıtan karasal-lagüner kırıntılı kayalar (Benlikaya formasyonu) depolanmıştır (Şekil 119 2D).

Sivas Tersiyer havzasının son deformasyon biçimi, Üst Miyosen'deki bölgesel çarpışma sürecine bağlı olarak gelişen bindirme sistemleri ile şekillenmiştir. Bu dönemde havzanın kuzey kenarının kalınlaşarak yükselmesine bağlı olarak, kalın jips kütlelerinin havza üzerine ilerlemesi ile kalın bir bindirme örtüsü topluluğu havza ortasında yer almıştır (Şekil 119 2E). Bu bindirme gelişimi güneye doğru sönümlenmektedir. Oligosen yaşlı Hafik Formasyonu içerisinde yer alan jipslerin taban bindirme fayının temeli oluşturan ofiyolitli karışık ile jipslerin sınırında yer aldığını, ana bindirme fayları boyunca serpantinitle tektonik dilimlerinin yüzeylemesi yansıtmaktadır.

Kuvaterner döneminde Sivas Tersiyer havzasının orta kesiminde aktif sıkışma tektoniğinin gelişimini, Kuvaterner yaşlı Karacahisar formasyonuna ait konglomeralarda yaygın ters faylanma ve sismik şok dalgalarına bağlı deformasyon örneklerinin izlenmesi göstermektedir.

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Sivas Tersiyer havzasının tektonostratigrafisini, tektonik deformasyon biçimini, kinematüğini ve Üst Miyosen'den günümüze değin gerçekleşen kısalma miktarını ortaya koymayı amaçlayan bu doktora çalışmasında, havzanın doğusunda yer alan Kemah (Erzincan) ve orta kesiminde yer alan Hafik (Sivas) yörelerinin ayrıntılı jeolojik incelemesi ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Sivas Tersiyer Havzasının Stratigrafisi ile İlgili Tartışma ve Sonuçlar;

Sivas Tersiyer Havzasının, Kemah (Erzincan) ve Hafik (Sivas) yörelerinde gerçekleştirilen ayrıntılı 1/25 000 ölçekli jeolojik haritalama çalışmaları, her iki yörede de havzanın temelini Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışığın (Kemah yöresinde Eriç ofiyolitli karışığı, Hafik yöresinde Tekelidağı Karışığı) oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Bu temel üzerinde Orta Eosen'de gelişen Sivas Tersiyer havzasının ilk çökellerini, havzanın güney kenarında Hafik yöresinde ince kırıntılılarla (Bozbel Formasyonu), Kemah yöresinde ise volkanosedimanter kayalarla (Dedek formasyonu) temsil edilen birimler oluşturmaktadır. Bu veri, Orta Eosen döneminde havzanın güney kenarında, batıdan doğuya doğru artan volkanizma etkisini belirlemektedir. Havzanın kuzey kenarında gelişen ilk çökellerin yaşı Hafik yöresinde Üst Paleosen-Alt Eosen olarak belirlenmiş olup, tektonik denetimli havza kenarı koşullarını yansıtan alüvyon yelpazesi-fan delta çökellerini (Bahçecik konglomerası) içermektedir. Havzanın kuzey kenarında da, Bahçecik konglomerasının lav akıntıları içermesi, doğuya doğru volkanizma etkisinin arttığını belirlemektedir.

Kemah yöresinde, Oligosen (?)-Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı, başlıca kırıntılı kayalardan oluşan kalın çökel istif, ilk kez bu çalışmada Kemah Grubu olarak tanımlanmıştır. Kemah Grubu içerisinde yedi formasyon ve bir üye ayrıtlanmıştır.

Sivas Tersiyer havzasının stratigrafik sorunlarının başında yer alan jipsli çökellerin yaşı ve havza stratigrafisindeki yeri konusunda önemli veriler elde edilmiştir. Kemah yöresinde, kalın jips bant ve mercikleri, Kemah Grubunun tabanında yer alan Kuşlu formasyonu Akpur jips üyesi olarak tanımlanmıştır. Kuşlu formasyonunun, Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu üzerinde uyumsuzlukla yer alması ve yaşı fosillerle Alt Miyosen (Akitanıyen-Burdigaliyen) olarak saptanan Sultanmelek kireçtaşı ve Kömür formasyonları ile uyumlu olarak üstlenmesi, görelî yaşının Oligosen olabileceğini ortaya koymaktadır. Havzanın orta kesiminde yer alan Hafik yöresinde geniş yayılım gösteren jipsli çökeller, ilk

kez Kurtman (1973) tarafından Hafik Formasyonu olarak tanımlanmış ve Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu ile yanıl geçişli olarak değerlendirilerek yaşlı Miyosen olarak verilmiştir. Aynı yörede yapılan daha önceki çalışmalarda (Gökten ve Kelling, 1991; Poisson ve diğ., 1992) olduğu gibi, Hafik Formasyonunun inceleme alanında yüzelediği kesimlerde yaşlı fosillerle Alt Miyosen (Akitaniyen-Burdigaliyen) olarak saptanan Karacaören Formasyonu tarafından uyumsuzlukla üzerlendiği belirlenerek, yaşının Oligosen olabileceği ortaya çıkarılmıştır. Hafik Formasyonunun yaşının ve stratigrafik konumunun belirlenmesinde, yörede daha önce yapılan çalışmalarda, bölgede gelişen K-G yönlü yoğun kısalma ve kalınlaşma gözönüne alınmamıştır. Bu çalışmayla ayrıntılı olarak belirlenen yörenin tektonik deformasyon biçimiyle ilişkili yeni gözlemler de, Hafik Formasyonunun yaşının Oligosen olabileceğini doğrulamaktadır. Bu çalışmada elde edilen veriler, daha önceki çalışmalarda yaşlı Miyosen olarak kabul edilen birimlerin kalınlığının belirlenenden daha az, Oligosen olarak kabul edilen birimlerin kalınlığının ise belirlenenden daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır.

Kemah (Erzincan) yöresinde Sivas Tersiyer havzası istifi içerisinde sadece Orta Eosen-Oligosen (?) sınırında uyumsuzluğun olduğu belirlenmiştir. Kemah Grubu içerisinde Oligosen yaşlı birimlerle Alt Miyosen yaşlı sığ denizel birimler arasında uyumsuzluk gözlenmemektedir. Hafik (Sivas) yöresinde Oligosen yaşlı birimlerle Alt Miyosen yaşlı birimler arasında uyumsuzluğun yer aldığı bu çalışmada ve yörede daha önce yapılan çalışmalarda (Kurtman, 1973; Aktimur, 1988; 1990) belirlenmiştir. Havzanın farklı kesimlerinde ortaya çıkan bu durum, havzada Oligosen-Alt Miyosen sınırında gelişen ve havzanın her kesiminde izlenmeyen tektonik deformasyonun varlığını ortaya koymaktadır.

Kemah (Erzincan) yöresinde, havzanın güney kenarının stratigrafisi ile ilgili açık veriler yer almaktadır. Havzanın güney kenarında, temel kayaları üzerinde (Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı ve bu birimi tektonik dokanakla üzerleyen Üst Kretase yaşlı Eriç ofiyolitli karışığı) uyumsuzlukla, havzanın ilk çökellerini oluşturan Orta Eosen yaşlı Dedek formasyonu yer almaktadır. Bu temel istif üzerine doğrudan, Kemah Grubuna ait Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşı uyumsuzlukla gelmektedir. Sultanmelek kireçtaşının, bazı kesimlerde doğrudan Dedek formasyonu ve Munzur Kireçtaşı üzerinde yer alması ve tabanında Oligosen yaşlı kırıntılı kayaları (Kuşlu ve Taşbulak formasyonları) içermemesi, Oligosen-Alt Miyosen döneminde havzanın önemli oranda çöktüğünü (subsidence) göstermektedir.

Kemah (Erzincan) yöresinde Sivas Tersiyer havzasının kuzey kenarıyla ilgili stratigrafik veriler, kuzeyden havza üzerine ilerleyen temel kayalarından oluşan bindirme örtüleri nedeniyle izlenemez. Havzanın kuzey kenarının stratigrafisi, Hafik (Sivas) yöresinden elde edilen verilerle incelenebilir. Bu yörede, temel konumunda yer alan Üst Kretase yaşlı Tekelidağı Karışığı üzerinde Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı kırıntılı kayalar (Bahçecik konglomerası) uyumsuzlukla yer alır. Havzanın kuzey kenarında tektonik kalınlaşmayı yansıtan alüvyon yelpazesi fan-delta çökellerini, Oligosen (?) yaşlı evaporitlerden (Hafik Formasyonu) oluşan kalın bir kaya topluluğu tektonik dokanakla üzerler (Sivas bindirmesi). Sivas Tersiyer havzasının genelinde izlenen (Tecer Dağı-Sivas hattının batısı hariç) Alt Miyosen'de gelişen transgresyonu yansıtan, tabanda resifal kireçtaşları üst kesimlerde marn, kumtaşı ardalanmasıyla temsil edilen siğ denizel kayalar, bu temel üzerine açılı uyumsuzlukla gelmektedir.

Oligosen (?) -Alt-Orta (?) Miyosen istifinin en üst kesimlerinde regresif konumlu karasal-lagüner kırıntılı kayaların (Kemah yöresinde Kemah Grubuna ait Tuzla ve Dutlu formasyonları, Hafik yöresinde Benlikaya formasyonu) yer aldığı belirlenmiştir. Havza gelişiminin en son çökelim sürecini yansıtan bu kayalar, havzanın her kesiminde izlenmemektedir. Hafik yöresinde Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonunun güneyden kuzeye doğru incelen depolanma geometrisi ve tane boyundaki küçülme, formasyonun güneyden beslendiğini göstermektedir.

Sivas Tersiyer Havzasının Tektoniği ile İlgili Tartışma ve Sonuçlar:

Bu çalışmada ayrıntılı tektonik özellikleri incelenen Kemah (Erzincan) ve Hafik (Sivas) yörelerinde Sivas Tersiyer havzasının tektonik deformasyon biçiminin, K-G yönlü kısalma ve kalınlaşmayı sağlayan bindirme sistemleri ile kontrol edildiğini ortaya koymaktadır. Havzanın orta ve doğu kesimlerinde gerçekleştirilen fay-atım verilerinin kinematik analizi sonucunda, genel tektonik taşınma yönünün kuzeyden güneye doğru olduğu ve ortaç hareket düzleminin KKB-GGD doğrultusunda yer aldığı belirlenmiştir. Bununla beraber, Üst Pliyosen-Kuvaterner döneminde KKB yönünde geri bindirme gelişimini gösterir deformasyon örnekleri de saptanmıştır.

İnceleme alanlarında saptanan güneye doğru tektonik taşınma yönü, genel Avrasya-Arap levhalarının çarpışma süreci ile uyumluluk göstermektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Dewey ve diğ., 1986). Sivas Tersiyer havzasının kuzey ve doğu (Tatar, 1978; 1982; Yılmaz,

1980; Yılmaz ve Özer, 1984; Temiz ve diğ., 1992; 1993), güneybatı (Gökten, 1983) kesimlerinde ana bindirmelerin gelişiminin güneye doğru olduğu bilinmektedir. Havzanın güney kenarında yer alan Tecer ve Gürlevik Dağları yöresinde, tektonik taşınma yönünün kuzeye doğru olduğu Artan ve Sestini (1971) ve Kurtman (1973) tarafından belirtilmektedir. Aynı yörenin kuzeyini kapsayan Hafik (Sivas) yöresinde, Pliyo-Kuvaterner öncesinde gelişen bindirme sistemleri, güneye doğru tektonik taşınma yönünü belirtmektedir. Havzanın güney ve kuzey kenarında, tektonik taşınma yönlerinde ortaya çıkan bu durum, Üst Eosen ve Üst Oligosen'de gelişen havzanın tektonik deformasyon biçimiyle yakından ilişkilidir. Üst Eosen'de havzanın kuzey kenarında, Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışık ile Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı kırıntılı kayalar, bir kuzeye eğimli açık imbrike fan sistemi içerisinde yer almaktadır. Bu sistem içerisinde, Oligosen (?) ve Alt Miyosen yaşlı kayaların yer almaması, sistemin Üst Eosen'de geliştiğini göstermektedir. Aynı dönemde, havzanın güney kenarında yer alan Gürlevik ve Tecer Dağları yöresinde, Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışık ve Üst Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşları, Orta Eosen yaşlı kırıntılı kayalar üzerinde tektonik olarak yer almaktadır (Artan ve Sestini, 1971; Kurtman, 1973). Böyle bir bindirme gelişimi, havzanın tabanında yer alan Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışığın taban ve tavanında gelişen bindirme fayları boyunca, kuzeye doğru bir geri bindirme sisteminin gelişimini ortaya koymaktadır. Gürlevik Dağı yöresinde Orta Eosen yaşlı kayalar üzerinde yer alan Üst Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşlarının Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışık tarafından tektonik dokanakla üzerlenmesi (Artan ve Sestini, 1971), havzanın güney kenarında temel kayalarının geriye doğru gelişim sekansıyla (break-back) kalınlaşmasını sağlayan geri bindirme sistemi gelişimi ile açıklanabilir.

Hafik (Sivas) yöresinde Sivas Tersiyer havzasının güney kenarında yer alan Oligosen yaşlı kırıntılı kayalar (Selimiye Formasyonu), güneyden kuzeye doğru gelişen bindirme örtülerinin ön kenarında oluşan bir havzada depolanmıştır. Aynı dönemde havzanın kuzey kenarında yaygın evaporit çökelişi (Hafik Formasyonu) yer almaktadır. Oligosen'de havzanın güney ve kuzey kesimlerinde izlenen farklı çökel türleri, bu dönemde havzanın, iki alt havzadan oluştuğunu belirlemektedir. Kemah yöresinde Oligosen yaşlı kayaların jips arakatlı kırıntılılarla temsil edilmesi, havzanın güneyinde yer alan alt havzanın doğuya doğru geniş yayılımı olduğunu göstermektedir.

Sivas Tersiyer havzasının orta kesiminde Hafik (Sivas) yöresinde, Oligosen yaşlı kayalar üzerine Alt Miyosen yaşlı sığ denizel birimler açılı uyumsuzlukla yer almaktadır.

Havzanın doğu kesiminde yer alan Kernah (Erzincan) yöresinde Oligosen ve Alt Miyosen yaşlı kayaların ilişkisi uyumlu olarak izlenmektedir. Hafik (Sivas) yöresinde, Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu ile Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonunun dokanağı boyunca, güneyden kuzeye doğru açısal farkın azaldığına ilişkin veriler yer almaktadır. Bu yörede yer alan Celalli antiklinalinin güney kenarında iki birim arasında açısal fark izlenmemektedir. Aynı yörede Gökçen ve Kelling (1985) tarafından Oligosen ve Alt Miyosen yaşlı birimlerin dokanak ilişkisi uyumlu olarak kabul edilmiştir. Bu değişimin, Üst Oligosen'de havzanın güney kenarında, güneyden kuzeye doğru bindirme gelişimiyle ilişkili olabileceği düşünölmektedir. Tecer Dağı boyunca, Üst Kretase-Paleosen yaşlı Tecer Kireçtaşı, Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer almaktadır' (Kurtman, 1973). Bu bindirme fayının ön ölkesinde, Selimiye Formasyonun deformasyonun kuzeye doğru sönümlenmesiyle, Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu ile dokanağı boyunca açısal farkın azalarak kısmen uyumlu dokanak ilişkisinin gözlenmesini sağladığı şeklinde değerlendirilebilir. Bu veriler, Sivas Tersiyer havzasının güney kenarında gelişen geri bindirme sisteminin, Üst Eosen ve Üst Oligosen dönemlerinde etkinleşerek, güney kenarın çok fazlı sekanslarla kuzeye doğru havza üzerine ilerlediğini göstermektedir.

Kernah (Erzincan) yöresinde, temel ve havza kayalarını içeren bindirme sistemleri, çok fazlı gelişim sekansları içerisinde yer almaktadırlar. Havzanın kuzey kenarında yer alan kalın bindirme yığınının ön kenarında gelişen çökelim süreci Alt-Orta (?) Miyosen'de sona ermiştir (karasal kıvrımlı kayalardan oluşan Dutlu ve Tuzla formasyonlarının çökeliminden sonra). Üst Miyosen'de kuzeyde yer alan temel kayalarının oluşturduğu bindirme yığınının güneye doğru havza üzerine ilerlemesiyle ilk bindirme seviyeleri (décollement seviyeleri) Oligosen yaşlı Kuşlu ve Taşbulak formasyonlarının sınırında ve Alt Miyosen yaşlı Sultanmelek kireçtaşının tabanında yer almıştır. Bu hareketle havza istifi içerisinde gelişen ilk bindirme sistemleri öne doğru gelişim sekansı (piggy-back) ile gelişmiştir. Daha sonra kuzeydeki bindirme yığınının güneye doğru yinelenen hareketleriyle sıra dışı (out of sequence) bindirme gelişimi ve geriye doğru (break-back) sekansıyla kalınlaşma ve yeniden kıvrımlanma gerçekleşmiştir. Bu üstelenen gelişim sekansları, Kernah yöresindeki son karmaşık kıvrım-bindirme geometrilerini ortaya çıkarmıştır.

Hafik (Sivas) yöresinde gelişen bindirme sistemleri, Oligosen (?) yaşlı Hafik Formasyonu içerisinde yer alan kalın jips çökellerinin tabanında gelişen bindirme fayı ile kontrol edilmektedir. Üst Paleosen'den itibaren havzanın kuzey kenarında gelişen tektonik

kalınlaşma, temeli oluşturan Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışık ile Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı kırıntılı kayaların oluşturduğu kuzeye eğimli açık imbrike fan sistemi ile belirlenmektedir. Kalınlaşarak yükselen kuzey kenarda yer alan kalın jipsli çökeller, Üst Miyosen-Üst Pliyosen aralığında (Alt-Orta (?) Miyosen yaşlı Benlikaya formasyonunun çökelişinden sonra) güneye doğru hareketlenerek, havzanın orta kesiminde kalın bir bindirme örtüsü topluluğunun oluşmasını sağlamışlardır. Bu bindirme sisteminin taban fayının, kalın jips kütlesi ile temel kayalarının (ofiyolitli karışık) dokanağı boyunca gelişimini, Tavşanlı ve Gölcük bindirmeleri boyunca yüzeylenen serpantinli tektonik dilimleri yansıtmaktadır. Jipslerin plastik özellik göstererek kolayca akma yeteneğine sahip olması nedeniyle, daha önce bölgede yapılan çalışmalarda jipslerde izlenen tekrarlanmaların tektonik kökenli olduğu gözönüne alınmayarak, havza stratigrafisi içerisinde çok sayıda jips çökeliş sürecinin olduğu düşünülmüştür. Bu çalışmada, kalın jips çökellerinin yüzeylediği kesimlerde, tek bir Alt Miyosen yaşlı denizel kırıntılı seviyesi (Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu) tarafından uyumsuzlukla üzerlendiği gösterilmiştir. Bu veriden yararlanarak, Hafik yöresinde gelişen bindirme sistemleri, genel öne doğru gelişim sekansı (piggy-back) içerisinde yer almaktadır. Bununla beraber, sıra dışı bindirme gelişimini gösterir veriler de (fay düzlemlerinde birbirini üstleyen kayma çizgilerinin ve Celalli antiklinalinin ekseninin kısmen rotasyonun gözlenmesi) yörede izlenmektedir.

Sivas Tersiyer havzasının kuzey kenarında batıda Sivas'tan başlayarak doğuya doğru Zara (Sivas) yöresine değin DKD-BGB doğrultusunda uzanan ve Hafik (Sivas) yöresinde incelenen bölgede de yüzeyleyen, bölgesel ölçekte bir geri bindirme fayı özelliğinde olan Sivas bindirmesi yer alır. Fayın genel geometrisi ve uzanımı ilk kez Poisson ve diğ., (1992) tarafından incelenmiştir. Hafik yöresinde yüzeyleyen Sivas bindirmesinin tavan bloğunda Oligosen (?) yaşlı jipslerden oluşan Hafik Formasyonu yer alır. Fay boyunca Hafik Formasyonu, yaşlı Yalçınlar (1955) tarafından Alt Pliyosen olarak belirlenen İncesu Formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelir. Bu gözlem, Sivas bindirmesinin yaşının Üst Pliyosen-Kuvaterner olarak belirlenmesini sağlar. Sivas bindirmesinin tavan bloğunda yer alan Hafik Formasyonuna ait jipslerin ayrıntılı deformasyon özelliklerinin ve kinematığının incelenmesi, Üst Miyosen'de güneye doğru gelişen ve KKB-GGD doğrultulu ortaç hareket düzlemine sahip bindirmelerle, Sivas bindirmesi boyunca kuzeye gelişen bindirmelerin aynı doğrultulu hareket düzlemine sahip olduğunu göstermektedir. Daha önceki çalışmalarda (Aktimur, 1988; Cater ve diğ., 1991) Sivas Tersiyer havzasının kuzey kesiminde sol yanal

doğrultu atımlı faylanmanın gelişimi belirtilmektedir. İnceleme alanında elde edilen veriler, havzanın kuzey kenarında bölgesel ölçekte bir geri bindirme fayı olan Sivas bindirmesinin yer aldığını ortaya koymaktadır. Sivas bindirmesi boyunca gerçekleşen hareketin miktarı ile ilişkili açık veriler inceleme alanında yer almamaktadır. Bununla beraber, Poisson ve diğ., (1992) tarafından, fay üzerinde önemli yer değiştirmelerin gerçekleştiği belirtilmektedir.

Sivas Tersiyer havzasında Kuvaterner döneminde sıkışmanın ve buna bağlı olarak kısalmanın gelişimiyle ilgili veriler incelenen bölgelerde gözlenmektedir. Hafik (Sivas) yöresinde Kuvaterner yaşlı Karacahisar formasyonuna ait akarsu taraçalarında, ters faylanma ve sismik şok dalgaları etkisiyle gelişebilen yapılarla ilişkili deformasyon örnekleri, Kuvaterner'de havzanın orta kesiminde aktif tektonizma gelişimini yansıtmaktadır. Sivas Tersiyer havzasının doğusunda yer alan Kemah (Erzincan) yöresinde, kuzeyden havza istifini tektonik dokanakla üzerleyen temel kayaları üzerinde yer alan Kuvaterner yaşlı Alpköy formasyonuna ait akarsu taraçalarında, güneye doğru gelişen ön bindirmelerle birlikte kuzeye doğru gelişen geri bindirme faylarından oluşan, genç bindirme sisteminin gelişimi belirlenmiştir. Aynı yörede, Erzincan havzasının güneybatısında yer alan bir başka deformasyon örneğinde ise Kuvaterner yaşlı kayalarda normal faylanma gelişimi belirlenmiştir. Kuzey Anadolu Fay Zonuna yakın kesimlerde yer alan bu normal faylanmanın, Kuzey Anadolu Fayına bağlı KD-GB doğrultulu tansiyon sonucunda oluştuğu sonucuna varılmıştır.

Sivas Tersiyer havzasında, Üst Miyosen'den günümüze değin gerçekleşen kısalma miktarının hesaplanmasına yaklaşımda bulunmak amacıyla, Alt Miyosen yaşlı kayaların kılavuz seviye olarak kullanılmasıyla, Kemah (Erzincan) ve Hafik (Sivas) yörelerinde dengelenmiş enine kesit hazırlanması denemeleri yapılmıştır. Hazırlanan bu enine kesitlerden, Kemah yöresinde 12.8 km son deforme kesit genişliği üzerinde 8.7 km (%40) (sıra dışı bindirme gelişimi gözönüne alınmaksızın), Hafik yöresinde ise 18.7 km son deforme kesit genişliği üzerinde 14.9 km (%44) minimum kısalma miktarları saptanmıştır. Kemah (Erzincan) yöresinde sıra dışı bindirme gelişiminin gözönüne alınmasıyla kısalma oranının %52'ye ulaştığı Temiz ve diğ., (1993) tarafından gösterilmiştir. Kemah yöresinde kısalma oranının Hafik yöresinden daha fazla olması, Sivas Tersiyer havzasının doğuya doğru daralan geometrisinin tektonik kısalma ile ilişkili olabileceğini göstermektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aktimur, H.T., 1988,** 1/100 000 ölçekli açınısama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi Sivas F-24 paftası. M.T.A., 11s.
- Aktimur, H.T., Tekirli, M.E. ve Yurdakul, M.E., 1990,** Sivas-Erzincan Tersiyer havzasının jeolojisi. M.T.A. Dergisi, 111, 25-36s.
- Arpat, E., 1964,** Gürlevik Dağı bölgesinin genel jeolojisi ve petrol imkanları. M.T.A. Rapor No. 4180, Ankara (yayınlanmamış).
- Artan, Ü. ve Sestini, G., 1971,** Sivas-Zara-Beypınarı bölgesinin jeolojisi. M.T.A. Dergisi, sayı 76, 80-97s.
- Banks, C.J. ve Warburton, J., 1986,** "Passive-roof" duplex geometry in the frontal structures of the Kirthar and Sulaiman mountain belts, Pakistan. Journal of Stuructural Geology, 8, 229-237s.
- Baykal, F. ve Eröntöz, C., 1966,** 1/500 000 ölçekli Sivas paftası açıklaması. M.T.A., 116s.
- Blumenthal, M., 1937,** Kangal ile Divrik arasındaki mıntıkanın başlıca jeolojik hatları (Sivas vilayeti). M.T.A. Rapor No. 568, Ankara (yayınlanmamış).
- Bott, M.H.P., 1959,** The mechanics of oblique slip faulting. Edinburgh:Oliver ve Boyd.
- Boyer, S.E. ve Elliott, D., 1982,** Thrust systems. The Amarican Association of Petroleum. Geologists Bulletin, 66, 1196-1230s.
- Butler, R.W., 1982,** The terminology of structures in thrust belts. Journal of Structural Geology, 4, 239-245s.
- Butler, R.W., 1987,** Thrust sequences. Journal of the Geological Society of London, 144, 619-634s.
- 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, 891-894s.
- 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, 167s.
- 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, 165-179s.
- Cater, J.M.L., Hanna, S.S., Ries, A.C. ve Turner, P., 1991,** Tertiary evolution of the Sivas

- Basin, central Turkey. *Tectonophysics*, 195, 29-46s.
- Dahlstrom, C.D.A., 1969**, Balanced cross-sections. *Canadian Jour. Earth Sci.*, 6, 743-757s.
- Dahlstrom, C.D.A., 1970**, Structural geology in the eastern margin of Canadian Rocky Mountains. *Bull. Canadian Petroleum Geology*, 18, 332-406s.
- Demirmen, F., 1965**, Sincan bölgesi (Zara-Divriği) genel jeolojisi. M.T.A. Rapor No. 4127, Ankara (yayınlanmamış).
- De Paor, D.G., 1988**, Balanced section in thrust belts, Part 1: Construction. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 72, 73-90s.
- Dowey, J., Hempton, M.R., Kidd, W.S., Şaroğlu, F. ve Şengör, A.M.C., 1986**, Shortening of the continental lithosphere; the neotectonics of eastern Anatolia, a young collision zone. In: Coward, M.P. ve Ries, A. (eds) *Collision tectonics*. Geological Society of London Special Publication, 9, 3-36s.
- Dizer, A., 1962**, Foraminifera of the Miocene of the Sivas Basin (Turkey). *I.Ü. Fen. Fak. Mec.*, Seri B, cilt 27, sayı 1-2.
- Dunne, W.M. ve Ferrill, D.A., 1988**, Blind thrust systems. *Geology*, 16, 33-36s.
- Elliott, D., 1976**, The energy balance and deformation mechanisms of thrust sheets. *Phil. Tans. R. Soc. Lond. A*, 283, 289-312s.
- Erünal-Eröntöz, L., 1956**, Stratigraphie des bassins néogènes de Turquie, plus spécialement d'Anatolie Meridionale et comparaisons avec le domaine Méditerranéen dans son ensemble. M.T.A., Seri C, No. 3, Ankara.
- Gökçen, S.L., 1974**, Erzincan-Refahiye bölgesi sedimanter jeolojisi 1: Olistolit, türbidit ve olistrostrom fasiyesleri. *H.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, cilt 4, 179-205s.
- Gökçen, S.L., 1981**, Zara-Hafik güneyindeki Paleojen istifinin sedimantolojisi ve paleocoğrafik evrimi. *H.Ü. Yerbilimleri*, 8, 1-25s.
- Gökçen, S.L., 1982**, Zara-Hafik (SE Sivas) ve Refahiye (SW-Erzincan) bölgeleri Eosen filişinin sedimanter petrolojik karşılaştırması. *H.Ü. Yerbilimleri Dergisi*, 9, 141-147s.
- 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, 139-153s.
- Gökten, E., 1983**, Şarkışla (Sivas) güney-güneydoğusunun stratigrafisi ve jeolojik evrimi. *Türkiye Jeol. Kur. Bül.*, 26, 167-176s.
- 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, 113-123s.
- 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, Geological Society of London Special Publication, No. 17, 467-482s.
- Guezou, J.C., Frizon de Lamotte, D., Coulon, 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 Betico-Rif orocline. *Annales Tectonicae*, 32-48s.
- Gürsoy, H., Temiz, H. ve Poisson, A.M., 1992,** Recent faulting in the Sivas area (Sivas Basin, Central Anatolia-Turkey). *C.Ü. Müh. Fak. Derg.*, Seri A, Yerbilimleri, c. 9, s. 1, 11-17s.
- Hossack, J.R., 1979,** The use of balanced cross-sections in the calculation of orogenic contraction: a review. *Journal Geol. Soc. Lond.*, 136, 705-711s.
- İnan, N. ve İnan, S., 1990,** Gürlevik kireçtaşlarının (Sivas) özellikleri ve önerilen yeni isim: Tecer formasyonu. *Türkiye Jeo. Kur. Bül.*, 33, 51-56s.
- Jamison, W.R., 1987,** Geometric analysis of fold development in overthrust terranes. *Journal of Structural Geology*, 9, 207-219s.
- Kiratzi, A.A., 1993,** A study on the active crustal deformation of the North and East Anatolian Fault Zones. *Tectonophysics*, 225, 191-203s.
- Koçyiğit, A. ve Tokay, M., 1985,** Çatalçam (Zevker)-Erzincan arasında Kuzey Anadolu Fay Kuşağının sismo-tektonik incelemesi; Fay kuşağının tektono-stratigrafisi, sistematiği ve neotektonik özellikleri. *ODTÜ Jeoloji Müh. Böl.*, 101s (yayınlanmamış).
- Koçyiğit, A., 1991,** Üç kenet kuşağının Erzincan batısındaki (KD Türkiye) yapısal ilişkileri: Karakaya, İç Toros ve Erzincan kenetleri. *Türkiye 8. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı*, 152-160s.
- Kurtman, F., 1973,** Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı bölgesinin jeolojik ve tektonik yapısı. *M.T.A. Dergisi*, 80, 1-32s.
- Marret, R.M. ve Allmendinger, R.W., 1990,** Kinematic analysis of fault-slip data. *Journal of*

- Structural Geology, 12, 973-986s.
- Menard, G., 1988,** Méthodologie générale de construction des coupes équilibrées. L'équilibrage des coupes géologiques, J.P. Gratier (Eds), 5-25s.
- 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, 41-52s.
- Mercier, J.L. ve Vergely, P., 1992,** Tectonique. Dunod, Paris, 214s.
- Mitra, S. ve Namson, J., 1989,** Equal-area balancing. American Journal of Science, 289, 563-599s.
- Morley, C.K., 1988,** Out of sequence thrusts. Tectonics, 7, 539-561s.
- Morley, C.K., 1992,** Tectonic and sedimentary evidence for synchronous and out-of-sequence thrusting, Larache-Acilah area, Western Moroccan Rif. Journal of the Geological Society London, 149, 39-49s.
- Nebert, K., 1956,** Sivas vilayetinin Zara-İmranlı mntıkasındaki jips serisinin stratigrafik durumu hakkında. M.T.A. Dergisi, 52, 537-546s.
- Norman, T., 1964,** Celalli (Hafik) bölgesinin genel jeolojisi. M.T.A. Rapor No. 4114, Ankara (yayınlanmamış).
- Norman, T., 1991,** Orta Anadolu'da Hafik (Sivas) kuzeyindeki melanj kuşağının yapısal gelişimi hakkında. TPJD 8. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı, 107-112s.
- Norman, T., 1993,** Remobilization of two mélanges in Central Anatolia. Geological Journal, 28, 267-275.
- Örçen, S., 1989,** Munzur Dağlarının Akitaniyen paleoekolojisi ve Paleocoğrafyası. TPJD Bült., cilt 1/3, 201-210s.
- Özçelik, O., Altunsoy, M. ve Atalay, Z., 1992,** Erzincan güneybatısındaki Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu kumtaşlarının sedimenter petrolojisi. C.Ü. Mühendislik Fak. Derg., Seri A, Yerbilimleri, c. 9, sayı 1, 35-41s.
- Özgül, N., 1981,** Munzur dağlarının jeolojisi. M.T.A. Raporu, No 6995, Ankara (yayınlanmamış).
- Özgül, N. ve Turşucu, A., 1983,** Stratigraphy of the Mesozoic carbonate sequence of the Munzur Mountains (Eastern Taurus). International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, 173-181s.
- Plaziat, J.C. ve Poisson, A.M., 1992,** Mise en évidence de plusieurs séismes majeurs dans

- le Stampien supérieur continental au sud de Paris: enregistrements sédimentaires de la tectonique oligocène. Bull. Soc. géol. France, t.163, No. 5, 541-551s.
- Pisoni, C., 1965, Sivas I38 c1, c4 paftalannın jeolojisi. M.T.A. arşiv No. 21922, 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, c. 9, s. 1, 19-26s.
- Schirmer, T.W., 1988, Structural analysis using thrust-fault hanging-wall sequence diagrams: Ogden Duplex, Wasatch Range, Utah. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 72, 573-585s.
- Scott, B. ve Price, S., 1988, Earthquake-induced structures in young sediments. Tectonophysics, 147, 165-170s.
- Soulie-Marsche, I., 1993, Apport des charophytes fossiles a la recherche de changements climatiques abrupts. Bull. Soc. Géol. France, t.164, No. 1, 123-130s.
- Stchepinsky, V., 1939, Faune miocène du vilayet de Sivas (Turquie): M.T.A. Monogr., No. 1, Ankara.
- Suppe, J., 1983, Geometry and kinematics of fault-bend folding. American Journal of Science, 283, 684-721s.
- Sümengen, M., Unay, E., Saraç, G., Bruijin, H., Terlemez, İ. ve Gürbüz, M., 1990, New Neogene rodent assemblages from Anatolia (Turkey): European Neogene Mammal Chronology; Edited by E.H. Lindsay et al., Plenum Press, New York.
- Sylvester, A.G., 1988, Strike-slip faults. Geological Society of America Bulletin, 100, 1666-1703s.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics, 75, 181-241s.
- Tatar, Y., 1975, Tectonic structures along the North Anatolian fault zone, northeast of Refahiye (Erzincan). Tectonophysics, 29, 401-409s.
- Tatar, Y., 1978, Kuzey Anadolu Fay Zonunun Erzincan-Refahiye arasındaki bölümü üzerinde tektonik incelemeler. H.Ü Yerbilimleri, cilt 4, No 1-2, 201-236s.
- Tatar, Y., 1982, Yıldızeli (Sivas) kuzeyinde Çamlıbel Dağlarının tektonik yapısı. KTÜ, Yerbilimleri Dergisi, 2-12, 1-18s.
- Temiz, H., Guezou, J.C., Poisson, A.M. ve Tutkun, S.Z., 1992, Sivas havzası doğusunun

- tektonostratigrafisi ve Kinematiki (Kemah-Erzincan). C.Ü. Müh. Fak. Derg., Seri A, Yerbilimleri, c. 9, s. 1, 27-34s.
- 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, 239-250s.
- 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, 225-245s.
- Wallace, R.E., 1951,** Geometry of shearing stress and relation to faulting. J. Geol., 59, 118-130s.
- Wojtal, S., 1986,** Deformation within foreland thrust sheets by populations of minor faults. Journal of Structural Geology, 8, 341-360s.
- Wojtal, S. ve Mitra, G., 1986,** Strain hardening and strain softening in fault zones from foreland thrusts. Geological Society of America Bulletin, 97, 674-687s.
- Woodward, N.B., Boyer, S.E. ve Suppe, J., 1985,** An outline of balanced cross sections. University of Tennessee, Department of Geological Sciences Studies in Geology 11, 173s.
- Yalçınlar, İ., 1955,** Sivas bölgesi 1/100 000 Sivas 61/1, 61/2, 61/4 paftalarına ait jeolojik rapor. Rapor No. 2577, Ankara (yayınlanmamış).
- Yılmaz, A., 1980,** Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitlerin kökeni, iç yapısı ve diğer birimlerle ilişkisi. A.Ü. Fen Fak., Doktora tezi, 136s (yayınlanmamış).
- Yılmaz, A. ve Özer, S., 1984,** Kuzey Anadolu Bindirme Kuşağının Akdağmadeni (Yozgat) ile Karaçayır (Sivas) arasındaki bölümünün temel jeoloji incelemesi ve Tersiyer havzasının yapısal evrimi. Ketin Simpozyumu, 163-174s.
- Yılmaz, A., 1985,** Yukarı Kelkit çayı ile Munzur Dağları arasının temel jeolojik özellikleri ve yapısal evrimi. T.J.K Bült., 28, 79-92s.
- Yılmaz, C., 1992,** Munzur Kireçtaşının mikrofasiyes özellikleri ve birikim koşulları. A.Ü. Isparta Müh. Fak., 7. Mühendislik Haftası Bildiriler Kitabı, 7s.

ÖZGEÇMİŞ

Haluk Temiz 1964 yılında Niğde'de doğdu. İlk ve orta eğitimini Niğde'de tamamladı. 1986 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1987 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. 1989 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında "Niksar (Tokat) Güneydoğusunda Kuzey Anadolu Fayının Jeolojik ve Tektonik Özellikleri" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasını tamamladı. 1990 yılında Fransız hükümetinin sağladığı bursla Paris-Sud Üniversitesi Yapısal Jeoloji Laboratuvarında staj yaptı. Bekar.

**Y.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**