

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİVAS BATISINDA SİVAS GERİ BİNDİRME
SİSTEMİNİN TEKTONOSTRATİGRAFİSİ
GEOMETRİSİ VE KİNEMATİĞİ

Kenan ERSİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Danışman
Prof. Dr. Haluk TEMİZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu çalışma, jürimiz tarafından, Jeoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:
Prof. Dr. Ali YILMAZ

Üye :
Prof. Dr. Haluk TEMİZ

Üye :
Doç. Dr. Kaan Ş. KAVAK

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

.../.../2009

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

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

ÖZET

SİVAS BATISINDA SİVAS GERİ BİNDİRME SİSTEMİNİN
TEKTONOSTRATİGRAFİSİ, GEOMETRİSİ VE KİNEMATİĞİ

Kenan ERSİN

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Haluk TEMİZ

2009, 58 sayfa

Bu çalışmanın amacını, Sivas havzasının Sivas şehir merkezi çevresindeki kesiminin tektonostratigrafisinin, kinematığının ve tektonik deformasyon biçiminin belirlenmesi oluşturmaktadır.

Sivas bölgesinin tektonostratigrafisi birbirinden ana bindirme fayları ile ayrılan beş bindirme örtüsü içerisinde verilmiştir. Ön ülkenin stratigrafisi, Paleozoik yaşlı düşük dereceli metamorfik kayalardan oluşan Kırşehir Masifi ve bu temel içerisine yerleşmiş Geç Kretase plutonlarından oluşmaktadır. Bu temel Orta Eosen yaşlı sığ denizel birimlerle örtülmektedir. Ön ülke istifinin en üstünde ise Üst Miyosen yaşlı akarsu-göl çökellerinden oluşan İncesu formasyonu yer alır. Bindirme örtüleri içerisinde yer alan havza istifinin tabanı Oligosen yaşlı jipslerden oluşan Hafik formasyonu ve jips arakatlı kırmızı renkli kırıntılardan oluşan Karayün formasyonları ile temsil edilir. Bu temel birimleri Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı sığ denizel çökellerden oluşan Karacaören formasyonu ve karasal çökellerden oluşan Akören formasyonları uyumsuzlukla üzerler. Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu alüvyon yelpazesi ve akarsu-göl çökelleri ile temsil edilir. Sivas geri bindirmesi üzerinde ayrıca traverten oluşumları da izlenir.

İnceleme alanının tektonik deformasyon biçimi KKB-GGD doğrultulu kısalma altında gelişmiş çok fazlı bindirme sistemleri ile karakterize edilmektedir. Sivas havzasında genel öne doğru tektonik taşınma yönü güney-güneydoğuya doğrudur. Bununla birlikte inceleme alanında tektonik taşınma yönü ise kuzey-kuzeybatıya doğrudur. Bu kuzeye doğru gelişen bindirme sistemi “Sivas Geri Bindirme Sistemi” olarak adlandırılmıştır. Sivas Geri Bindirme Sistemi, Orta Miyosen ve Erken Pliyosen olmak üzere iki dönemde oluşmuştur. Orta Miyosen bindirme tektoniği “Çerçideresi dupleks” yapısını oluşturmuştur. Erken Pliyosen bindirme tektoniği ise güneye eğimli bir imbrike fan sistemi ile temsil edilmiştir.

Oligosen yaşlı Hafik ve Karayün formasyonları içerisindeki jips seviyeleri temeli içermeyen bindirme tektoniği içerisinde önemli kayma seviyelerini oluşturmaktadır.

Sivas geri bindirme sistemi ile kum-kutusu deneylerinin sonuçları karşılaştırılabilir. İnceleme alanının kuzeyindeki Kırşehir Masifi havza istifi altında sert bir bindirme kaması konumundadır. Kırşehir masifinin güneye doğru ilerlemesi, Sivas geri bindirme sisteminin bir iç öne doğru gelişim sekansı ile ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Sivas havzası, Sivas geri bindirme sistemi, geri bindirme, kinematik

ABSTRACT

THE TECTONOSTRATIGRAPHY, GEOMETRY AND KINEMATICS OF THE SIVAS BACK-THRUST SYSTEM IN THE WESTERN PART OF THE SIVAS

Kenan ERSİN

Master of Science Thesis, Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Haluk TEMİZ

2009, 58 pages

The aim of this study is to determine tectonostratigraphy, kinematics and tectonic deformation style of the northern margin of the Sivas basin around the Sivas city centre.

The tectonostratigraphy of the Sivas area is given in five thrust sheets separated each other by major thrusts. The foreland stratigraphy of the study area is represented by Palaeozoic low-grade metamorphics of the Kırşehir Massif and intruded Late Cretaceous plutons. This basement is covered by Middle Eocene shallow marine sediments. The Late Miocene fluvio-lacustrine sequence of İncesu formation is located on this basement. The basin sequences in the thrust sheets are represented by Oligocene age gypsums of Hafik formation and red clastics with gypsum levels of Karayün formation at the base. The Late Oligocene Early Miocene shallow marine deposits of the Karacaören formation and Early Miocene continental deposits of Akören formation are unconformably overlying the Hafik and Karayün formations. The Late Miocene İncesu formation is represented by alluvial fan and fluvio-lacustrine deposits. Travertins are occurred along the Sivas back-thrust.

The tectonic deformation style of the study area is characterized by polyphase thrust systems developed along a regional NNW-SSE shortening direction. The regional general tectonic transport direction of fore-thrust systems is oriented toward the south and southeast in the Sivas basin. However the tectonic transport direction in the study area is determined as the north and northwest. This north vergent thrust system called as “Sivas back-thrust system”. The Sivas back-thrust system developed in two periods as Middle Miocene and Early Pliocene. The Middle Miocene thrusting created the Çerçideresi duplex structure. The Early Pliocene thrusting is represented by the northward propagation of the Middle Miocene thrust front as a south dipping imbricate fan system.

The gypsums beds of the Oligocene Hafik and Karayün formations in the basin sequence are the important décollement levels in the thin-skinned thrust tectonics. The Sivas back-thrust system could be correlated with the sand-box experiments results. The

Kırşehir massif which is located in the north of the study area is a rigid indenter beneath the basin sequences. The southward propagation of the Kırşehir massif give way to development of the Sivas back thrust system in a piggy-back sequence.

Key Words: Sivas basin, Sivas back-thrust system, back-thrust, kinematic

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın konu ve arazi seçimindeki yönlendirmesi ile arazi çalışmaları ve tez yazımı aşamasında teşvik ve önerilerini, Yüksek Lisans Tez çalışmalarım esnasında her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Haluk TEMİZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazım aşamasında sağladığı çalışma ortamı ve sabrından dolayı eşim, Jeoloji Mühendisi Sevgi ERSİN'e,

Teze sağladığı büyük katkılarından dolayı Jeoloji Mühendisi Baki AKTOY'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
EKLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. İnceleme Alanının Konumu	1
1.2. İnceleme Alanının Yeryüzü Biçimi	1
1.3. Çalışmanın Amacı	3
1.4. Materyal/ Metod	3
1.5. Önceki Çalışmalar	4
2. İNCELEME ALANININ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ	11
2.1. Hafik Formasyonu	12
2.2. Karayün Formasyonu	14
2.3. Karacaören Formasyonu	16
2.4. Akören Formasyonu	18
2.5. Karatepe Volkaniti	20
2.6. İncesu Formasyonu	22
2.6.1 Derindere Çakıltası Üyesi	22
2.6.2 Porsuk Kireçtaşı Üyesi	24
2.7. Travertenler	26
2.8. Alüvyonlar	27
3. İNCELEME ALANININ TEKTONİK ÖZELLİKLERİ	27
3.1. Sivas Geri Bindirmesi	30
3.2. Kılavuz Bindirmesi	32
3.3. Yenice Bindirmesi	33
3.4. Mescitli Bindirmesi	35
3.5. Çerçideresi Bindirmesi	36
3.6. Çerçideresi Duplexi	38
3.7. Bindirme Sistemlerinin Kinematığı	39
3.8. Sivas Geri Bindirme Sisteminin Kum Deneyleri ile Deneştirilmesi	43
3.9. Sivas Geri Bindirme Sisteminin Gelişim Sekansı	45
3.10. Normal Faylanmanın Geometrisi ve Kinematığı	47
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	50
5. SONUÇLAR	52
6. DEĞİNİLEN BELGELER	53
7. ÖZGEÇMİŞ	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. İnceleme alanının Sivas havzası içerisindeki konumunu gösterir yer bulduru haritası. 1. Üst Miyosen karasal çökelleri, 2. Eosen-Alt Miyosen çökelleri, 3. Üst Kretase-Paleosen karbonatları, 4. Üst Kretase ofiyolitik melanjı, 5. Jura-Kretase Toros kuşağı karbonatları, 6.Kırşehir Masifi, 7. Deliler Bindirmesi, 8. Kuzey Anadolu Bindirmesi, 9. Geç Kretase Bindirmesi. Çalışılan 1/25.000 ölçekli paftalar, a. İ37-b3, b. İ38-a4, c. İ38-d1, d. İ37-c2.	2
Şekil 2. İnceleme alanında birbirinden bindirme fayları ile ayrılan bindirme örtülerinin ve otokton konumlu ön ülkenin stratigrafik dikme kesitleri.	13
Şekil 3. Oligosen yaşlı Hafik formasyonu jipslerinin genel görünümü. Formasyona ait kalın jipsler üzerinde gelişen karstik yapılar oldukça yaygındır.	14
Şekil 4. Sivas güneyindeki Tecer ırmağı vadisinde yüzeyleyen Oligosen yaşlı Karayün formasyonunun kumtaşı, silttaşı ardalanmasından oluşan kesimlerinin genel görünümü (Güneyden kuzeye bakış).	16
Şekil 5. Karacaören formasyonunu oluşturan gri renkli marnların a) genel görünümü, b) marnlar içerisinde yer alan brachiopoda kavkı parçaları (Sivas il merkezi).	17
Şekil 6. Alt Miysen yaşlı Akören formasyonu çakıllı kumtaşlarında gelişen a) Çapraz tabakalanma örnekleri ve b) Kanal dolgusu çakıltaşlarının görünümü (Kale tepe kuzeyi).	19
Şekil 7. Karatepe Volkanitinin a) Genel görünümü b) Vesiküler (boşluklu) dokusunun görünümü.	21
Şekil 8. İncesu formasyonu Derindere çakıltaşı üyesi çakıltaşlarının a) alüvyon yelpazesi ortamında depolanmış kesimlerinin genel görünümü b) akarsu ortamını yansıtan tabla şekilli çapraz tabakalanma örnekleri.	23
Şekil 9. Sivas il merkezi kuzeyinde yer alan Paşabahçe kuzeyinde İncesu formasyonun genel görünümü (Tid: Derindere çakıltaşı üyesi, Tip: Porsuk kireçtaşı üyesi, Th: Hafik formasyonu)	24
Şekil 10. Sivas kuzeyinde yer alan Hayranlı köyü dolayında saptanan Hipparion sp. fosilleri (Güleç, 2007).	25
Şekil 11. Sivas ili Karşıyaka mahallesinde İncesu formasyonu Derindere çakıltaşı üyesi içerisinde yer alan Karatepe Volkanitine ait bloğun görünümü.	26
Şekil 12. Paşabahçe kuzeyinde Sivas Geri bindirmesini örten travertenlerin genel görünümü (Kuzeydoğudan güneybatıya bakış).	27
Şekil 13. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesinin önemli kenetlerini ve kıtasal bloklarını gösterir tektonik harita. Kenetler koyu çizgilerle gösterilmiş olup dalma yönü içi dolu üçgenlerle gösterilmiştir. İçi boş üçgenlerin olduğu koyu çizgiler aktif yitim zonlarını göstermektedir. Karadeniz'deki Geç Kretase okyanusal kabuğu gri tonla gösterilmiştir. Küçük içi boş üçgenler ana kıvrım-bindirme kuşaklarının bindirme yönlerini göstermektedir (Okay ve Tüysüz, 1999).	29
Şekil 14. Sivas Geri bindirmesinin taban bloğunda yer alan Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu içerisinde gelişen devrik senklinal (a) ve b) tavan blokta yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonu jipslerindeki imbrike fan sisteminin görünümü (Kızılırmak vadisi).	31

Şekil 15. Sivas il merkezinde yer alan Akkaya sırtı güney etekleri boyunca Kılavuz bindirmesinin taban bloğunda yer alan Karacaören formasyonuna ait tabakalarda dikleşmeler. (Güneyden kuzeye bakış).	32
Şekil 16. Sivas il merkezinin batısında yer alan Akkaya tepe civarından alınan enine jeolojik kesit. Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonunun (Tk) en üst kesimlerini oluşturan kumtaşı marn ardalanmasından oluşan kesim Kılavuz bindirmesinin taban bloğunda dikleşerek devrik bir senklinal oluşturmuştur. Fayın tavan bloğunda ise Hafik Oligosen yaşlı Formasyonu (Th) kalın katmanlı jipsleri yer almaktadır.	33
Şekil 17. İnceleme alanının batısında yer alan Karşıyaka mahallesi güneyinde Yenice bindirmesi ve tavan bloğunda gelişen yokuş antiklinalinin görünümü (Batıdan doğuya bakış). Tk: Karayün formasyonu, Ta: Akören Formasyonu, YB: Yenice bindirmesi.	35
Şekil 18. Mescitli köyü kuzeyinde Mescitli bindirmesinin genel görünümü (Güneybatıdan kuzeydoğuya bakış) Ta: Akören formasyonu, Tk: Karayün formasyonu, MB: Mescitli bindirmesi.	36
Şekil 19. İnceleme alanında gözlenen Sivas geri bindirme sisteminin geometrisini gösterir jeolojik enine kesitler (Kesitlerin konumları için Ek 1'e bakınız).	37
Şekil 20. Tecer ırmağı vadisinde Çerçidersi bindirmesinin genel görünümü (Güneydoğudan kuzeybatıya bakış). Th: Hafik formasyonu, Tk: Karayün formasyonu, ÇB: Çerçidersi bindirmesi).	38
Şekil 21. İnceleme alanının değişik kesimlerinde gözlenen kinematik verilere örnekler. A. Çerçidersi vadisinde Karayün formasyonu jipslerinde kıvrımlanma ve fayların ilişkisi, b. Aynı lokasyonda küçük ölçekli asimetrik sürüme kıvrımları, c. Çerçidersi tavan bindirmesi tavan bloğundaki jipslerde gelişen breşik zonlar, d. Tecer ırmağı vadisinde Karayün formasyonu kumtaşlarında gözlenen fay düzlemleri.	39
Şekil 22. Çerçidersi vadisinde yüzeyleyen Oligosen yaşlı Karayün formasyonu jips seviyelerinde ölçülen kinematik verilerin değerlendirilmesi (Wulff ağı, alt yarımküre izdüşümü). Hareket düzlemi kayma çizgilerini içeren düzlem olarak tanımlanmıştır.	40
Şekil 23. İnceleme alanında yüzeyleyen Oligosen yaşlı Hafik formasyonu içerisinde gözlenen yapraklanma (S) ve makaslama (C) düzlemlerinin ilişkisinden yararlanılarak makaslama yönü (oklar) saptanmıştır.	41
Şekil 24. İnceleme alanının doğusunda yer alan Akkaya tepe güneyinde Kılavuz bindirmesinin taban bloğunda yüzeyleyen Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu kumtaşlarından ölçülen fayların (FaultKinWin 1.2.2) programı ile kinematik analizi. (1 en küçük, 2 ortaç, 3 en büyük asal gerilme eksenlerine karşılık gelmektedir).	42
Şekil 25. İnceleme alanının batı kesiminde Sivas-Ankara karayolu üzerinde Sivas geri bindirmesinin taban bloğunda Üst Miyosen yaşlı İncesu Formasyonu içerisinde ölçülen fayların (FaultKinWin 1.2.2) programı ile kinematik analizi (1 en küçük, 3 en büyük, 2 ortaç asal gerilme eksenlerine karşılık gelmektedir).	43
Şekil 26. Ön ve arka kenarlarla sınırlanmış bir orojenik kuşağın kum kutusu deneysel modeli. Şekilde arka-kink alanı göreceli kamanın ön yüzüne karşılık gelmektedir. Arka ve ön kinkler modelin tabanına paralel	

olacak şekilde P noktasından itibaren gelişmeye ve ilerlemeye başlar. Şekildeki ok sert kamanın ilerleme yönünü gösterir. “a” açısı modelin tabanı ile ön-kink arasındaki açıya, “b” açısı ise arka-kink arasındaki açıya karşılık gelmektedir (Persson ve Sokoutis, 2002).....	44
Şekil 27. Bir sert bindirme kamasının kum içerisinde ilerlemesi sırasında gelişen bindirme faylarının görünümü. Şekilde birbirine ters yönde bindirme kamasına göre iki farklı bindirme fay sisteminin oluştuğu görülmektedir. Bunlardan bindirme kamasının hemen önünde gelişen bindirme, Sivas geri bindirme sistemi ile benzerlik sunmaktadır (Ziwegel, 1998).....	45
Şekil 28. Geri bindirme sistemleri içerisinde gelişen piggy-back gelişim sekansı (Butler, 1987)	46
Şekil 29. Sivas il merkezinin batısında açılan kum ocaklarında Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu Derindere çakıltası üyesi içerisinde yüzeyleyen normal faylanma örnekleri (Doğudan batıya bakış).	48
Şekil 30. Sivas-Ankara karayolu kuzeyinde Sivas Geri bindirmesi tavan bloğunda yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonu üzerindeki Üst Miyosen yaşlı Derindere çakıltası üyesinin eğim kazanmış olarak görünümü (Güneyden kuzeye bakış).....	49
Şekil 31. İnceleme alanının batısında Sivas havaalanı yolu üzerinde Çelebiler köyü güneyinden alınan jeolojik kesit. İncesu formasyonu içerisinde gelişen normal faylar Sivas geri bindirmesinin tavan bloğunda bir pasif normal faylanma olarak gelişmiştir.	50

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Sivas Merkez ve yakın kesimlerinin Jeoloji Haritası.

1. GİRİŞ

Çalışma alanı, kuzeyden İzmir- Ankara- Erzincan kenet kuşağı, güney ve doğudan Doğu Toroslar ve batıdan Kırşehir bloğu ile sınırlanmış, kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan Sivas Tersiyer havzasının Sivas il merkezi yakın kesimlerini içermektedir (Şekil 1, 13). Sivas havzası, batısında yer alan Kırşehir Masifi ve güneyinde yer alan Toros kuşağı arasında Geç Kretase-Miyosen zaman aralığında depolanmış kalın bir çökel istifini kapsamaktadır. Bu yüksek lisans tez çalışmasında, havzanın kuzey kenarına karşılık gelen kesiminde yüzeyleyen havza istifinin Orta Miyosen ve sonrasındaki tektonik deformasyon biçimi, kinematığı ve tektonostratigrafisi incelenmiştir. Bu dönemde oluşan önemli tektonik yapılardan Sivas Geri Bindirmesi ve geri bindirme sisteminin yapısal özellikleri, kinematığı, Kırşehir Bloğu ile ilişkili modelsel gelişimi tartışılarak ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

1.1. İnceleme Alanının Konumu

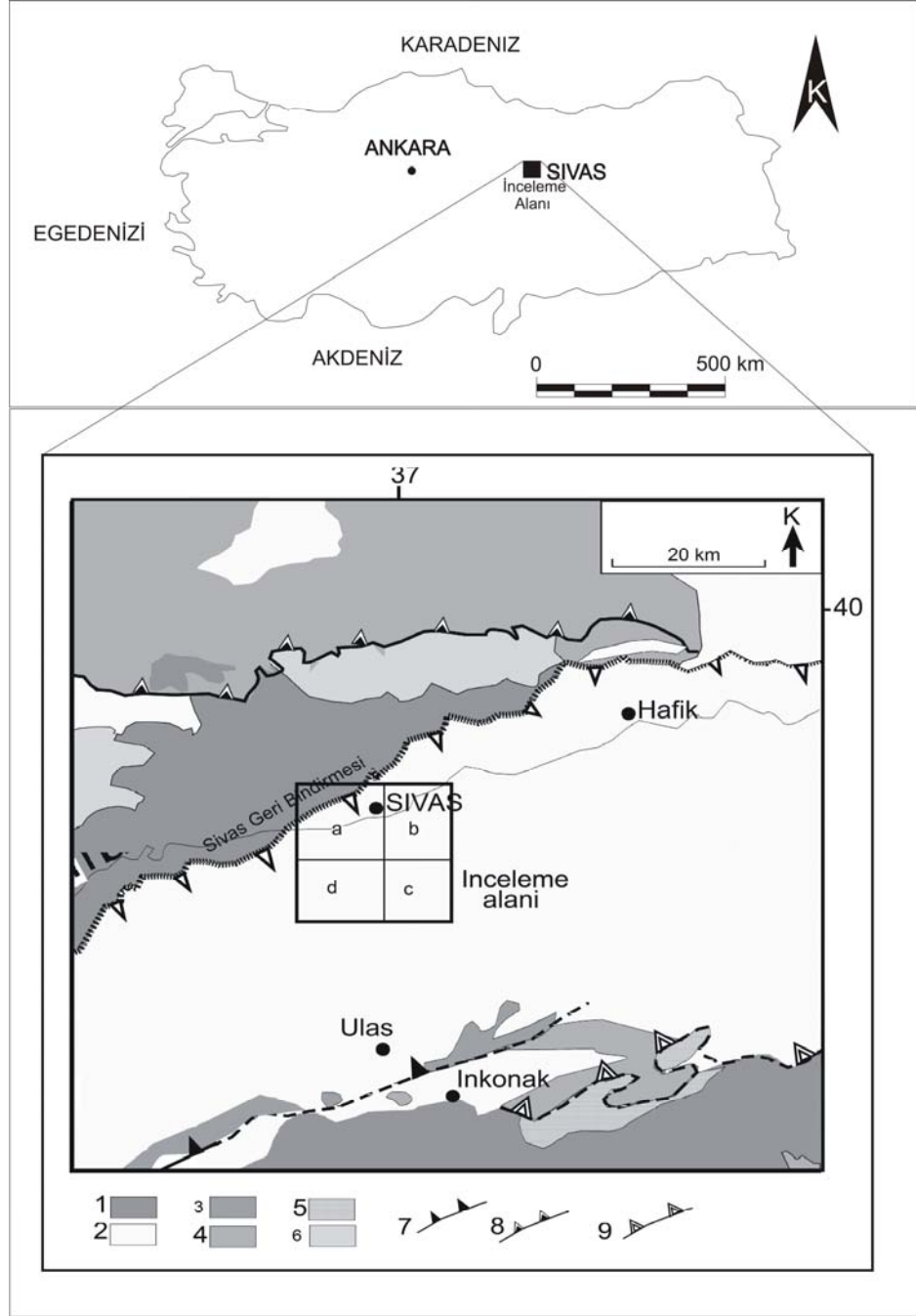
İnceleme alanı, Sivas il merkezi yakın kesimlerinde yer alan, kuzeybatıda Meraküm sırtı, güneybatıda Himmetfakılı köyü, güneydoğuda Yassıcabel köyü ve kuzeydoğu da ise Çayboyu mahallesi arasındaki kesimleri kapsamaktadır. Çalışma alanında Mescitli, İmaret, Yenice, Çerçideresi, Akören, Serpincik ve Çelebiler köyleri bulunmaktadır (Şekil 1, Ek 1).

1.2. İnceleme Alanının Yeryüzü Biçimi

İnceleme alanının güney kesimleri engebeli bir topografyaya sahip olup, yükseklik farklılıkları oldukça fazladır. Bölgenin orta kesimleri yaklaşık doğu-batı uzanımlı Kızılırmak yatağı nedeniyle düz bir topografyaya sahiptir. İnceleme alanının kuzey kesimlerinde ise güney kesimine oranla yüksekliği çok fazla olmayan tepeler yer almaktadır.

Bölgede yükseltiler yaklaşık 1400 m ila 1800 m arasında değişmekte olup, bölgenin belli başlı yükseltilerini; Ziyaret Tepe (1736 m), Kor Tepe (1598 m), Kabak Tepe (1685 m), Yüceli Tepe (1647 m), Karadinek Tepe (1691 m), Beşiroğlu Tepe (1620 m), Topuzubüyük Tepe (1538 m), Merakom Tepe (1652 m), Melek Tepe (1548 m), Kara Tepe (1606 m), oluşturmaktadır.

İnceleme alanındaki drenaj ağını oluşturan başlıca dereler; Kızılırmak, Fadlım Irmağı, Tecer Irmağı, Çerçi Deresi'dir. Ayrıca bölgede yapay olarak şekillendirilmiş Serpincik Göleti de bulunmaktadır.



Şekil 1. İnceleme alanının Sivas havzası içerisindeki konumunu gösterir yer buldur haritası. 1. Üst Miyosen karasal çökelleri, 2. Eosen-Alt Miyosen çökelleri, 3. Üst Kretase-Paleosen karbonatları, 4. Üst Kretase ofiyolitik melanjı, 5. Jura-Kretase Toros kuşağı karbonatları, 6. Kırşehir Masifi, 7. Deliler Bindirmesi, 8. Kuzey Anadolu Bindirmesi, 9. Geç Kretase Bindirmesi. Çalışılan 1/25.000 ölçekli paftalar, a. İ37-b3, b. İ38-a4, c. İ38-d1, d. İ37-c2.

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, Sivas havzasının kuzey kenarının tektonostratigrafisi, tektonik deformasyon biçimi ve kinematığının ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Sivas havzası kıvrım-bindirme kuşağı içerisinde yer alan Sivas geri bindirme sisteminin Sivas'ın batısındaki kesiminin ayrıntılı geometrisi, kinematığı, yaşı ve gelişim sekansı ortaya konmuştur. Sivas Geri Bindirme Fayı ve bununla ilişkili olan dört farklı bindirme örtüsü ilk kez tanımlanarak, bu bindirme örtülerindeki kaya birimleri üzerinde çalışmalar yapılmış, her bir bindirme örtüsü için taban ve tavan blokta yer alan birimler karşılaştırılmış ve diğer tektonik veriler ile bölgenin tektonostratigrafisi ortaya çıkarılmıştır.

1.4. Materyal/ Metod

Bu çalışmada, Sivas batısında yer alan bindirme sisteminin jeolojik haritalaması, enine jeolojik kesitlerinin çıkarılması, kinematik analiz amaçlı yapısal ve fay-atım verilerinin ölçülmesi ve bilgisayar destekli analiz yöntemleriyle değerlendirilmesi yapılmıştır. Elde edilen veriler daha önce yapılan deneysel çalışmalarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışma dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

- 1- Saha öncesi büro (Arazi öncesi literatür derleme) çalışması
- 2- Saha çalışması
- 3- Saha sonrası laboratuvar çalışması (petrografik amaçlı çalışmalar)
- 4- Tez (elde edilen verilerin derlenmesi ve yazım) çalışmaları.

Yapılacak çalışma kapsamında ilk olarak, bölge ile ilgili ön araştırma yapılmış ve daha önce bölgede yapılan çalışmalar derlenmiştir.

Saha çalışmaları kapsamında, bölgenin ayrıntılı 1/ 25.000 ölçekli (dört paftadan oluşan; İ37-b3, İ37-c2, İ38-a4, İ38-d1) jeolojik haritası çıkartılmış, ayrıntılı jeolojik enine kesitler yapılmış, kinematik anlamda ölçümler yapılmış, çeşitli lokasyonlardan fotoğraflar çekilmiş ve bölgeden petrografik ve sedimentolojik amaçlı analizler için kayaç örnekleri alınmıştır.

Saha dönüşü yapılan laboratuvar çalışmalarında, araziden alınan kayaç örneklerinin ince kesitleri hazırlanarak laboratuvar işlemleri sonucu kaya birimleri tanımlanmıştır. Tüm bu veriler doğrultusunda, jeolojik harita, stratigrafik dikme kesitler ve enine jeolojik kesitler çizilmiş, bilgisayar destekli diyagramlar hazırlanmış ve tezin yazımı gerçekleştirilmiştir.

1.5. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanında ve yakın yöresinde, bölgenin stratigrafik, sedimantolojik ve tektonik özellikleri ve petrol olanaklarını ortaya koymak amacı ile çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bölgenin stratigrafik ve tektonik özelliklerini ortaya çıkarmayı amaçlayan çalışmalarda; Stchepinsky (1939), Sivas Havzasında Paleosen'e ait birimlerin bulunmadığını, Üst Kretase'deki denizel koşulların Eosen'de de sürdüğü ve denizin Oligosen'de çekilerek bölgenin karasallaştığını belirtmiştir. Egeran (1945) tarafından Kırşehir Masifinin tektonik konumunu üzerine yapılan ilk çalışmasında, Orta bölge olarak adlandırılan Orta Anadolu'nun, Alp orojenez sahasını ikiye ayıran bir alan olduğu ve Alpler arasına girmiş basit bir "ara masif" olmadığı belirtilmiştir. Egeran ve Lahn (1951), çalışmalarında, Kırşehir Masifini Kuzey Anadolu ve Güney Anadolu kıvrımları arasında bir ara zon olarak yorumlamışlardır.

Bölgedeki önemli stratigrafik çalışmalardan birisi Okay (1952) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada; Tersiyer'in Eosen ile başladığı, Tersiyer yaşlı birimlerin Üst Kretase kireçtaşları ile "Eski Kalkerler" adını verdiği Mesozoyik yaşlı tabakaların üzerine uyumsuz olarak geldiği ve Eosen-Oligosen arasında bir aşınma döneminin olduğu ileri sürülmüştür.

Sivas havzasının orta kesiminin ilk ayrıntılı stratigrafisi Kurtman (1961; 1973) ve Kurtman ve Akkuş (1971) tarafından ortaya konulmuştur. Bu çalışmalarda Sivas havzasında önemli yayılıma sahip olan jipsli çökellerin yaşlarına da yaklaşımda bulunulmuştur. Kurtman (1961) tarafından Sivas yakınlarındaki Çorağın Bayırı'ndaki çalışmasında; yöredeki jipslerin ilişkili olduğu kalker ve marn tabakalarındaki fosillere dayanarak, bu bölgedeki jipslerin Oligosen yaşında olmadığı ve jipslerin Miyosen yaşında lagünel teşekküller olduğu belirtilmiştir. Kurtman ve Akkuş (1971), Sivas Baseni üzerine yaptığı çalışmalarında, basenin; kuzeyde Kızılırmak masifi ve onun doğuda yüzeyleyen uzantısı durumunda olan Kızıldağ metamorfiklerinin meydana getirdiği yükselim ile güneyde Akdağ metamorfikleri ve Divriği masifinin meydana getirdiği yükselim arasında kalan, yaklaşık 250 km uzunluğunda ve 50 km genişliğinde, doğu-batı istikametinde uzanan dar bir depresyon şeklinde geliştiği belirtilmiştir. Kuzeyde basenin büyük bir kısmının bir fay tarafından sınırlandırıldığı, güneyde ise, basen boyunca ve güneyden kuzeye doğru büyük bir şariyajın gelişmiş olduğu saptanmış ve basenin yaklaşık 7000 m kalınlığa varan bir Tersiyer sedimantasyonu olduğu ileri sürülmüştür.

Kurtman (1973), yaptığı çalışma sonucunda yörenin istifinin, yaşlıdan gence doğru; metamorfikler, üzerinde Üst Kretase yaşlı kireçtaşları, üzerinde uyumlu olarak Paleosen yaşlı Gürlevik (Tecer) kireçtaşları yer almakta ve uyumsuz olarak yer alan Eosen volkanik ara katkıları içeren eden filiş olduğu belirtilmiştir. Bu birimler üzerinde uyumsuz olarak yer alan Oligosen; jipsli alacalı renkli kumtaşı ve siltaşlarından, Miyosen jipsli alacalı renkli kumtaşları ile kalker ve marn tabakalarından, Neojen ise kaba klastiklerle tatlı su kalker tabakalarından meydana geldiği belirlenmiştir. Hafik formasyonunun genellikle Kızılırmak vadisi ile Kuruçay dolaylarında yüzeylediği saptanmıştır. Beyaz renkli jips ve alacalı (kırmızı, yeşil, mavi, şarabi) renkli kiltası-kumtaşı araldanmasından oluşan birimde hâkim kaya biriminin jips olduğu belirtilmiştir. Araştırmacı, yaklaşık 700-750 m kalınlık saptadığı Hafik formasyonunun lagüner ortamda çökeldiğini ileri sürmüştür. Selimiye formasyonunu ilk olarak araştırmacı tarafından tanımlanmış ve Kemah formasyonuna tedricen geçişli olduğu belirtilmiştir.

Sungurlu ve Soytürk (1970), Sivas havzasını kapsayan çalışmalarında, daha yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelen Üst Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşlarını tanımlayarak, Tersiyer havzasının başlangıcının Üst Kretase' ye kadar indirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Çalışmalarında ayrıca, bol ofiyolit kırıntılı ve volkanik ara katkı Eosen'i Üst Kretase-Paleosen kireçtaşları üzerinde uyumlu olduğu, ancak Eosen'de hızlı bir aşınmanın varlığı nedeni ile Paleosen-Eosen ilişkisinin uyumsuz olarak kabul ettikleri belirtilmiştir. Oligosen'in jipslerle başladığı ve kırmızı kumtaşı-siltaşı-kiltası tekrarlanması ile devam ettiği kabul edilmiş olup, Eosen üzerinde ise uyumsuz olarak bulunduğu ileri sürülmüştür.

Erkan ve diğ. (1978), tarafından bölgedeki Tersiyer kayaları formasyon düzeyinde ilk kez tanımlanmıştır. Çalışmalarında Üst Paleosen-Lütesiyen'de volkanizmanın da eşlik ettiği bir derin denizden söz edilmiş, olistolit ve olistostromal taşıyan filiş çökellerinin biriktiği bu denizin Lütesiyen sonunda kapandığı belirtilmiştir.

Gökten (1978), Şarkışla (Sivas) İlçesinin güneydoğusunda yapmış olduğu "Yassıpınar (Şarkışla) olistostromu" başlıklı çalışmasında, bölgede yer alan ofiyolitlerin melanaj özellikli olduğu ve Alt Tersiyer filiş sedimantasyonu sırasında olistostrom biçiminde yerleştiği öne sürülmüştür. Olistostromun izlenebilir yanal devamlılığının 8.5 km olduğu, ortalama 300 m kalınlık gösterdiği belirtilmiştir. Çalışma sonucunda, melanaj içerisinde yer alan kireçtaşı olistolitlerinin Üst Kretase yaşında olması nedeniyle, melanajın da en az Üst Kretase'de depolandığı kanıtlanmıştır. Aynı zamanda birimin yerleşme yaşının da Orta-Üst Paleosen olduğu belirtilmiştir.

Özgül (1981) ve Aktimur (1986), Sivas-Erzincan arasındaki Tersiyer havzasının Üst Mestrihtiyen öncesi, Üst Lütésiyen öncesi, Tortoniyen öncesi, Üst Miyosen-Günümüz olmak üzere dört önemli yapısal evre geçirdiği belirtilmiştir. Bu yapısal evrelerle de önemli bindirme faylarının, sığ ve sonraları filiş çökmesine elverişli derin bir havzanın, karbonatlı birimlerin, gravite kaymalarının ve buna bağlı olarak da olistoliti taşıyan bir olistostromun, çeşitli kıvrımlanmaların, Kuzey Anadolu dönüşüm ile Doğu Anadolu dönüşüm faylarının geliştiği ortaya konulmuştur (Şengör, 1980; Şaroğlu ve diğerleri, 1987).

Özgül (1981), tarafından tanımlanan ve konglomera, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve kireçtaşlarından oluşan Kemah formasyonu; Kurtman (1973), tarafından Karacaören formasyonu olarak tanımlanmış ve Selimiye formasyonu üzerine uyumsuz olarak geldiği belirtilmiştir.

Gökten (1983), Şarkışla (Sivas) ilçesinin güney-güneydoğusunda yapmış olduğu çalışmada, bu alanda Üst Kretase, Paleosen, Eosen, Oligosen ve Pliyosen devrelerine ait oluşukların yüzelediği ve havzanın, Paleosen sonunda gerçek anlamda bir okyanus kabuğu oluşmadan sıkışarak kapandığı öne sürülmüştür.

Gökten (1984), Şarkışla güneyinde yer alan çalışma alanındaki jeolojik olay ve yapıların iki tektonik dönemi temsil ettiğini ileri sürmüştür ve bu iki dönemi Eski Tektonik Dönem ve Yeni Tektonik Dönem olarak ayırmıştır. Eski Tektonik Dönemi, Geç Miyosen sonuna kadar sürmüş jeolojik olay ve yapılarla temsil ettiğini, bunları Paleosen, Eosen, ve Oligosen sonunda bölgeyi etkileyen basınç ve gerilmeleri ve bunlara bağlı olarak gelişmiş KD-GB gidişli kıvrımlar ve bindirmeler olduğunu ayrıca KB-GD gidişli verev atımlı fayların geliştiğini belirten araştırmacı, Yeni Tektonik Dönemi ise Pliyosen yaşlı karasal tortullar ve onların oluşumuyla yaşıt düşey hareketlerle temsil edildiğini ileri sürmüştür.

Gürsoy (1986), Örenlice-Eskiköy yöresinde yapmış olduğu çalışmada; Tecer kireçtaşları üzerine uyumlu olarak Paleosen yaşlı Gürlevik kireçtaşları, bunların üzerinde ise uyumsuz olarak Eosen yaşlı Bozbel formasyonunun bulunduğundan söz eden çalışmacı daha üstte yine uyumsuz olarak Oligosen ve Miyosen yaşlı serilerin geldiğini belirtmiştir.

Gökçe ve Ceyhan (1988), Sivas güneyindeki Miyosen yaşlı birimler kayaç türleri ve çökeltme ortamının sedimentolojik evrimi göz önünde bulundurularak Hacıali ve Karayün formasyonları şeklinde iki formasyona ayırmışlardır. Hacıali formasyonunu Boynuzönü, Göbeklitarla, Aktaş ve Purtepe üyelerine, Karayün formasyonunu ise Şahbey, Fadlım ve Bingöl üyelerine ayırmışlardır.

Aktimur ve diğ. (1988), Sivas Havzası'nın çeşitli kesimlerinde yapılan incelemelerde, Selimiye formasyonu ile dereceli geçişli olduğu ve Hafik formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtüldüğü gözlenen Kemah formasyonu Çakıltası, Kömür ve Yoğurtdağı üyelerine ayırılarak incelenmiştir. Selimiye formasyonunu, Yağbasan ve Zikri üyelerine ayrılarak incelemiş ve üstte Alt Miyosen yaşlı Kemah formasyonuna tedricî olarak geçen birimin yaşının, Üst Oligosen-Alt Miyosen olduğunu saptamıştır. Hafik formasyonuna ise Üst Miyosen (Tortoniyen) yaşı verilmiş ve birimin uyumsuz olarak Zöhrep formasyonu tarafından örtüldüğü belirtilmiştir.

İnan (1988), yaptığı çalışma sonucunda Tecer kireçtaşının, Tecer dağlarının kuzey yamaçları boyunca Oligosen ve Eosen yaşlı birimler üzerinde yer aldığı, dolayısıyla bu birimler üzerine devrik olduğu da göz önüne alınarak, Tecer kireçtaşlarındaki tekrarlanmaların, güneyden kuzeye devrik çok sayıda antiklinal ve senklinal yapılarının varlığı ile açıklanabileceğini belirtmiştir.

Yılmaz ve diğ. (1989), yaptıkları çalışmada bölgenin istifini şu şekilde açıklamışlardır; Paleosen – Eosen yaşlı volkano tortul ve yer yer bloklu tuf, Üst Eosen–Oligosen yaşlı şapka jipsleri, Oligosen – Alt Miyosen yaşlı akarsu ortamı ürünü alacalı, kırmızı kayaların geldiğini, bu birimin üzerine de Miyosen yaşlı gösel karbonatların uyumlu olarak geldiğini ileri sürmüştür.

Cater ve diğerleri (1991), Sivas havzasının Erken Tersiyer'de Neotetis'in kuzey kolunun kapanması sırasında oluşan çeşitli havzalardan biri olduğunu öne sürmektedir.

Yılmaz ve Sungurlu (1991), Türkiye'deki sedimanter havzalar üzerine yaptıkları çalışmaya göre, Sivas havzasını, Neotetis'e ait ofiyolit kayaçların temel olduğu bir iç havza olarak nitelendirmişlerdir. Araştırmacılara göre, havzanın dolgusu Üst Kretase/Paleosen şeyleri kaynak kayalardan türemiş olup, Eosen'den Miyosen'e kadar olan birimlerin türbiditik kırıntılılardan oluşması karakteristiktir.

Gürsoy ve diğerleri (1992), Sivas yöresindeki Geç Tersiyer-Kuvaterner yaşlı çökellerde gözlenen normal faylanmalara ait verilerin kinematik analizleri sonucunda KKB-GGD yönlü bir tansiyonel gerilmenin varlığını saptamışlardır. Bu bulguların, bu güne kadar bilinen İç Anadolu Bölgesindeki kompresyonel rejimle uyummadığını belirtmişlerdir.

Gökten (1993), Sivas havzası güney kenarının jeolojisi ve İç Toros Okyanus kapanımıyla ilgili tektonik gelişimi incelemiş olup, Miyosen sonu yoğun tektonik etkinliklere sahne olan çalışma bölgesi, İç Toros Okyanusunun Erken Miyosen sonunda kapanmış olabileceğini simgeleyen kanıtlar içermekte olduğunu öne sürmüştür. Ayrıca

yöredeki neotektonik dönemin Pliyosen, Pliyo-Kuvaterner ve Kuvaterner yaşlı oluşuklarla temsil edildiği öne sürülmüştür. Araştırmacı, bölgedeki ilk ofiyolitli melanj yerleşiminin imbrike naplar halinde, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı platform kireçtaşları üzerine Geç Kretase’de ilerlediğini belirtmiştir.

İnan (1993), Sivas Havzası’nın güney kesiminde yapmış olduğu çalışmada, bölgenin Mesozoyik ve Senozoyik stratigrafisi ile yapısal özelliklerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Bölgenin temelini Torid karbonat platformunun doğu ucunda çökelmiş olan Üst Jura-Alt Kretase yaşlı sığ denizel kireçtaşları oluştuğu ve bu otokton birimin Divriği Ofiyolitli Karışığı tarafından tektonik olarak üzerlendiği belirtilmiştir. İç Torid Okyanusu’nun kapanımını işaret eden bu karışıkların Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı sığ denizel resifal kireçtaşları ile açısal uyumsuzlukla örtüldüğü ortaya konulmuştur. Yukarıdaki istifler ise Lütesiyen yaşlı türbiditik ve yer yer biyoklastik kireçtaşları ile temsil edilen Bozbel Formasyonu tarafından transgresif olarak örtüldüğü belirtilmiştir. Lütesiyen’den sonra bölgedeki tüm kaya birimleri güneyden kuzeye ve kuzeydoğuya doğru itilmiş oldukları ve Oligosen sırasında da aktivitesini sürdüren bindirme sistemlerine bağlı olarak, oluşan dağ arası havzalarda karasal detritiklerle jipslerin çökelmiş olduğu saptanmıştır. Alt-Orta Miyosen döneminde yukarıdaki istifler üzerine sığ denizel karakterde detritik ve karbonatlardan oluşan Karacaören Formasyonunun depolandığı belirtilmiştir. Birimin üst seviyelere doğru karasal kırıntılılar ve karbonatlarla temsil edilen Deliktaş Formasyonu’na geçtiği gözlemlenmiştir. Araştırmacılara göre, Sivas Havzası güney kesiminin ana tektonik yapılarını, D-B doğrultulu bindirme ve yüksek açılı ters faylar, KD-GB doğrultulu sol yanal ve KKB-GGD doğrultulu sağ yanal atımlı faylar ile D-B ve KD-GB eksen gidişli kıvrımlar oluşturmaktadır. Bu yapıların ise K-G yönlü bir sıkışma rejimi sonucu oluşabileceği belirtilmiştir.

İnan ve diğ. (1993), Ulaş-Sincan (Sivas) yöresindeki kaya birimlerinin stratigrafik özelliklerini ortaya çıkarmayı amaçladığı çalışmada; inceleme alanının temelini Üst Jura-Alt Kretase yaşlı sığ denizel ortamda çökelmiş Çataldağ kireçtaşlarının oluşturduğunu ve birimin Üst Kretase yaşlı serpantinit, gabro, diyabaz, radyolarit ve kireçtaşı blokları içeren Divriği Ofiyolitli Karışığı tarafından tektonik olarak üzerlendiğini ileri sürmüştür. Maestrihtiyen-Tanesiyen yaşlı resifal ortamda çökelmiş kireçtaşları ile temsil edilen Tecer formasyonunun, ofiyolitli karışığı uyumsuzlukla örtüldüğü belirtilmiştir. Bu iki birimin, Tersiyer yaşlı çeşitli birimler tarafından açılı uyumsuzlukla örtüldüğünü ileri sürmüştür. Araştırmacılar, Tersiyer birimlerinin sırasıyla, Lütesiyen yaşlı Bozbel formasyonu, Oligosen yaşlı karasal ortamda çökelmiş Selimiye

formasyonu ve Miyosen yaşlı birbirleriyle yanal ve dikey geçişli Karacaören, Hafik ve Deliktaş formasyonlarından oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Bölgenin sıkışma rejiminin denetiminde Üst Miyosen-Pliyosen arasında yükselmiş olduğu ve bu dönemde kalkalkalen nitelikli bir volkanizmanın geliştiğini belirtilmiştir. Pliyosen'den itibaren ise bölgenin karasal ortam özelliğini korumuş olduğu ve akarsu ortamı ürünü olan Pliyosen yaşlı Örenlice formasyonu diğer birimleri açılı uyumsuzlukla örttüğü ortaya konulmuştur. Monzonit, diyorit ve siyenitlerle temsil edilen Dumluca batolitinin Üst Kretase ve Paleosen yaşlı birimleri kestiği ve Eosen yaşlı kayalar tarafından uyumsuzluk ile örtüldüğü belirtilmiştir.

Yılmaz (1994), Sivas havzasının Jura – Kretase yaşlı platform türü karbonatlar, kıtasal metamorfitle, ofiyolitli karışık ve ikincil konumuna erişmiş ofiyolitlerden oluşan bir temel üzerinde gelişmeye başladığını belirtmiştir. Sivas havzasının, yaklaşık KD – GB uzanımlı ve doğrultu atımın egemen olduğunu, verev atımlı faylar boyunca birkaç alt havzaya ayrıldığını belirtmiştir. Araştırmacı, her havzanın kendine özgü bir stratigrafik dizilimi olduğunu genelde karasal ve sığ denizel fasiyeslerin birbirini izlediğini vurgulamıştır. Havzanın kuzeyinde ve güneyinde Eosen sonunda oluşan mega bloklu düzeylerin, bu evrede sığ denizel bir ortamda gelişen ikincil naplara bağlı olarak geliştiğini ve havza dolgusu fasiyeslerinin, yanal ve dikey yönde sıkça değiştiğini, ayrıca yerel yada bölgesel uyumsuzlukların yaygın olduğunu, volkanizmanın sığ denizel ya da karasal ortamlarda oluştuğunu belirtmiştir. Yılmaz (1994), bu özellikler çerçevesinde Sivas havzasının Neotetis'in kuzey kolunun Maestrihtiyen öncesinde kapanmasını izleyen çarpışmadan sonra gelişmiş bir çanağı temsil ettiğini öne sürmüştür.

Guezou ve diğ., (1996), Sivas havzasının, Torid ve Pontid kuşaklarının arasında yer alan önemli bir kabuksal yapı üzerinde bulunduğu, Kırşehir kıtasal kabuğu, ofiyolitik ve pelajik sedimanlardan oluşan bir bindirme örtüsünden oluştuğu belirtilmiştir. Sivas havzasının, Kırşehir temelinden, Orta Miyosen yaşlı kumtaşları ve konglomeraları ile Pliyosen yaşlı kireçtaşlarının oluşturduğu yeni yapısal bir birim olan Kızılırmak havzası ile ayrıldığı öne sürülmüştür. Araştırmacılar tarafından, Sivas havzasının bir piggy-back havza olarak geliştiği ortaya konulmuştur.

Poisson ve diğ., (1996), Sivas havzasının Orta Anadolu havzalarından biri olduğu ve ofiyolitik napların havzanın temelini teşkil ettiği belirtilmiştir. Havzanın Paleosenden Orta Eosene kadar bir ön ülke (foreland) gibi geliştiği, Oligosen ve erken Miyosende havzanın bazı bölümlerinde bir transgresyonun meydana geldiği ortaya konulmuştur. Havzada Arabistan ve Avrasya plakalarının birbirine doğru hareketi nedeni

ile KKB yönlü bir bölgesel sıkışmanın etkin olduğu ve havzanın bir okyanusal temel olmaksızın Torid platformu içinde kıta içi havza olarak gelişmiş olabileceği ileri sürülmüştür.

Poisson ve diğ., (1997), tarafından Sivas'ın Merkezi ve güneyinde yüzeyleyen oligo-miyosen yaşlı denizel çökellere ait yeni stratigrafik veriler ortaya konulmuştur. Sivas bölgesindeki jipslerin Oligosen yaşlı olduğu saptanmıştır. Jipsleri üzerleyen denizel çökellerin yaşı Şatien- Alt Miyosen olarak belirlenmiştir.

Gürsoy ve diğ., (1997), araştırmacıların Sivas havzasında yaptıkları paleomanyetizma çalışmalarında; Arap bloğunun Avrasya içine doğru hareketi ile Anadolu bloğunun yan tarafa kaçışları ile oluşan deformasyonun, Orta Miyosenden beri süregelen çarpışma sonrası geliştiği, bölgede bindirme ve doğrultu atımlı faylanma ile açıklanan KB-GD ve/veya K-G yönlü sıkıştırmaların egemen olduğu belirtilmiştir. Saatin tersi yönündeki bölgesel rotasyon, bindirmelerle sınırlı blokların havzanın tamamında gözlemlendiği ortaya konulmuştur. Bu bölgesel rotasyonun miktarını gösteren 10° / milyon yıllık bir ortalama ile Kuvaterner dönemi sırasında Neotektonik periyodun en son fazında olmuştur. Geç Miyosen ve Pliyosen dönemlerindeki kabuksu kalınlaşma ile başlangıçta birikmiş olan çarpışmayı izleyen sıkıştırma ile ilgili olduğu belirtilerek, hemen sonrasında gelişen saatin tersi yönündeki rotasyon, K-G sıkıştırmanın sonucunda kabuksal kısılmayı sağlayan KD-GB sol yanallı ana faylar boyunca Orta Anadolu Bindirme kuşağının güneyindeki blokların yana doğru kaçışı ile sonuçlandığı vurgulanmıştır. Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay zonları arasında Sivas havzası içerisindeki 4 tektonik bloğun farklı rotasyon değerlerinin Prandtl hücresi ile açıklanabileceği, San Andreas (ABD) ve Garlock (İskoçya) fayları arasındaki bölgede paleomanyetik çalışmalardan elde edilen sonuçlarla Türkiye'de Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay zonları arasındaki Anadolu bloğu karşılaştırılmış ve blok rotasyon gelişiminin birbirleriyle uyumluluk sunduğu belirtilmiştir.

Özçelik ve Yalçın (1998), Gemerek-Şarkışla (Sivas) arasında yüzeyleyen Oligosen yaşlı Selimiye Formasyonu ile ilgili çalışmalarında ve formasyonun jips, çakıltası, kumtaşı, marn ve kireçtaşlarından oluştuğu belirtilmiştir. Formasyonun egemen bileşimi olan kumtaşları üzerinde hafif, ağır ve kil minareli analizleri yapılarak provenans özellikleri incelenmiş ve bunun sonucunda, kumtaşlarında smektit, illit, klorit, serpantin, paligorskit ve tabakalı smektit-klorit türü kil minarelleriyle klorit, piroksen, biyotit, muskovit, amfibol ve demir oksitçe zengin opak ağır mineralleri belirlenmiştir.

Atalay (1999), Sivas İ37-c1 ve İ38-c2 paftalarını içine alan bir alanda çalışılmış, bölgede Oligosen yaşlı Küçüktuzhisar fm, Akören fm, Alt-Orta Miyosen yaşlı Saritepe jipsleri ve Üst Miyosen yaşlı İncesu fm- Derindere üyesinin yüzlekler verdiği belirtilmiştir. Araştırmacı tarafından, çalışma alanında yüzeyleyen birimlerden biri olan İncesu fm- Derindere üyesinin sedimantolojik incelemesi yapılarak, bunun sonucunda üyede dört tane alt litofasiyes ayırtlanmış ve tanımlanmıştır.

Sağiroğlu (2004), Ulaş İlçesi batısında; Deliler (Mudarasın) Fayının kuzeydoğu kesimi incelenmiş, bu bölgede fayın tek bir bindirme fayından oluşmadığı, bir fay zonu şeklinde 4 ayrı bindirme fayından oluştuğunu belirtilmiştir. Araştırmacı tarafından; fayın KD kesimindeki tavan bloğunda yer alan kayaçların tektonostratigrafisi ortaya konulmuş ve Deliler Fayının tektonik deformasyon biçimi incelenmiştir. Ayrıca bölgede anahtar seviye olarak tanımlanan Ziyarettepe Kireçtaşı Üyesi aracılığı ile “dengelemiş enine kesit” yöntemi kullanılarak minimum kısalma miktarının % 14,7 olduğu ileri sürülmüştür. Aynı yöntem “detachment fault” Ayrılma Fayı derinliğinin tespitinde de kullanılarak, Ayrılma Fayı derinliğinin 2400 m olduğu ortaya konulmuştur.

2. İNCELEME ALANININ TEKTONOSTRATİGRAFİSİ

Sivas havzasının kuzey kesiminde yer alan inceleme alanının stratigrafisinin bölgede yoğun olarak gelişen bindirme tektoniği nedeniyle tek bir stratigrafik dikme kesitte verilmesi mümkün değildir. Bu nedenle bindirme faylarıyla birbirinden ayrılan alanların stratigrafileri ayrı ayrı verilmiştir (Şekil 2). Bindirme fayları ile birbirinden ayrılan kaya dilimleri bindirme örtüsü (thrust sheet) olarak tanımlanmaktadır (Boyer ve Elliott, 1982). Bindirme örtülerinde yer alan kayastratigrafi birimlerinin özellikleri yaşlıdan gence doğru aşağıda verilmiştir (Şekil 2). İnceleme alanında gelişen geri bindirme sisteminin ön ülkesinde yer alan kaya birimleri tabanda Paleozoyik yaşlı mermer, kalkışist gibi düşük dereceli metamorfik kayalardan oluşan Kırşehir masifi kayaları ile temsil edilir (Şekil 2). Bu temel içerisinde Üst Kretase yaşlı Karaçayır siyeniti yer alır (Boztuğ ve diğ., 2009). Bu temel kayaları Orta Eosen yaşlı sığ denizel kırıntılı ve kireçtaşlarından oluşan Tokuş formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür. Ön ülke kayalarını Orta Miyosen yaşlı bazaltik sokulum kayaları kesmektedir (Tatar ve diğ., 2003). Bu temel üzerinde Sivas Geri bindirmesi tarafından deforme edilmiş Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu uyumsuzlukla yer alır. Bu formasyon tabanda akarsu çökellerinden oluşan Derindere çakıltası üyesi ve bu birimleri uyumlu olarak üzerleyen gölsel kireçtaşlarından oluşan Porsuk kireçtaşı üyesinden oluşmaktadır.

İnceleme alanındaki bindirme örtülerinin temel kayalarını Oligosen yaşlı Karayün Formasyonu ve Hafik Formasyonları oluşturmaktadır. Bu temel birimlerden Hafik Formasyonu, Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla örtülür. Temel birimlerden diğeri Oligosen yaşlı Karayün Formasyonu ise Alt Miyosen yaşlı Akören Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür. Bu formasyonlar, 15 milyon yıl yaşlı (Orta Miyosen) Karatepe Volkaniti tarafından kesilir. İnceleme alanının özellikle kuzey kesimlerinde yaygın olarak gözlenen İncesu Formasyonu, Karacaören ve Akören formasyonları üzerinde açılı uyumsuzlukla konumlanır. Üst Miyosen yaşlı birim inceleme alanında Derindere Çakıltaşı ve Porsuk Kireçtaşı üyelerinden oluşmaktadır (Yılmaz, 1980; Yılmaz ve diğ., 1989). Bu birim Kuvaterner yaşlı travertenler tarafından açılı uyumsuzlukla üzerlenmektedir. İnceleme alanının en genç birimleri ise alüvyonlardır.

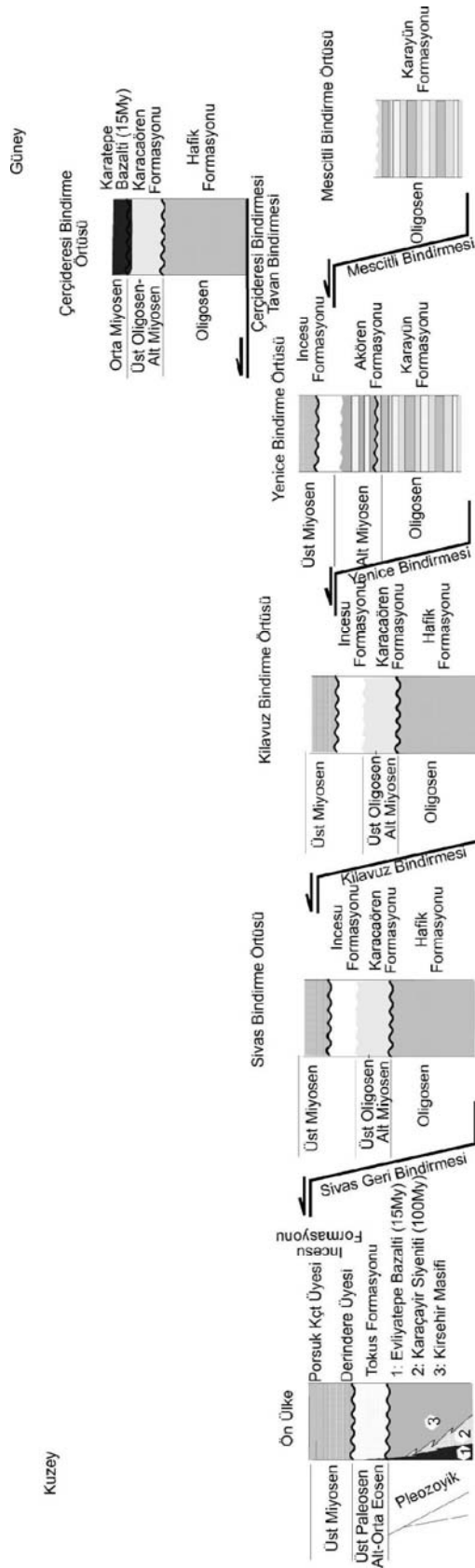
2.1. Hafik Formasyonu (Th)

Genel Tanım: İnceleme alanının birçok kesiminde yüzeyleyen ve masif jipslerden oluşan Hafik Formasyonu, ilk kez Kurtman (1973) tarafından tanımlanmıştır. Sivas havzası üzerinde geniş bir yayılıma sahip olan jipsler, Yılmaz ve diğ. (1989) tarafından Oligosen yaşlı Küçüktuzhisar Jipsleri ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Saritepe jipsleri olmak üzere iki farklı formasyon olarak tanımlanmıştır.

Yayılım ve Konum: Birim, çalışma alanının güney kesimlerinde yaygın olarak izlenmekte, kuzey kesimlerinde ise İncesu Formasyonu ile tektonik dokanaklı olup, Karacaören Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla örtülmektedir (Ek 1).

Kaya Türü: Birim beyaz, bej, gri renkli yer yer ince-orta-kalın tabakalı, çoğunlukla masif jipslerden oluşmaktadır. Formasyon içerisinde yer yer ince marn ve silttaşı seviyeleri izlenir. Birim bindirme faylarına yakın kesimlerinde yoğun deformasyon sonucu yapraklanma, breşik doku ve kıvrımlanma gösterir. Formasyon üzerinde çok sayıda karstik yapılar gözlenmektedir. Genellikle küçük ölçekli erime dolinleri en önemli karstik yüzey şekillerindedir (Şekil 3).

Kalınlık: İnceleme alanının temelini oluşturan birimin gerçek kalınlığı ölçülememiştir. Bununla beraber birimin görünür kalınlığı 250 metreden daha fazladır. Aktimur ve diğ. (1989) tarafından birimin kalınlığı yaklaşık 700–750 m olduğu belirtilmiştir.



Şekil 2. İnceleme alanında birbirinden bindirme fayları ile ayrılan bindirme örtülerinin ve otokton konumlu ön ülkenin stratigrafik dikme kesitleri.



Şekil 3. Oligosen yaşlı Hafik formasyonu jipslerinin genel görünümü. Formasyona ait kalın jipsler üzerinde gelişen karstik yapılar oldukça yaygındır (Cehennem Çukuru).

Ortamsal Yorum ve Yaş: Sivas Tersiyer Havzasında geniş bir yayılıma sahip Hafik Formasyonu buharlaşma ve buna bağlı olarak evaporitleşmenin yüksek oranda gerçekleştiği, sık bir ortamda istiflenmiştir. İlk kez Kurtman (1973) tarafından tanımlanan birime çalışmacı tarafından Miyosen yaşı verilmişse de birim içerisinde fosile rastlanmadığından ve yaşı kesin olarak Poisson ve diğ. (1997) tarafından Şatıyen-Alt Miyosen olarak belirlenen Karacaören Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla üzerlenmesinden dolayı, birimin Oligosen yaşlı olduğu kabul edilmiştir.

2.2. Karayün Formasyonu (Tky)

Genel Tanım: İnceleme alanın güney kesimlerinde yüzeyleyen kırmızı renkli silttaşı, ara katkılı kumtaşı ve konglomera araldanmasından oluşan birim, ilk kez Cater ve diğ., (1991) tarafından tanımlanmıştır. Sivas havzasında oldukça geniş yayılıma sahip

karasal çökeller Kurtman (1973) tarafından Selimiye formasyonu olarak tanımlanmış olup, Karayün formasyonunun eşdeğeri olarak kabul edilmektedir. Çiner ve diğ., (2002) tarafından tanımlanan Selimiye formasyonu ve Ağılıkaya formasyonun en alt kesimlerine karşılık gelmektedir. Yılmaz ve diğ., (1989) tarafından tanımlanan Alt-Orta Miyosen yaşlı Tatlıcak, Hocabey formasyonlarına kısmen karşılık gelmektedir.

Yayılım ve Konum: İnceleme alanının temelini teşkil eden ve güney bölümünde konumlanmış olan formasyon, Alt Miyosen yaşlı Akören Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Bu bölgede Oligosen yaşlı Hafik formasyonu jipsleri tarafından tektonik dokanakla üzerlenmektedir (Ek 1).

Kaya Türü: Birim, kahverengi-kırmızı renkli, karasal ortamda çökelmiş, ince-orta tabakalı, silttaşı, çamurtaşı arakatlı, kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve çakıltası ardalanmasından oluşmaktadır. Ayrıca formasyonun alt kesimlerinde yer yer gri-beyaz renkli, kalın katmalı jips seviyeleri de bulunmaktadır (Şekil 4). Kumtaşlarında kanal dolgularına özgü dereceli tabakalanma, çapraz katmanlanma ve çapraz laminalanma yaygındır. Çakıltası ve çakıllı kumtaşlarının tabaka kalınlığı yer yer 2 metreyi bulmakta ve mercek şekilli geometri sunmaktadırlar. Çakıllar ofiyolitik kökenin egemen olduğu radyolarit, bazik volkanik kayaç parçalarından oluşmaktadır. Kumtaşlarının taban kesimlerinde yük kalıpları olağandır.

Kalınlık: İnceleme alanında Sivas-Kayseri karayolu ve Tecer ırmağı vadisinde yaygın olarak yüzeyleyen birimin tavanı bindirme fayı ile sınırlanmasından dolayı gerçek kalınlığı tam olarak saptanamamıştır. Bununla birlikte birimin görünür kalınlığı 500 metreden daha fazladır. İnceleme alanının doğusunda Çubuk ve İnan (1998) tarafından yapılan çalışmalarda birimin kalınlığı yaklaşık 1350–2150 m olduğu belirtilmiştir.

Ortamsal Yorum ve Yaş: Birim, Kurtman (1973) tarafından Hafik Formasyonu içinde incelenmiş ve Alt-Orta Miyosen yaşlı olarak benimsenmiştir. Gökçe ve Ceyhan (1988) tarafından Miyosen yaşı verilmiştir. Poisson ve diğ. (1996) tarafından Karayün ve İşhan köyleri bölgesinde yaşı kesin olarak Alt Miyosen olarak saptanan Karacaören formasyonu tarafından uyumsuzlukla üzerlenmesinden dolayı Oligosen yaşlı olarak kabul edilmiştir. Bu çalışmada da Karayün formasyonu Oligosen yaşlı olarak kabul edilmiştir. Birim alt kesimlerinde jips seviyelerinin de bulunmasından dolayı evaporitleşmenin de olduğu sığ sabka ortamında üst kesimlerinde ise akarsu, taşkın düzlüğü ve yer yer göl ortamlarında çökelmiştir.



Şekil 4. Sivas güneyindeki Tecer ırmağı vadisinde yüzeyleyen Oligosen yaşlı Karayün formasyonunun kumtaşı, silttaşı ardalanmasından oluşan kesimlerinin genel görünümü (güneyden kuzeye bakış).

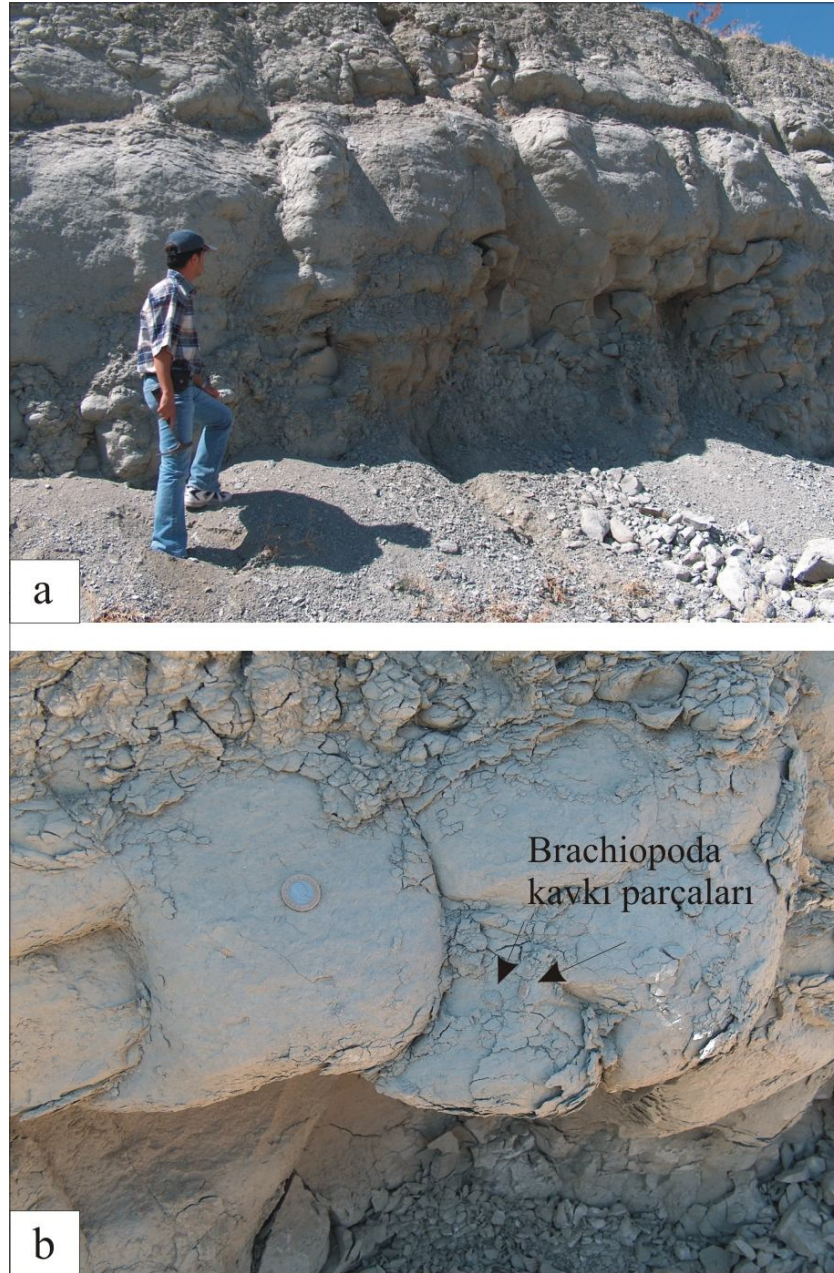
2.3. Karacaören Formasyonu (Tkö)

Genel Tanım: İlk kez Kurtman (1973) tarafından tanımlanmış olan birim, inceleme alanının genellikle kuzey kesimlerinde Sivas il merkezi çevresinde yüzeylemekte olup, Hafik Formasyonu üzerinde açılı uyumsuzlukla konumlanmıştır. Birim, Poisson (1996) tarafından üç seviyeye ayrılmıştır. Bunlar tabanda yer alan kumtaşı, çakıltaşı ardalanmasından oluşan seviye, fosilli resifal kireçtaşlarını içeren orta seviye ve marn kumtaşı ardalanmasından oluşan üst seviye izlemektedir.

Yayılm ve Konum: İnceleme alanının kuzey kesimlerinde Sivas il merkezi çevresinde yaygın olarak gözlenen birim, KD-GB uzanımlı bir hat boyunca izlenir. İnceleme alanının güneyinde Çerçideresi köyü doğusunda yaşı Orta Miyosen olan Karatepe Volkaniti tarafından örtülür.

Kaya Türü: Sivas il merkezi dolayında Hafik Formasyonu üzerinde açılı uyumsuzlukla konumlanmış olan birim, gri, açık yeşil renkli orta-kalın katmanlanmalı yer yer brachiopoda (başlıca Pecten sp.) ve gastropoda makro fosilleri içeren yer yer ince

katmanlanmalı, ince taneli kumtaşı katmanları ile ardalanmalı marnlarla temsil edilmektedir (Şekil 5). Sivas il merkezi yakın doğusunda Yukarı Tekke Mahallesi dolayındaki Akkaya sırtında birimin en üst kesimlerinde jipslerden türemiş kaba kumtaşları yer alır. Bu seviyeler istifin en üst kesimlerinin regresif özellikli olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. Karacaören formasyonunu oluşturan gri renkli marnların a) genel görünümü, b) marnlar içerisinde yer alan brachiopoda kavkı parçaları (Sivas il merkezi).

Kalınlık: Formasyonun çalışma alanında içerisinde kalan kısmının yaklaşık kalınlığı 150 m. olarak belirlenmiştir.

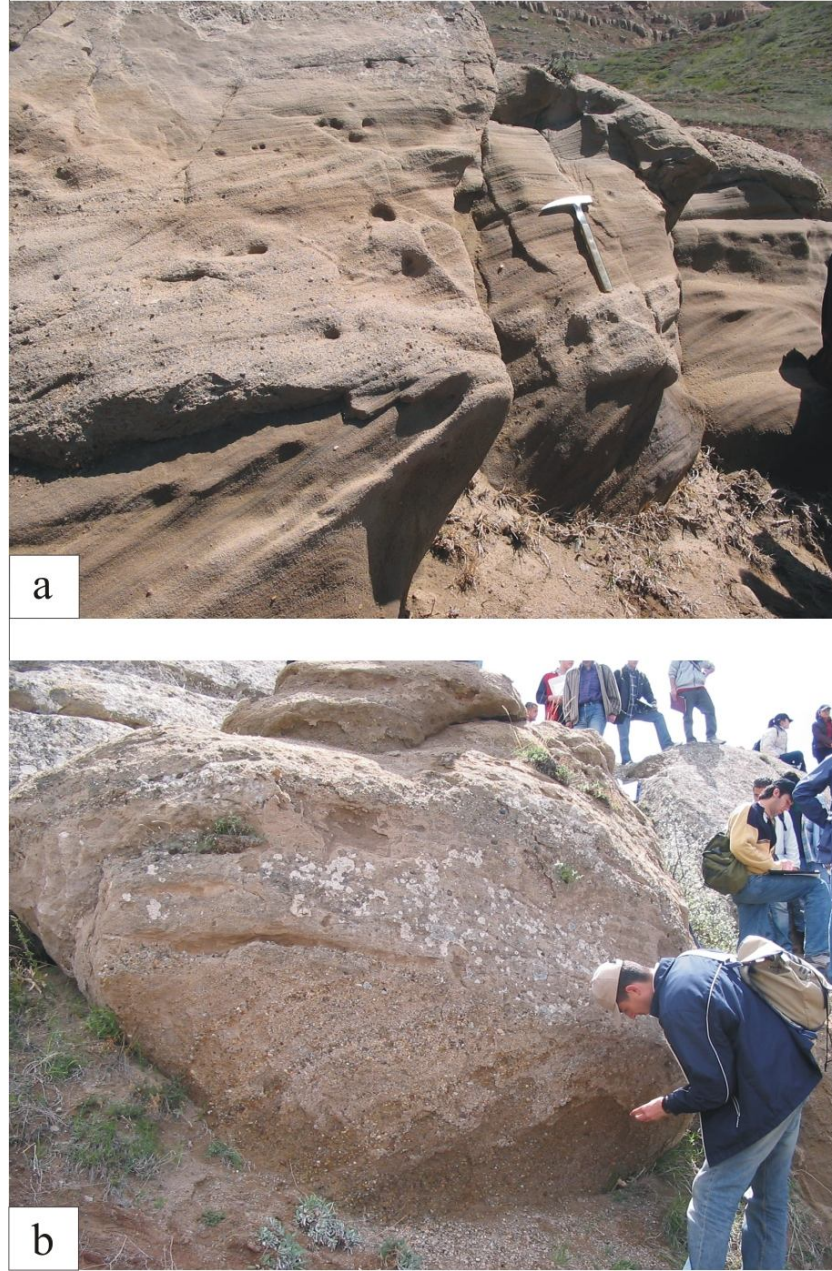
Ortamsal Yorum ve Yaş: Poisson ve diğ., (1996) birimin yer yer yama resiflerinin geliştiği sığ denizel ortam koşullarında depolandığını belirtmektedir. Formasyon içerisindeki fosil topluluğu bu görüşü desteklemektedir. Poisson ve diğ., (1997) tarafından planktonik foraminifer tanımlamaları sonucunda birimin yaşı Üst Oligosen-Alt Miyosen olarak verilmiştir.

2.4. Akören Formasyonu (Ta)

Genel Tanım: Birim ilk kez Yılmaz ve diğ., (1989) tarafından Oligosen yaşlı Selimiye formasyonu olarak adlandırılmıştır. Daha sonra bölgede ayrıntılı sedimantolojik çalışmalar yapan Atalay (1999) tarafından Akören formasyonu olarak tanımlanmıştır. Formasyon ismini inceleme alanının güneybatısında yer alan Akören köyünden almıştır.

Yayılım ve Konum: Bölgenin orta kesimlerinde, Kızılırmak havzası güneyinde D-B uzanımlı bir hat boyunca uzanan birim Oligosen yaşlı Karayün ve Hafik formasyonları üzerinde uyumsuz olarak konumlanmış olup, Üst Miyosen yaşlı İncesu Formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir. Kale Tepe güneyinde birim Karayün formasyonu tarafından bindirme fayı ile sınırlanmıştır (Ek 1).

Kaya Türü: Birim, genel olarak gri, bej renkli, orta-kalın katmanlı çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı, silttaşı araldanmasından oluşmaktadır. Çakıltaşı seviyeleri yanlara doğru incelen orta kısmı yer yer 3 metreyi, bulan kanal dolguları ile temsil edilir. Bu seviyelerde dereceli tabakalanma, çapraz tabakalanma ve çapraz laminalanma yaygındır (Şekil 6). Formasyonun devrik olarak yüzeyleyen taban kesimlerinde Kale tepe kuzeyinde beyaz renkli, ince katmanlanmalı kalınlığı 20 metreyi bulan gölsel kireçtaşı seviyesinin varlığı saptanmıştır.



Şekil 6. Alt Miyosen yaşlı Akören formasyonu çakıllı kumtaşlarında gelişen a) çapraz tabakalanma örnekleri ve b) kanal dolgusu çakıltaşlarının görünümü (Kale tepe kuzeyi).

Kalınlık: Birimin inceleme alanındaki kalınlığı 240–270 m. arasında değişim göstermektedir.

Ortamsal Yorum ve Yaş: İnceleme alanı yakınlarında Atalay (1999) tarafından yapılan fasiyes çalışmaları sonucu Akören Formasyonunun menderesli akarsu ve alt

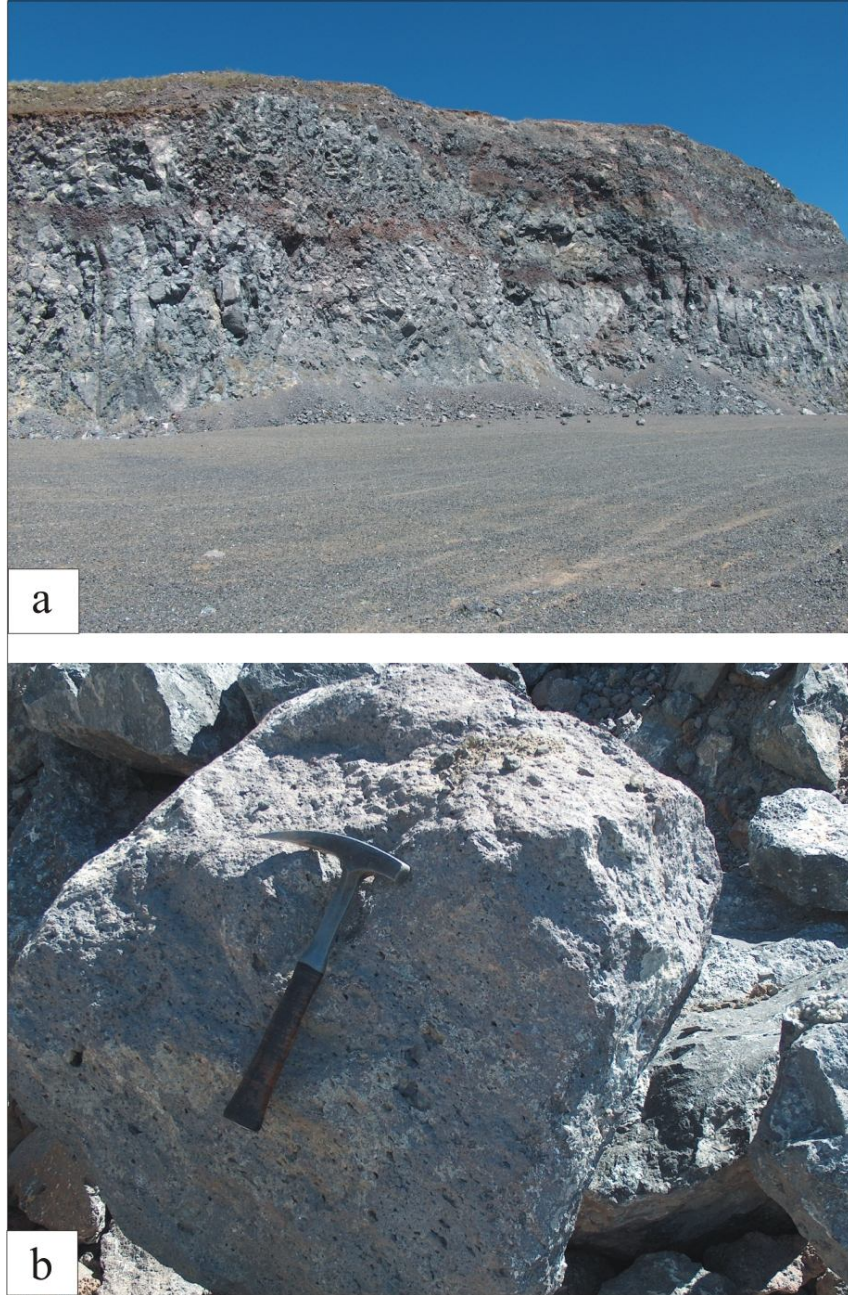
ortamlarında, playa göl ortamında ve alüvyon yelpaze ortamında çökelmiş saptanmıştır. İnceleme alanında birimin tabanındaki kireçtaşları playa göl ortamının varlığını göstermektedir. Atalay (1999) tarafından birime; fosil saptanamamakla birlikte Oligosen yaşı verilmiştir. Bu çalışmada, Oligosen yaşlı Karayün Formasyonu üzerinde uyumsuz olarak bulunmasından ve Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla üzerlenmesinden dolayı, birimin Alt Miyosen yaşlı olduğu kabul edilmiştir.

2.5. Karatepe Volkaniti (Tkt)

Genel Tanım: İnceleme alanının batı kesiminde yer alan Çerçideresi köyü doğusundaki Kara tepe dolayında yüzeyleyen bazaltik lav akıntıları Yılmaz ve diğ., (1989) tarafından Karatepe Volkaniti olarak tanımlanmıştır. Birim başlıca bazalt lavları ve yer yer bazaltik piroklastik kayalardan oluşur. İnceleme alanının güney kesimlerinde, Karacaören Formasyonu üzerinde yer almaktadır (Şekil 2).

Yayılım ve Konum: İnceleme alanının orta-güney kesimlerinde, Çerçideresi Köyü doğusunda ve sınırlı bir alanda yüzeyleyen birimin büyük bölümü Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu ve Oligosen yaşlı Hafik formasyonu jipsleri üzerinde lav akıntısı olarak yer alır (Ek 1).

Kaya Türü: Birimin egemen kaya türünü bazalt oluşturmaktadır. Siyah, gri renkli, çoğunlukla bozunmuş olarak yüzeyleyen birim içerisinde vesiküler dokulu kesimler izlenmektedir (Şekil 7). Birimden alınan kaya örneklerinin ince kesitlerinde yapılan çalışmalar sonucu birim; olivin, amfibol, labrador ve bitovnit türü plajiyoklazlar kapsayan bazalt olarak tanımlanmıştır.



Şekil 7. Karatepe Volkanitinin a) Genel görünümü b) Vesiküler (boşluklu) dokusunun görünümü.

Kalınlık: Birimin inceleme alanındaki yaklaşık kalınlığı 70–80 metre arasındadır.

Ortamsal Yorum ve Yaş: Birimin, Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Karacaören Formasyonu ve Oligosen yaşlı Hafik formasyonu üzerinde konumlanmış olması ve Üst Miyosen yaşlı İncesu Formasyonu içerisinde çakıl ve bloklarının gözlenmesi görece yaşının Orta Miyosen olabileceğini göstermektedir. Yılmaz ve diğ., (1989) tarafından

Alt-Orta Miyosen yaşı olarak kabul edilmiştir. Tatar ve diğ., (2003) tarafından Karatepe Volkanitinin K/Ar yöntemiyle elde edilen radyometrik yaşı $15,53 \pm 0.14$ milyon yıl olarak verilmiştir.

2.6. İncesu Formasyonu (Ti)

Formasyon ilk kez Yılmaz (1980) tarafından tanımlanmış olup, Yılmaz ve diğ. (1995) tarafından Derindere, Aydoğmuş ve Porsuk Üyelerine ayrılarak incelenmiş ve TSKB (1987) tarafından resmi adlama olarak kabul edilmiştir. Birimin çalışma sahasında Derindere ve Porsuk Üyeleri yüzlek vermektedir. Birim, Gökten ve Kelling (1991) tarafından tanımlanan Karadağtepe Formasyonu ile eşdeğer kılınabilir. Akarsu ve gölsel çökellerden oluşan birim, inceleme alanının kuzey ve yer yer orta kesimlerinde yer alır (Ek 1).

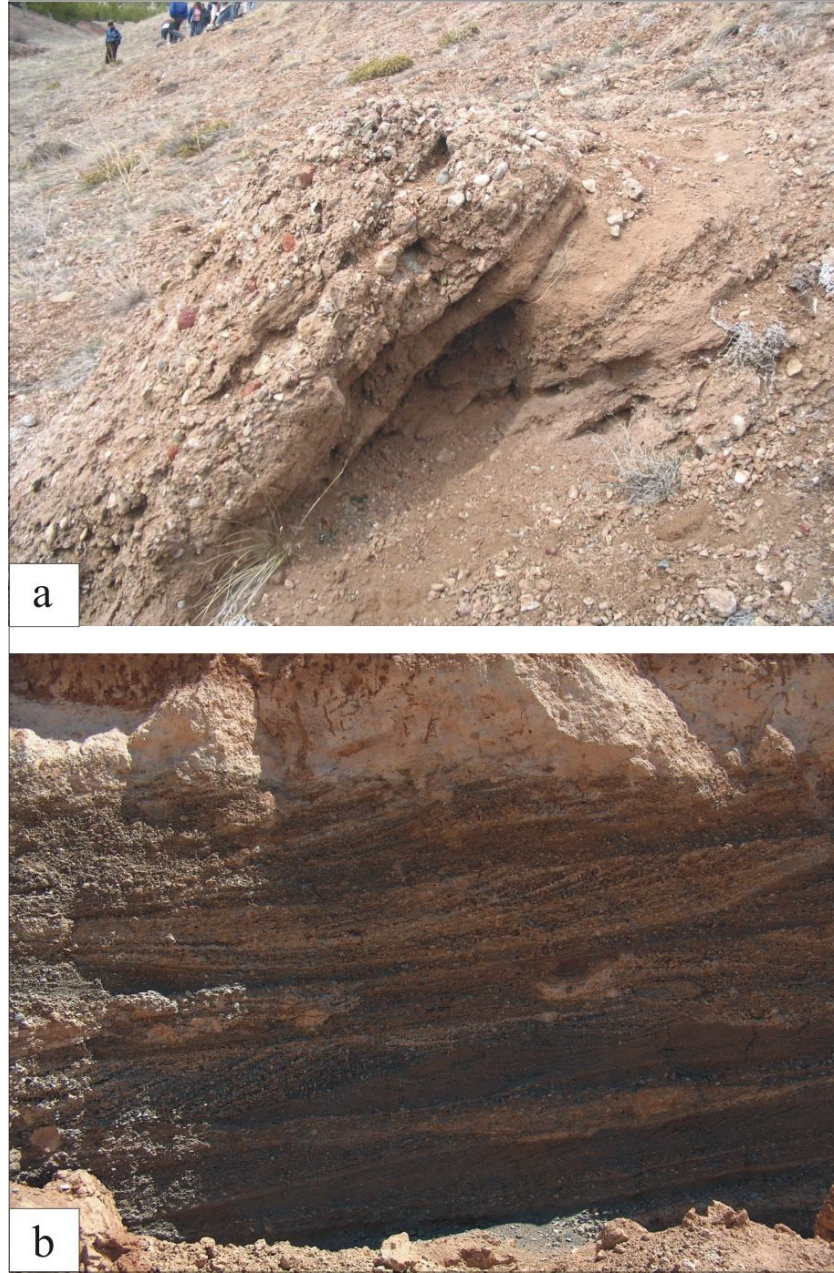
2.6.1 Derindere Çakıltası Üyesi (Tid)

Genel Tanım: İlk kez Yılmaz (1980) tarafından tanımlanan İncesu Formasyonunun tabanını temsil eden birim, Yılmaz ve diğ. (1995) tarafından üye bazında ilk kez incelenmiştir. Egemen litoloji fazla pekişmemiş çakıltaları olan birim inceleme alanının kuzey ve orta kesimlerini temsil etmektedir.

Yayılım ve Konum: İnceleme alanında yer alan Sivas Geri Bindirmesinin kuzeyinde ve yer yer sahanın orta kısımlarında yer alan birim, Alt Miyosen yaşı Akören Formasyonunu ve Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşı Karacaören Formasyonunu uyumsuzlukla örtmektedir. Formasyon Kuvaterner yaşı traverten ve alüvyonlar ile uyumsuzlukla örtülmektedir. Birim, İncesu Formasyonuna ait Porsuk Üyesi tarafından örtülmüştür. Birim inceleme alanının kuzey kenarında geniş bir alanda yüzelemektedir (Ek1).

Kaya Türü: Birimin taban kesimlerini oluşturan gri-bej renkli kalın katmanlı iyi pekişmemiş çakıltası ve ince katmanlı silttaşı, çamurtaşı ardalanmasından oluşan kesimi Derindere çakıltası üyesine karşılık gelir. Çakıltalarının çok tür bileşenli, kötü boylanmalı ve zayıf çimentolu olduğu gözlenmektedir. Bu seviyelerde çapraz tabakalanma yaygındır. Sivas güneyinde yer alan Kabak tepe batısında çakıltalarının taban kesimlerinde gastropoda kavkı kalıpları izlenen 10 metre kalınlığında gölsel kireçtaşları gözlenmiştir (Şekil 8).

Sivas batısında birim içerisinde eğim atımları yaklaşık 1–3 m. arasında değişiklik gösteren normal faylar gelişmiştir.



Şekil 8. İncesu formasyonu Derindere çakıltaşı üyesi çakıltaşlarının a) alüvyon yelpazesi ortamında depolanmış kesimlerinin genel görünümü b) akarsu ortamını yansıtan tabla şekilli çapraz tabakalanma örnekleri.

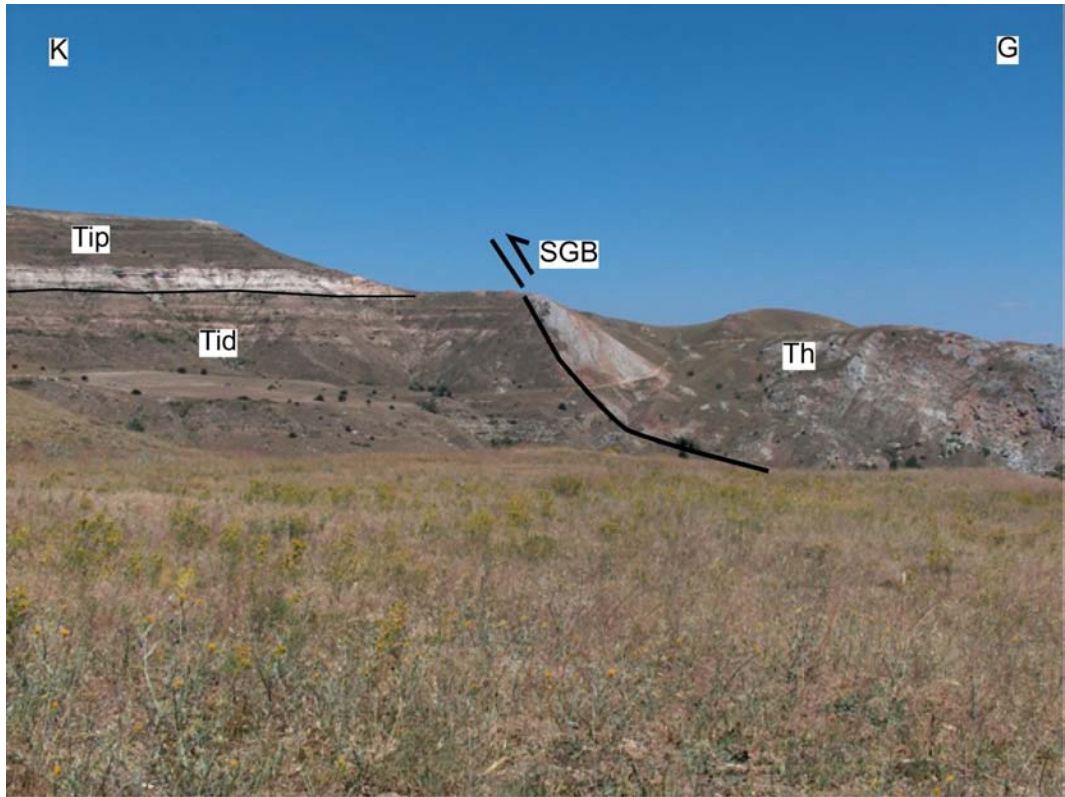
Kalınlık: Formasyonun taban kesimlerini oluşturan Derindere üyesinin kalınlığı 250 metreden daha fazladır. Kavak ve İnan (1996) tarafından çalışma sahası yakınlarında ve birim üzerinde yapılan çalışmada birimin kalınlığı 105 m. olduğu belirtilmiştir.

2.6.2 Porsuk Kireçtaşı Üyesi (Tip)

Genel Tanım: İnceleme alanı sınırları içerisinde dar bir alanda yüzeyleyen ve çalışma sahası sınırları içerisindeki İncesu Formasyonunun tavan kesimlerini temsil eden birimin egemen litolojisi kireçtaşlarıdır.

Yayılm ve Konum: Sivas'ın 12 km. kuzeyinde bulunan Paşabahçe Mesire Alanının kuzeyinde ve çalışma sahasında çok dar bir alanda yüzlek veren birim, İncesu Formasyonunun tavan kesimlerini temsil etmektedir. Aynı formasyonun Derindere üyesi üzerine çökelmiş olan birim, Kuvaterner yaşlı travertenler ve alüvyonlar tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir (Ek 1).

Kaya Türü: Porsuk kireçtaşı yatay durumlu, beyaz renkli ince-orta katmanlanmalı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birim gölsel nitelikli sarı-beyaz renkli, orta-kalın tabakalı, yatay ve yataya yakın eğimli kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 9). Birim içerisinde gri renkli marn, ile beyaz renkli kireçtaşlarının ardalanması yer alır. Birimde yer yer gölsel gastropoda fosilleri gözlenmektedir.



Şekil 9. Sivas il merkezi kuzeyinde yer alan Paşabahçe kuzeyinde İncesu formasyonunun genel görünümü (Tid: Derindere çakıltaşı üyesi, Tip: Porsuk kireçtaşı üyesi, Th: Hafik formasyonu), SGB: Sivas Geri Bindirmesi (Batıdan doğuya bakış).

Kalınlık: Formasyonun en üst kesimlerdeki Porsuk kireçtaşı üyesi 50 metre kalınlığa sahiptir.

Ortamsal Yorum ve Yaş: Birimi oluşturan kaya türlerinin nitelikleri, akarsu ortamında oluştuğunu ve karbonatların bulunması, ortamın zaman zaman gölsel bir nitelik kazandığını göstermektedir. Formasyon içerisinde saptanan zengin memeli fosil topluluğu Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Fakültesi Antropoloji Bölümü Öğretim üyesi Prof.Dr.Erksin Güleç Başkanlığında 2003-2005 yıllarında Hayranlı köyü dolayında yapılan kazılarda saptanan memeli fosil topluluğu birimin yaşının Üst Miyosen- Alt Pliyosen olduğunu göstermektedir (Şekil 10). Kaya ve Forsten (1999) tarafından formasyonun Hafik kuzeyinde yer alan Düzyayla köyü dolayında saptanan memeli fosil topluluğu da Üst Miyosen- Alt Pliyosen yaşını vermektedir.

İncesu formasyonu içerisinde Sivas il merkezi batısında yer alan Karşıyaka mahallesinde Karatepe Volkanitine ait bloklar gözlenmiştir (Şekil 11). Formasyonun alüvyon yelpazesi ortamında depolandığını yansıtan iri bloklu bu kesimlerinde yaşı 15 My olarak saptanmış bazalt bloklarının yer alması formasyonun Üst Miyosen yaşlı olduğunu gösterir memeli fosil topluluğu ile uyum göstermektedir.



Şekil 10. Sivas kuzeyinde yer alan Hayranlı köyü dolayında saptanan Hipparion sp. Fosilleri (Güleç, 2007).



Şekil 11. Sivas ili Karşıyaka mahallesinde İncesu formasyonu Derindere çakıldaşı üyesi içerisinde yer alan Karatepe Volkanitine ait bazalt bloğunun görünümü.

2.7. Travertenler (Qt)

Sivas'ın yaklaşık 10 km. kuzeybatısında Paşafabrikası dolayında yüzeyleyen, gri-beyaz renkli ve gözenekli bir yapıya sahip travertenler, İncesu ve Hafik Formasyonu üzerinde açılı uyumsuz olarak gözlenmektedir (Şekil 12). Birim topografyaya uygun ve yatay-yataya yakın bir tabakalanma göstermekte olup, birimden maden işletmeciliğine uygun kaya blokları alınabilmektedir.



Şekil 12. Paşabahçe kuzeyinde Sivas Geri bindirmesini örten travertenlerin genel görünümü (kuzeydoğudan güneybatıya bakış).

2.8. Alüvyonlar (Qal)

Özellikle Kızılırmak yatağı boyunca yüzeyleyen birim, inceleme sahasında yüzeyleyen tüm birimler üzerine açılı uyumsuz olarak gelmekte ve genellikle bölgede yüzeyleyen birimlerin ayrışması, ayrışan kayaç parçalarının taşınarak dere yataklarında birikmesi ile oluşmuştur.

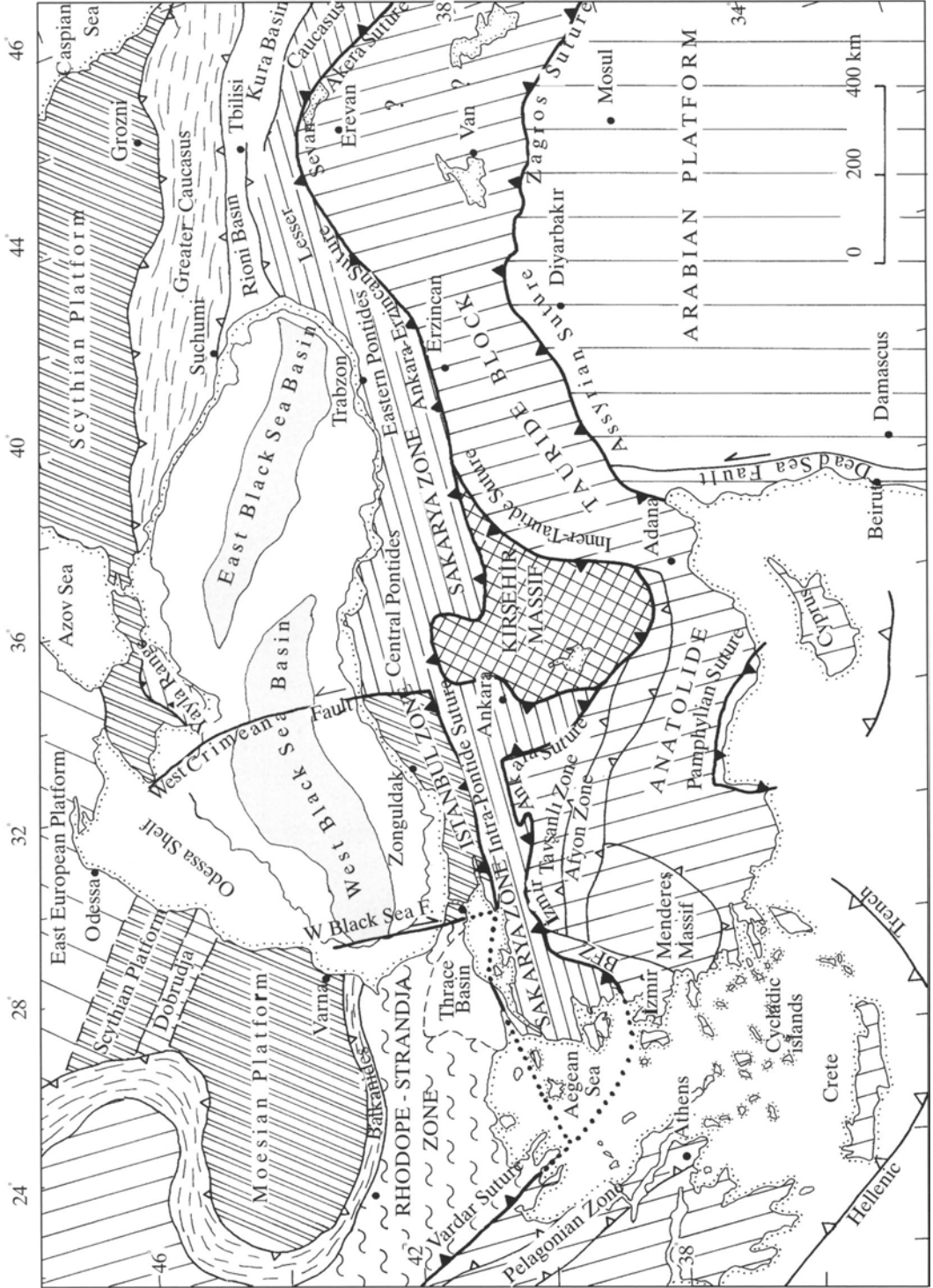
3. İNCELEME ALANININ TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

Sivas havzası, İç Toros Kenet Kuşağı (Okay ve Tüysüz, 1999) üzerinde bir ön ülke havzası olarak Paleosen'de gelişmeye başlamıştır (Poisson ve diğ.,1996) (Şekil 13). Havza içerisinde yer alan Paleosen-Pliyosen aralığında depolanmış havza çökelleri bindirme tektoniği ile deformasyona uğramışlardır. Bu deformasyon, havzanın kuzey kenarında yer alan Kırşehir bloğu ile güney kenarında yer alan Toros bloğu arasındaki yakınsamaya karşılık gelmektedir. Havza birimleri, başlıca Geç Eosen, Orta Miyosen ve Pliyosen dönemlerinde yoğun olarak deformasyona uğramışlardır (Temiz, 1996). Bu deformasyonlar sonucu karmaşık bir kıvrım-bindirme kuşağı ortaya çıkmıştır. Bu kuşak,

Guezou ve diğ., (1996) tarafından “Sivas havzası kıvrım-bindirme kuşağı“ olarak adlandırılmıştır. Sivas kıvrım-bindirme kuşağı içerisinde gelişen bindirmeler güneye doğru gelişen “ön bindirmeler“ ve kuzeye doğru gelişen “geri bindirmeler” şeklindedir (Poisson ve diğ., 1992; 1996; Guezou ve diğ., 1996; Temiz ve diğ., 1993; Temiz 1996).

Daha sonra bölgede yapılan çalışmalarda bu bindirme fayının yanısıra başka bindirme faylarının da bulunduğu, bir bindirme sisteminin varlığı ortaya çıkarılmıştır (Guezou ve diğ., 1996; Poisson ve diğ.,1996; Kavak ve diğ., 1997). Sivas geri bindirme sisteminin bulunduğu bu bölge, Koçyiğit ve Beyhan (1998) tarafından Orta Anadolu kıta içi yırtılma fay zonuna, Yılmaz ve Yılmaz (2006) tarafından “Yukarı Kızılırmak Fay Zonuna” dâhil edilmiştir.

İnceleme alanının içerisinde yer aldığı Sivas Tersiyer Havzasının tektonik deformasyon biçimi bindirme sistemleriyle temsil edilmektedir. Bölgede daha önce yapılan çalışmalarda bazı faylar saptanarak tanımlanmakla birlikte (Kurtman 1973; Aktimur, 1988; Cater ve diğ., 1991) bindirme tektoniği ile ilişkili deformasyonun ortaya konulması daha sonraki yıllarda olmuştur (Poisson ve diğ., 1992; 1996; Temiz ve diğ., 1993; Guezou ve diğ., 1996). Bu çalışmada ayrıntılı olarak incelenen Sivas havzasının kuzey kesiminde genel tektonik yapılar kıvrımlar ve bindirme faylarıyla temsil edilmektedir. Kıvrım-bindirme tektoniği bölgede oldukça karmaşık geometri sunan imbrike fan ve dupleks yapılardan (Boyer ve Elliott, 1982) oluşturmaktadır. Bununla birlikte, inceleme alanında Üst Miyosen- Alt Pliyosen yaşlı İncesu formasyonu içerisinde normal faylanma örnekleri de saptanmıştır. Aşağıdaki bölümde inceleme alanındaki bu yapıların özellikleri ayrıntılı enine jeolojik enine kesitler ve jeolojik harita yardımıyla incelenmiştir.



Şekil 13. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesinin önemli kenetlerini ve kıtasal bloklarını gösterir tektonik harita. Kenetler koyu çizgilerle gösterilmiş olup dalma yönü içi dolu üçgenlerle gösterilmiştir. İçi boş üçgenlerin olduğu koyu çizgiler aktif yitim zonlarını göstermektedir. Karadeniz'deki Geç Kretase okyanusal kabuğu gri tonla gösterilmiştir. Küçük içi boş üçgenler ana kıvrım-bindirme kuşaklarının bindirme yönlerini göstermektedir (Okay ve Tüysüz, 1999).

İnceleme alanındaki kıvrım-bindirme yapılarının genel uzanımları KD-GB doğrultusundadır. Bindirme tektoniğini kontrol eden en önemli seviyeler havza istifinde yer alan jipsli düzeylerdir. Bu seviyeler kısılma sırasında sedimanter istif içerisinde kolayca kaymanın gerçekleştiği kayma düzeylerini (decollement) oluşturmaktadırlar. İnceleme alanında yüzeyleyen Hafik formasyonu ve Karayün formasyonu jips içeren formasyonlardır. İnceleme alanındaki bindirme sistemleri Sivas havzasının temel kayalarını içermemektedir.

3.1. Sivas Geri Bindirmesi

Yılmaz, (1984) tarafından bindirme bileşenli doğrultu atımlı fay olarak tanımlanan yapı, “Sivas Geri Bindirmesi” olarak ilk kez Poisson ve diğ., (1992) tarafından tanımlanmıştır. Bu tanımlama, Sivas kuzeyinde BGB-DKD doğrultusunda uzanan, Oligosen yaşlı Hafik Formasyonu jipsleri ile Üst Miyosen- Alt Pliyosen yaşlı İncesu formasyonu arasında güneyden kuzeye doğru gelişen bindirme fayı için kullanılmıştır. Bindirme fayı doğuda İmranlı ilçesi dolayından batıda Kayseri ili kuzeydoğusuna değin uzanmaktadır (Şekil 1).

İnceleme alanında KD-GB doğrultusunda uzanan bindirme fayının taban bloğunda Üst Miyosen- Alt Pliyosen yaşlı İncesu formasyonu çakıltaşları, tavan bloğunda ise Oligosen yaşlı Hafik formasyonu jipsleri yer almaktadır. Fayın eğimi yüzeye ulaştığı kesimlerde 45° dolayındadır. Taban bloktaki İncesu formasyonu kayalarında, dokanak bölümü dışında herhangi bir deformasyon inceleme alanı içerisinde izlenmemektedir. Birim yatay konumunu korumaktadır. Bindirme boyunca yer yer taban blok kayalarında kuzeye devrik senklinal kıvrımlar izlenmektedir (Şekil 14)(Ek-1). Bu kıvrımlardan birisi fayın GB ucunda yer alan Kızılırmak vadisi kuzey kesiminde yüzeylemektedir.



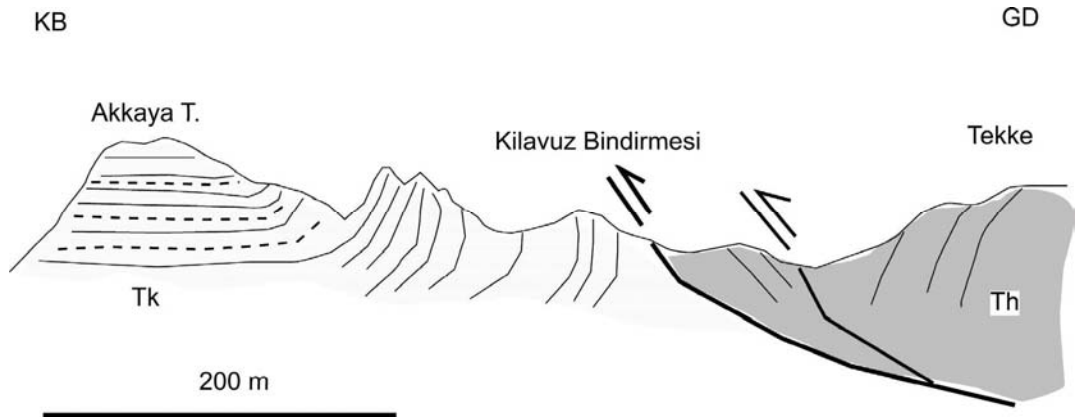
Şekil 14. Sivas Geri bindirmesinin taban bloğunda yer alan Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu içerisinde gelişen devrik senklinal (a) ve b) tavan blokta yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonu jipslerindeki imbrike fan sisteminin görünümü (Kızılırmak vadisi).

3.2. Kılavuz Bindirmesi

Bu bindirme fayı Poisson ve diğ., (1996) tarafından tanımlanmış olup ilk kez bu çalışmada “Kılavuz Bindirmesi” olarak adlandırılmıştır. Bindirme fayı çalışma alanının doğusunda yer alan Kılavuz mahallesinde yüzeylemektedir. Bu bölgede Hafik Formasyonun ait jipsler Karacaören Formasyonuna ait jipslerden türemiş kaba kumtaşı, marn ardalanmasından oluşan en üst kesimlerine bindirmektedir (Şekil 15). Bindirme fayının taban bloğunda yer alan Karacaören formasyonu kayaları Akkaya tepe kuzey yamaçlarında bindirme boyunca dikleşmiştir (Şekil 16).



Şekil 15. Sivas il merkezinde yer alan Akkaya sırtı güney etekleri boyunca Kılavuz bindirmesinin taban bloğunda yer alan Karacaören formasyonuna ait tabakalarda dikleşmeler. (Güneyden kuzeye bakış).



Şekil 16. Sivas il merkezinin batısında yer alan Akkaya tepe civarından alınan enine jeolojik kesit. Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonunun (Tk) en üst kesimlerini oluşturan kumtaşı marn ardalanmasından oluşan kesim Kılavuz bindirmesinin taban bloğunda dikleşerek devrik bir senklinal oluşturmuştur. Fayın tavan bloğunda ise Hafik Oligosen yaşlı Formasyonu (Th) kalın katmanlı jipsleri yer almaktadır.

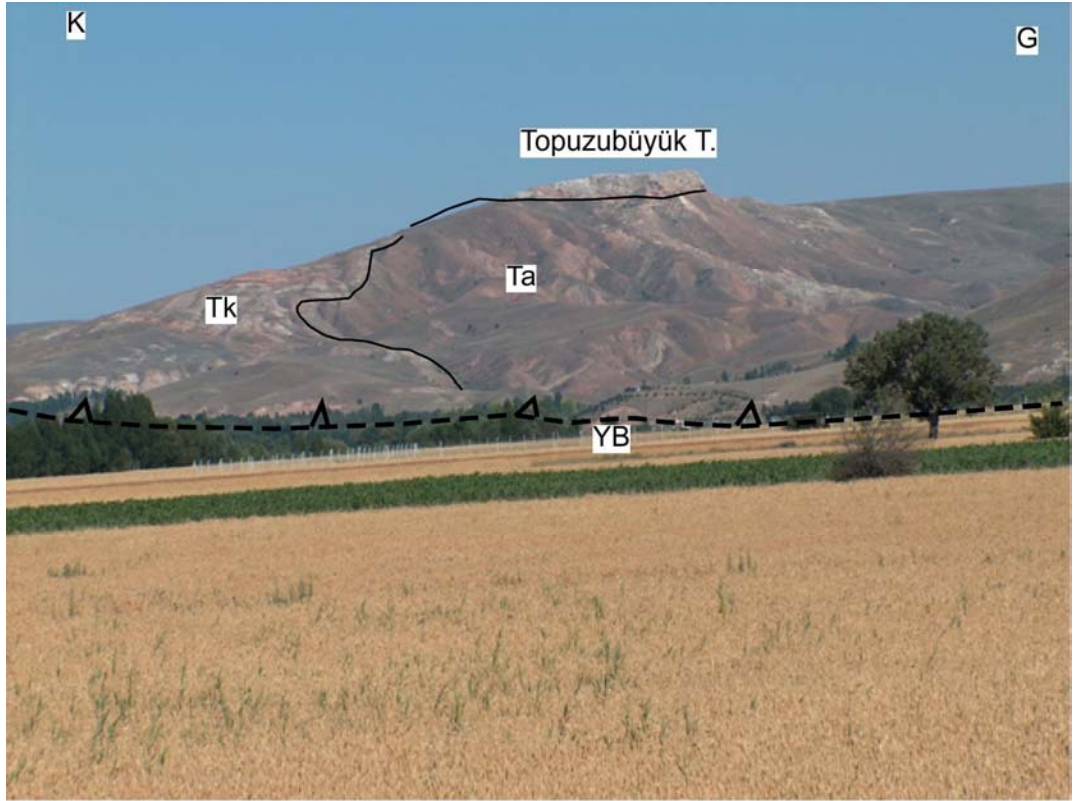
Kılavuz Bindirme fayı KD-GB doğrultusunda uzanır ve Sivas il merkezinde yer alan Kalenin kuzey kesimini izleyerek daha batıya uzanır. Kalenin bulunduğu tepe Hafik formasyonu jipslerinden oluşmakta olup jips tabakaları bindirme boyunca dikleşmiştir. Daha batıda Yeni Sanayi bölgesinin kuzey kesimlerindeki Hafik formasyonu jipsleri tepecikler oluşturur.

3.3. Yenice Bindirmesi

Bu bindirme fayı Sivas ovasını güneyden sınırlayan yükseltiler boyunca yüzylemektedir. Bindirme fayı batıda Serpincik köyünden doğuya doğru Karşıyaka Mahallesi güneyi, Topuzubüyük tepe kuzey kesimini izleyerek Esenyurt köyü eski İmaret köyünden geçerek doğuda yer alan Fadlım ve Kızılırmak vadilerine doğru uzanır (Şekil 17). Bindirme fayı çoğu kesimlerde Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonuna ait bloklukonglomeralar ve yeni oluşan yamaç molozları, alüvyon yelpazesi çökelleri tarafından örtülür. Yenice bindirmesinin taban bloğunda Karacaören formasyonuna ait marn ve kumtaşı ardalanması Sivas ovası boyunca yer alan kalın alüvyon örtüden dolayı yüzylememektedir. Bununla birlikte Üniversite kampüsü içerisinde açılan su arama sondajlarında Karacaören formasyonuna ait marn seviyelerinin kesilmesi bu saptamayı doğrulamaktadır. Bindirme fayının tavan bloğunda Oligosen yaşlı kırmızı renkli kumtaşı yer yer jips ve çamurtaşı ardalanmasında oluşan Karayün formasyonu ve bu birimi uyumsuzlukla üzerleyen Alt Miyosen yaşlı bej renkli kumtaşı, çamurtaşı ardalanmasından

oluşan Akören formasyonu yer alır. Bu birimler üzerinde ise Sivas Geri Bindire sisteminin tavan bindirmesini oluşturan Çerçideresi bindirmesi boyunca yer alan Hafik formasyonu jipsleri Yenice bindirmesini örter. Yenice bindirmesi boyunca iki çok iyi gelişmiş fay-büklüm kıvrımı (fault-bend fold (Suppe, 1984)) yüzeyler. Bunlardan birincisi Tecer ırmağı vadisinde yüzeyleyen Sivri tepe antiklinalidir. Bu kıvrımın kuzey kanadı dik, güney kanadı ise güneye 30^0 eğimlidir. Antiklinalin çekirdeğinde Oligosen yaşlı Karayün formasyonu jipsleri kendi içerisinde kuzeye doğru bindirme faylarıyla kısalarak bir dupleks yapısı oluşturur. Bu birim üzerinde Alt Miyosen yaşlı Akören formasyonu kumtaşı, çamurtaşı ardalanması yer alır. Antiklinalin tavanında ise Çerçideresi tavan bindirme fayı boyunca bindiren Hafik Formasyonu masif jipsleri yer alır. Antiklinal boyunca Çerçideresi tavan bindirmesi kıvrımlanmıştır.

Yenice bindirmesi boyunca gelişen ikinci antiklinal Çerçideresi vadisi boyunca Topuzubüyük tepede yüzeylemektedir. Bu bölgede antiklinalin çekirdeğinde Oligosen yaşlı Karayün formasyonu jipsleri yer alır. Bu birimler üzerinde ise Alt Miyosen yaşlı Akören foröasyonu kumtaşları bulunur. Çerçideresi antiklinali tavanında Akören formasyonu tabandaki jips kayma yüzeyi (decollement) boyunca kısalarak tekrar eder. Bu bindirme fayı Yenice bindirmesi boyunca kıvrımlanmıştır.



Şekil 17. İnceleme alanının batısında yer alan Karşıyaka mahallesi güneyinde Yenice bindirmesi ve tavan bloğunda gelişen yokuş antiklinalinin görünümü (Batıdan doğuya bakış). Tk: Karayün formasyonu, Ta: Akören Formasyonu, YB: Yenice bindirmesi.

3.4. Mescitli Bindirmesi

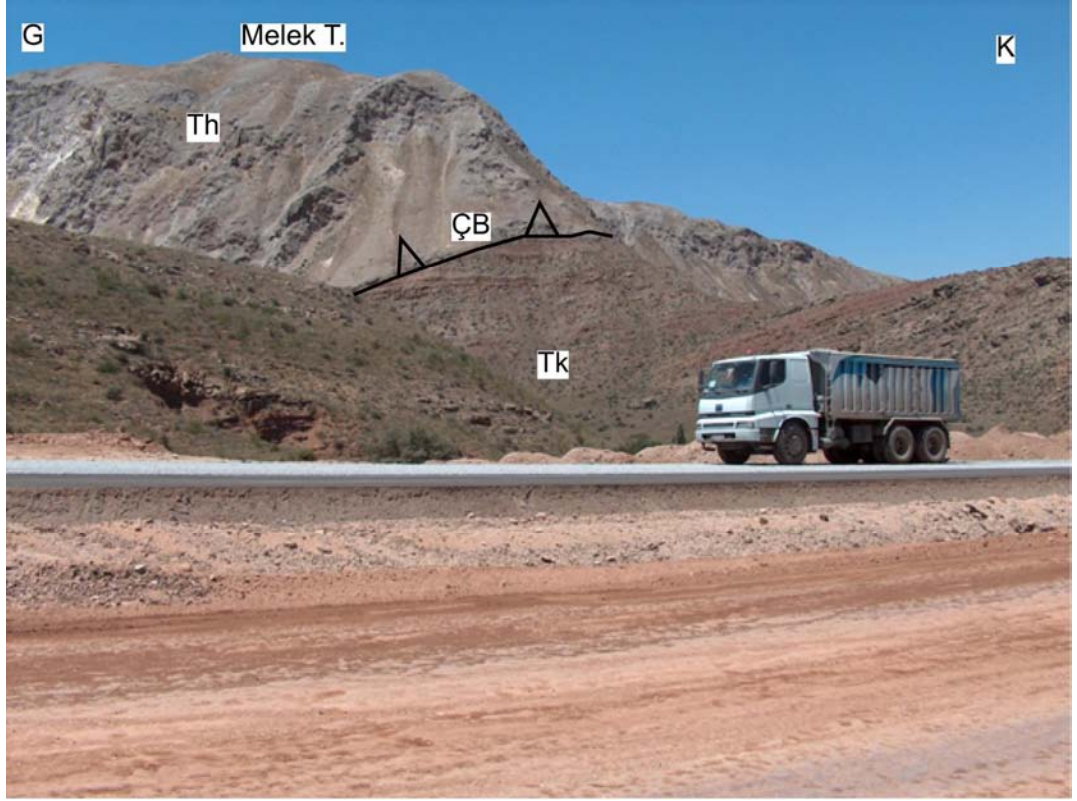
İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Mescitli köyü doğusunda açık olarak yüzeyleyen Mescitli bindirmesi KD-GB doğrultusunda uzanır. Bindirme fayının taban bloğunda Akören formasyonu tavan bloğunda ise Karayün formasyonu kayaları yer alır (Şekil 18). Mescitli doğusunda geniş bir fay-büklüm antiklinali tavan blokta gözlenir. Tecer ırmağı vadisinde fayın taban bloğunda yine Karayün formasyonu yer almaktadır. Mescitli bindirmesi Çerçideresi vadisinin güney kesiminde Kara tepe batısında yüzeyler. Bu kesimde fayın taban bloğunda bir fay-büklüm antiklinali izlenir. Mescitli bindirmesi inceleme alanında geniş alanlar kaplayan Çerçideresi tavan bindirme fayının tavan loğunda yer alan Hafik formasyonu jpsleri tarafından örtülür. Tecer ırmağı, Çerçideresi gibi derin vadilerde açık olarak yüzeyler. İnceleme alanının batısında Himmetfakılı köyü kuzeybatısında yeniden yüzeyler. Bu kesimde tavan bloğu oluşturan Karayün formasyonu kayaları Akören formasyonuna bindirmektedir.



Şekil 18. Mescitli köyü kuzeyinde Mescitli bindirmesinin genel görünümü (Güneybatıdan kuzeydoğuya bakış) Ta: Akören formasyonu, Tk: Karayün formasyonu, MB: Mescitli bindirmesi.

3.5. Çerçideresi Bindirmesi

İnceleme alanının güney kesiminde, Sivas ilinin bulunduğu düzlük alanların bittiği hattan itibaren güneye doğru yüksek kesimlerde izlenen Oligosen yaşlı Hafik formasyonu masif jipslerini kuzeye doğru taşıyan taban bindirme fayı Çerçideresi bindirme fayı olarak tanımlanmıştır (Şekil 20). Fay çoğu kesimde yataya yakın eğimlere sahiptir. İnceleme alanının güneyinde Kovalı Yenice köyü güneyinde bir ön yokuş (frontal ramp) yaptığı kesimlerde güneye 40° eğimli olarak gözlenir. Bindirme fayının üzerindeki Hafik formasyonu kayalarının ayrılmış parçaları klipler şeklinde yüzeylenir. Bu klipler Tecer ırmağı vadisinde Pur Tepede, Akören köyü güneyinde, Cumhuriyet Üniversitesi kampüsü güneyinde yer alır.



Şekil 20. Tecer ırmağı vadisinde Çerçideresi bindirmesinin genel görünümü (Güneydoğudan kuzeybatıya bakış). Th: Hafik formasyonu, Tk: Karayün formasyonu, ÇB: Çerçideresi bindirmesi).

3.6. Çerçideresi Dupleks

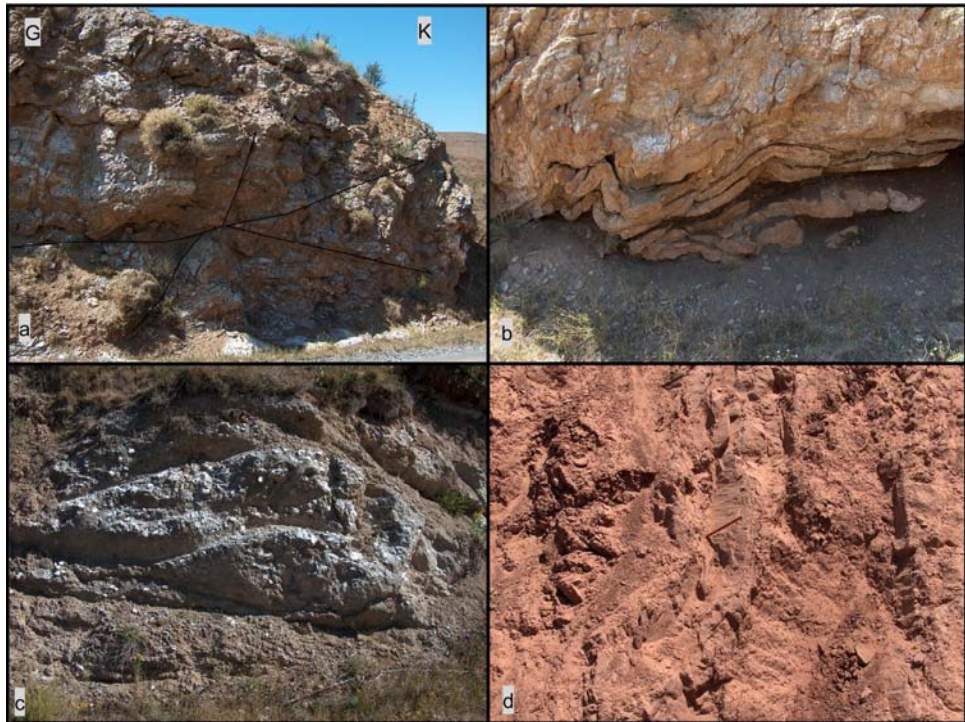
İnceleme alanındaki bindirme faylarının geometrisi iki farklı bindirme sisteminin varlığını ortaya koymaktadır. Sivas ovasının güney kesiminde Çerçideresi bindirme fayı ve bu faya bağlanan splay fayları olan Yenice ve Mescitli bindirmeleri bir dupleks bindirme sistemi (Boyer ve Elliott, 1982) oluştururlar (Şekil 19). Bu sistem Orta Miyosen'de Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu depolanmadan hemen önce gelişmiştir. Yenice bindirmesi Orta Miyosen bindirme önüne karşılık gelmektedir. Çerçideresi bindirme fayı dupleks sisteminin tavan bindirme fayını oluşturmaktadır. Taban bindirme fayı ise daha derinde Karayün formasyonu ve olasılıkla Kırşehir Masifi temel kayaları arasında yer almalıdır. Yenice bindirmesi üzerinde çökelen Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu konglomeralarının kıvrımlanması, Yenice Bindirmesinin Orta Miyosen'de oluşumundan sonra Erken Pliyosen'de yeniden hareketlendiğini göstermektedir. Çerçideresi dupleksinin kuzeyinde yer alan Kılavuz ve Sivas geri bindirmeleri güneye eğimli bir imbrike fan sistemi oluşturmaktadırlar. Sivas geri bindirmesinin Erken

Pliyosen’de, Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonunun çökeliminden sonra oluşması, bu imbrike fan sisteminin Erken Pliyosen’de geliştiğini göstermektedir.

3.7. Bindirme Sistemlerinin Kinematığı

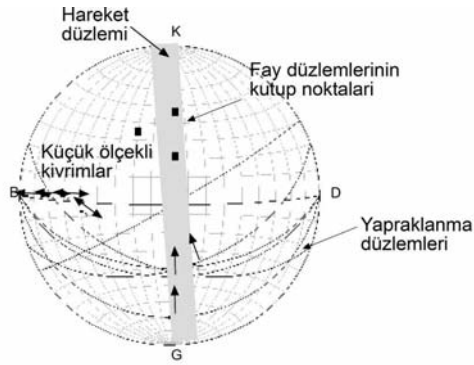
İnceleme alanında yer alan bindirme sistemlerinin ayrıntılı geometrilerinin belirlenmesi için kinematik özelliklerinin ortaya konması gerekmektedir. Bu çalışmaların iki önemli amacı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, bindirme sistemlerinin tektonik taşınma yönlerinin saptanması ikincisini ise tektonik taşınmanın doğrultusunun saptanması oluşturmaktadır. Bu amaçla inceleme alanının değişik kesimlerinden ölçülen veriler değerlendirilmiştir.

Bindirme sistemlerinin tektonik taşınma yönü ve doğrultusunun saptanmasında kullanılan kinematik veriler büyük ve küçük ölçekli kıvrım eksenleri, makaslama zonları, üzerinde kayma belirteci içeren fay düzlemleri, eklem ve katman düzlemler, yapraklanma düzlemleridir (Şekil 21).



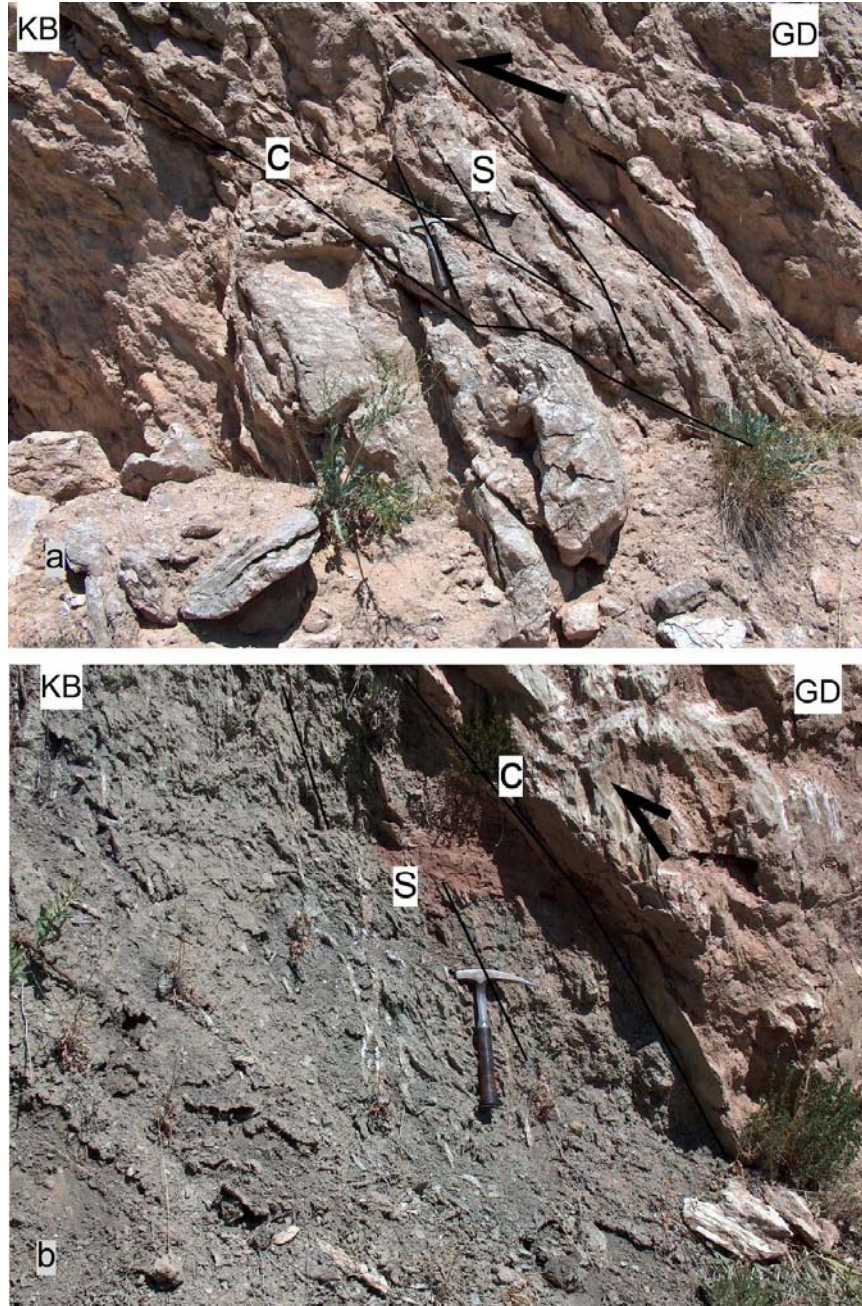
Şekil 21. İnceleme alanının değişik kesimlerinde gözlenen kinematik verilere örnekler. a. Çerçideresi vadisinde Karayün formasyonu jipslerinde kıvrımlanma ve fayların ilişkisi, b. Aynı lokasyonda küçük ölçekli asimetrik sürüme kıvrımları, c. Çerçideresi tavan bindirmesi tavan bloğundaki jipslerde gelişen breşik zonlar, d. Tecer ırmağı vadisinde Karayün formasyonu kumtaşlarında gözlenen fay düzlemleri.

İnceleme alanında yüzeyleyen Sivri tepe, Çerçideresi antiklinali gibi büyük ölçekli kıvrım asimetrisi güneyden kuzeye doğru tektonik taşınmanın gerçekleştiğini göstermektedir. Karayün formasyonunun en üst düzeylerinde yer alan jipsli seviyelerde gelişen küçük ölçekli kıvrımlar, yapraklanma düzlemleri ve fay düzlemlerinin birlikte değerlendirilmesi K-G yönlü bir hareket düzlemini ve güneyden kuzeye doğru tektonik taşınma yönünü göstermektedir (Şekil 22).



Şekil 22. Çerçideresi vadisinde yüzeyleyen Oligosen yaşlı Karayün formasyonu jips seviyelerinde ölçülen kinematik verilerin değerlendirilmesi (Wulff ağı, alt yarımküreye izdüşümü). Hareket düzlemi kayma çizgilerini içeren düzlem olarak tanımlanmıştır.

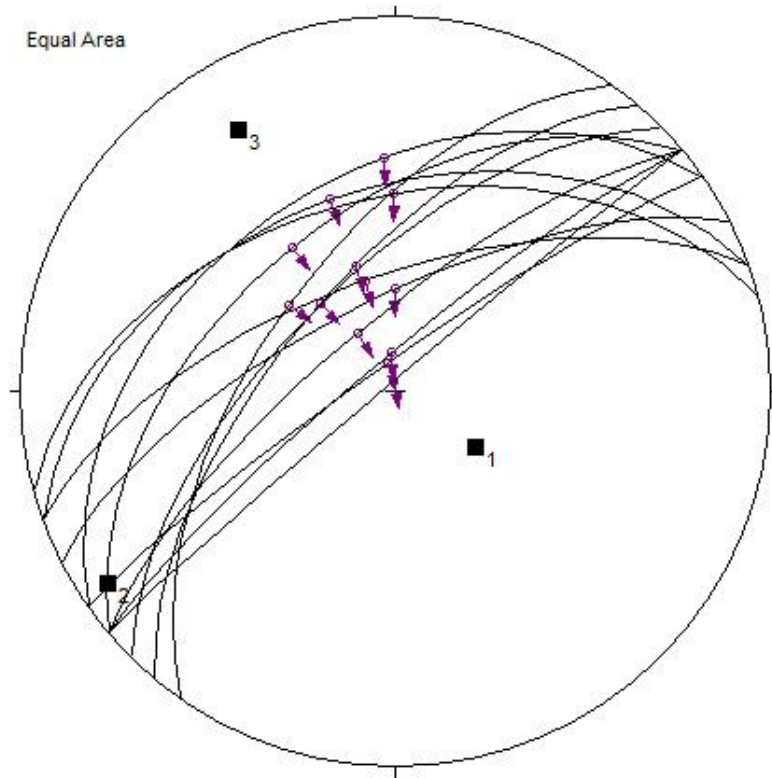
Oligosen yaşlı Hafik formasyonu içerisinde yer alan jipslerden ölçülen S/C fabrikleri güneyden kuzeye doğru tektonik taşınmanın gerçekleştiğini ortaya koymaktadır (Şekil 23). Makaslama zonlarında gelişen yapraklanma (S) ve makaslama düzlemleri arasındaki ilişki en büyük asal gerilme ekseninin yapraklanma düzlemine dik olarak etkimesinden dolayı saptanabilmektedir.



Şekil 23. İnceleme alanında yüzeyleyen Oligosen yaşlı Hafik formasyonu içerisinde gözlenen yapraklanma (S) ve makaslama (C) düzlemlerinin ilişkisinden yararlanılarak makaslama yönü (oklar) saptanmıştır.

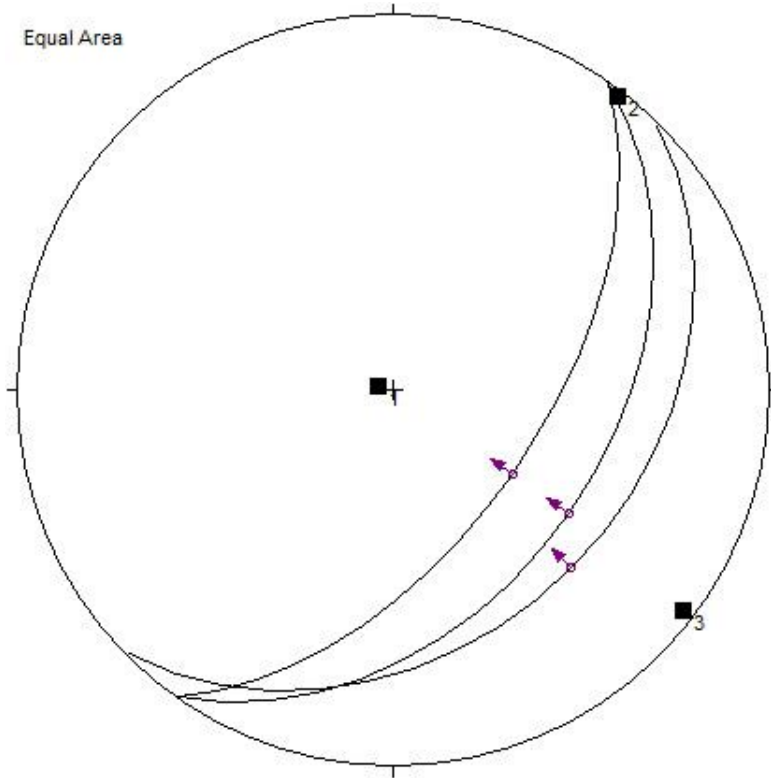
Akkaya tepe güneyinde yüzeyleyen Karacaören formasyonu kumtaşı, marn ardalanmasından oluşan bölümlerde ölçülen fay-atım verilerinin Almendinger (1991) tarafından hazırlanan (FaultKinWin 1.2.2) bilgisayar programı ile değerlendirilmesi sonucunda en büyük asal gerilme ekseninin durumu (dalım yönü ve derece cinsinden

dalım açısı) 329.0/19.6, ortaç eksen 236,2/ 7.8 ve en küçük eksen 125.5/ 68.7 olarak saptanmıştır. Buna göre bölgede yer alan kayalar KB-GD doğrultulu bir sıkışma altında deformasyona uğramışlardır (Şekil 24).



Şekil 24. İnceleme alanının doğusunda yer alan Akkaya tepe güneyinde Kılavuz bindirmesinin taban bloğunda yüzeyleyen Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu kumtaşlarından ölçülen fayların (FaultKinWin 1.2.2) programı ile kinematik analizi. (1 en küçük, 2 ortaç, 3 en büyük asal gerilme eksenlerine karşılık gelmektedir).

Sivas-Ankara karayolu üzerinde Sivas geri bindirmesinin taban bloğunda yer alan Üst Miyosen yaşlı İncesu Formasyonu içerisinde ölçülen çakıltaşı, çamurtaşı ardalanmasından oluşan bölümlerde ölçülen fay-atım verilerinin Almendinger (1991) tarafından hazırlanan bilgisayar programı (FaultKinWin 1.2.2) ile değerlendirilmesi sonucunda en büyük asal gerilme ekseninin durumu (dalım yönü ve derece cinsinden dalım açısı) 127.4/2.8, ortaç eksen 37.3/1.3 ve en küçük eksen 282.5/86.9 olarak saptanmıştır. Buna göre bölgede yer alan kayalar KB-GD doğrultulu bir sıkışma altında deformasyona uğramışlardır (Şekil 25).

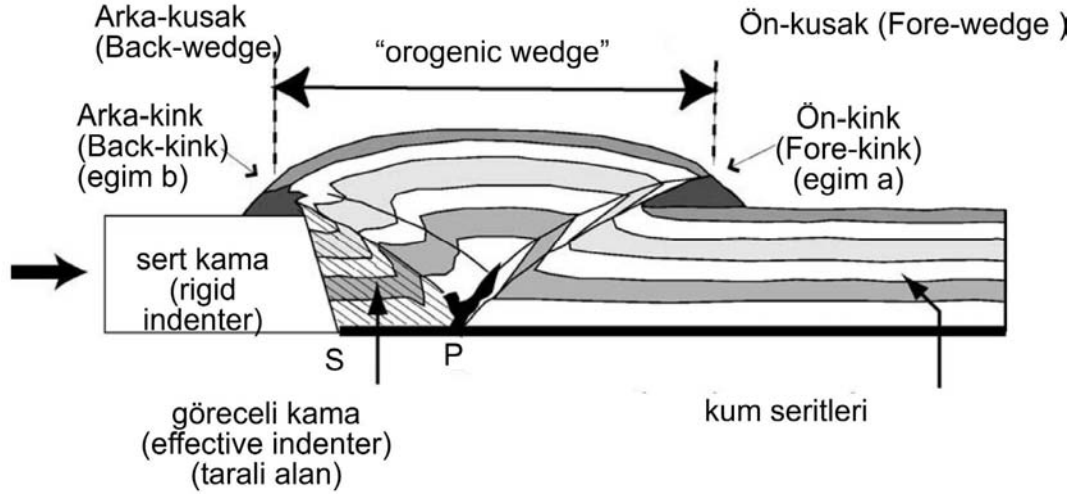


Şekil 25. İnceleme alanının batı kesiminde Sivas-Ankara karayolu üzerinde Sivas geri bindirmesinin taban bloğunda Üst Miyosen yaşlı İncesu Formasyonu içerisinde ölçülen fayların (FaultKinWin 1.2.2) programı ile kinematik analizi (1 en küçük, 3 en büyük, 2 ortaç asal gerilme eksenlerine karşılık gelmektedir).

3.8. Sivas Geri Bindirme Sisteminin Kum Deneyleri ile Deneştirilmesi

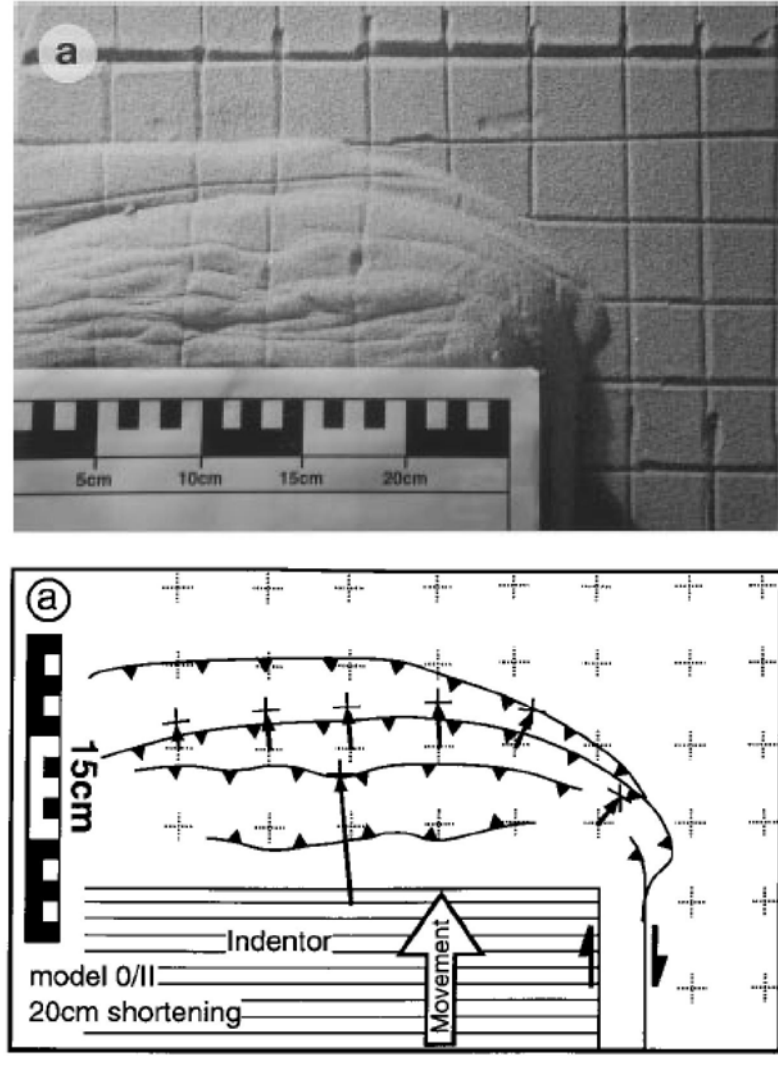
Sivas Tersiyer havzasının tektonik deformasyon biçimini belirleyen en önemli unsurların başında havzayı sınırlayan temel kayalarının sıkışma tektoniği altındaki davranışları gelmektedir. Sivas havzasının kuzey kenarında yüzeyleyen ve havza çökellerinin altında devam eden Kırşehir masifi metamorfikleri ve içerisine yerleşmiş Geç Kretase yaşlı granitik-siyenitik plütonlar (örn. Karaçayır Siyeniti) K-G yönlü sıkışma nedeniyle havza tabanında güneye doğru ilerleyen bir bindirme kaması oluşturmaktadır. Bu sert ve kendi içerisinde oldukça tekdüzelik sunan magmatik-metamorfik kütlelerin güneye doğru ilerlemesi sonucunda ön ülkede yer alan ve daha yumuşak olan Sivas havzası sedimanter istifini yoğun deformasyona uğramıştır. Kırşehir Masifi ve Sivas havzası sedimanter istifinin bu ilişkisi orojenik kuşaklar için hazırlanan deneysel kum kutusu modelleri ile deneştirilebilir. Bu modellerden Persson ve Sokoutis (2002)

tarafından hazırlanan modelde elde edilen deformasyon biçimi Sivas geri bindirme sisteminin bir arka-kink alanına karşılık geldiğini göstermektedir (Şekil 26). Şekildeki sert kama Kırşehir masifine, göreceli kama ise Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonuna ait konglomera silttaşı ardalanmasına karşılık gelmektedir.



Şekil 26. Ön ve arka kenarlarla sınırlanmış bir orojenik kuşağın kum kutusu deneysel modeli. Şekilde arka-kink alanı göreceli kamanın ön yüzüne karşılık gelmektedir. Arka ve ön kinkler modelin tabanına paralel olacak şekilde P noktasından itibaren gelişmeye ve ilerlemeye başlar. Şekildeki ok sert kamanın ilerleme yönünü gösterir. “a” açısı modelin tabanı ile ön-kink arasındaki açıya, “b” açısı ise arka-kink arasındaki açıya karşılık gelmektedir (Persson ve Sokoutis, 2002).

Ziwegel (1998) tarafından yapılan kum kutusu deneylerinde elde edilen sonuçlar da Sivas geri bindirme sisteminin oluşumunun açıklanmasına ışık tutmaktadır. Araştırmacı elde ettiği sonuçlardan birisinde, kullandığı bindirme kamasına doğru ve bindirme kamasının ilerleme yönünde olmak üzere iki farklı bindirme sisteminin varlığını göstermiştir (Şekil 27). Bunlardan bindirme kamasının ilerleme yönüne aksi yönde gelişen bindirme fayı Sivas geri bindirme sistemi ile deneştirilebilir.

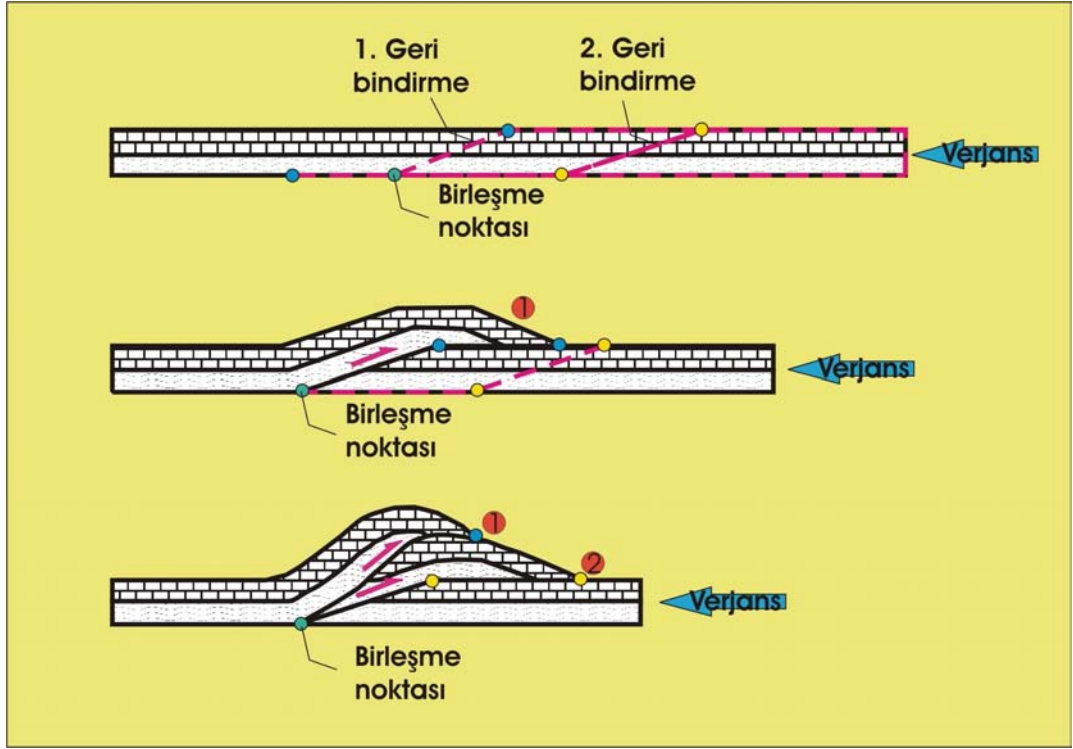


Şekil 27. Bir sert bindirme kamasının kum içerisinde ilerlemesi sırasında gelişen bindirme faylarının görünümü. Şekilde birbirine ters yönde bindirme kamasına göre iki farklı bindirme fay sisteminin oluştuğu görülmektedir. Bunlardan bindirme kamasının hemen önünde gelişen bindirme, Sivas geri bindirme sistemi ile benzerlik sunmaktadır (Ziwegel, 1998).

3.9. Sivas Geri Bindirme Sisteminin Gelişim Sekansı

Bindirme sistemlerinde, bindirme faylarının birbirlerine göre oluşum sırası bindirme sekansı olarak tanımlanmaktadır. Bindirme sekansları iki şekilde oluşmaktadır. Birincisinde, bindirme fayları geri ülkeden ön ülkeye doğru ilerlemekte ve ön ülkede oluşan faylar yeni fayları, geri ülkedekiler ise daha eski fayları temsil etmektedir. Bu gelişim sekansı öne doğru gelişim sekansı (piggy-back veya forward) olarak tanımlanmaktadır (Butler, 1982; 1987) (Şekil 28). İkinci bindirme sekansında ise

bindirme fayları ön ülkeden geri ülkeye doğru gelişmektedirler. Bu gelişim sekansı, üzerleme sekansı (break-back ya da overstep) olarak tanımlanır (Butler, 1982; 1987).



Şekil 28. Geri bindirme sistemleri içerisinde gelişen piggy-back gelişim sekansı (Butler, 1987)

İnceleme alanında yüzeyleyen bindirme faylarının oluşum sıraları, birbirlerine bağlanma şekillerinden ve bindirdikleri birimlerin yaşlarının saptanması ile ortaya konmuştur. Çerçideresi dupleksi içerisinde yer alan bindirme faylarının oluşum sırasının anlaşılması için öncelikle dupleks yapısının geometrik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu yapılarda kayma bir üst zonda başlamakta ve altta yer alan bindirme örtüleri (horstar) bu sisteme bir taban bindirmesi boyunca eklenmektedir (Boyer ve Elliott, 1982). Çerçideresi dupleksinde tavan kayma zonunu Çerçideresi bindirme fayı oluşturmaktadır. Bu nedenle Çerçideresi bindirmesi, dupleks sisteminin tavan bindirmesini oluşturmaktadır. Bu tavan fayına ilk olarak Mescitli bindirmesi olarak eklenmekte ve ikinci olarak Yenice bindirmesi oluşmaktadır. Oluşan bu yapı Oligosen ve Alt Miyosen birimleri arasındaki bindirmeleri içerdiği için yaşı Orta Miyosen olarak saptanmıştır. Ayrıca 15 My yaşlı Karatepe Volkanitinin tavan bindirme örtüsü üzerinde taşınması ve inceleme alanının batısında Kavak ve diğ., (1987) tarafından bazaltların

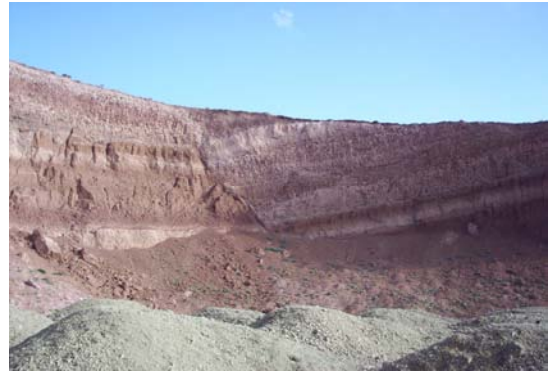
bindirme fayları ile kesildiğinin gösterilmesi bu görüşü doğrulamaktadır. Çerçideresi dupleks yapısı üzerine Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonun çökmesi ve içerisinde Karatepe Volkanitinin bloklarını içermesi Kılavuz ve Sivas geri bindirmesinin Üst Miyosen sonrasında geliştiğini gösterir. Bu veriler, ön ülkede yer alan deforme olmamış İncesu formasyonu üzerine en son bindirme fayının (Sivas geri bindirmesi) gelişmesi geri bindirme sisteminin güneyden kuzeye doğru bir iç öne doğru gelişim sekansı (piggy-back) ile oluştuğunu göstermektedir.

3.10. Normal Faylanmanın Geometrisi ve Kinematığı

İnceleme alanının batı kesiminde Sivas il merkezi civarında ve Çimento fabrikası doğusundaki alanlarda yüzeyleyen Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu Derindere çakıltaşı üyesi içerisinde yaygın normal faylanma örnekleri yer almaktadır (Şekil 29).

Sivas bindirme örtüsünü oluşturan Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Karacaören formasyonu marnları ve Oligosen yaşlı Hafik formasyonu jipsleri üzerinde uyumsuzlukla yer alan İncesu formasyonu içerisindeki bu faylar ilk olarak Gürsoy ve diğ., (1992) tarafından saptanmıştır. Araştırmacılar İncesu formasyonu birimlerini Kuvaterner yaşlı Kızılırmak teras konglomeraları olarak kabul ettiklerinden faylanmanın Kuvaterner yaşlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada, faylanmanın geliştiği birimlerin stratigrafik deneştirme ile Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu olduğu ve bu nedenle faylanmanın Üst Miyosen sonrasında geliştiği saptanmıştır.

Normal faylanma örneklerinde yapılan çalışmalarda fayların genel olarak KD-GB, D-B doğrultulu olduğu ve fay düzlemlerinin yüksek açılı olduğu belirlenmiştir. Faylar üzerinde 2 metreyi bulan atımlar saptanmıştır. Normal faylar aynı doğrultulu fakat iki farklı yöne eğimli eşlenik fay setleri şeklinde gelişmiştir.



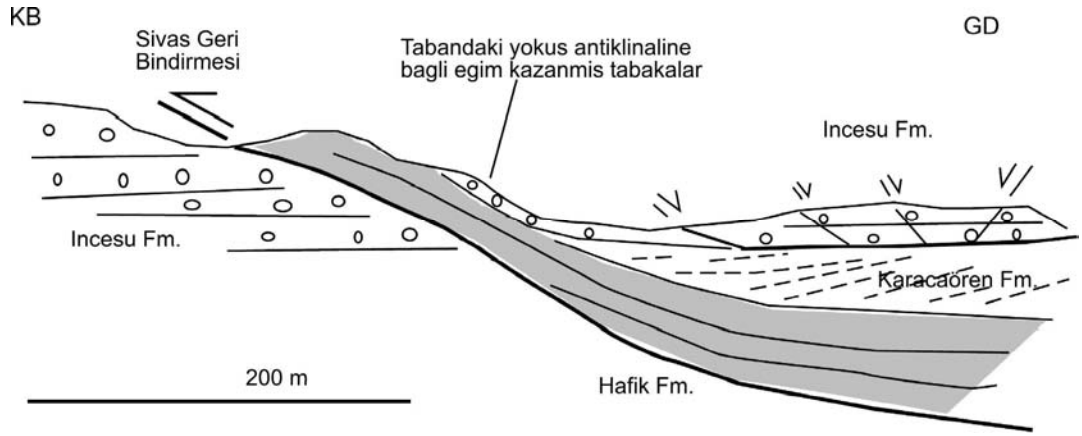
Şekil 29. Sivas il merkezinin batısında açılan kum ocaklarında Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu Derindere çakıltası üyesi içerisinde yüzeyleyen normal faylanma örnekleri (Doğudan batıya bakış).

İncesu formasyonu çakıltası silttaşı araldanmasından oluşan birimler genellikle yatay konumludur. Sivas geri bindirmesine yakın kesimlerde tabandaki Hafik formasyonu jipslerinin yokuş üzerinde oluşturduğu antiklinale bağlı olarak eğim kazanmıştır (Şekil 30). Bu ilişki normal faylanma ile Sivas Geri bindirmesinin gelişimi arasında ilişki olduğunu göstermektedir. Sivas geri bindirmesi boyunca kuzeybatıya doğru ilerleyen jipsler ve üzerindeki birimlerin tavanında bindirmenin tersi yönünde güneydoğuya doğru

bir pasif tavan normal faylanması gelişmiştir (Şekil 31). Bölgede yapılan arazi çalışmalarında İncesu formasyonunun tabanında yer alan temel kayalarında normal faylanma gözlenmemiştir. Bu veri İncesu formasyonunun tabanı boyunca bir kayma yüzeyinin geliştiğini ve buna bağlı olarak tavan bokta çökme grabenleri şeklinde normal faylanma sisteminin oluştuğunu göstermektedir. Bu ilişki normal faylanmanın bölgesel bir açılmadan daha çok yersel özellik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bölgesel ölçekte yapılan çalışmalarda normal faylanma örneklerinin saptanmamış olması da bu görüşü doğrulamaktadır.



Şekil 30. Sivas-Ankara karayolu kuzeyinde Sivas Geri bindirmesi tavan bloğunda yer alan Oligosen yaşlı Hafik formasyonu üzerindeki Üst Miyosen yaşlı Derindere çakıltası üyesinin eğim kazanmış olarak görünümü (Güneyden kuzeye bakış).



Şekil 31. İnceleme alanının batısında Sivas havaalanı yolu üzerinde Çelebiler köyü güneyinden alınan jeolojik kesit. İncesu formasyonu içerisinde gelişen normal faylar Sivas geri bindirmesinin tavan bloğunda bir pasif normal faylanma olarak gelişmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Sivas Tersiyer Havzasının orta bölümünün kuzeyinde yer alan inceleme alanında yüzeyleyen kaya birimleri bindirme tektoniği ile yoğun olarak deformasyona uğramışlardır. Sivas havzasının karmaşık tektonik deformasyon özelliklerinin ortaya konulması ile birlikte (Temiz ve diğ., 1993; Poisson ve diğ., 1996; Guezou ve diğ., 1996; Temiz, 1996) stratigrafik çalışmaların yeniden gözden geçirilmesi gereği ortaya çıkmıştır. Bölgede daha önce yapılan çalışmalarda bindirme tektoniği göz önüne alınmadığından stratigrafik istifler yanlış kurulmuş ve kalınlık saptamalarında hatalar ortaya çıkmıştır (örn. Kurtman, 1973; Atalay, 1987; Aktimur, 1986; 1988; Yılmaz ve diğ., 1989). İnceleme alanında yüzeyleyen masif jipsler Oligosen yaşlı Hafik formasyonu olarak tanımlanırken, bindirme tektoniği göz önüne alınmadan yapılan ayırtlama sonucunda Yılmaz ve diğ., (1989) tarafından Oligosen yaşlı Küçüktuzhisar ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Sarıtepe jipsleri olmak üzere iki formasyon elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen yeni tektonik model çerçevesinde bu formasyon adlamalarının yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir.

İnceleme alanının stratigrafisi birbirinden bindirme fayları ile ayrılmış bindirme örtüleri içerisinde ayrı olarak değerlendirilerek verilmiştir. Bindirme sisteminin ön ülkesinde bulunan temel kayaları üzerinde gelişen bu bindirme örtüleri içerisindeki kaya birimlerinden bazıları aynı yaşlı iken birbirleriyle ilksel ilişkileri allokton konumlarından dolayı korunamamıştır. Oligosen yaşlı Karayün ve Hafik formasyonlarının ilişkisi açık değildir. Aynı şekilde Alt Miyosen yaşlı, denizel ortamda depolanan Karacaören

formasyonu ile karasal ortam ürünü olan Akören formasyonlarının ilişkisi de açık değildir. Bu birimler aynı zaman diliminde farklı alanlarda depolanmış ve bindirme fayları ile bugünkü konumlarını almışlardır. Bu yeni veriler havzanın paleocoğrafisinin yeniden yapılandırılmasında dikkatle göz önüne alınmalıdır.

İnceleme alanındaki bindirme faylarının yaşlandırılmasında, kayastratigrafi birimlerinin bölgede daha önce yapılan çalışmalarda ayrıntılı olarak yaşlandırılması çok yararlı olmuştur. İncesu formasyonunun oldukça yaygın memeli fosil faunası içermesi yaşının Üst Miyosen olduğunu açık olarak ortaya koymaktadır. Bu veri inceleme alanındaki en genç bindirme fayı olan Sivas Geri bindirmesinin bu birimin depolanmasından sonra Alt Pliyosen’de oluştuğunu ortaya koymaktadır. Karatape Volkaniti K/Ar yöntemiyle yaşının Langiyen (15 My) olarak belirlenmesi, Çerçideresi bindirmesinin yaşının Langiyen sonrası olduğu, Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu tarafından örtülmesi ile de Serravaliyen yaşlı olduğu, görelî yaş ilişkisi ile saptanabilmektedir. Bu veriler bölgedeki tektonik deformasyonun Orta Miyosen (Serravaliyen) ve Alt Pliyosen olmak üzere iki zaman diliminde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

İnceleme alanında Poisson ve diğ. (1996) tarafından ilk kez tanımlanan bindirme fayları yeniden haritalanarak modellenmiştir. Bunun sonucunda Mescitli, Yenice bindirmeleri ve Çerçideresi tavan bindirmesinden oluşan Çerçideresi dupleksî tanımlanmıştır. Bu dupleksî yapısı Serravaliyen’de oluşmuş ve Alt Pliyosen’de kuzeye doğru yeni bindirme fayları olan Kılavuz ve Sivas geri bindirme fayları bir güneye eğimli imbrîke fan sistemi ile ortaya çıkmıştır. Bu imbrîke fan sistemi Orta Miyosen bindirme önünün Alt Pliyosen’de kuzeye doğru ilerlediğini göstermektedir. Bindirme sistemi içerisindeki fayların yaşlandırılması ile bindirme sisteminin gelişim sekansı öne doğru gelişim sekansı (piggy-back) olarak ortaya çıkarılmıştır.

İnceleme alanındaki bindirme sistemleri, güneyden kuzeye doğru gelişen bir geri bindirme sistemi olarak tanımlanmış ve “Sivas Geri Bindirme Sistemi” olarak adlandırılmıştır. Bölgesel bindirme yönü kuzeyden güneye doğru olduğu için kuzeye doğru gelişen bindirmeler geri bindirme sistemi olarak tanımlanmıştır. Deneysel modellerle yapılan deneştirmeler sonucunda bu sistemin havza istifi tabanında sert bir kütle oluşturan Kırşehir Masifi kayaları ve içerisine yerleşmiş Geç Kretase plutonları (Yılmaz, 1982; Boztuğ ve diğ., 2009) ve Eosen örtü kayalarının Poisson ve diğ (1996) güneye doğru havza çökellerinin tabanında ilerlemesi ile oluştuğu saptanmıştır.

İncesu formasyonu içerisinde saptanan normal faylanmasının Sivas geri bindirmesi ile eş zamanlı olduğu saptanmıştır. Gürsoy ve diğ., (1992) tarafından Kuvaterner olarak verilen faylanmanın Üst Miyosen sonrası olduğu ve yersel yayılım gösterdiği belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR

1. Sivas havzasının kuzey kesiminde Orta Miyosen ve Alt Pliyosen olmak üzere iki dönemde önemli bölgesel kısalmanın gerçekleştiği belirlenmiştir.
2. İnceleme alanında tektonik deformasyonun güneyden kuzeye doğru gelişen geri bindirme sistemi şeklinde gerçekleştiği saptanmıştır. Bu bindirme sistemi “Sivas Geri Bindirme Sistemi” olarak tanımlanmıştır.
3. Orta Miyosen bindirme sistemini temsil eden “Çerçideresi Dupleksi” ilk kez tanımlanmıştır.
4. Bölgede gelişen geri bindirme sisteminin kum kutusu modelleri ile karşılaştırması yapılarak Sivas geri bindirme sisteminin orojenik kuşağın “arka kenar” bölgesini temsil ettiği ortaya konmuştur.
5. Üst Miyosen yaşlı İncesu formasyonu içerisinde Sivas Bindirme örtüsünün tavanında gelişen normal fayların bindirme faylanmasıyla ilişki pasif tavan normal faylanması şeklinde geliştiği ortaya konmuştur.

DEĞİNİLEN BELGELER

Aktimur, H.T., 1986, Erzincan, Refahiye ve Kemah dolayının jeolojisi: MTA Rap., 7932, (yayımlanmamış), Ankara.

Aktimur, H.T., 1988, 1/100 000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi Sivas F-24 paftası. MTA 11s.

Aktimur, H.T., Tekirli, M.E., Ateş, S., Teoman, M.Ş., Yurdakul, M.E., Ürgün, B.M., Keçer, M., Turşucu, A., Genç, S., 1989, Niksar, Erbaa ve Destek dolayının jeolojisi: MTA Der. No.8894, Ankara (yayımlanmamış).

Almendinger, R. W., 1991, (FaultKinWin 1.2.2) kinematik analiz bilgisayar programı.

Atalay, Z., 1999, Sivas Tersiyer Havzasının Paleocoğrafik Evrimi (B-GB Sivas) MTA Dergisi 121, 153-173.

Atalay, İ., 1987, Türkiye Jeomorfolojisine Giriş, Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayınları No. 9, 2. Baskı, Bornava/ İzmir.

Boyer, S.E. ve Elliott, D., 1982, Thrust systems. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 66, 1196-1230s.

Boztug, D., Türksever, E., Heizler, M., Jonckheer, R.J., Tichomirowa, M., 2009, ^{207}Pb - ^{206}Pb , ^{40}Ar - ^{39}Ar and Apatite Fission-Track Geothermochronology Revealing the emplacement, Cooling and Exhumation History of the Karaçayır Syenite (N Sivas), East-Central Anatolia, Turkey. Turkish J. Earth Sci., 18, 109-125.

Butler, R.W.H., 1982, The terminology of structures in thrust belts. Journal of Structural Geology, 4, 239-245s.

Butler, R.W.H., 1987, Thrust sequences. Journal of the Geological Society, London, 144, 619-634.

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.

Çiner, A., Koşun, E. ve Peynoux, M., 2002, Fluvial, Evaporitic and Shallow-Marine Facies Architecture, Depositional Evolution and Cyclicity in the Sivas Basin (Lower to Middle Miocene), Central Turkey. Journal of Asian Earth Sciences 21, p. 147-165.

Çubuk, Y. ve İnan, S., 1998, İmranlı ve Hafik (Sivas) Güneyinde Miyosen Havzasının Stratigrafik ve Tektonik Özellikleri. MTA Dergisi 120, s. 45-60.

Egeran N., 1945, Türkiye maden yataklarıyla tektonik birlikler arasındaki münasebetler [Relation entre les unités tectoniques et les Giles métallifères de Turquie]. M.T.A. Mecm. No. 1/35, S. 40 ve 44.

Egeran, N. ve Lahn, E., 1951, Note on the tectonic position of the northern and central Anatolia: MTA Yayl., 41, 23-27.

- Erkan, E., Özer, S., Sümengen, M. ve Terlemez, T., 1978**, Sarız-Şarkışla-Gemerek-Tomarza arasının temel jeolojisi, MTA. Rap., no, 6546(yayımlanmamış).
- Gökçe, A. ve Ceyhan, F., 1988**, Sivas güneydoğusundaki Miyosen yaşlı jipsli çökellerin stratigrafisi, yapısal özellikleri ve oluşumu: Cumhuriyet Üniv. Müh. Fak., Yerbilimleri Derg., 5/1, 91-113.
- Gökten E., 1978**, Yassıpınar (Şarkışla) olistostromu: Türkiye Jeol.Kur.Bült.,21, 153-158.
- Gökten, E., 1983**, Şarkışla (Sivas) güney-güneydoğusunun stratigrafisi ve jeolojik evrimi. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 26, 167-176s.
- Gökten E., 1984**. Şarkışla (Sivas) yöresinin tektoniği: Jeoloji Mühendisliği Derg., 20, 3-9.
- Gökten, E., 1993**, Yıldızeli (Sivas) güneyinde Akdağ metamorfikleri ve örtü kayalarının stratigrafisi ve tektoniği. TJK Bulletin, 36, 1, p. 83-93.
- 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.
- Guezou, J.C., Temiz, H., Poisson, A. ve Gürsoy, H., 1996**, Tectonics of the Sivas basin:The Neogene record of the Anatolian accretion along the Inner Tauric suture. International Geological Review, 38, 901-925.
- Gürsoy, H., 1986**, Örenlice-Eskiköy (Sivas) yöresinin stratigrafik ve tektonik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas (yayımlanmamış).
- Gürsoy, H., Temiz, H., ve Poisson, A. M., 1992**, Recent faulting in the Sivas area (SivasBasin, Central Anatolia-Turkey). C.Ü. Müh. Fak. Derg., Seri A, Yerbilimleri, c. 9, s. 1, 11-17s.
- Gürsoy, H., Piper, J. D. A., Tatar, O. ve Temiz, H., 1997**, A paleomagnetic study of the Sivas basin, Central Turkey: Crustal deformation during lateral extrusion of the Anatolian block. Tectonophysics, 271, 89-105.
- İnan, S., 1988**, Tecer kireçtaşı formasyonunun yapısı hakkında bir yorum: Cumhuriyet Üniversitesi Müh. Fak. Derg. Seri A, Yerbilimleri, 5/1, 49-56, Sivas.
- İnan, S., 1993**, Sivas Baseni güneydoğusunun yapısal evrimi; C. Ü. Müh. Fak. Seri A, Yerbilimleri Derg. 10, 13-22, Sivas.
- İnan, S., Öztürk, A. ve Gürsoy, H., 1993**, Ulaş-Sincan (Sivas) yöresinin stratigrafisi; Doğa, Türk Yerb. Derg., 2, 1- 15, Ankara.
- Kaya, T. ve Forsten, A., 1999**, Late Miocene Ceratotherium and Hipparion (Mammalia, Perissodactyla) from D.zyayla (Hafik, Sivas), Turkey. Geobios 32, 743-748.

Kavak K. Ş. ve İnan S., 1996, Sivas havzası batı sınırının (Ağcakışla) stratigrafik özellikleri; Türkiye Jeoloji Bülteni, C. 39, Sayı 2, 119-130, Ağustos 1996.

Kavak, K.Ş., Inan, S., Poisson, A., Guezou, J.C., 1997, Tectonostratigraphy of the Southern Sivas Tertiary Basin (Central Turkey) and Comparison with Landsat MSS Imagery, International Geology Review, Vol.39, 353-364.

Koçyiğit, A. ve Beyhan, A., 1998, A New Intracontinental Transcurrent Structure: the Central Anatolian Fault Zone, Turkey. "Tectonophysics ", 284, p.317–336.

Kurtman, F., 1961, Sivas civarındaki jips serisinin stratigrafik durumu. MTA Dergisi No. 56, Ankara.

Kurtman, F. ve Akkuş, M., 1971, Inter-mountain basins in Eastern Anatolia and their oil possibilities. M.T.A. Bull., no. 77, pp. 1–9.

Kurtman, F., 1973, Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı bölgesinin jeolojik ve tektonik yapısı. MTA Dergisi, 80, 1-32s.

Okay, A.C., 1952, Sivas 62/1 paftası lövesi raporu: MTA Rap., 1995, (yayımlanmamış), Ankara.

Oktay, F. Y., Göktaşan, E., Sakıncı, M., Yaltrak, C., İmren, C., Demirbağ, E., 2002, The effect of North Anatolian Fault Zone to the latest connection between Black Sea and Sea of Marmara, Marine Geology, 190 (1-2), pp. 367–382.

Özçelik, O. ve Yalçın, N., 1999, Şarkışla güneyindeki (Sivas) Oligosen yaşlı kumtaşlarının Petrolojisi, C.Ü. Müh.Fak. Derg., Seri A-Yerbilimleri, c.15, s.1 41-50.

Özgül, N., 1981, Munzur dağlarının jeolojisi. MTA Raporu, No 6995, Ankara (yayımlanmamış).

Persson, K.S., Sokoutis, D., 2002, Analogue models of orogenic wedges controlled by erosion. Tectonophysics 356, 323–336.

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.

Poisson, A., Guezou, J.C., Temiz, H., Gürsoy, H., İnan, S., Öztürk, A., Kavak, K. ve Özden, S., 1996, Tectonic setting and evolution of the Sivas basin, Central Anatolia, Turkey. International Geological Review, 38, 838–853.

Poisson, A., Wernli, R., Lozouet, P., Poignant, A. ve Temiz, H., 1997, Nouvelles données stratigraphiques concernant les formations oligo-miocenes marines du bassin de Sivas (Turquie). C.R. Acad. Sci. Paris, 325, 869–875.

Sağiroğlu A., 2004, Ulaş-Sivas Batısında Deliler Fayının Tavan Bloğunun Tektonik Deformasyon Biçimi ve Kinematığı. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas (yayımlanmamış).

- Stchepinsky, V., 1939**, Faune miocène du vilayet de Sivas (Turquie): M.T.A. Monogr., No. 1, Ankara.
- Sungurlu, O., Soytürk, N.M., 1970**, Sivas havzası ve civarının jeolojik etüdü: TPAO Rap. No, 482 (yayımlanmamış).
- Suppe, J., 1983**, Geometry and kinematics of fault-bend folding. *American Journal of Science*, 283, 684-721s.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A., 1987**, Türkiye Diri Fayları ve Depremsellikleri, MTA rapor no 8174, 377 s., (yayınlanmamış).
- Şengör, A.M.C., 1980**, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları: Türkiye Jeol. Kur. Konferanslar dizisi,2, 40 s.
- Tatar, O., Temiz, H., Gürsoy, H. ve Guezou, J.C., 2003**, Orta ve Kuzey Anadolu Miyosen-Kuvaterner volkanizması ışığında Avrasya-Anadolu levhalarının çarpışması. TÜBİTAK Proje No: YDABÇAG-198Y092, 55s (yayımlanmamış).
- 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.
- Temiz, H., 1996**, Tectonostratigraphy and thrust tectonics of the central and eastern parts of the Sivas Tertiary basin, Turkey. *International Geology Review*, 38, 957-971.
- Yılmaz, P.O. ve Sungurlu, O., 1991**, Turkish Sedimentary Basins: Tectonic Framework and Hydrocarbon Potential, Ozan Sungurlu Symposium Proceedings Book, p. 2946.
- Yılmaz, A., 1980**, Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitlerin kökeni, iç yapısı ve diğer birimlerle ilişkisi. A.Ü. Fen Fak., Doktora tezi, 136s (yayımlanmamış).
- Yılmaz, A., 1982**, Dumanlıdağı (Tokat) ile Çeltekteği (Sivas) dolaylarının temel jeoloji özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu, MTA Rap.no. 7230, Ankara (yayımlanmamış).
- Yılmaz, A., Sümengen, M., Terlemez İ., ve Bilgiç T., 1989**, 1:100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritası Serisi Sivas G-23 Paftası: MTA yayını Ankara, 23 s.
- Yılmaz, A., 1994**, an example of post-collisional trough: Sivas Basin, Turkey; 10th. Petroleum Congress of Turkey, Ankara, Turkish Assoc. Petrol. Geol. Proceedings, 21-32, Ankara.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzoğlu, T., Ağan, A., Göç, D. ve Aydın, N., 1995**, Akdağ Masifi ve dolayının jeolojisi. *MTA Dergisi*, 117, 125-138.
- Yılmaz, Y., 1984**, Türkiye'nin jeolojik tarihinde magmatik etkinlik ve tektonik evrimle ilişkisi: Türkiye Jeoloji Kur. Ketin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 63-81.

Ziwegel, P., 1998, Arcuate accretionary wedge formation at convex plate margin corners: results of sandbox analogue experiments. *Journal of Structural Geology*, Vol. 20, No. 12, 1597-1609.

Güleç, E., 2007., www.sivas.gov.tr

ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 1981 yılında Gaziantep'in Nizip İlçesi'nde doğmuştur. İlköğretimini Nizip'te tamamlayan yazar ortaöğretimini Eskişehir Demiryolu Meslek Lisesinde tamamlamıştır. 1999 yılında TCDD 4. Bölge Müdürlüğü Bünyesinde Demirdağ Vagon Bakım Onarım Atölyesinde Revizör (Vagon Teknisyeni) olarak göreve başlamıştır. 2002 yılında başladığı Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümünden 2006 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Programına başlamıştır. Yazar, TCDD 4. Bölge Müdürlüğü-Yol Servis Müdürlüğü'nde Jeoloji Mühendisi olarak görev yapmaktadır.