

Niğde Masifi (Çamardı-Niğde) Tersiyer yaşlı örtü kayaçlarındaki Oligosen öncesi paleo-gerilme konumu

Ramazan DEMİRCİOĞLU* & Yaşar EREN**

*Niğde Üniversitesi Aksaray Müh. Fak., Jeoloji Müh. Böl., Aksaray

ramodem@yahoo.com

**Selçuk Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Jeoloji Müh. Böl., 42031, Kampus, Konya

erenyasar@hotmail.com

ÖZ: Bu çalışmada Çamardı çevresinde yüzeyleyen Paleosen-Eosen yaşlı Niğde Masifi örtü birimlerindeki paleo-gerilme konumunun kink kıvrımları kullanılarak ortaya konması amaçlanmıştır.

Yörede temeli Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı masife ait yüksek dereceli metamorfitle ve bunlar arasına sokulum yapmış Üst Kretase yaşlı granodiyoritler oluşturur. Bu topluluk Paleosen-Eosen yaşlı ve çok düşük dereceli başkalaşıma uğramış örtü kayaçları tarafından örtülür. Örtü kayaçları tektonostratigrafik konumlarına göre Celaller ve Eskiburç grubu olarak iki topluluktan yapıldır. Masife ait kayaçları uyumsuz olarak örten Celaller grubu, altta taban kırıntılılarından üste ise kireçtaşı-kırıntılı ar dalanmasından oluşmuştur. Bu grubu tektonik olarak üstleyen Eskiburç grubu ise Ulukışla havzasına ait magmatik kayaçlar ile flişoyid özellikli litolojiler ve merceksi kireçtaşlarını kapsamaktadır. Masif ve örtü birimleri Oligosen yaşlı karasal çökeller tarafından açılı uyumsuz olarak örtülür.

Paleosen-Eosen yaşlı kayaçlar Ulukışla havzasının Oligosen öncesindeki kapanmasına bağlı olarak en az üç evreli (D_1 , D_2 ve D_3) deformasyona uğramıştır. D_1 - evresinde Paleosen-Eosen yaşlı kayaçlar kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu olarak kıvrımlanmış, çok düşük dereceli olarak başkalaşmış ve klivajlanmıştır. D_2 - ve D_3 -evre deformasyonlar ise bu kayaçları tekrar deforme etmiş ve klivajlanmış kayaçlarda kesişen eksenli kink kıvrımları oluşturmuştur. Kısaltmalı tip kesişen kink kıvrımları kullanılarak gerçekleştirilen yapısal analizler en büyük kompresif asal gerilme ekseninin (σ_1), D_2 - evresinde $K50^0-65^0B$, $10^0-15^0 GD$; D_3 - evresinde ise $K-G$, $10^0-20^0 G$ yönelimli olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok evreli deformasyon, Kesişen kink kıvrımları, Niğde masifi, Örtü kayaçları, Paleo-gerilme

Pre-Oligocene paleo-stress orientations in the Tertiary cover rocks of Niğde Massif (Çamardı-Niğde)

Abstract: This study aimed to show paleo-stress orientations using the conjugate folds in the Paleocene-Eocene aged cover rocks of Niğde Massif around the Çamardı region.

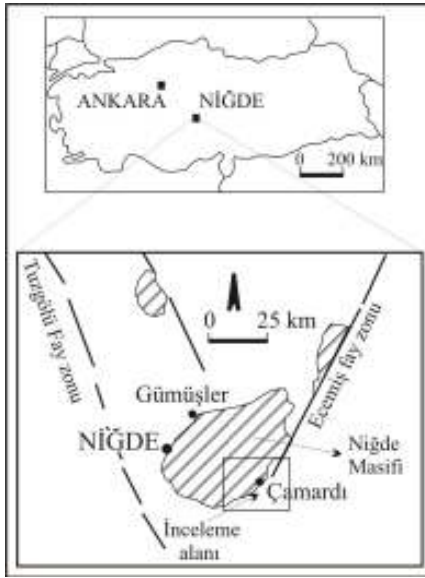
In the region, basement rocks include Palaeozoic-Mesozoic high-grade metamorphic rocks of the Niğde Massif, and Upper Cretaceous granodioritic intrusions. The basement rocks are overlain by Paleocene-Eocene very low-grade metamorphic rocks of the cover units. The cover rocks tectonostratigraphically can be divided into the two main groups, namely Celaller and Eskiburç groups. The Celaller group, resting on the basement with the nonconformity, is composed of coarse clastics at the base, and limestone-clastic alternations at the top. The Celaller group is overthrust by the Eskiburç group, which is made up of magmatic rocks, flyschoid units and lenticular limestone belonging to the Ulukışla basin. The basement and cover rocks of the massif are unconformably overlain by the Oligocene continental clastics.

The cover rocks have undergone at least three phases of deformations (D_1 , D_2 & D_3) during the closing of the Ulukışla basin before Oligocene time. The cover rocks were folded around the northwest-southeast oriented fold axis, metamorphosed under the very low grade metamorphic conditions and gained cleaved structures, during the D_1 -event. D_2 and D_3 - events re-deformed the cover units, and generated two different conjugate kink folds sets in the cleaved rocks. The structural analyses which were achieved using the reverse type conjugate kink folds indicate that the maximum compressive principal stress axis (σ_1) was oriented $K50^0-65^0B$, 10^0-15^0GD and $K-G$, 10^0-20^0G directions during the D_2 - and D_3 - events, respectively.

Key words: Poly-phase deformation, Conjugate kink folds, Niğde Massif, Cover rocks, Paleo-stress

1. Giriş

İnceleme alanı Çamardı (Niğde) ilçesi ve çevresinde yer alır (Şekil 1). Bu kesimde Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı Niğde Masifi'ne ait yüksek dereceli başkalaşım kayalar ile, bunlar arasına sokulum yapmış Kretase yaşlı granodiyoritik kayalar yörenin temelini oluşturur (Blumenthal, 1941; Viljoen ve İleri, 1973; Kleyn, 1968; Göncüoğlu, 1977; Dellaloğlu ve Aksu 1986).



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası (Bingöl, 1982'den sadeleştirilmiştir)

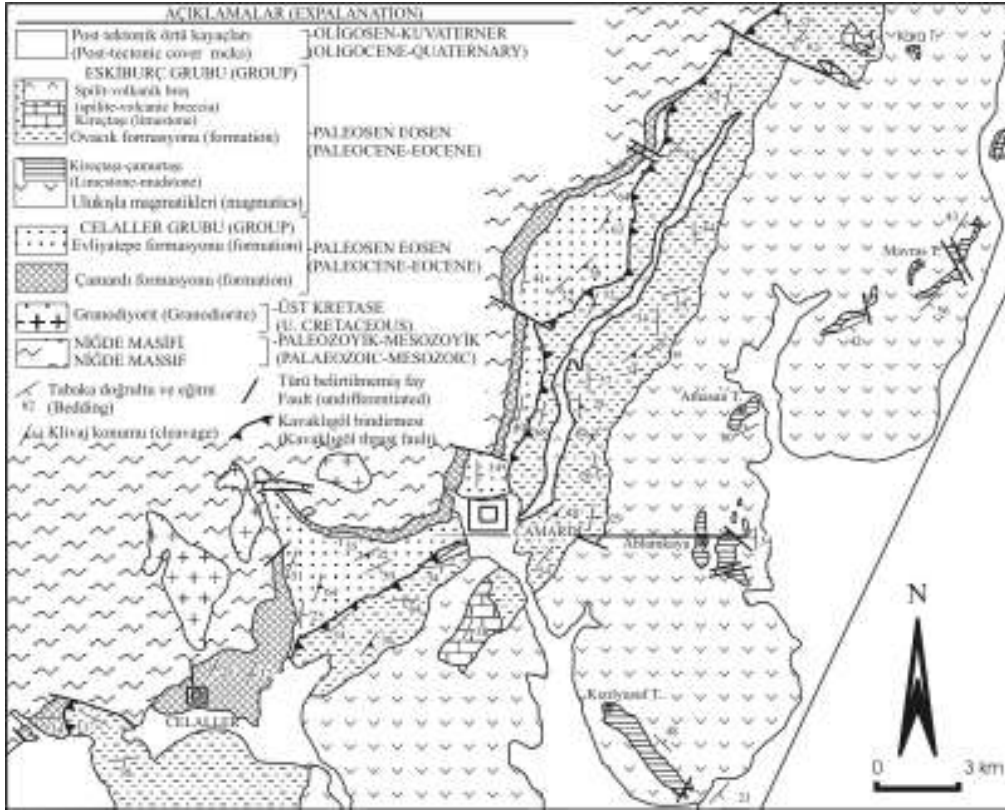
Niğde masifi, Çamardı civarında Paleosen-Eosen yaşlı Tuzgölü-Ulukışla havzasına ait düşük derecede başkalaşım uğramış kayalar tarafından uyumsuz olarak örtülür. Çalışma alanı ve çevresinde genellikle Niğde Masifi, Ecemiş fay zone ve Tuzgölü Ulukışla havzası ile ilgili stratigrafik çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Yetiş, 1978 ve 1987, Oktay, 1982; Baş ve diğ., 1986; Atabey ve Ayhan., 1986, Dellaloğlu ve Aksu 1986; Kuşçu ve diğ., 1992). Demircioğlu ve Eren (2000) ise, Paleosen-Eosen yaşlı örtü kayaları içinde gerçekleştirdikleri yapısal ağırlıklı çalışmalarında, söz konusu kayaların Ulukışla havzasının kapanmasına bağlı olarak en az üç evreli deformasyona uğradığını, ilk evre deformasyona çok düşük dereceli metamorfizmanın eşlik ettiğini ve örtü kayalarının bölgesel olarak yapraklandıklarını ortaya koymuşlardır. Deformasyonun, 2. ve 3. evrelerinde ise, örtü kayalarında yaygın olarak kesişen eksenli kink kıvrımlarının geliştiğini belirtmişlerdir.

Kink kıvrımları, düzlemsel kanatlara ve keskin köşeli eksen bölgelerine sahip asimetric kıvrımlardır. Kink kıvrımlarının eksen düzlemlerine kink düzlemi, asimetric kıvrımların kısa kanatlarında birbirine paralel iki kink düzlemi ile sınırlanmış zona ise kink bandı adı verilir (Johnson, 1956; Dewey, 1965; Ramsay 1962 ve 1967).

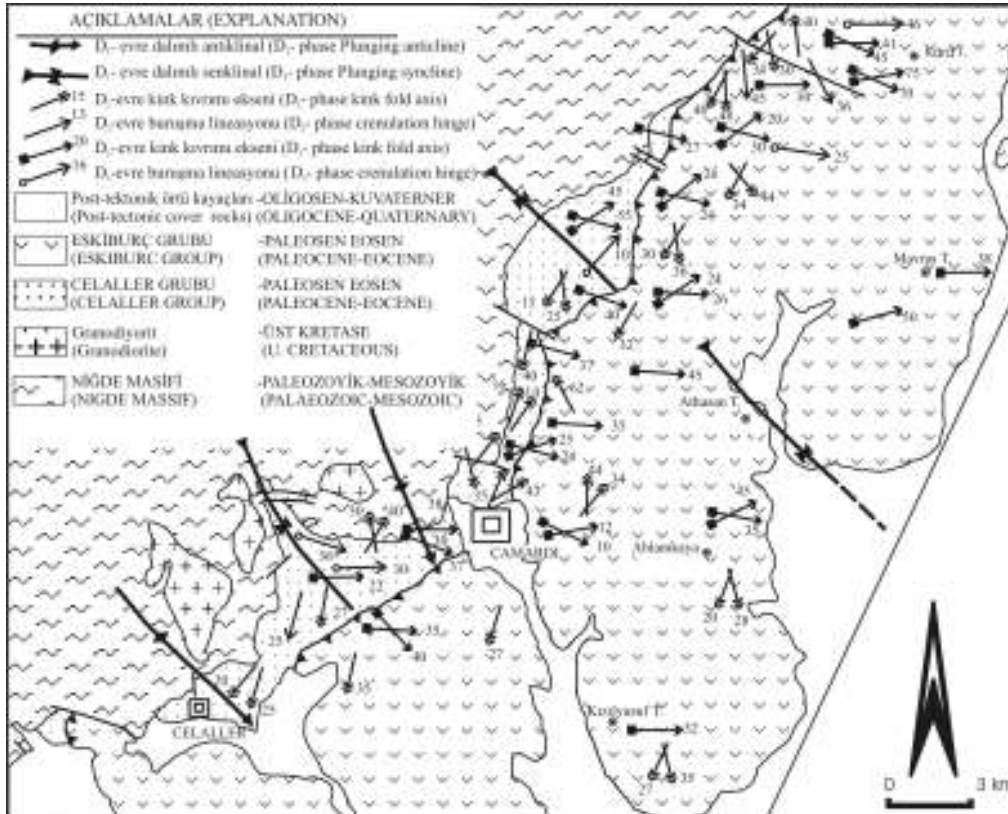
Doğal ve deneysel çalışmalar, düşük derecede başkalaşım uğramış ve yapraklanmış kayaların yapraklanma düzlemlerine paralel sıkıştırıldıklarında yaygın olarak kink bantlarının geliştiğini ortaya koymuştur (Johnson 1956, Dewey 1965, Donath 1968; Paterson ve Weiss 1966, Anderson 1964; Tobisch ve Fiske 1976; Swager 1985, Eren 1996 ve 1999). Kink bantları birbirine paralel bir takım şeklinde (monoklinal kink-bandı) gelişebildikleri gibi, birbirine eğimli iki takım şeklinde de (kesişen eksenli kink bandı) oluşabilirler. Kesişen eksenli kink bantları da (KEKB), kısılmalı (contractional) veya gerilmeli (ektensional) olmak üzere iki türe ayrılır (Ramsay ve Huber 1987). Kink bandı oluşumu ile gelişen boy kısalması genellikle küçük değerlidir. Kesişen ve monoklinal kink bantları kullanılarak, bu yapıları oluşturan gerilme sistemini ortaya koymak olasıdır (Ramsay 1962, 1967; Gay ve Weiss, 1974, Ramsay ve Huber 1987; Srivastava ve diğ., 1998). Ramsay (1962 ve 1967) ve Ramsay ve Huber 'e (1987) göre KEKB'larında (σ_1 , σ_2 , σ_3 , sırasıyla en büyük, orta ve en küçük kompresyonel asal gerilme eksenleri olmak üzere), σ_1 - KEKB'ları arasındaki geniş açının açısı ortayı, σ_2 - birbirine eğimli iki kink düzleminin arakesiti ve σ_3 - iki kink düzleminin arasındaki dar açının açısı ortayıdır. Bu çalışmada da Oligosen öncesinde Geç Eosen sonlarında, Paleosen-Eosen yaşlı kayaların D_2 - D_3 - evrelerinde deformasyonlarını sağlayan paleo-gerilme sistemlerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu amaçla, Çamardı çevresinde yüzeyleyen örtü birimlerindeki kink kıvrımları analitik olarak incelenmiş, yapısal öğelerinin konumları ölçülmüştür. Gerilme konumları belirlenirken sadece kısılmalı tür KEKB'ları kullanılmış ve tüm veriler eşit alan alt yarıküre izdüşüm diyagramlarında değerlendirilmiştir.

2. Stratigrafi ve Yapısal Jeoloji

Niğde masifi, yüksek dereceli metamorfizmaya uğramış Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı mermer, gnays, kuvarsit ve amfibolitlerden oluşmuştur. Masifin kayaları içine Kretase yaşlı granodiyoritik kayalar stok ve dayklar şeklinde yerleşmiştir (Kleyn, 1968; Viljoen ve İleri, 1973; Göncüoğlu, 1977 ve 1985). Paleosen öncesinde deformasyona ve yüksek dereceli başkalaşım uğramış Niğde masifi üzerine uyumsuzlukla Paleosen-Eosen yaşlı düşük dereceli başkalaşım uğramış kayalar gelmektedir. Tektonostratigrafik olarak bu örtü kayaları Eskiburç ve Celaller grubu (Kuşçu ve diğ., 1992) olmak üzere iki topluluğa ayrılır (Şekil 2 ve 3). Niğde masifini açılı uyumsuz olarak örten Celaller grubu alttan üste doğru birbiriyle yanal ve düşey geçişler sunan Çamardı ve Evliyatepe formasyonlarını kapsamaktadır. Paleosen-Eosen yaşlı Çamardı formasyonu (Yetiş, 1978), masif üzerinde iri taban kırıntılıları ile temsil edilir. Birimin kayalarını çok düşük derecede metamorfizma geçirmiş, çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı oluşturur. Çakıltaşları içinde, boyutu blok boyutuna varan masiften



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası



Şekil 3. İnceleme alanının basitleştirilmiş yapısal haritası

türeme kayalar ile granit parçaları yaygın olarak rastlanılır. Eosen yaşlı Evliyatepe formasyonu (Kuşçu ve diğ., 1992) ise alt kesimlerde kireçtaşı-kırıntılı ardalması ile temsil edilirken, üste doğru tümüyle kireçtaşlarına geçiş gösterir. Celaller grubu inceleme alanında Paleosen-Eosen yaşlı Ulukışla havzasına ait magmatik, flişoyid ve olistostromal özellikli kayalardan oluşmuş Eskiburç grubu tarafından Kavaklıgöl bindirmesi boyunca tektonik olarak üstlenir. Eskiburç grubu en altta, spilit, siyenit, monzonit ve piroklastiklerden şeklindeki Ulukışla magmatiklerinden (Oktay, 1982) oluşmuştur. Eskiburç grubu içinde merceksi geometri kireçtaşları da yer alır. Bu birim üste doğru flişoyid ve olistostromal özellikli alacalı renkli kırıntılı kayalardan oluşmuş Ovacık formasyonuna (Dellaloğlu ve Aksu, 1986) geçiş gösterir. Paleosen-Eosen yaşlı örtü kayaları, Oligosen-Kuvaterner yaşlı başkalaşıma uğramamış kayalar tarafından açılı uyumsuz olarak örtülür (Şekil 2).

Niğde masifine ait kayalar Paleosen öncesindeki orojenik hareketlerden etkilenerek yüksek dereceli başkalaşıma ve çok evreli kıvrımlanmaya uğramıştır (Göncüoğlu, 1977 ve 1985). Paleosen-Eosen yaşlı örtü kayaları ise D₁- D₂- ve D₃- ile simgelenen en az üç evreli deformasyondan etkilenmiştir (Demircioğlu ve Eren, 2003). D₁- evresinde Paleosen-Eosen yaşlı kayalar masife ait temel kayaları ile beraber deforme olmuş ve harita ölçeğinde kasp ve lob yapısı oluşturmuştur (Şekil 2 ve 3). Bu evrede oluşan harita ölçeğindeki kıvrımların gidişleri KB-GD yönelimli ve GD'ya dalımlıdır. D₁- evre deformasyona çok düşük dereceli metamorfizma da eşlik etmiş, ve kıvrımların (B₁) eksen düzlemleri ile ilişkili bölgesel ölçekli yapraklanma (S₁) gelişmiştir. D₂- evre deformasyonla ilk oluşan kıvrımlar deforme olurken, özellikle klivajlanmış kayalarda kesişen ve monoklinal eksenli kink kıvrımları ve buruşma lineasyon ve klivajları gelişmiştir. D₃- evre deformasyon, önceki düzlemsel ve çizgisel yapıları tekrar deforme ederken, yine klivajlanmış kayalarda kesişen ve monoklinal kink kıvrımları ve seyrek olarak buruşma lineasyon ve klivajları geliştirmiştir.

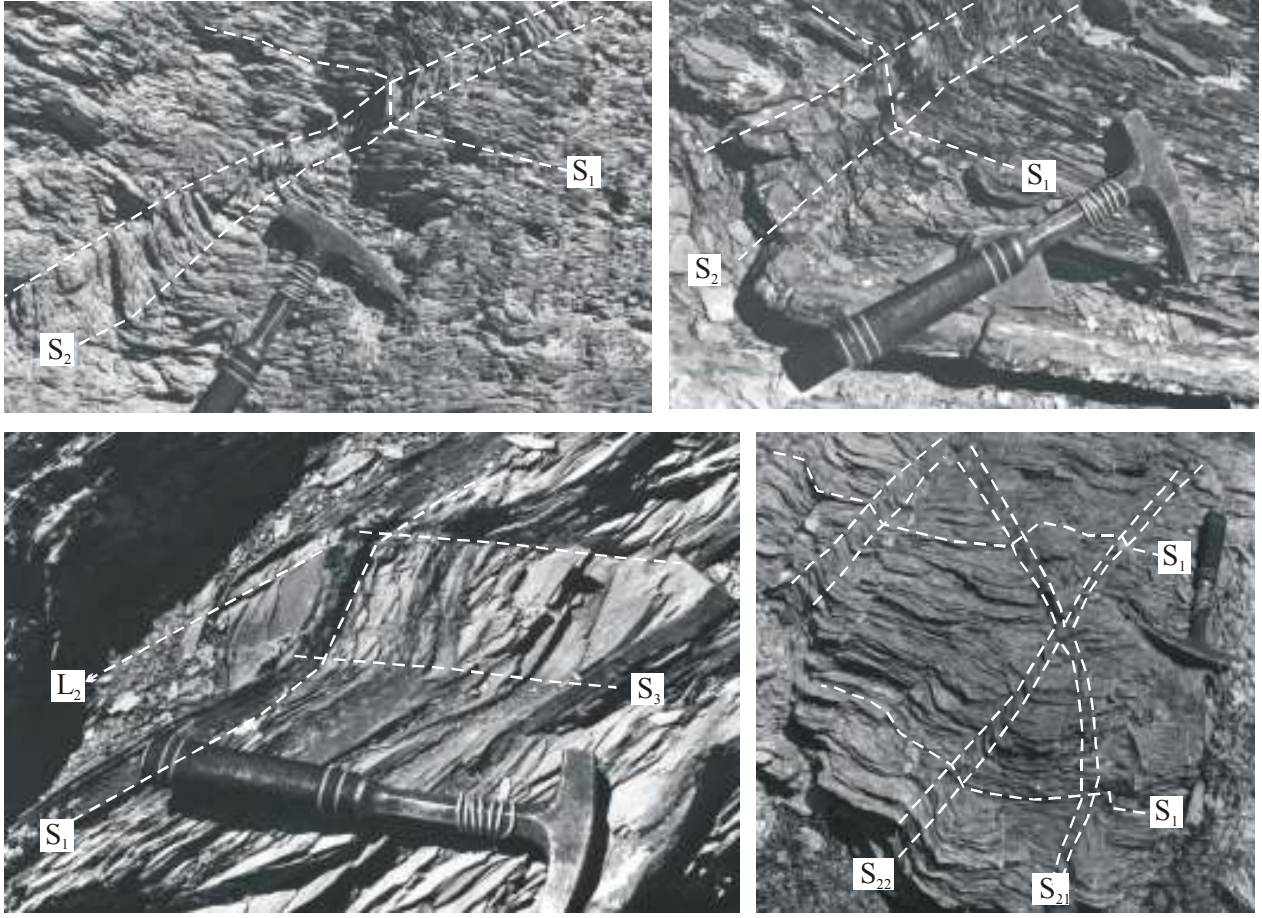
Kink Kıvrımlarının Genel Özellikleri

İnceleme alanında kink kıvrımlarına hem Cellaler grubu, hemde Eskiburç grubuna ait kayalarda rastlanılmaktadır (Şekil 4 ve 5). D₂- ve D₃- evre deformasyon evreleri klivajlanmış kayalarda kink bantları oluştururken, diğer kayalarda açık ve geniş geometri kıvrımlar oluşturmuştur. Kink kıvrımları, sık düze yapraklanmış kayalardan yapraklanma sunmayan kayalara geçtiğinde, yay geometri ve asimetric kıvrımlarla yer değiştirir. Kink bantlarının genişliği mm ile 20 cm, boyları ise genişliklerine bağlı olarak birkaç dm ile birkaç m arasında değişmektedir. Yapraklanma düzlemleri üzerinde gözlenen kink eksenlerinin uzununu ise 10⁷mye kadar varabilmektedir (Şekil 4a, b, c ve d). D₂- ve D₃- evre kink kıvrımları aynı yüzlekte beraber gözlenebildikleri gibi genelde farkı yüzlekte izlenirler. Yine arazi yüzlelerinde, bir evreye ait kesişen kink kıvrımı takımlarından biri daha yaygın gelişirken, ikinci takıma daha az rastlanır. İki takımın beraber gözlemlenmeleri

yerlerde birkaç dm genişliğinde kesişen eksenli kink kıvrımları oluşmuştur (Şekil 4; Şekil 5a ve b). Oluşan kesişen eksenli kink kıvrımları nadir olarak ortorombik (Ramsay, 1962) simetri sunarken genelde monoklinik ve triklinik simetridirler. Kink kıvrımları, Celaller grubunun özellikle alt ve orta seviyelerinde iyi klivajlanmış sleyt-fillit türü kayalar ile kalkıştelerde yaygınlık sunar. Bu grup içinde kink kıvrımları en yaygın ve güzel örnekleriyle Çamardı ilçesinin 100 m kuzeybatısında izlenir. Eskiburç grubu içerisinde ise Ovacık formasyonunun metapelitik kesimlerinde özellikle Evliyatepe ve Karatepe arasındaki yüzlelerinde yaygındır. Kesişen eksenli kink kıvrımlarının eksenleri arasındaki açı 0⁰ ile 40⁰ arasındadır. İnceleme alanında kink bantlarıyla buruşma lineasyonları arasında da yakın bir ilişki bulunur. Kink kıvrımlarına göre daha seyrek izlenen buruşma lineasyonları gözlemlenilen yerlerde, kesişen eksenli kink kıvrımlarının kıvrım eksenlerinden birine paralel olarak gözlenir. Bazı yüzlelerde, bir takıma paralel izlenirken, başka bir yüzlekte diğer bir takıma paralel olarak gelişmişlerdir. Hem D₂- hem de D₃- evre kink sistemlerinde aynı özellikler izlenir. Mikroskopik incelemelerde, D₂- ve D₃- evre kink kıvrımları eksen yüzeyleri ile bu evrelerle ilişkili buruşma klivajları düzlemlerine paralel herhangi bir metamorfik minerala rastlanmamıştır. Bu da söz konusu yapıların post metamorfik süreçlerde geliştiğini belgelemektedir. Kink kıvrımlarında S₁- düzlemleri genelde süreklilik sunarken, bazı kink bantlarında kink düzlemleri kırık düzlemleri şeklindedir. Bant içinde ve dışındaki yapraklanma düzlemleri birbirinden bu kırık düzlemleri ile ayrılmıştır. Yine seyrek olarak kink kıvrımlarının gözlemlenilen yerlerde, iyi yapraklanmış kayalarda simetric ve asimetric özellikli şevron ve zigzag kıvrımları da izlenir (Şekil 5c). Bazı kink kıvrımlarında kink düzlemlerine paralel olarak yerleşmiş kalınlığı 1 cm'yi geçmeyen genelde kuvars yer yer kalsit mineralleri ile dolgunlaşmış küçük damarlar da bulunur.

Kink Kıvrımları ve Paleo-Gerilme İlişkisi

İnceleme alanı, Kink bantlarından paleogerilme yönelimlerinin belirlenmesi için yörelin tektonostratifisine uygun olarak iki asalana bölümlendirilmiştir. Kavaklıgöl bindirmesi ile ayrılan bu iki asalanda kink kıvrımlarına ait çizgisel ve düzlemsel yapısal elementler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yine her iki asalanda D₂- ve D₃- evreye ilişkin kink kıvrımları bükme ve bükülme ilişkisine göre ayrılmış (Şekil 5d ve e, bu kesimde yönelimleri ölçülmüş, her iki evre kink sistemlerinin beraber gözlenmedikleri yerde, birbirlerinden ayırdımı yönelimleri göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Yine gerilmeler hesaplanırken sadece kesişen eksenli kink kıvrımları kullanılmıştır. İnceleme alanında arazide ölçülen D₂- ve D₃- evreye ilişkin kink kıvrımlarının gidişleri Şekil 3'te gösterilmiştir. Paleosen-Eosen yaşlı Celaller grubuna ait kayaların yüzlelediği asalanda, kink kıvrımlarının üzerinde geliştiği S₁- düzlemleri K76⁰D, 32⁰KD konumlu bir tektonik eksen etrafında kıvrımlanmıştır (Şekil 6a).



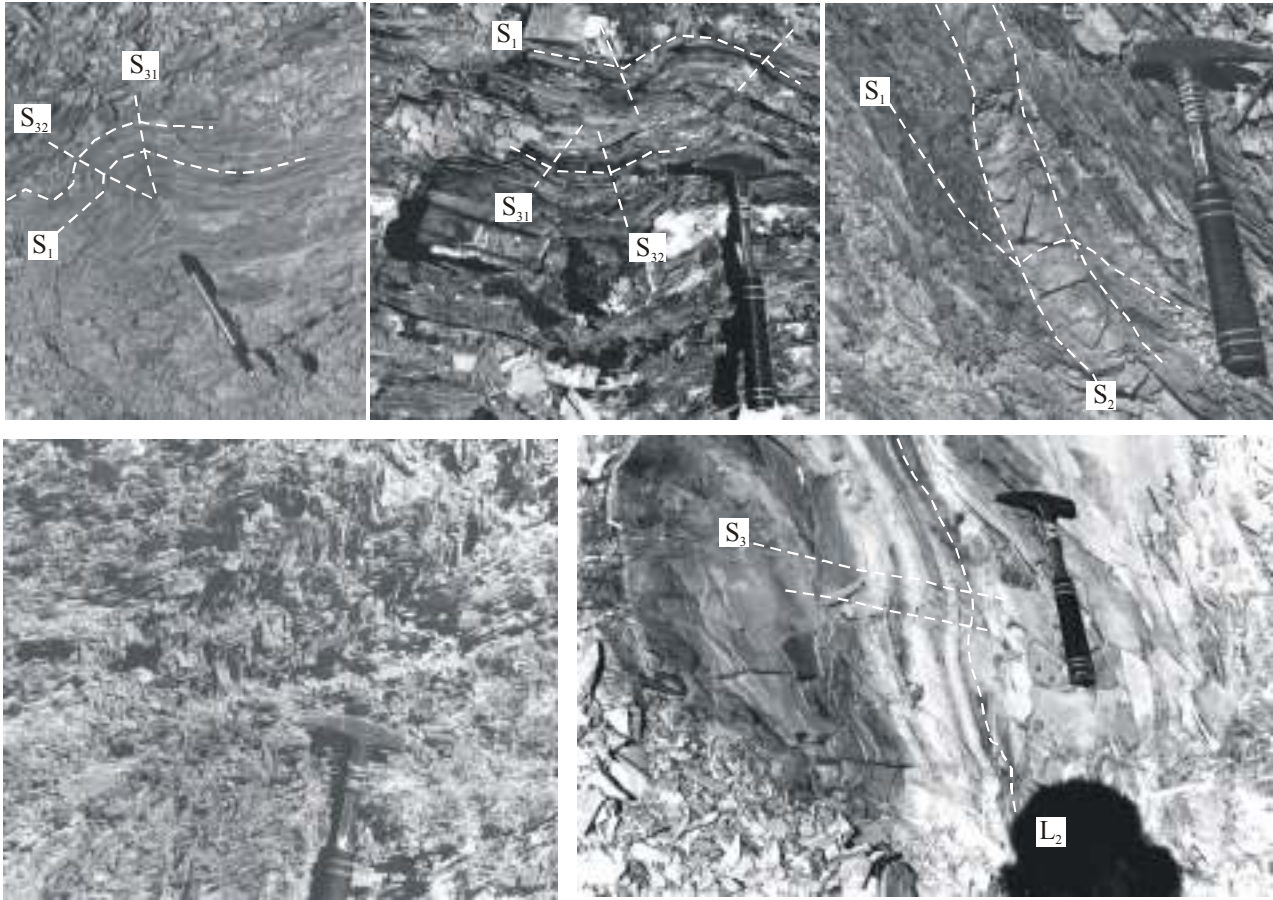
Şekil 4. a) Çamardı formasyonuna ait yapraklanmış (S_1) sleytlerde izlenen monoklinal kink bandı (S_2). **b)** Ovacık formasyonunun sleyt ve metakumtaşlarındaki S_1 - yapraklanma düzlemlerinde izlenen monoklinal kink bandı (S_2). **c)** Ovacık formasyonuna ait klivajlanmış (S_1) kayalarda gözlenen monoklinal kink bandı (S_3) ve kink kıvrım eksenini (L_3), **d)** Sleytlerin S_1 - düzlemleri üzerinde gelişmiş kesişen eksenli kink bantları (S_{21} , S_{22})

S_1 - düzlemleri bu aslında oldukça dağılım sunmakla beraber $K16^0B$, 20^0KD egemen konumuna sahiptir. Bu aslında D_2 - evresine ilişkin kink kırım eksenleri L_{21} - $K58^0D$, 38^0KD , L_{22} - $K24^0D$, 23^0KD yönelimlidir (Şekil 6b). D_3 - evresine ilişkin kink eksenleri ise L_{31} - $D-B$, 29^0D ; L_{32} - $K63^0B$, 32^0GD gidişlerinde yoğunlaşmıştır. Bu alanda Kink kıvrımlarının eksen yüzeyleri oldukça dağılım sunmakta ancak egemen olarak $K63^0B$, 52^0KD konumunda yoğunlaşma göstermektedir (Şekil 6c).

Buruşma lineasyonları da (L_2 - ve L_3 -) $K28^0D$, 10^0KD ve $K55^0B$, 20^0GD gidişlerinde yoğunlaşma sunar (Şekil 6d). Yaklaşık 30 adet istasyonda kesişen eksenli kink bantlarından hesaplanan σ_1 - gerilme eksenleri D_2 - evresinde $K55^0B$, 15^0GD ; D_3 - evresinde ise $K-G$, 20^0G yönelimlidir (Şekil 6e). Aynı aslında σ_2 - gerilme eksen konumları D_2 - evresinde $K30^0D$, 32^0KD ; D_3 - evresinde ise $K87^0B$, 18^0KB , gidişlerinde egemen yönelim sunar (Şekil 6f). Aynı aslında σ_3 - gerilme eksen konumları ise D_2 - evresinde $K56^0D$, 49^0GB ; D_3 - evresinde ise $K86^0D$, 71^0KD , gidişlidir (Şekil 6g). Yukarıda verilen yapısal analizler, otokton konumlu Paleosen-Eosen yaşlı Celaller grubuna ait kayaların D_2 - ve D_3 - evrelerinde yaklaşık yatay konumlu kabuk gerilmelerinden etkilenerek

deforme olduklarını göstermektedir. Celaller grubunu tektonik olarak üstleyen Eskiburç grubuna ait S_1 - düzlemlerine ilişkin nokta-kontur diyagramı ise bu düzlemlerin $K7^0B$, 50^0GD tektonik eksen konumu etrafında kıvrımlanarak deforme olduklarını belgelemektedir (Şekil 7a). S_1 - düzlemleri bu aslında da oldukça dağılım sunmakla beraber $K45^0D$, 68^0GD egemen konumdadır. Bu aslında L_{21} - ve L_{22} - kink kıvrım eksenlerinin yönelimi $K52^0D$, 40^0GB - $K40^0B$, 50^0GD arasında değişirken egemen olarak $K14^0B$, 45^0GD gidişinde yoğunlaşmıştır (Şekil 7b). D_3 - evresine ilişkin L_{31} - L_{32} - kink kıvrımı eksenlerinin yönelimi ise $K50^0B$, 50^0GD - $K80^0D$, 50^0KD arasında değişmekte ve $K80^0B$, 52^0GD yöneliminde yoğunlaşmaktadır (Şekil 7b). Bu aslında S_1 - düzlemlerinin egemen olarak D_2 - evresindeki kıvrımlanmadan etkilendiğini göstermektedir (Şekil 7a ve d). Bu evreye ilişkin kink kıvrımı eksen düzlemleri ise yine çok evreli deformasyona uğramış yörelere özgü bir şekilde farklı konumlarda yoğunlaşma sunmaktadır (Şekil 7c). Egemen olarak gelişmiş kink bandı konumu ise $K20^0D$, 75^0G dur. Bunun yanısıra $K13^0B$, 57^0GB ve $K33^0B$, 62^0KD konumlu kink bantları da gözlenmektedir. Bu aslında ölçülen buruşma lineasyonları da L_2 -

evresinde K17⁰B, 47⁰GD; L₃- evresinde ise K56⁰B, 44⁰GD ortalama gidişi sunmaktadır (Şekil 7d).



Şekil 5. a) Çamardı formasyonu içindeki sleytlerde gözlenen kesişen eksenli kink kıvrımı (S₃₁-S₃₂), **b)** Ovacık formasyonuna ait sleyt ve metakumtaşı ardalanması içindeki kesişen eksenli kink kıvrımları (S₃₁-S₃₂), **c)** Evliyatepe formasyonu içindeki kalkfillitlerde izlenen zig-zag geometrilili kıvrımlar, **d)** D₂- evresinde deforme olmuş D₂- evre kink-bandı (Çamardı formasyonu), **e)** Üçüncü evre kink kıvrımlarıyla (S₃) deforme olmuş D₂- evre kink kıvrım eksenleri (L₂), Ovacık formasyonu.

Eskiburç grubu içindeki yapraklanmış kayalarda yaklaşık 40 adet kesişen eksenli kink kıvrımları kullanılarak belirlenen σ_1 - gerilme eksenli D₂- evresinde K67⁰B, 14⁰GD, D₃- evresinde ise K-G, 9⁰G yönelimlidir (Şekil 7e). σ_2 - eksenleri ise D₂- evresinde K20⁰D, 23⁰KD, D₃- evresinde K87⁰B, 3⁰KB gidişlidir (Şekil 7f). σ_3 - gerilme eksenleri D₂- evresinde ve D₃- evreleri için sırasıyla K64⁰D, 70⁰GB, K80⁰D, 56⁰KD yönelimi sunar (Şekil 7g). Bu aslında da maksimum asal gerilme ekseninin yatay konumlu olduğu, dolayısıyla Eskiburç grubuna ait kayaların yaklaşık yatay konumdaki maksimum gerilmelerden etkilenerek deforme olduklarını göstermektedir.

Kesişen eksenli kink kıvrımlarının geometrik analizi sonucu belirlenen maksimum asal gerilme eksenlerinin inceleme alanındaki dağılımı Şekil 6'da verilmiştir. Her iki aslında da, D₂- evresinde kink eksenlerinin yaklaşık Kavaklıgöl bindirmesine paralel olduğu ve σ_1 - maksimum asal gerilme ekseninin Kavaklıgöl bindirmesinin harita üzerindeki gidişine yaklaşık dik olarak yöneldiği gözlemlenmektedir (Şekil 8). Ayrıca arazi gözlemleri, gerek Celaller gerekse

Eskiburç grubu içinde kink kıvrımlarının Kavaklıgöl bindirmesine yakın kesimlerde yaygınlık sunduğunu göstermiştir. Bu durum her iki yapının oluşum açısından ilişkili olduğunu kanıtlar. Diğer bir deyişle D₁- evresinde kuzeydoğu-güneybatı gidişli kabuk kısalması etkisinde kalarak kıvrımlanan ve klivajlanan Paleosen-Eosen yaşlı kayalar (Demircioğlu ve Eren, 2000), D₂- evresinde Eskiburç grubunun Celaller grubu üzerine güneydoğudan kuzeybatıya doğru olan tektonik taşınmaları esnasında tekrar deforme olmuştur. D₁- evresinde oluşan klivajların, bindirme sürecinde yönelimini değiştirmesi ve yaklaşık yatay konumlu maksimum asal gerilme eksenine paralel yarı paralel konum alması da, bu kayalarda D₂- evresinde kesişen eksenli ve monoklinal kink kıvrımları oluşturmuştur. D₃- evresinde ise kuzey-güney gidişli gerilmeler etkisinde Paleosen-Eosen yaşlı kayalar tekrar deforme olmuş ve bu kayalar kuzey-güney yönlü kısalarak kıvrılmışlardır. İnceleme alanında bu yapılar en genç olarak Üst Eosen yaşlı kayalarda gözlenirken, bu birimleri açılı uyumsuz olarak örten Oligosen-Miyosen yaşlı (Yetiş, 1978) kayalarda gözlenmemektedir. Bu da söz konusu gerilme

sistemlerinin Oligosen öncesinde etkiğini kanıtlamaktadır.

SONUÇLAR

Bu çalışma ile Çamardı (Niğde) çevresinde yüzeyleyen ve Niğde Masifinin örtü kayaçlarını oluşturan, düşük dereceli başkalaşıma uğramış Paleosen-Eosen yaşlı örtü kayaçlarındaki kink kıvrımlarının geometrik özellikleri ortaya konmuş ve tanımlanmıştır. Buna göre, yöredeki örtü kayaçlarının sünümlü-gevrek davranışı geçişindeki D₂- ve D₃- deformasyon evrelerinde, mostra ölçeğinde monoklinal ve kesişen eksenli kink kıvrımları oluşmuş ve bu kıvrımların eksenlerinden birine paralel olarak buruşma lineasyonları gelişmiştir. Yapısal analizler, bu kayaçların Oligosen öncesindeki deformasyonları esnasında σ_1 - en büyük gerilme eksen konumu; D₂- evresinde K50⁰-65⁰B, 10⁰-15⁰ ve D₃- evresinde K-G, 10⁰-20⁰ G olarak belirlenmiştir. D₂- evre kink kıvrımlarının geometrik ve genetik açıdan Kavaklıgöl bindirmesi ile ilişkili olduğu ortay konmuş ve bu evredeki kink kıvrımlarının yöredeki kayaçların güneydoğudan kuzeybatıya doğru tektonik taşınmaları esnasında geliştiği sonucuna varılmıştır.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Anderson, T.B., 1964. Kink-bands and related geological structures. *Nature*, 202, 272-274.
- Atabey, E. ve Ayhan, A., 1986. Niğde, Ulukışla, Çamardı, Çiftehhan yöresinin jeolojisi. MTA, Derleme Rapor No. 8064. 60s (yayınlanmamış)
- Baş, H., Ayhan, A., ve Atabey, E., 1986. Ulukışla – Çamardı (Niğde) volkanitlerinin bazı petrolojik ve jeokimyasal özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 29/1, 27-34.
- Bingöl, E., 1989. Türkiye Jeoloji Haritası (1/2000000 ölçekli). MTA Genel Müdürlüğü basımı, Ankara.
- Blumenthal, M.M., 1941. Niğde ve Adana vilayetleri dahilindeki Torosların jeolojisine bakış. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*, B6, 95s.
- Dellaloğlu, A.A. ve Aksu, R., 1986. Ereğli (Konya) – Ulukışla – Çiftehhan – Çamardı (Niğde) dolayının jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO, Rapor No. 220s (yayınlanmamış).
- Demircioğlu, R. ve Eren, Y., 2000. Çamardı (Niğde) civarında Niğde Masifi örtü birimlerinin yapısal özellikleri. Haymana-Tuzgözü-Ulukışla basenleri uygulamalı çalışma (Workshop), N.Ü. Aksaray Mühendislik Fakültesi, Aksaray, Bildiri özleri, s. 6.
- Dewey, J.F., 1965. Nature and origin of kink bands. *Tectonophysics*, 1, 459-494.
- Donath, F.A., 1968, Experimental study of kink-bands in Martinsburg slate, *Researches in Tectonics*, A.J. Baer and D.K. Norris (eds), Geological Survey of Canada, 68-52, 255-288.
- Eren, Y., 1996. Structural features of the Bozdağlar Massif to the south of Iğın and Sarayönü. *Geological Bulletin of Turkey*, 39, 49-64.
- Eren, Y., 1999, Bozdağlar Masifinde kink-bantları ve yapısal önemleri, Fırat Üniversitesinde

Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 22-32.

- Gay, N.C. ve Weiss, L.E., 1974. The relationship between principal stress directions and the geometry of kinks in foliated rocks. *Tectonophysics*, 21, 287-300.
- Göncüoğlu, M.C., 1977, *Geologie des Westlichen Niğde Massivs*. Univ. Bonn, Ph.D. Thesis, 181s.
- Göncüoğlu, M.C., 1985. Niğde Masifi batı yarısının jeolojisi. MTA, Derleme Rapor No. 5883 (yayınlanmamış).
- Johnson, M.R.W., 1956. Conjugate fold systems in the Moine thrust zone in the Lochcarron and Coulin Forest areas in Wester Ross. *Geological Magazine*, 93, 345-350.
- Kleyn, P.H. van der., 1968. Field Report on the geological and geochemical prospection in the Niğde – Çamardı Massiv. MTA Maden Etüd Rapor No. M-174 (yayınlanmamış).
- Kuşçu, İ., Erler, A. ve Göncüoğlu, M.C., 1993. Geology of the Çamardı (Niğde-Turkey) region. *Geosound*, 23, 1-16.
- Oktay, F.Y., 1982, Ulukışla ve çevresinin stratigrafisi ve jeolojik evrimi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 25, 15-23.
- Paterson, M.S. ve Weiss, L.E., 1966. Experimental deformation and folding in phyllite. *Geological Society of American Bulletin*, 77, 343-374.
- Ramsay, J.G., 1962. The Geometry of conjugate fold systems. *Geological Magazine*, 99, 516-526.
- Ramsay, J.G., 1967. *Folding and Fracturing of Rocks*, McGraw-Hill, New York, 568 s.
- Ramsay, J.G. ve Huber, M.I., 1987. *The Techniques of Modern Structural Geology*, vol. 2, Academic Press, London, 391 s.
- Srivastava, D.C., Lisle, R.J., Imran, M. ve Kandpal, R., 1998. The kink-band triangle: a triangular plot for paleostress analysis from kink-bands. *Journal of Structural Geology*, 20/11, 1579-1586.
- Swager, N., 1985. Solution transfer, mechanical rotation and kink-band boundary migration during the crenulation cleavage development. *Journal of Structural Geology*, 7, 421-429.
- Tobisch, O.T. ve Fiske, R.S., 1976. Significance of conjugate folds and crenulations in the central Sierra Nevada, California. *Geological Society of American Bulletin*, 87, 1411-1420.
- Viljoen, R.P. ve İleri, S., 1973, The geology and mineralization of partions in the Pozantıdağı (Niğde) Massif of south Central Turkey. *Johannesburg Consol. Invest. Co. Ltd. Geol. Res. Dept.*, Rapor No. 39, 59s (yayınlanmamış).
- Yetiş, C., 1978. Çamardı (Niğde) yakın ve uzak dolayının jeoloji incelemesi ve Ecemiş Yarılım Kuşağı'nın Maden Boğazı – Kamışlı arasındaki özellikleri. İ.Ü.F.F. Doktora Tezi., 164s (yayınlanmamış).
- Yetiş, C., 1987. Çamardı (Niğde) alanındaki Oligosen – Miyosen yaşlı çökellerin fasiyes ve ortamsal özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 30, 1-8.

