



Batı Raman Antiklinalinde Hoya Formasyonunun Çatlak Sınıflandırılması ve Hazne Kaya Açısından Değerlendirilmesi

Fracture Classification and Evaluation of Reservoir Rock in The Hoya Formation on Western Raman Anticlinal

BEDİH GÜMÜŞ¹ ORCID 0009-0002-8242-5514

ULVİ CAN ÜNLÜGENÇ² ORCID 0000-0002-4092-7041

AHMET CAN AKINCI² ORCID 0000-0002-6608-6607

¹Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Arama Daire Başkanlığı, Ankara

²Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sarıçam, Adana

Geliş (received): 02/11/2023

Kabul (Accepted): 03/12/2024

ÖZ

Çalışma bölgesi Güneydoğu Anadolu'da X. Petrol Bölgesi içinde yer almaktadır. İnceleme alanı, Batman ilinin yaklaşık 3 - 5 kilometre güneyinde yer almakta olup, Güneydoğu Anadolu bölgesinde yaygın olarak yüzlekler veren ve başlıca kireçtaşı ve dolomitten oluşan Orta-Geç Eosen yaşlı Hoya formasyonu ile temsil edilmektedir. Bu incelemede, bölgedeki bindirme kuşağının güneyinde yer alan ve sıkışma tektoniği sonucu oluşan Batı Raman Antiklinalindeki karbonatça zengin Hoya formasyonundaki çatlaklar incelenmiştir. Petrol üretim alanı olan Batı Raman Antiklinali, güneyde KB-GD yönlü normal faylarla sınırlanmıştır. Bölgenin incelenen sismik yansıma verilerinde bazı alanlarda yüksek açılı ters faylanmalara da rastlanılmaktadır. Hoya Formasyonu Güneydoğu Anadolu'da yüzeylendiği yerlerde, genelde dik yarılar oluşturan kireçtaşları ve bunların diyajenetik değişimleri ile oluşan zayıf-iyi hazne kaya özelliği sunan dolomitlerden oluşmaktadır. Kireçtaşları; krem, bej, beyaz, kirli beyaz renkli, ince-orta-kalın tabakalı, sert-sertçe, yer yer çörtlü, bol küçük ve iri bentik foraminiferli, algli, yer yer kötü ve iyi gözenekli olup, istifin alt ve orta kesimler kısmen dolomitiktir. Dolomitler ise, beyaz, krem, grimsi beyaz renkli, sert-sertçe, ince-kalın tabakalı, ince-orta kristalli, yer yer şeker dokulu, ilksel dokudan kalma fosil izli, çört nodülleri halinde ara bantlı, ince kalsit damarlı ve erime gözeneklidir. Hoya formasyonu, sınırlı, yarı sınırlı sığ epikontinental denizden, sığ normal açık

deniz ve şelf kenarı/önü ortamlarının fasiyeslerini içermektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde etkili olan Arap Levhasının kuzey kesimlerini etkileyen tektonik olayların meydana getirdiği çatlak ve eklemeler incelenmiş, çatlaklar sınıflandırılarak modellenmeye gidilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneydoğu Anadolu, Batı Raman, Hoya Formasyonu, Çatlak Modellemesi

Ulvi Can ÜNLÜGENÇ ulvican@cu.edu.tr

DOI: 10.70054/geosound.1384520

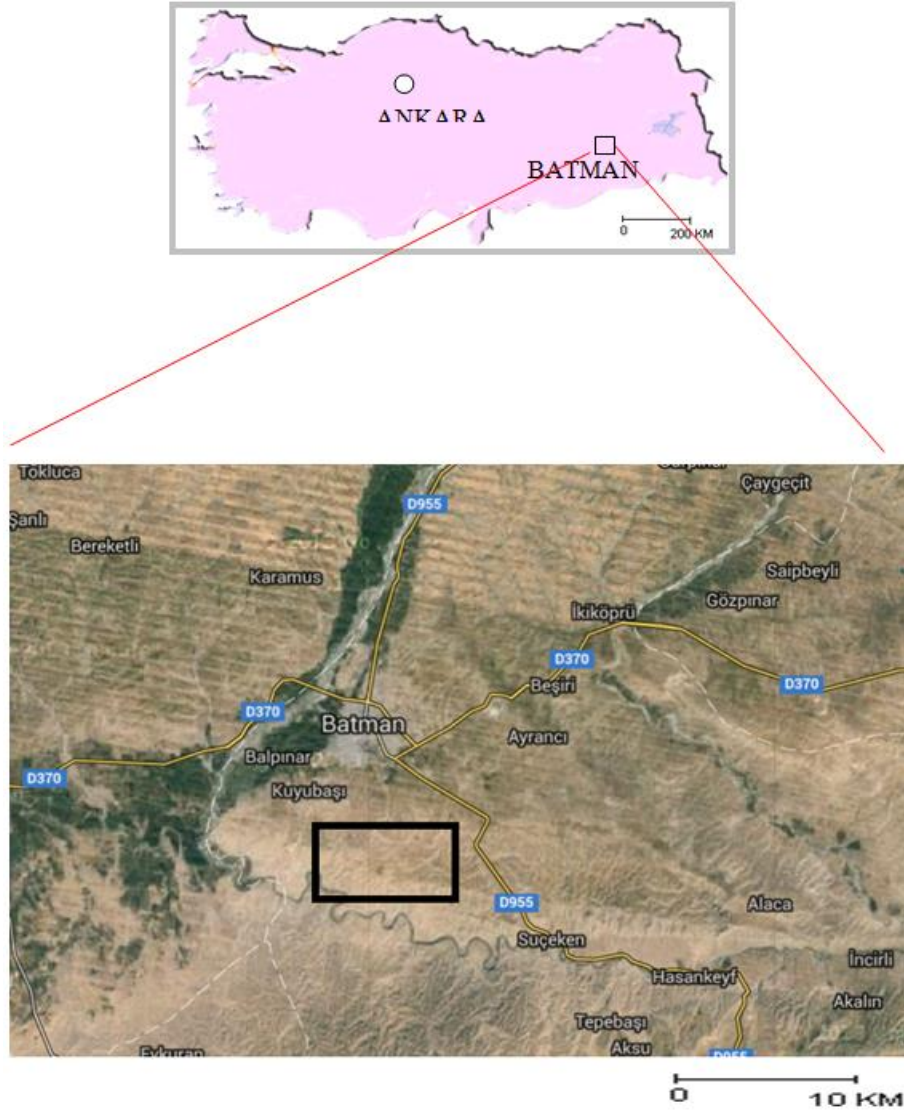
ABSTRACT

Investigation area is located within the Xth Petroleum Region in Southeastern Anatolia. The study area is located approximately 3-5 kilometers south of Batman city, in the Southeastern Anatolia region. It is represented by the Middle to Late Eocene-aged Hoya Formation, which is widely exposed in the region and mainly consists of limestone and dolomite. This study investigates fractures within the carbonate-rich Hoya Formation in the West Raman Anticline, located south of the thrust belt in the region, which formed as a result of compressional tectonics. The West Raman Anticline, a petroleum production area, is bounded to the south by NW-SE oriented normal faults. The seismic reflection data analyzed for the region reveal the presence of high-angle reverse faults in certain areas. In Southeastern Anatolia, the Hoya Formation is typically exposed as steep cliffs composed of limestones and their diagenetically altered dolomites, which exhibit poor to good reservoir rock properties. The limestones are cream, beige, white, and off-white in colour, with thin to thick bedding, and are hard to moderately hard, occasionally cherty, and rich in small to large benthic foraminifera and algae. They display variable porosity, ranging from poor to good, with the lower and middle sections of the sequence being partially dolomitic. The dolomites are white, cream, and grayish-white in colour, hard to moderately hard, with thin to thick bedding, and fine to medium crystalline texture. They occasionally exhibit a sugary texture, contain relic fossil traces from the original fabric, feature chert nodules as interlayers, have thin calcite veins, and display dissolution porosity. The Hoya Formation includes facies of a restricted, semi-restricted shallow epicontinental sea, shallow normal open marine, and shelf edge/front environments. The fractures and joints resulting from tectonic events affecting the northern part of the Arabian Plate in the Southeastern Anatolia Region have been examined, and the fractures have been classified for modeling.

Keywords: South East Anatolia, West Raman, Hoya Formation, Fracture Modelling

1. GİRİŞ

Çalışma alanı Güneydoğu Anadolu'da X. Petrol Bölgesinde, Batman ilinin yaklaşık 3-5 km güneydoğusunda yer almaktadır. Çalışma alanı 1/25000 ölçekli topografik haritada Batman M-46 a3 ve a4 paftaları içerisinde, 4x10 km boyutlarda yaklaşık 40 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1). Batı Raman sahası başlıca neritik karakterli karbonatlı kayaların hakim olduğu Hoya Formasyonu ile temsil edilmekte olup, genellikle engebeli arazi yapısına sahiptir.



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

Figure 1. Location map of the studied area.

Çalışmaya konu olan Batı Raman sahası, Türkiye'nin üretim yapılan en büyük petrol sahalarından biridir. Petrol üretimi lagüner ortamda çökelmiş bulunan resifal nitelikli karbonatlardan oluşan Üst Kretase yaşlı Garzan Formasyonundan yapılmakta olup, yerinde petrol miktarı 1.84 milyar bbl (varil)'dir (Çetinkaya ve Türkmen, 2008). Saha, 17 km uzunluğunda 4 km genişliğinde asimetrik bir antiklinal boyunca uzanmaktadır (Şekil 2). Üretilen petrolün gravitesi 12-15 API (American Petroleum Institute) arasında değişmektedir (Türkmen ve diğ., 2010).

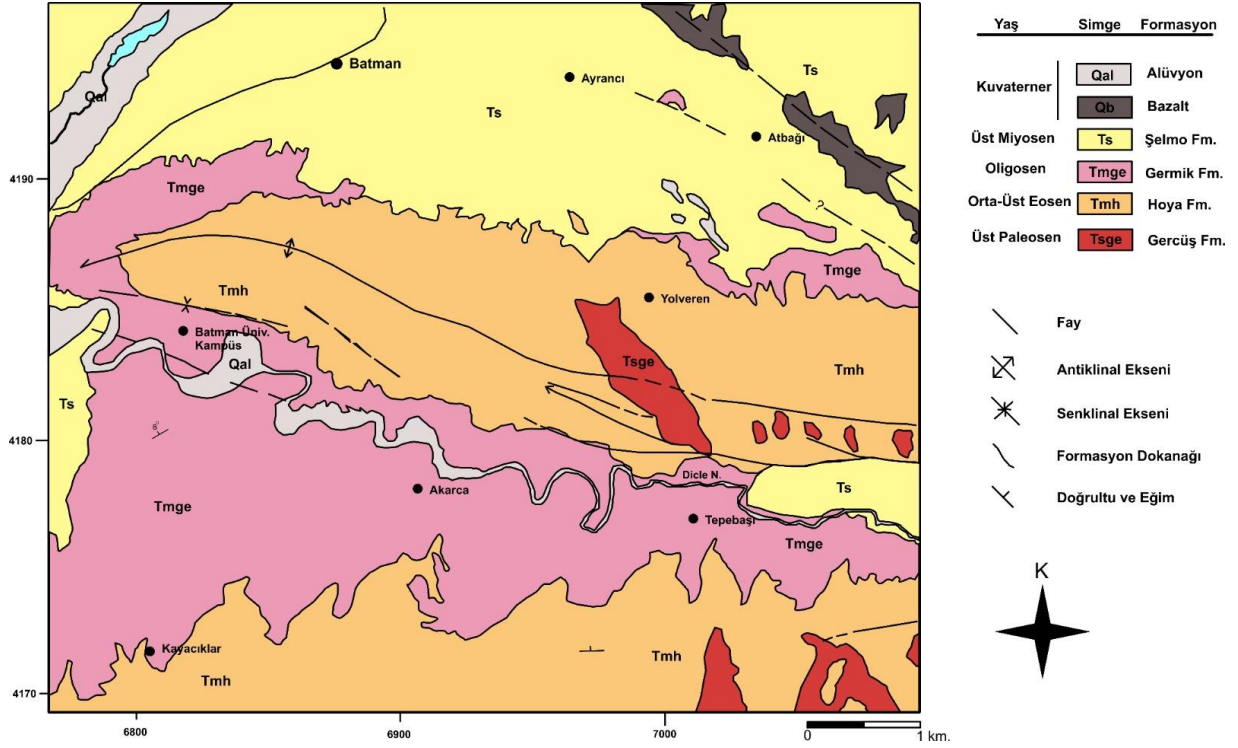
Batı Raman üretim sahasında üretimi artırma ve sahanın rezervuar özelliğini ortaya koyma amaçlı Garzan Formasyonu üzerinde birçok çalışma yapılmasına karşın sahada yüzeyleyen Hoya Formasyonunun rezerv kaya özelliği ve çatlak sistemleri ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır (Araç, 1981; Eren ve Sarı, 1984; Batı, 1991; Coşkun, 2001; Çetinkaya ve Türkmen, 2008). Bu çalışma ile ilk kez Orta-Üst Eosen yaşlı Hoya Formasyonu içerisinde gelişen çatlak sistemi belirlenerek bölgedeki petrol sisteminin hareketi, rezervuar özellikleri ve Garzan Formasyonu ile korelasyonu yapılarak, bu birimlerin yeraltında da litolojik ve yapısal benzerlik sunup sunmadığını belirlemek bölgede üretim tekniklerine önemli katkılar sağlayacaktır.

2. YAPISAL JEOLojİ

Güneydoğu Anadolu bölgesi Arap Levhasının Anadolu levhacığına yaklaşan kuzey kenarını oluşturur. Arap Levhasının Anadolu levhacığıyla çarpıştığı suture bölgesindeki tektonik olaylar çalışma alanı dahil olmak üzere tüm Güneydoğu Anadolu Bölgesinde etkili olmuştur (Perinçek ve Özkaya, 1981; Perinçek ve Çemen, 1991; Yılmaz ve diğ., 1991; Robertson ve diğ., 2012; Akıncı ve diğ., 2016).

Prekambriyen'den başlamak üzere bölge geneline tesir eden birçok tektonik olaylar meydana gelmiştir. Bölgede Kretase'den başlamak üzere Miyosen dönemi boyunca gelişen tektonik olayların etkileriyle değişik dönemlerde farklı fazlarda deformasyonlar gelişmiştir (Yoldemir, 1978; Perinçek 1979; Perinçek ve diğ., 1987; Yılmaz ve diğ., 1991) (Şekil 3).

Çalışma alanı Arap levhası kuzeyi kenar kıvrımları kuşağında bulunmaktadır. Paleozoyik'ten Geç Miyosen'e kadar geçen dönemdeki tektonik faaliyetlerin etkisinde kalmış ve bu faaliyetlerin tesiriyle bölgedeki ana yapısal unsurlar gelişmiştir. Çalışma alanı bugünkü morfolojisine Miyosen sonu Pliyosen başında kavuşmuştur (Şekil 3 ve 4; Sungurlu, 1974; Perinçek, 1979; Perinçek ve diğ., 1987).

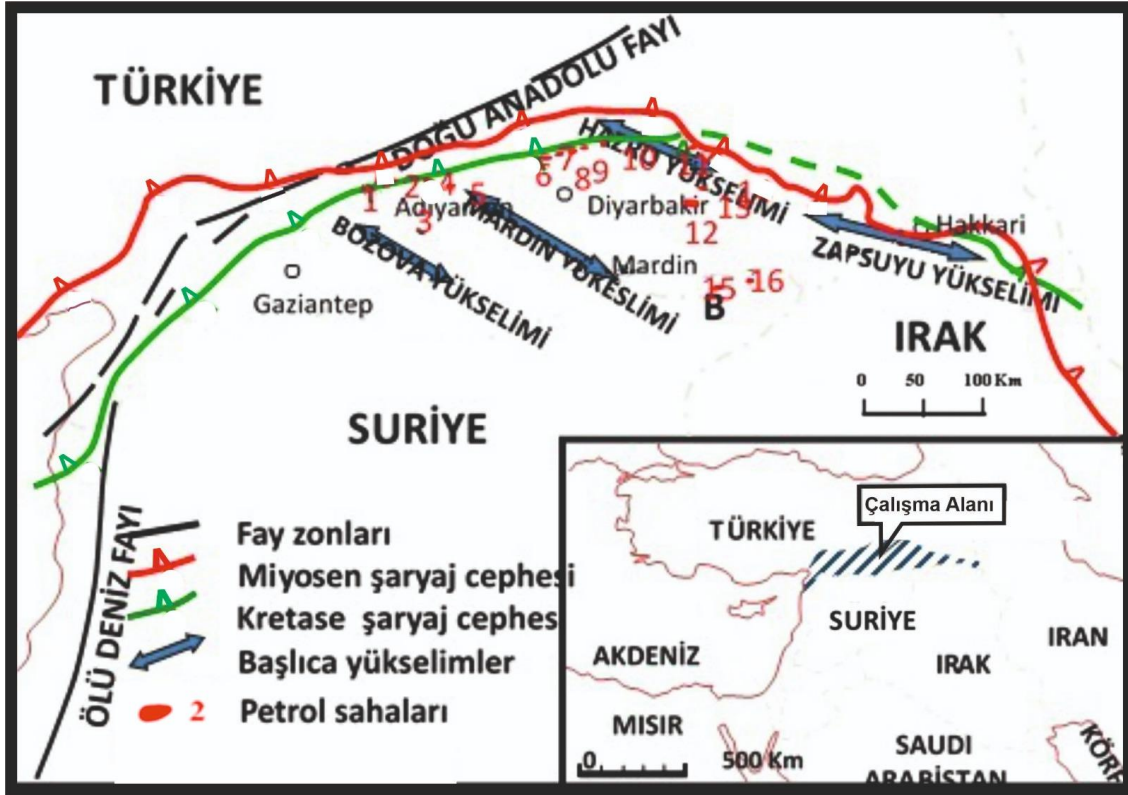


Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası (Dinçer ve İşbilir, 1992'den değiştirilmiştir).

Figure 2. Geological map of the studied region (modified after Dinçer and İşbilir, 1992)

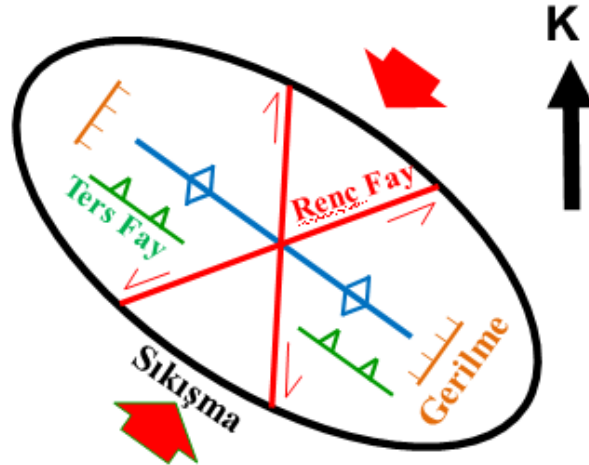
2.1. Kıvrımlar

Çalışma alanındaki KB-GD eksen uzanımlı antiklinaller (Batı Raman ve Raman antiklinalleri), KD-GB ve D-B yönlü faylar bölgedeki ana yapısal dokuyu oluşturan elamanlardır (Şekil 2, 3).



Şekil 3. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin genelleştirilmiş tektonik haritası (Perinçek ve diğ., 1992'den).

Figure 3. Generalized tectonic map of the Southeastern Anatolia Region (from Perinçek et al., 1992).



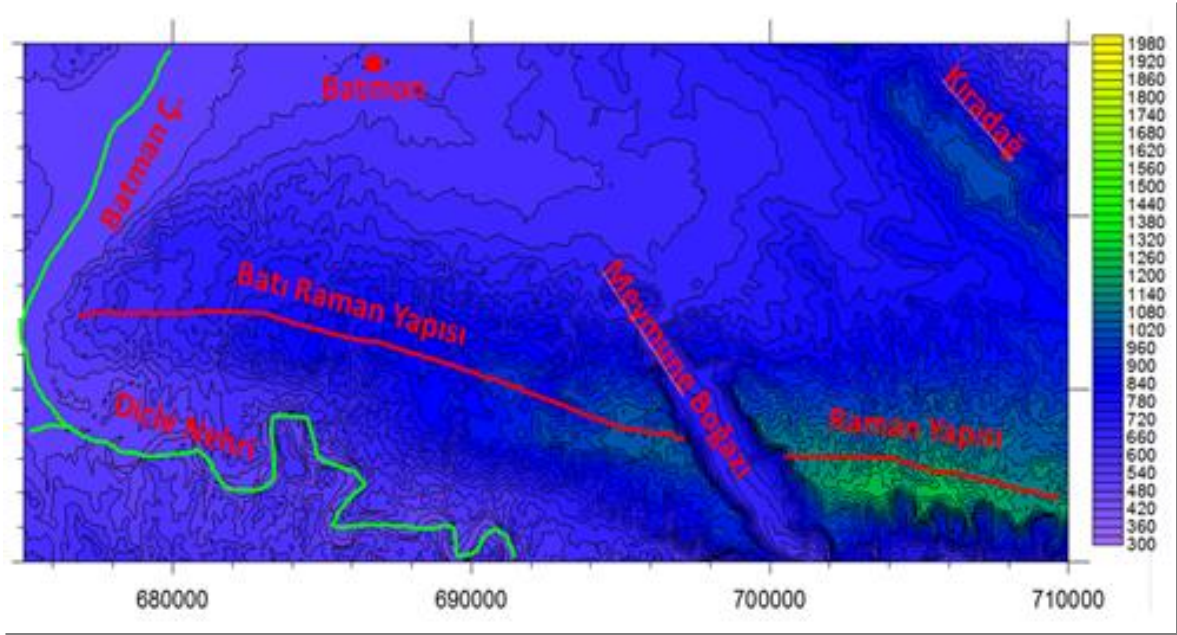
Şekil 4. Çalışma alanına yakın konumdaki Zagros kuşağındaki sıkışma yönü ve bu tektonik rejimde gelişmesi beklenen tektonik yapıları ve yönelimlerini gösterir strain (deformasyon) elipsi. (Renc Fay=Makaslama Fayı, Gerilme=açılma yönü=normal faylanma, Elipsoidin uzun ekseninde mavi renkle gösterilen uzanım=kıvrım eksenini)

Figure 4. A strain (deformation) ellipse illustrating the compression direction in the nearby Zagros belt and the tectonic structures and orientations expected to develop under this tectonic regime.

Çalışma alanı Miyosen şaryajının yaklaşık 50-55 km güneyinde kalmaktadır. Miyosen sıkışma rejimi KD-GB yönlüdür. Sıkışma yönüne dik şekilde, KB-GD eksen uzanımlı kıvrımlar gelişmiş olup, sıkışma ve deformasyon elipsi modelinde öngörülen; kıvrım ve bu kıvrım eksenlerine paralel ters faylar bulunmaktadır (Şekil 4).

2.2. Faylar

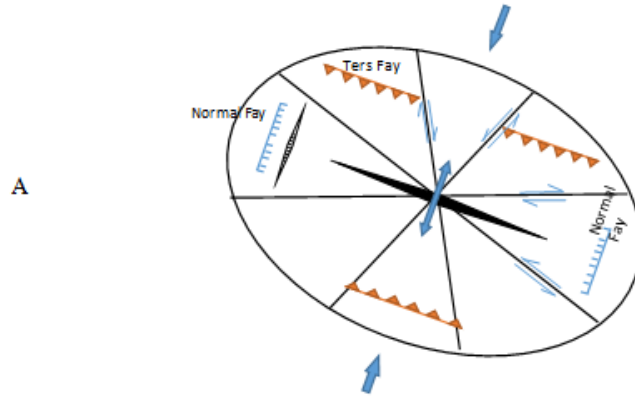
Bölgede, Raman ve Batı Raman yükselim (antiklinal) yapısı ile Dicle Nehri Boyunca uzanan ~D-B ve ~BKB-DGD doğrultulu yüksek açılı ters faylar belirgin morfoloji yapıları ile topografik haritada dikkat çekmektedir (Şekil 2, 5). Dicle Nehrinin bölgedeki uzanımının, bu fayların oluşturduğu zayıflık zonu kontrolünde gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Çalışma alanının morfolojisini yansıtan renklendirilmiş topoğrafik görünümü.

Figure 5. A colored topographic view reflecting the morphology of the study area.

Çalışma bölgesi Kretase, Eosen ve Miyosen dönemlerinde gelişen tektonik fazların etkin olduğu kenar kıvrımları kuşağının ön ülke alanı üzerinde bulunmaktadır. Bölge değişik zamanlarda farklı yönlerde sıkışma rejimine maruz kalmış olup, bölgede gelişen blok rotasyonu etkisiyle makaslama kuvvetlerinin etkisi altında da kalmıştır (Öner ve Dilek, 2013). Bölgeye Kretase’de yerleşen alloktonların sıfır hattı (Şekil 3, yeşil hat), çalışma alanının 35-40 km kuzeyinde bulunmaktadır. Miyosen alloktonları ise Eosen’de gelişmiş olan Hazro Yükselim yapısını aşamadığından Miyosen allokton şaryajı da Hazro Yükseliminin yaklaşık 50-55 km kuzeyinde kalmaktadır. Çalışma alanını etkileyen KD-GB yönlü sıkışma rejimi, ilgili stres dağılımı ve çalışma alanında bulunan yapısal öğeler Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6. Çalışma alanındaki deformasyon yapılarının yönelimleri ile uyumlu K25D yönlü sıkışma rejimi ve ilişkili yapılar ile yönelimlerini gösterir deformasyon elipsi.

Figure 6. A deformation ellipse showing the K25E-oriented compression regime consistent with the orientations of deformation structures in the study area, along with associated structures and their orientations.

Çalışma alanındaki başlıca yapısal unsurlar; (i) Kampaniyen sonrası bölgeye bindirmelerle gelen allokton kütleler-naplar, (ii) bu alloktonları uyumsuz olarak üzerleyen geç Kretase, Paleosen-Eosen yaşlı uyumsuz seriler, (iii) daha sonra Miyosen’de de bölgeye yerleşen allokton birimler ve bu allokton kütlelerinin güney ön kesimlerinde gelişmiş olan antiklinaller, senklinaller ve faylardır (Şekil 2, 3).

2.3. Çatlaklar

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bindirme kuşağının güneyinde yer alan Batı Raman sahasındaki kıvrımlardaki çatlak sistemlerini sınıflamak ve modellemesini yapmak, çalışma alanındaki bölgesel tektoniği ve Hoya Formasyonun rezervuar özelliğini öğrenmek için iyi bir fırsattır. Bu bölümde ilk olarak veri toplama metodu açıklanacak, ikinci olarak çatlak verilerinden sahadaki çatlak setleri ortaya konulacak ve bu yolla da her bir set için çatlak uzunlukları ile aralarındaki ilişkiler tespit edilecektir. Bunu sağlamak için Batı Raman antiklinalinin tümünde binlerce çatlak ölçümü yapılmıştır. Çalışma için ölçümler içinde gelişigüzel olmak üzere bazı hatların verileri seçilmiştir (Şekil 7).

2.3.1. Çatlak Tanımlama

Çatlaklar, oluştuğu bölgenin yapısal evriminin aydınlatılmasında, bölgeyi etkileyen kuvvetlerin yönünün ve doğrultusunun belirlenmesinde son derece önemli deformasyon yapıları olup, gerilme-sıkıştırmanın neden olduğu deformasyonların analizinin yapılması yönünde yardımcı yapısal unsurlardır.

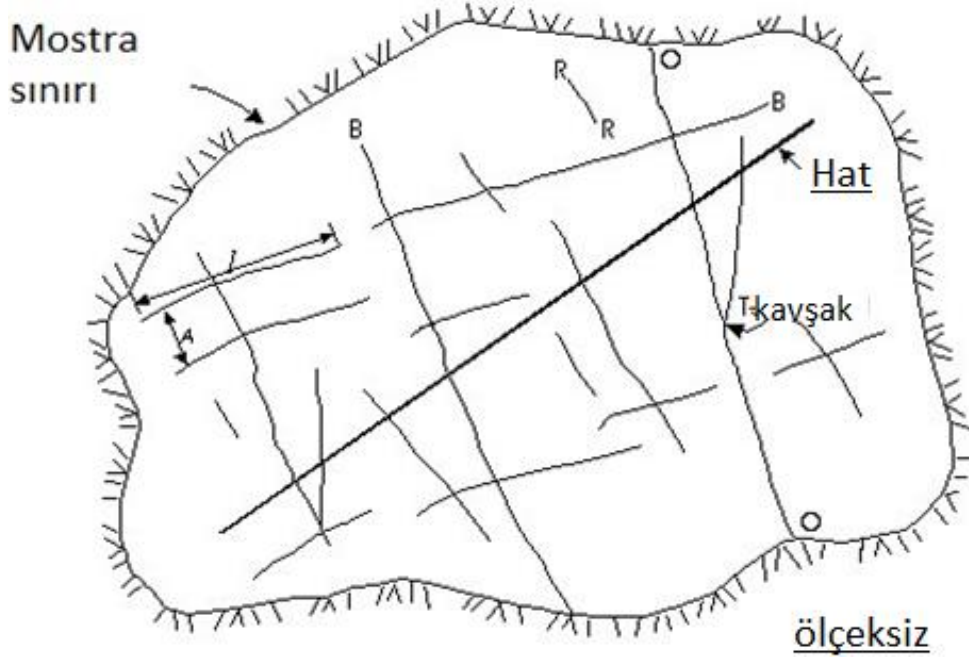
2.3.2. Çatlak Oluşum Modelleri

Çatlaklar; faylar, kıvrımlar ve diğer makaslama zonlarında oluşurlar. Her ne kadar açılma, makaslama ve kayma olmak üzere üç tür çatlak oluşumu tanımlansa da, bu çalışmada çatlaklar “tansiyon” ve “makaslama” çatlakları ile bu modelde (Şekil 8) yer almayan ve çatlağın kıvrım eksenine paralel olarak gelişen “boyuna çatlaklar” başlıkları altında irdelenecektir (Baecher, 1983; Çetinkaya ve Türkmen, 2008).

2.3.2.1. Tansiyon (Çekme-Gerilme) çatlakları

Açılma ya da Çekme çatlakları olarak da bilinmekte olup, en büyük basınç yönüne paralel, çekme gerilmesi yönüne dik konumda uzanım sunarlar (Şekil 8). Bu eklemlerin özellikleri: Eklem düzlemlerindeki hareket (açılma) eklem yüzeyine dik uzanımda olduğu için eklem düzlemleri boyunca birbirine oranla kayma hareketi görülmez. Tansiyon eklemleri, kayalarda

birer açılma-genişleme yüzeyleri oldukları için, yüzeyleri düzgün olmayıp pürüzlüdür ve kıvrımlı yapılarda kıvrım eksenine dik olarak gelişirler.



Şekil 7. Eklemlerin ara kesimlerinin mostrada görünümü, A –Çatlak aralığı; l-çatlak uzunluğu O-mostra sonu; R kayacın sonu, T-tabaka sonu (Baecher, 1983'den).

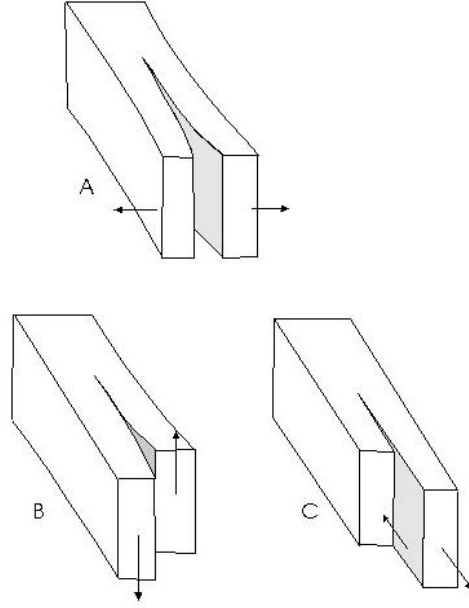
Figure 7. Intermediate parts of the joints in the outcrop, A – Crack gap; L-crack length O-end of exposure; R is the end of the rock, T is the end of the layer (from Baecher, 1983).

2.3.2.2. Makaslama (Kesme-konjugate) çatlakları

Diğer çatlak türü de makaslama çatlaklarıdır. Makaslama çatlakları yırtılma hareketi ile iki modelde de gelişebileceği gibi (Şekil 8 b), kayma hareketi şeklinde de çatlak oluşturabilir (Şekil 8 c).

Makaslama Çatlakları kendilerini etkileyen en büyük basınç kuvvetine çapraz-verev olacak şekilde gelişen kırıklardır (Şekil 9). İki makaslama ekleminin kesişmesi sonucu oluşan dar açı genellikle 60°-70°'dir. Bu eklemlerin özellikleri: oluşumları itibarı ile en büyük stress olan sigma 1 yönüne verev uzanımlı geliştiklerinden kesme bileşenleri gelişmekte olup, bu nedenle

aynı zamanda birer makaslama yüzeyidirler. Dolayısıyla bu eklem yüzeyleri boyunca az da olsa kayma hareketi gözlenir. Eklem yüzeyleri, kayma nedeniyle son derece düzgün, pürüzsüz ve cilalıdır. Kıvrımlı serilerde kıvrım eksenini daima çapraz bir şekilde keserler. Mostralardaki tanıtman özelliği baklava dilimleri şeklinde görünümüne sahip olmalarıdır.



Şekil 8. Çatlak oluşum Modelleri (A) Açılma ; (B) Makaslama ; (C) Kayma ile oluşan çatlaklar (Hudson and Harrison, 1997).

Figure 8. Crack formation models (A) Expansion; (B) Shear ; (C) Cracks formed by shear (Hudson and Harrison, 1997).

2.3.2.3. Boyuna (Uzunlamasına) çatlakları

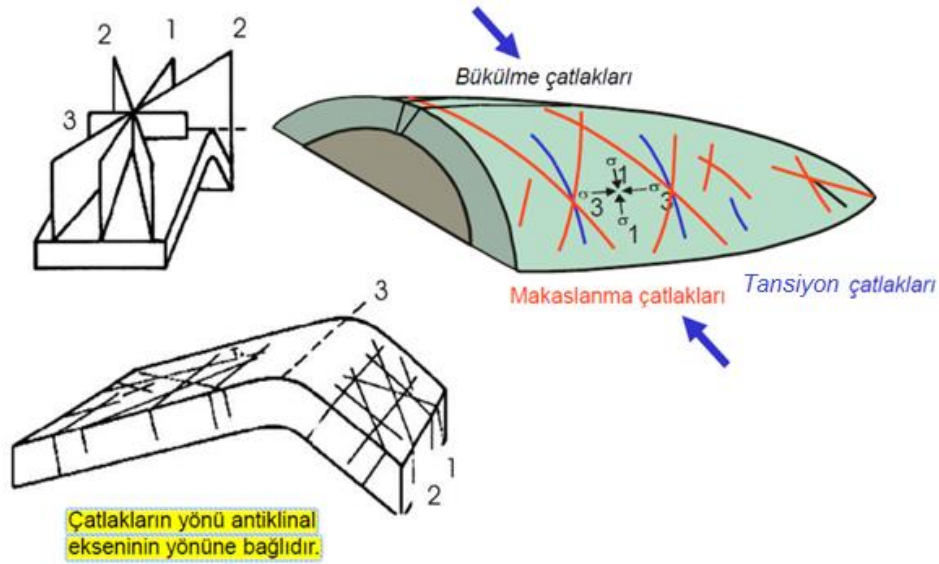
Kayma çatlakları olarak da bilinen bu çatlaklar kıvrım eksenine paralel, sıkışma yönüne dik yönde gelişirler (Closs, 1936; Billings, 1972).

2.3.3. Çatlak Setleri

Çatlak setleri sahada ölçülen mostra okumalarında hesaplanmıştır. Mostrada değişik sayılarda okumalar yapılmış olup, çatlak hattı boyunca gelişen çatlaklar istatistiksel analizler için kayıt

altına alınmıştır. Çatlak eğim ve doğrultuları Georient V10 programının yardımı ile verilerin stereo net çizimleri yapılmıştır (Şekil 10).

Çalışma alanında 6 çatlak seti tespit edilmiştir. Bu setler çalışma alanında yapılan doğrultu ve eğim ölçümlerinden ve harita üzerine işlenmesinden ortaya çıkarılmıştır. Batı Raman antiklinali sahanın batısına doğru dalmakta olup, batısında yer alan Batman Çayı boyunca sol yönlü doğrultu atımlı fay tarafından kesilmektedir. Bu bölgede Eosen Yaşlı Hoya Formasyonu Üst Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.



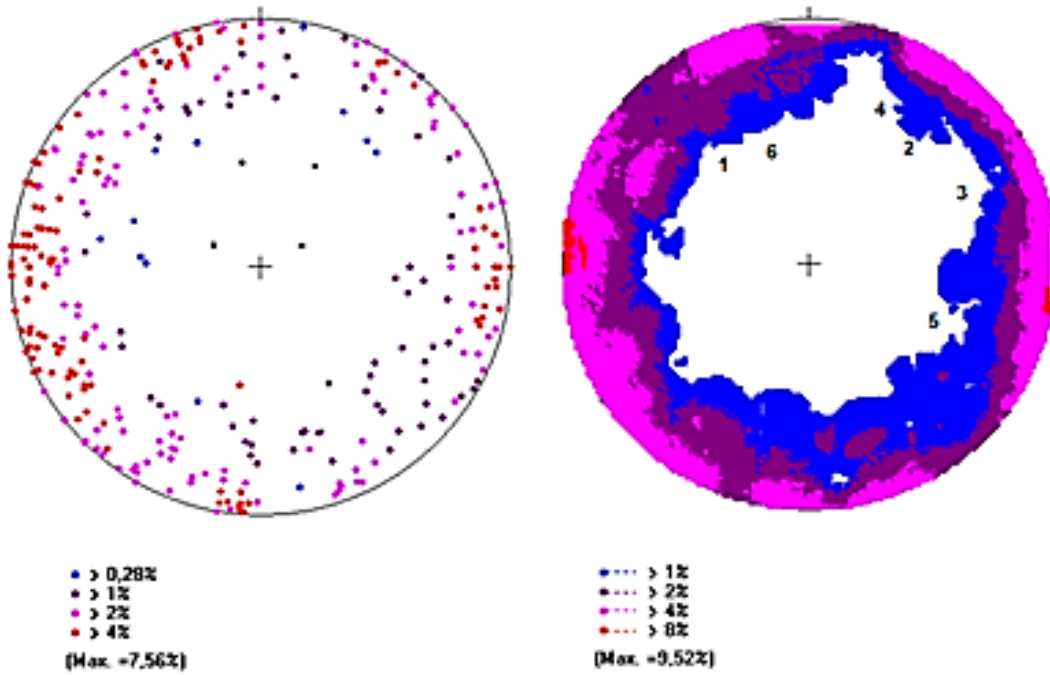
Şekil 9. Sıkışma sonucu oluşan bir antikalinalde gelişebilen üç çatlak seti (Özkaya ve Reachard, 2006; Özkaya, 2012).

Figure 9. Three type of crack sets expected in an anticline formed as a result of compression (Özkaya ve Reachard, 2006; Özkaya, 2012).

1 no'lu çatlak seti antikalinal eksenine paralel oluşan (boyuna çatlaklar) KB/GD yönelimli olup, genellikle sahada en sık gözlemlenen açılma çatlak grubudur. Bunların çatlak açıklığı 0,05-5 mm arasında değişmektedir. Çatlaklar çoğunlukla kalsit dolgulu olup, kısmen kalsitlerde kristallenmeler gözlenmekte ve yer yer kil dolgusu da mevcuttur. Bu çatlak seti sahada en son oluşan çatlak olarak diğer setleri kesmektedir. Çatlak eğimleri 70-90 derecelerde gözlenmiştir. Çatlak yüzeyleri genelde pürüzlü olup, uzunlukları en fazla olanlardandır. 1-20 m arasında olan

uzunluklar ve mostrada toprak altında kaybolduğundan, gözlenemeyen kesimlere sahiptir (Şekil 9).

2 no'lu set çatlak genellikle 1 no'lu çatlak seti tarafından kesilen, KD/GB uzanımlı olup, Batı Raman antiklinalini enine kesen çatlaklardır. Çalışma sahasında yaygın olarak bulunan 1 no'lu setten sonra en fazla çatlak sayısına sahip çatlaklardır. Genellikle çatlak aralığı 10 cm ile 1 metre arasında gözlenmiştir. Çatlak yüzeyleri pürüzlüdür. Çatlak açıklığı 1-5 mm arasında, eğimleri ise 40 ile 90 derece arasında gözlenmiştir. 2 no'lu çatlak seti, 1 no'lu çatlak seti ile yer yer 90 derece ile kesişmekte ve ortogonal çatlak sistemi geometrisi özelliği sunmaktadır (Şekil 11 ve 12).



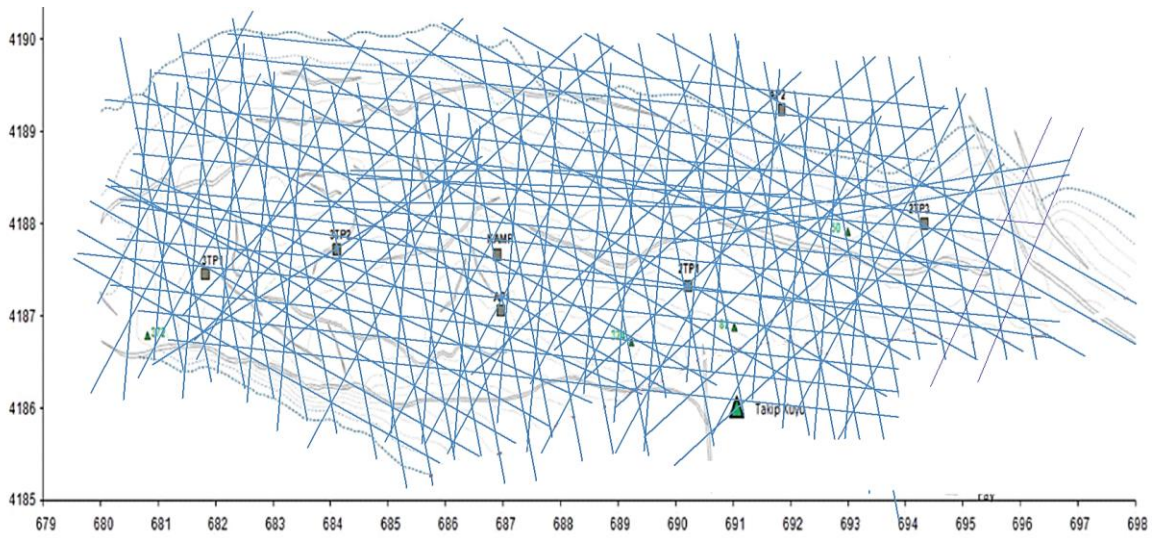
Şekil 10. Tüm hatlar boyunca ölçülen çatlakların doğrultu ve eğim değerlerinin Schmidt projeksiyon ağındaki kutup noktaları çatlak setlerinin yoğunlaştığı kesimleri göstermektedir.

Figure 10. The poles of the cracks measured along all lines, plotted on the Schmidt projection net, indicate the sections where crack sets are concentrated.

3 ve 4 no'lu setler kesme çatlakları olup, 1. ve 2. setlerden sonra gelmektedir. Bu sistemlerdeki çatlak aralıkları değişkenlik göstermekte olup, bu setler saha da 0.1-3 metre uzunlukta gözlemlenmiştir. Çatlak yüzeyleri pürüzsüz olup, çatlak boşluğu gözlenmemiştir. Kendi

aralarında diyagonal özellik göstermekte olup, 6 no'lu çatlak setlerini kesmektedirler, 1 no'lu çatlak setinin çatlakları 3 ve 4 no'lu setlerin çatlaklarını kesmektedir.

5 ve 6 no'lu çatlak setleri makaslama çatlakları, 1 ve 3 no'lu setler tarafından kesilmekte olup, çatlak aralıkları 0,3-1 metre arasındadır. Genellikle çatlak yüzeyleri pürüzsüz olmasına rağmen ender olarak pürüzlü ve açıklığa sahip olanlar görülmüştür. Set 5 çatlakları çalışma alanında genişleme çatlağı özelliği de göstermektedirler.

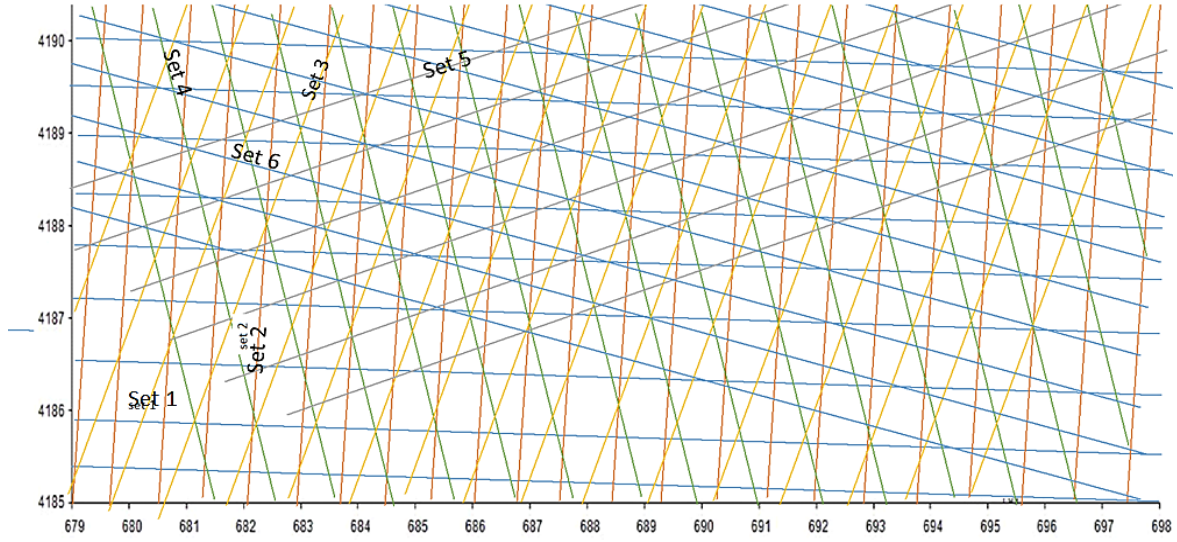


Şekil 11. Batı Raman Antiklinalinde Hoya Formasyonunda gelişen çatlak haritası.

Figure 11. Map of cracks developing in the Hoya Formation in the Western Raman Anticline.

2.3.4. Çatlak Dolguları

Batı Raman Antiklinalinde oluşan çatlak sistemi Miyosen'de Neotektonik dönemde hemen hemen son şeklini almış olup, bu dönemden günümüze kadar oluşan hareketler ile açılan çatlaklar genellikle kalsit ve yer yer de kil dolgusu ile doldurulmuştur.



Şekil 12. Ölçülmüş çatlakların şematik görünümü.

Figure 12. Schematic view of measured cracks.

Batı Raman antiklinalini boyuna kesen “1” ve enine kesen “2” no’lu setler de genişleme çatlakları, 0,5–5 mm ender olarak 1cm ye kadar açıklığa ulaşmaktadır. Çoğu çatlağı, kalsit dolguları yer yer kil dolgusu, set 3, 4 kesme çatlaklarında yer yer deformasyondan dolayı çatlak açıklıkları kalsit veya kil ile dolgusu içermektedir. 6 no’lu seti oluşturan makaslama çatlakları, kapalı çatlak olup, açıklık gözlenmemiştir. 5 no’lu setin çatlakları yer yer genişleme çatlakları özelliğini de göstermekte olup, tansiyon çatlaklarıdır. Bu nedenle kalsit dolgularına 5 no’lu sette rastlanmaktadır.

2.3.5. Çatlak Uzunlukları

Antiklinal eksenine paralel uzanım sunan ve açılma çatlağı karakterinde gelişen Set 1 çatlakları çalışma alanında en fazla uzunluğa sahip olanlardır. 2. olarak set 2 tansiyon çatlakları gelmektedir (Şekil 13).

Batı Raman antiklinalindeki çatlak uzunlukları histogram grafikleri yapılarak incelenmiştir. En uzun çatlak uzunlukları 1 no’lu setin çatlaklarında gözlenmektedir. Bütün setlerde 0-4 metre arası çatlaklar yaygın olarak bulunmaktadırlar. 6-10 metre uzunluğundaki çatlaklar seyrek

olarak bulunmaktadır. Daha uzunlarına ise antiklinal ekseninde yer alan geniş mostralarda rastlanmaktadır (Şekil 14).

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

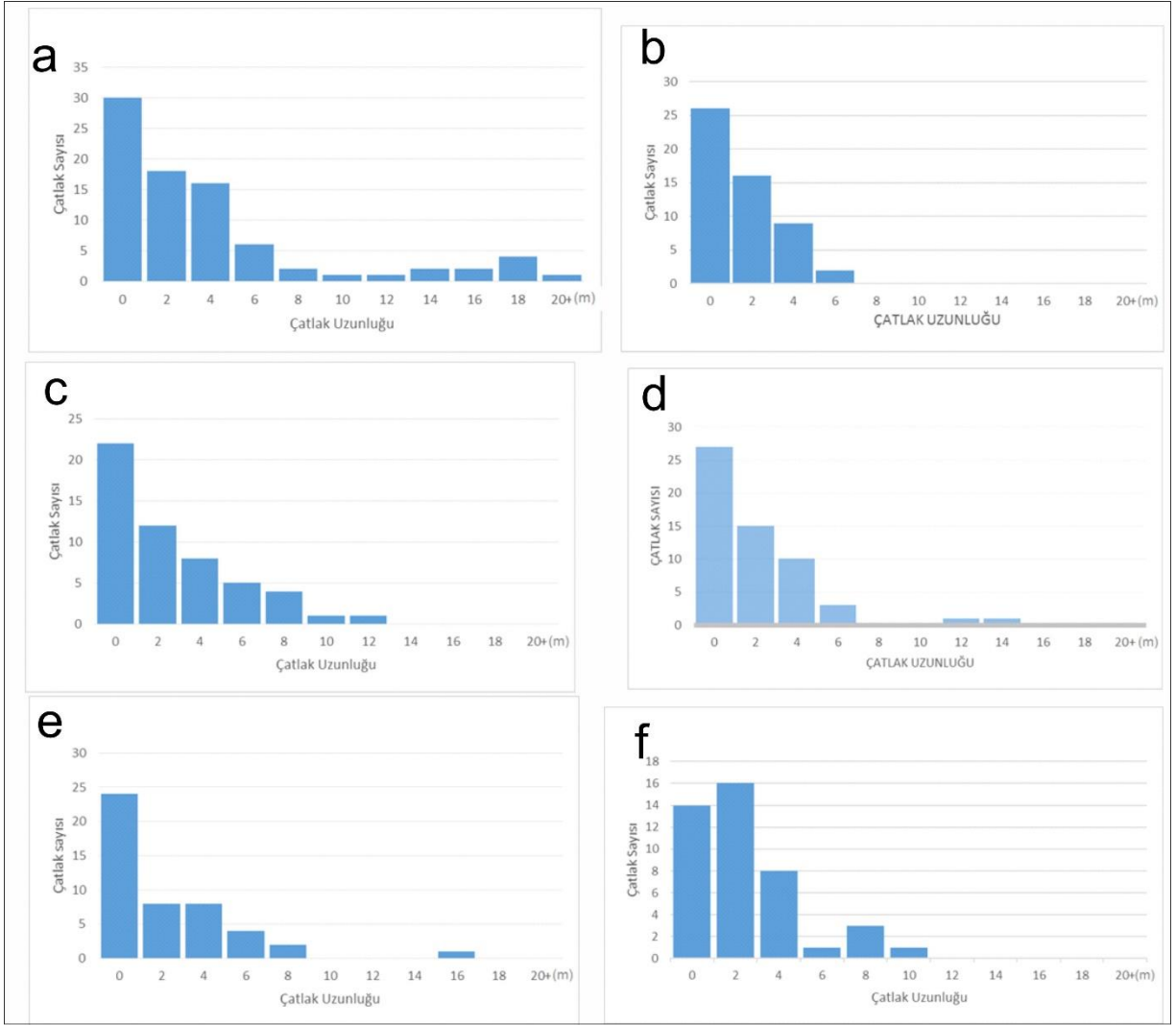
Batı Raman antiklinali yaklaşık olarak kuzey güney yönlü sıkışma tektoniği ürünü olup, antiklinalin güneyi normal fay ile sınırlanmaktadır. Batı Raman Antiklinalinin doğu kesimleri ters faylarla sınırlandırılırken bu faylanma, yükselimin batısına doğru normal faya dönüştüğü gözlenmektedir. Batı Raman Antiklinali Batman çayı boyunca devam eden sol yönlü yanal atımlı fay ile kesilmektedir. Bölge sıkışma tektoniği açısından değerlendirildiğinde antiklinalin güneyinde devam etmesi gereken ters fayın yerinde normal faylanma bulunmaktadır. Çalışma sahasında çatlakların yaşlarına bakıldığında en genç çatlakların doğu-batı yönelimli çatlaklar olduğu, bunlarında Batman çayı boyunca uzanım sunan sol yönlü doğrultu atımlı fayın Geç Miyosen'den günümüze değin etkin olan neotektonik dönemde oluşan hareketler sonucu oluştuğu düşünülmektedir.

Çalışma alanında gözlemler ve ölçülen yapısal veriler iki tektonik fazı ortaya koymaktadır:

Miyosen alloktonlarının hareketinin meydana getirdiği sıkışma ile oluşan kıvrımlanma ve ters faylanma; çalışma alanında antiklinalin güneyinde ters fayın, makaslama ve tansiyon çatlaklarının oluşumu.

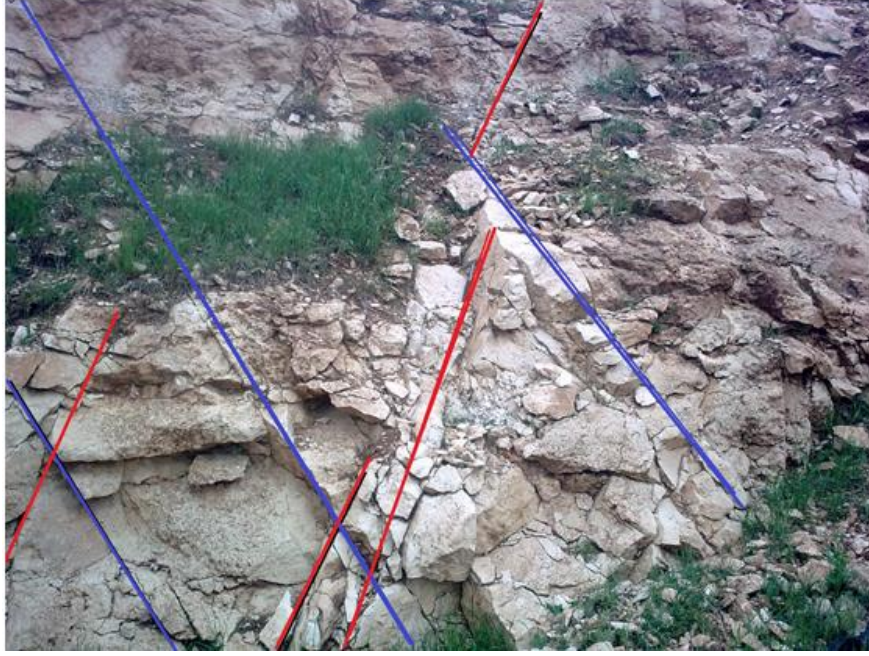
Alloktonların hareketinden sonra; Üst Miyosen sonrası Neotektonik dönemde oluşan doğrultu atımlı fayın (Batı Raman'ın batı kesiminde) etkisi ile sıkışma tektoniğinden, normal faylanmaya dönüşüm ile birlikte; antiklinalin güneyinde normal fay gelişimi ve en son gelişen tansiyon çatlaklarının oluşması.

Tansiyon çatlakları boyuna çatlak türünde olup, antiklinal eksenini boyunca normal faya paralel gelişmişlerdir. Bunlar enine oluşan çatlakları kesmektedirler. Çapraz konumda bulunan makaslama çatlakları, diyagonal olarak ikisini (3ve 4 no'lu çatlak setlerini) kesmekte veya kesilmektedirler. Tümü genelde doğu-batı yönlü tansiyon çatlaklarıncı kesilmektedirler. Bölgedeki sıkışma ve yanal atımlı ve normal fayların sebep olduğu genişleme çatlakları "1", "2" ve 5 no'lu setlerdeki çatlaklar kısmen genişleme-tansiyon çatlağı niteliğindedirler.



Şekil 13. Ölçüm yapılan bütün hatlardaki setlerin çatlak uzunluklarını gösterir histogramlar.

Figure 13. Histograms show the crack lengths of the sets on all measured lines.



Şekil 14. Batı Raman'da makaslama çatlaklarının genel görünümü.

Figure 14. General appearance of Shear Cracks in Western Raman.

1 no'lu setin çatlakları Batı Raman güneyindeki normal faya paralel ve sol yönlü doğrultu atımlı doğrultu faylanmalar etkisiyle en son dönemde oluşan çatlaklardır.

2 no'lu setin çatlakları ise Miyosen alloktonların hareketi sürecinde sıkışma tektoniği döneminde oluşan tansiyon çatlakları; set 3, 4 ve 6 çatlakları da makaslama çatlaklarıdır. Set 5 çatlakları iki fazdan dolayı oluşan makaslama ve tansiyon çatlakları olarak sahada görülmektedir.

1 no'lu setin çatlakları (genişleme çatlakları) maksimum ana strese paralel olup, kuzeyle görünen açısı 25 derecedir.

3, 4 no'lu setlerdeki yaygın olan kesme çatlakları set 5 ve 6 no'lu settekiler ise oluşan makaslama çatlaklarıdır. 3 ve 4 setleri arasında 45°-50° vardır. 5 ve 6 setleri arasında 50-60 derece açı bulunmaktadır.

Çalışma alanında 6 çatlak seti tespit edilmiş çatlakların eğim ve doğrultuları stereonet ağına çizilmiştir. Bunların yönelimi set 1- 120/90; set 2- 30/78; set 3- 70/85; set 4- 5/60; set 5- 95/85; set 6 - 35/80 ortalama yönelimleri tespit edilmiştir.

1 no'lu setteki genişleme çatlakları Batı Raman antiklinalinin batısında yer alan sol yönlü doğrultu atımlı fay tarafından kontrol edildiği, 2 no'lu setin çatlakları Miyosen sıkışma tektoniği döneminde oluşan tansiyon çatlakları olduğu, 3 ve 4 ve 6 no'lu setlerdeki çatlakların yine sıkışma ürünü makaslama çatlakları olduğu, 5 no'lu setin çatlaklarında iki özellik gözlenmiş bir kısmında açılma diğerlerinde ise çatlak yüzeylerinin kesme ve kayma ve pürüzsüz olduğu gözlenmiş bunların makaslama çatlakları olduğu ve her iki fazdan etkilendikleri gözlemlenmiştir.

Açılma çatlaklarında kalsit ve kil dolgusu gözlenirken, makaslama çatlaklarında dolgu gözlenmemiştir.

Hoya Formasyonun bol çatlaklı yapısı belirlenmiş ve çatlakların birbirleriyle bağlantılı oldukları, boşluk porozite yanında çatlak poroziteye de sahip rezervuar kayaç niteliği sunduğu tespit edilmiştir.

4. KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (MMF 2012-YL3) tarafından desteklenmiştir. Makalenin hakemliğini üstlenerek değerli katkılar sunan hakemlere teşekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

Akıncı, A.C., Robertson, A.H.F. & Ünlügenç, U.C., 2016. Late Cretaceous–Cenozoic subduction–collision history of the Southern Neotethys: new evidence from the Çağlayançerit area, SE Turkey. *International Journal Earth Sciences (Geol Rundsch)* 105, 315–337. <https://doi.org/10.1007/s00531-015-1199-6>.

- Billings, M.P., 1972. Structural Geology; Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. Third Edition, 606 p.
- Baecher, B. G., 1983. Statistical analysis of rock mass fracturing: *Mathematical Geology*, 15(2), 329-348.
- Closs, H., 1936. Einführung in die Geologie: Berlin, Borntraeger, 503 p.
- Çetinkaya, C., Türkmen S.T., 2008. Batı Raman Sahası 3D Rezervuar ve Çatlak modelleme çalışması. TPAO Üretim Daire Başkanlığı. Rapor No: 1183.
- Dirik, K., (2006), Yapısal Jeoloji Ders Notları, Hacettepe Üniv., 92 s. (<https://www.scribd.com/document/53669172/Yapısal-Jeoloji-Ders-Notları>), Ankara.
- Dinçer, A., İşbilir, M.,1992. Batman Çevresi (X. Bölge) Üretim Sahaları Civarındaki Jeolojik Haritaların Yeniden Değerlendirilmesi, TPAO Arama Daire Başkanlığı Arşiv No: 3164
- Hudson, J.A. and Harrison, J.P., 1997. Engineering Rock Mechanics: An Introduction to the Principles. Pergamon Press, London. 1997., 307-325.
- Özkaya, İ., 2012. Çatlaklı rezervuar kurs notları, TPAO.
- Özkaya, S.İ. and Reachard, D., 2006. Fractured Reservoir Characterization Using Dynamic Data in a carbonate field, Oman, *SPE Reservoir evaluation and Engineering*, 9, 227-238. Doi.org/10.2118/93312-PA.
- Öner, Z. ve Dilek, Y., 2013. Fault kinematics in supradetachment basin formation. Menderes core complex of western Turkey. *Tectonophysics*, Volume 608, 26, 1394-1412.
- Perinçek, D., 1979. The geology of Hazro – Korudağ – Çüngüş – Maden – Ergani– Hazar – Elazığ – Malatya area. *Geol. Soc. of Turkey*, 22.
- Perinçek, D., ve Özkaya, İ., 1981. Arabistan Levhası Kuzey Kenarı Tektonik Evrimi. *Yerbilimeri, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimeri Enstitüsü Bülteni*, 8: 91-101
- Perinçek, D., Günay, Y., ve Kozlu, H., 1987. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Yanal Atımlı Faylar İle İlgili Yeni Gözlemler, *Türkiye 7. Petrol kongresi*: 89-104

- Perinçek, D. ve Çemen, İ., 1991. Late Cretaceous-Paleogene Structural Evolution Of The Structural Highs of the Southeastern Anatolia. Ozan Sungurlu Sempozyumu bildirileri: 386-403.
- Perinçek, D. Duran, O., Bozdoğan, N., Çoruh, T., 1992. Stratigraphy and Palaeogeographical Evolution of the Autochthonous Sedimentary Rocks in Southeast Turkey. Ozan Sungurlu Symposium, Proceedings, 274-305.
- Robertson, A.F., Parlak, O. & Ustaömer, T., 2012. New Mesozoic-Cenozoic palaeotectonic maps used to shed light on Tethyan geological development (Eastern Mediterranean, Taurides and Arabian margin). 1256-.
- Stampfli, M.G., 2000. Tethyan Oceans. Geological Society, London, Special Publications, 173:1
- Sungurlu, O., 1974. VI. Bölge Kuzey Sahalarının Jeolojisi. TPAO Arama Grubu, Ankara, Rapor No. 871, 32 s.
- Türkmen, T., Karakeçe, Y., Korucu, Ö, Can, H., Açıkbaş, İ., 2010. Batı Raman , Ağır Petrol Sahası Garzan Rezervuarının 3B Entegre jeoistatistik Modeli. TPJD Bülteni, Cilt 22, No 1.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E. ve Genç, Ş. C., 1991. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağının Batı Kesimlerinin Jeolojik Evrimi: Ozan Sungurlu Sempozyumu Bildirileri, Ankara, s. 356-385.
- Yoldemir, O., 1978. Suvarlı-Haydarlı-Narlı-Gaziantep Arasında Kalan Alanın Jeolojisi, Yapısal Durumu Ve Petrol Olanakları. TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2275. 68 s.