

## Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin Jeomorfolojik ve Morfometrik Özellikleri<sup>1</sup>

### *Geomorphological and Morphometric Characteristics of the Çanaklı (Mamak) Polje*

*Araştırma Makalesi – Research Article*

**Tuğçe BİLGİN**

Süleyman Demirel Üniversitesi, Coğrafya A.B.D., [bilgintugce95@gmail.com](mailto:bilgintugce95@gmail.com)  
ORCID Numarası|ORCID Numbers: 0000-0003-1883-3193

**Yıldırım ATAYETER**

Süleyman Demirel Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, [yatayeter@sdu.edu.tr](mailto:yatayeter@sdu.edu.tr)  
ORCID Numarası|ORCID Numbers: 0000-0002-7570-2993

### **Öz**

Polyeler, kireçtaşının çözünmesi sonucunda oluşan en büyük karstik yüzey şekilleridir. Aynı zamanda polyeler karstlaşmanın, tektonizmanın, flüvyal süreçlerin bir arada işlemesi sonucunda oluşmuş oldukça karmaşık şekillerdir. Bu karmaşık şekillerin çok özel örneklerine Türkiye'nin güneyinde, Toros Karst Kuşağında da sıkça rastlanmaktadır. Torosların batısında Isparta Açısı adı verilen tektonik bölgenin güneyinde konumlanan Çanaklı (Mamak) Polyesi, bu özel karstik şekillerden birisidir. Bu çalışmada, Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin oluşumunu ve gelişimini kontrol eden jeomorfolojik süreçlerin ortaya konması ve bu jeomorfolojik süreçlerin kapsam ve yoğunluğunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma sahasına ait 1/25.000 ölçekli topografya haritaları temel harita altlığı olarak kullanılmış, ArcMap yazılımı üzerinden nicel veriler elde edilmiş, son olarak arazi çalışmalarıyla görsel ve yazılı bilgiler edinilmiştir. Çanaklı (Mamak) Polyesi ve Havzasına erozyonel ve tektonik aktivite durumunu değerlendirmek için morfometrik analizler uygulanmıştır. Polye ve havza alanına uygulanan Uzanım (Re), Basıklık (Rc), Dairesellik (C) indeks sonuçlarına göre polyenin tektonik aktivitesi havzanın tektonik aktivitesinden daha fazladır. Polye ve havzanın Hipsometrik eğri (Hc) ve Hipsometrik integral (Hi) değerleri hem havza hem de polyenin jeomorfolojik evrim bakımından yaşlılık döneminde olduğunu ortaya koymuştur. Aynı zamanda polye, litolojik ve tektonik durumu sebebiyle hem kenar hem de yapısal polye sınıflarına dâhil olup iki karakterli polye sınıfına girmektedir. Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin güncel şeklini almasında karstlaşmanın yanında karstlaşmayı başlatan ve hızlandıran tektonizma, akarsu ve fiziksel aşınma faaliyetlerinin etkisi de büyüktür. Çalışma sahasını oluşturan ova tabanında geçici göllerin oluşması, çözünme artışı tepelerin varlığı, havza etrafının yüksek kireçtaşı kütleleri ile çevrili olması ve ovanın karstik drenaja sahip hidrolojik bir kapalı havza olması buranın karakteristik bir polye olduğuna işaret etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çanaklı (Mamak) Polyesi, jeomorfoloji, karst, morfometrik analiz, polye.

### **Abstract**

Poljes are the largest karst landforms formed as a result of the dissolution of limestone. Karstification are complex shapes resulting from the interaction of tectonic and fluvial processes. These complex shapes are frequently encountered in the Taurus Karst Belt in southern Turkey. One of these special karst landforms is Çanaklı (Mamak) Polje, located south of the Isparta Angle, a tectonic region to the west of the Taurus Mountains. This study aims to determine the geomorphological processes controlling the formation and development of Çanaklı (Mamak) Polje and to evaluate the scope and intensity of these processes. 1/25.000 scale topographic maps of the study area were used as a base, quantitative data were obtained with ArcMap software, visual and written information was obtained with field work. Morphometric analyses have been applied to assess the erosional and tectonic activity

<sup>1</sup> Bu makale "Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin Jeomorfolojisi ve Morfometrik Analizleri" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

status of the Çanaklı (Mamak) Polyesis and Basin. According to the results of the Elongation (Re), Compactness (Rc) and Circularity (C) indices applied to the shape of the polye and basin, the tectonic activity of the polye is higher than that of the basin. The values of the hypsometric curve (Hc) and hypsometric integral (Hi) for both the polye and the basin indicate that they are in a mature stage in terms of geomorphological evolution. In addition, the polje is classified as both marginal and structural polje due to its lithological and tectonic status and is classified as a two-character polje. In addition to karstification, tectonism, rivers and physical weathering activities played an important role in the formation and acceleration of the present form of the Çanaklı (Mamak) Polje. The presence of temporary lakes on the plain floor of the study area, the presence of dissolution residue hills, high limestone masses surrounding the basin and a hydrological closed basin with karstic drainage in the plain show that this area is a characteristic polje.

**Keywords:** Çanaklı (Mamak) Polje, geomorphology, karst, morphometric analysis, polje.

### 1. Giriş

Polyeler, karstik arazilerdeki geniş, düz tabanlı, etrafı yüksek kütleler ile çevrili kapalı çöküntülerdir<sup>2</sup>. Karstik litolojik birimlerin hâkim olduğu veya karstik ve karstlaşmaya uygun olmayan litolojik birimlerin bir arada bulunduğu alanlarda oluşan polyeler, genelde tektonik olarak aktif bölgelerde yapısal unsurlarla da ilişkili olarak oluşmaktadır<sup>3</sup>. Polyeler, morfolojik gelişim sonucunda meydana gelmişlerse, yapısal unsurları takip ediyorlarsa ve paleo vadilerin uzanışı yönünde oluşmuşlarsa uzunca bir şekle sahip olurlar<sup>4</sup>. Polye tabanları çoğunlukla farklı morfoklimatik süreçlere ait sedimanlarla kaplıdır<sup>5</sup>. Bu şartlar dikkate alındığında polyeler, oluşumları bakımından büyük bir değişkenlik gösterir ve çoğu polyenin gelişimi sadece kimyasal süreçler ile açıklanamaz, çünkü polyeler bir dizi sürecin birleşiminden de etkilenen polijenik şekillerdir<sup>6</sup>.

Polyeler, yüzeyden akışı olmayan yeraltı drenajına sahip oluşumlardır. Yılın yağışlı dönemlerinde havzaya gelen su, polyenin tabanında çözünme sonucu oluşan düdenler aracılığıyla yeraltına gönderilir. Bu oluşumların ağızlarının tıkanması ya da yeraltı suyu seviyesinin yükselmesi sonucunda tabanlarında bazen geçici bazen de kalıcı göller gelişebilir. Bu göl, polye tabanını düzleştirirken bir yandan da polyenin etrafındaki kireçtaşlarını yanal yönde aşındırarak polye alanını genişletir<sup>7</sup>.

Doğu-batı yönünde uzanan, yaklaşık 200 km genişliğinde kireçtaşlarından oluşan Toroslarda<sup>8</sup>, en küçük yüzey formları olan lapyalardan en büyük yüzey formları olan polyelere kadar çok çeşitli karstik oluşuma rastlanmaktadır. Bu çalışmada Torosların batısında Batı Toros Karst Kuşağı<sup>9</sup> içerisinde yer alan Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin **Jeomorfolojik ve Morfometrik Özellikleri** ele alınmıştır (Şekil 1). Çalışma sahasının su bölümü çizgileri esas alınarak hesaplanan yüzeysel drenaj alanı 109,7 km<sup>2</sup>, polyenin taban alanı ise 20,4 km<sup>2</sup>'dir. Geçirimli ve geçirimsiz birimlerin kontak bölgesinde gelişen Çanaklı Polyesi, yapısal unsurları takiben oluşmuş bir çöküntü havzasıdır. Polyenin güneydoğusundaki Devrent Dere'nin açmış olduğu paleovadi bize göre, polye havzasının tabanında eski bir akarsu vadisinin gelişmesiyle oluştuğunun bir delili gibi görünmektedir. Bu durum aynı zamanda sahanın iklimatik geçmişine dair de bugünkü şartlardan farklı koşullara işaret etmektedir. Bu paleovadi hem sahada daha nemli bir dönemin varlığına ve hem de çalışma sahasının flüvyal süreçlerden etkilendiğini göstermektedir. Esasen yukarıda da kısaca vurgulandığı üzere Batı Torosların litostratigrafik özellikleri bu bölgede çok sayıda polye oluşumuna neden olmuştur<sup>10</sup>. Bu makrokarstik formlar, oluştukları sahanın

<sup>2</sup> Monroe, 1972; Alagöz, 1944; Gracia vd., 2003; Doğan, 2003; Nicod, 2003; Ford ve Williams, 2007; Bonacci, 2004; Lewin ve Woodward, 2009; Fleury, 2009.

<sup>3</sup> Bonacci, 2004; Ford ve Williams, 2007; Bonacci, 2013.

<sup>4</sup> Pekcan, 2019.

<sup>5</sup> Nicod, 2003.

<sup>6</sup> Waele vd., 2009; Bonacci, 2013; Sauro, 2019.

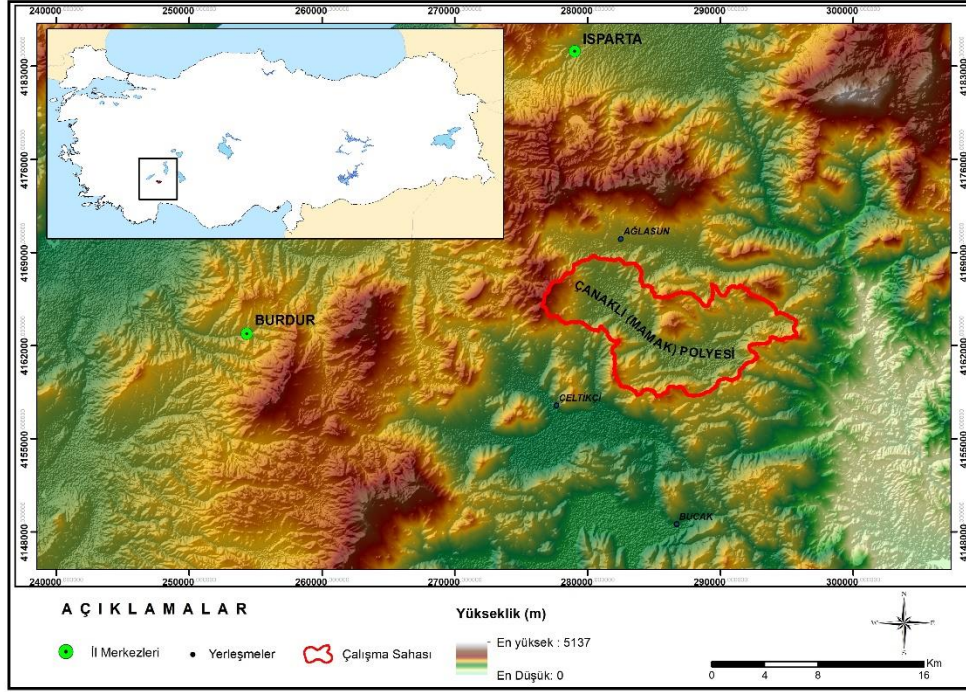
<sup>7</sup> Roglic, 1964.

<sup>8</sup> Eroskay, 1982; Günay vd., 2015.

<sup>9</sup> Nazik ve Tuncer, 2010.

<sup>10</sup> Nazik ve Poyraz, 2015.

ve yakın çevresinin ortam koşullarından bağımsız olmadıkları gibi aynı zamanda oluştukları dönemin tektonik, iklimik vb. gibi pek çok fiziki değişkenlerine ait bilgileri de barındırmaktadır. Jeolojik dönemler boyunca meydana gelen tektonik olaylar (yükselme, alçalma, faylanma, bindirme vb.) ve sürekli değişim halinde olan iklim koşulları çalışma sahasındaki karstlaşmanın seyrini etkilemiş ve polye günümüzdeki şeklini almıştır.



Şekil 1: Çalışma sahasının lokasyon haritası.

Çalışmada Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin oluşumunda etkili olan jeomorfolojik faktörlerin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda en önemli soru havzanın hangi ortam şartlarında ve hangi faktörlerin etkisi ile bugünkü şekline kavuştuğudur. Bu bağlamda çalışmada sahanın oluşum mekanizmasının morfolojik açıdan değerlendirilmesi ve jeomorfolojik evriminin ortaya konması hedeflenmiştir. Çalışma sahasının tektonik aktivitesini belirlemek üzere uzanım (Re), basıklık (Rc), ve dairesellik (C) indeksleri kullanılmıştır. Çalışma sahasına uygulanan diğer analizler ise havzanın erozyonel aktivitesini ortaya koyarak havza yaşımlı belirlemeye yöneliktir. Hipsometrik eğriler, genellikle jeomorfik gelişim aşamasını anlamak ve çeşitli faktörlerin (tektonizma, iklim, litoloji gibi) topografya üzerindeki etkisini incelemek için kullanılmaktadır<sup>11</sup>. Hipsometrik integral ise topografyanın aşındırılma derecesini ortaya koyarak sahanın yükseltisi hakkında bilgiler vermektedir<sup>12</sup>. Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin polye sınıflandırması içerisindeki yerini belirlemek jeomorfolojik açıdan önemli olduğu için yazarlar tarafından belirlenen kriterlere göre çalışma sahası da bir polye sınıfına dâhil edilmiştir. Çalışmanın, Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin nicel (morfolojik analizler) ve nitel (arazi gözlemleri ve literatür değerlendirmeleri) veriler yardımıyla jeomorfolojik ve morfolojik özelliklerini ortaya koymasından literatürdeki boşluğu doldurması amaçlanmaktadır.

### 1.1. Çalışma Sahasının Genel Fiziki Coğrafya Özellikleri

Çanaklı (Mamak) Polyesi Akdeniz Bölgesi'nde, kireçtaşlarının yaygın olduğu Toros Karst Kuşağı'nın batısında Batı Toros Karst Alanı<sup>13</sup> içerisinde, Teke platosuna doğru uzanan polyeler grubu içerisinde yer almaktadır. Matematik konumu yaklaşık 37° 34' kuzey enlemleri, 30° 34' doğu boylamlarıdır. Polye havzası, Isparta ile Burdur illeri arasında yer alan Burdur iline bağlı Ağlasun ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1).

<sup>11</sup> Hurtrez vd., 1999.

<sup>12</sup> Keller ve Pinter, 2002.

<sup>13</sup> Nazik ve Tuncer, 2010.

Görüntü itibariyle bir hilal şeklini andıran Çanaklı (Mamak) Polyesi, kesin olarak ayrılmamakla beraber iki kısımdan oluşmuş gibidir. Havzanın batısındaki bölüm KB-GD, doğusundaki bölüm ise D-B doğrultusunda uzanmaktadır. Polyenin etrafı yüksek topografya ile sınırlanmıştır. Havzanın, ortalama yükseltisi 1025 m, en yüksek noktası 1840 m, en düşük yükseltisi ise 1015 m'dir. Çalışma sahasının su bölümü çizgileri esas alınarak hesaplanan yüzeysel drenaj alanı 109,7 km<sup>2</sup>'dir.

Çanaklı (Mamak) Polyesi, kuzeybatıdan Burdur Gölü, kuzeydoğudan Eğirdir Gölü, doğudan Aksu Çayı Havzası, güneyden Kestel Polye sistemi ile sınırlanmaktadır. Geçirimli ve geçirimsiz birimler arasında yerleşen Çanaklı Polyesi, Isparta Açısında (Şekil 2) meydana gelen bindirme, sıkıştırma, gerilme, faylanma gibi tektonik olaylardan etkilenmiştir. Bunun bir sonucu olarak çalışma sahasında Kretase, Paleosen, Eosen, Miyosen yaşlı allokon birimler, melanj ve olistostromlar, naplı yapılar ve normal faylar görülmektedir<sup>14</sup> (Şekil 3).

Çanaklı (Mamak) Polyesi, Torosların batısında ve Isparta Açısı<sup>15</sup> adı verilen karmaşık jeolojik geçmişe sahip tektonik yapının içerisinde yer almaktadır. Güneybatı Anadolu'nun önemli bölgesel tektonik yapısı olan Isparta Açısı, Eosen ve Langiyen dönemleri boyunca bu açının batısında kalan kesimin saat yönünün tersine, doğu kesiminin saat yönünde dönmesi<sup>16</sup>, neotektonik dönemde ise açının batı kesiminin saat yönünde ve doğu kesiminin saat yönünün tersine dönmesiyle oluşmuştur<sup>17</sup>. Oysa çalışma sahasının içerisinde yer aldığı Burdur-Isparta bölgesi genel olarak saat ibresi yönünde dönme eğilimindedir<sup>18</sup>. Isparta Açısı'ndaki bu rotasyon hareketinin temeli Anadolu'nun güneydoğusundaki Arabistan ve Afrika Levhasının Orta Miyosen dönemde çarpışması sonucunda Anadolu'da yeni tektonik sürecin başlamasıdır<sup>19</sup>.



Şekil 2: Türkiye'nin ana tektonik birimlerini ve makalede adı geçen Isparta Açısı'nı gösteren tektonik harita, Robertson vd.'den (2013) düzenlemiştir.

<sup>14</sup> Şenel, 2010a, 2010b.

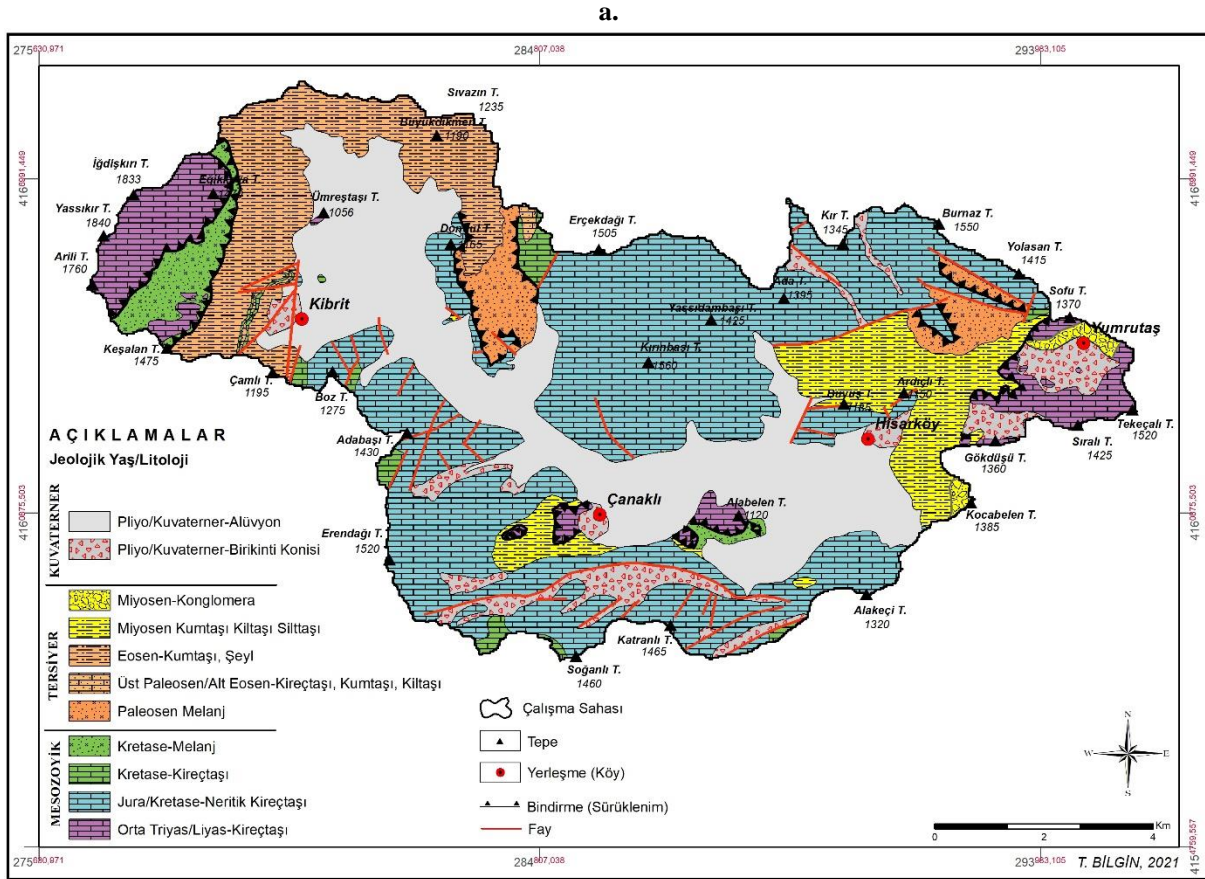
<sup>15</sup> Blumenthal, 1951.

<sup>16</sup> Glover ve Robertson, 1998; Barka vd., 1995.

<sup>17</sup> Robertson'dan aktaran Dolmaz, 2007.

<sup>18</sup> Dolmaz, 2007.

<sup>19</sup> Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1981.



**Şekil 3:** Çalışma sahasının jeoloji haritası (Şenel 2010a ve 2010b'den yararlanılarak çizilmiştir / MTA).

Anadolu-Arabistan çarpışması ile Kuzey ve Doğu Anadolu fayları oluşmuş, Anadolu bu transform faylar boyunca batıya doğru hareket etmeye başlamıştır<sup>20</sup>. Bu çarpışmanın devamı olarak Afrika levhasının kuzey-kuzeybatıya devinimi, Anadolu-Ege levhasının güney sınırı boyunca (Ege Hendeği) günümüze kadar devam etmiştir<sup>21</sup>. Isparta Açısı'nın yeni tektonik evrimi Ege graben sistemi, batıya doğru hareket eden ve dönen Orta Anadolu, Afrika-Avrasya plaka sınırlarının Ege ve Kıbrıs zonu boyunca dalmasının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır<sup>22</sup>.

Güney ve Orta Türkiye, esas olarak Mesozoyik yaştaki karbonat platformlarıyla kaplı bir dizi kıta bloğundan oluşmaktadır<sup>23</sup>. Çalışmalar, Isparta Açısının ana evriminin Geç Kretase ile Orta Miyosen dönemleri arasında meydana geldiğini ve bu sırada çeşitli nap ve nap komplekslerinin yerleşmesi ve daha önce birleşik olan karbonat platformunun parçalanmasıyla Isparta Açısının sıkıştırıldığını göstermektedir<sup>24</sup>. Bu blokların arasında Mesozoyik süresince doğuda ve batıdaki karbonat platformlarını birbirinden ayıran en az birkaç yüz kilometre genişliğinde deniz yolları veya okyanus havzaları oluşmuştur<sup>25</sup>. Geç Kretase-Erken Paleosen zamanlarında Güney Neotetisin küresel jeodinamiği değişmiş, Antalya bölgesinde kıta blokları birbirine yaklaşmış ve çarpışmaya başlamıştır<sup>26</sup>. Ancak, kıtasal mikro-levhaların tam çarpışması ve Isparta Açısının nihai kapanması, Geç Miyosen'de ve Zanclean'den sonra meydana gelmiştir<sup>27</sup>. Bu kapanma olayı görece otokton konumlu Mesozoyik karbonat platformu üzerine (Hoyran karbonat platformu) İç Toros ofiyolitli karışığı napının, Üst

<sup>20</sup> Şengör, 1980.

<sup>21</sup> Koçyiğit, 1984.

<sup>22</sup> Glover ve Robertson, 1998.

<sup>23</sup> Robertson vd., 2013.

<sup>24</sup> Barka vd., 1995.

<sup>25</sup> Glover ve Robertson, 1998.

<sup>26</sup> Poisson, vd., 2011.

<sup>27</sup> Poisson vd., 2003; Poisson vd., 2011.

Lütesiyen sonunda, tektonik olarak yerleşmesiyle gerçekleşmiştir<sup>28</sup>. Bu son olay, Isparta Açısında yeni bir tektonik (neotektonik) dönemin başlangıcı olarak da kabul edilmektedir<sup>29</sup>. Isparta Açısının bugünkü yapısı genişlemeli bir tektonik aktivite ile karakterize edilir ve genişlemeli neotektonik dönemin başlangıç yaşı Erken Kuvaterner'dir<sup>30</sup>. Geç Miyosen dönemdeki sıkışma faylanmasının<sup>31</sup> yerini Geç Miyosen'den Pliyo-Kuvaterner ve günümüze kadar normal ve doğrultu atımlı faylanmalar almıştır<sup>32</sup>. Bu faylanmalar graben yapıları oluşturmuş ve grabenler genişleyerek polye gibi morfolojik yapılar meydana getirmiştir<sup>33</sup>.

Isparta Açısının, Anadolu'nun yaşadığı geçmiş ve mevcut tektonik hareketlerden etkilenmesi hem Anadolu'nun topyekûn hareketine uyum sağlaması hem de Batı Helenik-Doğu Kıbrıs yay sistemlerinin tektonik kaçıışı tarafından kontrol edilmesi dolayısıyla, tektonik olarak aktif olduğu söylenebilir<sup>34</sup>. Bu durum hem son sismik aktivite ile hem de tarihi depremlerle açıklanabilir<sup>35</sup>. Çalışma sahasının tektonik aktivitesi ve deprenselliğinin anlaşılması için 71 yıllık deprem verileri incelenmiş ve bu verilerde Çanaklı Mamak Polye Havzası'nın sınırlarında ve çevresinde çok sayıda deprem oluşumu gözlenmiştir. Çalışma sahası ve yakın çevresinde bulunan yerel fayların ve bu deprem odaklarının varlığı havzadaki tektonik hareketleri doğrulamaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada ilk olarak Çanaklı (Mamak) Polyesi ve yakın çevresine ait 1/25.000 ölçekli topografya haritaları (M24c2-c3, M25d1-d2-d3-d4 paftaları) Harita Genel Müdürlüğü'nden (HGM)<sup>36</sup> temin edilerek temel altlık haritalar olarak kullanılmıştır. ArcMap Dekstop 10.5 programında topografya haritaları sayısallaştırılmış ve bir Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) elde edilmiştir. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden (MTA) elde edilen 1/25.000 ölçekli jeoloji paftalarından (M24-c3, M24-c2, M25-d1, M25-d3, M25-d4) sayısallaştırılarak litolojik veriler elde edilmiştir. Ayrıca, aynı sahanın 1/100.000 ölçekli Isparta M24 ve M25 topografya paftaları da çalışmada incelenmiş ve bilgiler denetlenmiştir<sup>37</sup>. Çalışmada kullanılan veri ve yöntemlerin iş akış şeması Şekil 4'de verilmiştir.

Bu veriler yardımıyla hem polyenin hem de havzanın sınırları çizilmiştir. Polye sınırları, topografya haritası ve arazi gözlemleri ile faylar, dağların ova ile kontakt yaptığı kısımlar, birikinti konileri gibi jeomorfolojik birimlerden çıkarılmıştır. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanılarak ArcMap yazılımının ArcHydro modülü ile drenaj ağı ve havza sınırları belirlenmiştir.

Çalışma sahasındaki erozyonal ve tektonik aktivite durumunu belirleyebilmek amacıyla hem polyeye hem de havzaya morfometrik analizler uygulanmıştır. ArcMap programı aracılığıyla SYM kullanılarak analizlere uygun veriler (alan, çevre, uzunluk, mak. ve min. yükseklik) elde edilmiş ve çalışma sahasına gerekli formüller uygulanmıştır (Tablo 1). Çalışma sahasının tektonik aktivitesini belirlemek için Uzanım (*Re*), Dairesellik (*C*), Basıklık (*Rc*) indeksleri; erozyonal aktivitesini belirlemek için ise Hipsometrik eğri (*Hc*) ve integral (*Hi*) kullanılmıştır. Hipsometrik eğri ve integralin hesaplanmasında Microsoft Excel programı kullanılmıştır.

Havza alanı ve maksimum havza uzunluk verileri kullanılarak hesaplanan uzanım indeksine (*Re*) göre *Re* değeri 0, 5'ten küçük olan havzalar tektonik olarak aktif; 0,5-0,75 arası olan havzalar tektonik olarak hafif aktif; 0,75'ten büyük havzalar ise aktif olmayan havzaya karşılık gelmektedir<sup>38</sup>. Basıklık indeksi (*Rc*), havzanın maksimum uzunluk ve maksimum genişlik verileri kullanılarak hesaplanmakta ve havza uzunluğunun havza genişliğine olan oranı 1'den ne kadar uzaklaşırsa tektonik etki o kadar fazladır şeklinde yorumlanmaktadır<sup>39</sup>. Dairesellik (*C*) indeksi, havza alanı ve çevre verileri

<sup>28</sup> Koçyiğit, 1984.

<sup>29</sup> Koçyiğit, 1984; Glover ve Robertson, 1998.

<sup>30</sup> Glover ve Robertson, 1998; Poisson vd., 2011; Koçyiğit vd., 2013.

<sup>31</sup> Lamotte vd., 1995.

<sup>32</sup> Glover ve Robertson, 1998; Koçyiğit vd., 2013; Doğan vd., 2019.

<sup>33</sup> Doğan ve Koçyiğit, 2018.

<sup>34</sup> Kalyoncuoğlu vd., 2011.

<sup>35</sup> Koçyiğit vd., 2013.

<sup>36</sup> HGM, 2021.

<sup>37</sup> Şenel, 2010a; Şenel, 2010b.

<sup>38</sup> Cuong ve Zuchiewicz, 2001.

<sup>39</sup> Sarp, 2012.

kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu indekste, 0'a yakın değerler dairesellikten uzak, 1'e yakın değerler ise daireselliğe yakın şekilde yorumlanmaktadır<sup>40</sup>.

Çalışma sahasının yükselti (bağlı yükselti, maximum yükselti) ve alan (bağlı alan, toplam alan) oranlanmasına göre oluşturulan hipsometrik eğriler (Hc), genellikle jeomorfolojik gelişim aşamasını anlamak ve çeşitli faktörlerin (tektonizma, iklim, litoloji gibi) topografya üzerindeki etkisini incelemek için kullanılmaktadır<sup>41</sup>. Dışbükey hipsometrik eğriler “genç” ve az aşındırılmış bölgeleri; S şeklindeki eğriler “olgun” ve orta derecede aşındırılmış bölgeleri; içbükey eğriler ise nispeten “yaşlı” ve yüksek derecede aşındırılmış bölgeleri karakterize etmektedir<sup>42</sup>.

Hipsometrik integral, topografyanın yükseltisi hakkında bilgiler vermektedir. Yüksek integral değerleri, akarsular tarafından derin bir şekilde yarılmış yüksek sahalara karşılık gelirken, düşük ve orta integral değerleri oldukça aşındırılmış ve parçalanmış sahalara karşılık gelmektedir<sup>43</sup>. Buna göre “0” a yakın integral değerleri yüksek derecede aşındırılmış “yaşlı” bölgeleri, “1” e yakın integral değerleri az aşındırılmış “genç” bölgeleri, “0,5” e yakın integral değerleri ise “olgun” bölgeleri karakterize etmektedir<sup>44</sup>.

**Tablo 1:** Çalışma sahasına uygulanan morfometrik indeksler, referansları ve açıklamaları

Morfometrik Analizler			
	İndeksler	Formüller	Referanslar
HAVZA ŞEKLİ (Tektonik Aktivite)	<i>Uzanım (Re)</i>	$Re = (2\sqrt{A}) : (\sqrt{\pi}) / L$ (Panek, 2004)	< 0.5 ; Tektonik Açından Aktif 0,5-0,75 ; Tektonik Açından Hafif Aktivite, > 0,75 ; Tektonik Açından Aktif Olmayan
	<i>Basıklık (Rc)</i>	$Rc = L / W$ (Panek, 2004)	Değer 1'den Uzaklaştıkça Tektonik Etki Fazla
	<i>Dairesellik (C)</i>	$C = 4 \pi A / P^2$ (Morgenstern vd., 2011)	“0” a Yakın Değerler Dairesellikten Uzak ve Genç, “1” e Yakın Değerler Daireselliğe En Yakın ve Olgun
HİPSOMETRİ (Erozyonel Aktivite)	<i>Hipsometrik Eğri (Hc)</i>	$Hc = y = h/H$ $x = a/A$ (Keller ve Pinter, 2002)	Dış Bükey Eğriler, Az Aşınmış “Genç” Araziler; İç Bükey Eğriler, Fazlaca Aşınmış “Yaşlı” Araziler
	<i>Hipsometrik İntegral (Hi)</i>	$HI = \text{Ort. Yükselti-Min. Yükselti} / \text{Maks. Yükselti-Min. Yükselti}$ (Keller ve Pinter, 2002)	“0” a Yakın Değerler Aşınmış “Yaşlı” Sahalar ; “1” e Yakın Değerler Az Aşınmış “Genç” Sahalar; “0,5” Yakın Değerler “Olgun” Sahalar

A: havza alanı; L: havza uzunluğu; W: havza genişliği; P: havza çevresi; h: bağlı yükselti; H: maksimum yükselti oranı; a: bağlı alan; A: toplam alan oranı

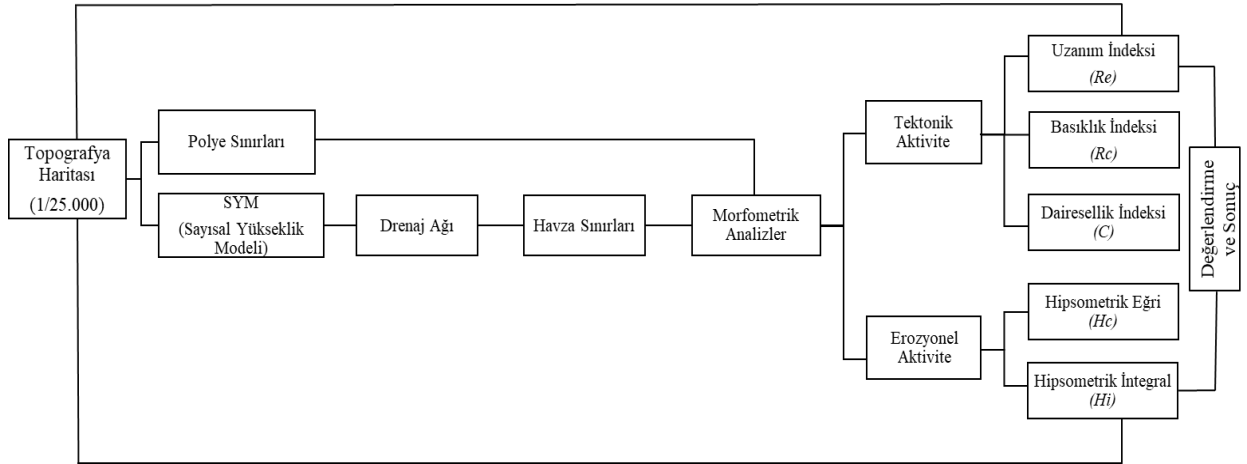
<sup>40</sup> Morgenstern vd., 2011.

<sup>41</sup> Hurtrez vd., 1999.

<sup>42</sup> Keller ve Pinter 2002; Pedrera vd., 2009.

<sup>43</sup> Keller ve Pinter, 2002.

<sup>44</sup> Keller ve Pinter, 2002.



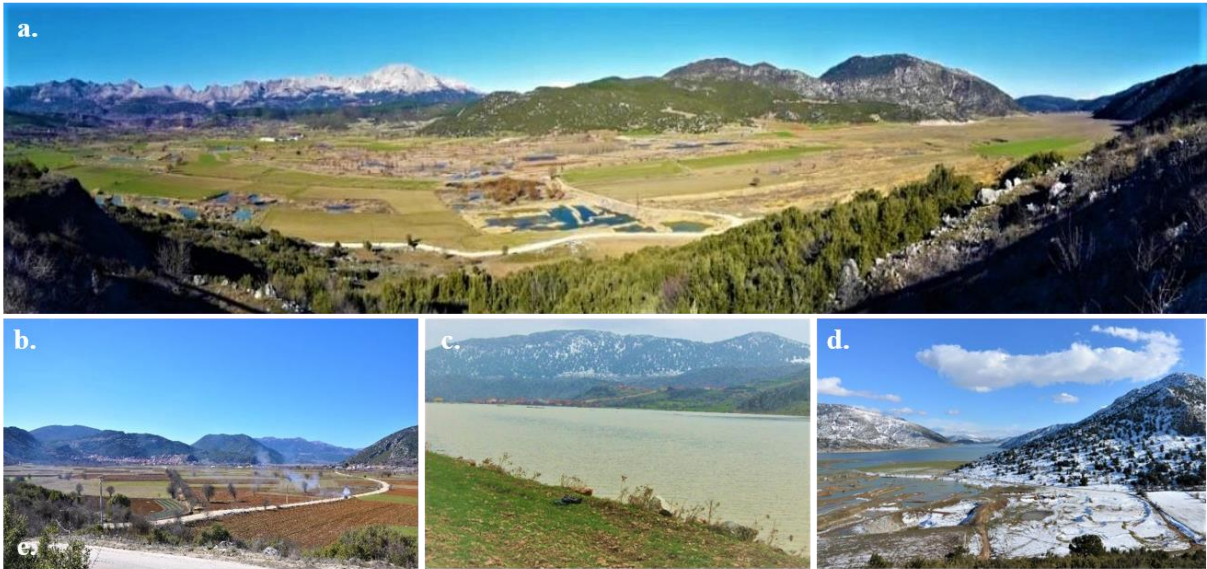
Şekil 4: Çalışmada kullanılan veri ve yöntemlerin akış şeması

### 3. Bulgular

#### 3.1. Çanaklı (Mamak) Polyesi

Çanaklı (Mamak) Ovası, kuzey ve güneyden oldukça dik kireçtaşları ile çevrili; yüzeyden kapalı ancak kuzey ve güneydeki düdenler aracılığıyla yeraltına drene olan, karstik drenaja sahip; tabanında çözünme artığı humların yer aldığı; yılın belli dönemlerinde polye tabanında geçici göllerin olduğu tipik bir polye özelliindedir (Foto 1a).

Çanaklı Polye Ovası, 20,4 km<sup>2</sup> alan kaplamaktadır. Ova tabanında yükselti 1015 m ile 1050 m yükselti basamakları arasında değişiklik göstermektedir. Ova tabanı ile çevresindeki yüksek kütleler arasındaki yükselti farkı ise yaklaşık 250-500 m civarındadır. En düşük yükseltiler yağışlı dönemlerde ovanın doğu ve batısında oluşan Küçükgöl (Foto 1b, 1c) ve Kocagöl (Foto 1d) civarındadır.

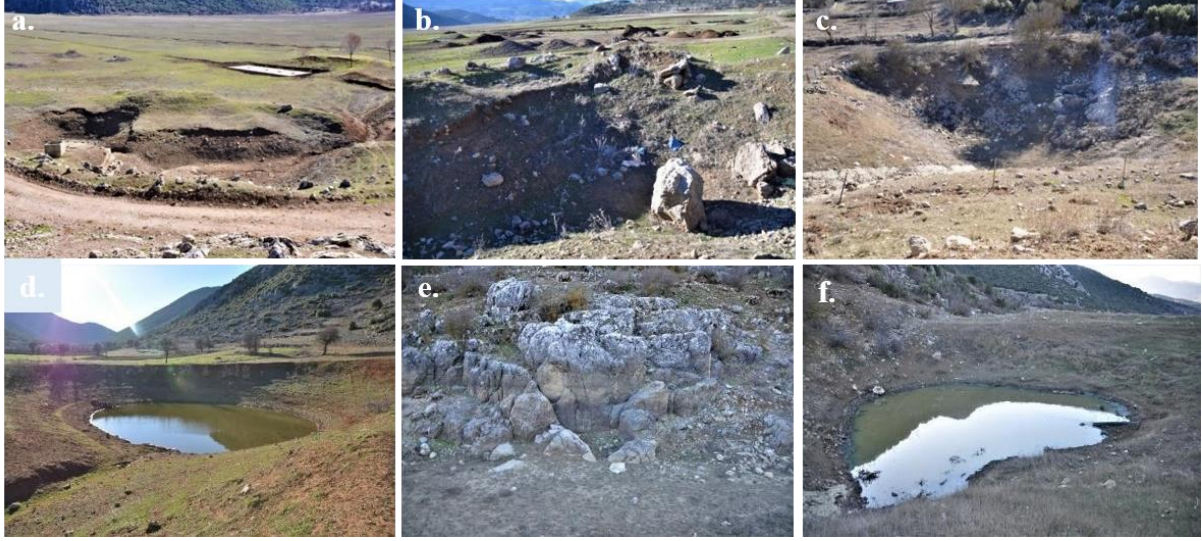


**Foto 1:** Çanaklı Polyesi a) Boz Tepe'nin (havzanın güneybatısı) yamaçlarından ovanın panoramik görüntüsü b) sahanın güneyindeki küçük göl mevkii c) düdenlerin tıkanması sonucunda polye tabanında (GD) oluşan Küçükgöl (Çanaklı Köyü civarı). d) düdenlerin tıkanması sonucunda polye tabanında (GB) oluşan Kocagöl (Fotoğraf; Yıldırım Özdemir).

Ovanın kuzey ve güneyinde genelde karşılıklı ve sıralı bir şekilde, kireçtaşı ile ovanın kontakt yaptığı kısımlarda düdenler oluşmuştur. Havzanın kuzeyindeki Kırınbaşı Tepe'nin doğusunda (Foto 2a) ve batısında (Foto 2b), havzanın güneyinde Çolaklarla Düdeni (Foto 2c), yine havzanın güneyindeki Adabaşı Tepe'nin güneyinde (Foto 2d), kuzeyinde (Foto 2e) ve batısında (Foto 2f) düdenler gözlenmiştir.



Çalışma sahasına yağış ile gelen sular, bu düdenler aracılığıyla yeraltına geçmektedir (Şekil 5). Fakat yağışın çok fazla olduğu kış dönemlerinde düdenlerin ağızlarının tıkanması ya da su tablasının yükselmesi durumunda polye tabanında Kocagöl ve Küçükgöl oluşmaktadır (Foto 1c ve 1d, Şekil 5). Polyeye giren ve çıkan sular, yeraltı su ağı ile bağlantılıdır<sup>45</sup>.



**Foto 2:** Ova tabanına gelen suların yeraltına geçişini sağlayan düdenler. Havzanın kuzeyindeki Kırınbaşı Tepe'nin a) doğusunda ve b) batısındaki düdenler. c) Çalışma sahasının güneyindeki Çolaktarla Düdeni. Havzanın güneyindeki Adabaşı Tepe'nin d) Güneyinde e) Kuzeyinde f) batısındaki düdenler.

Çalışma sahasının neredeyse her kesiminde özellikle yükseltinin arttığı alanlarda çok sayıda lapyta oluşumu gözlenmiştir. Çalışma sahasında, yüzeysel akışla oluşan kanalcıklı lapyalar (Foto 3a), sızma sularıyla oluşan diyaklaz lapyaları (Foto 3b), tencere veya kazan şekilli kamenitsalar (Foto 3c), kanalcıklı lapyaların gelişmesi ve derinleşmesine bağlı oluşan oyuklu lapyalar (Foto 3d), humus ve bitki örtüsü altında oluşan delikli lapyalar (Foto 3e ve 3f) gözlenmiştir.



**Foto 3:** Çalışma sahasındaki lapyta örnekleri. a) Çalışma sahasının batısındaki kanalcıklı lapyalar b) doğusunda Hisarköy civarındaki diyaklaz lapyaları ve c) kamenitsa. Çalışma sahasının d) doğusunda mermer üzerinde oluşmuş oyuklu lapyta, e) batısında Kretase kireçtaşları üzerinde gelişmiş delikli lapyalar, f) doğusunda kireçtaşları üzerinde oluşmuş delikli lapyalar.

<sup>45</sup> Pekcan, 2019; Sauro, 2019.

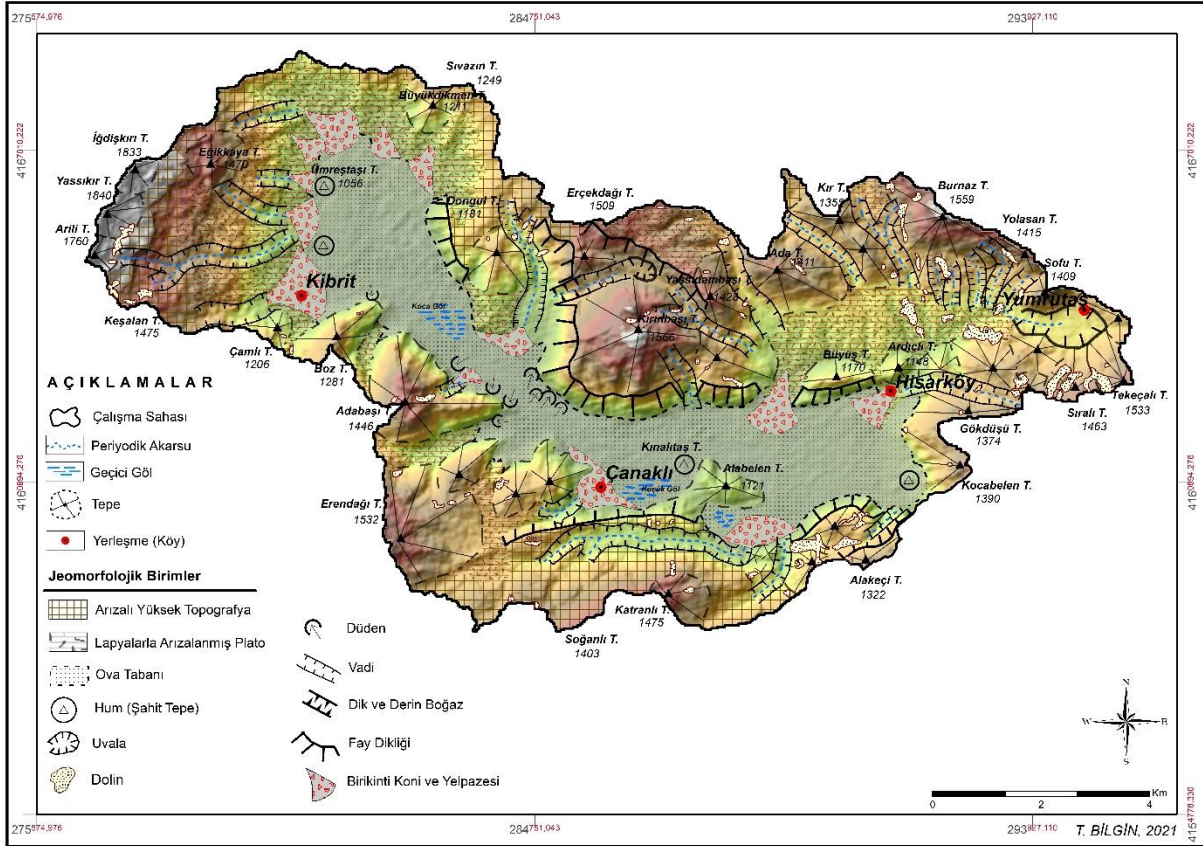
## Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin Jeomorfolojik ve Morfometrik Özellikleri

Çanaklı Polyesi'nin tabanı düz-hafif eğimlidir. Ovanın eğim yönü de göllere ve düdenlere doğrudur. Ovanın tabanı akarsular ile taşınan malzemeler ve çözünme artığı terra rosalarla kaplıdır (Foto 4a). Polye tabanında yanıl karstik gelişimi gösteren<sup>46</sup> çözünme artığı hum tepeler, çalışma sahasının kuzeyinde, batısında, güneyinde ve doğusunda bulunmaktadır (Şekil 5).



**Foto 4:** a) Çalışma sahasında kireçtaşlarının çözünmesi sonucu oluşan karstik kırmızı renkli topraklar (terra rosa) b) Çalışma sahasının batısında lapyalar üzerinde yetişmiş maki toplulukları.

Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin (Ağlasun) iklimi Thorntwaite'a göre, "2.derece mikrotermal, düşük sıcaklıktaki iklim" grubuna girmektedir<sup>47</sup>. Akdeniz iklim bölgesinde karstlaşma, yağışlı ve soğuk kış aylarında şiddetlenirken, yağışsız ve sıcak yaz aylarında yavaşlamakta veya durmaktadır<sup>48</sup>. Tipik Akdeniz iklimine sahip olmayan Çanaklı Polyesi'nde yılın büyük çoğunluğunda karstlaşma devam etmektedir. Yine bu iklime uygun ve karstlaşmaya etki eden bitki örtüsü (maki elemanları-ardıç, meşe) sahaya hâkimdir (Foto 4b).



<sup>46</sup> Şimşek vd., 2020.

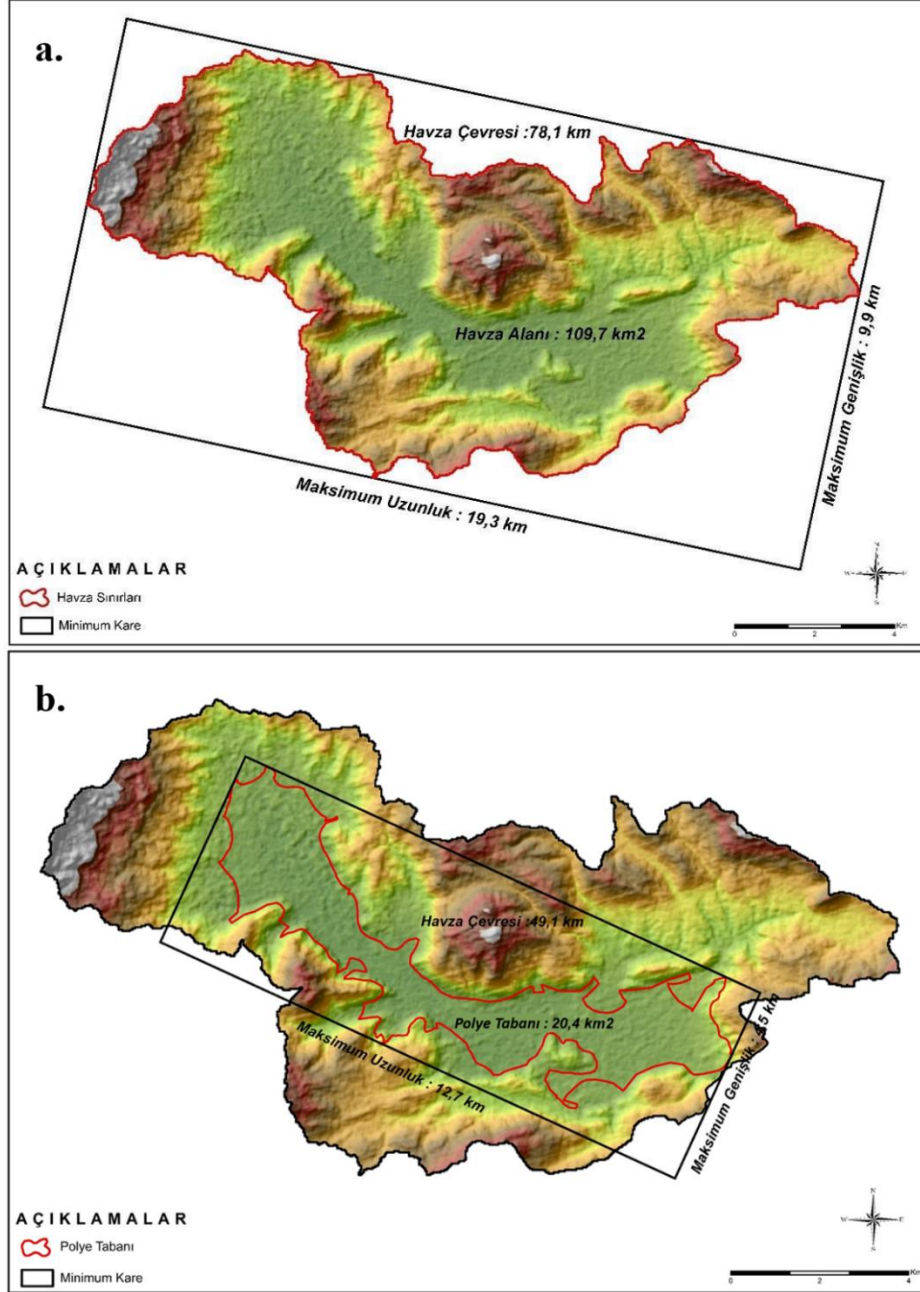
<sup>47</sup> Bilgin, 2021.

<sup>48</sup> Pekcan, 2019.

Şekil 5: Çalışma sahasının jeomorfoloji haritası

## 3.2. Çanaklı (Mamak) Polyesi ve Havzası'nda Tektonik Aktivite

Hidrolojik ve tektonik havzaların şekli bir sahanın tektonik özellikleri hakkında bilgi vermektedir<sup>49</sup>. Bu doğrultuda Çanaklı (Mamak) Polyesi ve Havzası'nın tektonizmadan etkilenip etkilenmediğini ortaya koymak amacıyla havza ve polyeye morfometrik indeksler uygulanmıştır. Bu indeksler ile havza (Şekil 6a) ve polyeye (Şekil 6b) ait şekilsel (alan, çevre, uzunluk ve genişlik) bilgiler kullanılarak tektonik aktiviteye dair değerlendirmeler yapılmıştır.



Şekil 6: a) Havzanın şekil bilgileri b) Polyenin şekil bilgileri

Uzanim indeks formülüne göre *Re* değeri Çanaklı (Mamak) Polye Havzası'nda 0,612, Çanaklı (Mamak) Polyesi'nde ise 0,401 olarak hesaplanmıştır (Tablo 2). Bu değerlere göre, Çanaklı (Mamak) Polye Ovasının (tabanı), *Re* değeri 0,5'ten küçük olduğu için tektonik olarak *aktif* iken; Çanaklı (Mamak) Polye Havzası, 0,5-0,75 arasında *Re* değeriyle tektonik olarak *hafif aktiftir*.

<sup>49</sup> Sarp, 2012.

**Tablo 2:** Çalışma sahasına uygulanan uzanım indeks sonuçları

Uzanım ( $R_e$ )	Alan ( $m^2$ )	Uzunluk (m)	Sonuç ( $R_e$ )
Çanaklı (Mamak) Polye Havzası	109,7	19,3	<b>0,612</b>
Çanaklı (Mamak) Polye Ovası	20,4	12,7	<b>0,401</b>

Basıklık indeks değeri, Çanaklı (Mamak) Polye Havzası'nda 1,949 indeks değeri iken, Çanaklı (Mamak) Polyesi'nde 2,822 indeks değeri ile sonuçlanmıştır (Tablo 3). Burada bulunan basıklık indeks değerlerine göre; hem Çanaklı (Mamak) Polye Ovası hem de Çanaklı (Mamak) Polye Havzası, polye tabanı daha fazla etkilenmek kaydıyla, *tektonik etkilerden oldukça fazla etkilenmişlerdir*.

**Tablo 3:** Çalışma sahasına uygulanan basıklık indeks sonuçları

Basıklık ( $R_c$ )	Uzunluk (m)	Genişlik (m)	Sonuç ( $R_c$ )
Çanaklı (Mamak) Polye Havzası	19,3	9,9	<b>1,949</b>
Çanaklı (Mamak) Polye Ovası	12,7	4,5	<b>2,822</b>

Dairesellik indeksi, Çanaklı (Mamak) Polye Havzası'nda 0,226 indeks değeri ile sonuçlanırken, Çanaklı (Mamak) Polyesi'nde ise 0,106 indeks değeri ile sonuçlanmıştır (Tablo 4). Buna göre hem Çanaklı (Mamak) Polyesi hem de Çanaklı (Mamak) Polye Havzası *dairesellikten uzaklaşmış* şekillerdir.

**Tablo 4:** Çalışma sahasına uygulanan dairesellik indeks sonuçları

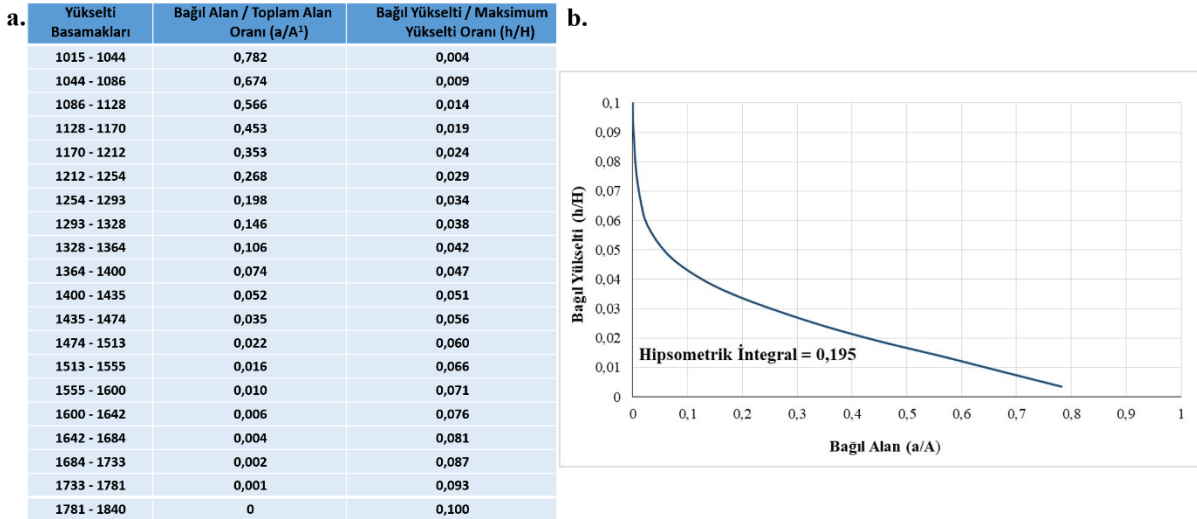
Dairesellik ( $C$ )	Alan ( $m^2$ )	Çevre (km)	Sonuç ( $C$ )
Çanaklı (Mamak) Polye Havzası	109,7	78,1	<b>0,226</b>
Çanaklı (Mamak) Polye Ovası	20,4	49,1	<b>0,106</b>

### 3.3. Çanaklı (Mamak) Polyesi ve Havzası'ndaki Erozyonal Aktivite

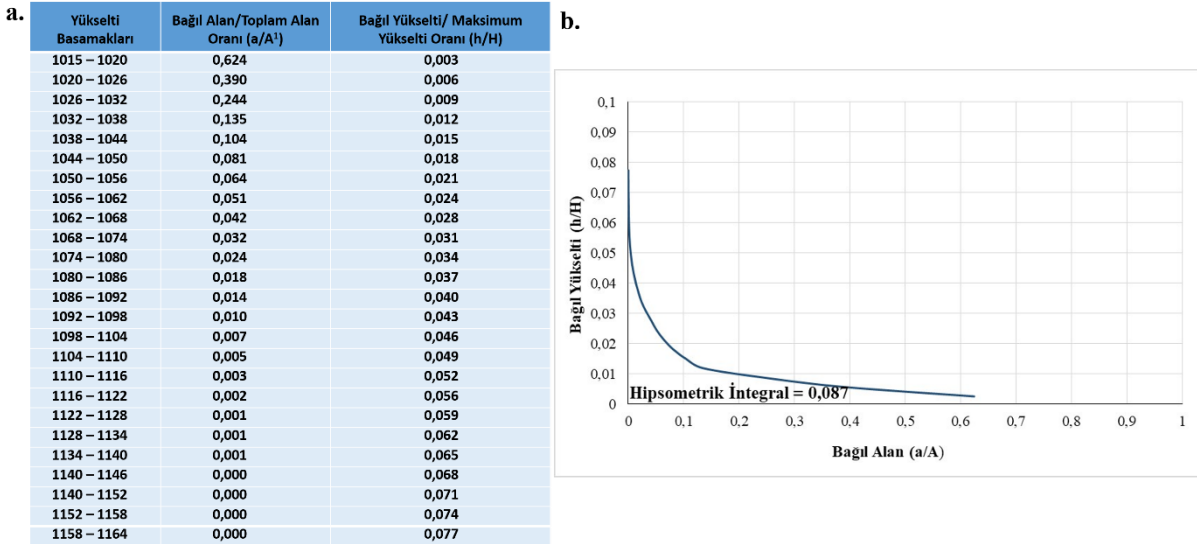
Çalışma sahasındaki erozyonal aktiviteyi belirlemek amacıyla hem polyeye hem de havzaya hipsometrik eğri ve hipsometrik integral uygulanmıştır.

Hipsometrik eğriyi ( $H_c$ ) elde edebilmek için Çanaklı (Mamak) Polye Havzası 1015 m'den 1840 m'ye kadar değişen 20 farklı yükselti aralığında sınıflandırılmıştır (Şekil 7a). Bu yükselti sınıflandırılmasından elde edilen hipsometrik eğri grafiği Çanaklı (Mamak) Polye Havzası için *"içbükey"* şekil sergilemektedir (Şekil 7b).

Çanaklı (Mamak) Polyesi ise 1015 m'den 1164 m'ye kadar değişen 25 farklı yükselti aralığında sınıflandırılmıştır (Şekil 8a). Bu yükselti sınıflandırılmasından elde edilen hipsometrik eğri grafiği Çanaklı (Mamak) Polyesi için *"içbükey"* şekil sergilemektedir (Şekil 8b). Bu hesaplamalarda hipsometrik eğri grafik çizgisinin alt kesimi hipsometrik integrali ( $H_i$ ) oluşturmaktadır.



**Şekil 7:** a) Çanaklı (Mamak) Polye Havzası'na ait yükselti basamakları, bağlı alan ve bağlı yükselti değerleri b) Çanaklı (Mamak) Polye Havzası'na ait hipsometrik eğri grafiği ve hipsometrik integral değeri



**Şekil 8:** a) Çanaklı (Mamak) Polyesi'ne ait yükselti basamakları, bağlı alan ve bağlı yükselti değerleri b) Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin hipsometrik eğri grafiği ve hipsometrik integral değeri

109,7 km<sup>2</sup>'lik bir alan kaplayan Çanaklı (Mamak) Polye Havzası'nda maksimum yükselti 1840 m, ortalama yükselti 1176 m, minimum yükselti ise 1015 m'dir. Havzaya hipsometrik integral formülü uygulandığında **0,195** integral değeri elde edilmektedir (Şekil 7b).

20,4 km<sup>2</sup>'lik alan kaplayan Çanaklı (Mamak) Polye Ovası'nda maksimum yükselti 1164 m, ortalama yükselti 1028 m, en düşük yükselti ise 1015 m'dir. Çalışma sahasına hipsometrik integral formülü uygulandığında: **0,087** integral değeri elde edilmektedir (Şekil 8b).

### 3.4. Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin Polye Sınıflandırmasındaki Yeri

Karstik yeryüzü şekillerinin en büyüğü olan polyelerin oluşumunda ve gelişiminde pek çok faktör etkili olmuştur. Polyeler karmaşık jeomorfolojik süreçler sonucunda oluştuğu için kesin ve standartlaşmış bir tanımı yapılamamış<sup>50</sup>. Bu yüzden pek çok yazar farklı tanımlar yaparak, belirli kriterlere göre sınıflandırma yapmışlardır. Gams (1994) polyeleri, kenar (border) polyeleri, dağ eteği (piedmont) polyeleri, strüktürel (peripheral) polyeler, taşkın (overflow) polyeleri, taban seviyesi (base-

<sup>50</sup> Bonacci, 2013.

level) polyeleri şeklinde 5 sınıfa ayırmıştır. Nicod (2003) polyelerin bir iki kriterle tanımlanamayacak yer şekilleri olduğunu ve çeşitli süreçler sonucunda oluştuğunu düşünerek; polyelerin topografya özelliklerine, yapısal koşullarına, aktif tektoniğin parçası olmasına, morfoiklimatik koşullarına, güncel ve mevcut hidrolojik durumuna, jeomorfolojik özelliklerine bakılması gerektiğini öne sürmüştür. Bonacci (2013) polyeleri hidrolojik rejimlerine göre, kalıcı olarak göl altında kalan polyeler; periyodik bir göl ile tamamen ya da kısmen kaplı olan polyeler; kuru polyeler olarak 3 sınıfa ayırmıştır. Ford ve Williams (2007) ise polyeleri kenar polyeleri, yapısal polyeler, taban seviyesi polyeleri şeklinde 3 sınıfa ayırmıştır. Karst literatüründe yaygın olarak kullanılmış ve kabul görmüş sınıflandırma Ford ve Williams'ın (2007) yaptığı sınıflandırmadır<sup>51</sup> ve bu sınıflandırmayı kullanan pek çok çalışma vardır<sup>52</sup>. Bu çalışmada da genel düşünceye uygun olarak Ford ve Williams'ın (2007) polye sınıflandırması kullanılmıştır.

Ford ve Williams (2007), polyeleri oluşum mekanizmalarına göre kenar polyeleri, yapısal polyeler ve taban seviyesi polyeleri şeklinde 3 temel türde sınıflandırmıştır. **Kenar polyelerinin** oluşumunda allojenik flüvyal etki hâkim olmakla beraber bu polyeler karstik ve karstik olmayan dokanıklarda gelişmişlerdir<sup>53</sup>. **Yapısal polyelerde** polyenin oluşumu yapısal unsurlar tarafından belirlenmiştir. Bu polyeler en büyük karstik çöküntüleri oluşturabilir ve aktif tektonik bölgelerde baskın polye sınıfıdır<sup>54</sup>. **Taban seviyesi polyeleri** ise, bölgesel su tablasının yeryüzü ile kesiştiği yerlerde oluşurlar<sup>55</sup>. Bunlar allojenik akarsulara veya jeolojik kontrole bağlı oluşmadıkları için en saf polye türü olarak kabul edilirler<sup>56</sup>.

Bütün bu bilgiler ışığında Ford ve Williams'ın (2007) polye sınıflandırmasına göre Çanaklı (Mamak) Polyesi, neritik kireçtaşları ile Eosen yaşlı filişlerden ve Miyosen yaşlı kumtaşı, kıltaşı ve siltaşlarından oluşan formasyonların arasında gelişmiş olmasından dolayı **kenar polyesi** sınıfında kabul edilebilir.

Çanaklı (Mamak) Polyesi'ne uygulanan morfometrik analizlerin sonuçlarına göre (uzanım, basıklık, dairesellik) polye şekli tektonizmadan etkilenmiştir. Ovanın kuzey ve güneyinde kireçtaşları ile kontakt yaptığı kısımlardaki faylar da bunu doğrulamaktadır. Ayrıca, bu depresyon Torosların topografik ve tektonik uzanışı GB-KD doğrultusundaki uzanımına karşın Çanaklı (Mamak) Polye Havzası, batıda KB-GD, doğuda ise D-B şeklinde uzanmaktadır. Çanaklı Polyesi'nin Torosların topografik ve tektonik uzanımına uyum göstermemesi, polye tabanının graben olduğunu düşündürmektedir<sup>57</sup>. Bu olasılık dikkate alındığında Çanaklı (Mamak) Polyesi, yapısal unsurları takiben oluştuğu için **yapısal polye** sınıfında da yer almaktadır.

Tuncer (2021), morfolojik ve akaçlanma özelliklerine göre polyeleri kapalı polyeler, açık polyeler, bozulmuş polyeler ve düdenli polyeler şeklinde 4 sınıfa ayırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre de Çanaklı (Mamak) Polyesi, sadece taban ve kenar kesimlerindeki düdenler aracılığıyla sularını boşalttığı için **düdenli polye** grubunda değerlendirilebilir.

### 3.4. Çanaklı (Mamak) Polyesi'nde Eski Akarsu İzleri; Devrent Boğazı Deresi

Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin güneydoğusunda bu sahadaki eski drenaj sistemine işaret eden Devrent Deresi bulunmaktadır. Devrent Deresi Tortoniyen yaşlı konglomeralar ve Üst Burdigaliyen-Serravaliyen yaşlı kumtaşı, kıltaşı, siltaşı ve konglomeralardan oluşan jeolojik birimler üzerine yerleşmiştir<sup>58</sup>. Oligosen sonu-Miyosen başlarında polye, sularını Devrent Deresi aracılığıyla Aksu Çayı'na boşaltmaktaydı. Bu dönemde çalışma sahasında oluşan Miyosen havza dolgularının Devrent Deresi tarafından taşındığı düşünülmektedir<sup>59</sup>. Pliyosen sonu-Pleistosen başında meydana gelen tektonik

<sup>51</sup> Doğan, 2003.

<sup>52</sup> Örneğin, Doğan, 2003; Lewin ve Woodward, 2009; Blatnik vd., 2017; Doğan, vd., 2019; Şimşek vd., 2020; Gökkaya ve Gutiérrez, 2022.

<sup>53</sup> Doğan, 2003; Ford ve Williams, 2007.

<sup>54</sup> Ford ve Williams, 2007.

<sup>55</sup> Ford ve Williams, 2007; Doğan, 2003

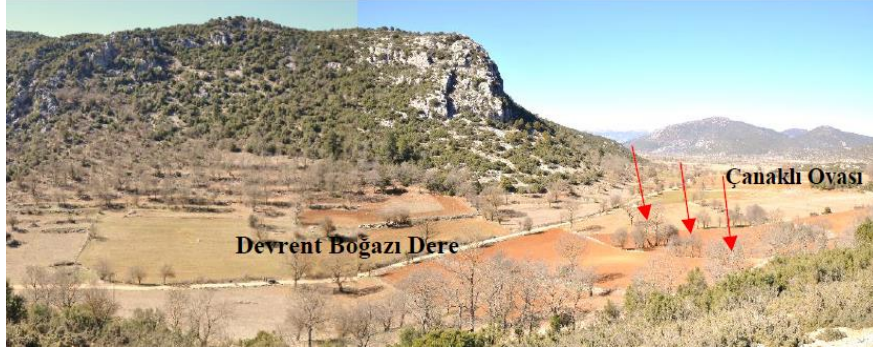
<sup>56</sup> Ford ve Williams, 2007.

<sup>57</sup> Kurt, 2000.

<sup>58</sup> Şenel, 2010a; Şenel, 2010b.

<sup>59</sup> Kurt, 2000.

hareketler<sup>60</sup> sonucunda yüzeysel drenaj sistemi bozulmuş, bu dönemde önceden polyenin sularını Aksu Çayı'na boşaltan Devrent Deresi ile polyenin bağlantısı kesilmiştir. Bunun sonucunda da Devrent Deresi asılı bir vadi (paleovadi) (Foto 5) görünümü almıştır<sup>61</sup>. Böylelikle, Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin, Aksu Çayı ile yüzeyden hidrografik bağlantısı kesilerek Devrent Boğazı Dere Aksu Çayı Havzası'nın dışında kalmıştır<sup>62</sup>. Sahada bu havzayı drene eden eski bir akarsuyun varlığı bu saha ve yakın çevresinin daha nemli ve yağışlı bir dönem geçirdiğinin ve flüvyal süreçlerin de polye oluşumunda etkili olduğunun kanıtıdır.



**Foto 5:** Havzanın güneydoğusundaki Devrent Boğazı Deresi ile Çanaklı Ovası sınırı

Topografya haritalarında Devrent Deresi ve Çanaklı Polye Havzası'nın doğrudan bağlantısı var gibi görünmektedir. Oysa, bu kesimde polye tabanı ile Devrent Deresi vadi tabanı arasında yaklaşık 20-30 metrelik bir yükselti farkı bulunmaktadır (Şekil 9). 20-30 metrelik bu seviye farkı, Devrent Deresi'nde çok şiddetli bir yükselme olmadığını gösterse de buradaki tektonik etkiyi açıkça ortaya koymaktadır. Bize göre bu seviye farkı saha ve yakın çevresini ilgilendiren tektonik hareketlerle açıklanabilir.

Bu sahanın tektonik evrimini ana hatlarıyla şu şekilde açıklamak mümkündür: Batı Toroslardaki polyelerin oluşumu ve bu polyelerin sularını boşaltan paleo vadilerin gelişiminde Isparta Açısını kontrol eden mekanizma ve Akdeniz'in transgresif ve regresif devrelerinin rolü büyüktür. Çanaklı Polyesi'nin güneyindeki Kestel Polye sistemi, sularını yüzey drenajı ile Aksu Çayı'na drene ederken Kuvaterner'de meydana gelen tektonik hareketler sonucunda yeraltına geçmiş, böylece birbirine yeraltından bağlı polye sistemi oluşmuştur<sup>63</sup>. Kestel polyeler grubunda oluşan bu durum, esasen bizim çalışma sahamızı oluşturan ve Çanaklı Polyesi'ni dışarıya drene eden Devrent Boğazı Dereyi'de ilgilendirmektedir. Bu sahada da muhtemelen ilk oluşumda yüzeyden sahayı drene eden akarsular Akdeniz'in transgresif ve regresif hareketlerine bağlı olarak önce yüzeyden sahayı boşaltmaktaydı. Erken Kuvaterner'den itibaren, sıkışma tektonik rejiminin yerini gerilme tektonik rejiminin almasıyla, normal faylar, horst ve graben yapıları oluşmuştur<sup>64</sup>. Bu dönemdeki tektonik hareketlerle taban seviyesinin değişimine bağlı olarak nehirlerin yukarı kesimleri alçakta kalmış ve Aksu Çayı ile bağlantıları kesilmiştir. Böylelikle geçmişte yüzeyden akmakta olan akarsular yukarı kesimlerinde asılı vadiler ve paleo vadilere dönüşmüşlerdir<sup>65</sup>. Bu dönemde havzadaki dağlık alanlar yükselirken polye tabanları alçalmıştır<sup>66</sup>. Bu durum Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin, bir graben içerisinde gelişen tektono-karstik depresyon olduğunu doğrulamaktadır. Ayrıca çalışma sahasındaki normal faylar, sahaya uygulanan morfolometrik analizler ve havzanın neredeyse her kesiminde görülen birikinti konileri de sahadaki bu tektonik etkiyi doğrulamaktadır.

<sup>60</sup> Erinç, 2012.

<sup>61</sup> Doğan vd., 2019.

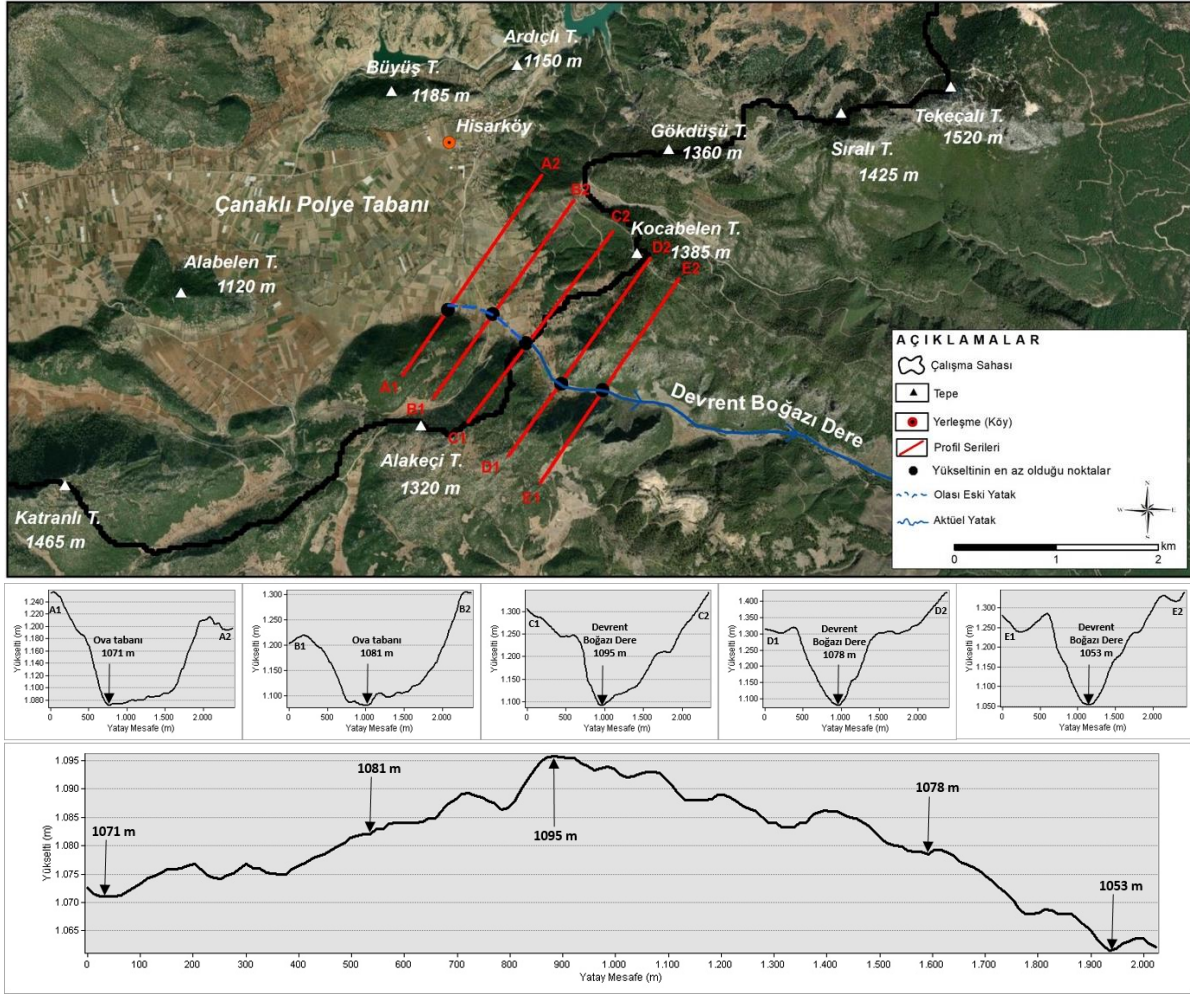
<sup>62</sup> Atayeter, 2005.

<sup>63</sup> Doğan vd., 2019.

<sup>64</sup> Koçyiğit vd., 2013.

<sup>65</sup> Doğan vd., 2019.

<sup>66</sup> Kurt, 2000.



Şekil 9: Havzanın güneydoğusundaki Devrent Boğazi Deresi'nin ova tabanı ile arasındaki yükselti farkını gösteren enine ve boyuna profilleri (Profiller ArcMap yazılımı yardımıyla oluşturulmuştur.)

#### 4. Sonuç / Tartışma

Havzanın ve polyenin tektonik aktivitesini belirlemek amacıyla sahaya uzanım (Re), basınlık (Rc) ve dairesellik (C) indeksleri uygulanmıştır. Polyeye uygulanan morfometrik indeks sonuçlarına göre polye şekli tektonizmadan etkilenmiştir. Polyenin uzanım indeksi sonuçlarına (0,401) göre polye tektonik açıdan aktif; basınlık indeksine göre (2,822) polyede tektonik etki fazla; dairesellik indeks sonuçlarına göre (0,106) ise polye dairesellikten uzak ve genç yani tektonizmadan etkilenmiştir (Tablo 5). Ovanın kuzey ve güneyde kireçtaşları ile kontakt yaptığı kısımlardaki faylar ve fay façetaları da polyedeki tektonik etkiyi doğrulamaktadır.

Havzanın uzanım indeksi sonuçlarına göre (0,612) tektonik açıdan hafif aktif; basınlık indeks sonuçlarına göre (1,949) havzada tektonik etki az; dairesellik indeks sonuçlarına göre ise havza dairesellikten uzak ve genç yani tektonizmadan etkilenmiştir. Havzada tektonik etki çok yüksek değerler göstermezken polyede bu değerler havzaya oranla daha yüksek çıkmıştır. Bunun başlıca sebebi Pliyosen sonu Kuvaterner başında meydana gelen yükselme hareketleri sonucunda ova tabanının graben olarak çökmesi ve çevredeki dağlık kütlelerin horst olarak yükselmesidir. Yani polyenin tabanının düşey yönde hareket ettiği düşünülebilir.



**Tablo 5:** Çalışmada kullanılan morfometrik indeksler, referans alınan değerler ve sonuçlar

Morfometrik Analizler		Referanslar	Değerler		Sonuçlar	
			Havza	Polye	Havza	Polye
HAVZA ŞEKLİ	<i>Uzanım (Re)</i>	< 0,5 ; Tektonik Açıdan Aktif 0,5-0,75 ; Tektonik Açıdan Hafif Aktivite, > 0,75 ; Tektonik Açıdan Aktif Olmayan	0,612	0,401	<i>Tektonik Açıdan Hafif Aktif</i>	<i>Tektonik Açıdan Aktif</i>
	<i>Basıklık (Rc)</i>	Değer 1'den Uzaklaştıkça Tektonik Etki Fazla	1,949	2,822	<i>Tektonik Etki Az</i>	<i>Tektonik Etki Fazla</i>
	<i>Dairesellik (C)</i>	“0” a Yakın Değerler Dairesellikten Uzak ve Genç, “1” e Yakın Değerler Daireselliğe En Yakın ve Olgun	0,226	0,106	<i>Dairesellikten Uzak ve Genç</i>	<i>Dairesellikten Uzak ve Genç</i>
HİPSOMETRİ	<i>Hipsometrik Eğri (Hc)</i>	Dış Bükey Eğriler, Az Aşınmış “Genç” Araziler; İç Bükey Eğriler, Fazlaca Aşınmış “Yaşlı” Araziler	<i>İçbükey</i>	<i>İçbükey</i>	<i>Yaşlı</i>	<i>Yaşlı</i>
	<i>Hipsometrik Integral (Hi)</i>	“0” a Yakın Değerler Aşınmış “Yaşlı” Sahalar; “1” e Yakın Değerler Az Aşınmış “Genç” Sahalar; “0,5” Yakın Değerler “Olgun” Sahalar	0,195	0,087	<i>Yaşlı</i>	<i>Yaşlı</i>

Havzanın ve polyenin erozyonal aktivitesini belirlemek amacıyla Çanaklı (Mamak) Polye Havzası'na hipsometrik indeksler uygulanmıştır. Çalışma sahasına uygulanan hipsometrik eğri ve integral analizleri ile sahanın aşınım durumu hesaplanmış ve sonuçta bu sahanın jeomorfolojik olarak hangi evrede olduğu ortaya konulmuştur. Havzaya ve polyeye uygulanan hipsometrik eğri ve integral analizleri sonucunda hem havzanın hem de polyenin erozyon aşamasının “*yaşlılık dönemi*” nde olduğu ortaya konulmuştur (Tablo 5). Çanaklı Polyesi'nin integral değeri (0,087) Çanaklı Havzası'nın integral değerine (0,195) göre daha düşük çıkmıştır. Bu durum, ova tabanında düşük yükseklik değerlerinin geniş alan kaplamasıyla da ilişkilendirilebilir. Sonuç olarak, çalışma sahasına uygulanan hipsometrik analizler doğrultusunda havzanın akarsularla çok fazla tesviye edilmiş ve yoğun erozyon yaşamış bir görünümündedir<sup>67</sup>. Çalışma sahasının neredeyse her kesiminde erozyonal faaliyetleri gösteren birikinti konileri ve polye tabanındaki malzemeler de bu durumu desteklemektedir. Hem hipsometrik eğrinin içbükey şekil sergilemesi hem de integral değerlerinin (özellikle de polyedeki değerlerin) düşük olmasının sebebi, ova tabanının fazla yer kaplaması (20,4 km<sup>2</sup>) ve ova yüzeyinin düz ve düze yakın olmasıdır. Ayrıca, hipsometrik eğri ve integral değerlerinin yaşlı olarak sonuçlanması havzadaki ortalama yükseklik farkının da fazla olmadığını ve aşınmanın fazla olduğunu göstermektedir.

Küçük (2018) “Göller Bölgesi ve Yakın Çevresindeki Başlıca Göllerin Morfometrik Özelliklerinin Değerlendirilmesi” adlı çalışmada; Göller Bölgesi'ndeki göllere ve göl havzalarına morfometrik indeksler uygulamıştır. Küçük'ün çalışmada kullanılan indeksler ile bizim çalışmamızdaki indekslerin benzer olması dolayısıyla, gerek çalışma sahasını diğer örnek sahalarla karşılaştırmak gerekse uygulanan yöntemlerin doğruluğunu kıyaslamak (ölçmek) anlamında Küçük'ün<sup>68</sup> çalışması referans olarak alınmıştır.

Küçük'ün (2018) çalışmada bizim çalışma sahamıza çok benzer görünen “*Akşehir Gölü Havzasının tektonik (uzanım, dairesellik, basıklık) ve erozyonel (hipsometrik eğri ve integral) aktivitesi için uyguladığı indeks sonuçları (uzanım 0,613, basıklık 1,922, dairesellik 0,243; hipsometrik eğri iç bükey yaşlı, hipsometrik integral, 0,208 yaşlı)*” Çanaklı (Mamak) Polye Havzasına uygulanan indeks

<sup>67</sup> Keller ve Pinter, 2002; Panek, 2004; Strahler, 1952.

<sup>68</sup> Küçük, 2018.

sonuçlarına çok yakın değerlerde çıkmıştır (Tablo 5). Her iki sahada da tektonik etki az ve aşınma fazladır.

Polyeler çoğu kez tek bir morfolojik etken sonucunda oluşmamışlar, karmaşık (tektonik, flüvyal vs.) süreçler sonucunda birden fazla faktörün bir arada meydana gelmesiyle oluşmuşlardır. Bu yüzden polyeler çoğu zaman tek bir sınıflamaya tabi tutulamaz ve tek (kenar, yapısal ve taban seviyesi), iki (yapısal-kenar, yapısal taban seviyesi) ve çok karakterli polyeler olarak sınıflandırılabilir<sup>69</sup>. Çanaklı Polyesi'nin hem yapısal unsurlar tarafından şekillenmesi hem de geçirimli ve geçirimsiz birimler arasında oluşmasından dolayı iki karakterli (kenar-yapısal) polye olduğunu söylemek mümkündür. Bunun yanında diğer pek çok polye gibi Çanaklı Polyesi de, jeolojik zamanlar boyunca farklı tektonik, iklimatik, flüvyal ve karstik süreçlerden etkilendiği için polijeniktir<sup>70</sup>.

Çanaklı (Mamak) Polyesi Oligosen sonu-Miyosen başlarında Devrent Deresi ile Aksu Çayı'na sularını drene etmiştir. Pliyosen sonu-Pleistosen dönemindeki yükselmeler sonucunda Devrent Deresi ile polye arasında 20-30 metrelik bir yükselti farkı oluşmuş, böylelikle Devrent Deresi asılı bir vadi haline gelmiştir. Böylece, Çanaklı Polyesi sularını düdenler aracılığıyla yeraltına drene eden, yüzeyden akışı kesilen kapalı bir depresyon haline dönüşmüştür.

Çalışma sahası karstik drenaja sahiptir. Bunu polyedeki düdenlerden kolaylıkla tespit etmek mümkündür. Polye sularının yeraltı sistemleri ile Aksu Çayına boşalttığı düşünülmektedir. Bu durum polyenin doğu kısmı için söylenebilirken yüzeydeki görünüm itibarıyla polyenin kuzeybatı kısmı için aynı şeyleri söylemek zordur. Yeraltına sızan suların akış yönüne dair kesin bir sonuca varabilmek için çeşitli deneyler yapılması gerekmektedir. Çalışma kapsamında ekipman yetersizliğinden dolayı yeraltı suyunun akış yönüne dair bulgular elde edilememiş ve bu konu çalışma dışında tutulmuştur.

Çanaklı Polyesi'nin oluşumunda tektonik yükselmeler, sıkışmalar, faylanmalar da etkili olmuştur. Bu tektonik hareketlerin yanında, havzadaki akarsu sistemi ve yeraltı drenajının etkisi ile şiddetlenen karstlaşma olayı oldukça önemli süreçlerdir. Polye şeklinin akarsu yatağını andıran şekilde uzunlamasına olması ve havzanın güneydoğusundaki Devrent Dere Boğazı'nın varlığı bu polyenin önceden bir akarsu yatağı olduğunu doğrulamaktadır. Her ne kadar havzanın şekli ve Devrent Deresi'nin varlığı bu konuda bir fikir verse de literatürde bu düşüncüyü destekleyen nicel bir çalışma da bulunmaktadır. Şimşek vd., (2021)'nin Toroslardaki polyelere uyguladıkları morfometrik analizler sonucunda Çanaklı (Mamak) Polyesi'nde dairesellik oranı (7.03) uzama oranından (3.1) daha fazla çıkmıştır. Bu çalışma kapsamında, dairesellik oranı flüvyal etkiyi gösterirken uzama oranı ise tektonik etkiyi göstermektedir. Hem söz konusu makalede hem de bu araştırmada ortaya konulduğu üzere bu polyenin flüvyal süreçlerden etkilendiği doğrulanmaktadır.

<sup>69</sup> Şimşek vd., 2020.

<sup>70</sup> Waele vd., 2009; Bonacci, 2013; Sauro, 2019.

**Kaynakça**

- Alagöz, C.A. (1944). *Karst olayları hakkında bir araştırma*. Türkiye Coğrafya Kurumu Yayınları, 1, 1-70.
- Atayeter, Y. (2005). *Aksu Çayı Havzası'nın jeomorfolojisi*. Fakülte Kitabevi Yayınları, Isparta.
- Barka, A., Reilinger, R., Şaroğlu, F. ve Şengör A.M.C. (1995). The Isparta Angle: Its importance in the neotectonics of the Eastern Mediterranean. *International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region (IESCA)*, 1, 3-17.
- Bilgin, T. (2021). Çanaklı (Mamak) Polyesi'nin jeomorfolojisi ve morfometrik analizi (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Blatnik, M., Frantar, P., Kosec, D. ve Gabrovšek, F. (2017). Measurements of the outflow along the eastern border of Planinsko Polje, Slovenia. *Acta Carsologica*, 46(1), 83-93. <https://doi.org/10.3986/ac.v46i1.4774>
- Blumenthal, M.M. (1951). Batı Toroslarda Alanya ard ülkesinde jeolojik araştırmalar (Recherches géologiques dans le Taurus occidental dans l'arrière-pays d'Alanya). Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Bonacci, O. (2004). Polje. İn J. Gunn (Ed), *Encyclopedia of caves and karst science*, London, Taylor & Francis Books, Inc, London.
- Bonacci, O. (2013). Poljes, ponors and their catchments. İn John F. Shroder (Ed), Frumkin, A. (Volume Editor). *Treatise on Geomorphology*, Vol 6, Karst Geomorphology, Academic Press, San Diego.
- Cuong, N. Q. ve Zuchiewicz W. A. (2001). Morphotectonic properties of the Lo River Fault near Tam Dao in North Vietnam. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 1, 15-22. <https://doi.org/10.5194/nhess-1-15-2001>
- Doğan, U. (2003). Sarioot Polje, central Taurus (Turkey): A border polje developed at the contact of karstic and non-karstic lithologies. *Cave Karst Science*, 30(3), 117-123.
- Doğan, U. ve Koçyiğit, A. (2018). Morphotectonic evolution of Maviboğaz canyon and Suğla polje, SW central Anatolia, Turkey. *Geomorphology*, 306, 13-27. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.01.001>
- Doğan, U., Koçyiğit, A. ve Yeşilyurt, S. (2019). The relationship between Kestel Polje system and the Antalya tufa plateau: Their morphotectonic evolution in Isparta Angle, Antalya-Turkey. *Geomorphology*, 334, 112-125. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.03.003>
- Dolmaz, M. N. (2007). An aspect of the subsurface structure of the Burdur-Isparta area, SW Anatolia, based on gravity and aeromagnetic data, and some tectonic implications. *Earth, Planets and Space*, 59, 5-12. <https://doi.org/10.1186/bf03352016>
- Erinç, S. (2012). *Jeomorfoloji II* (Güncelleştirilmiş Yeni Basım). Der yayınları, İstanbul.
- Eroskay S. O. (1982). Engineering properties of carbonate rocks and karst regions in Turkey. *Symposium on Engineering Geological Problems of Construction on Soluble Rocks*, (s.81-65).
- Fleury, S. (2009). Land use policy and practice on karst terrains living limestone. Springer, USA.
- Ford, D. C. ve Williams, P. (2007). Karst hydrology and geomorphology. John Wiley & Sons Ltd., London.
- Gams, I. (1994). Types of poljes in Slovenia, Their inondation and land use. *Acta Carsologica*, 23, 285-300.
- Glover, C. ve Robertson, A. (1998). Neotectonic intersection of the Aegean and Cyprus tectonic arcs: Extensional and strike-slip faulting in the Isparta Angle SW Turkey. *Tectonophysics*, 298(1-3), 103-132. [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(98\)00180-2](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(98)00180-2)
- Gökkaya, E. ve Gutiérrez, F. (2022). Poljes in the Sivas gypsum karst, Turkey. *Geomorphology*, 417, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108451>

- Gracia F.J., Gutiérrez, F. ve Gutiérrez, M. (2003). The Jiloca karst polje-tectonic graben (Iberian Range, NE Spain). *Geomorphology*, 52, 215-231. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00257-X](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00257-X)
- Günay G., Güner, N. ve Türk K. (2015). Turkish karst aquifers. *Environ Earth Sci*, 74, 217-226. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4298-6>
- HGM. (2020). 1/25.000 ölçekli M24-c3, M24-c2, M25-d1, M25-d2, M25-d3, M25-d4 paftaları, Harita Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Hurtrez, J., Lucazeau F., Lavé, J. ve Avouac, J. P. (1999). Investigation of the relationships between basin morphology, tectonic uplift, and denudation from the study of an active fold belt in the siwalik hills, central Nepal. *Journal of Geophysical Research*, 104(B6), 12779-12796. <https://doi.org/10.1029/1998JB900098>
- Kalyoncuoğlu, Ü. Y., Elitok, Ö., Dolmaz, M. N. ve Anadolu, N. C. (2011). Geophysical and geological imprints of southern Neotethyan subduction between Cyprus and the Isparta Angle, SW Turkey. *Journal of Geodynamics*, 52(1),70-82. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2010.12.001>
- Keller, E.A. ve Pinter, N. (2002). *Active tectonics: Earthquakes, uplift, and landscape* (2. Baskı). Prentice Hall, New Jersey.
- Koçyiğit, A. (1984). Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 27, 1-16.
- Koçyiğit, A., Gürboğa, Ş. ve Kalafat, D. (2012). Nature and onset age of neotectonic regime in the northern core of Isparta Angle, SW Turkey. *Geodinamica Acta*, 25(1-2), 52-85. <https://doi.org/10.1080/09853111.2013.839126>
- Kurt, H. (2000). Batı Toros polyeleri (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Küçük, C. (2018). Göller Bölgesi ve yakın çevresindeki başlıca göllerin morfometrik özelliklerinin değerlendirilmesi (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Lamotte, F. D., Poisson, A., Aubourg, C. ve Temiz, H. (1995). Chevauchements post-tortonien vers l'ouest puis vers le sud au coeur de l'angle d'Isparta (Taurus, Turquie); consequences géodynamiques. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 166(1), 59-67.
- Lewin, J. ve Woodward, J. C. (2009). Karst geomorphology and environmental change. In the physical geography of the Mediterranean (pp.287-317). Oxford University Press.
- Monroe, W.H. (1972). *A glossary of karst terminology* (2. baskı). United States Government Printing Office, Washington.
- Morgenstern, A., Grosse, G., Günther, F., Fedorova, I. ve Schirrmeister, L. (2011). Spatial analyses of thermokarst lakes and basins in Yedoma landscapes of the Lena Delta. *The Cryosphere*, 5(4), 849-867.
- Nazik, L. ve Tuncer, K. (2010). Türkiye karst morfolojisinin bölgesel özellikleri. *Türk Speleoloji Dergisi, Karst ve Mağara Araştırmaları*, 1, 7-19. <https://doi.org/10.17211/tcd.300414>
- Nazik, L. ve Poyraz M. (2015). Türkiye karst jeomorfolojisinde neotektoniğin rolü. 4. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, 203-213.
- Nicod, J. (2003). A little contribution to the karst terminology: special or aberrant cases of poljes? *Acta Carsologica*, 32(2), 29-39. <https://doi.org/10.3986/ac.v32i2.334>
- Pánek, T. (2004). The use of morphometric parameters in tectonic geomorphology. *Geographica*, 1, 111-126.
- Pedreira, A., Pérez-Peña, J. V., Galindo-Zaldívar, J., Azañón, J. M. ve Azor, A. (2009). Testing the sensitivity of geomorphic indices in areas of low-rate active folding (Eastern Betic Cordillera, Spain). *Geomorphology*, 105(3-4), 18-231. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.09.026>
- Pekcan, N. (2019). *Karst jeomorfolojisi* (3. baskı). Filiz Kitapevi, İstanbul.

- Poisson, A., Wernli, R., Sağular, E. K. ve Temiz, H. (2003). New data concerning the age of the Aksu thrust in the south of the Aksu valley, Isparta Angle (SW Turkey): Consequences for the Antalya Basin and the Eastern Mediterranean. *Geological Journal*, 38(3-4), 311-327. <https://doi.org/10.1002/gj.958>
- Poisson, A., Orszag-Sperber, F., Kosun, E., Bassetti, M. A., Müller, C., Wernli, R. ve Rouchy, J. M. (2011). The Late Cenozoic evolution of the Aksu basin (Isparta Angle; SW Turkey). *New insights. Bulletin de la Société Géologique de France*, 182(2), 133-148. <https://doi.org/10.2113/gssgfbull.182.2.133>
- Robertson, A. H., Parlak, O. ve Ustaömer, T. (2013). Late Palaeozoic-Early Cenozoic tectonic development of Southern Turkey and the easternmost Mediterranean region: evidence from the inter-relations of continental and oceanic units. *Geological Society, London, Special Publications*, 372(1), 9-48.
- Roglic, J. (1964). Karst valleys in the Dinaric Karst. *Erdkunde*, 18: 113-116. <https://www.jstor.org/stable/25640118>
- Sarp, G. (2012). Identification of morphometric properties of basins located on western part of NAFZ (Yayımlanmamış Doktora Tezi, İngilizce). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara
- Sauro U. (2019). Closed depressions in karst areas. In White W.B., Culver D.C. & Pipan T. (Eds), *Encyclopedia of caves* (pp.104-155). Academic Press Elsevier, United Kingdom. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-383832-2.00133-X>
- Strahler, A. N. (1952). Hypsometric (Area - Altitude) analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, 63(11), 1117-1142. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)
- Şenel, M. (2010a). 1/100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları Isparta-M24 paftası (Yayın no: 13), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Şenel, M. (2010b). 1/100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları Isparta-M 25 paftası (Yayın no: 14), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Şengör, A.M.C. (1980). Türkiye'nin neotektoniğinin esasları. T.J.K. Konferanslar Serisi Yayını, Ankara.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(81\)90275-4](https://doi.org/10.1016/0040-1951(81)90275-4)
- Şimşek M., Doğan U. ve Öztürk M.Z. (2020). Polyelerin sınıflandırılması ve Toroslardan örnekler. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 5, 1-14. <https://doi.org/10.46453/jader.733500>
- Şimşek M., Öztürk M.Z., Doğan U. ve Utlı M. (2021). Toros polyelerinin morfometrik özellikleri. *Coğrafya Dergisi*, (42),101-119. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2020-834461>
- Tuncer, K. (2021). Tektonik olarak karmaşık bir bölgede yer alan Barz Polyesi (Tavas, Denizli): Oluşumu, gelişimi ve jeomorfolojik özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 99-118. <https://doi.org/10.17211/tcd.910578>
- United States Geological Survey (USGS), <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/> Erişim Tarihi: 8 Aralık 2021.
- Waele J.D., Plan L. ve Audra P. (2009). Recent developments in surface and subsurface karst geomorphology: An introduction. *Geomorphology*, 106(1-2),1-8. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.09.023>