

DOI: 10.26650/JGEOG2021-854016

COĞRAFYA DERGİSİ
JOURNAL OF GEOGRAPHY
 2021, (42)

http://jgeography.istanbul.edu.tr



Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil Arasındaki Kesiminde Akarsu Havzalarının Rölatif Tektonik Aktivite Düzeylerinin Jeomorfometrik Yöntemlerle Belirlenmesi

Determination of Relative Tectonic Activity Levels of Stream Basins in the Part of the North Anatolian Fault Zone between Tosya-Kargı-Kamil by Geomorphometric Methods

Mustafa ARIKAN¹ , T. Ahmet ERTEK² 

¹Dr., Konya Meram İbrahim Ethem Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi, Coğrafya Öğretmeni, Konya, Türkiye

²Doç.Dr., İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye

ORCID: M.A 0000-0002-1929-629X; T.A.E 0000-0002-9857-4832

ÖZ

Kuzey Anadolu Fay (KAF) Zonu'nun orta kesiminde, Tosya-Kargı arasında GB-KD yönlü uzanan, fay kontrolünde gelişen, Devrez Çayı Vadisi ile Kargı-Kamil arasında yine fay kontrolünde gelişen, B-D uzanımlı Kızılırmak Vadisi yer alır. Her iki kesimde yamaçlardan ana akarsulara bağlanan yan dereler, KAF Zonu'nu oluşturan fayları çoğunlukla dik keserler. Bu durum, drenaj sisteminin gelişiminde ve havzaların jeomorfometrik özellikleri üzerinde etkili olmuştur. Sahada tektonik etkinliğin jeomorfometrik parametrelere yansımaları ölçüsünde havzaların tektonik aktivite düzeyleri elde edilmiştir. Bu maksatla çalışma alanında seçilen 18 akarsu Rölatif Tektonik Aktivite İndeksi (IRAT) oluşturulmuştur. Çalışılan saha içerisinde Köş Dağı gibi litolojik bakımdan daha homojen olan kesimler yanında, Ilgaz Dağları gibi daha çeşitli kayalar sunan kesimlerin varlığı, jeomorfometrik parametreleri etkileyen unsurlar olmuştur. Bununla birlikte KAF Zonu'nu güneyden vev kesen, sağ yanal doğrultu atım bileşenli vev atımlı normal faylardan oluşan, Dodurga-Hacıhamza Fay Zonu'nun etkisi de bu parametrelere yansımıştır. Sahadaki litolojik ve tektonik değişkenliğe bağlı olarak göreceli tektonik etki düzeyinin kısa mesafede farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Elde edilen jeomorfometrik parametrelere genel olarak KAF'ın güney blokunda, özellikle Köş Dağı üzerinde yer alan akarsu havzalarında göreceli tektonik aktivite düzeyinin daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Rölatif tektonik aktivite indeksi, Jeomorfometrik analiz, Kuzey Anadolu Fay Zonu

ABSTRACT

The east-west Kızılırmak River Valley rests on a fault line in the central part of the North Anatolian Fault (NAF) Zone that extends from Tosya to Kargı from southwest to northeast, between the Devrez River Valley and Kargı-Kamil. The side creeks connected to the main streams from the slopes in both segments cut the faults that make up the NAF Zone, mostly steeply. This reflects in the drainage system and basin morphometry. Tectonic activity levels of the stream basins were obtained by measurement of the reflection of relative tectonic activity on geomorphometric parameters in the field. In addition to lithologically homogeneous segments such as Mount Köş, segments with more complex lithology, such as the Ilgaz Mountains, have been factors affecting geomorphometric parameters. The effect of the Dodurga-Hacıhamza Fault Zone, which cuts the NAF Zone in the south and consists of normal faults with right-lateral displacement, is reflected in these parameters. The geomorphometric parameters obtained in the southern block of the NAF, especially in the stream basins on Mount Köş, indicate that relative tectonic activity is higher there.

Keywords: Relative Tectonic Activity Index, Geomorphometric analysis, North Anatolian Fault Zone

Başvuru/Submitted: 05.01.2021 • **Revizyon Talebi/Revision Requested:** 11.05.2021 • **Son Revizyon/Last Revision Received:** 22.05.2021 •

Kabul/Accepted: 26.05.2021 • **Online Yayın/Published Online:** 25.06.2021



Sorumlu yazar/Corresponding author: Mustafa ARIKAN / arikan.must@gmail.com

Atıf/Citation: Arıkan, M., & Ertek, T. A. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde akarsu havzalarının rölatif tektonik aktivite düzeylerinin jeomorfometrik yöntemlerle belirlenmesi. *Coğrafya Dergisi*, 42, 211-228. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2021-854016>



EXTENDED ABSTRACT

The trough-shaped Kargı Depression in the central part of the North Anatolian Fault (NAF) Zone is a pull-apart basin that developed among strike-slip fault zones from Tosya on the west to Kamil on the east. From the mountainous masses in the north and south block of NAF, stream basins that are ingrown into this tectonic groove have developed. Devrez River and Kızılırmak River are the main streams settled in the groove. The oldest stream sediments belonging to the fluvial system, which was established in parallel with the development of the NAF Zone in the field, are made up of the canal and flood plain sediments belonging to the Pliocene. The other members of the section are basic Triassic–Jurassic metamorphites, Cretaceous ophiolites, and flysch-type sediments of the Upper Cretaceous. Neogene stream sediments located on the valley slopes near the bases of the Ilgaz and Saraycık mountains in the northern block of the NAF are not found on Mount Ada and Mount Kös in the southern block. However, Quaternary alluvium is found on the Triassic–Jurassic metamorphites of Mount Kös in the southern block. Reaching for about 60 km on the Tosya-Kargı-Kamil fault line, these creeks connected to the main streams in this tectonic groove are mostly reflected in the tectonic effect, drainage system, and basin morphometry as they cut the right-lateral strike-slip faults that make up the NAF Zone upright. Depending on the tectonic development and movement characteristics of the NAF, there are secondary fault lines parallel to the main fault, drainage system that matches the reach of the fault, fault valleys, side by side of different lithological elements, streams removed due to faults, displaced ridges, grabbings, pressure ridges, travertine formations, tectonic landslides, side-by-side alluvial fans, and displaced alluvial fans.

It is intended to determine the levels of tectonic activity affecting the shaping of stream basins in the measure of reflection of tectonic activity on morphometric parameters in the field. Therefore, a relative tectonic activity index was created for 18 drainage basins in the study area. Advanced Land Observing Satellite (ALOS) digital elevation model (DEM) data with a resolution of 30 m was used to calculate these indexes.

The main factors affecting the formation of the relative tectonic activity levels expressed by the geomorphometric indices of the study area; these are the tectonic movements of the North Anatolian Fault Zone and the Dodurga-Hacıhamza Fault Zone. In general, tectonic effects are more pronounced in the morphometric parameters of basins located in the southern block of the NAF, whereas they are less obvious in the basins of the Ilgaz Mountains and Mount Saraycık in the northern block. In addition to lithologically homogeneous segments, such as Mount Kös, segments with more complex lithologies, such as the Ilgaz Mountains, have been factors affecting morphology. The effect of lithology is evident in shaping the surface, especially in the Ilgaz Mountains basins.

According to the Relative Tectonic Activity Index obtained by taking the average of tectonic activity levels expressed by all geomorphometric index values applied in the field, high or very high tectonic activity level was achieved in 12 of the 18 basins in the study area and moderate activity level in 4 basins and weak activity level in 2 basins. The area with the highest level of tectonic activity is on Mount Kös, where the only basin in the very high relative tectonic activity class, the Eminlik Creek Basin, is found. As stated in other analyses, this phenomenon is an effect of the Dodurga–Hacıhamza Fault Zone, which is comprised of oblique faults and limits Mount Kös on the east. However, two basins located within the NAF Zone are in the low relative tectonic activity class, the Avlu Creek Basin near Tosya and the Süpürgelik Creek Basin near Kamil. In these basins, morphometric parameters representing mature fluvial systems were obtained. As a matter of fact, there are sedimentological elements between Kargı and Tosya that signal the presence of an early (Neogene) drainage system.

The relationship of the rivers valleys of Devrez and Kızılırmak, sedimentological elements with faults, the direction of paleo-current and valley morphometry on the Tosya-Kargı-Kamil line; Here, it is understood that the first bed was built on the masses of Ilgaz and Saraycık, further north than today, and over time it migrated south to the foothills of Mount Kös, Ada Mountain, and thus the tectonic trough took on the appearance of an asymmetric valley.

1. GİRİŞ

Kuzey Anadolu Fay (KAF) Zonu, Doğu Anadolu’da sıkışmalı ve Batı Anadolu’da genişlemeli tektonik rejime sahip iki fay sistemi arasında gerilme aktarımı sağlayan sağ yanal doğrultu atımlı bir kıta içi fayı olup Anadolu’nun batı-güneybatıya kaymasını sağlamaktadır (McKenzie, 1972; Şengör, 1985; Dewey vd., 1986; Över, 1999; Özalp vd., 2013). Jeomorfolojik açıdan KAF Zonu aynı zamanda Anadolu’nun kuzeyi boyunca yüzey deformasyonuna neden olmuş ve doğrultu atımlı faylara özgü yerçekillerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Çalışma alanı KAF Zonu’nun orta kesiminde, doğrultu atımlı fay zonları boyunca gelişen çek-ayır havza özelliğindeki (Tüysüz, 2017) Kargı Depresyonu ve yakın çevresini kapsamaktadır. KAF Zonu içinde açılan, Kızılırmak’ın ve Devrez Çayı’nın içine kanalizasyonu olduğu Tosya-Kargı-Kamil hattında uzanan bu tektonik oluk içerisinde akaçlanan birçok küçük alanlı akarsu havzası gelişmiştir.

Tektonik hareketlerin yeryüzünde meydana getirdiği deformasyonun jeomorfometrik indislerle değerlendirilmesine olanak sağlayan çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Hack 1973; Bull ve Mc Fadden, 1977; Lepold ve Wolman, 1977; Keller ve Pinter, 1996; 2002; Elhamdouni vd., 2008). Topografyanın ve drenaj sisteminin tektonik süreçlere verdiği tepkilerin ölçülmesinde kullanışlı olan ve son dönemlerde sıklıkla kullanılmaya başlanan bu yöntemler çalışma alanına uygulanarak drenaj havzalarının görece tektonik aktivite düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

KAF Zonu’nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminin gelişimini tektonik, litolojik, paleocoğrafik ve jeomorfolojik yönden inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır (Akkan, 1977; Akkuş, 1980; Tüysüz 1985; Tüysüz ve Erturaç, 2005; Arıkan, 2020).

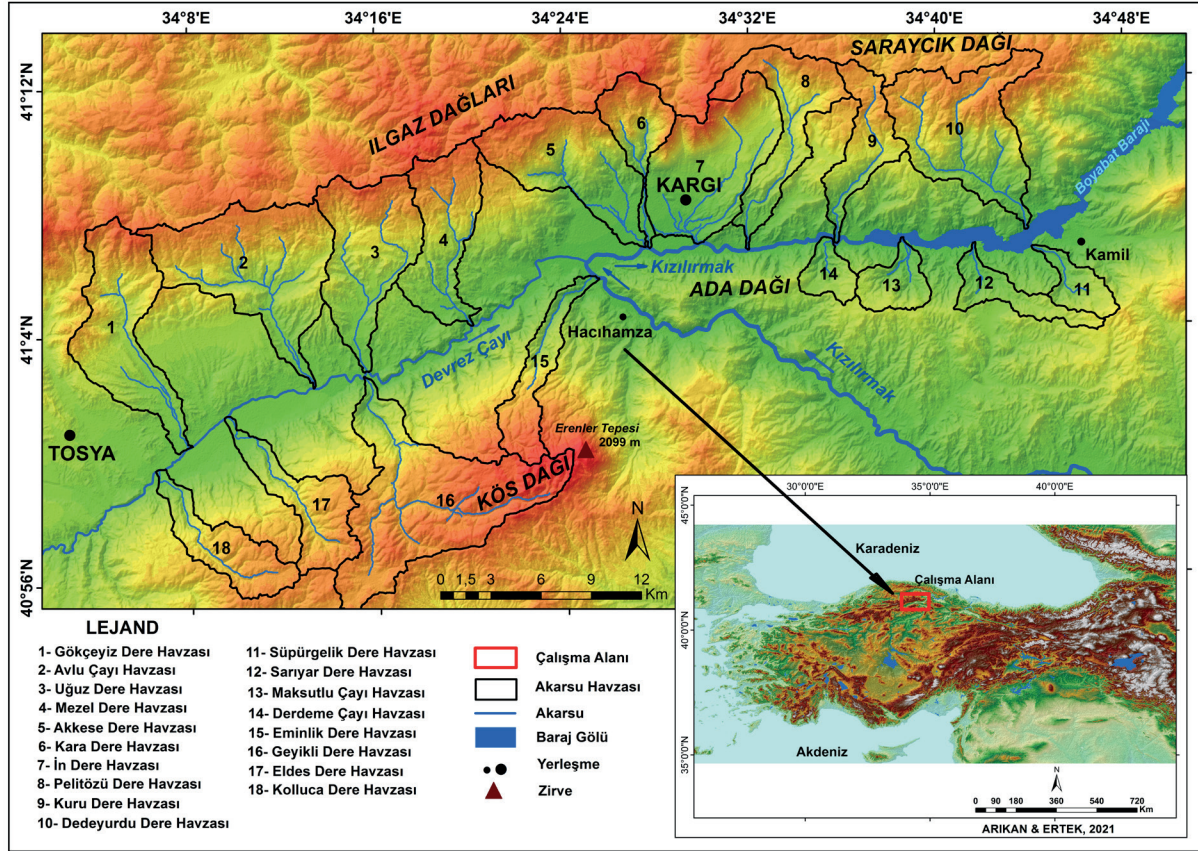
1.1. Çalışma Alanının Lokasyonu ve Genel Özellikleri

Çalışma alanı Orta Pontidler’de, Kuzey Anadolu Fay Zonu’nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde yer alır (**Şekil 1**). Burada litolojik, tektonik ve jeomorfolojik yönden farklılık gösteren iki saha dikkati çeker. Bunlardan ilki, Tosya-Kargı arasında fay kontrolündeki tektonik oluk olup, Devrez Çayı bu olukta faylara paralel olarak GB-KD uzanımlı bir vadi içine yerleşmiştir. Burası aynı zamanda fay kontrolünde kurulmuş flüvyal sistemin kalın çökelleri ile doldurulmuştur. Sahanın kuzeyinde, Ilgaz Dağları’ndan güneye akaçlanarak Devrez Çayı’na bağlanan dereler ile güneyinde Kös Dağı’ndan kuzeye akaçlanarak Devrez Çayı’na bağlanan derelerin havzaları yer almaktadır. İkincisi ise Kargı-Kamil arasında yaklaşık B-D uzanımlı faylara paralel olarak kurulmuş Kızılırmak Vadisi’dir. Kızılırmak’ın Osmancık’tan Kargı Depresyonu’na kadar, Dodurga-Hacıhamza Fay Zonu’nun kontrolünde, GD-KB istikametinde gelişen vadisi Devrez Çayı kavşağından sonra D-B istikametini alır. Bu çalışmada Kızılırmak’ın Osmancık - Kargı (Hacıhamza) arasındaki gidiş istikametinden saparak KAF Zonu’nda Devrez Çayı Vadisi’nin genel istikametine uyması Devrez Çayı’nın Kızılırmak’ı kapması olarak değerlendirilmiştir (**Foto 1**). Kargı doğusunda, Kamil’e doğru Kızılırmak Vadisi, batısındaki Devrez Çayı Vadisi’ne göre daralır. Aynı zamanda vadinin görece derinliği de artar.



Foto 1: Kargı Depresyonu’nda Kızılırmak’ın Devrez-Kızılırmak oluşuna girişi (Bu kavşakta Kızılırmak Devrez Çayı’na kapılmıştır).

Photo 1: The entrance of Kızılırmak into Devrez and Kızılırmak trough during the Kargı Depression (At this intersection, it is connected to Kızılırmak to the Devrez River).



Şekil 1: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde alt akarsu havzalarının haritası.

Figure 1: Map of the creek basins in the North Anatolian Fault Zone along Tosya-Kargı and Kamil line.

Kargı doğusunda litolojik olarak da önemli farklılıklar dikkati çeker. Kargı-Tosya arasında geniş alanlarda yüzeylenen Pliyosen'in akarsu çökellerine Kargı doğusunda daha sınırlı alanlarda rastlanır. Bu alüvyonlar Kargı doğusunda güncel nehir yatağına uzak ve yalnızca kuzey yamaçta yüzeylenir. Devrez Çayı Vadisi'nde rastlanan ve taraçalar meydana getiren Pleyistosen akarsu çökellerine ise Kargı doğusunda dar bir alan haricinde rastlanmaz.

Sahanın temelinde Permiyen ve Triyas-Jura metamorfite ile Geç Kretase ofiyolitleri yer alır. Metamorfik unsurlar, Triyas başında açılan ve Alt Jura öncesinde kapanan (Ketin, 1983; Şengör ve Yılmaz, 1981; Tüysüz ve Yiğitbaş, 1994), Karakaya iç denizinin ürünüdür. Ofiyolitler ise Mesozoik'te Neotetis'in kuzey kolunun Sakarya Kıtası altında tüketilmesi sürecinde oluşmuştur. Bu ofiyolitler Erken Tersiyer'de aşırı sıkışma nedeniyle Lütesiyen öncesi temel üzerine retro-şarjı olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981, Yılmaz ve Tüysüz, 1984).

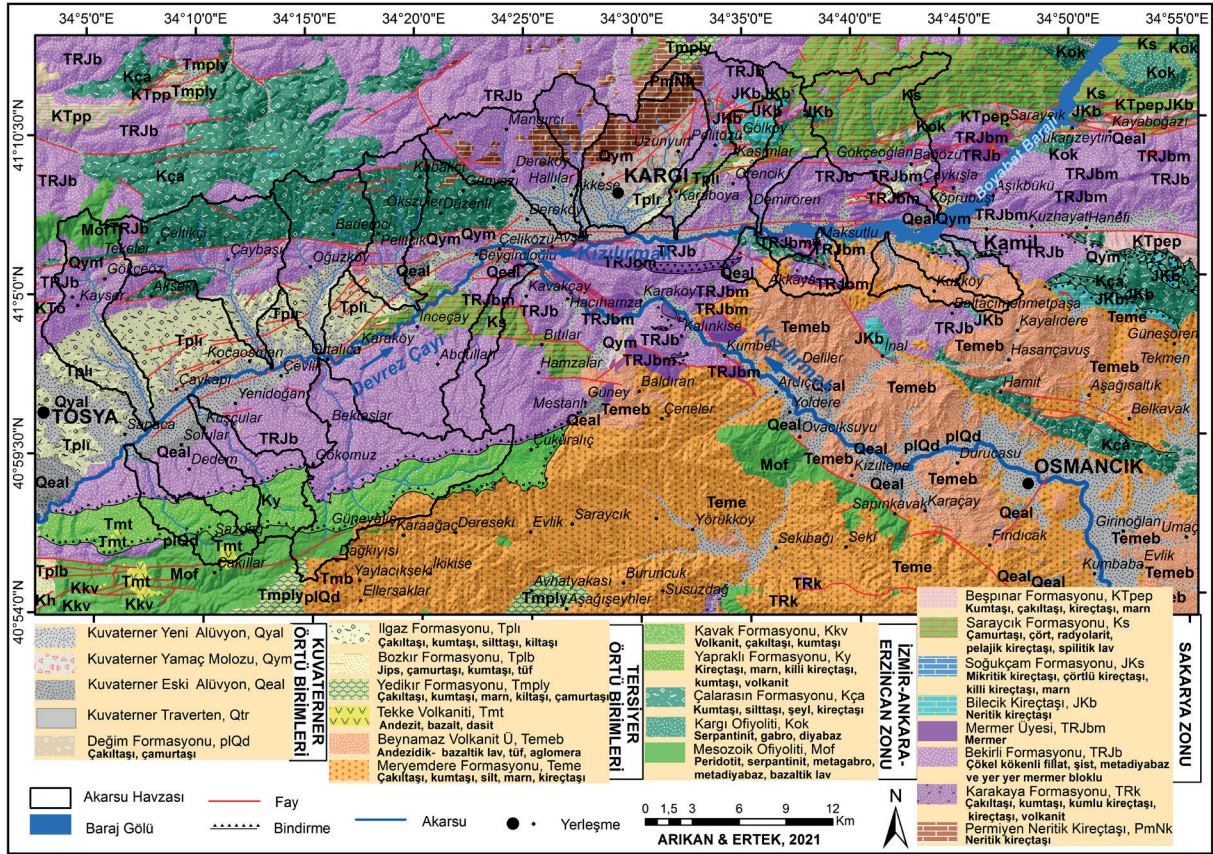
Kargı Masifi ve çevresi Neotetis Okyanusu'nun kapanımı esnasındaki olaylardan şiddetli etkilenmiştir. Bölgenin Tersiyer

tektoniği, bu okyanusal ortamın kapanmasını sağlayan ve sonra da devam eden kompresyonel rejim tarafından kontrol edilmiştir (Tüysüz ve Dellaloğlu, 1994). Neotetis'in kapanımı sonrasında bölgedeki tüm birimler üzerinde Eosen çökel ve volkanitlerinin gelişmiş olduğu ve Eosen sonrası ile Neojen arasındaki dönemde bölge aşınma alanı halinde kaldığı anlaşılmaktadır (Tüysüz ve Erturaç, 2005). Bölgeye Kuzey Anadolu Fayı'nın yerleşmesi ile birlikte fay kontrolünde gelişen akarsu havzalarının kanal ve taşkın ovası çökelleri oluşmaya başlamıştır. Tosya'dan Kargı doğusuna kadar uzanan Geç Pliyosen'in (Uğuz ve Sevin, 2009) bu birimleri ile Kuvaterner'in eski ve yeni alüvyonları çalışma alanının en genç litolojik unsurlarını meydana getirmektedir (Şekil 2).

2. VERİ VE YÖNTEM

2.1. Hipsometrik İntegral ve Hipsometrik Eğri

Hipsometrik eğri, belli bir sahanın yükseklik dağılımını ifade eder. Bu dağılım aynı zamanda sahanın yükseklik kademesi ile alan ilişkisini tanımlar. Hipsometrik integral değeri ise hipsometrik eğri grafiğinin altında kalan alanın oransal ifadesidir (Strahler



Şekil 2. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminin litolojik ve tektonik haritası.
Figure 2. Lithological and tectonic map of the North Anatolian Fault Zone along Tosya-Kargı and Kamil line.

1952). Bir başka ifade ile yarılım öncesinde 1 olarak kabul edilen kütlelerin yarılım sonrasında aşınımından artı kalan güncel oranıdır. Hipsometrik integral değeri şu formülle ifade edilir.

$$HI = \frac{H \text{ mean} - H \text{ min.}}{H \text{ max.} - H \text{ min.}}$$

Hipsometrik İntegralin 0,5'ten büyüklüğü Hipsometrik Eğrinin dışbükeyliğini ifade ederken, jeomorfolojik gelişim açısından aşınımında gençleşmeyi temsil eder ve aynı zamanda tektonik etkinliğin varlığına işaret eder. Hipsometrik integralin 0,5 ten küçüklüğü Hipsometrik eğrinin içbükeyliğini ifade ederken, jeomorfolojik gelişim açısından aşınımında yaşlılık evresini temsil eder. Hipsometrik integralin 0,5'e yakın olması, Hipsometrik eğrinin doğrusallığını ifade ederken, jeomorfolojik gelişim açısından aşınımında olgunluk-yaşlılık evresini ve tektonik etkinliğin zayıf olduğunu işaret eder.

2.2. Dağ Cephesi Sinüselliği (Smf)

Dağ cephesindeki sinüziteyi ifade eden bu indis bir dağ yarma eğiliminde olan erozyonal kuvvetler ile bu dağın önünü

düz bir çizgisellikle sınırlandırma eğiliminde olan aktif fayların etki düzeyini ortaya koyar. Aktif tektonik etkinin yüksek olduğu alanlarda Smf değeri düşüktür. Bu alanlarda dağ cephesi nispeten daha düzdür. Aktif olmayan ya da düşük tektonik aktiviteye sahip alanlarda ise erozyonal süreçlerin ön plana çıkmasıyla Smf değeri yükselir ve dağ cephesi hattı çizgisellikten uzaklaşır (Keller ve Pinter 2002; Bull 2007). Smf oranı şu formülle ifade edilir.

$$Smf = \frac{Lmf}{Ls}$$

Smf, dağ cephesinin sinüsellik oranını, Lmf, dağ cephesindeki belirgin eğim kırıklığı boyunca uzanan hatta çizilecek eğrinin toplam uzunluğunu, Ls ise bu dağ cephesindeki hatta çizilecek doğrunun uzunluğunu ifade eder.

2.3. Havza Şekil İndeksi (Bs İndex)

Bu indis havza uzunluk oranını orta koyar. İndise göre bu oran havzanın en geniş yerindeki mesafenin kaynaktan ağıza olan uzunluğa oranıdır. Tektonik açıdan aktif ve gençleşen alanları karakterize eden uzamış şekilli havzalarda Bs indeks

değeri yüksek, dairesel ve aktif olmayan havzalarda ise Bs indeks değeri düşüktür (Bull ve McFadden, 1977). Bs indeks şu formülle ifade edilir;

$$Bs = \frac{Bl}{Bv}$$

Bl: Kaynaktan ağıza olan havza maksimum uzunluğunu, Bv: Havzanın maksimum genişliğini ifade eder.

Gençleşen havzalarda akarsuyun enerji artışına paralel olarak ağızdan su bölümü hattına doğru aşındırma gücü kazanacağından kapmalarla birlikte havza uzayacaktır. Buna karşın enerjisi azalan bir akarsuda yan dere etkinliği ön plana çıkacak ve genişleme eğilimi gösteren havzalar daireselleşecektir.

2.4. Havza Asimetrisi (AF)

Zeminin tektonik etkiye maruz kalmadığı sahalarda akarsu, kararlı bir akışa sahip olup, drenaj havzasında ana akımın her iki tarafındaki alan yaklaşık bir birine eşit olur (AF 50). Buna karşın tektonik etki nedeniyle bir yöne eğimlenmiş havzalarda ana akım tepki olarak o yöne kayar. Akarsu drenajı ana akıma dik yönde meydana gelen eğim değişimlerine oldukça duyarlıdır (Keller ve Pinter, 2002). Bununla birlikte zeminde belli bir yönde meydana gelen yanıl yer değiştirme hareketinin (blok rotasyonu) de havza asimetrisinde etkili olduğu ileri sürülmektedir (Yıldırım 2008; Yıldırım ve Tüysüz 2009). Buna görüşe göre homojen litolojik unsurlardan oluşan, ilksel eğime sahip havzalar ve akarsuyun aşındırma hızının blok rotasyonundan düşük olduğu havzaların simetrik, akarsuyun aşındırma hızının blok rotasyonundan büyük olduğu havzaların ise talveg hattının blok rotasyonunun tersi yöne kaydığı savunulmaktadır.

Asimetri Faktörü, drenaj havzasında ana akarsu hattının sağında kalan kesimin toplam drenaj alanına bölünmesi ile belirlenir. Havza asimetrisinin %50'den farklılığı oranında, havzada tektonik etkinliğin varlığı kabul edilir. Asimetri faktörü şu formülle elde edilir;

$$AF = \frac{Ar}{At}$$

Formülde sAr akış istikametinin sağındaki alanı (km²) ve At toplam havza alanı (km²)'ni ifade eder.

2.5. Vadi Tabanı Genişliği - Vadi Yamaç Yüksekliği Oranı (Vf İndex)

Bull ve Mcfadden (1977) tarafından geliştirilen bu indis vadi yamaçlarında aktif tektonizmanın etkisinin ortaya konulmasında kullanılmaktadır. İndis hesaplanırken çalışılan parametreler her

vadi için dağ cephesinden belli bir mesafede ölçülür (Keller ve Pinter, 2002) Vadi tabanı genişliği-vadi yüksekliği oranı özellikle genç Kuvaterner tektoniğine karşı hassas bir indistir. Çünkü genç tektonik hareketlerde kaide seviyesinin düşmesi ve kazılmanın hız kazanması vadi tabanının daralmasına neden olur. Bu durumda yüksek Vf değerleri aktif olmayan durumu ifade ederken, düşük Vf değerleri aktif tektonizmayı işaret eder (Bull, 2007). İndis şu formülle hesaplanır;

$$Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$

Vfw: Vadi tabanın genişliğini, Eld: Sol vadi yamacının yüksekliğini, Erd: Sağ vadi yamacının yüksekliğini, Esc: Vadi tabanın deniz seviyesinden yüksekliğini ifade eder.

2.6. Akarsu Uzunluk - Gradyan İndeksi (SL İndex)

Akarsu Uzunluğu–Gradyan İndeksi, bir akarsu boyunaprofilini üzerindeki eğim kırığının belirlenmesinde çok kullanışlıdır (Hack, 1973; Keller ve Pinter, 2002; Bull, 2007). Bu eğim kırıklığı çoğu kez akarsu yatağındaki litolojik unsurların değişkenliği ve tektonik etkinliklerle açıklanabilir. Daha az olmakla birlikte eğim kırıklığı, heyelanlarla, moloz akmalarıyla, bazen de beşeri faaliyetler ve yapılarla ilgili olabilir. SL indeks şu formülle ifade edilir:

$$SL \text{ İndeks} = \frac{\Delta H}{\Delta L} * L$$

ΔL: indisi hesaplanan akarsu uzunluğunu, ΔH: indisi hesaplanan akarsu üzerindeki noktaların yükselti artışını, L: indisi hesaplanan noktanın akarsuyun kaynak noktasına olan uzaklığını ifade eder.

2.7. Rölatif Tektonik Aktivite İndeksi (Irat)

Jeomorfolojik durumun aktif tektonikle ilişkisini ortaya koymaya yarayan kullanışlı bir indis El Hamdouni vd. (2008) tarafından geliştirilmiştir. Bu indis 6 farklı jeomorfometrik indisten elde edilen tektonik aktivite derecelerinin ortalamasının yeniden sınıflandırılması esasına dayanır. Rölatif Tektonik Aktivite Sınıflaması'nda kullanılan indisler; Hipsometrik İntegral (HI), Dağ Cephesi Sinüzitesi (Smf), Drenaj Havzası Şekil İndeksi (Bs), Drenaj Havzası Asimetri Faktörü (AF), Vadi Tabanı Genişliğinin Vadi Tabanı Yüksekliğine Oranı (Vf) ve Akarsu Uzunluk-Gradyan İndeksi (SL)'dir. Bu sınıflamaya göre; IRAT < 1,5 (Çok yüksek aktivite), IRAT= 1,5–2,0 (Yüksek aktivite), IRAT= 2,0–2,5 (Orta düzey aktivite) IRAT > 2,5 (Zayıf aktivite veya aktif olmayan).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tektonik aktivite, sahada drenaj sisteminin gelişimini, flüvyal sistemin aşınım ve birikim faaliyetlerini kontrol eden en önemli etkidir. KAF'ın Tosya-Kargı-Kamil arasındaki orta kesimini oluşturan ve doğrultu atım tektoniğinin önemli morfolojik unsurlarını sunan saha aynı zamanda Kuzey Anadolu Fayı'nın Orta Pontidler'de büküm yaptığı kesimdir. Doğrultu atımlı fay sistemlerinde fayların sıçrama ve büküntülerinde gelişen çek-ayır havza özelliği gösteren Kargı çevresi (Tüysüz, 2017) genç alüvyonlar tarafından doldurulmuş, tektonik ve flüvyal süreçlerin kontrolünde ova görünümü almıştır. Sahada Kuzey Anadolu Fayı'nın tektonik gelişim ve hareket özelliklerine bağlı olarak ana faya paralel tali fay çizgiselliklerine, fayın uzanışına uyan drenaj sistemine, fay vadilerine, farklı litolojik unsurların yan yana gelmesine, faylanmalar nedeniyle ötelenmiş akarsulara, kapmalara, basınç sırtlarına, traverten oluşumlarına, tektonik kökenli heyelanlara, yan yana sıralanmış alüvyon yelpazelerine ve ötelenmiş yelpazelere sıkça rastlanılmaktadır (**Foto 2**).

Flüvyal sistemin aşındırıcı etkisini denetleyen bir başka unsur litolojidir. Kayaçların aşınmaya karşı mukavemetleri farklılık göstermektedir. Selby (1980) tarafından kayaç türlerinin jeomorfolojik süreçlerdeki mukavemetlerinin sınıflandırıldığı çalışmada kayaçlar, düşük, orta ve yüksek dayanımlı olarak ayırt edilmiştir. Bu sınıflamaya göre çalışma alanının büyük bir kısmı yüksek dayanımlı metamorfik kayaçlardan meydana gelmektedir.

Bununla birlikte Tosya-Kargı arasında Devrez Çayı Vadisi'nin tabanı ve tabana yakın kuzey yamaçları düşük dayanımlı alüvyonlardan meydana gelirken subölümü hattı çevresi orta dayanımlı kırıntılı kayaçlardan meydana gelmektedir. Güney yamaçları oluşturan Kös Dağı kütlesi ise bu kesimde büyük oranda yüksek dayanımlı metamorfiklerden oluşmaktadır. Kızılırmak ve Devrez Çayı'nın kavşağındaki Kargı Depresyonu'nun tabanı ve tabana yakın kuzey yamaçları düşük dayanımlı alüvyonlar ve yamaç molozlarından, daha yüksek yamaçlar ise orta dayanımlı karbonatlı kayaçlar ve yüksek dayanımlı metamorfik kayaçlardan meydana gelmektedir. Kargı doğusunda Kızılırmak Vadisi'nin kuzey yamaçlarını oluşturan Saraycık Dağı'nın alçak yamaçları yüksek dayanımlı metamorfik unsurlar ve düşük dayanımlı alüvyonlardan, subölümü hattına yakın yüksek yamaçlar ise orta dayanımlı karbonatlı kayaçlardan meydana gelmektedir (**Foto 3**). Kargı depresyonu ve doğusunda Kızılırmak vadi tabanının güney yamaçlarını oluşturan Ada Dağı'nın batı kesimi yüksek dayanımlı metamorfik unsurlardan meydana gelmektedir.

Sahanın jeomorfometrik indislerinin ifade ettiği tektonik aktivite düzeylerinin oluşmasında Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin doğrultu atım tektoniği ile birlikte özellikle güney bloktaki Kös ve Ada Dağı kütleleri arasındaki sağ yanal doğrultu atım bileşenli vevv atımlı normal faylardan oluşan Dodurga-Hacıhamza Fay Zonu'nun belirleyici unsur olduğu anlaşılmaktadır (**Foto 4**).



Foto 2: Fay façetaları, alüvyal yelpaze ve sırtlarda ötelenme (Demirören Köyü'nden güneye bakış).
Photo 2: Fault facettas, alluvial fans and offset on ridges (looking south from to north Demirören Village).

3.1. Hipsometrik Eğri ve Hipsometrik İntegral

Yarılim öncesinde 1 olarak kabul edilen kütlelerin yarılim sonrasında aşınımından arta kalan güncel oranını ifade eden hipsometrik integral değeri aynı zamanda yüzeyin sahip olduğu aşınım evresi ve tektonik aktivitesi hakkında fikir vericidir. KAF'ın kuzey blokunu oluşturan Ilgaz ve Saraycık Dağı

kütllerinden Devrez Çayı ve Kızılırmak'a ulaşan yan kollarda iki farklı kesimde dikkat çekici farklılıklar görülmektedir. Kargı batısında Gökçeyiz Dere, Uğuz Dere, Mezel Dere ve Akkese Dere havzalarında düşük hipsometrik integral değerlerine rastlanılmıştır. Kargı doğusunda ise Pelitözü Dere, Kuru Dere ve Dedeyurdu Dere havzalarında daha yüksek Hİ değerlerine rastlanılmıştır (Tablo 1).



Foto 3: Köprübaşı Köyü batısında jeomorfometrik parametreler üzerinde etkili olan farklı dayanıma sahip kayaçların birlikteliği (önde Erken Pliyosen alüvyonları, arkada Triyas-Jura metamorfikleri).

Photo 3: Coexistence of rocks with different strengths that affect geomorphometric parameters in the west of Köprübaşı Village the study area (Early Pliocene alluvium in front, Triassic-Jurassic metamorphics in the back).



Foto 4: Kös Dağını doğudan sınırlandıran Dodurga-Hacıhamza Fay Zonu'nun oblik atımlı fayları ve oluşturduğu fay dikliği.

Photo 4: The oblique faults and fault steepness created by Dodurga-Hacıhamza Fault Zone, which limited Kös Mountain from the east.

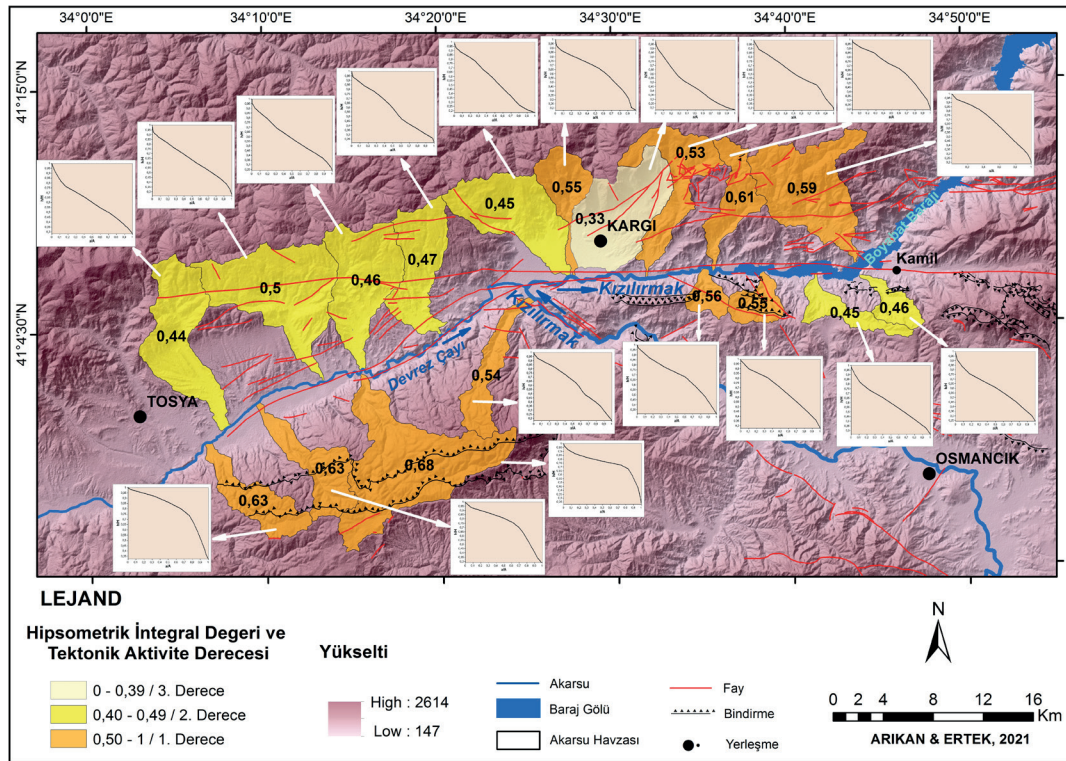
Tablo 1: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde akarsu havzalarının Hİ değerleri, HE'leri ve bu değerlerinin ifade ettiği tektonik aktivite sınıfları.

Table 1: Hipsometric Integral values of river basins, Hipsometric Curves and tectonic activity classes created accordingly in the part of North Anatolian Fault Zone along Tosya-Kargı and Kamil.

Havza No	Havza Adı	Hİ	HE	Tek. Akt. Derecesi
1	Gökçeyiz Dere Havzası	0,44	İçbükey	2.Sınıf
2	Avlu Çayı Havzası	0,50	Dışbükey	1.Sınıf
3	Uğuz Dere Havzası	0,46	İçbükey	2.Sınıf
4	Mezel Dere Havzası	0,47	İçbükey	2.Sınıf
5	Akkese Dere Havzası	0,45	İçbükey	2.Sınıf
6	Kara Dere Havzası	0,55	Dışbükey	1.Sınıf
7	İN Dere Havzası	0,33	İçbükey	3.Sınıf
8	Pelitözü Dere Havzası	0,53	Dışbükey	1.Sınıf
9	Kuru Dere Havzası	0,61	Dışbükey	1.Sınıf
10	Dedeyurdu Dere Havzası	0,59	Dışbükey	1.Sınıf
11	Süpürgelik Dere Havzası	0,46	İçbükey	2.Sınıf
12	Sarıyar Dere Havzası	0,45	İçbükey	2.Sınıf
13	Maksutlu Çayı Havzası	0,55	Dışbükey	1.Sınıf
14	Derdeme Çayı Havzası	0,56	Dışbükey	1.Sınıf
15	Eminlik Dere Havzası	0,54	Dışbükey	1.Sınıf
16	Geyikli Dere Havzası	0,68	Dışbükey	1.Sınıf
17	Eldes Dere Havzası	0,63	Dışbükey	1.Sınıf
18	Kolluca Dere Havzası	0,63	Dışbükey	1.Sınıf

Bu durum Kargı'dan Tosya'ya kadar olan batı kesimde büyük ölçüde Pliosen ve Kuvaterner alüvyonları ve Kretase fişleri gibi daha düşük dayanımlı litolojik unsurların varlığı ile ilgilidir. KAF'ın güney blokunda yer alan Ada Dağı ve Kös Dağı kütlelerinden Devrez Çayı ve Kızılırmak'a ulaşan alt havzalarda

da benzer bir durum vardır. Batıda yüksek dayanımlı metamorfik unsurlardan oluşan Kös Dağı üzerindeki Eminlik Dere, Geyik Dere, Eldes Dere ve Kolluca Dere havzalarında oldukça yüksek Hİ değerlerine ulaşılmıştır (**Şekil 3**).



Şekil 3: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde akarsu havzalarının hipsometrik integral değerine göre oluşturulan tektonik aktivite sınıfları haritası.

Figure 3: Map of tectonic activity classes created according to hipsometric integral value of river basins in the part of North Anatolia Fault Zone along Tosya-Kargı and Kamil.

Daha doğuda Ada Dağı'nın metamorfik unsurlardan oluşan zemini üzerinde kurulan Maksutlu ve Derdeme deresi havzalarının Hİ değerleri, doğuda yer alan, volkanit ve çeşitli kırıntılı kayalardan oluşan Süpürgelik Dere ve Sarıyar Dere havzalarına göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak Kös Dağı üzerinde elde edilen diğer sahalara göre çok yüksek hipsometrik integral değerleri yalnızca litoloji ile açıklanamaz, bu durum Kös Dağı yükseliminde yüksek tektonik aktiviteyi işaret eder.

3.2. Dağ Cephesi Sinüselliği

KAF'm kuzey ve güney bloğundaki dağlık kütlelerden Devrez Çayı ve Kızılırmak vadi tabanlarına uzanan alt havzaların tümünde, dağlık sahadan vadi tabanına geçişte dağın önünü çizgisellikle sınırlandırma eğiliminde olan aktif fayların etki düzeyini ortaya koymak amacıyla Dağ Cephesi Sinüsellik Oranı hesaplanmıştır. Bunlardan 9'unda orta ve yüksek tektonik aktiviteyi işaret eden düşük dağ cephesi sinüsellik oranına, 9'unda ise düşük tektonik aktiviteyi işaret eden yüksek dağ cephesi sinüsellik oranına rastlanılmıştır (Tablo 2). Bazı dere ağzları çevresinde kuvvetli geriye ve yana aşınım nedeniyle düşük sinüzite değerleri ortaya çıkmıştır.

3.3. Havza Şekil İndeksi

Tektonik açıdan aktif ve gençleşen alanları karakterize eden uzamış şekilli havzalar ile dairesel ve aktif olmayan havzaların

ayrımında kullanılan bu indise göre yüksek Bs değerleri ($Bs > 4$) gösteren 1. derece aktif ve orta düzeyde Bs değerine sahip ($Bs = 3-4$) orta derecede aktif havzalar sayıca azdır. Çalışma alanında yalnızca Kös Dağı doğusundan Kızılırmak'a akaçlanan Eminlik dere 1. Derece (yüksek) aktivite sınıfında yer almıştır. 2. derece aktivite sınıfında ise iki havza bulunmaktadır. Bunlardan birisi Kös Dağı'ndan Devrez Çayı'na akaçlanan Kolluca Dere, diğeri ise Tosya yakınlarında Ilgaz Dağları'ndan Devrez Çayı'na akaçlanan Gökçeyiz Dere havzalarıdır. Ancak Bs indeks değeri 1'den küçük olan havzalarda yapılan arazi gözlemlerinde kapma ile havzanın enine genişlediği ve daireselleştiği anlaşılmaktadır. Bu durum Bs indeks ile tektonik aktiviteyi açıklamada önerilen değerler dışında yeni bir eşik değerine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu havzalar dışında çalışma alanında yer alan diğer 15 havzada düşük tektonik aktiviteyi işaret eden Bs indeks değerlerine rastlanılmıştır (Tablo 3).

3.4. Havza Asimetrisi AF

Tektonik etkinliklerin havza asimetrisine neden olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte asimetri litolojik kökenli de olabilmektedir. Bu nedenle indis litolojik bakımdan homojen sahalarda daha iyi sonuç vermektedir. El Hamduoni vd., (2008) bir drenaj havzasında AF oranının %50 den farklılığı oranında tektonik aktivitenin tesirinde olduğunu ileri sürmüşlerdir. Elhamdouni vd. (2008) Asimetri Faktörü oranlarının ifade ettiği 3 tektonik etkinlik sınıfı ayırt etmişlerdir. Bu sınıflamaya göre; $[AF-50]>15$ olması durumunda saha 1. Derece tektonik

Tablo 2: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesimindeki akarsu havzalarında ölçülen Dağ Cephesi Sinüsellik oranı ve buna göre sınıflandırılan tektonik aktivite düzeyleri.

Table 2: Mountain Front Sinusality rate measured in the river basins along Tosya-Kargı-Kamil of The North Anatolian Fault Zone and the tectonic activity levels classified accordingly.

Havza No	Havza Adı	Lmf (m)	Ls (m)	Smf Oranı	Aktivite Derecesi
1	Gökçeyiz Dere Havzası	6582,45	5345,25	1,35	Orta
2	Avlu Çayı Havzası	6044,76	4083,69	1,71	Düşük
3	Uğuz Dere Havzası	7301,91	4467,88	1,48	Orta
4	Mezel Dere Havzası	5752,39	3383,32	1,63	Düşük
5	Akkese Dere Havzası	5202,97	4040,67	1,70	Düşük
6	Kara Dere Havzası	5178,31	4764,38	1,29	Orta
7	İn Dere Havzası	8368,47	3476,86	1,09	Yüksek
8	Pelitözü Dere Havzası	6310,95	3058,10	2,41	Düşük
9	Kuru Dere Havzası	4668,33	3029,76	2,06	Düşük
10	Dedeyurdu Dere Havzası	4117,99	2890,01	1,54	Düşük
11	Süpürgelik Dere Havzası	3513,92	2680,93	1,52	Düşük
12	Sarıyar Dere Havzası	6053,73	4580,28	1,31	Orta
13	Maksutlu Çayı Havzası	4872,30	3543,28	1,32	Orta
14	Derdeme Çayı Havzası	3469,42	2881,23	1,38	Orta
15	Eminlik Dere Havzası	3290,44	2589,94	1,48	Orta
16	Geyikli Dere Havzası	5071,02	3061,04	1,27	Orta
17	Eldes Dere Havzası	3725,56	2371,61	1,66	Düşük
18	Kolluca Dere Havzası	2742,34	2030,69	1,57	Düşük

Tablo 3: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde Havza Şekil İndeksi değerleri ve bu değerlere göre oluşturulan tektonik aktivite düzeyleri.**Table 3:** Basin Shape Index values in the part of North Anatolia Fault Zone along Tosya-Kargı-Kamil and tectonic activity levels created according to these values.

Havza No	Havza Adı	BI	Bw	Bs	Aktivite Derecesi
1	Gökçeyiz Dere Havzası	14687,38	4718,85	3,11	Orta
2	Avlu Çayı Havzası	12104,63	10969,18	1,10	Düşük
3	Uğuz Dere Havzası	11855,92	6176,95	1,91	Düşük
4	Mezel Dere Havzası	11195,53	4611,01	2,42	Düşük
5	Akkese Dere Havzası	11720,94	7877,73	1,48	Düşük
6	Kara Dere Havzası	10559,28	4541,43	2,32	Düşük
7	İN Dere Havzası	10853,24	6908,51	1,57	Düşük
8	Pelitözü Dere Havzası	12288,99	8521,64	1,44	Düşük
9	Kuru Dere Havzası	10977,11	3702,03	2,96	Düşük
10	Dedeyurdu Dere Havzası	10909,98	9605,92	1,13	Düşük
11	Süpürgelik Dere Havzası	6416,18	3160,63	2,03	Düşük
12	Sarıyar Dere Havzası	9235,61	3747,24	2,46	Düşük
13	Maksutlu Çayı Havzası	4344,60	4550,40	0,95	Düşük
14	Derdeme Çayı Havzası	4180,84	3659,80	1,14	Düşük
15	Eminlik Dere Havzası	11664,85	2807,75	4,15	Yüksek
16	Geyikli Dere Havzası	12318,75	16901,00	0,72	Düşük
17	Eldes Dere Havzası	11221,84	3845,61	2,91	Düşük
18	Kolluca Dere Havzası	10651,52	3504,75	3,03	Orta

aktiviteye, $[AF-50]=7-15$ olması durumunda 2. Derece tektonik aktiviteye, $[AF-50]<7$ olması durumunda ise 3. derece tektonik aktiviteye sahiptir. Çalışma alanında 18 havzanın 6 tanesinin 3. Derece, 5'inin 2. Derece ve 7'sinin 1. Derece tektonik etkinlik sınıfında olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 4). 1. Derece aktivite sınıfında olan 4 havza Tosya-Kargı arasında Ilgaz Dağları üzerindeki sahada, 1 tanesi Kargı doğusunda Saraycık Dağı üzerindeki sahada, 2 tanesi ise Ada Dağı üzerindeki sahada yer alır. Kös Dağı üzerindeki havzalarda ise çoğunlukla 2. Derece

tektonik aktiviteyi ifade eden AF oranları elde edilmiştir Ancak bunlardan litolojik homojenliğe sahip olması nedeniyle Kös Dağı üzerinde elde edilen değerlerin daha isabetli olduğu düşünülmektedir.

Tiltlenme yönleri açısından değerlendirildiğinde özellikle Kös Dağı üzerindeki talveg hattı kaymasının blok hareketinin yönü ile aynı olması dikkat çekicidir. Keller ve Pinter (2002) tektonik etki nedeniyle bir yöne eğimlenmiş havzalarda ana

Tablo 4: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde Havza Asimetrisi Oranı ve bu orana göre oluşturulmuş tektonik aktivite düzeyleri.**Table 4:** Basin Asymmetry Ratio in the part of North Anatolian Fault Zone along Tosya-Kargı-Kamil and tectonic activity levels established according to this ratio.

No	Havza Adı	Sağ Havza km ²	Toplam Havza alanı	AF Oranı	50-AF	Tiltlenme Yönü	Aktivite Sınıfı
1	Gökçeyiz Dere Havzası	32,47	46,09	70,46	-20,46	Sola	1 derece
2	Avlu Çayı Havzası	28,53	61,97	46,04	3,96	Sağa	3 derece
3	Uğuz Dere Havzası	14,42	44,37	32,51	17,49	Sağa	1 derece
4	Mezel Dere Havzası	22,43	34,00	65,98	-15,98	Sola	1 derece
5	Akkese Dere Havzası	22,51	43,77	51,43	-1,43	Sola	3 derece
6	Kara Dere Havzası	9,78	18,37	53,26	-3,26	Sola	3 derece
7	İN Dere Havzası	43,80	50,18	87,29	-37,29	Sola	1 derece
8	Pelitözü Dere Havzası	14,53	32,99	44,05	5,95	Sağa	3 derece
9	Kuru Dere Havzası	12,97	21,11	61,46	-11,46	Sola	2 derece
10	Dedeyurdu Dere Havzası	15,25	52,97	28,78	21,22	Sağa	1 derece
11	Süpürgelik Dere Havzası	4,52	9,97	45,43	4,57	Sağa	3 derece
12	Sarıyar Dere Havzası	3,45	13,32	25,95	24,05	Sağa	1 derece
13	Maksutlu Çayı Havzası	3,40	11,94	28,53	21,47	Sağa	1 derece
14	Derdeme Çayı Havzası	3,39	8,28	41,02	8,98	Sağa	2 derece
15	Eminlik Dere Havzası	12,18	19,75	61,67	-11,67	Sola	2 derece
16	Geyikli Dere Havzası	47,71	79,50	60,02	-10,02	Sola	2 derece
17	Eldes Dere Havzası	14,64	25,52	57,40	-7,40	Sola	2 derece
18	Kolluca Dere Havzası	12,15	23,16	52,49	-2,49	Sola	3 derece

akımın tepki olarak o yöne kaydığını ifade etmişlerdir. Elde edilen indis sonucuna göre Kös dağı kuzey yamaçları batıya eğimlenmiş ve tüm havzalarda ana akım talveg hattı batıya kaymıştır. Kös Dağı'nı doğudan sınırlandıran Dodurga-Hacıhamza Fay Zonu'nu oluşturan doğrultu atım bileşenli normal faylar boyunca sahanın yükselimi ile Kös Dağı kuzey yamaçlarının batıya eğimlendiği anlaşılmaktadır (**Şekil 4**).

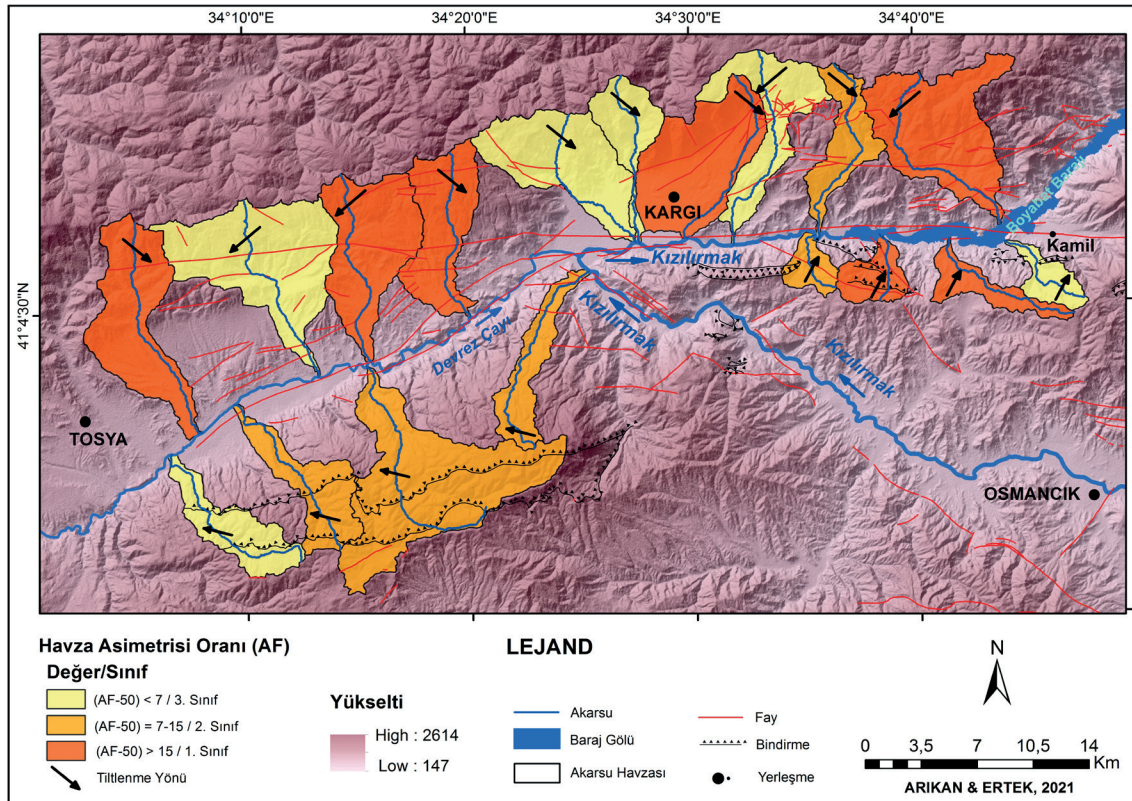
Doğuda Ada Dağı üzerindeki tüm havzalarda ise tiltlenme yönleri blok hareketinin tersi yöne (doğuya) dir. Benzer şekilde Ada Dağı'nın kuzeye bakan yamaçları üzerindeki akarsu havzalarında da kütleyi batıdan sınırlandıran doğrultu atım bileşenli normal faylar boyunca yükselimi nedeniyle talveglerin doğuya kaydığı ve yüzeyin doğuya eğimlendiği anlaşılmaktadır. KAF'ın kuzey blokunda yer alan Ilgaz ve Saraycık dağlarındaki havzalarda ise tiltlenme yönleri düzensizdir. Kuzey kesim aynı zamanda litolojik açıdan da çeşitlilik arz eder. Bu bakımdan sahadaki drenaj havzası asimetrisinde ve tiltlenme yönlerinde farklı etkilerin varlığı söz konusudur. Kuzey blokta yer alan havzalarda litolojik unsurların etkisi dikkati çekerken güney blokta Ada Dağı ve Kös Dağı kütlesi üzerinde ise verrev atımlı faylardan oluşan Dodurga-Hacıhamza Fay Zonu'nun daha belirgin etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır.

3.5. Vf İndeks

Sahadaki kazılma hızı ve aktif tektonik hareketlerin etkisi hakkında fikir veren bu indisten elde edilen sonuçlar Elhamdouni vd. (2008)'nin esas aldığı eşik değerlerine göre sınıflandırılmıştır. Buna göre $V_f < 0,5$ 1. derece (yüksek aktivite) aktif sahaları, $V_f = 0,5-1$ arası 2. derece (orta düzey aktivite) aktif sahaları, $V_f > 1$ ise 3. derece aktif (düşük aktivite) sahaları işaret eder. Çalışma alanında 18 havzanın 3 farklı mecrasında yapılan 54 profilin 35 inde yüksek tektonik aktiviteyi işaret eden Vf indeks değerlerine rastlanılmıştır (**Tablo 5**). Az sayıda düşük aktiviteyi işaret eden değerler Tosya-Kargı arasında Ilgaz Dağları üzerindeki Gökçeyiz Dere, Avlu Çayı ve İn Dere havzalarında ortaya çıkmıştır. Çalışma alanında akarsu yatak eğiminin düşük olduğu Tosya- Kargı arasındaki havzaların aşağı mecralarında düşük Vf değerleri flüvyal sistemin olgunluk durumunu işaret eder. Nitekim saha Pliyosen'e ait akarsu çökelleri ile doldurulmuştur. Aynı zamanda litolojik unsurların düşük dayanımlı kayaçlardan oluşması da bu duruma katkı sağlamıştır.

3.6. Akarsu Uzunluk - Gradyan İndeksi (SL İndeks)

Akarsu boyuna profildeki eğim kırıklıklarının tespitinde ve bunların kökenlerinin incelenmesinde ihtiyaç duyulan bu indise



Şekil 4: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde havza asimetrisine göre tektonik aktivite sınıfları haritası.
Figure 4: Map of the tectonic activity classes according to basin asymmetry in the part of North Anatolia Fault Zone along Tosya-Kargı and Kamil line.

Tablo 5: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde akarsu havzalarının farklı mecralarındaki vadilerden elde edilen Vf indeks değerleri ve bu değerlere göre sınıflandırılmış tektonik aktivite düzeyleri.**Table 5:** Vf index values obtained from valleys in different parts of the creek basins in the section of the North Anatolian Fault Zone along Tosya-Kargı and Kamil line and tectonic activity levels classified according to these values.

Havza No	Profil Adı	Vfw	Erd	Eld	Esc	Vf_Degeri	Aktivite Sınıfı
1	Gökçeyiz Dere _1	287,00	690	675	621	4,67	Düşük
	Gökçeyiz Dere _2	245,00	873	910	789	2,39	Düşük
	Gökçeyiz Dere _3	78,00	1290	1220	1120	0,58	Orta
2	Avlu Çayı _1	300,00	700	700	610	3,33	Düşük
	Avlu Çayı _2	142,00	980	1000	740	0,57	Orta
	Avlu Çayı _3	13,00	1260	1250	1160	0,14	Yüksek
3	Uğuz Dere _1	117,00	780	780	640	0,84	Orta
	Uğuz Dere _2	22,00	1000	1170	890	0,11	Yüksek
	Uğuz Dere _3	24,00	1440	1430	1370	0,37	Yüksek
4	Mezel Dere _1	70,00	700	700	590	0,64	Orta
	Mezel Dere _2	33,00	920	885	830	0,46	Yüksek
	Mezel Dere _3	17,00	1500	1460	1392	0,19	Yüksek
5	Akkese Deresi _1	135,00	800	725	583	0,75	Orta
	Akkese Deresi _2	55,00	911	1050	802	0,31	Yüksek
	Akkese Deresi _3	31,00	1230	1250	1216	1,29	Düşük
6	Kara Dere _1	64,00	790	840	580	0,27	Yüksek
	Kara Dere _2	52,00	1380	1710	850	0,07	Yüksek
	Kara Dere _3	58,00	1460	1450	1360	0,61	Orta
7	İn Deresi _1	40,00	680	660	600	0,57	Orta
	İn Deresi _2	87,00	890	900	830	1,34	Düşük
	İn Deresi _3	22,00	1100	1204	1074	0,28	Yüksek
8	Pelitözü Dere _1	95,00	710	620	600	1,46	Düşük
	Pelitözü Dere _2	42,00	1010	1000	910	0,44	Yüksek
	Pelitözü Dere _3	47,00	1200	1090	1030	0,41	Yüksek
9	Kuru Dere _1	9,00	684	689	501	0,05	Yüksek
	Kuru Dere _2	25,00	1160	1150	990	0,15	Yüksek
	Kuru Dere _3	21,00	1534	1440	1350	0,15	Yüksek
10	Dedeyurdu Dere _1	106,00	690	690	456	0,45	Yüksek
	Dedeyurdu Dere _2	65,00	860	830	630	0,30	Yüksek
	Dedeyurdu Dere _3	15,00	1240	1330	1100	0,08	Yüksek
11	Sü�ürgelik Dere _1	345,00	513	464	410	4,39	Düşük
	Sü�ürgelik Dere _2	41,00	660	670	540	0,33	Yüksek
	Sü�ürgelik Dere _3	21,00	920	920	860	0,35	Yüksek
12	Sarıyar Dere _1	15,00	540	560	502	0,31	Yüksek
	Sarıyar Dere _2	32,00	793	790	730	0,52	Orta
	Sarıyar Dere _3	30,00	1030	972	927	0,41	Yüksek
13	Maksutlu Çayı _1	94,00	510	458	392	1,02	Düşük
	Maksutlu Çayı _2	58,00	610	591	458	0,41	Yüksek
	Maksutlu Çayı _3	22,00	740	745	640	0,21	Yüksek
14	Derdeme Çayı _1	91,00	540	590	399	0,55	Orta
	Derdeme Çayı _2	43,00	750	726	575	0,26	Yüksek
	Derdeme Çayı _3	45,00	880	904	826	0,68	Orta
15	Eminlik Dere _1	23,00	758	870	600	0,11	Yüksek
	Eminlik Dere _2	36,00	1135	1125	930	0,18	Yüksek
	Eminlik Dere _3	37,00	1530	1570	1490	0,62	Orta
16	Geyikli Dere _1	29,00	1021	932	740	0,12	Yüksek
	Geyikli Dere _2	23,00	1520	1430	1292	0,13	Yüksek
	Geyikli Dere _3	72,00	1770	1650	1470	0,30	Yüksek
17	Eldes Dere _1	23,00	660	680	600	0,33	Yüksek
	Eldes Dere _2	26,00	1220	1225	1050	0,15	Yüksek
	Eldes Dere _3	77,00	1460	1520	1340	0,51	Orta
18	Kolluca Dere _1	8,00	950	1065	810	0,04	Yüksek
	Kolluca Dere _2	50,00	1320	1330	1210	0,43	Yüksek
	Kolluca Dere _3	27,00	1500	1510	1380	0,22	Yüksek

göre eğim kırıklığı litolojik kökenli değilse genel olarak tektonik etkilerin varlığı üzerinde durulur. Mahmood ve Glaugen (2012)'e göre SL indeks değerlerinin tektonik aktivite derecelerine göre sınıflamasında kullanılan eşik değerlerine göre $SL > 535$ ise 1. derece aktivite, $SL = 370-534$ ise 2. derece tektonik aktivite, $SL < 370$ ise 3. derece tektonik aktivite sınıfında olduğu kabul edilir. Ancak doğrultu atımlı fay etkinliğinin hakim olduğu sahalarda düşey yönlü aktivitenin olamaması ya da daha az olması SL indeks değerlerinde zayıf tektonik etkinliği işaret eden değerlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle sahada doğrultu atımlı tektonik rejimin etkisiyle yüksek SL indeks değerlerine yansıyan tektonizmanın rolü sınırlıdır. Buna rağmen incelenen 18 akarsu boyuna profilinin 11'inde SL indeks ortalaması yüksek bulunmuştur (Tablo 6).

Yüksek değerlerin ortaya çıkmasında çoğunlukla litolojik etki belirgindir. Bununla birlikte litolojik bakımdan homojen olan Kös Dağı üzerindeki akarsular yer yer bindirme ve fayları kesmiş ve bu alanlarda SL indeks değerlerinin yükselmiştir. Bu nedenle Kös Dağı kuzey yamaçlarındaki SL indeks değerleri artışında tektonik etkinin varlığı anlaşılmaktadır.

Düşük SL indeks değerleri gösteren ve Tosya yakınlarında Devrez Çayı'na kuzeyden bağlanan yan derelerde diğer parametrelerde de olduğu gibi flüvyal sistemin belli bir olgunluk düzeyine ulaştığı akarsu boyuna profilde belirgin eğim kırıklıklarının çok az olduğu anlaşılmaktadır. Yine Ada Dağı üzerindeki Süpügelik Dere, Sarıyar Dere, Maksutlu Dere gibi

akarsuların boyuna profillerinde genel olarak düşük SL indeks değerlerine rastlanılmıştır. Kargı doğusunda Saraycık Dağı üzerindeki akarsularda yüksek SL indeks değerleri elde edilen noktalar ile fayların kesiştiği görülmektedir (Şekil 5).

3.7. Rölatif Tektonik Aktivite İndeksi (IRAT)

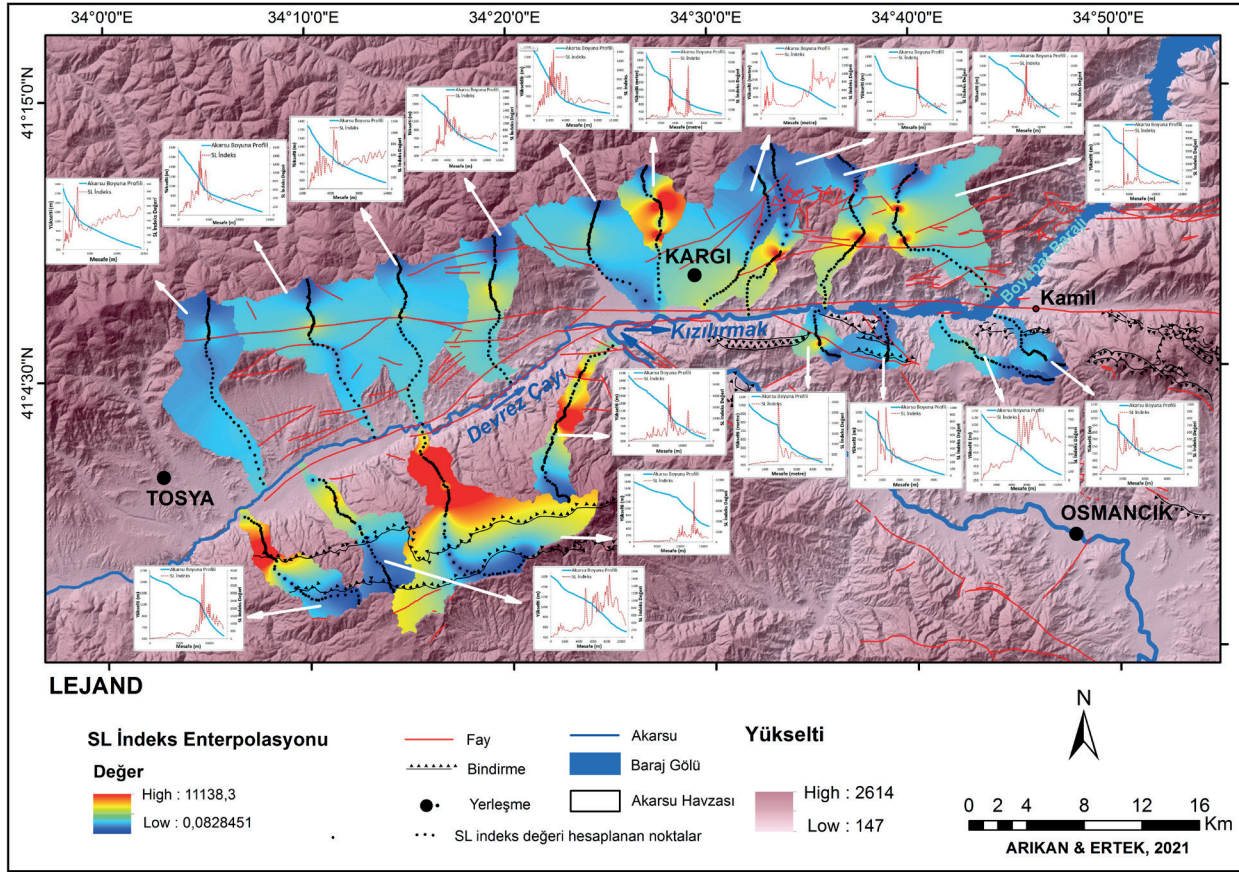
Sahada uygulanan tüm jeomorfometrik indis değerlerinin ifade ettiği tektonik aktivite derecelerinin ortalamasının alınarak yeniden sınıflandırılmasıyla elde edilen Rölatif Tektonik Aktivite İndeksi Elhamdouni vd., (2008) tarafından 4 sınıfa ayrılmıştır. Buna göre $IRAT < 1,5$ çok yüksek aktivite, $IRAT = 1,5-2,0$ yüksek aktivite, $IRAT = 2,0-2,5$ orta düzey aktivite, $IRAT > 2,5$ zayıf aktivite olarak önerilmiş eşik değerleridir. Bu indise göre çalışma alanındaki 18 havzanın 12 sinde yüksek veya çok yüksek tektonik aktivite derecesine, 4 havzada orta düzey aktivite, 2 havzada ise zayıf aktivite düzeyine ulaşılmıştır (Tablo 7).

Rölatif tektonik Aktivite düzeyinin en yüksek olduğu sahanın genel olarak Kös Dağı kütlesi üzerindeki havzalar olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 6). Bunlardan Eminlik Dere Havzası çalışma alanı içindeki "Çok Yüksek Rölatif Tektonik Aktivite Sınıfında" yer alan tek havzadır. Bu durum diğer indislerin analizinde de değinildiği üzere Kös Dağı kütlesini doğudan sınırlandıran sağ yanal doğrultu atım bileşenli ve verrev atımlı normal faylardan oluşan Dodurga Hacıhamza Fay Zonu'nun jeomorfometrik parametreler üzerindeki etkisi olarak değerlendirilmiştir. Ancak bazı havzaların KAF Zonu içinde yer

Tablo 6: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde akarsuların SL İndeks değerleri ve bu değerlere göre sınıflandırılmış tektonik aktivite düzeyleri.

Table 6: SL Index values of creeks in the part of North Anatolian Fault Zone along Tosya-Kargı-Kamil line and tectonic activity levels created according to these values.

Havza No	Havza Adı	Maksimum SL değeri	Ortalama SL değeri	Aktivite Derecesi
1	Gökçeyiz Dere Havzası	857,02	349,09	Düşük
2	Avlu Çayı Havzası	1508,33	489,66	Orta
3	Uğuz Dere Havzası	1046,89	436,15	Orta
4	Mezel Dere Havzası	1827,62	613,44	Yüksek
5	Akkese Dere Havzası	1438,77	469,81	Orta
6	Kara Dere Havzası	6430,90	1008,56	Yüksek
7	İn Dere Havzası	1347,89	464,25	Yüksek
8	Pelitözü Dere Havzası	3574,50	605,19	Yüksek
9	Kuru Dere Havzası	3096,19	795,82	Yüksek
10	Dedeyurdu Dere Havzası	4739,20	703,54	Yüksek
11	Süpügelik Dere Havzası	858,61	323,40	Düşük
12	Sarıyar Dere Havzası	791,91	377,99	Düşük
13	Maksutlu Çayı Havzası	999,17	369,19	Düşük
14	Derdeme Çayı Havzası	2889,17	567,24	Yüksek
15	Eminlik Dere Havzası	4961,00	991,32	Yüksek
16	Geyikli Dere Havzası	11636,11	1473,65	Yüksek
17	Eldes Dere Havzası	1719,76	622,45	Yüksek
18	Kolluca Dere Havzası	4275,31	1074,76	Yüksek

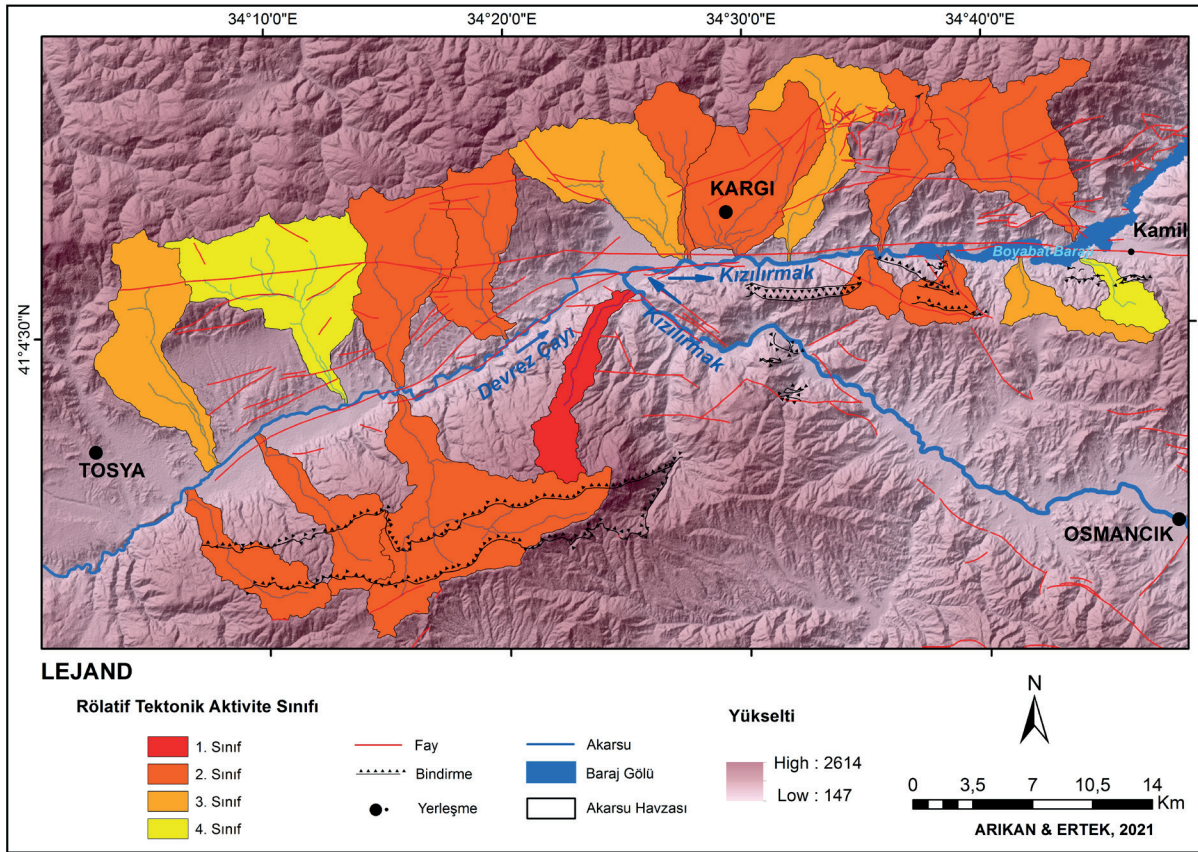


Şekil 5: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde akarsuların SL indeks değerlerinin entopolasyonu haritası.
Figure 5: Interpolation map of the SL index values of streams in the part of North Anatolian Fault Zone along Tosya-Kargı and Kamil.

Tablo 7: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde akarsu havzalarının Rölatif Tektonik Aktivite sınıfları ve bu sınıflamaya göre oluşturulmuş tektonik aktivite düzeyleri.

Table 7: Relay Tectonic Activity classes of creek basins in the part of North Anatolia Fault Zone along Tosya-Kargı-Kamil and tectonic activity levels established according to this class.

No	Havza Adı	BS	AF	SL	HI	Smf	Vf	IAT Ort.	IRAT Sınıfı	IRAT Derecesi
1	Gökçeyiz Dere Havzası	2	1	3	2	2	3	2,16	3	Orta Aktivite
2	Avlu Çayı Havzası	3	3	2	2	3	3	2,66	4	Düşük Aktivite
3	Uğuz Dere Havzası	3	1	2	2	2	1	1,83	2	Yüksek Aktivite
4	Mezel Dere Havzası	3	1	1	2	3	1	1,83	2	Yüksek Aktivite
5	Akkese Dere Havzası	3	3	2	2	3	2	2,50	3	Orta Aktivite
6	Kara Dere Havzası	3	3	1	1	2	1	1,83	2	Yüksek Aktivite
7	İN Dere Havzası	3	1	1	3	1	2	1,83	2	Yüksek Aktivite
8	Pelitözü Dere Havzası	3	3	1	1	3	2	2,16	3	Orta Aktivite
9	Kuru Dere Havzası	3	2	1	1	3	1	1,83	2	Yüksek Aktivite
10	Dedeyurdu Dere Havzası	3	1	1	1	3	1	2,0	2	Yüksek Aktivite
11	Süpürgelik Dere Havzası	3	3	3	2	3	3	2,83	4	Düşük Aktivite
12	Sarıyar Dere Havzası	3	1	3	2	2	1	2,50	3	Orta Aktivite
13	Maksutlu Çayı Havzası	3	1	3	1	2	2	2,0	2	Yüksek Aktivite
14	Derdeme Çayı Havzası	3	2	1	1	2	2	1,83	2	Yüksek Aktivite
15	Eminlik Dere Havzası	1	2	1	1	2	1	1,33	1	Çok Yüksek Aktivite
16	Geyikli Dere Havzası	3	2	1	1	2	1	1,66	2	Yüksek Aktivite
17	Eldes Dere Havzası	3	2	1	1	3	1	1,83	2	Yüksek Aktivite
18	Kolluca Dere Havzası	2	3	1	1	3	1	1,83	2	Yüksek Aktivite



Şekil 6: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde akarsu havzalarının Rölatif Tektonik Aktivite Sınıfları haritası.
Figure 6: Map of The Relative Tectonic Activity Classes of creek basins in the part of North Anatolia Fault Zone along Tosya-Kargı and Kamil.

almasına rağmen “Düşük Rölatif Tektonik Aktivite Sınıfında” olduğu anlaşılmıştır. Bunlardan ikisi Tosya yakınlarındaki Avlu Çayı ve Kamil yakınlarındaki Süpürgelik Dere havzalarıdır. Bu havzalarda flüvyal sistemin olgunluk düzeyini temsil eden jeomorfometrik parametreler elde edilmiştir. Nitekim Kargı-Tosya arasında erken (Neojen) kurulmuş drenaj sisteminin varlığını işaret eden sedimantolojik unsurlar mevcuttur.

4. SONUÇ

Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Tosya-Kargı-Kamil arasındaki kesiminde Ilgaz Dağları'nın güney yamaçlarından ve Kös Dağı'nın kuzey yamaçlarından Devrez Çayı'na akaçlanan drenaj havzaları ile Saraycık Dağı'nın güney yamaçları ve Ada Dağı'nın kuzey yamaçlarından Kızılırmak'a akaçlanan havzaların sayısal yükseklik modellerinden yararlanarak jeomorfometrik analizleri yapılmış ve sahanın görece tektonik aktivite düzeyleri belirlenmiştir. Bu kapsamda çalışma alanında seçilen 18 drenaj havzasının Hipsometrik İntegral ve Eğrisi (HI ve HE), Dağ Cephesi Sinüselliği (Smf), Havza Şekil İndeksi (Bs), Havza Asimetrisi (AF), Vadi tabanı genişliği-Vadi Yamaç Yüksekliği

Oranı (Vf) ve Akarsu Uzunluk-Gradyan İndeksi (SL) değerleri ayrı ayrı hesaplanmış ve elde edilen sonuçlardan Rölatif Tektonik Aktivite Sınıfları oluşturulmuştur.

Jeomorfometrik indislerden elde edilen sonuçlar, çalışma alanındaki görece tektonik etki düzeyinin kısa mesafede değiştiğini göstermektedir. Sahanın jeomorfometrik indislerinin ifade ettiği tektonik aktivite düzeylerinin oluşmasında Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin doğrultu atım tektoniği ile birlikte özellikle güney bloktaki Kös ve Ada Dağı kütleleri arasındaki sağ yanal doğrultu atım bileşenli veriv atımlı normal faylardan oluşan Dodurga-Hacıhamza Fay Zonu'nun belirleyici unsur olduğu anlaşılmaktadır. Genel olarak KAF'ın güney bloğunda yer alan havzalarda tektonik etki jeomorfometrik parametrelerde daha belirgin iken bu etki Kuzey bloktaki Ilgaz Dağları ve Saraycık Dağı üzerindeki havzalarda daha azdır. Kös Dağı gibi litolojik bakımdan daha homojen olan kesimler yanında Ilgaz Dağları gibi daha karmaşık litolojiler sunan kesimlerin varlığı jeomorfometrik parametreleri etkileyen unsurlar olmuştur. Kuzeyde özellikle Ilgaz Dağları kesimindeki havzalarda yüzeyin şekillenmesinde litolojinin etkisi belirgindir.

Kargı kuzeydoğusunda Saraycık Dağı kütlesi üzerindeki Pelitözü Dere, Kuru Dere ve Dedeyurdu Dere havzalarında düşük Vf değerleri, yüksek hipsometrik integral değerleri ve yüksek SL indeks değerlerine rastlanılmıştır. Benzer şekilde Kargı güneybatısında Kös Dağı üzerindeki Eminlik Dere, Geyikli Dere, Eldes Dere ve Kolluca Dere havzalarında düşük Vf değerleri, yüksek hipsometrik integral değerleri ve yüksek SL indeks değerlerine rastlanılmıştır. İndislerin ortaya koyduğu bu parametreler yüksek tektonik etkinliği ve sahanın hızlı yükselimini işaret eder.

Sahada uygulanan tüm jeomorfometrik indis değerlerinin ifade ettiği tektonik aktivite derecelerinin ortalamasının alınarak yeniden sınıflandırılmasıyla elde edilen Rölatif Tektonik Aktivite İndisine göre çalışma alanındaki 18 havzanın 12 sinde yüksek veya çok yüksek tektonik aktivite derecesine, 4 havzada orta düzey aktivite, 2 havzada ise zayıf aktivite düzeyine ulaşılmıştır. Rölatif Tektonik Aktivite düzeyinin en yüksek olduğu sahanın genel olarak Kös Dağı kütlesi üzerindeki havzalar olduğu bunlardan Eminlik Dere Havzası çalışma alanı içindeki “Çok Yüksek Rölatif Tektonik Aktivite Sınıfında” yer alan tek havza olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum diğer indislerin analizinde de değinildiği üzere Kös Dağı kütlesini doğudan sınırlandıran sağ yanal doğrultu atım bileşenli ve verev atımlı normal faylardan oluşan Dodurga Hacıhamza Fay Zonu’nun jeomorfometrik parametreler üzerindeki etkisi olarak değerlendirilmiştir. Ancak bazı havzaların KAF Zonu içinde yer almasına rağmen “Düşük Rölatif Tektonik Aktivite Sınıfında” olduğu görülmektedir. Bunlardan ikisi Tosya yakınlarındaki Avlu Çayı ve Kamil yakınlarındaki Süpürgelik Dere havzalarıdır. Bu havzalarda flüvyal sistemin olgunluk düzeyini temsil eden jeomorfometrik parametreler elde edilmiştir.

Tosya-Kargı-Kamil hattında Devrez-Kızılırmak vadilerinin, sedimantolojik unsurlarının faylarla ilişkisi, paleoakıntının yönü ve vadi morfometrisi; burada flüvyal sistemin fay kontrolünde, ilksel yatağın, bu günden daha kuzeyde, İlğaz ve Saraycık kütleleri üzerinde kurulduğunu ve zamanla güneye göç ederek Kös Dağı, Ada Dağ eteklerine yaklaştığını ve böylece tektonik oluşun asimetric bir vadi görünümü aldığı anlaşılmaktadır.

Kızılırmak’ın Osmancık ve Kargı (Hacıhamza) arasında GD-KB istikametinden sapması ve KAF Zonu’nda B-D yönlü Devrez Çayı’na bağlanarak, Devrez Çayı Vadisi’nin genel uzanımına uyması, KAF Zonu’nda Devrez-Kızılırmak oluşunun daha eski (Pliosen) alüvyonların içermesi, KAF Zonu girişi öncesi ile KAF Zonu içindeki vadilerinin morfometrik özelliklerinin farklılığı gibi veriler Devrez Çayı drenajının daha

erken kurulduğunu ve Kızılırmak’ı kapattığını işaret eder. Çalışma alanı güneyini de kapsayan araştırmalarımızda başlangıçta Oğuzlar’dan güneye, Orta Anadolu göl sistemine, akaçlanan Kızılırmak Havzası’nın Laçın-Hacıhamza arasında Devrez’in kolu olan bir akarsuya kapılmak suretiyle Devrez Çayı’na bağlandığını göstermektedir. Özetle Kızılırmak’ın başlangıçta Laçın-Osmancık-Hacıhamza hattında yaklaşık 60 km uzunlukta Devrez Çayı’nın kolu olan bir dere olduğu anlaşılmaktadır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Grant Support: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKÇA/REFERENCES

- Akkan, E. (1970). Bafra Burnu-Delice kavşağı arasında kızılırmak vadisi’nin jeomorfolojisi, Ankara Üniv. DTCF. Yay. No 191, Ankara.
- Akkuş, A. (1980). Devrez Çayı Vadisi’nin jeomorfolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Yer Bilimleri Fakültesi Yayınları, Yayın No: 24, Trabzon.
- Arıkan, M. (2020). Kızılırmak Havzası’nın Uğurludağ-Bayat-Kargı-Osmancık Arasındaki Kesiminin Jeomorfolojisi (Çorum). Yayınlanmamış Doktora Tezi, İst. Üniv. Sos. Bil. Enst. 414 s.
- Bull, W. B. (2007). Tectonic Geomorphology of Mountains, a New Approach to Paleoseismology, Oxford: Blackwell Publishing.
- Bull, W. B., McFadden, L. D. (1977). Tectonic Geomorphology North and South of the Garlock Fault, California, Geomorphology in Arid Regions, Proceedings of the Eight Annual Geomorphology Symposium (Ed. D. O. Doehring), pp: 115-138, USA: State University of New York at Binghamton, Binghamton, NY.
- Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F. and Şengör, A.M.C. (1986). Shortening of Continental Lithosphere: The Neotectonics of Eastern Anatolia – A Young Collisional Zone, In: Coward, M.P. and Ries, A.C. (eds) Collision Tectonics, Geol. Soc. Spec. Publ., 19, 3-36.
- Elhamdouni, R., Irigaray, C., Fernandez, T., Chacón, J., Keller, E. A. (2008). Assessment of Relative Active Tectonics, Southwest Border of Sierra Nevada (Southern Spain), Geomorphology, 96, 150–173.
- Hack, J.T. (1973). Stream profile analysis and stream gradient index. *Journal of Research of the United States Geological Survey*, 1 (4), 421–429.
- Keller, E.A. and Pinter, N. (1996). Active tectonics, earthquake uplift and landscape. Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Keller, E. A. and Pinter, N. (2002). Active tectonics, earthquakes, uplift and landscape, *Second Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River*, 362 p.

- Ketin, İ. (1983). Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış; İTÜ Yayını 1259; 595 s, İstanbul.
- Koçyiğit, A. (2007). Kızılırmak Kargı (Geyiktepe) Barajı ve HES yeri aktif tektonik araştırması final raporu, ODTÜ Müh. Fak. Ankara.
- Leopold, B., Wolman, M.G., (1957). River Channel Patterns: Braided, Meandering and Straight, U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 282B, 39–85.
- Mahmood, S. A., Gloaguen, R., (2012). Appraisal of Active Tectonics in Hindu Kush: Insights from DEM derived geomorphic indices and drainage analysis, *Geoscience Frontiers*, V. 3 (4), p. 407-428.
- McKenzie, D. P. (1972). Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 30, 109-185.
- Över, S. (1999). Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun orta ve batı kesiminde bölgesel gerilme durumunun incelenmesi, *Türkiye Jeoloji Bülteni Cilt 42/1* s. 85-96.
- Özalp, S., Emre, Ö. ve Doğan, A., (2013). Kuzey Anadolu Fayı Güney Kolu'nun Segment Yapısı ve Gemlik Fayının Paleosismik Davranışı, *Kb Anadolu, Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 147: 1 – 17.
- Selby, M.J. (1980). A rock mass strength classification for geomorphic purposes: with tests from *Antarctica and New Zealand*. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 24: 31–51.
- Strahler, A.N. (1952). Hypsometric (area–altitude) analysis of erosional topography, *Bull. of the Geological Soc. of America* No. 63, p. 1117–1142.
- Şengör A.M.C. (1995). Sedimentation and tectonics of fossil rifts. In *Tectonics of Sedimentary Basins*, ed. CJ Busby, RV Ingersoll, pp. 53– 117. Oxford: Blackwell.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., (1981). Tethyan evaluation of Turkey: A plate *Tectonic approach*, *Tectonophysics*, 75, 11-241.
- Tüysüz, O. (1985). Kargı masifi ve dolayındaki tektonik birliklerin ayırıldı ve araştırılması (petrolojik inceleme), Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 431 s.
- Tüysüz, O., (2017). Tosya ile havza arasındaki bölgenin morfolojik gelişiminde kuzey anadolu fayının etkileri, 70. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri*, s. 584-585.
- Tüysüz, O. ve Dellaloğlu, A.A. (1994). Orta Anadolu'da Çankırı Havzası ve Çevresinin Erken Tersiyer'deki Paleocoğrafik Evrimi, *Türkiye 10. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı*, 56-75.
- Tüysüz, O. ve Erturaç, M. K. (2005). Kuzey Anadolu Fayı'nın Devrez Çayı ile Soruk Çayı Arasındaki Kesiminin Özellikleri ve Fayın Morfolojik Gelişimindeki Etkileri, *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu TURQUA-V*, s.26-40, İstanbul.
- Tüysüz, O. and Yiğitbaş, E., (1994). The Karakaya Basin: A Palaeo-Tethyan marginal basin and its age of opening. *Acta Geol. Hungarica*, 37/3-4, 327-350.
- Uğuz, M. F., Sevin, M., (2009). 1/100 000 Ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, No 114, F 32 Paftası, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Ankara.
- Yıldırım, C. (2008). Almacık bloku ve yakın çevresinin morfotektoniği, İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Yıldırım, C., Tüysüz, O., (2009) Blok rotasyonuna fluviyal tepkinin nicel analizi: almacık bloku örneği, *İTÜ Dergisi, Cilt 8, Sayı 3*: 120-130.
- Yılmaz, Y. ve Tüysüz, O. (1984). Kastamonu - Boyabat - Vezirköprü - Tosya Arasındaki Bölgenin Jeolojisi (İlgaz - Kargı Masifinin Etüdü), MTA Rap. No 7838.