

# **ENVIRONMENTAL GEOMORPHOLOGY OF THE KUCUK MENDERES RIVER DELTA**

KÜÇÜK MENDERES NEHRİ DELTASININ ÇEVRESEL  
JEOMORFOLOJİSİ

***Sümevra KURT<sup>1</sup>***  
***Himmet HAYBAT<sup>2</sup>***

## **Abstract**

In this study, by the Ecological Risk Assessment (ERD) Method reviewed and analyzed in Küçük Menderes River that originated from environmental geomorphology problems. In the study different scales of maps, 2014 Landsat satellite images, Geographic Information Systems (GIS), Remote Sensing (RS) methods and techniques have been utilized. The result of the study found environmental geomorphology problems in delta area depends on environmental pollution due to human factors and tourism impact. Due to the maximum effect on geomorphological environment in coastal zone, sustainable planning should be done primarily in the coastal zone. Under this plan settlement in the delta areas and coastal law to conform with the structuring, delta and coastal planning system needs to be improved.

**Keywords:** Environmental Geomorphology, Ecological Risk, Geographic Information Systems (GIS), Hazard Assessment, Remote Sensing (RS).

## **Özet**

Bu çalışmada Küçük Menderes Nehri deltasında çevresel jeomorfoloji kaynaklı sorunlar, Ekolojik Risk Değerlendirmesi (ERD) metodu ile değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir. Çalışmada farklı ölçeklerdeki haritalardan, 2014 yılına ait Landsat uydu görüntüsü ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Uzaktan Algılama (UA) yöntem ve tekniklerinden faydalanılmıştır. Çalışma sonucunda delta alanındaki çevresel jeomorfoloji problemlerinin başında beşeri faktörlere bağlı çevre kirliliği ve turizm baskısı olduğu anlaşılmıştır. Jeomorfolojik çevre üzerinde en fazla etkinin kıyı kuşağında olmasından dolayı, öncelikli olarak kıyı bölgesinde sürdürülebilir bir planlama yapılması gerekmektedir. Bu plan kapsamında delta alanındaki yerleşme ve yapılaşmanın kıyı kanununa uygun olması, delta ve kıyı planlama sisteminin geliştirilmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çevresel Jeomorfoloji, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Ekolojik Risk, Küçük Menderes Nehri Deltası, Tehlike Değerlendirmesi, Uzaktan Algılama (UA).

<sup>1</sup> Dr., İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya, Beyazıt/İstanbul. sumeyrakurt@hotmail.com

<sup>2</sup> Şeyh Edebalı Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya, Bilecik. himmet3535t@gmail.com

## **Giriş**

Sahip oldukları yeraltı ve yerüstü kaynakları ve doğal ekosistem çeşitliliği açısından geçmişte olduğu gibi günümüzde de oldukça önemli sulak alanlar durumundaki delta sahaları her geçen gün artan antropojenik baskı nedeniyle ekolojik dengenin bozulma riski ile karşı karşıya kalan alanlardan birisidir (Morgan ve Shaver, 1970; Lou Broussard, 1975; Giosan ve Bhattacharya, 2007; Kurt, 2015b). Delta alanlarında yapılan tarımsal faaliyetler, aşırı gübre kullanımı, su ve toprak kirliliği, hayvansal ve bitkisel canlıların öldürülmesi gibi antropojenik etkilerle, birçok çevresel problemlerin yanı sıra sedimentlerin azaltılması ve kıyıda toprak kayıpları gibi birçok jeomorfolojik problemlerin de ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Cooke ve Doornkamp, 1974; McGregor vd., 1995; Thornes, 1996; Efe vd., 2008; Erdenirsilay ve Tomar, 2011; Piacentini, 2012).

1930'larda başlayan yoğun insan faaliyetlerinin olumsuz etkilerinden zarar görmüş önemli sulak alanlardan birisi olan Küçük Menderes Nehri deltası da ekolojik tehlike riski ve çevresel jeomorfoloji problemleri ile karşı karşıyadır. Delta sahasındaki ekolojik ortamı jeomorfolojik yapı, tektonizma, iklim, bitki örtüsü, akarsu ve insan faktörü gibi etmen ve süreçler belirlerken, toprak erozyonu, deprensellik, taşkınlar, su temini, kıyı kumulları, göl ve bataklıklar, yerleşme yeri, akarsularla kıyıya taşınan sanayi atıkları ve çevre kirliliği ise başlıca çevresel sorunları oluşturmaktadır (Gökçen vd., 1990; Gündoğdu ve Özkan, 2006; Dal ve Baysal, 2007; Sütgibi, 2009; Başaran Kaymakçı, 2011; Erdenirsilay ve Tomar, 2011; Gülersoy ve Çelik, 2014; Kurt, 2015b). Delta ovasının güneyinde yer alan Efes antik kentinin varlığı da turizm baskısını artırmakta ve çevresel jeomorfolojik sorunlara ortam oluşturmaktadır (Kraft vd., 1981; Kayan, 1994; 1995; 1996; Sütgibi, 2009; Kayan, 2015; Kurt, 2015b).

Bu çalışmada Küçük Menderes Nehri deltasındaki çevresel jeomorfoloji problemleri, ABD Çevre Koruma Kurumu (USEPA) tarafından geliştirilen Ekolojik Risk Değerlendirmesi (ERD) yöntemine göre incelenmiştir. İnsanın yeryüzünü kullanmasıyla ortaya çıkan problemlerin çözümünde jeomorfolojinin öncelikli olarak kullanılması olarak tanımlanan çevresel jeomorfoloji bilimi kapsamında; taşkın ve heyelan gibi jeomorfolojik süreçler, insanın kara ve su ekosistemlerini plansız bir şekilde kullanımından kaynaklanan problemlerin analizi, su, kum ve çakıl gibi jeomorfolojik kökenli ürünleri kullanımı ile jeomorfolojinin çevresel planlama ve yönetim fonksiyonu için nasıl kullanılabilceği konuları incelenmektedir (Coates 1971; Cooke, 1974; Rawat, 2011; Piacentini, 2012). İlk kez Coates (1971) tarafından kullanılan (Panizza, 1996; Özşahin 2013) çevresel jeomorfoloji terimi Türkiye'de henüz çok yeni olduğundan bu konuda yapılan çalışmalar da oldukça yetersizdir (Efe, 1993a; 1993b; Özşahin, 2013).

Küçük Menderes Nehri deltasında çevresel jeomorfoloji kaynaklı sorunların incelendiği bu çalışma ile sahada potansiyel tehlikelerin belirlenmesi ve önceliklerine göre derecelendirilmesi yapılarak, gelecekte ortaya çıkabilecek olumsuz çevresel etkiler önceden ortaya konulup, doğal kaynaklar üzerinde oluşabilecek risklerin önlenmesine yönelik planlamalara (Schierow, 1994; Bozhüyük Ardahanlıoğlu vd., 2012) destek sağlanmaya çalışılmıştır.

## **Materyal ve Yöntem**

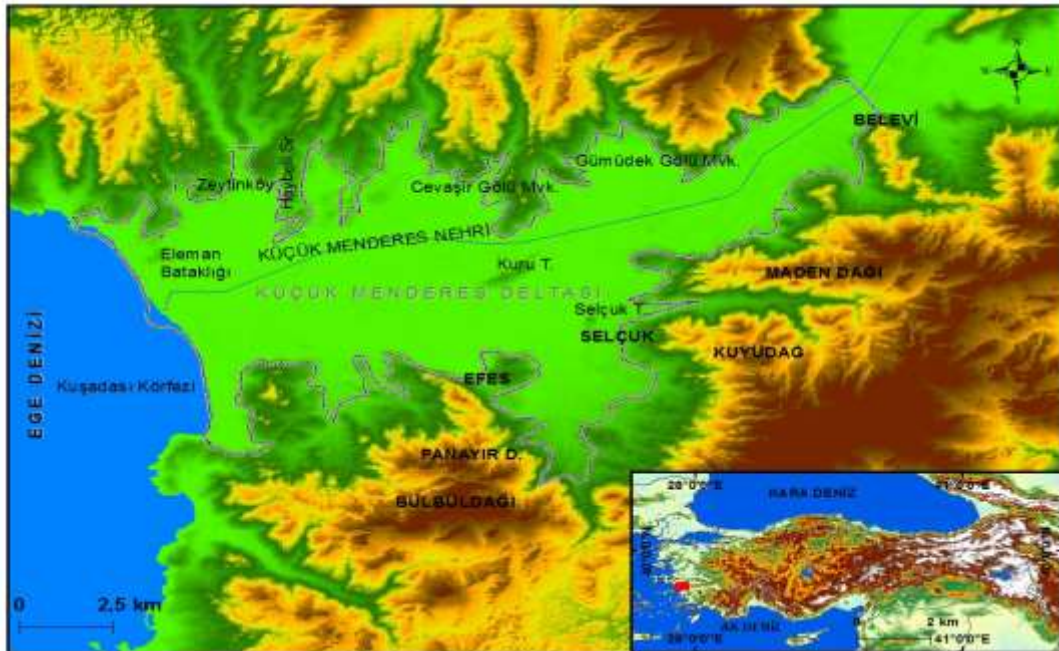
Küçük Menderes Nehri deltasında meydana gelen çevresel jeomorfoloji problemlerinin tespitini amaçlayan bu çalışma, uydu görüntüleri, saha ile ilgili yapılmış önceki çalışmalar (Erinç, 1955; Kayan, 1994; Brückner, 1997; Kayan ve Kraft; 1997; Öner, 1997; Kraft vd., 2007; Sütgibi, 2009; Kurt, 2015b), arazi incelemeleri ve ABD Çevre Koruma Kurumu (USEPA)'nın geliştirdiği Ekolojik Risk Değerlendirmesi (ERD) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle öncelikle çevresel jeomorfoloji tehlike faktörleri, etki dereceleri ve tehlike zonlama değerleri tespit edilmiştir (Tablo 1). İkinci

aşamada ise koşullara bağlı ağırlıklı metod ile 0'dan 3'e kadar aralık değerleri belirlenmiştir (Çelik, 2000; Salihoğlu ve Karaer, 2005; Bozhüyük Ardahanlıoğlu vd., 2012; Özşahin, 2013). Buna göre 0 etkisiz, 1 az etkili, 2 etkili ve 3 ise çok etkili sınıfını temsil etmektedir (Çelik, 2000; Bozhüyük Ardahanlıoğlu vd., 2012). Etki değerleri göz önünde bulundurularak haritalar oluşturulmuştur. Üretilen haritalar çakıştırılması ile tehlike sınıflarının yoğunlukları ve mekânsal dağılımları elde edilmiştir. Faktör haritalarının yapım aşamasında ArcMap 10.0 yazılımı destekli Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Uzaktan Algılama (UA) teknikleri ve 2014 yılına ait Landsat uydu görüntüsünden faydalanılmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Uzaktan Algılama (UA) teknikleri çevresel uygulamalarda genellikle faydalanılan yöntemlerdir (Tecim, 2008; Demirci vd., 2009; Sönmez, 2012; Kurt, 2013; Gülersoy, 2014). Çalışmada 2014 yılı uydu görüntüsü kontrollü sınıflandırma metodu ile sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma aşamasında "En Yüksek Olasılık (Maximum Likelihood)" yöntemi kullanılmıştır. Son olarak, sınıflandırılan görüntülere doğruluk analizi uygulanmıştır. 2014 yılına ait arazi kullanım haritasının Kappa katsayısı 0,81'dir. Katsayının 0,80 üzerinde olması uygulanan metodun geçerli ve güvenilir olduğunu göstermektedir (Karabulut, 2006; Demirci vd., 2009; Kurt, 2013; Çelik ve Karabulut, 2013; Gülersoy, 2014; Kurt, 2015a). Çalışmada bu verilerin yanısıra 1/25.000 ölçekli topografya paftaları, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA)'nden elde edilen 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri de kullanılmıştır.

#### **Küçük Menderes Nehri Deltasının Konumu ve Doğal Ortam Özellikleri**

Çalışma alanı, 37° 24'08"- 38° 41' 05" Kuzey (N) enlemleri ile 26° 11' 48"- 28° 24' 36" Doğu (E) boylamları arasında, Ege Denizi ve Kuşadası Körfezi'nin doğusunda, İzmir ili ve Selçuk ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Kuzeyinde Menderes, Torbalı, güneyinde Kuşadası, Söke, batısında Kuşadası Körfezi, doğusunda Tire ve Germencik ile çevrilidir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Küçük Menderes Deltasının Konumu



Kuvaterner'in son dönemi olan Holosen'deki transgresyonu izleyen son 6000 yıllık dönemde geniş bir körfezin Küçük Menderes Nehri'nin taşıdığı alüvyonlarla dolması sonucu oluşmuş olan Küçük Menderes Nehri delta sahası 11 km uzunluk ve 5 m kadar genişlikte bir alüvyal dolgu alanıdır (Erinç, 1955). Delta, son 190 000 yıl içinde Kuvaterner'deki global su seviyesi değişimleri ile birlikte tektonizma kontrolünde gelişmiştir (Gökçen vd., 1990).

Delta alanındaki temel kaya birimini Paleozoik yaşlı Menderes Masifi metamorfikleri, bunun üzerine diskordant olarak gelen Üst Kretase'nin fliş ve kalkerleri ile bunlara uyumsuz olarak oturan Neojen istifleri ve Kuvaterner yaşlı çökellerin yer aldığı Menderes Metamorfikleri oluşturmaktadır (Şekil 2). Deltanın gelişimi Kuvaterner'deki küresel su seviyesi değişimleri ve tektonizma kontrolünde olmuştur (Kayan 1988, Gökçen vd., 1990; Kayan, 1991, Öner, 1997; Güngör vd., 2002 ). Küçük Menderes Nehri deltası, Neojen ortasındaki tektonik hareketler ile oluşan graben tipi bir çöküntü ovasıdır (Baykal, 1996).



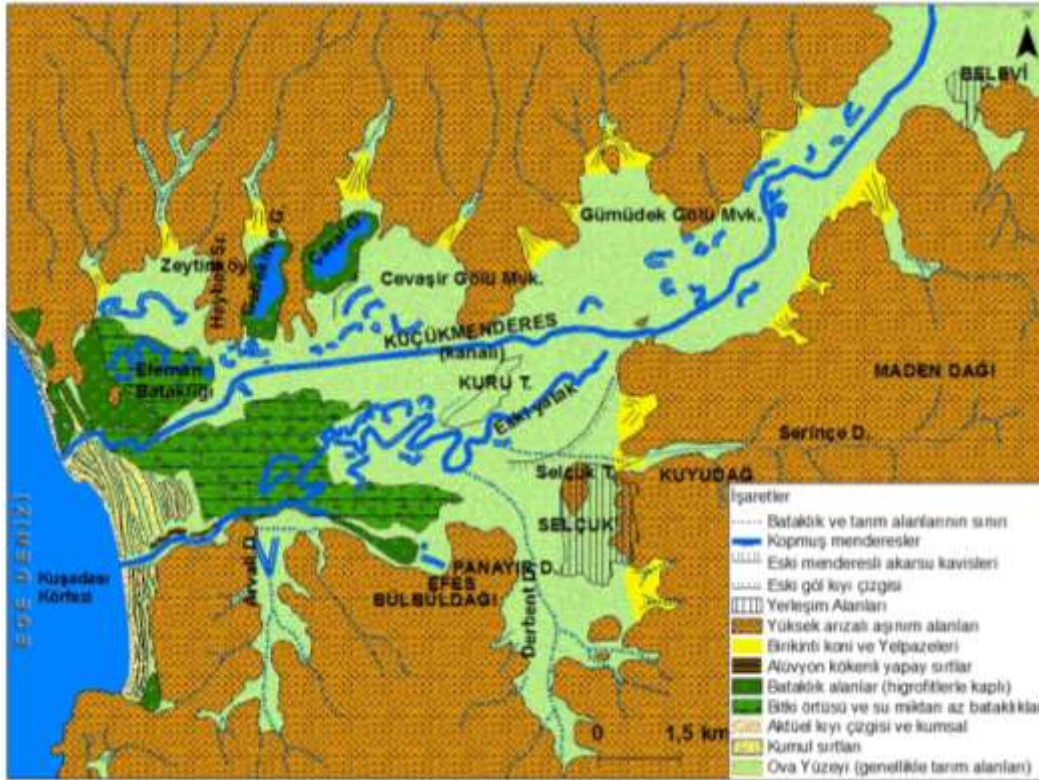
**Şekil 2.** Küçük Menderes Deltasının Jeoloji Haritası

Kuzeyde Bozdağlar (2159 m) ve güneyde Aydın dağları (1831 m) arasında meydana gelen tektonik çöküntü oluşuna yüksek yamaçlardan yönelen derelerin getirdikleri alüvyonların birikmesiyle oluşan Küçük Menderes delta ovasının eğimi oldukça azdır. Yükseltisi kıyından itibaren Belevi boğazına kadar yaklaşık 5 metre kadardır. Büyük bir bölümü tarım alanı olarak kullanılan saha, kumullar, sazlıklar, Elaman ve Akgöl bataklıkları gibi geniş bataklıklarla kaplıdır. Delta alanının kuzeyinde Çatal Gölü (0.74 km<sup>2</sup> büyüklüğünde ve 4 m derinliğinde) ve Gebekirse Gölü (0.75 km<sup>2</sup> büyüklüğünde ve 5 m derinliğindeki) ve Gebekirse Gölü bulunmaktadır. (Bozbay, 1986; Gökçen vd., 1990; Evren ve İçten, 1998; Sütgibi, 2009; Kurt, 2015b; Şekil 3). Küçük Menderes yatağının kuzeyinde yer alan 74 ha alan ve yaklaşık 4 m derinliğindeki Akgöl ile

Cevaşır sırtının doğusunda Gümüdek Gölü olarak bilinen küçük bataklık saha ise günümüzde tamamen kurumuş haldedir (Erdenirsilay ve Tomar, 2011).

Küçük Menderes Nehri deltası ve çevresinde, Akdeniz iklim özellikleri görüldüğünden yıllık yağışın yaklaşık yarısı kışın düşmektedir. Yağışlar en az Ağustos ayında, en çok ise Aralık ayında düşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık değerleri 16,3°C'dir. Soğuk Kış aylarında ortalama sıcaklıklar 8°C üzerinde iken, yaz aylarında 25°C üzerindedir (Sütgibi, 2009; Kurt, 2015b). İklim özelliğine bağlı olarak görülen yağışlar nedeniyle zaman zaman taşkınlar meydana gelmekte nehir ağzının gerisindeki bataklık saha sular altında kalmaktadır. Akdeniz ikliminin etkili olduğu sahada doğal bitki örtüsü bozulmuştur. Alanda maki formasyonunun tahrip edildiği yerlerde garigler bulunmaktadır.

Küçük Menderes Nehri delta alanında azonal toprak grubundan alüvyal topraklar geniş bir yayılıma sahiptir. Flüvyal ve denizel süreçlerin etkisi altında oluşan bu topraklar ovanın doğu kesimlerinde tarımsal etkinliklerde kullanılırken, batıda denizel süreçlerin etkisiyle çorak ve tuzlu olduklarından tarımsal kullanımı sınırlıdır (Kara, 1997).



**Şekil 3.** Küçük Menderes Deltasının Jeomorfoloji Haritası

### **Bulgular ve Tartışma**

Küçük Menderes deltası ve çevresi, Ege Bölgesi'nin yanı sıra Türkiye'nin de en verimli tarım topraklarına sahip, sanayi ve turizm potansiyeli yüksek, yeraltı ve yerüstü zenginlikleriyle bölge ve ülke ekonomisi açısından oldukça önemli sahalardan biridir. Ancak, Ege Denizi kıyılarının son yıllarda büyük şehirlerde yaşayan halk için rekreasyon alanına dönüşmesi nedeniyle hızlı bir yapılaşma ile doldurulmuş

olduğundan, Ege Denizi'nin turizm açısından önemli bir körfezi durumundaki Kuşadası Körfezi'ne kıyısı olan Küçük Menderes Nehri deltası kıyılarında da hızlı bir yazlık konut yapımı başlamış ve birçok tatil konutu ve otellerle doldurulmaya devam edilmektedir. Deltanın Ege denizi ile birleştiği kıyı şeridinin 1986 yılında turizm alanı ilan edilmesinin ardından turizm yatırımlarının uzun vadeli arazi tahsisleriyle teşvik edilmesine başlanmıştır. Bunun sonucunda Pamucak sahiline 2 turistik otel inşaa edilerek faaliyete geçmiştir. Bu yapılaşmalar her geçen gün artarak devam etmektedir (Erdenirsilay ve Tomar, 2011).

Günümüzdeki delta sahası, gelişen turizm ve sanayinin yanı sıra İzmir metropolüne yakın olmasının da etkisiyle hızlı bir alan kullanımı ve değişimi süreci yaşamaktadır. Özellikle yapılaşma alanlarındaki artış ile kendisini gösteren söz konusu değişim, doğal özelliklerinin kaybolmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle delta alanındaki ekolojik tehlike anlamında öne çıkan temel çevresel jeomorfoloji problemleri, çevre kirliliği ve turizm baskısıdır. Ancak bu bölümde insan etkisinden çok jeoloji, jeomorfoloji, eğim, su kaynaklarından uzaklık ve arazi kullanımı gibi doğal faktörlerin çevresel jeomorfoloji tehlikesi üzerindeki etkisi aşağıdaki sorulara cevaplar aramak üzere incelenmiştir.

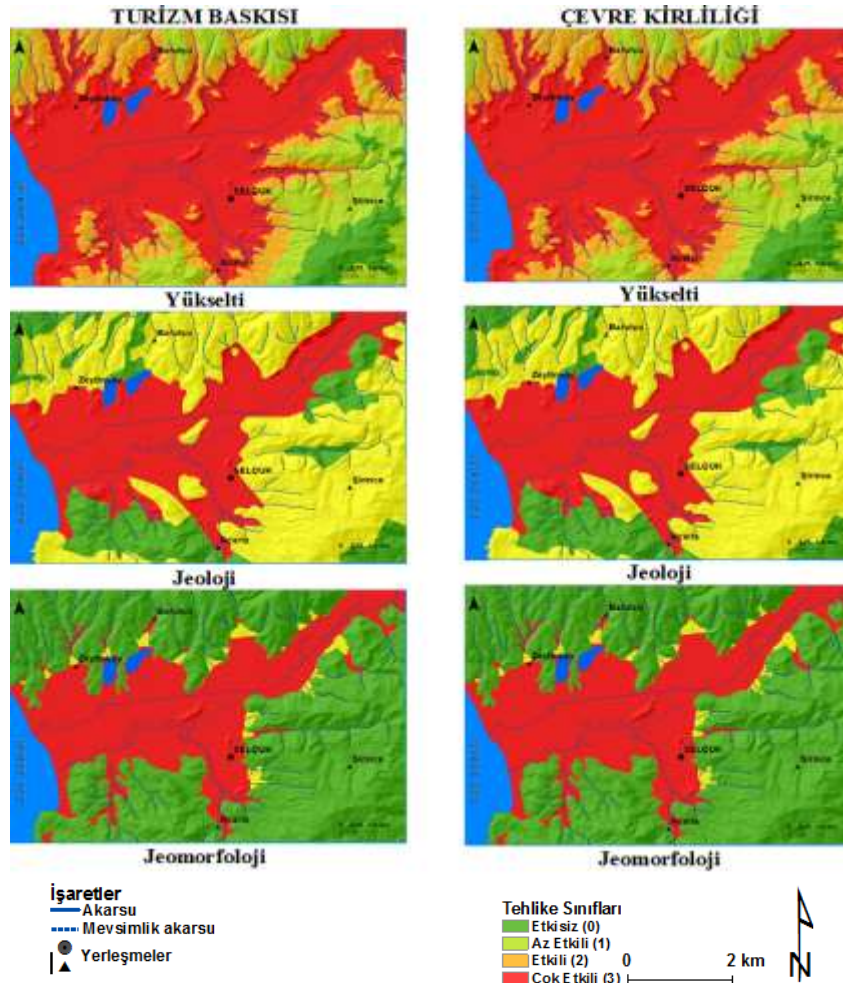
- ✓ Küçük Menderes Nehri deltasında temel çevresel jeomorfoloji problemleri nelerdir?
- ✓ Çevresel jeomorfoloji problemlerinin tehlike değerlendirmesinde etkili faktörlerle ilişkisi nasıldır ve bu ilişki sonucunda ortaya çıkan tehlikeler, delta sahasında nasıl bir dağılışı göstermektedir?
- ✓ Küçük Menderes Nehri deltasında temel çevresel jeomorfoloji problemleri konusunda alınması gerekli olan önlemler nelerdir?

Küçük Menderes Nehri deltasında ekolojik tehlike açısından, çevresel jeomorfoloji problemlerinin etkisi yükseltiye bağlı olarak değişmektedir. Delta alanındaki kirliliğin daha çok kıyı kesimde olması da bu durumu doğrulamaktadır. Ekolojik tehlike derecesi yönüyle en etkili yükselti basamağı 12657,6 ha (% 51,7) alanı ile 0-100 m arasındadır. Etki derecelerine göre sahadaki diğer yükselti basamakları ise 100-250 m yükselti basamağında 5656,5 ha (% 23,1), 250-500 m yükselti basamağında 4740,8 ha (% 19,3) ve 500-> m yükselti basamağında ise 1386,3 ha (% 5,6)'lık bir yayılışı göstermektedir (Tablo 1; Şekil 4).

Ekolojik tehlike faktörleri üzerinde jeolojinin etkisi delta alanının Kuvaterner birimlerinde daha yaygın olarak görülmektedir. Bunun nedeni çevre kirliliği ve turizm baskısının bu birim üzerinde daha etkili olmasıdır. Ekolojik tehlike derecesi açısından çok etkili sınıfta olan bu birim delta alanında 8363,6 ha (% 34,3)'lük bir yer kaplamaktadır. Etki derecesine göre diğer birimler; 4219,2 ha (% 17,3) alan ve etkili derecesinde Miyosen ve 11737,6 ha (% 48,2) alanı ile az etkili derecedeki Paleozoik'tir (Tablo 1; Şekil 4).

Ekolojik tehlike faktörlerini etkileyen bir başka faktör de jeomorfolojidir. Özellikle turizm baskısı üzerinde belirleyici olan bu faktör, turizmde çekiciliği belirleyen en önemli doğal unsurlardan birisidir (Doğaner, 2001; Kozak vd., 2001). İnceleme sahasının alçak kıyı jeomorfolojisine sahip olması turistik faaliyetlerin kolayca yapılabilmesinin en önemli sebeplerinden birisidir (Foto 1). Bu nedenle delta ovası ve Kuşadası Körfezi kıyılarındaki plaj sahası (Pamucak sahili) çekicilik merkezi durumunda olduğundan, turistik faaliyetlere bağlı olarak çevre kirliliği görülmektedir. İnceleme alanında ekolojik tehlike açısından 282,9 ha (% 1,1)'luk kumsal (plaj) ve 6669,7 ha (% 27,1)'lik ova alanı çok etkili sınıftadır. 435,6 ha (% 1,7)'lik alanda oluşmuş olan birikinti koni ve yelpazeleri ise etkili grubundadır. Turizm baskısı kapsamında plato alanları 15802,5 ha (% 64,3) az etkili kategorisindedir. Sahada etkisiz kategorisinde 1354,3 ha (% 5,5) alan kaplayan bataklıklar yer almaktadır (Tablo 1; Şekil 4).





Şekil 4. Küçük Menderes Deltasının Çevresel Jeomorfoloji Tehlike Faktörleri Haritası



Foto 1. Küçük Menderes Nehri'nin Güneyindeki Eski Vadisi Boyunca Turizm Amaçlı Olarak Yapılmakta Olan Yeni Tesisler

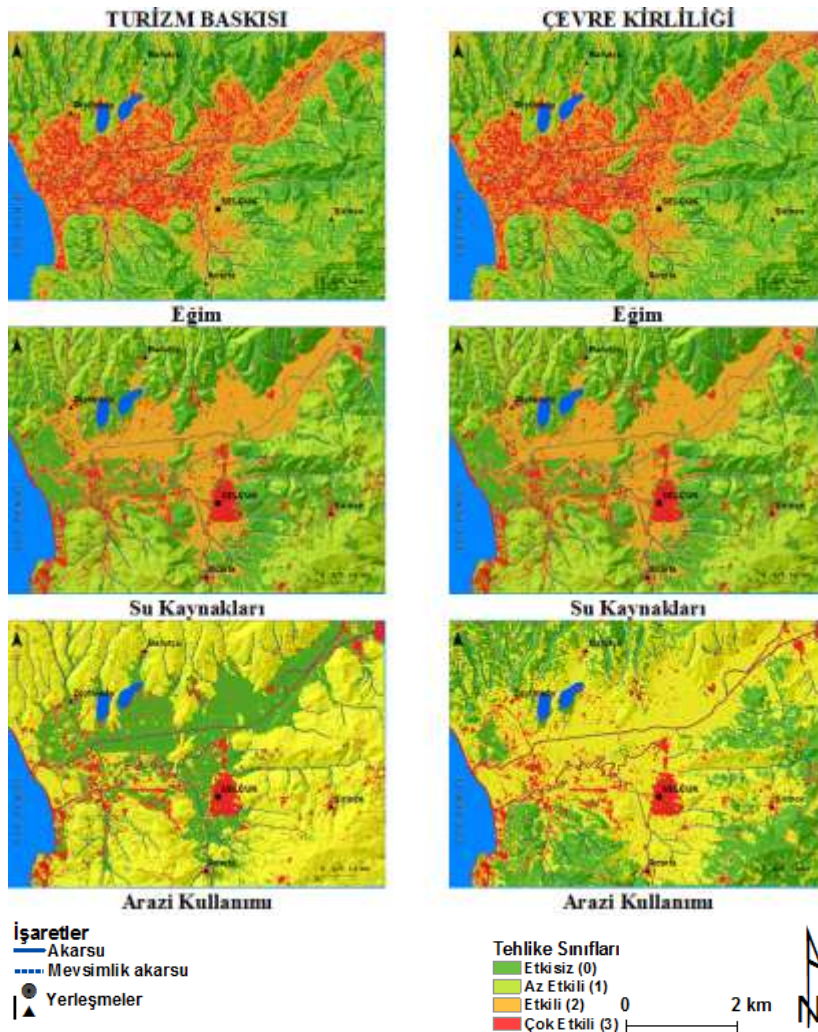
**Tablo 1.** Çevresel Jeomorfoloji Tehlike Değerlendirmesinde Etkili Faktörler

Parametre Adı	Sınıflar	Alan		Etki Derecesi		Tehlike Değeri
		ha	%	Çevre Kirliliği	Turizm Baskısı	
<b>Yükselti (m)</b>	0-100	12657,6	51,7	3	3	<b>2</b>
	100-250	5656,5	23,1	2	2	
	250-500	4740,8	19,3	1	1	
	500<	1386,3	5,6	0	0	
	Toplam	24441,3	100			
<b>Jeoloji</b>	Kuaterner	8363,6	34,3	3	3	<b>1</b>
	Mezozoik	4219,2	17,3	2	2	
	Paleozoik	11737,6	48,2	1	1	
	Toplam	24320,5	100			
<b>Jeomorfoloji</b>	Plato	15802,5	64,3	1	1	<b>3</b>
	Birikinti koni ve Yelpazeleri	435,6	1,7	2	2	
	Ova	6669,7	27,1	3	3	
	Kumsal	282,9	1,1	3	3	
	Bataklık	1354,3	5,5	0	0	
	Toplam	24545,1	100			
<b>Eğim (%)</b>	0-2	3014,8	12,3	3	3	<b>1</b>
	2-8	5658,4	23,1	2	2	
	8-16	3269,9	13,3	1	1	
	16-24	3371,1	13,7	1	1	
	24<	9126,5	37,3	0	0	
	Toplam	24441,0	100			
<b>Su Kaynaklarından Uzaklık (m)</b>	0-100	1752,7	7,1	3	3	<b>2</b>
	100-250	5973,0	24,4	2	2	
	250-500	7419,4	30,3	1	1	
	500-750	9304,9	38,0	0	0	
	Toplam	24450,2	100			
<b>Arazi Kullanımı</b>	Yerleşim	1732,5	7,0	3	3	<b>3</b>
	Tarım	5768,4	23,5	2	1	
	Orman	7409,6	30,3	1	2	
	Açık Alan (Boş Alan)	8611,2	35,2	2	2	
	Kumsal	156,8	0,64	3	3	
	Bataklık	323,3	1,3	1	1	
	Su	447,8	1,8	3	3	
	Toplam	24449,9	100			



Başka bir etkili parametre ise eğimdir. Küçük Menderes Nehri deltasında eğimin düşük olduğu sahalarda antropojenik etkinin yoğun olması çevre kirliliğini ve turizm baskısını arttırmıştır. Buna göre ekolojik tehlikenin çok etkili olduğu parametre 3014,8 ha (% 12,3) alandaki 0-2 eğim aralığıdır. Tehlike değerlerine göre diğer eğim dereceleri; 5658,4 ha (% 23,1) alandaki 2-8 eğim derecesi, 3269,9 ha (% 13,3) alanı ile 8-16 eğim derecesi, 3371,1 ha (% 13,7) alandaki 16-24 eğim derecesi ve 9126,5 ha (% 37,3) alanı ile 24- > eğim dereceleridir (Tablo 1; Şekil 5).

Küçük Menderes nehri deltasında çevresel jeomorfoloji üzerinde etkili diğer bir parametre su kaynaklarına uzaklıktır. Denizden ve Küçük Menderes nehrinin ana akarsu koluna olan uzaklığına göre incelendiğinde, tehlike oranının çok etkili olduğu parametre su kaynaklarına en yakın olan ve 1752,7 ha (% 7,1) 0-100 parametresi olduğu görülmüştür. Diğer faktörler ise etki sırasına göre 5973 ha (% 24,4) alandaki 100-250, 7419,4 ha (% 30,3) alandaki 250-500 ve 9304,9 ha (% 38) alandaki ise 500-750 değerleridir (Tablo 1).



**Şekil 5.** Küçük Menderes Deltasının Çevresel Jeomorfoloji Tehlike Faktörleri Haritası

Arazi kullanım özelliklerinin ekolojik tehlike faktörleri üzerindeki etkisi ise kıyı bölgelerinde daha belirgindir (Dal ve Baysal, 2007; Gülersoy ve Çelik, 2014). Küçük Menderes Nehri deltasında da kıyı kullanımı ve özellikle yerleşim alanlarının kıyı

bölgesine doğru yayılması kıyı kuşağının ekolojik dengesine zarar vermektedir (Sütgibi, 2009; Kurt, 2015b). Bu nedenle 1732,5 ha (% 7) alandaki yerleşim alanları, 156,8 ha (0,6) ile kumsal ve 447,8 ha (% 1,8) ile su alanları çok etkili kategoride değerlendirilmiştir. Çevre kirliliği bakımından 5768,4 ha (% 23,5) alandaki tarım alanları ve 8611,2 ha (% 35,2) alandaki açık alanlar etkili kategorisindedir. 7409,6 ha (% 30,3) ile orman alanları ve 323,3 ha (% 1,3) alandaki bataklıklar ise az etkili kategorisindedir (Tablo 1). Turizm baskısı etki derecesine göre ise yerleşme, kumsal, su, orman, açık alan, tarım ve bataklık alanları sıralanmaktadır.

### **Sonuç ve Öneriler**

Küçük Menderes Nehri deltasında öne çıkan temel çevresel jeomorfoloji problemleri çevre kirliliği ve turizm baskısıdır. Bu durumun ortaya çıkması üzerinde sahada yaygın olarak görülen antropojenik baskının etkisi büyük olmuştur. Çevresel jeomorfoloji üzerinde doğal çevre faktörlerinden yükselti, jeoloji, jeomorfoloji, eğim, su kaynaklarından uzaklık ve arazi kullanımlarının da etkisi oldukça fazladır. Çalışma sonunda ortaya çıkan değerlere bakıldığında çevre kirliliğinin 5453,3 ha (% 22,4), turizm baskısının 3036,7 ha (% 12,5) ve çevresel jeomorfoloji değerlendirmesinin ise 1499,4 ha (% 6,1) oranında çok etkili (3) derecede yaygın olması da bu değerlendirmeyi doğruladığı görülmüştür (Tablo 2; Şekil 6).

**Tablo 2.** Küçük Menderes Deltasında Etki Faktörlerine Göre Tehlike Derecelerinin Dağılışı

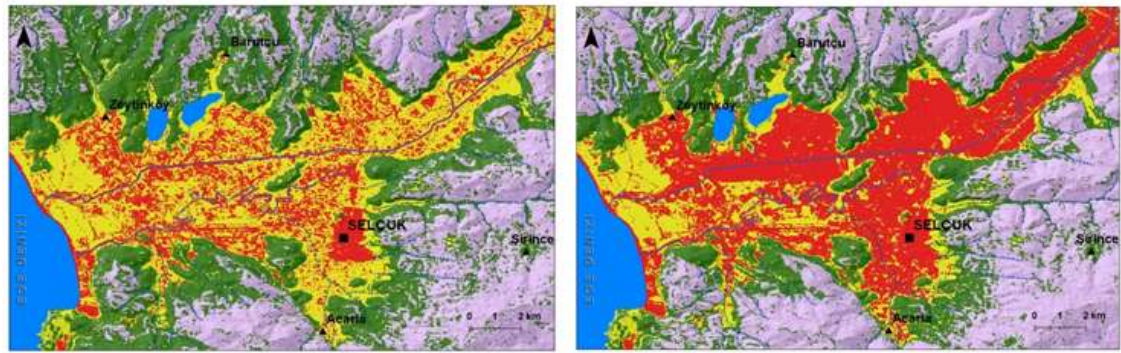
<b>Tehlike Derecesi</b>	<b>Çevre Kirliliği</b>		<b>Turizm Baskısı</b>		<b>Çevresel Jeomorfoloji</b>	
	<b>ha</b>	<b>%</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Etkisiz (0)	9650,6	39,7	7636,4	31,4	10497,6	43,2
Az Etkili (1)	6168,7	25,4	8355,7	34,4	5583,9	23,0
Etkili (2)	2986,7	12,3	5230,5	21,5	6679,1	27,5
Çok Etkili (3)	5453,3	22,4	3036,7	12,5	1499,4	6,1
Toplam	24259,4	100	24259,4	100	24260,1	100

Tehlike derecesine göre etkili (2) sahalar, çevre kirliliğinde 2986,7 ha (% 12,3), turizm baskısında 5230,5 ha (% 21,5), çevresel jeomorfoloji değerlendirmesinde 6679,1 ha (% 27,5) alanda yayılış göstermiştir. Az etkili (1) sahalar çevre kirliliğinde 6168,7 ha (% 25,4), turizm baskısında 8355,7 ha (% 34,4), çevresel jeomorfoloji değerlendirmesinde 5583,9 ha (% 23) alanı kaplarken, etkisiz (0) kategorisindeki sahalar çevre kirliliği 9650,6 ha (% 39,7), turizm baskısı 7636,4 ha (% 31,4) ve çevresel jeomorfoloji değerlendirmesinde ise 10497,6 ha (% 43,2) alanda yayılış göstermiştir (Tablo 2).

Çevre kirliliği daha çok Küçük Menderes Nehri deltasının kıyı kuşağında görülmektedir. Turizm baskısı ile çevresel jeomorfoloji açısından en fazla etkinin deltanın ve Küçük Menderes Nehri'nin kıyı kesimindeki Pamucak plajı ve çevresinde olduğu tespit edilmiştir (Foto 2 ve 3). Saha ile ilgili yapılan önceki çalışmalar (Gökçen vd., 1990; Gündoğdu ve Özkan, 2006; Dal ve Baysal, 2007; Sütgibi, 2009; Başaran Kaymakçı, 2011; Erdenirsilay ve Tomar, 2011; Gülersoy ve Çelik, 2014; Kurt, 2015b) ve arazi incelemeleri de bu sonuçları doğrulamıştır.

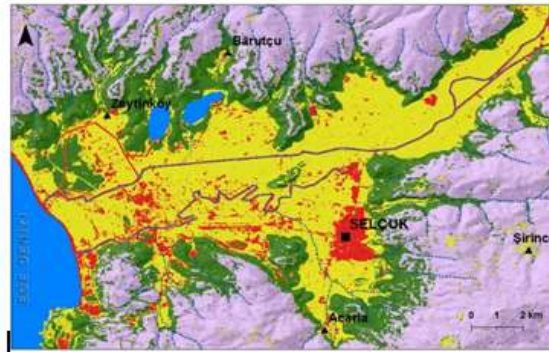


**Foto 2.** Küçük Menderes Deltası Pamucuk Sahili Doğu Kıyısı Boyunca Gelişen Turistik Tesisler



Çevre Kirliliği Tehlike Haritası

Turizm Baskısı Tehlike Haritası



Çevresel Jeomorfoloji Tehlike Haritası

İşaretler	Tehlike Sınıfları
— Akarsu	■ Etkisiz (0)
— Mevsimlik akarsu	■ Az Etkili (1)
! Yerleşmeler	■ Etkili (2)
# Yerleşmeler	■ Çok Etkili (3)

**Şekil 6.** Küçük Menderes Deltasında Etkili Faktörlere Bağlı Tehlike Haritaları



Delta sahsındaki Gebekirse Gölü (75 ha) ve çevresini kapsayan 839.2 ha alan, tatlı ve tuzlu su ekosistemine sahiptir. Ancak Küçük Menderes Nehri taşıdığı kirleticilerle bu sahayı kirletmektedir. Kirliliğe bağlı olarak Gebekirse Gölü'nde balık ölümleri gözlenmiştir (Balık vd., 2006). 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu çerçevesinde 13.09.2006 tarihli ve 2006/10966 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla Gebekirse Gölü ve çevresi Yaban Hayatı Geliştirme Sahası olarak ilan edilmiş olmasına rağmen nehir yolu ile taşınan kirlilik göle taşınan sediment yüküne katkı yaparak ötrofikasyona sebep olmaktadır (Yarar ve Gernant 1997; Erdenirsilay ve Tomar, 2011). Delta sahası ve göllerdeki maksimum kirlilik değerlerinin genellikle Temmuz, Ağustos, Eylül aylarına denk gelmesi kirletici madde yoğunluğunun bu dönemlerde arttığını göstermektedir (Egemen vd., 2005).Göllerde oluşan bu baskının etkilerini en aza indirebilmek amacıyla yerleşim alanlarında kentsel ve endüstriyel atıksu ile tarımsal kirlilik belirleme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Delta kıyısı ve çevresinde bulunan Çeşme, Karaburun, Kuşadası gibi yerleşim alanlarındaki otellerin ve tatil sitelerinin bulunduğu bölgelerin birçoğunda kanalizasyon sisteminin olmaması ve atık suların ortak olarak arıtılmaması da kirliliği artırmaktadır (TÜBİTAK, 2010; Foto 2).



**Foto 2.** Küçük Menderes Deltasının Güneyinde Delta Kıyısı Boyunca Gelişen Turistik Tesisler ve Yazlık Konutlar

Delta sahasında çevresel jeomorfoloji kapsamındaki sorunlardan biri diğeri de pamuk gibi sulamanın öncelikli olduğu tarım ürünleri yetiştirilmesine bağlı olarak yer altı sularının giderek tuzlanması ve toprağın kalitesizleştirilmesidir. Yeraltı sularının aşırı kullanımı yeraltı sularının tuzlanmasının yanı sıra delta ovasının tarım topraklarında da tuzlanmaya sebep olmaktadır.

1930'dan günümüze kadar geçen sürede Küçük Menderes deltası yoğun olarak kullanılarak, nehir yatağında değişiklikler yapılmış, bataklık ve göller kurutulmuş, yeni drenaj ve sulama sistemleri oluşturulmuş ve belirgin bir çevresel değişim ortaya konulmuştur. Yapılan bütün bu çalışmalar da göz önünde bulundurulduğunda Küçük Menderes Nehri deltasında çevresel jeomorfolojik tehlike dağılışında temel belirleyici faktörün jeomorfoloji olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle alçak kıyı özelliğinde olan delta sahasının ilgi çekmeye devam edeceği düşüncesiyle öncelikli olarak, delta ve kıyı yönetim planı hazırlanarak, ilgili kurum ve kuruluşların bu plan çerçevesinde çalışmalarını sürdürmesi gerekmektedir. Ayrıca çevresel jeomorfoloji kapsamında delta sahasındaki kirlilik yükleri belirlenip, arıtma tesisleri kurulmalı ve bu tesisler ölçüm izleme ağı ile sistematik olarak izlenmelidir. Delta sahasındaki mevcut alt yapı sistemleri (arıtma tesisleri, içme suyu tesisleri vs.) tespit edilerek, en uygun eksik alt yapı sistemleri kurulmalıdır. Bunlarla birlikte kıyı kuşağındaki yapılaşmanın Kıyı Kanunu'na uygunluğu da denetlenmelidir.

### **Kaynakça**

- Balık, S. Ustaoglu, M. R., Özbek, M. Yıldız, S. Taşdemir, A. & İlhan, A. (2006). Küçük Menderes Nehrinin (Selçuk, İzmir) aşağı havzasındaki kirliliğin makro bentik omurgasızlar kullanılarak saptanması, *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23 (1-2), 61-65.
- Başaran Kaymakçı, A. (2011) Investigation of Water Quality and Heavy Metal Levels in Sediment in Kucuk Menders River Deltaic Zone (Selcuk, Izmir, Turkey), *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(24), 3280-2011.
- Baykal, H. (1996). The Study on Küçükenderes River Basin Irrigation Project, için Jeoloji notları, DSİ-JICA, Ankara, vol. 1-2-3.
- Bozbay, E. Kozan, A.T. Bircan, A. & Ögdüm, F. (1986). Küçük Menderes Havzasının (batı ve orta bölümü) jeomorfolojisi, *M.T.A. Raporu*, No: 8008 nk.
- Bozhüyük Ardahanlıoğlu, Z. R. Çınar, İ. & Bulut, Y. (2012). Saklıkent Milli Parkı'nın Ekolojik Risk Değerlendirmesi Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü I.Ulusal Coğrafya Sempozyumu 28-30 Mayıs 2012 Bildiriler Kitabı, 869-877, Erzurum.
- Brückner, H. (1997). Transformations and evolution of the Mediterranean coastline. CIESM Science Series, 3: 67-74 (Bulletin de L'Institut océanographique, numéro special 18, Musée océanographique, Monaco), Monaco.
- Coates, D. R. (1971). Environmental Geomorphology. New York: State University of New York at Binghamton, Publications in Geomorphology.
- Cooke, R. U. & Doornkamp, J. C. (1974). Geomorphology in Environmental Management Oxford University Press, Oxford.
- Çelik, A. M. & Karabulut, M. (2013). Yağış Koşullarının Antep Fıstığı (*Pistacia vera* L.) Biomas Aktivitesi ve Fenolojik Özelliklerine Etkisinin Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak İncelenmesi, *Türk Coğrafya Dergisi*, (60), 39.
- Çelik, G. (2000). Çevre Yönetiminde Ekolojik Risk Değerlendirmesi ve Uluabat Ramsar Alanı İçin Problem Formülasyonu, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bursa: Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Dal, N. & Baysal, S. (2007). Kuşadası'nda Kıyı Kullanımı ve Turizmin Mekânsal Etkileri Konusunda Yerel Halkın Tutumları, *Ege Coğrafya Dergisi*, (16), 69-85.
- Demirci, A. Karaburun, A. & Kurt, S. (2009). Assessment of Urban Growth in a Natural Protected Area Using Multi-Temporal Satellite Data: A Case Study of the Strait of Istanbul (Bosphorus). *Fresenius Environmental Bulletin*, 18(9a), 1701-1708.
- Doğaner, S. (2001). Türkiye Turizm Coğrafyası, İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Efe, R. (1993a). Biga Yarımadası Kuzeydoğusunda Armutçuk Dağları ile Biga ve Gönen çayları arasındaki çevrenin jeomorfolojisi. Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.
- Efe, R. (1993b) Marmara Denizi Güneyinde Karabiga-Tahirova Arasındaki Kıyı Kesiminin Çevresel Jeomorfolojisi, *Türk Coğrafya Dergisi*, (28), 293-306.
- Efe, R. Soykan, A. Sönmez, S. & Cürebal, İ. (2008). Türkiye'de Doğal Ortam Bozulmasına Antroposen Açısından Bakış, TÜCAUM V. *Ulusal Coğrafya Sempozyumu*, 16-17 Ekim 2008, Ankara.

- Egemen, Ö. Balık, S. Hakerkerlerer, H. Ustaoglu, R. Önen, M. Yağmur, B. Tanrikul, T. Sarı, H. M. Özbek, M. Başaran, K. & İlhan, A. (2005). Küçük Menderes Nehrinin su kalitesi ve ekosistemdeki etkilerinin incelenmesi, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Kesin Raporu, Proje No: 03/BİL/010.
- Erdenirsilay, A. & Tomar, A. (2011). Küçük Menderes Havzasında Su Kaynaklarının Geliştirilmesinin Kıyı Bölgesine Olan Etkileri, 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, 20-23 Kasım 2011, Trabzon.
- Erdenirsilay, A. Tomar, A. (2011). Küçük Menderes Havzasında Su Kaynaklarının Geliştirilmesinin Kıyı Bölgesine Olan Etkileri, 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 37-44, 20-23 Kasım 2011, Trabzon/Türkiye.
- Eriñç, S. (1955). Gediz ve Küçük Menderes Deltalarının Jeomorfolojisi, IX. Coğrafya Meslek Haftası, Tebliğler ve Konferanslar, *Türk Coğrafya Kurumu Yayını*, (2), 33-66, İstanbul.
- Evren, A. & İçten, C. (1997). Selçuk-Efes 3447 Parsel Kurtarma Kazısı, Birinci Uluslararası Geçmişten Günümüze Selçuk Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 41-50, İzmir.
- Giosan, L. & Bhattacharya, J. (2007). River Deltas: Concepts, Models and Examples, ISBN: 1-56576-113-8, SEPM Special Publication 83.
- Gökçen, S. I. Kazancı, N. Yaşar, D. Gökçen, N. & Bayhan, E. (1990). Küçük Menderes Delta Kompleksi Ve Gelişiminde Aktif Tektonizma Etkileri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, (33), 15-29.
- Gülersoy, E. A. & Çelik, A. M. (2014). Küçük Menderes Havzası'nda Arazi Kullanımının Zamansal Değişimi (1984-2012), Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı, 832-838, 4-6 Haziran 2014, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.
- Gülersoy, E. A. (2014). Seferihisar'da Arazi Kullanımının Zamansal Değişimi (1984-2010) ve İdeal Arazi Kullanımı İçin Öneriler, *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, (31), 155-180.
- Gündoğdu, V. & Özkan, Y. E. (2006). Küçük Menderes Nehri Ölçüm Ağı Tasarımı ve Su Kalite Değişkenlerinin İrdelenmesi Çalışması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23 (3-4), 361-369.
- Güngör, T. & Erdoğan, B. (2002). Tectonic Significance of Mafic Volcanic Rocks in a Mesozoic Sequence of the Menderes Massif, West Turkey, *International Journal of Earth Science (Geol. Rundsch)*, (91), 386-397.
- Kara, N. (1997). Selçuk ve çevresinin toprak kaynakları, sorunları ve çözüm önerileri, Birinci Uluslararası Geçmişten Günümüze Selçuk Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 137-147, İzmir.
- Karabulut, M. (2006). NOAA AVHRR Verilerini Kullanarak Türkiye'de Bitki Örtüsünün İzlenmesi ve İncelenmesi, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, (4), 31.
- Kayan, İ. & Kraft, C. J. (1997). Selçuk Ovasında Efes Kültürünün Gelişiminde Coğrafi Çevrenin Etkisi, Birinci Uluslararası Geçmişten Günümüze Selçuk Sempozyumu, 4-6 Eylül 1997, Selçuk-Turkey.
- Kayan, İ. (1988). Late Holocene sea-level changes on the Western Anatolian Coast Palaeogeography, Palaeoclimatology Palaeoecology, 68: (2-4), 205-218.



- Kayan, İ. (1991). Holocene geomorphic evolution of Beşik plain and changing environment of ancient man, *Studia Troica*, Band 1, p. 79-92, Philipp von Zebern, Main am Rhein, Germany.
- Kayan, İ. (1994). Küçük Menderes Vadisinin Jeomorfolojik Oluşumu ile Efes-Selçuk Ovasının Alüvyal Jeomorfolojisi ve Jeo-arkeolojik Gelişimi (Basılmamış Rapor), İzmir.
- Kayan, İ. (1995). Alluvial Geomorphology of the Küçük Menderes Plains and Geoarchaeological Interpretations on the Site of Ephesos, Symposium "100 Jahre Österreichische Forschungen in Ephesos", Wien.
- Kayan, İ. (1996). Efes'te Artemision ile Coresus Kapısı Arasında Eski Kıyı Çizgisi Üzerine Paleocoğrafya Araştırmaları. XII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı (27-31 Mayıs 1996), T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayını, 1876, 77-92, Ankara.
- Kayan, İ. (2015). Küçük Menderes Delta Ovasında (Selçuk) Derbent Vadisi'nin Jeomorfolojik Özellikleri ve Çukuriçi Höyüğü, Mustafa Büyükkolancı'ya Armağan, Ed. Şimşek, C., Duman, B., Konakçı, E., Ege Yayınları, İstanbul.
- Kozak, N. Kozak, M. A. & Kozak, M. (2011). Genel Turizm, İlkeler-Kavramlar, Ankara: Detay Yayıncılık.
- Kraft, J. C. Aschenbrenner, E. S. & Kayan, İ. (1981). Geç Holosen Kıyı Değişmelerinin Yunanistan ve Türkiye'de Arkeolojik Yerleşme Yerleri Üzerine etkileri, Çeviri: İ. Kayan, *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, Ankara Üniversitesi, DTCF, *Coğrafya Enstitüsü Yayını*, (10), 105-121, Ankara.
- Kraft, J. C. Brückner, H. Kayan, İ. & Engelmann, H. (2007). The Geographies of Ancient Ephesus and the Artemision in Anatolia, *Geoarchaeology: An International Journal*, 22(1), 121-149.
- Kurt, S. (2013). Land Use Changes in Istanbul's Black Sea Coastal Regions between 1987 and 2007. *Journal of Geographical Sciences*, 23(2), 271-279.
- Kurt, S. (2015a). The Geographical Analysis of The Changes Occurring in Terkos Lake (Istanbul) and Its Surroundings, *International Journal of Social Science*, 43(2), 331-342.
- Kurt, S. (2015b). Natural Environment Problems of Delta Plains: A Case Study on The Kucuk Menderes Delta Plain, *International Journal of Research in Earth and Environmental Sciences (IJREES)*, 3(1), 33-48.
- Lou Broussard, M. (1975). *Deltas: Models for Exploration*, Houston: Houston Geological Society.
- McGregor, D. M. & Thompson, D. A. (1995). *Geomorphology and Land Management in a Changing Environment*, John Wiley and Sons, Chichester.
- Morgan, J. P. & Shaver, R. H. (1970). Deltaic sedimentation-modern and ancient: Soc Econ., Paleontologists and Mineralogists Spec. Pub. No. 15.
- Öner, E. (1997). Selçuk Ovasının Fotojeomorfolojisi, I. Uluslararası Geçmişten Günümüze Selçuk Sempozyumu, Bildiri Kitabı, 75 - 86. İzmir.
- Özşahin, E. (2013). Asi Nehri Deltasının (Hatay) Çevresel Jeomorfolojisi, Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi, Bildiriler Kitabı, 185-194, 19-21 Haziran 2013, Fatih Üniversitesi, İstanbul.

- Panizza, M. (1996). Environmental Geomorphology, Developments in Earth Surface Processes (4 th ed.). The Netherlands: Elsevier Sciences B. V.
- Piacentini, T. (2012). Studies on Environmental and Applied Geomorphology, Publisher: inTech.
- Rawat, M. S. (2011). Environmental Geomorphology and Watershed Management, Publisher: Concept, India.
- Salihoğlu, G. & Karaer, F. (2005). Uluabat Gölü İçin Ekolojik Risk Değerlendirmesi, İTÜ Dergisi/e, 15 (1-3), 17-28.
- Schierow, L. J. (1994). Risk Analysis at EPA, in Risk Analysis and Cost-Benefit Analysis of Environmental Regulations. The Committee For The National Institute For The Environment, 94-961 ENR, Washington (1-10).
- Schwartz, M. L. (2005). Encyclopedia of Coastal Science (Encyclopedia of Earth Sciences Series), ISBN-13 978-1-4020-3565-4 (e-book), The Netherlands: Springer Publisher.
- Sönmez, E. M. (2012). Kızıltepe İlçesinde Bitkisel Ürün Deseninde Meydana Gelen Değişimler ve Olası Olumsuz Sonuçları, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, (10), 43.
- Sütgibi, S. (2009). Delta Ecosystems and Degradational Impacts: A Case Study on The Küçük Menderes Delta, *Aegean Geographical Journal*, 18(1-2): 59-72.
- Tecim, V. (2008). Coğrafi Bilgi Sistemleri, Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi, Ankara: RENK FORM Ofset Matbaacılık Ltd. Şti.
- Thornes, J. (1996). Desertification in the Mediterranean, In: Mediterranean Desertification and Land Use, (Eds. J. Brandt ve J. Thornes), Chichester: Wiley, 1-12.
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) (2010). Havza Koruma Eylem Planı, TÜBİTAK ve MAM (Marmara Araştırma Merkezi) Çevre Enstitüsü, İstanbul.
- Yarar, M. & Magnın, G. (1997). Türkiyenin Önemli Kuş Alanları, Doğal Hayatı Koruma Derneği, İstanbul, 72-73.