

KIYI ETKİLENEBİLİRLİK GÖSTERGESİ İLE TÜRKİYE KIYILARI RİSK ALANLARININ TESPİTİ

Özlem Simav¹, Dursun Zafer Şeker²

¹HGK, Harita Genel Komutanlığı, Kartografya Dairesi, Cebeci 06100 Ankara, ozlem.simav@hgk.msb.gov.tr

²İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Maslak, İstanbul

ÖZET

Küresel iklim değişimleri ve beraberindeki deniz seviyesi yükselmeleri, bugün dünyayı tehdit eden en ciddi çevre problemlerinden biri olarak görülmektedir. Dünya nüfusunun önemli bir kısmı deniz seviyesinden 10-15 metre yükseklikte düşük rakımlı kıyı alanlarında yaşamaktadır. Verimli tarım alanları, ticaret limanları, turizm tesisleri gibi ekonomik değere sahip varlıklar kıyı bölgelerinde yer almaktadır. İvmelenerek artan deniz seviyesinin, denize kıyısı olan ve özellikle düşük yükselteli ülkelerde telafisi mümkün olmayan fiziksel ve sosyo-ekonomik sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizin de benzer tehditlere açık olduğu ortadadır. Bu nedenle; seviye yükselmelerinin zamana ve konuma bağlı değişimlerini izlemek, nedenlerini anlamak, yaratacağı potansiyel etkileri belirlemek ve zararları azaltmak için disiplinler arası çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir. Bu kapsamda ulusal ölçekte denizle ilgili afetler karşısında kıyı bölgelerinin genel risk durumunun ortaya çıkarılması hedeflenerek, tüm kıyı alanlarına CVI (Coastal Vulnerability Index) analizi uygulanmıştır. CVI analizinde; kıyı nüfus yoğunluğu, bitki örtüsü yüzdesi, topografyası, insan gelişmişlik durumu gibi altı ana gösterge kullanılarak basit bir modelle etkilenebilirlik indeksleri hesaplanmış ve bu indekslerin büyüklüğüne göre kıyı illeri için en düşükten en yükseğe olacak şekilde risk dereceleri karşılaştırılmıştır. Bu analiz sonucunda delta alanlarına sahip Adana, Çanakkale, Samsun, Balıkesir ve Aydın illeri en riskli bölgeler olarak belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Deniz seviyesi yükselmeleri, CVI, etkilenebilirlik değerlendirmesi, CBS uygulamaları

Bu bildiri yalnızca yazarların bireysel görüşlerinin yansıtmakta olup, TSK'nın görüş, konum ve strateji ya da fikirlerini yansıtmamaktadır.

ABSTRACT

DETERMINING THE ENDANGERED FIELDS OF TURKISH COASTS WITH COASTAL VULNERABILITY INDEX

Today, it is seen that global climate change together with sea level rise is one of the most serious environmental problem. Considerable part of the world's population inhabit at low lying coastal areas which are 10-15 meter above from the sea level. The entities having economically valuable like fruitful crop lands, trade harbors and tourism facilities are all located on coastal areas. It is considered that accelerated sea level rise concluded with irreparable physical and social-economic results in particularly low lying countries. It is clear that our country surrounded with seas by three sides opens similar treat, as well. Therefore interdisciplinary works are densely continuing for observing the changes of level risings according to time and location, understanding the reasons, designating the potential effects and diminishing the damage. In this context the Coastal Vulnerability Index (CVI), has been employed for all national coastal areas in order to assess potential effects of sea level rise. In CVI analysis six main indicators of impacts such as coastal area, population, the state of exposure to hazards, topography, human development and vegetation are used to calculate the vulnerability index and the endanger levels are compared according to this index from lower to higher for coastal cities. The analysis shows that coastal cities having deltaic areas like Adana, Çanakkale, Samsun, Balıkesir and Aydın are highly vulnerable to coastal inundation.

Keywords: Sea level rise, CVI, vulnerability assessment, GIS applications.

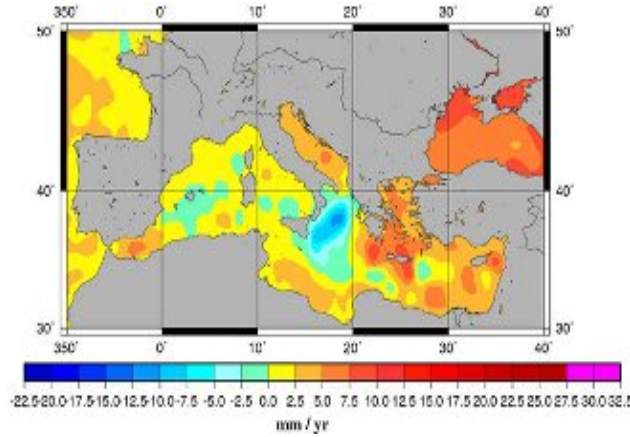
1. GİRİŞ

Küresel ısınma ve iklim değişimleri etkilerini günden güne daha çok hissettiğimiz bu yüzyılda, bu değişimlere neden olan olguların belirlenmesi, gelecek için kestirimlerde bulunulabilmesi, başta insanoğlu olmak üzere ekosistem üzerindeki etkilerinin ortaya çıkarılabilmesi için disiplinler arası işbirlikleri olanca hızıyla devam etmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin en belirgin göstergelerinden biri olan deniz seviyelerindeki yükselmeler bu kapsamda üzerinde durulan ana konulardan biridir. Jeolojik bulgulara göre buzul çağında yani yaklaşık 18000 yıl önce küresel ortalama deniz seviyesinin bugünkü seviyesinden 120 m daha aşağıda olduğu tahmin edilmektedir (Overpeck vd. 2006). 1850'li yıllardan itibaren başlayan kıyasal gözlemlere dayanarak geçen yüzyılda ortalama seviyenin 1.5 - 2.4 mm/yıl hızla yükseldiği belirtilmektedir (Douglas, 1991, Church vd., 2001).

Hükümetler Arası İklim Değişimi Paneli (IPCC)'nin yayımlanan son değerlendirme raporunda da bu hususa dikkat çekilmektedir. Rapora göre; 20'nci yüzyıldaki küresel deniz seviyesinin yılda ortalama 1.7 ± 0.5 mm hızla yükseldiği, özellikle 1990'lardan sonra yükselmenin daha da hızlandığı (3.1 ± 0.7 mm/yıl) belirtilmektedir (IPCC, 2007). Yapılan tahminlere göre de bu yüzyılın sonlarında, 1990'lardaki durumundan yaklaşık 50 cm daha yüksek olacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca yine aynı raporda kutup buzullarının tümünün erimesi halinde yükselmenin 7 m'ye kadar ulaşabileceği ifade edilmektedir (IPCC, 2007).

İklim modelleri, uydu verileri ve yersel gözlemler; deniz seviyesinin dünya genelinde aynı biçimde artmadığını göstermektedir. Bölgeden bölgeye değişimle birlikte, bölgesel deniz seviyeleri, küresel deniz seviyesinden birkaç kat daha hızlı artmakta veya azalmaktadır. 21. yüzyıl için yapılan tahminlerde de deniz seviyesinin bölgeye bağlı olarak ± 15 cm farklılık göstereceği belirtilmekte, özellikle kuzey yarım kürenin güneye oranla daha sıcak olacağı bu nedenle kuzey yarım küredeki deniz seviyesinin küresel ortalamadan daha yüksek olacağı tahmin edilmektedir.

Ülkemizde deniz seviyesi, Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından işletilen ulusal deniz seviyesi izleme istasyonları ve uydu altimetre verileri ile izlenmektedir. Bu istasyonların verilerine dayanarak yapılan hesaplamalarda çevre denizlerimizdeki yükselişin küresel ortalamadan yaklaşık 3-4 kat daha fazla olduğu yılda 4 mm ile 6 mm arasında yükseliş hızlarının olduğu belirtilmektedir (Yıldız vd., 2003, Simav vd., 2008) (Şekil 1).



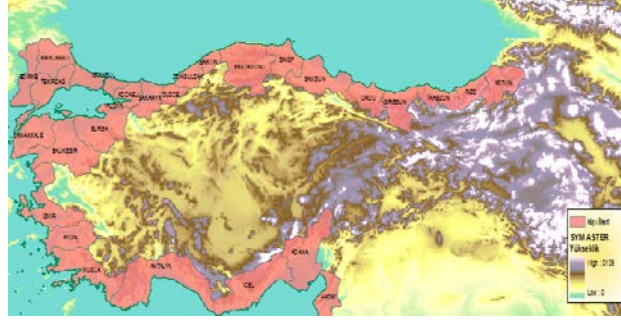
Şekil 1: Çevre denizlerin yükseliş miktarı.

Her ne kadar yükselme hızları milimetre büyüklüğünde ifade edilse de yukarıda belirtilen yükselme tahminlerinin, başta ada ve düşük yükseltili ülkeler (İngiltere, Hollanda, Belçika, Bangladeş, Maldiv Adaları) olmak üzere kıyı alanlarını ciddi şekilde tehdit edeceği değerlendirilmektedir. Deniz seviyesi yükselmelerinin toprak kaybı, kıyı çizgisi değişimi, sahil erozyonu, yer altı su seviyesinin yükselmesi, yer altı su kaynaklarında tuzluluk artışı gibi önemli fiziksel etkileri vardır. Ayrıca okyanus-atmosfer ilişkisi nedeniyle iklim üzerinde de doğrudan etkili olmaktadır. Deniz seviyesi yükselmeleri sonucunda meteorolojik ve hidrolojik kaynaklı doğal afetlerin (şiddetli hava olayları, fırtınalar, kuvvetli yağışlar, taşkınlar, seller vb.) şiddetinde, sıklığında ve etkinlik alanlarında önemli artışların olabileceği beklenmektedir.

Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde yaklaşık 30 milyonun üzerinde bir nüfusun kıyı şehirlerinde yaşadığı, GSMH'nin %60'ının kıyı şehirlerdeki ticaret ile oluştuğu, endüstri mallarının ihracat ve ithalatının büyük oranda deniz yoluyla yapıldığı ve kıyı limanlarının aktif olarak kullanılmakta olduğu, verimli tarım alanlarının kıyı alanlarında olduğu ve birçok turistik tesisin yine kıyı alanlarında denize yakın yerlerde bulunduğu göz önüne alınırsa; artan deniz seviyesinin özellikle düşük kotlu ve korumasız kıyı alanları üzerinde çeşitli problemlere yol açacağı açıktır.

Türkiye kıyılarının, Karadeniz (1719 km), Marmara (1474 km), Akdeniz (2025 km) ve Ege (3265 km) kıyı bölgeleri dâhil toplam uzunluğu 8483 km'dir (SHODB, 2008). Bu bölgelerde toplamda 28 kıyı şehri bulunmakta (Şekil 2) ve bu şehirlerde 2009'da yapılan son nüfus sayımı verilerine göre toplam Türkiye nüfusunun yaklaşık %54'ü yaşamaktadır (TÜİK, 2010). Bununla birlikte kıyı bölgeler kara ve deniz ekosistemleri açısından da zengindir. Bu bölgelerde ayrıca çok önemli sulak alanlar (Göksu Deltası, Gediz Deltası, Kızılırmak Deltası vb.) ve çeşitli nesli tükenmekte olan hayvanlar (deniz kaplumbağaları, fok balıkları vb.) için koruma altına alınmış alanlar bulunmaktadır (PAP/RAC, 2005).

Bu kapsamda öncelikle ulusal ölçekte denizle ilgili afetler karşısında kıyı bölgelerinin genel risk durumunun ortaya çıkarılması ve tüm kıyı alanları için bir analiz gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

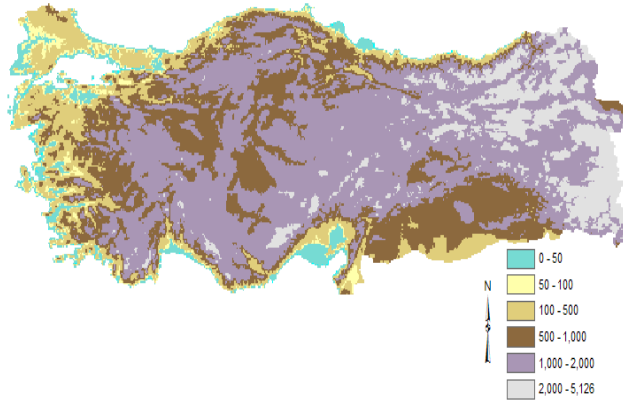


Şekil 2: Türkiye kıyılarında yer alan 28 il.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye kıyıları genel risk durumunu ortaya koyabilmek için farklı yöntemler izlenebilmektedir. Bu yöntemlerden en yaygın sayısal yükseklik modeli (SYM) ile düşük kote sahip alanların tespitidir. Bu yöntem çok genel anlamda kıyı su baskınlarında yaşanması muhtemel toprak kayıplarının büyüklüğü hakkında karar vericilere bir fikir sunmaktadır. Bu çalışmada 30 m. doğruluğa sahip ASTER verileri (NASA, 2010) kullanılarak oluşturulan SYM ile belirlenen yükseklik sınıfları Şekil 3 ve Tablo 1'de gösterilmiştir. Buna göre düşük arazi yüksekliğine ve geniş delta alanlarına sahip Adana, Antalya, Çanakkale, Edirne, İzmir, İçel, Muğla ve Samsun illerinin toprak kaybı bakımından öne çıktığı görülmektedir.

Literatürde özellikle denize yakın kıyı alanlarının etkilenebilirliğini daha kapsamlı bir şekilde ortaya koymak için kullanılan bir diğer yaygın yöntem de CVI (Coastal Vulnerability Index) analizi olarak adlandırılan yöntemdir. CVI analizinde; kıyı alanı, kıyı nüfus yoğunluğu, bitki örtüsü yüzdesi, topografyası, insan gelişmişlik durumu gibi parametreler kullanılarak kıyı etkilenebilirlik indeksleri hesaplanmakta ve bu indekslerin büyüklüğüne göre ilgili bölge için risk dereceleri saptanmaktadır.



Şekil 3. ASTER yükseklik verisine göre oluşturulan SYM.

Bu çalışmada Türkiye kıyılarının risk değerlendirmesi CVI kullanılarak yapılmış, CVI tanımı ve hesabı ayrıntılı olarak açıklanmış ve sonuçlar tartışılmıştır.

Tablo 1: ASTER yükseklik verisine göre oluşturulan yükseklik sınıfları.

| | Yükseklik Sınıfları (m) | Kapladığı Alan (km ²) | Oranı (%) |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------|
| Kıyı Alanları | < 50 | 27684 | 4 |
| Kıyı Alanları | 50-100 | 18801 | 2 |
| Alçak Alanlar | 100-500 | 96368 | 12 |
| Yüksek Alanlar | 500-1000 | 200294 | 26 |
| Dağlık Alanlar | 1000-2000 | 362704 | 46 |
| Yüksek Dağlık Alanlar | 2000-5126 | 84436 | 10 |
| Toplam Alan | | 790289 | 100 |

1.1 CVI Tanımı

Kıyı alanların etkilenebilirliğinin değerlendirilmesi kavramı 1991 yılında IPCC'nin alt gruplarından biri olan Kıyı Alanları Yönetimi (Coastal Zone Management-CZM) grubu tarafından ortaya atılmış ve ülkelerin deniz seviyesi yükselmesi sonuçları ile başa çıkabilme seviyesi olarak tanımlanmıştır. IPCC-CZM grubu tarafından yayımlanan rapora göre bu değerlendirme üç ana görüşü içermektedir. Bunlar;

- Deniz seviyesi yükselmeleriyle ortaya çıkan fiziksel değişimlerin kıyı alanlardaki hassasiyeti,
- Fiziksel değişimlerin sosyo-ekonomik ve kıyı ekosistemine etkisi,
- Bu etkileri birtakım önlemler olarak önlemek ya da azaltma olanağı.

CVI, gelecekte kıyılarda deniz seviyesi yükselmeleri ile oluşacak potansiyel etkilerin anlaşılmasını sağlayan bir göstergedir. Kıyı etkilenebilirliği (CV- Coastal Vulnerability) çevresel tehditlere maruz kalma, nüfus yoğunluğu ve tehditle başa çıkabilme kapasitesi olarak adlandırılan etkilenebilirlik göstergelerinin bir fonksiyonu olarak ifade edilmektedir (1) (UNEP, 2005).

$$CV = f(\text{Çevresel tehditlere maruz kalma, Nüfus yoğunluğu, Tehditle başa çıkabilme kapasitesi}) \quad (1)$$

CVI üretilebilmesi için kavramsal çerçevenin oluşturulması gerekmektedir. Bu çerçeve; ölçülebilen etkilenebilirlik göstergelerinin tanımlanmasını ve bu göstergelerin birleştirilerek bir matematik model içerisinde geliştirilmesini içermektedir.

1.2 Etkilenebilirlik Göstergeleri

Etkilenebilirlik göstergeleri çalışmadan çalışmaya farklılık göstermektedir. Bu göstergelerin tanımlanmasında çalışma bölgesinin kapsamı ve ölçeği önem arz etmektedir. Genel anlamda dünya ölçeğinde bir çalışmada aşağıda tanımlanan temel göstergeler kullanılmaktadır. Bölgesel çalışmalarda temel göstergeler dışında birçok gösterge çalışma kapsamına göre CVI hesabına dâhil edilebilmekte ve matematik model bu göstergelere göre geliştirilebilmektedir. Aşağıda temel CVI hesabında kullanılan parametreler açıklanmıştır.

Kıyı Alanı

Kıyı alanı, denize dökülen nehirlerin kıyıda oluşturdukları havzaların üst sınırı ile denize doğru giden kara alanını kapsamaktadır. Ancak analiz, yönetim ve planlama amacına altlık olmak ve hesaplamalarda kullanmak amacıyla bu tanıma bir mesafe kavramı eklemek gerekmektedir. Bu çalışma için kıyı alanı 20km'ye kadar olan kara alanını tanımlamaktadır (Şekil 3).



Şekil 3: Çalışma kapsamında 20km.'yi kaplayan Türkiye kıyı alanları.

Nüfus Yoğunluğu

Kıyı nüfusunun kıyı alanına oranıdır. Nüfus yoğunluğu, alt yapı, su ve toprağı içeren çeşitli kaynak ve hizmetler için istekleri göstermektedir.

Doğal Afetlere Maruz Kalma Durumu

Dünyada son 100 yıl içerisinde kıyı bölgelerini ilgilendiren ve bu bölgeler için ciddi sonuçlar doğuran fırtına (siklon, tayfun vb.) ve büyük dalga hareketleri (tsunami ve büyük gelgitler) gibi doğal afet/afetler yaşamış ve afet eğilimi olan bölgelerde etkilenen insan sayısı CVI hesabında girdi veri olarak kullanılmaktadır.

Dünya çapında yapılan bir araştırma için bu veriler Dünya Doğal Afet Veritabanından (World Natural Disaster database-CRED) elde edilebilmektedir.

Türkiye kıyı illeri geneli için son 100 yılda kayda değer sonuçlar doğuran herhangi bir fırtına, tayfun ya da siklon verisine ulaşılamamış ancak kıyı illerinde meydana gelen tsunami sonucunda etkilenen iller belirlenmiştir (Altınok, 2005). Bununla birlikte gelgit değişimlerinin Akdeniz kıyılarında (~100cm) Karadeniz'e göre (~50cm) daha fazla olduğu bilinmektedir (Yıldız vd., 2003).

Elde edilen bu bilgiler ışığında sadece illerin doğal afete maruz kalma durumları belirlenebilmekte fakat bu illerde söz konusu doğal afetler sonucu etkilenen insan sayısı bilgisine ulaşılamamaktadır. Zira özellikle deprem sonucunda oluşan tsunami etkileri ülkemizde deprem etkileri içerisinde değerlendirilmektedir. Bu nedenle kıyı illeri için doğal afete maruz kalma, bu iller arasında herhangi bir ağırlık yaratmayacağından, hesaba dâhil edilememiştir.

Bitki Örtüsü Yüzdesi

Bitki örtüsü, kıyı alanlarını olası bir fırtınadan yerleşim yerleri ve kıyı çevresini korumakta, bunun yanında doğal su kaynaklarını da koruyarak, kıyı erozyonunu azaltmaktadır. Bitki örtüsü yüzdesi bitki örtüsünün kıyı alanlara oranı ile bulunmaktadır. Bu yüzde ne kadar düşükse, verimlilik de o kadar düşük olmakta bu da toprak yapısının bozulmasına ve hatta su kalitesinin kötüleşmesine sebep olmaktadır.

Topoğrafik Karakteristik

Topoğrafik karakteristik bir ülkedeki düşük kotlu alanların (50m.'den az) yüzdesi ve toplam sınır uzunluğunun kıyı uzunluğuna oranı ile ilişkilendirilmektedir. Eğer bir ülke uzun bir kıyı hattına sahip ve alçak alanlardaki nüfus yoğunluğu fazla ise, burada yaşayan insanların ve ekosistemin doğal afete maruz kalma tehlikesi daha fazla olmaktadır.

İnsanların Gelişmişlik Durumu

Tüm bu etkilerin üstesinden gelebilme durumunu en iyi ifade eden gösterge insanların gelişmişlik seviyesidir. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (United Nations Development Programme-UNDP) tarafından geliştirilen bu gösterge, ortalama ömür uzunluğu, eğitim seviyesi ve gelir seviyesi etkilerinin bileşkesini içermektedir. Bu etkilerin ortalaması ülkelerin durumlarını ortaya koymakta (UNDP, 2001) ve UNDP raporunda ülkeler için bu değerler yayımlanmaktadır. CVI hesaplarında bu göstergenin kıyı ve iç alanlarda aynı olduğu kabul edilmektedir.

Türkiye kıyı illeri için bu değer, Devlet Planlama Teşkilatının 2010 yılında Türkiye geneli için yaptığı illere göre insani gelişmişlik durumunu gösteren çalışmadan alınmıştır.

1.3 CVI Hesabı

Bir bölgenin kıyı etkilenebilirliği aşağıdaki eşitlik (2) yardımıyla hesaplanmaktadır (UNEP, 2005):

$$\text{Etkilenebilirlik} = f((NY) + (DAMKD) + (1-BÖY) + (TK)) - (İGD)] \quad (2)$$

NY = Nüfus yoğunluğu

DAMKD = Doğal afete maruz kalma durumu

1-BÖY = Düşük bitki örtüsü

TK = Topoğrafik karakteristik

İGD = İnsan gelişmişlik durumu

Etkilenebilirlik değeri hesaplanırken eşitliğe girdi olan verilerin birimlerinin aynı olması gerekmektedir. Bu nedenle bu göstergeler aşağıdaki formülde olduğu gibi ölçeklendirilmektedir (3). Böylece bir ülke için hesaplanan yeni gösterge değeri diğer ülkeler arasında göreceli olarak değerlendirilmekte ve bu değerlere göre de CVI üretilmektedir.

$$\text{Gösterge} = (X - \text{Min}) / (\text{Mak} - \text{Min}) \quad (3)$$

X = X göstergesi için gerçek değer

Tüm bölgelerin CVI hesabı yapıldıktan sonra, eşitlik sonucu çıkan değer 0 ile 1 arasında olması beklenmektedir. Bunun için tekrardan yukarıdaki (3) eşitliğine benzer bir eşitlik ile CVI değeri çalışma bölgesi içinde standartlaştırılır (4) ve bu değer kullanılır.

$$\text{Standartlaştırılmış CVI} = (x - \text{min}) / (\text{mak} - \text{min}) \quad (4)$$

3. DENİZE KIYISI OLAN ÜLKELER ARASINDA TÜRKİYE’NİN DURUMU

Birleşmiş Milletler Çevre Programının 2005 yılında yaptığı çalışmaya göre, tüm dünya kıyı ülkelerinin CVI değerleri hesaplanmış ve ülkeler gelişmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkeler ve ada devletleri olarak sınıflandırılmıştır. Raporla göre gelişmiş ülkelerin hepsinin olası bir doğal afetin üstesinden gelebilme potansiyellerinin olduğu yine de Danimarka ve Hollanda’nın etkilenebilirlik seviyesinin diğerlerine kıyasla çok yüksek olduğu ve toprak büyüklüğü ve kıyı uzunluğu fazla olan ABD, Kanada, Rusya ve Çin gibi ülkelerin daha ayrıntılı ve hassas bir çalışma yapmasının gerekliliği vurgulanmaktadır. Bununla birlikte Türkiye gelişmekte olan 78 ülke arasında, kıyı uzunluğu bakımından 9’uncu, kıyı nüfus yoğunluğu bakımından 17’nci sırada bulunmakta ve orta seviye risk grubunda yer almaktadır. Sadece kıyı nüfus yoğunluğu ve kıyı topografyası düşünüldüğünde bile Türkiye’nin diğer birçok gelişmekte olan kıyı ülkelerine nazaran daha çok tehlikeye maruz kalacağı görülmektedir (UNEP, 2005).

4. TÜRKİYE KIYI İLLERİ İÇİN CVI HESABI

Bütünleşik bir risk analizi sunan CVI göstergesinin hesaplanabilmesi kıyı illerine ait söz konusu güncel bilgilerin elde edilmesi ile mümkün olmaktadır. Bu kapsamda, Tablo 1’de sunulan CVI hesabı için gerekli girdi verileri başta Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) olmak üzere, Çevre ve Orman Bakanlığı, ilgili belediyeler ve Harita Genel Komutanlığı (HGK) veri tabanından doğrudan alınarak ya da türetilerek kullanılmıştır. Eşitlik (2), (3) ve (4)’e göre hesaplanan yan gösterge değerleri, CVI ve standartlaştırılmış CVI değeri Tablo 2’de sunulmaktadır. Hesaplamalar ESRI ArcGIS ve Microsoft Excel imkânları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Standartlaştırılmış CVI değerlerine göre;

| | |
|----------------------------|--|
| $0 \leq CVI_{sdt} < 0,2$ | Çok düşük |
| $0,2 \leq CVI_{sdt} < 0,4$ | Düşük |
| $0,4 \leq CVI_{sdt} < 0,6$ | Orta |
| $0,6 \leq CVI_{sdt} < 0,8$ | Yüksek |
| $0,8 \leq CVI_{sdt} < 1$ | Çok yüksek etkilenebilirlik seviyelerini ifade etmektedir. |

Tablo 2’ye göre öne çıkan Adana, Çanakkale, Samsun, Balıkesir ve Aydın illerinin diğerlerine göre daha fazla riskli olduğu değerlendirilmekte ve bu illerde daha ayrıntılı çalışma yapma gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Tablo 1: Kıyı illerinin CVI hesabı için kullanılan girdi veriler

| İl | Toplam alan (ha) | Toplam çevre (km) | Kıyı uzunluğu (km) | Kıyı alan (20km) (ha) | Kıyı alan % | Toplam tarım alanı (ha) | Toplam orman alanı (ha) | Kıyı bitki örtüsü% | Kıyı uzunluğu % | Kıyı topografyası (<50m) % | Toplam nüfus | Kıyı nüfusu | Kıyı nüfusu % | İnsan gelişmişlik endeksi |
|------------|------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|--------------|-------------|---------------|---------------------------|
| Adana | 1398033,5 | 743,1 | 188,6 | 230352,6 | 16 | 545233,1 | 405429,7 | 11 | 25 | 56 | 2062226 | 339791 | 16 | 2,6 |
| Antalya | 2046351,4 | 1028,1 | 542,9 | 798563,7 | 39 | 450197,3 | 1227810,8 | 32 | 52 | 6 | 1919729 | 749151 | 39 | 5,1 |
| Artvin | 736664,6 | 421,4 | 137,1 | 240013,8 | 32 | 66299,8 | 419898,8 | 21 | 32 | 1 | 165580 | 53948 | 32 | -0,2 |
| Aydın | 779069,1 | 569,2 | 190,9 | 136550,9 | 17 | 373953,1 | 311627,6 | 15 | 33 | 36 | 979155 | 171621 | 17 | 2,2 |
| Balıkesir | 1418817,5 | 875,5 | 299 | 315262,1 | 22 | 326328 | 425645,2 | 11 | 34 | 30 | 1140085 | 253328 | 22 | 2,1 |
| Bursa | 1088029,1 | 540,4 | 127,3 | 279877,1 | 25 | 478732,8 | 467852,5 | 22 | 23 | 5 | 2550645 | 656110 | 25 | 5,7 |
| Çanakkale | 939865,6 | 731,4 | 521,8 | 548749,2 | 58 | 319554,3 | 498128,8 | 50 | 71 | 22 | 477735 | 278930 | 58 | 2,6 |
| Edirne | 593154,4 | 536,8 | 75,5 | 120959,3 | 20 | 338098 | 148288,6 | 16 | 14 | 15 | 395463 | 80645 | 20 | 2,9 |
| Giresun | 679865,4 | 441,2 | 104,2 | 195224,3 | 28 | 47590,5 | 258348,8 | 12 | 23 | 4 | 421860 | 121138 | 28 | -1,6 |
| Hatay | 562256,8 | 492,2 | 158,4 | 310203,6 | 55 | 247392,9 | 213657,5 | 45 | 32 | 7 | 1448418 | 799109 | 55 | 0,2 |
| İçel | 1534873,3 | 792,1 | 330,3 | 535475,5 | 34 | 383718,3 | 844180,3 | 27 | 41 | 14 | 1640888 | 572461 | 34 | 2,1 |
| İstanbul | 532948,6 | 534,1 | 393,9 | 511143,8 | 95 | 90601,2 | 319769,1 | 73 | 73 | 25 | 12915158 | 1238754 | 95 | 17,1 |
| İzmir | 1176964,2 | 1251,3 | 796,4 | 636115,6 | 54 | 388398,2 | 588482,1 | 44 | 63 | 26 | 3868308 | 2090710 | 54 | 9,2 |
| Kastamonu | 1316001,2 | 578,1 | 136,9 | 255503,2 | 19 | 381640,3 | 881720,8 | 18 | 23 | 4 | 359823 | 69860 | 19 | -0,3 |
| Kırklareli | 653699,4 | 436,1 | 61,2 | 107575,5 | 16 | 228794,8 | 372608,7 | 15 | 14 | 7 | 333179 | 54829 | 16 | 3,0 |
| Kocaeli | 359913,2 | 396,4 | 164,2 | 313801,5 | 87 | 107973,9 | 215947,9 | 78 | 41 | 10 | 1522408 | 1327359 | 87 | 8,5 |
| Muğla | 1240638,5 | 1655,2 | 1255,6 | 737590,4 | 59 | 198502,1 | 930478,9 | 54 | 75 | 7 | 802381 | 477035 | 59 | 3,6 |
| Ordu | 590703,6 | 409,9 | 109,2 | 198601,3 | 33 | 283537,7 | 283537,7 | 32 | 26 | 5 | 723507 | 243251 | 33 | -2,4 |
| Rize | 393616,8 | 295,5 | 94,1 | 178021,7 | 45 | 82659,5 | 188936,1 | 31 | 31 | 2 | 319569 | 144532 | 45 | 0,1 |
| Sakarya | 489658,7 | 340,4 | 54,8 | 125322,2 | 25 | 230139,5 | 220346,4 | 23 | 16 | 30 | 861570 | 220508 | 25 | 1,7 |
| Samsun | 944198,4 | 559,5 | 199,4 | 364126,6 | 38 | 443773,2 | 453215,2 | 36 | 35 | 35 | 1250076 | 482087 | 38 | 0,5 |
| Sinop | 583686,8 | 428,1 | 178,5 | 254429,6 | 43 | 192616,6 | 361885,8 | 41 | 41 | 10 | 201134 | 87674 | 43 | -1,1 |
| Tekirdağ | 639360,5 | 451,1 | 122,4 | 270182,9 | 42 | 492307,6 | 108691,2 | 39 | 27 | 8 | 783310 | 331014 | 42 | 3,5 |
| Trabzon | 463222,3 | 362,4 | 112,9 | 236924,9 | 51 | 152863,3 | 208450 | 39 | 31 | 3 | 765127 | 391341 | 51 | 0,1 |
| Zonguldak | 333122,1 | 256,5 | 97,9 | 177293,1 | 53 | 106599,1 | 216529,4 | 51 | 38 | 5 | 619812 | 329874 | 53 | 1,4 |
| Bartın | 210207,1 | 226,8 | 81,2 | 124800,9 | 59 | 73572,4 | 96695,2 | 48 | 35 | 5 | 188449 | 111883 | 59 | -1,4 |
| Yalova | 80306,7 | 167,1 | 103,7 | 80311,5 | 100 | 20879,7 | 44168,7 | 81 | 62 | 4 | 202531 | 202543 | 100 | 2,6 |
| Düzce | 257281,5 | 234,2 | 27,1 | 75476,6 | 29 | 87475,7 | 105485,4 | 22 | 11 | 3 | 335156 | 98322 | 29 | -0,1 |

Tablo 2: Kıyı illerinin CVI değerleri

| İl | Tsunami, gelgit tehlikelerinden etkilene göstergesi | Düşük bitki örtüsü göstergesi | Topografik gösterge | Kıyı uzunluğu oranı | Topografik Karakteristik | Kıyı nüfus yoğunluğu göstergesi | İnsan gelişmişlik göstergesi | CVI | Standartlaştırılmış CVI | Etkilenbilirlik seviyesi |
|------------|---|-------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------|-------------------------|--------------------------|
| Adana | 0,000 | 1,000 | 1,000 | 0,254 | 1,254 | 0,001 | 0,261 | 1,994 | 1,000 | Çok yüksek |
| Antalya | 0,000 | 0,702 | 0,091 | 0,528 | 0,619 | 0,270 | 0,388 | 1,203 | 0,317 | Düşük |
| Artvin | 0,000 | 0,852 | 0,000 | 0,325 | 0,325 | 0,193 | 0,115 | 1,255 | 0,362 | Düşük |
| Aydın | 0,000 | 0,939 | 0,636 | 0,335 | 0,972 | 0,012 | 0,243 | 1,681 | 0,730 | Yüksek |
| Balıkesir | 0,000 | 0,992 | 0,527 | 0,342 | 0,869 | 0,069 | 0,236 | 1,693 | 0,740 | Yüksek |
| Bursa | 0,000 | 0,840 | 0,073 | 0,236 | 0,308 | 0,110 | 0,423 | 0,836 | 0,000 | Çok düşük |
| Çanakkale | 0,000 | 0,433 | 0,382 | 0,713 | 1,095 | 0,502 | 0,263 | 1,767 | 0,804 | Çok yüksek |
| Edirne | 0,000 | 0,921 | 0,255 | 0,141 | 0,395 | 0,047 | 0,277 | 1,086 | 0,216 | Düşük |
| Giresun | 0,000 | 0,975 | 0,055 | 0,236 | 0,291 | 0,146 | 0,045 | 1,367 | 0,459 | Orta |
| Hatay | 0,000 | 0,512 | 0,109 | 0,322 | 0,431 | 0,463 | 0,142 | 1,264 | 0,370 | Düşük |
| İçel | 0,000 | 0,761 | 0,236 | 0,417 | 0,653 | 0,220 | 0,237 | 1,397 | 0,485 | Orta |
| İstanbul | 0,000 | 0,102 | 0,436 | 0,738 | 1,174 | 0,951 | 1,000 | 1,227 | 0,338 | Düşük |
| İzmir | 0,000 | 0,518 | 0,455 | 0,636 | 1,091 | 0,450 | 0,598 | 1,460 | 0,539 | Orta |
| Kastamonu | 0,000 | 0,893 | 0,055 | 0,237 | 0,291 | 0,035 | 0,107 | 1,112 | 0,239 | Düşük |
| Kırklareli | 0,000 | 0,944 | 0,109 | 0,140 | 0,250 | 0,000 | 0,282 | 0,911 | 0,065 | Çok düşük |
| Kocaeli | 0,000 | 0,036 | 0,164 | 0,414 | 0,578 | 0,847 | 0,562 | 0,899 | 0,054 | Çok düşük |
| Muğla | 0,000 | 0,385 | 0,109 | 0,759 | 0,868 | 0,514 | 0,315 | 1,453 | 0,533 | Orta |
| Ordu | 0,000 | 0,698 | 0,073 | 0,267 | 0,339 | 0,205 | 0,000 | 1,242 | 0,351 | Düşük |
| Rize | 0,000 | 0,713 | 0,018 | 0,319 | 0,337 | 0,344 | 0,134 | 1,260 | 0,366 | Düşük |
| Sakarya | 0,000 | 0,823 | 0,527 | 0,161 | 0,688 | 0,109 | 0,214 | 1,406 | 0,493 | Orta |
| Samsun | 0,000 | 0,636 | 0,618 | 0,356 | 0,975 | 0,264 | 0,155 | 1,720 | 0,763 | Yüksek |
| Sinop | 0,000 | 0,567 | 0,164 | 0,417 | 0,581 | 0,324 | 0,070 | 1,402 | 0,489 | Orta |
| Tekirdağ | 0,000 | 0,591 | 0,127 | 0,271 | 0,399 | 0,308 | 0,308 | 0,990 | 0,133 | Çok düşük |
| Trabzon | 0,000 | 0,589 | 0,036 | 0,312 | 0,348 | 0,415 | 0,134 | 1,217 | 0,329 | Düşük |
| Zonguldak | 0,000 | 0,421 | 0,073 | 0,382 | 0,455 | 0,440 | 0,199 | 1,116 | 0,242 | Düşük |
| Bartın | 0,000 | 0,471 | 0,073 | 0,358 | 0,431 | 0,513 | 0,052 | 1,363 | 0,455 | Orta |
| Yalova | 0,000 | 0,000 | 0,055 | 0,621 | 0,675 | 1,000 | 0,262 | 1,413 | 0,499 | Orta |
| Düzce | 0,000 | 0,845 | 0,036 | 0,116 | 0,152 | 0,154 | 0,120 | 1,031 | 0,168 | Çok düşük |

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deniz seviyesi yükselmelerinin kıyı alanlarında oluşan fiziksel ve sosyo-ekonomik etkilerini ortaya koymak, uzun dönemli kıyı alanı planlamalarında, kıyı yönetimi ve karar verme süreçlerinde önem arz etmektedir (Dasgupta vd, 2007; Gazioğlu vd, 2010). Ülkemizde ulusal ve lokal düzeyde deniz seviyesi yükselmelerinin etkileri konusunda bazı araştırmalar mevcuttur (Demirkesen vd., 2007, 2008; Karaca ve Nicholls, 2008; Kuleli T., 2009; Alpar B., 2009; Simav Ö., 2012).

Türkiye geneli için; sadece SYM verileri ile yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında; CVI analizinin bu çalışmalarla çoğunlukla tutarlı olduğu ancak yer yer kullanılan göstergelerin sayısı ve kapsamı da göz önüne alındığında daha gerçekçi sonuçlar ürettiği gözlenmiştir. Bununla birlikte birçok fiziksel ve sosyal parametrenin birlikte değerlendirildiği ve herhangi bir deniz seviyesi yükselme değerine bağlı olmayan CVI analizi SYM verisinden elde edilen ilk sonuçları ile birebir örtüşmese de düşük kotlu bölgelerin Türkiye geneli için de yüksek riske sahip alanlar olduğunu ortaya koymuştur.

Bu tip çalışmalarda hesaba girecek parametrelerin sayıca çok olması ve göreceli olarak karşılaştırılacak girdi veriler arasında ölçeklendirilme yapılması çoğunlukla daha doğru sonuçlar üreteceği değerlendirilmektedir.

Ulusal ve uluslar arası ölçekte yapılan çalışmalar olası tehlikeleri sergilemekte, ancak mevcut doğru ulusal istatistiklere erişim zorlukları ve çözünürlüğü düşük global veri setleri bu tip çalışmalar için ciddi kısıtlar oluşturmaktadır. Bu nedenle Türkiye gibi gelişmekte olan ve kıyı bölgelerinde tehlike sinyalleri veren ülkeler bireysel olarak kendi yüksek çözünürlüklü sayısal haritaları ve uzaktan algılama tabanlı kaynakları ile farklı birçok veri kaynağını kullanarak daha kapsamlı ve doğru çalışmalar yapmalı ve gerekli tedbirleri almalıdırlar.

Kıyı bölgelerinin durumunun kapsamlı ve güvenilir bir şekilde değerlendirilmesi ülkemiz için geç kalınmış bir konudur. Bu değerlendirmenin gerçekleştirilememesinin en büyük nedeni ulusal ölçekte veriye ulaşım zorlukları ile beraber doğru ve güncel verinin yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır. Uydu uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri gibi konumsal veri toplama ve işleme konularında yaşanan gelişme ve yenilikler söz konusu zorlukların üstesinden gelmek adına araştırmacıları ve karar vericileri etkin kılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Alpar B.** (2009). *Vulnerability of Turkish coasts to accelerated sea-level rise*. *Geomorphology* 107, 58–63.
- Altınok, Y., Alpar, B., Özer, N., Gazioğlu C.** (2005). *1881-1949 Earthquakes at the Chios-Cesme strait (Aegean Sea) and their relation to tsunamis*. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 5, 717-725.
- Church, J.A., Gregory, J.M., Huybrechts, P., Kuhn, M., Lambeck, K., Nhuan, M.T., Qin, D. Ve Woodworth, P.L.** (2001). *Changes in Sea Level*. Cambridge University Press, Cambridge, syf: 639-693.
- Dasgupta, S. vd.**, (2007). *The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis*. World Bank Policy Research Working Paper 4136
- Demirkesen, A.C., Evrendilek F., Berberoğlu S., Kılıç S.** (2007). *Coastal flood risk analysis using landsat-7 ETM+ imagery and SRTM DEM: A case study of Izmir, Turkey*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 131(1-3), 293-300.
- Demirkesen, A.C., Evrendilek F., Berberoğlu S.** (2008). *Quantifying coastal inundation vulnerability of Turkey to sea-level rise*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 138(1-3), 101-106.
- Douglas B.C.** (1991). *Global sea level rise*, *Journal of Geophysical Research*, 96, C4, Syf: 6981-6992.
- Gazioğlu, C., Burak, S., Alpar, B., Türker, A., Barut, İ.F.** (2010). *Foreseeable Impacts of Sea Level Rise on the Southern Coast of the Marmara Sea (Turkey)*. *Water Policy*, 12, 932-943.
- IPCC** (2007). *Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K.

- Karaca M. ve Nicholls R.J.** (2008). *Potential Implications of Accelerated Sea-Level Rise for Turkey*. Journal of Coastal Research, 24, 2, 288-298
- Kuleli T.** (2009). *City-Based Risk Assessment of Sea Level Rise Using Topographic and Census Data for the Turkish Coastal Zone*. Estuaries and Coasts.
- NASA**, 2010. Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER). (http://asterweb.jpl.nasa.gov/content/03_data/04_Documents/)
- Overpeck, J. T., Otto-Bliesner, B. L., Miller, G. H., Muhs, D. R., Alley, R. B., ve Kiehl, J. T.** (2006). *Paleoclimatic evidence for future ice-sheet instability and rapid sealevel rise*. Science, 311, syf: 1747–1750.
- United Nations Development Programme (UNDP)**, (2001). *Partnerships to fight poverty*. United Nations Development Programme Annual Report.
- United Nations Environment Programme (UNEP)**, (2005). *Assessing Coastal Vulnerability: Developing a Global Index for Measuring Risk*. United Nations Environment Programme Final Report.
- Priority Actions Programme Regional Activity Centre (PAP/RAC)**, (2005). *Coastal area management in Turkey*. Priority Actions Programme Regional Activity Centre, Split.
- Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı (SHODB)**, (2008). Kıyı etüd bilgileri.
- Simav M., Yıldız H., Arslan E.** (2008). *Doğu Akdeniz’de Uydu Altimetre Verileri ile Deniz Seviyesi Değişimlerinin Araştırılması*. Harita Dergisi, Sayı.139, Syf: 1-31
- Simav Ö.**, (2012). *Deniz Seviyesi Yükselmelerinin Kıyı Alanlarına Olası Etkilerinin Araştırılması*, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)**, (2010). Güncel nüfus ve GSMH bilgileri. (<http://www.TÜİK.gov.tr>)
- Yıldız, H., Demir, C., Gürdal, M. A., Akabalı, O. A., Demirkol, E. O., Ayhan, M. E.** (2003). *Antalya-II, Bodrum-II, Erdek ve Menteş Mareograf İstasyonlarına Ait 1984-2002 Yılları Arası Deniz Seviyesi ve Jeodezik Ölçülerin Değerlendirilmesi*. Harita Dergisi, Özel Sayı 17, Syf: 1–75.