

Kıyı Etkilenebilirlik Göstergesi ile Türkiye Kıyıları Risk Alanlarının Tespiti (Determining The Endangered Fields of Turkish Coasts with Coastal Vulnerability Index)

Özlem SİMAV¹, Dursun Zafer ŞEKER², Ayşegül TANIK³, Cem GAZİOĞLU⁴

¹ Harita Genel Komutanlığı, Ankara

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul

³ İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul

⁴ İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul
ozlem.simav@hgk.msb.gov.tr

ÖZET

Kıyı alanlarının bugün karşı karşıya kaldığı en ciddi çevre problemlerinden biri küresel iklim değişimleri ile beraberinde artan deniz seviyesi yükselmeleri ve bunların fiziksel etkileridir. 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 yükselen deniz seviyesinin, korumasız ve düşük yükselteli kıyılarda 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 çalışmada, ulusal ölçekte denizle ilgili afetler karşısında kıyı bölgelerinin genel risk durumunun ortaya çıkarılması hedeflenmiş ve deniz seviyesi yükselmelerinin potansiyel etkileri değerlendirmek için literatürde kıyı etkilenebilirlik indeksi (CVI- Coastal Vulnerability Index) analizi olarak bilinen bir analiz gerçekleştirilmiştir. CVI analizinde; kıyı alanı, kıyı nüfusu, bitki örtüsü, tehlikeye maruz kalma durumu, topografyası, insan gelişmişlik durumu olmak üzere altı ana gösterge kullanılarak basit bir modelle etkilenebilirlik indeksleri hesaplanmıştır. Bu indekslerin büyüklüğüne göre kıyı illeri için en düşükten en yükseğe olacak şekilde risk dereceleri saptanmıştır. Bu analiz sonucunda Çukurova Deltasına sahip Doğu Akdeniz'de yer alan Adana ili, Ege'de yer alan Aydın ve Çanakkale, Marmara'da yer alan Balıkesir ve Karadeniz'de yer alan Samsun illeri en riskli bölgeler olarak belirlenmiştir. Söz konusu bölgelerde uzaktan algılama teknikleri ve CBS araçları kullanılarak ayrıntılı etkilenebilirliğin araştırılmasının önemli olduğu ve kıyı alanı planlaması ve yönetimine katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deniz seviyesi yükselmeleri, CVI, etkilenebilirlik değerlendirmesi

ABSTRACT

One of the most serious environmental problems that the coastal zones are now facing is the global climate change together with accelerated sea level rise and its resulting physical impacts. A large portion of the world's population lives in the low-lying coastal

zones less than 10-15 meters high. Economically valuable entities such as fertile agricultural areas, trading harbors, tourism facilities are all situated on coastal areas. It is considered that accelerated sea level rise will cause unrecoverable physical and socio-economic results on low-lying and unprotected coastal areas. It is also evident that our country surrounded by seas on three sides may face similar treats. Multi-disciplinary studies are carried out intensely to monitor the spatial and temporal changes in sea level, better understand the causes and determine the potential impacts and to mitigate the coastal hazards. In this study, it is aim to assess the vulnerability of our nation's coast to sea level related hazards by employing Coastal Vulnerability Index (CVI) analysis in a national extent. In CVI analysis, the vulnerability indexes are calculated with a simplistic model and the use of six main indicators of impacts such as coastal area, population, vegetation, the state of exposure to hazards, topography and human development and the vulnerability ranks for the coastal areas are fixed from lower to higher according to the indexes. The results of the analysis show that, coastal zones of the city of Adana including Çukurova Delta located in the Eastern Mediterranean, Aydın and Çanakkale in the Aegean, Balıkesir in the Marmara and Samsun in the Black Sea coasts are highly vulnerable to sea level related hazards. Remote sensing techniques and GIS tools may be used to better delineate vulnerability and can contribute to planning and management of coastal zones in this areas.

Keywords: Sea level rise, CVI, vulnerability assessment

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

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye kıyıları genel risk durumunu ortaya koyabilmek için farklı yöntemler izlenebilmektedir. Bu yöntemlerden en yaygını sayısal yükseklik modeli (SYM) ile düşük kota 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. çözünürlüğe sahip ASTER verileri (NASA, 2010) kullanılarak oluşturulan SYM ile belirlenen yükseklik sınıfları 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.

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 |
| Yük.Dağlık Alanlar | 2000-5126 | 84436 | 10 |
| Toplam Alan | | 790289 | 100 |

Literatürde özellikle denize yakın kıyı alanlarının etkilenebilirliğini daha kapsamlı bir şekilde ortaya koymak için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri 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.

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

3. KIYI ETKİLENEBİLİRLİK İNDEKSİ (CVI) TANIMI

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 (UNEP, 2005).

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

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

4. ETKİLENEBİLİRLİK GÖSTERGELERİ

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 kullanılmak maksadıyla bu tanıma bir mesafe kavramı eklemek gerekmektedir. Bu çalışmada kıyı alanı olarak 20km'ye kadar olan kara alanı kabul edilmiş ve hesaplamalar bu kabul ile yapılmıştır. (Şekil 2). Kıyı illerine ait toplam alan ise Albers alan koruyan projeksiyon kullanılarak 1/250.000 ölçekli verilerden elde edilmiştir.



Şekil 2. Çalışma kapsamında kabul edilen 20km.'yi kaplayan Türkiye kıyı alanı.

Nüfus Yoğunluğu - Kıyı nüfusunun kıyı alanına oranıdır. Nüfus yoğunluğu, alt yapı, su ve toprağı içeren çeşitli kaynak ve hizmetler için istekleri göstermektedir. Bu çalışmada il bazlı nüfus ve nüfus yoğunluğu verisi Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden doğrudan alınmış, il alanının kıyı alanına oranı kullanılarak kıyı nüfusu ve yoğunluğu hesaplanmıştır.

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 alanlarına 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. Bu çalışmada; il bazlı toplam bitki örtüsü (tarım ve ormanlık alan) verileri, Valiliklerine bağlı Tarım İl Müdürlüklerinin internet sitelerinden doğrudan alınmış ve bitki örtüsü yüzdesi kıyı alanı oranı kullanılarak tekrardan hesaplanmıştır.

Topoğrafik Karakteristik - Topografik 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 (Yıldız vd., 2012).

5. CVI HESABI

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

$$E = f((NY) + (DAMKD) + (1 - BÖY) + (TK)) - (İGD)] \quad (2)$$

Yukarıdaki (2) numaralı denklemde ;

- E* : Etkilenebilirlik
NY : Nüfus yoğunluğu
DAMKD : Doğal afete maruz kalma durumu
1-BÖY : Düşük bitki örtüsü
TK : Topografik karakteristik
İGD : İnsan gelişmişlik durumunu ifade etmektedir.

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.

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

Burada X: X göstergesi için gerçek değerdir.

Tüm bölgelerin CVI hesabı yapıldıktan sonra, eşitlik sonucu çıkan değerlerin 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.

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

6. 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 bulunmaktadır. 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).

7. 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 2'de sunulan CVI hesabı için gerekli girdi veriler 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 3'te sunulmaktadır. Hesaplamalar ESRI ArcGIS ve Microsoft Excel imkânları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Standartlaştırılmış CVI değerlerine göre;

| | |
|--------------------------------|------------|
| 0 ≤ CVI _{sdt} < 0.2 | Çok düşük, |
| 0.2 ≤ CVI _{sdt} < 0.4 | Düşük, |
| 0.4 ≤ CVI _{sdt} < 0.6 | Orta, |
| 0.6 ≤ CVI _{sdt} < 0.8 | Yüksek, |
| 0.8 ≤ CVI _{sdt} < 1 | Çok yüksek |

etkilenebilirlik seviyelerini ifade etmektedir.

Tablo 3'e göre öne çıkan ve Şekil 3'te de gösterilen Adana, Çanakkale, Samsun, Balıkesir ve Aydın illerinin diğerlerine göre daha fazla risk altında olduğu değerlendirilmekte ve bu illerde daha ayrıntılı çalışma yapma gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

8. SONUÇLAR 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, 2010; Alpar, 2009).

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 yapılmasının 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

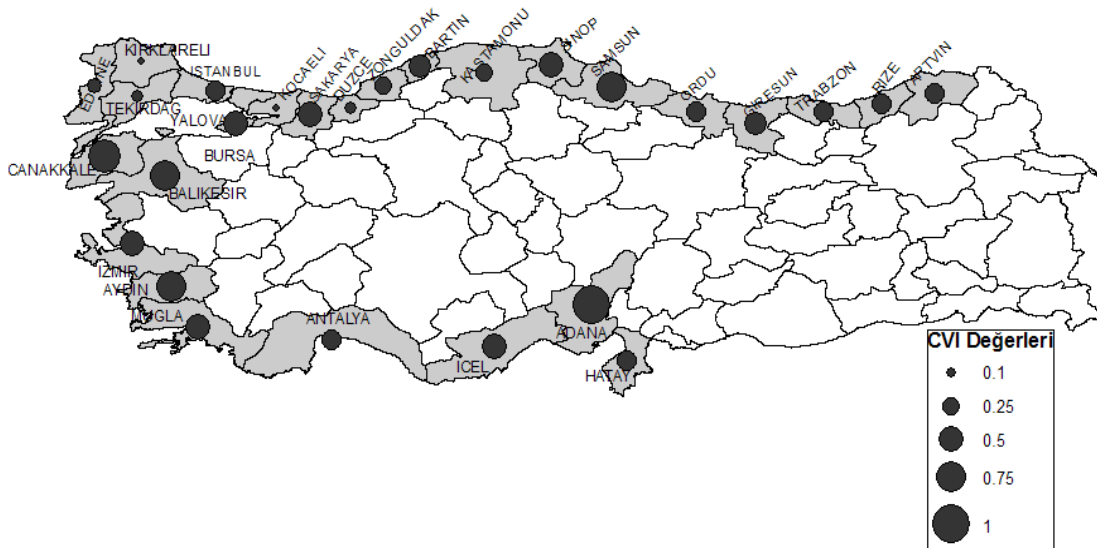
ile farklı birçok veri kaynağını kullanarak daha kapsamlı ve doğru çalışmalar yapmalı ve gerekli tedbirleri almalıdırlar. Kıyı bölgelerinin durumunun kapsamlı ve güvenilir bir şekilde değerlendirilmesi ülkemiz için geç kalınmış bir konudur. Bu değerlendirmenin gerçekleştirilememesinin en büyük nedeni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

Tablo 2. Kıyı illerinin CVI hesabı için kullanılan girdi veriler

| İl | Toplam alan (ha) | Kıyı uzunluğu (km) | Kıyı alan (20km) (ha) | Kıyı alan % | Toplam tarım alanı (ha) | Toplam orman alanı (ha) | Kıyı bitki örtüsü% | Kıyı topografyası (<50m) % | Toplam nüfus | Kıyı nüfusu | İnsan gelişmişlik endeksi (DPT, 2010) |
|------------|------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|--------------|-------------|---------------------------------------|
| Adana | 1398033 | 188.6 | 230352.6 | 16 | 545233.1 | 405429.7 | 11 | 56 | 2062226 | 339791 | 2.6 |
| Antalya | 2046351.4 | 542.9 | 798563.7 | 39 | 450197.3 | 1227810.8 | 32 | 6 | 1919729 | 749151 | 5.1 |
| Artvin | 736664.6 | 137.1 | 240013.8 | 32 | 66299.8 | 419898.8 | 21 | 1 | 165580 | 53948 | -0.2 |
| Aydın | 779069.1 | 190.9 | 136550.9 | 17 | 373953.1 | 311627.6 | 15 | 36 | 979155 | 171621 | 2.2 |
| Balıkesir | 1418817.5 | 299 | 315262.1 | 22 | 326328 | 425645.2 | 11 | 30 | 1140085 | 253328 | 2.1 |
| Bursa | 1088029.1 | 127.3 | 279877.1 | 25 | 478732.8 | 467852.5 | 22 | 5 | 2550645 | 656110 | 5.7 |
| Çanakkale | 939865.6 | 521.8 | 548749.2 | 58 | 319554.3 | 498128.8 | 50 | 22 | 477735 | 278930 | 2.6 |
| Edirne | 593154.4 | 75.5 | 120959.3 | 20 | 338098 | 148288.6 | 16 | 15 | 395463 | 80645 | 2.9 |
| Giresun | 679865.4 | 104.2 | 195224.3 | 28 | 47590.5 | 258348.8 | 12 | 4 | 421860 | 121138 | -1.6 |
| Hatay | 562256.8 | 158.4 | 310203.6 | 55 | 247392.9 | 213657.5 | 45 | 7 | 1448418 | 799109 | 0.2 |
| İçel | 1534873.3 | 330.3 | 535475.5 | 34 | 383718.3 | 844180.3 | 27 | 14 | 1640888 | 572461 | 2.1 |
| İstanbul | 532948.6 | 393.9 | 511143.8 | 95 | 90601.2 | 319769.1 | 73 | 25 | 12915158 | 1238754 | 17.1 |
| İzmir | 1176964.2 | 796.4 | 636115.6 | 54 | 388398.2 | 588482.1 | 44 | 26 | 3868308 | 2090710 | 9.2 |
| Kastamonu | 1316001.2 | 136.9 | 255503.2 | 19 | 381640.3 | 881720.8 | 18 | 4 | 359823 | 69860 | -0.3 |
| Kırklareli | 653699.4 | 61.2 | 107575.5 | 16 | 228794.8 | 372608.7 | 15 | 7 | 333179 | 54829 | 3.0 |
| Kocaeli | 359913.2 | 164.2 | 313801.5 | 87 | 107973.9 | 215947.9 | 78 | 10 | 1522408 | 1327359 | 8.5 |
| Muğla | 1240638.5 | 1255.6 | 737590.4 | 59 | 198502.1 | 930478.9 | 54 | 7 | 802381 | 477035 | 3.6 |
| Ordu | 590703.6 | 109.2 | 198601.3 | 33 | 283537.7 | 283537.7 | 32 | 5 | 723507 | 243251 | -2.4 |
| Rize | 393616.8 | 94.1 | 178021.7 | 45 | 82659.5 | 188936.1 | 31 | 2 | 319569 | 144532 | 0.1 |
| Sakarya | 489658.7 | 54.8 | 125322.2 | 25 | 230139.5 | 220346.4 | 23 | 30 | 861570 | 220508 | 1.7 |
| Samsun | 944198.4 | 199.4 | 364126.6 | 38 | 443773.2 | 453215.2 | 36 | 35 | 1250076 | 482087 | 0.5 |
| Sinop | 583686.8 | 178.5 | 254429.6 | 43 | 192616.6 | 361885.8 | 41 | 10 | 201134 | 87674 | -1.1 |
| Tekirdağ | 639360.5 | 122.4 | 270182.9 | 42 | 492307.6 | 108691.2 | 39 | 8 | 783310 | 331014 | 3.5 |
| Trabzon | 463222.3 | 112.9 | 236924.9 | 51 | 152863.3 | 208450 | 39 | 3 | 765127 | 391341 | 0.1 |
| Zonguldak | 333122.1 | 97.9 | 177293.1 | 53 | 106599.1 | 216529.4 | 51 | 5 | 619812 | 329874 | 1.4 |
| Bartın | 210207.1 | 81.2 | 124800.9 | 59 | 73572.4 | 96695.2 | 48 | 5 | 188449 | 111883 | -1.4 |
| Yalova | 80306.7 | 103.7 | 80311.5 | 100 | 20879.7 | 44168.7 | 81 | 4 | 202531 | 202543 | 2.6 |
| Düzce | 257281.5 | 27.1 | 75476.6 | 29 | 87475.7 | 105485.4 | 22 | 3 | 335156 | 98322 | -0.1 |

Tablo 3. Kıyı illerinin CVI değerleri

| İl | Tsunami, gelgit tehlikelerinden etkilenebilirlik göstergesi | Düşük bitki örtüsü göstergesi | Topografik gösterge | Kıyı uzunluğu oranı | Topografik Karakteristik | Kıyı nüfus yoğunluğu göstergesi | İnsan gelişmişlik göstergesi | CVI | Standartlaştırılmış CVI | Etkilenebilirlik 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 |



Şekil 3. CVI analizi kapsamında kıyı illerinin risk durumu

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, 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, 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.
- Kuleli T. (2010). **City-Based Risk Assessment of Sea Level Rise Using Topographic and Census Data for the Turkish Coastal Zone.** *Estuaries and Coasts*. **33**, 640-651.
- Karaca M. ve Nicholls R.J. (2008). **Potential Implications of Accelerated Sea-Level Rise for Turkey.** *Journal of Coastal Research*, **24**, 2, 288-298
- 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**, 1747–1750.
- 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*, **139**, 1-31
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2010). **Güncel nüfus ve GSMH bilgileri.** (<http://www.TÜİK.gov.tr>)
- 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*.
- Yıldız, B.E., Sivri, U., Berber, M. (2012). **Türkiye’de illerin sosyoekonomik gelişmişlik sıralaması.** *ERUJFEAS*, **39**, 147–167.
- 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**, 1–75.