

# Yerleşimlerin Taşdığı Deniz Taşkını, Sel ve Deprem Afet Tehlikelerinin CBS Kullanılarak Yorumlanması: Balıkesir Örneği

Umut ERDEM<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>İzmir Yüksek Teknoloji Üniversitesi Mim. Fak. Şehir ve Bölge Planlama Böl., İzmir.

## Özet

Doğal afetler sonucu meydana gelen tehlikelerin azaltılması amacıyla, Sakınım planlaması çalışmaları gelişmiş ülkelerde 1980'lerden günümüze sıklıkla yapılmakta ve bu çalışmaların kapsamı genişlemektedir. Türkiye'de Sakınım planlamasına dair çalışmaların gerekliliği afetler sonrasındaki dönemlerde gündeme gelmekte ancak ulusal eylem stratejisi olmaktan öteye geçememektedir. Bu çalışma CBS kullanılarak SYM ve SAM ile yapılan analizler sonucunda elde edilen bilgiler ile Balıkesir ilinin sakınım planlamasına öncelikli olarak ihtiyacı olan yerleşimlerini ortaya koymak ve gelecekte bu yerleşimler için yapılacak olan kentsel ve bölgesel ölçekli planlara ön bilgi üretmeyi amaçlamaktadır. Mevsimsel şiddetli yağmurlar nedeniyle sel, küresel ısınma nedeniyle kıyı taşkını (meteorolojik nedenli) ve deprem (jeolojik nedenli) afetleri, bu çalışmanın doğal afetler açısından odaklandığı alanlar olarak seçilmiştir. Balıkesir'in birinci derece deprem bölgesinde yer alması (1900'lerden bugüne kadar 5 ve üzeri büyüklükte 50 deprem), Türkiye'de en fazla taşkın gözlenen il olması (121 taşkın 1940'tan bugüne kadar), Marmara ve Ege Denizlerine kıyısı olması, Balıkesir'in çalışma kapsamında belirlenen afetlere karşı duyarlılığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak; Erdek, Edremit, Bandırma, Gönen, Manyas, Ayvalık Susurluk ve Marmara adası sakınım planlaması çalışmalarının görece olarak öncelikle yapılması gereken yerleşimlerdir.

**Anahtar kelimeler:** Planlama, Afet Risk Yorumlama, Kıyı Taşkını, Deprem, Balıkesir-Türkiye

---

\* Umut ERDEM, umuterdem@iyte.edu.tr, Tel: (232) 750 70 92.

# Interpreting the Coastal Inundation, Flooding and Earthquake Risks of Settlements Using GIS: A Case Study of Balıkesir

## Abstract

*Mitigation planning studies have been frequently done for reducing the risk occurring from natural hazards and also being enlarged the scope of its studies in developed countries since 1980s. In Turkey, the necessity of Mitigation planning comes to the agenda after natural disaster, but it fails to go beyond being as a national action strategy. This study has been done by using GIS and aims at determining the settlements which needs to priority to Mitigation planning and also to produce information for the future regional and urban planning by the information getting from analysis of Digital Elevation Models (DEM) and Digital Terrain Models (DTM). Floods caused by seasonable heavy rains, coastal inundation caused by the global warming (meteorically), and earthquake risks (geological) are selected as the main focus area of this study in terms of natural disasters. Balıkesir province is located in the first degree earthquake zone (50 earthquake since 1900 bigger than 5 magnitudes), also it is the province that the highest number of flood observed in Turkey (121 flood since 1940), and having shores to both Marmara and Aegean Seas also reveal over exposure of natural disasters, determined in the study. As consequences of this study, Erdek, Edremit, Bandırma, Gönen, Manyas, Ayvalık Susurluk and Marmara Island are the the settlements that need a priority to mitigation planning.*

**Keywords:** *Planning, Disaster Risk Interpretation, Coastal Inundation, Earthquake, Balıkesir-Turkey*

## 1. Giriş

Dünya bankası 2006 yılı raporunda gelişmekte olan ülkelerdeki doğal afetler kaynaklı kayıpların gelişmiş ülkelere göre 20 kat daha fazla olduğunu belirtmiştir [1]. Afetler, Türkiye ölçeğinden kent ölçeğine gelişmeyi ve kalkınmayı etkileyen önemli faktörlerden biri olması nedeniyle karar vericilerin ve teknokratların sıklıkla karşılaştığı en önemli konulardan da biridir. Doğal afetler telafi edilmesi zor sonuçlara neden olmaktadır. Bu durum karar vericilerin doğal afetlerden minimum oranda etkilenecek bölgesel ve yerel ölçekte verecekleri gelişim ve yatırım kararları gibi konularda karar vermelerine yardımcı olacak akılcı tekniklerin kullanımının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Orhan'a göre kurumlar, araştırmacılar ve ülkeler birlikte uluslararası eylemlerde risk yönetimine dair politik sorumluluk almaya yönelmiştir ve bu yöneliş sonucunda afet politikalarını yönlendiren iki farklı paradigma oluşmuştur. Birinci paradigma: afetlerin tekrar eden bir döngü içinde hazırlık, müdahale, iyileştirme aşamalarından oluşan ve etkilenen bölgelere yardım götürme rasyoneli temelli bir ele alışı odaklanmakta, ikinci paradigma ise; afetler yerine risk kavramı temelli bir ele alışı dolayısıyla risk yönetimine odaklanmaktadır [2].

Afet politikalarında yaşanan değişim konusunda Balamir de benzer bir söylem geliştirmektedir; ancak Orhan iki farklı paradigmanın varlığından bahsederken, Balamir

afet politikalarında yaşanan değişimi eski ve yeni afet politikaları olarak ikiye ayırmakta ve oluşan yeni politikaları yönetimlerce uygulamaya geçirilmesi üzerinden tartışmaktadır.

Balamir Birleşmiş Milletler tarafından ilan edilen Uluslararası Afet Azaltma On Yılı (IDNDR), Birleşmiş Milletler Afet Risk Azaltma Ofisi (UNISDR) ve Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) gibi uluslararası kurum ve kuruluşların afetler konusunda politik eksenleri afetler sonrasında meydana gelen yardım maliyetlerinin fazlalığı nedeniyle afetler öncesinde alınacak önlemlerle afet risklerinin azaltılması ve bu sayede afetler sonrasında karşılaşılabilecek bilançoların uzun dönemde küçültülmesine doğru kaydığına işaret etmektedir. Balamir'e göre Orhan'ın belirttiği birinci paradigma da yer alan "eski afet politikaları" acil durum yönetimi ve yara sarma etkinliklerine odaklanmaktayken, "yeni afet politikaları" ikinci paradigma da yer alan "risk" kavramına odaklanmaktadır. Risk, kaybedilme olasılığı bulunan bir değeri temsil eden soyut bir kavramdır ve toplumsal ortamda geleceğe ilişkin tehlike azaltıcı bir kestirim kapasitesi gerektirmektedir [3].

Risk belirleme çalışmaları ulusal, bölgesel, kentsel, yerel, vb. düzeylerde yürütülebilir. Balamir'e göre; bunların arasında en karmaşık risk belirleme çalışması kent düzeyinde olanıdır. Kent ortamında çok yönlü risklerin belirlenmesi, kentin fiziki, ekonomik ve sosyal özelliklerinin sistemsal birlikteliği gözetilerek, kent bilimsel yöntemlerle çözümlenmesini gerektirir. Kentsel risklerin yönetimi toplumsal katılım, koordineli bir karar verme alanı ve sorumluluk paylaşımını gerektirmektedir. Kent düzeyinde belediye ve diğer formel idarelerin yanı sıra sanayi ve ticaret temsilcileri, STK'lar, bilimsel örgütler, medya ve bazı durumlarda merkezi yönetim birimlerinin katılmasını gerektirir. Risklerin azaltılması amacıyla uygulama yöntemleri ve araçlarıyla özgün "Sakınım Planlaması" türü ortaya çıkmaktadır. Sakınım, afetler meydana gelmeden, afetlerle başa çıkma kapasitesinin yaratılması ve risklerin olumsuz yanlarının bertaraf edilmesi anlamına gelmektedir [2]. İmar ya da arazi planlamasından farklı olarak sakınım planlamasında amaç, kaynakları ve can-mal varlığını tehlikelerden sakınmaktır [4]. Sakınım planlamasının parçacı ya da bütünsel ülke ölçeğinden yerel ölçeğe kadarki düzeylerden hangisinde ya da hangilerinde üretilmesi ve bakanlık ölçeğinden STK ölçeğine kadarki kurumsal düzeylerden hangisi ya da hangileri tarafından üretilmesi gerektiği tartışma konusudur. Sakınım planlamasının yasal ve kurumsal düzeyde örgütlendiği ülkelerde eyalet "state" sakınım planı ve yerel "local" sakınım planı gibi farklı düzeyde uygulamalar mevcuttur.

Türkiye'de ise gelişme, kalkınma ve yatırım çalışmalarına doğal afetlerin meydana getirdiği tehlikelerin azaltılması amacıyla afet duyarlı gelişmeyi ön gören sakınım planlaması çalışmaları kurumsal bir zeminde üretilmemekte ve yasal bir zeminde dayanak bulamamaktadır. Türkiye'de güncel yasal uygulama 7269 sayılı "Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun" kapsamındadır. Bu kanun, alınacak tedbirler ve yapılacak yardımlara dair çalışmalarla; risk yönetimi, yıkılma ve hasar görme olasılığına sahip yapıların belirlenmesi ve güçlendirilmesini tarif etmektedir.

Sakınım planlaması, özelinde yasal ve kurumsal eksikliğin Türkiye'de afet risklerinin belirlenmesi ve afet risklerine duyarlı planlama çalışmalarını üretilmesi gibi çok disiplinli bir alanda uzmanlaşmış personelin ve kurumların kısıtlı sayıda olduğu ortaya koymaktadır. Türkiye, özelinde sakınım planlamasının yerel ölçekte parçacı

yapılabilmesi uzman personel açığı ve mali açıdan sıkıntılı, düşük bütçeli yerel kurumlar düşünüldüğünde mümkün olmayacaktır. Sakınım planlamasına alt bölgesel/kentsel ölçekte yerel ve merkezi tüm aktör ve paydaşların planlama süreç ve mekanizmalarında yer aldığı bir bütüncül bir planlama ve analiz süreçlerini gerektirmektedir.

7269 sayılı yasa ile açıkça anlaşılmaktadır ki, Türkiye de risk yönetimi yıkılma ve hasar görme durumunda ki yapıların fiziksel koşullarının iyileştirilmesine indirgenmiştir. Toplumsal bağlamda risk azaltma uygulamaları, fiziki düzenlemeler yanında finansman koşullarının tasarlanmasını, sosyal sorunların çözülmesini gerektirmektedir [5]. Demirdizen [6] ise 1999 yılında yaşanan büyük depremin ardından Türkiye'nin çözümü zemin ve yapı mühendisliğinde bulunduğunu ve bu amaçla pek çok mevzuat düzenlemesi yaptığını belirtmiştir. Demirdizen'e [6] göre Türkiye'de "çözüm" arayışı, yeni yapıların "denetimli" üretilmesi ve risk altındaki mevcut yapıların güçlendirilmesine odaklanmış ve bu amaçla, ülkenin hemen her yerinde zemin etütlerinin elde edilmesi ve mevzuata uygun yapı üretimi başlıca uygulamalar haline gelmiştir.

Bu çalışma, ASTER SYM ve SAM kullanılarak (i) deprem, sel ve kıyı taşkını tehlikeleri taşıyan yerleşimleri ve alanları Balıkesir ve yerleşimleri üzerinden örnekleyerek tespit etmeyi, (ii) gelecek için yapılacak kalkınma ve gelişme odaklı planlama çalışmaları için strateji oluşturmaya yardımcı olacak bilgi üretimini amaçlamaktadır. Yapılan tespit sonucunda, yerleşimlerin taşıdıkları afet tehlikelerini azaltarak, yerleşimlerin gelişmesini öngören Sakınım planlarına her üç afet türü içinde göreceli olarak daha fazla ihtiyacı olan yerleşimlerin belirlenmesi hedeflenmektedir. Türkiye'de bulunan tüm yerleşimlerin taşıdıkları afet risklerinin değerlendirilmesi, Sakınım planlaması çalışmalarının yapılması güncel ekonomik ve uzman personel gibi kısıtlayıcı koşullar nedeniyle mümkün olmadığından bu engeller Sakınım planlaması çalışmalarına görece olarak daha fazla ihtiyacı olan yerleşimleri belirlenerek, bir tür elekten geçirme işlemi ile aşılabılır. Afet kapsamı geniş bir konu olduğundan bu çalışma afet kapsamına girecek kıyı taşkını, su baskını, deprem, heyelan, sıvılaşma, tsunami, vb konular mevsimsel şiddetli yağmurlar nedeniyle sel, küresel ısınma nedeniyle kıyı taşkını (meteorolojik nedeni) ve jeolojik konumu nedeniyle deprem (jeolojik nedeni) afetleri olarak sınırlandırılmıştır.

Çalışmada kullanılan yöntem ile Balamir'in [4] belirttiği toplumsal bağlamda fiziki düzenlemeler, finansman koşullarının tasarlanması ve sosyal sorunların çözülmesini kapsayacak risk azaltma uygulamaları için, karar vericilerin kentsel gelişim alanı, havaalanı, baraj, köprü, organize sanayi bölgesi, serbest bölge, nükleer santral gibi gelecekte yapılacak kullanımlara dair strateji geliştirmeye yönelik karar verme süreçlerine yardımcı olacak rasyonel bilgi üretimi çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli 2001 yılı raporunda (IPCC) küresel ısınma nedeniyle yıllık ortalama deniz seviyesinin 1-2 mm aralığında yükseldiğini ifade etmektedir [7]. IPCC ye ek olarak Yıldız ve diğerleri [8] çalışmalarında Antalya'da deniz seviyesinin 1984-2002 yılları arasında yıllık 0.9 mm yükseldiğini belirtmektedir. Deniz seviyesindeki mevcut yükseliş trendi aynı hızda devam ettiği düşünüldüğünde, Türkiye kıyılarında yer alan bazı yerleşimlerin sular altında kalma tehlikesini taşıdığını düşünmek yanlış olmayacaktır. Kıyı taşkın tehlikesinin yanında Türkiye ayrıca dünyanın sismik olarak en aktif bölgelerinden birindedir [9] ve tarihsel bütünlük içinde

yerleşimlerin afetlere dair korunmasızlığı ve afetlere dair tehlike azaltıcı stratejilerle gelişiminin sağlanmadığı yaşanan her afet sonrası gündeme gelmektedir.

Afet risklerine dair literatürde birçok çalışma yer almaktadır. Nicholls ve diğerleri [10] küresel ısınma nedeniyle deniz seviyesinin artmasından dolayı meydana gelecek sel ve bataklık alanların yok olma riskini incelemiştir. Van der Sande ve diğerleri [11] yerleşimlerin taşıdığı sel riskleri ve sel hasarlarını incelemiştir. Ayrıca literatürde kentlerin taşıdığı afet risklerinin belirlenmesine dair Türkiye'ye yönelik çalışmalar yer almaktadır. Eyidoğan [12] İstanbul için üretilen deprem haritalarını inceleyerek olası büyük Marmara depreminde İstanbul'un güney sahillerinde bulunan yerleşimlerin görece daha fazla deprem tehlikesi taşıdığını belirtmiştir. Gencer [13] Megakent İstanbul'un deprem afet riskini ve tarihsel süreçte İstanbul'un sosyo-ekonomik ve fiziksel olarak afetlere korunmasız gelişimine neden olan kentsel gelişim plan ve politikalarını değerlendirmiştir. Balamir [14] İstanbul'un Deprem Master Planının oluşumunda yer alan risk sektörlerinin belirlenmesi ve risk sektörlerine paralel olarak geliştirilen öneri eylem planlarını değerlendirmiştir. Kutluca [15] çalışmasında İzmir yapılaşmış alanını taşıdığı heyelan, deprem ve sel afet riskleri bakımından değerlendirmiştir. Parker [16] çalışmasında İstanbul, İzmir, Ankara ve Erzincan'da kente göç edenlerin oluşturduğu gecekondu alanlarının taşıdığı afet risklerini incelemiştir. Düzgün ve Yücelmen [17] çalışmalarında Eskisehir mahalleleri için bütünlük deprem risk modeli önerisinde bulunmuşlardır. Çalışmaları sismik nedenli zemin ve tsunami tehlikelerini analiz etmeyi amaçlamışsa da çalışma alanlarında deniz ve göl bulunmaması nedeniyle zemin tehlike analizi üzerine odaklanmıştır. Öner [18] çalışmasında Tunceli yerleşimlerini afetler açısından tarihsel arka planını inceleyerek ve yerleşimlere dair afet konusunda resmi envanter ve verileri afetlerin sosyal yönlerini ortaya koyarak değerlendirmiştir.

Türkiye'de çok sayıda araştırmacı SYM ve SAM kullanarak bilimsel çalışmalar yapmışlardır. Demirkesen [19]-[21] çalışmalarında sırasıyla Nevşehir, Niğde ve Hatay'ın jeolojik yapısını ve deprem ve sel afetlerinin tehlikelerini SYM ve SAM kullanarak incelemiştir. Adıyaman ve diğerleri [22] SYM kullanarak Batı Anadolu da volkanik desen ve jeotektonik arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Coskun ve diğerleri [23] SYM kullanarak Küçükçekmece su havzasındaki kentleşme ve arazi kullanımını analiz etmiştir. Özalkan ve diğerleri [24] çalışmasında SYM kullanarak Amik gölünün kurutulmuş alanında meydana gelen çevresel faktörlerdeki değişimi analiz etmiştir.

SYM ve SAM enerji, afet, doğal çevre, ulaşım, küresel ısınma, iklim, sağlık, su ve tarım gibi birçok alanda bilimsel çalışmaların üretilmesi amacıyla kullanılmaktadır. SYM ve SAM kapsadıkları alana dair özelliklerin çözümlenmesine olanak tanımaktadırlar. SYM ve SAM üzerindeki ani bir renk değişimi arazi karakterinin değiştiğini göstermektedir. Fay hatları, ana drenaj kanalları SAM üzerindeki arazi şekillerinden yorumlanabilir ve SYM ve SAM üzerindeki ani renk değişimleri vadiler, platolar, ovalar, dağlar, çizgisellikler, eğim gibi arazi biçimlerini ve bu arazi biçimlerinin ani çöküşlerini ve yüksekliklerini gösterebilmektedirler. SYM kullanılarak Balıkesir özelinde çalışmalar yapılmıştır. Akgün ve Türk [25] çalışmalarında SYM kullanarak Ayvalık için heyelan duyarlılık haritası oluşturmuştur. Özdemir, [26] Balıkesir'de yer alan Havran çayının farklı senaryolara göre taşkın risk potansiyellerini analiz etmiştir. Korkmaz [27] Balıkesir sınırları içinden de geçen Nilüfer çayı havzasının hidrolojik modelini SYM ve CBS kullanarak oluşturmuştur.

Balıkesir Türkiye’de sel, kıyı taşkını ve deprem felaketleri gibi doğal tehlikeler bakımından ön plana çıkmaktadır. Balıkesir ‘in tarihine bakıldığında Kandilli Rasathanesi verilerine göre 1900’lerden bugüne 5 ve üzeri büyüklükte 50 deprem ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre 1940’lardan bugüne kadar 121 sel afeti meydana gelmiştir [28]. Bölgede meydana gelen deprem ve taşkın afetleri tektonik ve sel aktivitelerinin kanıtıdır. Balıkesir 1. derecede tehlikeli deprem bölgesinde olup birçok aktif fay zonunun etkisi altındadır. Tarihsel dönemde birçok yıkıcı deprem etkisinde kalmıştır. Tarihsel dönemde meydana gelen depremler incelendiğinde Balıkesir ilinde 1897 ve 1898 yıllarında 8 şiddetinde iki deprem meydana gelmiştir [29]-[33]. Aletsel dönemde meydana gelen depremler incelendiğinde ise 1900 den günümüze il genelinde 8 adet hasar yapıcı deprem meydana gelmiştir. Bu depremler sırasıyla, 1901 M=5. 9 Ayvalık, 1935 M=5. 9 Marmara Adası, 1944 M=7. 2, 1964 M=6. 8 Manyas, 1969 M=5. 7 Gönen, 1999 M=5. 0 Marmara Adası, 2003-2006 M= 5. 0 M=5. 2 Bandırma depremleridir [34].

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümüne ek olarak uygulanan yöntem ve kullanılacak materyal ikinci bölümde, çalışma kapsamında yapılan analizler ve tartışmalar üçüncü bölümde açıklanmıştır. Dördüncü bölümde ise çalışmanın sonuçları yer almaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma Alanı

Balıkesir Türkiye’nin Güney Marmara Bölgesinde ve Kuzey Ege bölgesinde yer almaktadır. Marmara ve Ege denizlerine kıyısı bulunmaktadır ayrıca Balıkesir iline bağlı Marmara ve Ege denizlerinde adalar bulunmaktadır.

Türkiye’de iki denize kıyısı olan Balıkesir’den başka beş il daha vardır. Bu iller Kocaeli, İstanbul, Çanakkale, Tekirdağ ve Muğla’dır. Balıkesir’in doğusunda Bursa ve Kütahya, Güneyinde Manisa ve İzmir ve batısında Çanakkale bulunmaktadır. Balıkesir’in 19 ilçesi bulunmaktadır. 2010 nüfus sayımına göre 1. 152. 323 kişi ile Türkiye’nin en kalabalık 17. ilidir. Balıkesir; Roma, Bizans, Anadolu Selçuklu ve Osmanlı devletlerinin yönetiminde kalmıştır [35]. Balıkesir ili 14. 299 km<sup>2</sup> ile yüz ölçümü bakımından Türkiye’nin en büyük 12. ilidir ve 39,20°-40,30° Kuzey paralelleri ve 26,30°-28. 30° Doğu meridyenleri arasında yer almaktadır.

Gönen ovası, Manyas ovası, Balıkesir ovası ve Körfez ovası başlıca ovalarıdır. Manyas ve Tabak önemli gölleridir. Susurluk, Gönen, Koca, Havran, Simav, Atnos ve Üzümcü çayları önemli akarsularıdır. Karadağ, Edincik, Kapıdağ, Sularya, Keltepe, Çataldağı, Alaçam, Madra, Kaz ve Hodul dağları önemli dağlarıdır ve en yüksek noktası Akdağ tepesidir [35].



Şekil 1. Balıkesir ilinin konumu

## 2.2. Veri

Çalışmada ASTER GDEM SYM, Harita Genel Komutanlığının hazırlamış olduğu 1/100. 000 ölçekli hâlihazır haritalar, MTA'nın hazırlamış olduğu diri fay haritaları, Kandilli Rasathanesi'nin deprem katalogu, Orman ve Su bakanlığının online veritabanı kullanılarak çalışmada kullanılacak katmanlar ve veriler hazırlanmıştır. MTA, HGK ve Kandilli Rasathanesine ait haritalar ve veriler CBS ortamında sayısallaştırılarak veritabanı oluşturulmuştur. Kullanılan tüm veriler UTM coğrafi koordinat sistemi ve 35 Kuzey projeksiyon bölgesine tanımlanmıştır.

ASTER GDEM, NASA ve Japonya Ulusal Teknoloji Birimi tarafından uydular kullanılarak ücretsiz yüksek çözünürlüklü SYM ve SAM üretmek amacıyla 1999 yılında kurulmuş bir ortaklıktır [14]. Çalışmada kullanılan ASTER GDEM SYM 30 metre mekânsal çözünürlük, 15 metre düzensel doğruluk ve 8 metre dikey doğruluğa sahiptir [36],[37].

### 2.3. Veri İşleme

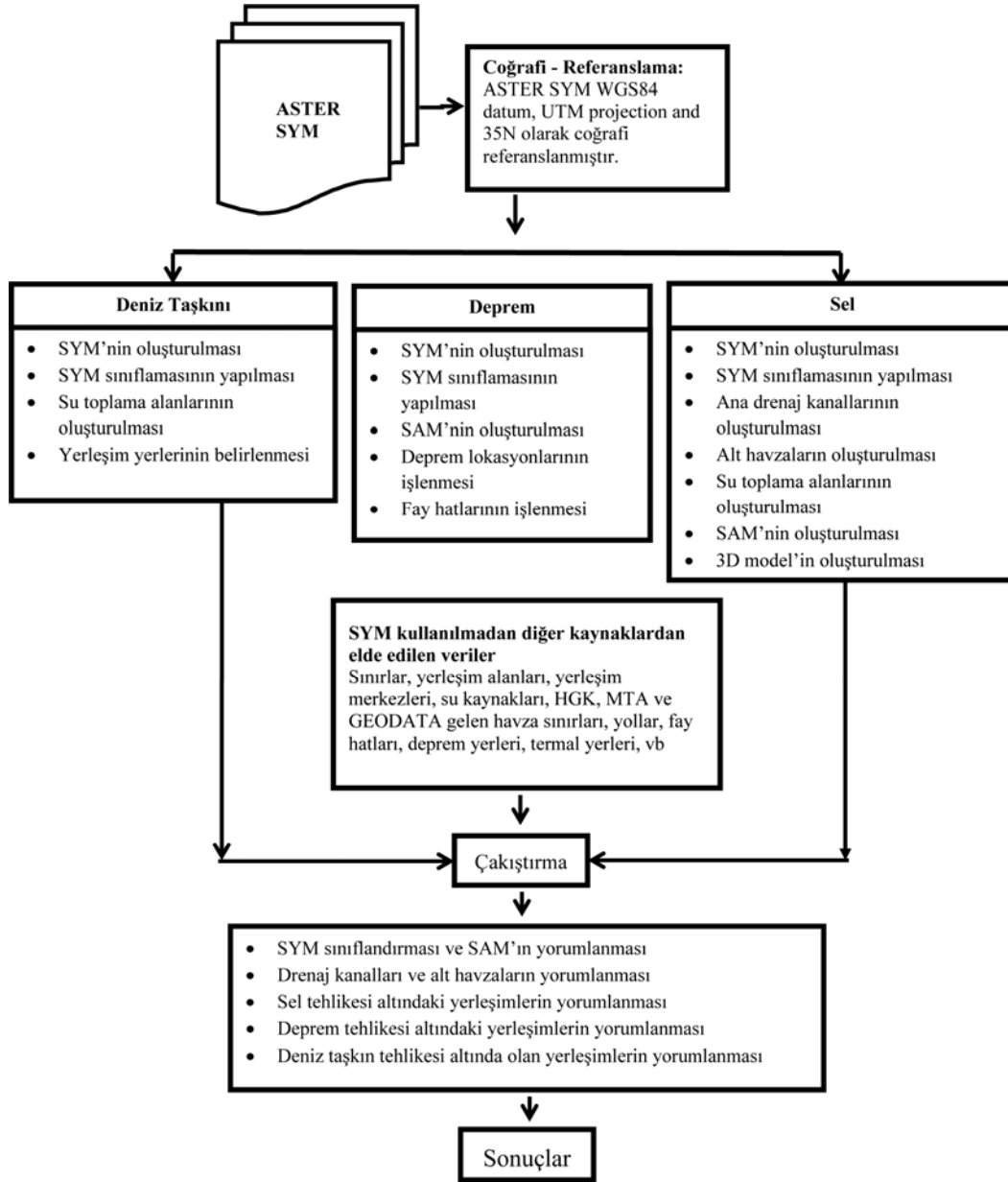
Çalışma da kullanılan tüm veriler, ARC GIS 10. 1 programında yer alan “projection” aracı kullanılarak World Reference System ( $\lambda$ ,  $\phi$  derece) koordinat sisteminden Universal Transverse Mercator (UTM) Kartezyen koordinat (x,y metre) sistemine dönüştürülmüştür. ARC GIS 10.1 de yer alan “Raster” aracında bulunan “Clip” işlemi ile Balıkesir il sınırlarını içine alacak ve etrafındaki bir takım yerleşimlerle olası ilişkiler ön görülerek belirlenen Balıkesir ilinde yer alan fay hatları, vadiler, nehirler ve bir takım yüzey şekillerinin devamlılığının değerlendirilebilmesi amacıyla çalışma alanını ve çevresini kapsayacak bir çerçeveye göre çalışma alanı CBS ortamında tanımlanmıştır [38].

Çalışma da üç bölümden oluşan bir yöntem kullanılmaktadır. Uygulanan yöntem ve çalışmayı oluşturan bölümler Şekil 2 de şematize edilmiştir. Birinci bölümde, SYM sınıflandırılarak Balıkesir’in Marmara ve Ege denizi kıyılarında deniz yükselmesi nedeniyle su altında kalma tehlikesi olan alanlar ve yerleşimler tespit edilmiştir. İkinci bölümde, deprem ve fay bilgileri sayısallaştırılarak SYM ve SAM ile CBS ortamında incelenerek Balıkesir yerleşimlerinin taşıdıkları deprem tehlikeleri birbirlerine göre göreceli olarak değerlendirilmiştir. Üçüncü kısımda ise Balıkesir ili yerleşimlerinin SYM kullanılarak oluşturulan hiyerarşik drenaj kanalları, su toplanma alanları ve alt havzalarla olan ilişkileri bir birlerine göre göreceli olarak değerlendirilmiştir.

Deniz seviyesi yükselmesi nedeniyle taşkın tehlikesi taşıyan alanların analizi için, SYM kullanılarak CBS ortamında sınıflandırılmış ve yerleşimler üzerine eklenerek yorumlanmaya hazır hale getirilmiştir. Sınıflandırma aralıkları değerlendirme ölçütlerine göre belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan SYM sınıflandırma farklı araştırmacılarca da yapılmış, çalışmanın odaklandığı lokasyona ve bilim alanına göre değişiklik göstermiştir. Örneğin; Camargo ve diğerleri [39] geo-istatistikî tekniklerle arazi sınıflandırmasına dair çalışmalar yapmışlardır. Demirkesen İzmir ve Hatay çalışmalarında benzer bir sınıflama yapmıştır. İzmir çalışmasında, 0-2 metre yüksek riskli alan, 2-5 metre düşük riskli alan, 5-25 metre kıyı ova I, 25-100 metre kıyı ova II, 100-500 metre alçak arazi, 500-1000 metre yüksek arazi ve 1000-1500 metre dağlık alan olarak belirlemiştir. Hatay çalışmasında 0-2 metre yüksek risk alanı, 2-5 metre düşük risk alanı, 5-25 metre kıyı ova I, 25- 250 metre kıyı ova II, 250-500 metre düz arazi, 500-1000 yüksek arazi ve 1000-2240 metre ise dağlık alan olarak belirlemiştir. Bu çalışmada sınıflandırma 0-2 metre arası yüksek tehlike, 2-10 metre arası tehlike, 10-50 metre arası kıyıda veya kıyıya yakın düz alanlar, 50-120 metre arası düz alanlar, 120-300 metre arası düz arazi alanları, 300-1000 metre arası yüksek arazi alanları, 1000-2650 metre arası ise dağlık alanlar olarak yapılmıştır (Şekil 3). Çalışmada kullanılan aralıklar uzman görüşüne dair bilgilerin yansımalarıdır ve sübjektiftir.

Deprem tehlikesi altında olan yerleşimleri analiz edilmesi amacıyla SYM ve SAM üzerine yerleşimler, fay hatları, şimdiye kadar meydana gelmiş 5 ve üzeri büyüklükteki deprem koordinatları eklenerek yorumlanmaya hazır hale getirilmiştir. MTA'nın hazırladığı diri fay haritası CBS ortamına aktarılarak faylar elde edilmiş, Kandilli Rasathanesinin deprem kataloğunda yer alan 1900'lerden bugüne meydana gelmiş depremler merkez üslerinin koordinatlarına göre sayısallaştırılmış ve CBS ortamında yerleşim yerleri üzerine eklenmiştir.





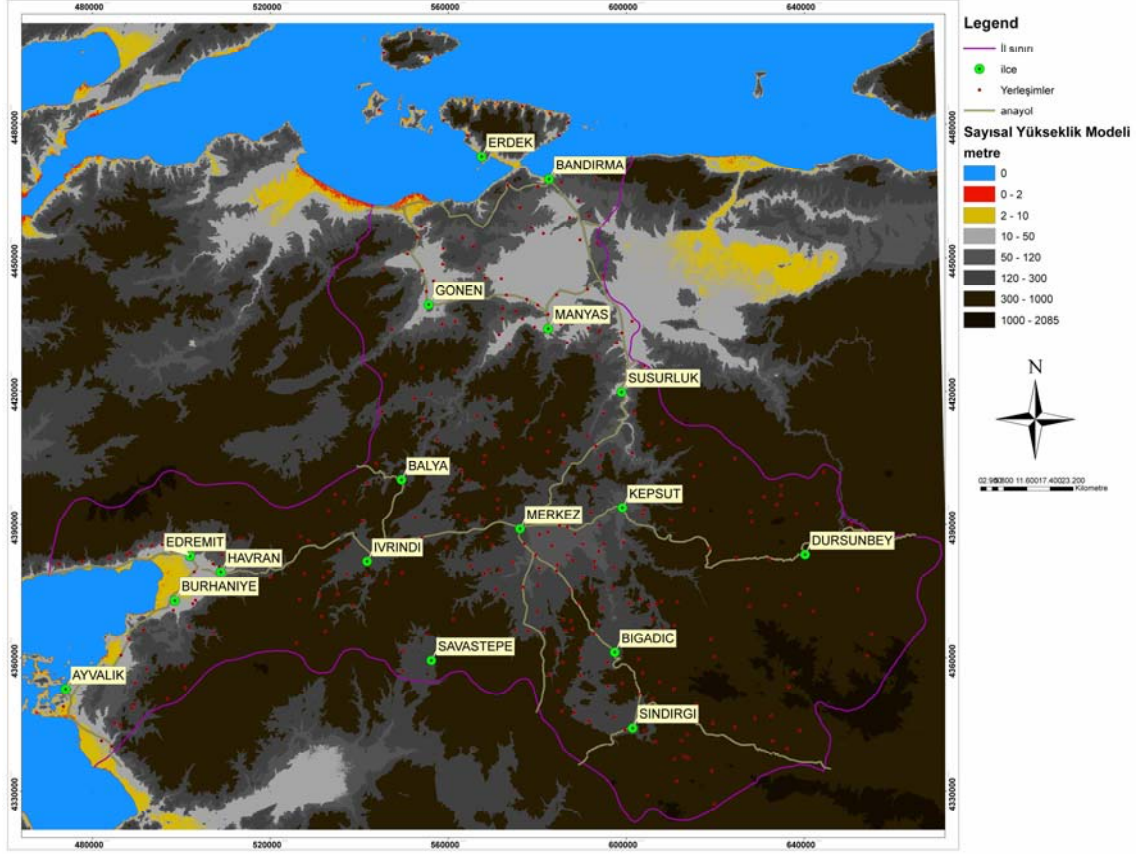
Şekil 2. Çalışmada uygulanan yöntem ve alt basamaklar

Sel tehlikesinin analiz edilebilmesi için SYM ARC GIS 10.1 içerisinde yer alan "Hydrology" aracı kullanılarak ana drenaj kanalları, drenaj hiyerarşisi, alt havzalar, su toplama alanları CBS ortamında oluşturulmuştur. Sel tehlikesi altında bulunan yerleşimlerin tespit edilebilmesi için elde edilen analiz sonuçları üzerine CBS ortamında yerleşim yerleri eklenmiştir [38].

### 3. Analiz ve Tartışma

Kıyı taşkını, sel ve deprem tehlikelerini taşıyan yerleşim yerlerinin tespit edilebilmesi amacıyla ilk olarak Balıkesir il sınırını, sınıflandırılmış SYM ve yerleşim yerlerini gösteren Şekil 3 oluşturulmuştur. Sonrasında çalışma alanının SAM, arazi karakteri üzerine işlenmiş yerleşim yerlerini, fay hatları, 1900'lerden bu güne kadar meydana gelmiş 5 ve üzeri büyüklükteki deprem koordinatlarının eklendiği Şekil 4

oluşturulmuştur. Üçüncül olarak, çalışma alanında yer alan alt havzalar üzerinde yerleşim yerlerini gösteren Şekil 5 ve su toplama alanlarını üzerinde yerleşim yerlerini gösteren Şekil 6 oluşturulmuştur. SYM kullanılarak elde edilen Şekil 3'e göre belirlenen yükseklik sınıflarının alanları hesaplanmış ve Tablo 1 oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında üretilen Şekil 3-6 kullanılarak incelenen Balıkesir ili yerleşimleri kıyı taşkın, deprem ve sel afetlerince değerlendirilmiş ve Tablo 2 oluşturulmuştur.



Şekil 3. Balıkesir ili olası deniz yükselmesi nedeniyle taşkın tehlikesi altındaki alanlar.

Şekil 3 de görüldüğü üzere 0 metrede mavi alanlar deniz, 0-2 metre arası kırmızı alanlar yüksek kıyı taşkın tehlikesi altındaki alanlar, 2-10 metre arası sarı alanlar kıyı taşkın tehlikesi altındaki alanlar, açık griden koyuya doğru ise sırasıyla 10-50 metre arası alanlar kıyıda veya kıyıya yakın düz alanlar, 50-120 metre arası düz alanlar, 120-300 metre arası düz arazi alanlar, 300-1000 metre arası yüksek arazi, 1000-2085 metre arasındaki alanları da dağlık alanlardır. Balıkesir ilinin Ege denizine kıyısı olan yerleşimlerden ziyade kuzeyde yer alan ve Marmara denizine kıyısı olan yerleşimler göreceli olarak daha yüksek kıyı taşkın tehlikesi altında olan alanlardır. Marmara denizinde yer alan artan tehlike sırasıyla, Ekinlik, Avşa ve Paşalimanı adalarının Şekil 3 de görünen 0-2 m arası yükseklikte yer alan alanları tehlike altındadır. Erdek yarım adasının etrafında kıyı taşkın tehlikesi taşıyan yerleşimler bulunmaktadır. Balıkesir ili genelinde yapılan analiz sonucunda elde edilen verilere göre kıyı taşkın sonucu su altında kalma potansiyeli taşıyan alanlar tüm il yüzölçümünün 0.003'ü kadardır (Tablo 1).

Çalışma alanının arazi modelini ifade eden SAM üzerine MTA Diri Fay Haritasından elde edilen “holocen” fay hatları 1900 den bu güne kadar oluşmuş 5 ve üzeri büyüklükte deprem koordinatları, çay ve dereler işlenerek Şekil 4 oluşturulmuştur. SAM üzerinde bulunan ani renk farklılaşması arazi topografyasında meydana gelen ani bir değişimi ifade etmektedir. Alanda yer alan fay hatları ve çay - dere gibi akarsuların vadilerde paralel ilerledikleri görülmektedir. Tabban [40] ve Demirkese [21] çalışmalarında yerleşimlerin olası deprem tehlikelerini yorumlamak için deprem geçmişini incelemişlerdir. Demirkese [20] tarihselliğe ek olarak (i) yerleşimlerin aktif fay kesişim alanlarına olan uzaklıklarını, (ii) aktif faylara olan uzaklıklarını, (iii) jeolojik haritalardan elde edilen arazi faktörü, örneğin, sert-kayalık alanlar veya yumuşak tarım toprakları veya sıvılaşma gibi zemin yüzeyi ve / veya yer kabuğu bilgisi ölçütlerini kullanmıştır. Bu çalışma Tabban ve Demirkese’nin çalışmalarında kullanılan kriterlere ek olarak yerleşimlerin deprem merkez üslerine olan uzaklıklarını kullanarak yerleşimlerin taşıdığı olası deprem tehlikelerini yorumlamıştır.

Tablo 1. Çalışma alanının Sayısal Yükseklik Modelinin Sınıflandırılması.

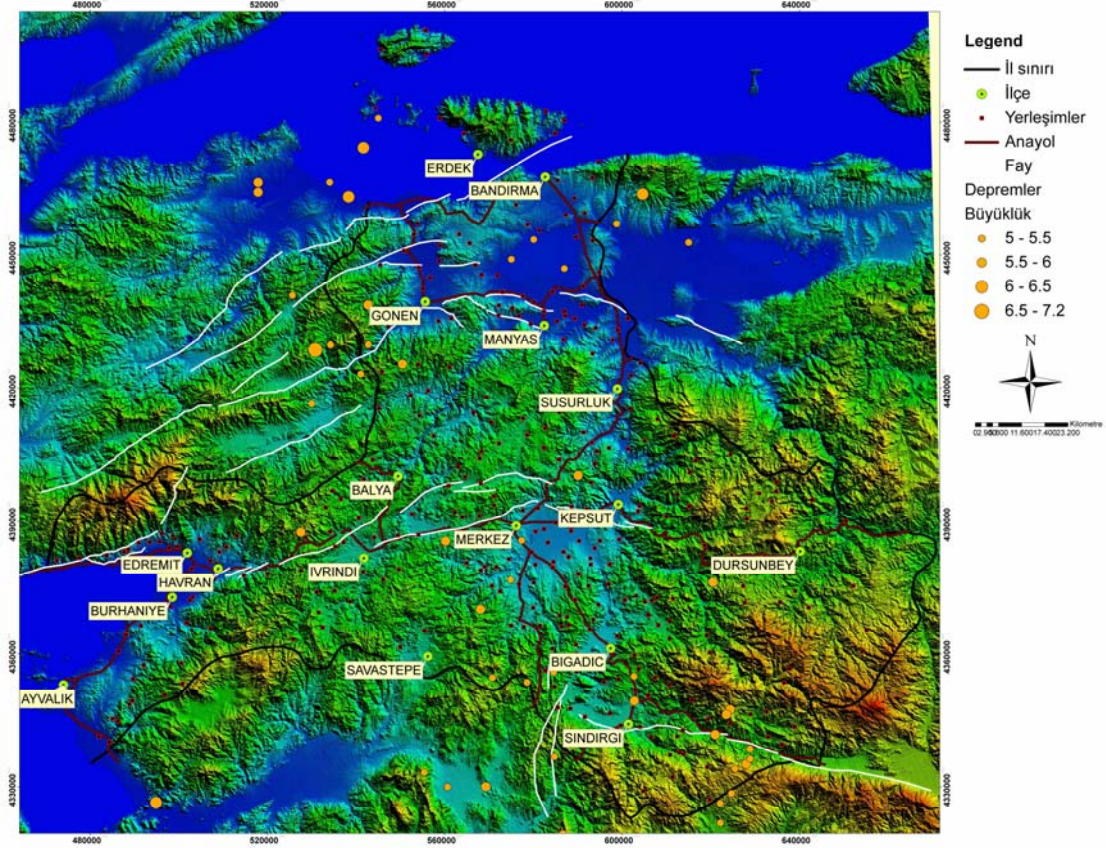
Yükseklik Sınıflaması	Alan (km <sup>2</sup> )	Oran (%)	Risk Alanı
0 - 2 m	49.3	0.003	Yüksek deniz taşkını tehlikesi altındaki alanlar
2 - 10 m	433.5	0.02	Deniz taşkını tehlikesi altındaki alanlar
10 - 50 m	924.7	0.06	Kıyıda veya kıyıya yakın düz alanlar
50 - 120 m	1136.5	0.07	Düz alanlar
120 - 300 m	3352.5	0.23	Plato alanlar
300 - 2085 m	8605.5	0.59	Dağlık alanlar
Total	14,502.5	100.0	

Not: Çalışma alanının Sayısal Yükseklik Modelinin sınıflandırılması yapılırken Balıkesir ili sınırlarını kapsayan bir SYM kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

1900 den günümüze kadar olmuş 5 ve üzeri büyüklükteki depremler 5-5.5, 5.5-6, 6-6.5 ve 6.5-7.2 olarak 4 farklı aralıkta incelenmiştir. 7.2 büyüklüğündeki deprem Gönen ilçesi ve Balya ilçesi yakınlarında meydana gelmiştir. 7.2 büyüklüğünde meydana gelen depremin bulunduğu bölgede ayrıca büyüklüğü 5.5-6 ve 6-6.5 aralığında yer alan depremlerin meydana geldiği gözlenmektedir. Diğer bir 5 ve üzeri büyüklükte depremlerin kümelendiği alanlar ise Erdek ilçesinin batısında Marmara denizi açıkları ve Bandırma ilçesi yakınlarında yer almaktadır.

Şekil 5, çalışma alanında yer alan havza ve alt havzaların yerleşimlerle olan ilişkisini ortaya konması amacıyla oluşturulmuştur. Çalışma alanında yer alan havzalar ve alt havzalar incelendiğinde Balıkesir ili Susurluk, Marmara ve Kuzey Ege akarsu havzalarının kesişimin de yer almaktadır. Balıkesir ili sınırları Susurluk, Marmara ve Kuzey Ege akarsu havzalarının bir bölümünü kapsasada Balıkesir’in büyük bir bölümü Susurluk havzasında yer almaktadır. Gönen, Manyas, Çaprazçay, Biga, Umurbey, Mendere, Edremit, Tuzla, Madra, Simav, Değirmen, Kocakan, Kestane alt havzaları Balıkesir ilinde yer alan alt havzalardır. MGM verilerine göre, taşkın afetinin Türkiye genelinde en fazla sayıda meydana geldiği il Balıkesir ili olduğundan alt havzaların belirlenmesi önem taşımaktadır. SAM kullanılarak oluşturulan hiyerarşik drenaj kanallarının alt havzalar ölçeğinde yerleşimlerle olan ilişkilerinin değerlendirilebilmesi amacıyla hazırlanan ve alt havzaları gösteren harita (Şekil 5) üzerine hiyerarşik drenaj kanalları farklı bir katman olarak eklenmiştir. Yerleşimlerin taşıdıkları sel tehlikesini

yorumlamada Demirkesen [21] beş ölçüt kullanmıştır. Bu ölçütler sırasıyla (i) ana akım kanallarının kendi aralarındaki hiyerarşisi, (ii) yerleşimlerin akım kanallarının birleştiği noktalara olan uzaklığı, (iii) yerleşimlerin ana kanallara olan uzaklığı, (iv) yerleşim alanlarının bulunduğu yerlerin eğim ve akış yönleri, (v) yerleşim yerlerinin su toplama alanlarına olan uzaklığıdır. Bu ölçütlere ek olarak bu çalışmada yerleşimlerin bulunduğu alt havzalara göre konumları değerlendirilmiştir.

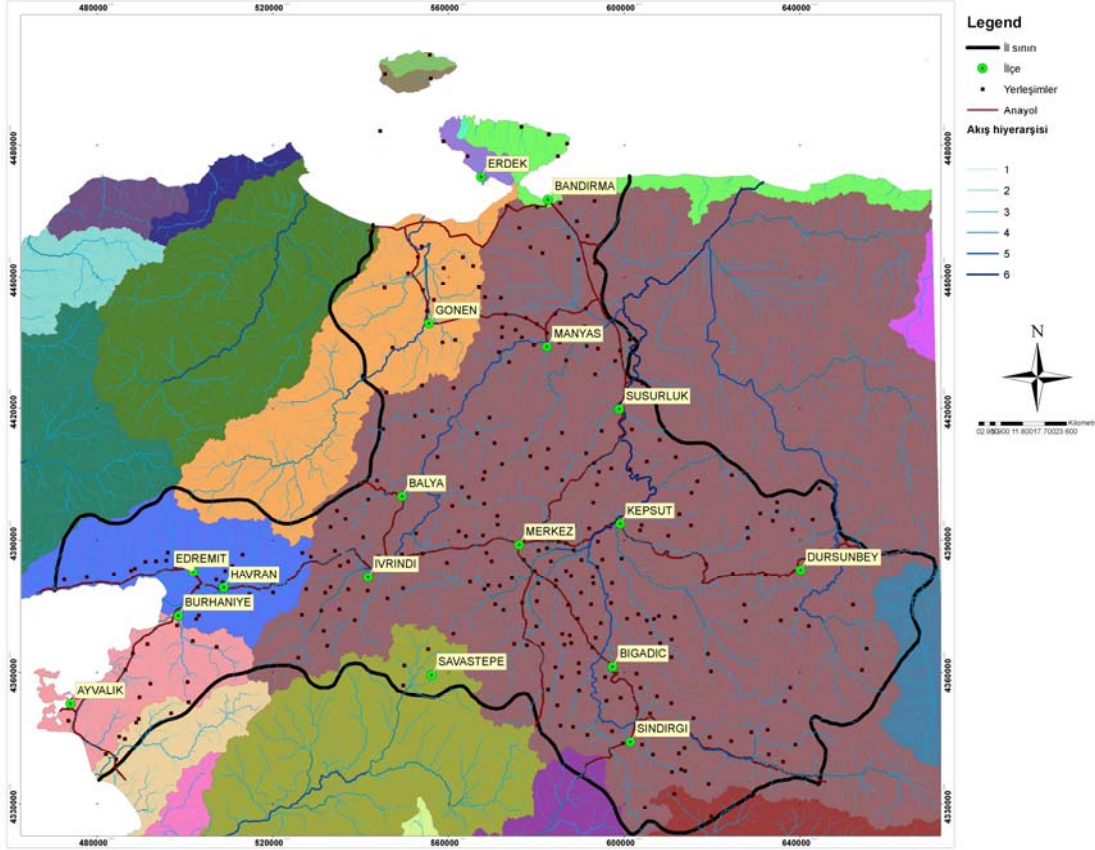


Şekil 4. Balıkesir ili sayısal arazi modeli yerleşimler ve drenaj kanalları

Çalışma alanında yer alan yerleşimlerin çoğunluğu Susurluk havzasında yer almaktadır. Drenaj kanallarının ARC GIS 10.1 ile hiyerarşisi incelenmiştir ve çalışma alanında 1, 2, 3, 4, 5, 6 olarak artan oranda sutaşıma potansiyeli olan drenaj kanallarının bulunduğu ARC GIS 10.1 ile tespit edilmiştir. Elde edilen drenaj hiyerarşisinde 1 genellikle kuru ve yağmur sularının eğim nedeniyle içerisinde aktığı drenaj kanalları olarak belirlenmiştir. 2 mevsimlere göre kuru yâda sulu olabilen derelere, 3 ve 4 genellikle daha büyük derelere, 5 Balıkesir ilinde yer alan Gönen, Koca ve Havran gibi çaylara, 6 Balıkesir 'de yer alan en fazla sutaşıma kapasitesi olan Susurluk çayına karşılık gelmektedir.

Çalışma alanında yer alan su toplanma alanlarının yerleşimlerle olan ilişkisini ortaya koymak amacıyla Şekil 6 oluşturulmuştur. Drenaj kanallarından akan suların akış sırasına göre birleşerek toplandığı alanları ortaya koyan Şekil 6, su toplanma alanları içerisinde de bir hiyerarşi ortaya koymaktadır. Bir birine eklenerek oluşan akış hiyerarşisine göre su toplama alanları 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 olarak ARC GIS 10.1 tarafından en fazla su toplanan alandan en az su toplanan alana doğru oluşturulmuştur. Göl ve ova gibi alanlar olası en fazla su toplama alanları olarak ARC GIS tarafından 1

ile tanımlanmıştır. Yamaçlar ve yüksek eğimli alanlar ise genellikle 64 ve 128 olarak gösterilmektedir. Belirlenen alt havzalar içerisinde en fazla taşkın afetinin yaşandığı yerleşimler Burhaniye, Gömeç, Edremit, Marmara ve Ekinlik adalarının yer aldığı alt havzalardır.

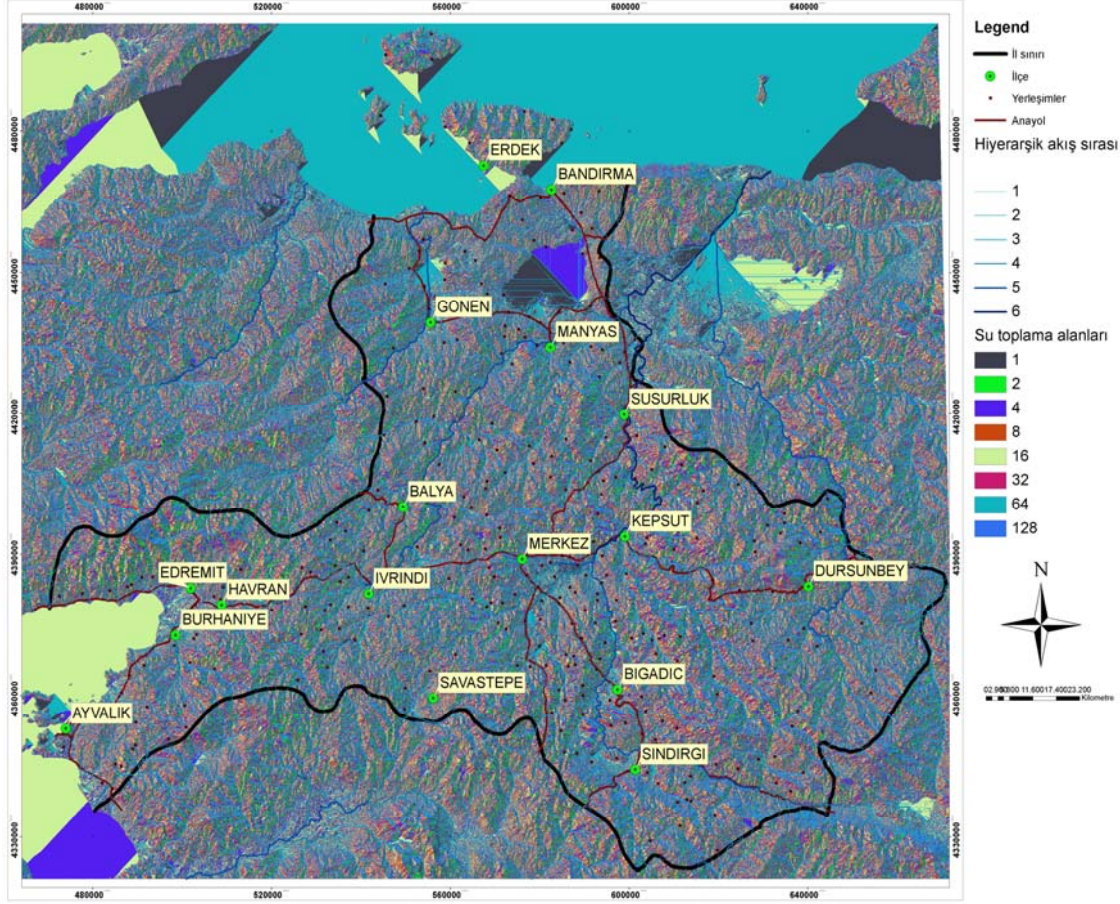


Şekil 5. Balıkesir ili havza - alt havzaları ve hiyerarşik drenaj kanalları

Balıkesir yerleşimlerinin Sakınım planlama çalışmalarına hangilerinin bir birlerine göre öncelikli olarak gerekli olduğunun yorumlanması amacıyla üretilen Şekil 3-Şekil 6 analiz haritaları kullanılmıştır. Yerleşimlerin afetlere dair taşıdıkları tehlikeler 1 2 3 olarak 3 düzeye ayrılmıştır ve 1'den 3'e doğru tehlike görelisi olarak azalmaktadır. Şekil 3 de sınıflandırılan yüksek ve düşük kıyı taşkın tehlikesi taşıyan yerleşimler sırasıyla 1 ve 2 olarak tabloda ifade edilmektedir. Yüksek rakımda bulunan ve kıyı taşkın tehlikesi taşımayan yerleşimler - ile ifade edilmiştir. Balıkesir ilinin Marmara denizi kıyılarında bulunan Erdek, Edremit, Avşa adası, Ekinlik adası ve Bandırma yerleşimleri deniz seviyesinin yükselmesinden kaynaklı olarak en fazla tehlike altında olan yerleşimlerdir.

Şekil 4'te fay hatları ve 1900'lerden günümüze meydana gelmiş depremlerin kümelendiği alanlara göre yerleşimlerin belirlenen kriterlerce taşıdığı deprem tehlikesi birbirlerine göre görelisi olarak belirlenmiştir. Gönen, Edremit, Erdek, Merkez, Havran, Manyas ve Bandırma yerleşimleri görelisi olarak en fazla deprem riski taşıyan yerleşimlerdir. Şekil 5 ve Şekil 6 da yer alan alt havzalar ve su toplanma alanlarına dair analizler sonucunda Burhaniye, Gömeç, Gönen, Ayvalık, Marmara adaları, Susurluk ve Edremit yerleşimleri birbirlerine göre görelisi olarak en fazla sel tehlikesine sahip yerleşimleridir. Şekil 3 incelendiğinde Manyas'ın kuzey doğusunda denizden oldukça uzak bir bölgede kıyı taşkın tehlikesi taşıyan "sarı" alan gözlenmektedir. Bunun nedeni

Manyas Kuş gölünün ve Ulubat gölünün olduğu bu alan etrafındaki yüzey şekillerine göre daha düşük yükseklikte konumlanmıştır. Susurluk çayı Marmara denizine söz konusu alandan geçerek Bursa ili sınırları içerisinde dökülmektedir ve kıyı taşkın riski taşıyan alan Susurluk çayının oluşturduğu kanal üzerinden taşkın riskli alanla birleşmektedir.



Şekil 6. Balıkesir ili su toplama alanları ve hiyerarşik drenaj kanalları

Deniz seviyesindeki yıllık ortalama artışın 10 metrelere ulaşabilmesi için mevcut trendin 1000 sene devam etmesi düşünüldüğünde uzak bir ihtimal olduğu açıktır. Ancak SYM'nin sınıflandırılması sonucunda ortaya çıkan Şekil 3 Marmara Denizinde meydana gelecek olası bir deprem sonucunda oluşacak 10 metrelik dalgalara ulaşabilen bir tsunaminin Susurluk çayı üzerinden güneyde yer alan bölümlere ilerleyebileceğine dair bir riskin yorumlanabileceğini ortaya koymaktadır. Tatlı su kaynaklarının ve verimli tarım topraklarının yer aldığı alanın olası bir tsunami sonucu su altında kalma olasılığı yüksektir. Tsunami sonucu çalışma alanında tehlike taşıyan yerleşimlerin belirlenmesi çalışmanın özünün dışındadır. Ayrıca tsunami afet riskine dair analizler yapılabilmesi için ASTER DEM yerine daha yüksek çözünürlüklü örneğin LİDAR gibi SYM'ler kullanılmalıdır.

Tablo 2. Balıkesir ili yerleşimlerinin taşıdıkları doğal afet tehlikelerinin yorumlanması [41].

Yerleşim	Deniz taşkın riski	Deprem riski	Sel taşkın riski	Nüfus
Merkez	-	1	3	338. 936
Ayvalık	2	2	1	64. 153
Balya	-	2	3	14. 273
Bandırma	2	1	1	139. 874
Bigadiç	-	3	2	49. 174
Burhaniye	2	2	1	52. 787
Dursunbey	-	3	3	41. 320
Edremit	1	1	1	127. 459
Erdek	1	1	2	32. 958
Gömeç	-	2	1	11. 755
Gönen	-	1	1	73. 325
Havran	-	1	1	28. 060
İvrindi	-	2	3	35. 209
Kesput	-	2	2	25. 146
Manyas	-	1	1	21. 459
Marmara	1	3	1	8. 207
Savaştepe	-	3	3	19. 466
Sındırgı	-	2	3	36. 847
Susurluk	-	2	1	40. 323
			Toplam	1. 160. 731

Not: Tablo 2 de yerleşimlerin birbirlerine göre taşıdıkları tehlike 1 den 3 e doğru azalan oranda belirlenmiştir.

#### 4. Sonuç

Gelişme, kalkınma ve yatırım çalışmalarına doğal afetlerin meydana getirdiği tehlikelerin azaltabilmesi amacıyla afet duyarlı gelişmeyi ön gören Sakınım planlaması çalışmaları Türkiye’de kurumsal bir zeminde üretilmemekte ve yasal bir zeminde dayanak bulamamaktadır. Türkiye’ de yasal ve kurumsal olarak dayanak bulamayan afet sakınımı konusunda afet risklerinin belirlenmesi ve afet risklerine duyarlı planlama çalışmalarını üretilmesi gibi çok disiplinli bir alanda uzmanlaşmış personelin çok kısıtlı sayıda olduğuna dair yapılan yorumlar yanlış olmayacaktır. Bu çalışma da (i) yerleşimlerin taşıdığı afet risklerini tespit ederek (ii) gelecek için yapılacak tüm, gelişme, kalkınma ve yatırım çalışmalarına ön bilgi oluşturarak ve (iii) yerleşimlerin hangilerinin öncelikli olarak taşıdıkları afet riskleri, dolayısıyla Sakınım planlama çalışmalarına ihtiyacının olduğunun belirlenmesine yönelik akılcı bir değerlendirme sürecini ortaya konması amaçlanmıştır.

Çalışmada, kullanılan söz konusu akılcı değerlendirme süreci ile Balıkesir’in mevsimsel şiddetli yağmurlar nedeniyle sel, küresel ısınma nedeniyle kıyı taşkını (meteorolojik nedenli) ve deprem (jeolojik nedenli) riskleri taşıyan yerleşimleri belirlenmiştir. Belirlenen yerleşimlerden hangilerine öncelikli olarak afetler öncesi için Balamir’in [5] belirttiği Acil Durum Planı, Sakınım Planı ve Dirençli Gelişim Planı ve afetler sonrası için Yara Sarma Planı gibi çalışmalardan öncelikli olarak yapılmasının gerekli olduğu ortaya konmuştur. Türkiye’nin tüm yerleşimleri için bahsedilen çalışmaların her birinin aynı dönemde yapılması değerlendirildiğinde maliyet ve uzman personel gerekliliği gibi kısıtlayıcıların çalışmada uygulanan yöntem ile aşılması mümkündür.

Sonuç olarak, Balıkesir ilinin Marmara denizi kıyılarında bulunan Erdek, Avşa adası, Ekinlik adası, Edremit ve Bandırma yerleşimleri deniz seviyesinin yükselmesinden kaynaklı olarak en fazla tehlike altında olan yerleşimlerdir. Gönen, Erdek, Edremit, Manyas ve Bandırma yerleşimleri en fazla deprem tehlikesi altında olan yerleşimlerdir. Burhaniye, Gömeç, Gönen, Ayvalık, Marmara adaları, Susurluk ve Edremit yerleşimleri en fazla sel tehlikesine sahip yerleşimleridir (Tablo 2). Erdek, Edremit, Bandırma, Gönen, Manyas, Ayvalık Susurluk ve Marmara adası sakinim planlaması çalışmalarının görelisi olarak öncelikle yapılması gereken yerleşimlerdir (Tablo 2).

Yapılan değerlendirme için ASTER SYM ve CBS ile üretilen farklı katmanlar kullanılmıştır. Çalışmanın tutarlılığı iki farklı bölümde değerlendirilebilir. Birincisi kullanılan SYM'nin çözünürlüğü ile ilgilidir. ASTER SYM ücretsiz SYM sağlayıcıları içerisinde en yüksek oranda çözünürlüğe sahip SYM dir. Daha yüksek oranda çözünürlüğe sahip bir SYM kullanılarak yapılan çalışmalar daha tutarlı sonuçlar verecektir. İkincisi ise uzman bilgisine dayanmasıdır. Çok disiplinli bir çalışma ekibinin afet risk belirleme gibi kapsamlı bir konuyu değerlendirme biçiminin, tek bir disiplinden uzmanların değerlendirme biçiminden farklı olacağı kuşkusuzdur.

## Kaynaklar

- [1]. Parker, R. S., **Hazards of Nature, Risks to Development**, World Bank, Washington DC, (2006)
- [2]. Orhan, E., Afet Planlamasında Kaynak Kullanımının Siyasetinde Planlamanın Rolü, **Planlama**, 1 : 69-81, Ankara, (2010)
- [3]. Balamir, M., Recent Changes in Turkish Disasters Policy: A Strategical Reorientation?. In **Mitigation and Financing of Seismic Risks: Turkish and International Perspectives** (pp. 207-234), Springer Netherlands, (2001)
- [4]. Balamir, M., Painful steps of progress from crisis planning to contingency planning: Changes for disaster preparedness in Turkey. **Journal of Contingencies and Crisis Management**, 10(1), 39-49, (2002)
- [5]. Balamir, M., Türkiye Yeni Bir Deprem Stratejisi mi Geliştiriyor. **Mimarlık Dergisi**, 295, 44-47, (2000)
- [6]. Demirdizen, E., Japonya Depreminden Türkiye İçin Kent Planlama Dersleri, **TMMOB 3. Bursa Kent Sempozyumu**, Bursa, (2011)
- [7]. McCarthy, J. J. , Canziani, O. F., Leary, N. A., Dokken, D.J. ve White, K.S., **Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, Cambridge University Press, (2001)
- [8]. Yildiz, H., Demir, C., Gurdal, M.A., Akabali, O.A., Demirkol, E.O., Ayhan, M.E., ve Turkoglu, Y., Antalya-II, Bodrum-II, Erdek ve Menteş Mareograf İstasyonlarına Ait 1984-2002 Yılları Arası Deniz Seviyesi ve Jeodezik Ölçülerin Değerlendirilmesi, **Harita Dergisi**, 70:17, 1-72, (2003)
- [9]. Pusch, C., **Preventable losses: saving lives and property through hazard risk management: a comprehensive risk management framework for Europe and central Asia**, World Bank, (2004)
- [10]. Nicholls, R.J., Hoozemans, F.M. J., ve Marchand, M., Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: regional and global analyses, **Global Environmental Change**, (1999)



- [11]. Van der Sande, C.J., de Jong, S.M. , ve de Roo, A.P.J., A segmentation and classification approach of IKONOS-2 imagery for land cover mapping to assist flood risk and flood damage assessment. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, 4(3), 217-229, (2003)
- [12]. Eyidoğan, H., Marmara Bölgesinin ve İstanbul Kentinin Deprem Tehlikesi Üzerine Bir Değerlendirme, **TMMOB Afet Sempozyumu**, Ankara, (2007)
- [13]. Gencer, E.A., Natural Disasters, Urban Vulnerability, and Risk Management: A Theoretical Overview. In **The Interplay between Urban Development, Vulnerability, and Risk Management** (pp. 7-43). Springer Berlin Heidelberg, (2013)
- [14]. Balamir, M. Urban seismic risk management: the earthquake master plan of Istanbul (EMPI). In Proceedings of the **13th World Conference on Earthquake Engineering**, Vancouver, BC, Canada, (2004)
- [15]. Kutluca, A. K., The Izmir City and Natural Hazard Risks. In ERSA conference papers, **European Regional Science Association**, (2006)
- [16]. Parker, R.L., Parker, R.S., Kreimer, A., ve Munasinghe, M., **Informal settlements, environmental degradation, and disaster vulnerability: The Turkey case study**, Vol. 97, World Bank Publications, (1995)
- [17]. Düzgün, Ş.H. ve Yüçemen, S., Kentsel Alanlarda Bütünleşik Risk Modeli: Eskişehir Örneği, **TMMOB Afet Sempozyumu**, Ankara, (2007)
- [18]. Öner, İ., Tunceli İlinin Afet Tehlikeleri ve Riskleri, **TMMOB Afet Sempozyumu**, Ankara, (2007)
- [19]. Demirkesen A.C., Evrendilek, F., Berberoglu, S., ve Kilic S. Coastal flood risk analysis using Landsat-7 ETM? imagery and SRTM DEM: a case study of Izmir, Turkey, **Environmental Monitoring Assessment** 131, 293–300, (2007)
- [20]. Demirkesen, A.C., Evrendilek, F. ve Berberoglu, S., Quantifying coastal inundation vulnerability of Turkey to sea-level rise, **Environmental Monitoring Assessment** 138, 101–106, (2008)
- [21]. Demirkesen, A.C., Multi-risk interpretation of natural hazards for settlements of the Hatay province in the east Mediterranean region, Turkey using SRTM DEM, **Environmental Earth Sciences**, 65(6), 1895-1907, (2012)
- [22]. Adiyaman, Ö., ve Chorowicz, J., Late Cenozoic tectonics and volcanism in the northwestern corner of the Arabian plate: a consequence of the strike-slip Dead Sea fault zone and the lateral escape of Anatolia. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, 117:3, 327-345, (2002)
- [23]. Coskun, H.G., Alganci, U., ve Usta, G. Analysis of land use change and urbanization in the Kucukcekmece water basin (Istanbul, Turkey) with temporal satellite data using remote sensing and GIS, **Sensors**, 8(11), 7213-7223, (2008)
- [24]. Ozelkan, E., Avci, Z.D.U., ve Karaman, M. **Investigation on Draining of the Lake Amik and the Related Environmental Changes, by Using Remote Sensing Technology**, (2011)
- [25]. AKGÜN, A., ve TÜRK, N., İki ve Çok Değerşkenli İstatistik ve Sezgisel Tabanlı Heyelan Duyarlılık Modellerinin Karşılaştırılması: Ayvalık (Balıkesir, Kuzeybatı Türkiye) Örneği, **Jeoloji Mühendisliđi Dergisi** 34:2, 85 – 112, (2010)
- [26]. Özdemir, H., SCS CN Yağış-Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneği (Balıkesir). **Ankara Üniversitesi Coğrafi Bilimler Dergisi**, 5:2, 1-12, (2007)
- [27]. Korkmaz, S., Hidrolojide Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları: Nilüfer Çayı Havzası, **TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi**, Antalya, (2011)

- [28]. MGM, **Meteoroloji Genel Müdürlüğü**, <http://www.mgm.gov.tr/en-US/forecast-5days.aspx>, (2013)
- [29]. Pınar,N. ve Lahn, E., **Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu**. T. C. Bayındırlık Bak. Yapı ve İmar İş. Reis. Y. Seri 6, Sayı 36, (1952)
- [30]. Ergin,K., Güçlü,U. ve Uz, Z., **Türkiye ve civarının Deprem Kataloğu**. İ:T:Ü: Maden Fak. Arz Fiziği Ens. Yayın No. 24, İstanbul, (1967)
- [31]. Shebalin,N.V., Karnik,V., ve Hardzievski, D., **Catalogue of Earthquakes UNESCO**, Skopje,Yugoslavia, (1974)
- [32]. Öcal, N., **Türkiyenin Sismisitesi ve Zelzele Coğrafyası , 1850-1960 Yılları İçin Zelzele Kataloğu**, Kandilli Rasathanesi Yayınları No:8, İstanbul, (1968)
- [33]. Karnik,V., Seismicity of the Eurpean Area 2. D. Rediel Publishing Company /Dortrecht, Holland, (1971)
- [34]. Kandilli Rasathanesi, **Türkiye Deprem Katalogu**, <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/>, (2013)
- [35]. Tağil, Ş., **Balıkesir Ovası ve Yakın Çevresinin Fiziki Coğrafyası**, Anıl Matbaa ve Ciltevi. Ankara, (2004)
- [36]. ASTER GDEM, **The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection**, Global Sayısal Yükseklik Modeli Verisi, <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/>, (2013)
- [37]. ERSDAC, **Online Veritabanı** [http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/ver2Validation/Summary\\_GDEM2\\_validation\\_report\\_final.pdf](http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/ver2Validation/Summary_GDEM2_validation_report_final.pdf), (2013)
- [38]. ESRI, **ArcGIS 10.1 Manual**, New York Street, Redlands, CA. <http://www.esri.com/>, (2013)
- [39]. Camargo, F.F., Florenzano, T.G., De Almeida, C.M., ve De Oliveira, C.G., Geomorphological mapping using object-based analysis and ASTER DEM in the Paraíba do Sul Valley, Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, 30(24), 6613-6620, (2009)
- [40]. Tabban, A., **Kentlerin Jeolojisi ve Deprem Durumu**, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, (2000)
- [41]. TÜİK, **Türkiye İstatistik Kurumu**, <http://www.turkstat.gov.tr>, (2013)