

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK İKLİM
DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI DENİZ SEVİYESİ ETKİSİNİN
MODELLENMESİ**

**Hazırlayan
Abdulkerim Yusuf DİRİCAN**

**Danışman
Doç. Dr. Abdurrahman GEYMEN**

Yüksek Lisans Tezi

**Haziran 2016
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK İKLİM
DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI DENİZ SEVİYESİ ETKİSİNİN
MODELLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Abdulkerim Yusuf DİRİCAN**

**Danışman
Doç. Dr. Abdurrahman GEYMEN**

**Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından FLY-2014-4941 kodlu proje kapsamında desteklenmiştir.**

**Haziran 2016
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Abdulkerim Yusuf DİRİCAN

İmza :

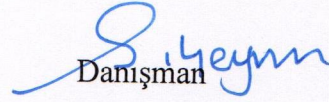


YÖNERGEYE UYGUNLUK

Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak İklim Değişikliğine Bağlı Deniz Seviyesi Etkisinin Modellenmesi adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Abdulkerim Yusuf DİRİCAN

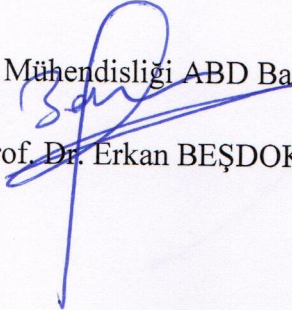


Danışman

Doç. Dr. Abdurrahman GEYMEN

Harita Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Erkan BEŞDOK



Doç. Dr. Abdurrahman GEYMEN danışmanlığında Abdulkerim Yusuf DİRİCAN tarafından hazırlanan “Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak İklim Değişikliğine Bağlı Deniz Seviyesi Etkisinin Modellenmesi” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

01/06 /2016

JÜRİ:

Danışman : Doç. Dr. Abdurrahman GEYMEN *S. Geymen*
 Üye : Doç. Dr. Mustafa ATASOY *M. Atasoy*
 Üye : Yrd. Doç. Dr. Bülent BOSTANCI *B. Bostancı*

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 07/06/2016 tarih ve 2016-26-10...sayılı kararı ile onaylanmıştır.

07...../06../2016

Prof. Dr. Mehmet AKKURT
 Enstitü Müdürü



ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgememiş olan, bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, engin tecrübe ve görüşleri ile ufkumu açan sayın hocam Doç. Dr. Abdurrahman GEYMEN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışmasına maddi destek veren Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje Kodu: FLY-2014-4941) teşekkür ederim.

Ayrıca, bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi olan babam İsmail DİRİCAN, annem Gülşen DİRİCAN ve çalışmalarım süresince manevi desteğini esirgemeyen eşim Neslihan DİRİCAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Abdulkerim Yusuf DİRİCAN

Kayseri, Haziran 2016

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI DENİZ SEVİYESİ ETKİSİNİN MODELLENMESİ

Abdulkerim Yusuf DİRİCAN
Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Mart 2016
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Abdurrahman GEYMEN

ÖZET

Son dönemlerde Dünya gündeminde geniş yer tutan küresel ısınma ve iklim değişikliği bilimsel ve politik bir mesele haline gelmiştir. İklim değişikliğine yol açan birçok faktör bulunmakla birlikte, bu faktörlerin en önemlisi insan kaynaklı sera gazları olduğu kanısı bilimsel olarak kabul görmüştür. Küresel ısınmaya bağlı olarak önümüzdeki süreçte okyanusların ısınmasıyla birlikte dağ buzullarının ve kutuplardaki buz örtüsünün erimeye devam etmesi sonucu deniz seviyesinde yükselme meydana geleceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, IPCC 5. Değerlendirme Raporu deniz seviyesi değişim senaryoları ve SRTM sayısal yükseklik modeli kullanılarak Türkiye kıyılarından, küresel ısınma sonucu iklim değişikliğine bağlı deniz seviyesi değişimleri sonrası sular altında kalması beklenen alanların modellenmesi gerçekleştirilerek, Türkiye'nin 780043 km² olan yüzölçümünün önümüzdeki 500 yıllık süreçte yüzde 0.16 ile 0.70 arasında su baskınlarına maruz kalabileceği gözlemlenmiştir. Türkiye kıyı şeridinde bulunan 28 ilimiz için gerçekleştirilen iklim değişikliğine bağlı deniz seviyesi değişim modellemesi neticesinde ise deniz seviyesi artışının önümüzdeki 500 yıllık dönemde en çok etkileyeceği illerimiz Adana, Edirne, İzmir, Samsun, İstanbul, Muğla, Mersin olarak tespit edilmiştir. Son olarak İzmir'in 1/5000 ölçekli haritasından üretilen SYM1 ile deniz seviyesi değişim modellemesi gerçekleştirilerek, SRTM'den elde edilen deniz seviyesi değişim modeli ile karşılaştırılmış ve SRTM verilerine ait alansal etki modelinin düşük çıkma sebebi, yerleşim yerleri ve kıyı şeritlerindeki SRTM yükseklik verilerinin doğruluğu ile ilişkilendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Küresel Isınma, İklim Değişikliği, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Sayısal Yükseklik Modeli, SRTM

MODELLING OF SEA LEVEL EFFECT OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS USING CLIMATE CHANGE

Abdulkerim Yusuf DİRİCAN

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Science

M.Sc. Thesis, March 2016

Thesis Supervisor: Doç. Dr. Abdurrahman GEYMEN

ABSTRACT

Large ground holding global warming and climate change on the world agenda in recent years has become a scientific and political issue. Although there are many factors that lead to climate change, the most important of the greenhouse gases of human origin considers that these factors have been scientifically accepted. Depending on the result of global warming continues to melt glaciers and the polar ice cover in the coming period with the warming of the oceans is believed that sea level rise will occur. In this study, the IPCC 5th Assessment Report of sea level change scenarios and SRTM digital elevation model using Turkey from the coast due to global warming the result of climate change, sea level changes after the flooding expected field of modeling performed Turkey's 780 043 km² area in the next 500 years the process It has been observed between 0.16 and 0.70 percent can be subjected to flooding. in the Turkey coast 28 of our city depends on the climate change carried out to sea level change modeling result of the sea level rise in the next 500 years in the most affected will be the province Our Adana, Edirne, Izmir, Samsun, Istanbul, Muğla, has been identified as Mersin. Finally Izmir 1/5000 with maps produced from the SYM1 sea level change modeling performed, derived from SRTM sea level change model were compared with and SRTM data belonging to the spatial impact low rise due to the modeling, the accuracy of SRTM elevation data in residential areas and coastline It is associated with.

Keywords: Global Warming, Climate Change, Geographic Information Systems, Digital Elevation Model, SRTM

İÇİNDEKİLER

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI DENİZ SEVİYESİ ETKİSİNİN MODELLENMESİ

	<u>Sayfa</u>
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI.....	..ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI	..iii
KABUL VE ONAY SAYFASI.....	..iv
ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR.....	..v
ÖZET	..vi
ABSTRACT	..vii
İÇİNDEKİLER.....	..viii
TABLolar LİSTESİ	..xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	..xii
GİRİŞ.....	1

1. BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

1.1. Literatür Çalışması.....	4
-------------------------------	---

2. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. Küresel Isınma	8
2.2. Küresel Isınmanın Nedenleri	9
2.2.1. Doğal Nedenler	9
2.2.1.1. Dünyanın Prezisyon Hareketi	9
2.2.1.2. Güneşin Etkisi.....	9

2.2.1.3. El Nino Etkisi	10
2.2.2. Yapay Nedenler	10
2.2.2.1. Fosil Yakıtlar	10
2.2.2.2. Sera Gazları	10
2.3. Küresel Isınmanın Etkileri	12
2.4. Küresel Isınmanın Türkiye Üzerindeki Etkileri.....	13
2.5. Küresel Isınmaya Uluslararası Alanda Çözüm Arayışları	14
2.5.1. İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi.....	16
2.5.2. Kyoto Protokolü	18
2.6. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC).....	19
2.7. IPCC Deniz Seviyesi Değişim Senaryoları	20

3. BÖLÜM

KULLANILAN YÖNTEMLER

3.1. Sayısal Yükseklik Modeli Üretim Yöntemleri	24
3.1.1. Veri Toplama.....	24
3.1.1.1. Jeodezik Ölçme Yöntemleri İle Veri Toplama	24
3.1.1.2. Sayısalştırma Yöntemleri İle Veri Toplama	25
3.1.1.3. Fotogrametrik Değerlendirme Yöntemleri İle Veri Toplama.....	25
3.1.1.4. Lazer Tarama Sistemleri İle Veri Toplama.....	25
3.1.1.5. Radar Sinyal Dalgaları İle Veri Toplama	26
3.1.1.5.1. SRTM Hakkında Genel Bilgiler.....	28
3.1.2. Veri Yapıları.....	30
3.1.2.1. Raster Yöntemi.....	30
3.1.2.2. Üçgenleme Yöntemi.....	30

4. BÖLÜM

UYGULAMA VE BULGULAR

4.1. Çalışma Alanı.....	32
4.2. Kullanılan Materyal ve Yazılımlar	35
4.3. Türkiye Geneli Deniz Seviyesi Değişiminin Modellenmesi.....	36

4.4. Türkiye’nin Denize Kıyısı Bulunan 28 İlinde Deniz Seviyesi Değişiminin Modellenmesi.....	39
4.4.1. Adana İli Deniz Seviyesi Değişiminin Modellenmesi	42
4.4.2. Edirne İli Deniz Seviyesi Değişiminin Modellenmesi	46
4.4.3. İzmir İli Deniz Seviyesi Değişiminin Modellenmesi.....	50
4.4.4. Samsun İli Deniz Seviyesi Değişiminin Modellenmesi.....	54
4.5. İzmir İli 1/5000 Ölçekli Halihazır Harita ve SRTM Verilerinden Elde Edilen Deniz Seviyesi Değişim Modellerinin Karşılaştırılması	60

5. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	70
KAYNAKLAR.....	73
ÖZGEÇMİŞ	77

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Sera Gazları Emisyon Kaynakları.....	11
Tablo 2.2. Sera Gazlarının Katkıları ve Yıllık Artış Oranları.....	11
Tablo 2.3. 2090-2099 Yıllarındaki Sıcaklık Değişimleri ve Deniz Seviyesindeki Yükselme	21
Tablo 2.4. Küresel Ortalama Deniz Seviyesi Yükselmesi 1986-2005’e Kıyasla	23
Tablo 4.1. IPCC 5. Değerlendirme Raporu Olası Deniz Seviyesi Değişim Senaryosu	33
Tablo 4.2. Uygulamada Kullanılan Deniz Seviyesi Değişim Senaryosu.....	34
Tablo 4.3. C-SRTM Teknik Özellikleri	35
Tablo 4.4. Deniz Seviyesi Değişiminin Türkiye Genelindeki Alansal Etkisi.....	36
Tablo 4.5. Deniz Seviyesi Değişiminin 28 Kıyı İline Alansal Etkisi.....	40
Tablo 4.6. Deniz Seviyesi Değişiminin 28 Kıyı İline Oransal Etkisi	41
Tablo 4.7. Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İline Alansal Etkisi	42
Tablo 4.8. Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İline Alansal Etkisi	46
Tablo 4.9. Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İline Alansal Etkisi	50
Tablo 4.10. Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İline Alansal Etkisi	54
Tablo 4.11. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen Deniz Seviyesi Değişimlerinin İzmir İline Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması ...	61
Tablo 4.12. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen Deniz Seviyesi Değişimlerinin İzmir İli Yüzölçümüne Oranlarının Karşılaştırılması	62

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	IPCC 5. Değerlendirme Raporu 1900-2010 Yılları Arası Yüzey Sıcaklık Değişimi	8
Şekil 2.2.	IPCC 5. Değerlendirme Raporu Küresel Isınmanın Etkileri	12
Şekil 2.3.	Emisyon Senaryoları Özel Raporu.....	20
Şekil 2.4.	Küresel ortalama Sıcaklık Değişimi	22
Şekil 2.5.	Küresel Ortalama Deniz Seviyesi Yükselmesi (m/yıl)	22
Şekil 3.1.	Hava LİDAR Sistemi.....	26
Şekil 3.2.	Gerçek Açıklıklı Radar	27
Şekil 3.3.	Yapay Açıklıklı Radar	27
Şekil 3.4.	SRTM İçin Kullanılan Uzay Mekiği ve Donanımı.....	29
Şekil 3.5.	1"x1" SRTM Verisinden 3"x3" SRTM Verisi Elde Edilmesi	29
Şekil 3.6.	Karesel Grid Ağı	30
Şekil 3.7.	Üçgen Ağı	31
Şekil 4.1.	IPCC 5. Değerlendirme Raporu Olası Deniz Seviyesi Değişim Grafiği	33
Şekil 4.2.	İzmir'in 11 İlçesine Ait 1/5000 Ölçekli Halihazır Haritadan Üretilmiş Sayısal Yükseklik Modeli	34
Şekil 4.3.	Türkiye SRTM3 Sayısal Yükseklik Modeli.....	35
Şekil 4.4.	2100 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Türkiye Kıyılarındaki Alansal Etki Modeli	37
Şekil 4.5.	2200 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Türkiye Kıyılarındaki Alansal Etki Modeli	37
Şekil 4.6.	2300 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Türkiye Kıyılarındaki Alansal Etki Modeli	38
Şekil 4.7.	2400 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Türkiye Kıyılarındaki Alansal Etki Modeli	38
Şekil 4.8.	2500 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Türkiye Kıyılarındaki Alansal Etki Modeli	39
Şekil 4.9.	2100 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İli Alansal Etki Modeli	43
Şekil 4.10.	2200 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İli Alansal Etki Modeli	43

Şekil 4.11. 2300 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İli Alansal Etki Modeli	44
Şekil 4.12. 2400 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İli Alansal Etki Modeli	44
Şekil 4.13. 2500 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İli Alansal Etki Modeli	45
Şekil 4.14. 2100-2500 Yılları Senaryolarına Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İli Alansal Etki Modeli	45
Şekil 4.15. 2100 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İli Alansal Etki Modeli	47
Şekil 4.16. 2200 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İli Alansal Etki Modeli	47
Şekil 4.17. 2300 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İli Alansal Etki Modeli	48
Şekil 4.18. 2400 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İli Alansal Etki Modeli	48
Şekil 4.19. 2500 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İli Alansal Etki Modeli	49
Şekil 4.20. 2100-2500 Yılları Senaryolarına Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İli Alansal Etki Modeli	49
Şekil 4.21. 2100 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İli Alansal Etki Modeli	51
Şekil 4.22. 2200 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İli Alansal Etki Modeli	51
Şekil 4.23. 2300 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İli Alansal Etki Modeli	52
Şekil 4.24. 2400 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İli Alansal Etki Modeli	52
Şekil 4.25. 2500 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İli Alansal Etki Modeli	53
Şekil 4.26. 2100-2500 Yılları Senaryolarına Göre Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İli Alansal Etki Modeli	53

Şekil 4.27. 2100 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İli Alansal Etki Modeli	55
Şekil 4.28. 2200 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İli Alansal Etki Modeli	56
Şekil 4.29. 2300 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İli Alansal Etki Modeli	57
Şekil 4.30. 2400 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İli Alansal Etki Modeli	58
Şekil 4.31. 2500 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İli Alansal Etki Modeli	59
Şekil 4.32. 2100-2500 Yılları Senaryolarına Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İli Alansal Etki Modeli.....	60
Şekil 4.33. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen 2100 Yılı Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İlindeki Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması	63
Şekil 4.34. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen 2200 Yılı Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İlindeki Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması	64
Şekil 4.35. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen 2300 Yılı Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İlindeki Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması	65
Şekil 4.36. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen 2400 Yılı Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İlindeki Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması	66
Şekil 4.37. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen 2500 Yılı Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İlindeki Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması	67
Şekil 4.38. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen 2100-2500 Yılları Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İlindeki Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması	68

GİRİŞ

Günümüzün önemli sorunlarından biri olan küresel ısınma küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinin temelinde insanın çevreyi kendi çıkarlarına uygun hale getirme çabaları yatmaktadır.

İklim değişikliğine neden olan çok sayıda faktör bulunmakla birlikte, bunların en önemlisi şüphesiz kaynağı insan olan sera gazlarıdır. Atmosferde bulunan sera gazlarının oranı, sanayi devriminden sonra giderek artmış ve buda ekolojik denge için önemli tehditlerin oluşumunu tetiklemiştir. Küresel ısınmaya bağlı olarak deniz seviyesinin yükselmesi, doğal felaketlerdeki artış ile büyük çaplı sel ve kasırgaların yaşanması direk olarak iklim değişikliği ile ilişkilendirilmektedir[1].

Küresel ısınma son zamanlarda uzun tartışmalara sebep olması ve dünya gündemini önemli ölçüde meşgul etmesiyle, bilimsel olduğu kadar politik bir mesele haline gelmiştir. Küresel ısınma, atmosferde bulunan (CO_2 , CH_4 , N_2O vb.) sera gazlarının konsantrasyonlarının artışı ve bu gazlara ait moleküllerin güneşten gelen ışınları hapsederek yeryüzü sıcaklığını arttırması olarak ifade edilebilir. Gezegenimize güneşten gelen kısa dalgalı radyasyonun ışıktan ısıya dönüşmesiyle dünyamız ısınır. Bu radyasyonun bir kısmı yeryüzü tarafından uzun dalgalı kızılötesi ışın olarak tekrar uzaya yansıtılır. Dünya atmosferinde bulunan su buharı, metan ve karbondioksit gibi sera etkisi oluşturan gaz molekülleri tarafından, dünya yüzeyinden yansıyarak uzaya geri dönen uzun dalgalı kızılötesi ışınların büyük bölümünün soğurularak atmosferde hapsedilmesi nedeniyle atmosfer ve dünya yüzeyi, olması gerekenden daha sıcak bir hal alır. Gaz molekülleri cam görevi yaparak ısınan havanın dünya atmosferinin içerisinde kalmasını sağlar. Bu olay ise, güneş ışınları tarafından ısınan fakat içindeki ısıyı dışarıya bırakmayarak, sera sistemini anımsattığı için doğal sera etkisi olarak bilinir [2].

Dünya sıcaklığının dengede kalması için son derece önemli bir mekanizma olmasına rağmen, sera etkisinin son dönemlerde iklim değişikliği ile birlikte olumsuz anılmasının sebebi sanayileşme ile fosil yakıt kullanımındaki artışa endekslili olarak sera gazlarının konsantrasyonunda gözlenen artışlardır. Eğer atmosferde dünya sıcaklığını dengede tutan sera etkisi olmasaydı dünyanın ortalama sıcaklığı $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ veya 255 K olacak, bu sıcaklık ise dünya üzerinde yaşamı mümkün kılmayacaktı. Dünya atmosferinde

meydana gelen sera etkisi nedeniyle kızılötesi yansımanın bir kısmı moleküller tarafından tutulmakta ve böylece dünya sıcaklığı ortalama +15 °C düzeylerinde kalmaktadır [2,3].

19. yüzyıl sonlarına doğru başlamış olan küresel yüzey sıcaklıklarındaki artış son yıllara bakıldığında daha da belirginleşmekte, ortalama hava sıcaklığı ise geçen yüzyıl 0.4 C° ile 0.8 C° arasında artış göstermiştir. Küresel iklim sıcaklığında gözlenmiş olan ısınmanın yanında, gelişmiş iklim modellerine bakıldığında, 1990–2100 yılları için küresel ortalama yüzey sıcaklığında 1.4 C° ile 5.8 C° aralığında bir sıcaklık artışı olacağı öngörülmektedir [7].

Küresel ısınma nedeniyle ilerideki dönemlerde okyanusların ısınmasıyla beraber dağ buzulları ile kutuplarda bulunan buz örtülerinin erime sürecinin devam etmesi sonucu deniz düzeyinde yükselme meydana geleceği düşünülmektedir. Deniz seviyesinde meydana gelmesi düşünülen yükselme kıyı ekosisteminde kayda değer değişiklikler yaratacak, deniz kıyılarına yakın ve düşük seviyeli düzlüklerde ise yeni bataklıklar meydana gelecektir. Deniz seviyesinin artarak kara üzerine ilerlemesi ile meydana gelecek arazi kayıpları ile birlikte kıyı erozyonlarında ise artış görülecektir [7].

İklim değişikliği bakımından riskli ülkeler grubunda bulunan 3 tarafı denizlerle çevrili ülkemizde iklimi oluşturan etmenlerden sıcaklık ve yağışlardaki değişikliklere bağlı olarak deniz seviyesinde yükselmeler meydana gelecektir. Türkiye'nin coğrafi olarak 3 etrafı denizler ile çevrili olması, düzensiz bir topografik yapıya sahip olması ve orografik özellik göstermesi sebebiyle her bölge iklim değişikliğinden farklı biçimlerde ve farklı boyutlarda etkileneceği düşünülmektedir [4]. Bu nedenle Türkiye'deki deniz seviyesindeki artışın etkisinin, kıyıların topografik özelliklerine bağlı olarak farklılık arz edeceğini ortaya koyabilecek bir çalışma sergilenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Sıcaklıklardaki artış, deniz düzeyindeki yükselme ve dengesiz hava olayları etrafı denizlerle çevrili olan ülkemizin kıyılarında sosyo-ekonomik birçok etkisi olacaktır [5]. Bu etkinin büyüklüğü daha önceden olası senaryolar aracılığı ile hesaplanabilirliği düşünüldüğünde ilk akla gelen coğrafi bilgi sistemleri olacaktır [6].

Bu tez çalışmanın amacı, Uluslararası kabul görmüş senaryolar doğrultusunda Türkiye kıyılarından küresel ısınmaya bağlı deniz seviyesi değişimleri sonrası sular altında

kalması beklenen alanların önceden tespit edilip modellenerek, İklim Değişikliği Risk Yönetimi ve iklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki etkilerinin önceden belirlenerek gerekli stratejilerin oluşturulup sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla gerçekleştirilecek olan çalışmalar için görsel ve analiz edilebilir bir bilgi sistemi altlığının hazırlanmasıdır.

1. BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

1.1. Literatür Çalışması

Simav Ö., Şeker D. Z. (2013), denizle ilgili afetler karşısında ulusal ölçekte kıyı bölgelerde genel risk durumunu ortaya konulması hedeflenmiş ve kıyı alanlarına CVI analizi uygulanmıştır (Coastal Vulnerability Index). CVI analizi için; bitki örtüsü yüzdesi, kıyı nüfus yoğunluğu, insan gelişmişlik durumu, topografya gibi altı adet gösterge kullanılan basit bir modelleme ile etkilenebilirliğin indeksleri hesaplatılmış ve bu indeksler büyüklüklerine göre en düşük risk dereceli kıyı illerinden en yüksek risk dereceli kıyı illerini gösterecek şekilde risk derece karşılaştırmaları gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analiz neticesinde Adana, Çanakkale, Samsun, Balıkesir ve Aydın gibi delta alanlarına sahip iller yüksek riske sahip bölgeler olarak tespit edilmiştir [8].

Karaca M., Nicholls R. J. (2008), deniz düzeyindeki hızlı değişimin ve iklim değişikliğinin Türkiye kıyı şeridi üzerindeki olası etkilerinin incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Geçen yüzyıl için tahmini olarak elde edilen deniz seviyesindeki yükselme 10 ile 20 cm arasında hesaplanmıştır. Yükselme Karadeniz ve Akdeniz için 12 cm civarlarındadır. Türkiye'de toplam alanın %5' ini kıyı şehirleri oluşturmaya rağmen yaklaşık 30 milyonun üzerindeki bir nüfus kıyı bölgelerinde ikamet etmektedir. Nüfusu en yoğun olan bölge, Marmara bölgesidir. Türkiye ve İstanbul için Ortak Yöntem kullandığında, deniz seviyesindeki 1m yükselme açısından Türkiye düşük riske sahip iken İstanbul; yüksek riskli çıkmıştır. Türkiye kıyılarında Deniz seviyesi yükselmesi çok büyük değişikliklere yol açmayacaktır fakat kıyı bölgelerinde hızlı bir değişime sebep olacaktır. Hızlı şehirleşme ile turizm yatırımları deniz seviyesi değişimine bağlı etkileri tetikleyecektir. Günümüzde deniz seviyesi ile iklim değişikliği sonuçları kıyı yönetiminde ihmal edilerek uzun dönemli planlamalar içerisine dahil edilmemektedir [9].

Sağlam N. E., Düzgüneş E., Balık İ. (2008), yeryüzü yaşamını tehdit eden iklim değişikliği ve küresel ısınma ile bunların olası etkileri değerlendirilmiştir. Yer yüzündeki sıcaklığın son yüzyıl içerisinde 0.7 ile 0.8 °C civarında artış gösterdiği tespit edilmiştir. Gerekli önlemlerin alınmaması halinde sıcaklık artışının yükselerek devam etmesi beklenmektedir. Bu ise, azalan buzulların gün geçtikçe daha da fazla azalmasına, deniz seviyesindeki yükselmelere, ormanların azalmasına, düzensiz yağışlara, çölleşmeye, sel baskını artışına ve kasırgalar gibi doğal afet artışlarına neden olacaktır. Yaşamlarını denizlerde sürdüren balık türlerinde ise önemli değişikliklerin olacağı düşünülmektedir. Balık türlerinden bazıları, yaşam alanı kendilerine daha uygun olan denizlere göç etme eğiliminde olacaklardır. Cebelitarık Boğazı ve Süveyş Kanalı'ndan Akdeniz'e giriş yapan balık türlerinden Lesepsiyen'lerin sayısında artış olması beklenmektedir [10].

Sevim, B., Zeydan, Ö.(2007), iklim değişikliğini, kitle turizminin ülkemizde yoğun bir şekilde gerçekleştirildiği Ege ve Akdeniz sahil şeritleri ölçeğinde incelemişlerdir. İklim değişiminin kitle turizmini açısından en önemli etkisi deniz seviyesinin yükselmesi sebebiyle turistik tesis ve plajların su altında kalma riski, düzensiz hava olayları nedeniyle gerçekleşecek olan seller, plaj alanlarının kıyı erozyonu sebebiyle yok olma tehlikesi, fırtınaların görülme sıklığındaki artışlar, kuraklıklar, çölleşme ile temiz su kaynaklarına erişimin bu etkenlere bağlı olarak azalması ve sıcaklıkların aşırışması sebebiyle ortaya çıkacak olan sağlık sorunlarıdır. Türkiye Ekonomisinin önemli bir bölümünün turizme dayanmasına rağmen ülkemizde iklim değişikliğinin turizm sektörü üzerindeki olumsuz etkileri henüz yeteri kadar algılanamamış olması iklim değişikliği ve turizm sektörü ile alakalı çok daha fazla çalışma yapılması gerekliliğini doğurmaktadır. Kaynağı turizm sektörü olan sera gazı emisyonlarında azaltmaya gidilmesi ve iklim değişikliğine bağlı meydana gelecek olumsuz etkilerin en aza indirilebilmesi amacıyla gerekli önlemlerin alınması gerektiği ön görülmüştür [11].

Yönten A. (2007), tarafından küresel ısınmanın azaltılması politikaları ve stratejilerinde Türkiye yaklaşımı incelenerek, küresel ısınmadan en çok zarar görebilecek ülkeler arasında yer alan Türkiye'nin küresel ısınmanın azaltılmasına yönelik yapılan küresel işbirliğinin parçası olması gerekliliği vurgulanmıştır. Türkiye'de küresel ısınmayı artıran politikaların azaltılması, küresel ısınmanın etkilerinin azaltılmasına yönelik politikaların geliştirilmesi gerekmektedir. Uygulanan çevre politikasının başarısı ise,

yasal düzenleme ve cezai yaptırımlar, ekonomik teşvikler, planlama araçları, uzlaşma, pazarlık, bilgilendirme ve katılım gibi çeşitli çevre politikası araçlarının bazen tek başına bazen bir arada etkin ve bütünlük oluşturacak şekilde kullanılması ile mümkün olacağı sonucu ortaya konulmuştur [12].

Tabak P. (2006), küresel ısınmaya bağlı deniz seviyesi yükselmesi sorunu için konut mimarisine farklı çözüm önerileri getirilmesine yönelik gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, su seviyesi artışı sonucunda, Türkiye'nin yoğun yerleşim alanı olan, tarım ve turizmin aktif rol aldığı, delta ve kıyı ovalarının, ria ve haliç benzeri kıyıların su baskınlarına maruz kalabileceği ön görüşünden, su üzerindeki yaşam hakkında araştırmalar yapmış, "İkiyaşayışlı Evler" ve "Hollanda'nın Umudu Projesi" nin sadece Hollanda için değil, Türkiye için de umut vaat eden ve insanlara farklı yaşam kalitesi sunan projeler olduğu ortaya konulmuştur [13].

Ertop G. (2009), tarafından küresel ısınmaya bağlı kuraklık sonrası meydana gelebilecek yıkıcı etkilerin yoğun bir şekilde hissedileceği yeşil alanlar için kısa veya orta vadede yapılması gereken çalışmaların, özellikle metropol kentlerde büyük oranda su tasarrufu sağlamasının yanı sıra yeşil alanların kuraklık sebebiyle elden çıkmasının da önüne geçilebileceği saptanmıştır. Küresel ısınmanın sonucu olarak ortaya çıkacak kuraklığın önlenmesinde klasik peyzaj yetersiz kalacağından, kurakçıl peyzaj çalışmaları etkin olmalıdır. Bu nedenle peyzaj tasarımında özellikle dikkat edilmesi gereken hususlardan biri doğal bitki türleri ve kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin seçilmesidir. Problemin çözümü olarak; kurak koşullara uygun bitki üretim desenleri hazırlanmalı ve bu bitki türlerinden hangisinin yetiştirilmesi daha uygun ise plancılarında bu yönde kanalize edilmesi gerekmektedir [14].

Saygılı A. (2008), tarafından yapılan çalışmada, öncelikle DTED verileri ile SRTM3 verilerinin yüksekliklerindeki farklar, Global Mapper, PCI Geomatica ve Microdem yazılımları aracılığı ile incelenmiştir. Sonrasında ise 1/25.000 ölçekli topografik harita kullanılarak 10 metre çözünürlüklü SYM üretilmiş, SRTM ile SYM verilerinin yüksekliklerindeki farklar hesaplanmıştır. SRTM3 ile DTED1 verilerinin yükseklik farkı SRTM3 ile DTED2 verilerinin yükseklik farkından daha fazla bulunmuştur. Çalışma sonucunda; SRTM3 verilerinin DTED1 verisi olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır [15].

Karataş E. (2008), tarafından gerçekleştirilen çalışmada üç farklı uygulama alanı seçilmiştir. Uygulama alanı 1'de Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) GPS yöntemi ile uygulama alanı 2 ve uygulama alanı 3'de el GPS'si ile bir yol boyunca yükseklik verisi elde edilmiştir. Bu üç farklı uygulama alanında elde edilen Sayısal Yükseklik Modelleri SRTM'den elde edilen Sayısal Yükseklik Modeller ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda uygulama alanı 1'in RMSE (Root Mean Square Error-Karesel Ortalama Hata) değeri 14.43 m, Uygulama alanı 2'nin RMSE değeri 7.84 m ve Uygulama alanı 3'ün RMSE değeri 8.89 m olarak bulunmuştur [16].

Yastıklı N., Esirtgen F. (2011), tarafından İstanbul'u kapsayan Uzaktan Algılama ve Fotogrametri yöntemi ile elde edilen verilerle üretilmiş SYM'lerin kalite değerlendirmesi ve doğruluk analizi yapılmıştır. Yerleşim, çalılık alan, Orman ve bozuk yüzeyli alan olarak 5 farklı arazi sınıfı incelenmiş olan çalışmada, 1/1000 ölçeğe sahip fotogrametrik haritadan üretilen 3 m çözünürlüklü SYM, 1/5000 ölçeğe sahip fotogrametrik haritadan üretilmiş 5 m ve 30 m çözünürlüklü SYM, 20 m çözünürlüklü SPOT, 80 m çözünürlüklü ASTER görüntülerinden üretilmiş SYM ile SRTM uydusuyla INSAR tekniği ile üretilmiş olan 90 m çözünürlüklü SYM verileri kullanılarak tüm SYM'lerin düşey doğrulukları test edilmiştir. Çalışma neticesinde, fotogrametrik SYM'lerin ASTER, SPOT, SRTM gibi uydu görüntülerinden üretilmiş SYM'lere nazaran daha doğru olduğu tespit edilmiştir. 1/5000'lik haritalardan üretilmiş olan 5 m ve 30 m çözünürlüklü SYM'lerden 30 m çözünürlüklü SYM' nin ise daha doğru sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Kaynağı aynı olan veriler ile üretilmiş SYM'lerden enterpole edilmek sureti ile çözünürlüğü artırılan SYM'lerin ise yeterli sonuçlar vermediği saptanmıştır [17].

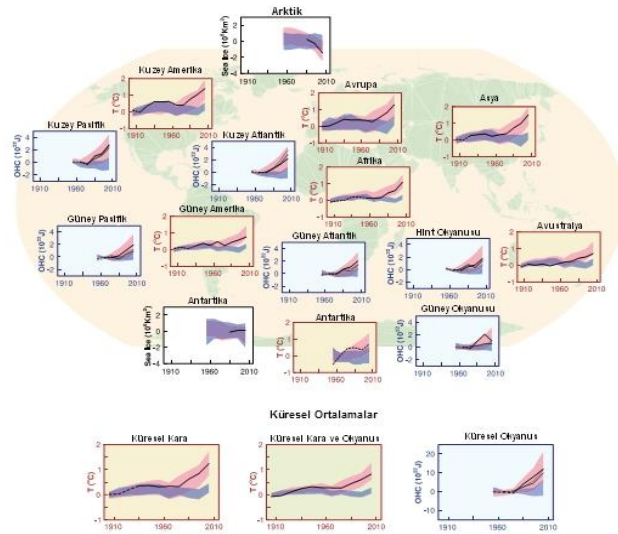
Sefercik U. G. (2007), tarafından Radar İnterferometri Tekniği kullanılarak Sayısal Yükseklik Modeli üretiminin nasıl yapıldığı gösterilmiş, SRTM verilerinin Zonguldak'ta bulunan bir test alanında iki ayrı band için SYM'lerin doğruluk analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma neticesinde, aynı test alanında fotogrametrik yöntemle elde edilmiş SYM'ye göre, radar interferometri tekniği kullanılarak üretilmiş olan SYM'lerin 4 ila 6 m civarı bir doğruluğa sahip olduğu tespit edilmiştir [18].

2. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. Küresel Isınma

Atmosfere İnsanlar aracılığı ile salınan gazlar tarafından oluşan sera etkisi sonucu dünyanın yüzey sıcaklığındaki artışa küresel ısınma denir. Güneşten dünyamıza gelen ışınların bir kısmı atmosfere tekrar yansıtılır ve bu ışıklardan bazıları karbondioksit, su buharı ve metan gazı tarafından dünya üzerinde oluşturulan doğal gaz örtüsü tarafından tutulur. Bu ise sera etkisi yaratarak dünyanın ısı dengelerini korur. Fakat tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerin sanayileşmeye bağlı artışı, fosil yakıt tüketimindeki artış, nüfusun hızlı artması, ormansızlaşma ve toplumun tüketime eğilimli bir hal alması gibi nedenlerden dolayı metan, karbondioksit ve diazot monoksit gibi gazlarında atmosferdeki oranlarında artış olmuştur. Bunun sonucunda atmosferin sera etkisi kuvvetlenmiş ve küresel ısınma sürecini hızlandırmıştır [19].



Şekil 2.1. IPCC 5. Değerlendirme Raporu 1900-2010 Yılları Arası Yüzey Sıcaklık Değişimi

2.2. Küresel Isınmanın Nedenleri

İklim sistemi, dünya atmosferinin oluştuğu günden itibaren, zamansal ve alansal ölçeklerde incelendiğinde değişime eğilimli olduğu gözlemlenmiştir. Bu ise, iklime özgü doğal değişkenliğinden kaynaklanmakta olup, direk olarak Güneşin, atmosferin veya yerküre ile atmosfer sistemdeki diğer bileşenlerin doğal değişiklikleri ile ilişkilidir. Fakat, 19. yüzyıldan itibaren, iç ve dış nedenlere bağlı doğal değişime ilaveten, ilk defa insanlar tarafından gerçekleştirilen etkinliklerin de iklimleri etkileyebildiği yeni bir dönem başlamıştır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde iklim değişikliği, “karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” şeklinde tanımlanmıştır [11].

2.2.1. Doğal Nedenler

2.2.1.1. Dünyanın Prezisyon Hareketi

1930 yılında M. MİLANKOVIÇ tarafından dünyanın güneş etrafındaki yörüngesinde 95,000 yılda gerçekleşen bir basıklık artışı olduğu gözlemlenmiştir. Buna ek olarak dünyanın ekseninde 41,000 yılda gerçekleşen bir doğrusal kayma ile her 23,000 yılda dairesel bir sapma olduğu tespit edilmiştir. Günümüzdeki birçok bilim adamı tarafından Dünya'mızın söz konusu hareketleri nedeniyle bazı zamanlar soğuk dönemlere girdiğini ve bu dönemler içerisinde ise 100,000 yıllık periyotlar ile 10,000 yıl süren sıcak dönemlere girildiği ifade edilmektedir. Bu ise Dünya yüzey sıcaklıklarındaki artışın doğal bir sebebi olarak öne çıkmaktadır [7].

2.2.1.2. Güneşin Etkisi

Güneş'e ait manyetik alan ile elektronlar ve protonlar olarak meydana gelen güneş rüzgarı, güneş sistemi içerisinde kozmik ışımların önüne geçerek kalkan görevi üstlenmektedir. Güneş faaliyetlerine bağlı olarak zayıflayan kalkandan kozmik ışımlar geçebilmektedir. Bulutlanmayı arttıran kozmik ışımlar, Güneş'ten gelen radyasyonun oranında değişikliğe sebep olarak küresel sıcaklığı artırmaktadır. Güneşten gelen ultraviyole ışınlar, aynı zamanda kimyasal reaksiyonların meydana geldiği ozon tabakası üzerinde de değişimlere yol açmaktadır [24].

2.2.1.3. El Nino Etkisi

Bazı zamanlarda, özellikle yılbaşına yaklaşıldığı dönemlerde Peru kıyı bölgelerinde görünen sıcak su akımlarıdır. El Nino'nun, sadece Güney Amerika'ya ait batı kıyılarını kapsadığı düşülmesine karşın, ölçüm tekniklerinin gelişimiyle birlikte Pasifik Okyanusuna ait tüm tropik bölgelere yayılmış olduğu ve etkilerinin ise dünya genelinde hissedildiği bilinmektedir. "Güney salınımı sıcak olayı" şeklinde tanımlanan El Nino hareketi, 1990 ile 1998 yılları arasında Pasifik Okyanusu'nun tropikal doğusunda deniz yüzeyi sıcaklığının normalin 2° ile 5° üstüne çıkmasına sebep olmuştur. Özellikle yüzey sıcaklıklarının 1997 ile 1998 yıllarında rekor düzeye ulaşması, El Nino hareketinin 1997 ve 1998 yıllarındaki etkisinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur [25].

2.2.2. Yapay Nedenler

2.2.2.1. Fosil Yakıtlar

Günümüz dünyası enerji ihtiyacının %75'lik bölümü doğalgaz, petrol ve kömür gibi fosil yakıtlar tarafından karşılanmaktadır. Yapıları hidrojen ve karbon elementlerinden oluşan bu yakıtlar, oluşumunu uzun zaman içerisinde tamamlamalarına rağmen çok kısa sürede tüketilmektedir. Dünya üzerinde bazı bölgelerde bulunan fosil yakıtların mevcut teknoloji ile 3/4'ünün yarısını çıkarmak imkânsız; geri kalan yarısını çıkarmak ise teknik olarak çok pahalıdır. Bu nedenle fosil yakıtlar yenilenemez ve sınırlı yakıtlar sınıfına girmektedir [25].

2.2.2.2. Sera Gazları

Dünya atmosferi çeşitli gazlardan oluşmaktadır. Güneşten dünyamıza gelen ışınların 1/3 kadarı tekrar uzaya döner, 2/3 kadarı ise soğrulularak yer yüzeyi ve atmosferde hapsedilir. Bu enerjinin denge kalması için yer yüzeyi tarafından soğrulan enerjinin bir miktarı, kızılötesi ışınlar şeklinde atmosfere yansıtılır. Fakat, yansıyan enerjinin bir miktarı doğal sera etkisi nedeniyle atmosferde tutularak yüzey ısısı korunmuş olur. Dünya yüzeyinde canlı yaşamına uygun ortam, kızılötesi ışınların karbondioksit (CO₂), ozon (O₃), diazot monoksit (N₂O), florokarbonlar (CFC), metan (CH₄) gibi sera gazları tarafından tutulması ile sağlanır. Sanayi devrimi ile, sera gazı birikiminin atmosferdeki oranının artması ile, sera etkisi olması gereken seviyenin üzerine çıkarak, yerküre ortalama sıcaklığının yavaş yavaş artmasına sebep olmaktadır [1].

Tablo 2.1. Sera Gazları Emisyon Kaynakları [27]

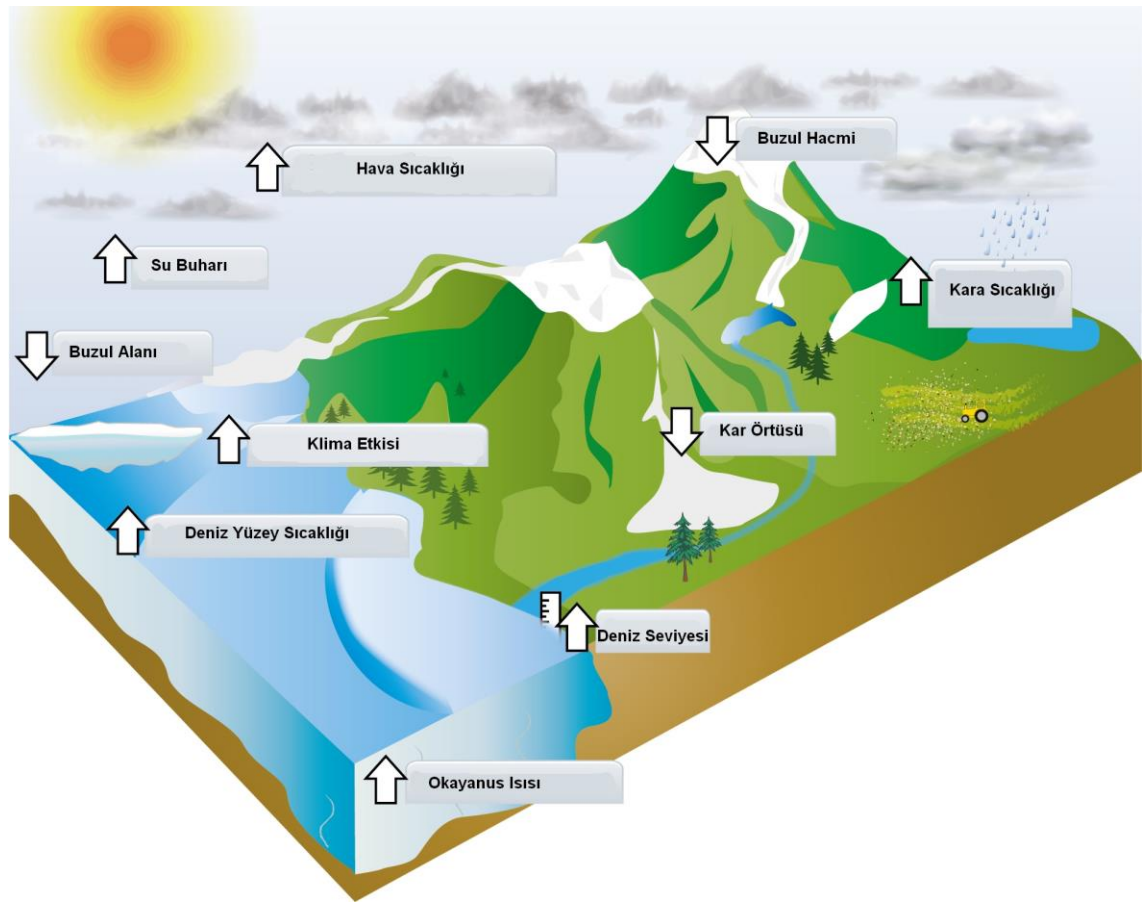
Sera Gazları	Emisyon Kaynakları
CO ₂	- Kömür, Petrol, Doğal Gaz gibi fosil yakıtların yakılması - Tropik ormanların yok edilmesi
CFC	- Sprey kutularındaki aerosoller - Buzdolaplarındaki soğutucu maddeler - Özellikle elektronik sanayiinde kullanılan temizleme maddeleri - Sert ve yumuşak köpük üretimi
CH ₄	- Pirinç tarlaları - İneklerin mideleri - Biyomasın yanması - Çöp toplama alanları - Doğal Gaz boru hatlarındaki kaçaklar - Kömür madenleri
O ₃	- Trafik - Termik santrallerdeki yanma olayları
N ₂ O	- Tropikal ormanların yok olması - Tarımda suni gübre kullanımı

Tablo 2.2. Sera Gazlarının Katkıları ve Yıllık Artış Oranları [27]

Sera Gazları	Katkı %	Yıllık Artış Oranı %
CO ₂	15-25	4-5
CFC	12-20	1
CH ₄	8	0.5
O ₃	5	0.2
Toplam	40-50	
N ₂ O	50-60	0.3-0.5

2.3. Küresel Isınmanın Etkileri

IPCC'nin 2. Çalışma Grubu tarafından yayımlanan raporda küresel ısınmanın halihazırda gözlenen etkileri; denizde ve karada yaşamını sürdüren canlı türlerine ait yaşam alanı ve göç yollarının değişmesi, bazı bölgelerde düzensiz yağışlarda artış, karların erimesi, buzulların küçülerek permafrost tabakasının çözülmesi, ormanlarda ve ağaçlarda (uç kısımlardan başlayan) kurumaların başlaması, mercanların azalması, canlı türlerinde azalma, mısır ve buğday üretiminin olumsuz etkilenmesi olarak sıralanmaktadır [21].



Şekil 2.2. IPCC 5. Değerlendirme Raporu Küresel Isınmanın Etkileri

Ayrıca tüm bölgeler ve birçok sektör için risk oluşturan küresel ısınmanın asıl etkilerini ise aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür;

- Kara ve Tatlısularda yaşamını sürdüren ve yok olma riski taşıyan bazı canlı türlerinin risk oranında artış görülmektedir.

- Deniz seviyesinin artış göstermesine bağılı olarak, kıyı ve düşük seviyeli alanlar; su altında kalacak, sel ve erozyon gibi doğal afetlere maruz kalacaktır.
- İklim değışikliğine bağılı olarak sağıık sorunları farklılaşarak artacaktır.
- İklim değışikliği sonucunda kaynak kıtlığı ve ekonomik krizler nedeniyle çatışma ve göç olaylarında artış görülecektir.
- Gaz salınımlarının azaltılması yönünde gerekli önlemler alınmaz ise, okyanusların asitlenmesine ve deniz ekosisteminin büyük oranda risk altına girmesine sebep olacaktır.
- İklim değışikliği, ekonomik büyümeye engel olacağı, yoksulluğu ise arttıracığı öngörülmektedir [21].

2.4. Küresel Isınmanın Türkiye Üzerindeki Etkileri

Küresel sıcaklığın artması sebebiyle, dünya sistemindeki hidrolojik olaylarda değışimler, karada ve denizlerdeki buzullarda erime, iklim kuşaklarında yer değışikliği, deniz seviyesinde yükselme ve salgın hastalık artışı gibi, ekolojik sistem ile birlikte insan hayatını da direkt olarak etkileyeceğı düşünölen büyük çaplı değışiklikler beklenmektedir. Türkiye farklılık arz eden bir topoğrafik yapıya ve konumuna bağılı olarak karmaşık iklim özelliğine sahip olması nedeniyle de küresel ısınma olgusundan en çok etkilenecek ölkelerden biridir [14].

- Türkiye’de sıcaklık artışı en çok yaz sıcaklıklarında görölmekte ve sıcak dönem genişlemektedir. Buna bağılı olarak tarımsal ve içmesuyu temin sıkıntılarının ortaya çıkmasına ve orman yangınlarının yoğunluk ve sürelerinde artışa sebep olacaktır.
- Yağışın azalması ve sıcaklık artışı ile birlikte kuraklık ve sıcak hava dalgalarının şiddeti ve süresi artacaktır.
- Yağışların Türkiye’nin güney kısımlarında azalması beklenirken kuzey kısımlarında ise yağış artışı beklenmektedir.
- Ülke kuzeyinde beklenen yağış artışı ile orantılı olarak heyelan, sel ve taşkın artışı beklenmektedir.
- Deniz seviyesi yükselmesi delta alanları başta olmak üzere kıyı kentlerinin düşük kotlu bölgelerini etkileyecektir [20].

2.5. Küresel Isınmaya Uluslararası Alanda Çözüm Arayışları

Son yıllarda toplumun ilgisini çekmeye başlayan küresel ısınma konusu, yaklaşık yüz yıldır bilim adamları tarafından bilinmekte ve incelenmekteydi. İlk defa 1896'da S. Arrhenius, atmosferde bulunan karbondioksit (CO_2) oranındaki değişime bağlı olarak ikliminde değişebileceğini ifade etmiştir [22]. Öncülüğünü Dünya Meteoroloji Örgütü'nün üstlendiği 1979'da düzenlenmiş olan 1. Dünya İklim Konferansı'nda, fosil yakıtların uzun süreli, enerji kaynağı olarak kullanılmasının ve ormansızlaşma eğiliminin sürmesi halinde, atmosferde bulunan karbondioksit oranının büyük ölçüde artış göstereceği düşünülmüş ve konunun ehemmiyeti dünya ülkelerine bildirilmiştir. Bu konferans sonrası düzenlenen uluslararası etkinliklerde, karbondioksit artışının, küresel ve bölgesel iklim sistemi ile atmosfer, okyanus ve biyosfer bileşik sistemindeki karbon döngüsüne etkileri ve bu etkiler neticesinde meydana gelecek sosyoekonomik sonuçların araştırılması gerektiği vurgulanmıştır. Bir çok bilim insanının katkıları ile düzenlenen sempozyum, seminer ve toplantılar, 1979 yılındaki düşünceleri kuvvetlendirmesiyle birlikte, küresel ısınma kaynaklı ortaya çıkacak tehditler bağlamında dünya örneğine az rastlanan bilimsel bir uzlaşma meydana getirmiştir [26].

Avusturya Villach'ta 1985 ve 1987 yılında, Toronto'da ise 1988 yılında tertip edilen toplantılar, ilk defa dikkatleri iklim değişikliğine karşı siyasal seçeneklerinde sunulması gerekliliği yönünde toplamıştır. Villach'ta 1985'de yapılan toplantının başlığı, "Karbon dioksit ve Öteki Sera Gazlarının İklim Değişimleri Üzerindeki Rolünü ve Etkilerini Değerlendirme Uluslararası Konferansı"dır. Konusu "Değişen Atmosfer" olan 1988 Toronto Konferansı'nda, karbondioksit emisyonunun 2005 yılına kadar % 20 oranında azaltılarak, daha sonra yapılacak olan protokoller ile geliştirilebilecek bir çerçeve iklim sözleşmesi hazırlanması önerilmiştir [23].

Malta öncülüğünde 1988 yılının aralık ayında, Birleşmiş Milletler Genel Kurulu tarafından konusu "İnsanoğlunun Bugünkü ve Gelecek Kuşakları için Küresel İklimin Korunması" olan 43-53 sayılı kararın kabulü gerçekleşmiştir. Karara göre, küresel iklimin insanoğluna bırakılacak ortak bir miras olduğu gibi iklim değişikliğinin de insanoğlunun ortak sorunu olduğu vurgulanmıştır. Hollanda'ya bağlı bir şehir olan Noordwijk'de 1989 yılının Kasım ayında gerçekleştirilen Bakanlar Konferansında "Atmosferik ve Klimatik Değişiklik" konusu ele alınmıştır. Toplantı sonucunda,

karbondioksit salınım oranının %20 azaltılması yönünde ABD, Sovyetler Birliği ve Japonya hariç diğer ülkeler tarafından ortak kanıya varılmış olmasına rağmen, salınımın azaltılmasına yönelik hiçbir hedef veya takvim belirlenmemiştir [23].

Kaynağı küresel ısınma olan iklim değişimini önlenmek maksadıyla gerçekleştirilen küresel adımlardan sondan bir önceki ise, Cenevre’de 1990 yılının 29 Ekim ile 7 Kasım tarihleri arasında düzenlenen 2. Dünya İklim Konferansı’dır. Öncülüğü Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından üstlenilen, “İklim Değişikliği ve Sera Gazları” konulu konferansın 2. Dünya İklim Konferansı Bakanlar Deklarasyonu, Türkiye dahil 137 ülke tarafından onaylanmıştır. Bakanlar Deklarasyonu ve konferans sonucunda yayınlanan bildiri, Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda imzaya sunularak, iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi görüşmelerinin başlatılması yönüyle önem arz etmektedir [26].

Japonya da bulunan Kyoto kentinde 1997 yılının 1-10 Aralık tarihlerinde İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nin 3. Taraflar Konferansı düzenlenmiştir. Bu toplantıda, karbondioksit ve diğer sera gazları salınımını 1990 seviyesinin altına düşürmeyi hedefleyen bir protokol veya yasal bir düzenleme yapılması bekleniyordu. Bu konuya ilişkin birkaç seçenektan en köktenci olanı ise Berlin’de AOSIS tarafından savunulan öneridir. AB tarafından sunulan başka bir öneri ise karbondioksit ve diğer sera gazları salınımını 2010’a kadar 1990 seviyesinin %15 altına düşürülmesiydi. Öneri hedefinin %7.5’lik kısmına 2005 yılına kadar ulaşılması planlanmıştır. AB tarafından sunulan bu hedef çoğu ülke tarafından destek görmesine rağmen, Kanada, ABD, Avustralya ve Japonya gibi ülkeler sera gazları salınımını 1990 seviyesinin altına çekilmesinde Rio’dan bu yana sağlanmış olan ilerlemelere uygun olmayan davranış sergilemiştir. Sonuçta Kyoto iklim değişikliği ve olası etkilerine karşı gerekli önlemlerin alınması yönündeki beklentileri karşılamamış, küresel anlamda iklim sistemini koruması amacıyla belirlenmiş bilimsel azaltım oranları kabul görmemiştir. Kyoto Konferansının, eksiklik ve zayıflıklarına rağmen, en önemli getirisi Kyoto Protokolü İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nin gerçek amacına ulaşması için atılmış olan, önemli bir adım olmasıdır [26].

2.5.1. İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi

Rio Konferansı'nda küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğine temel bir tepki oluşturulması amacıyla kabul edilmiş olan 5 temel belgenin birisi olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 1992 yılı Haziran ayı içerisinde imzalanarak, 1994 yılının 21 Mart tarihinde ise yürürlüğe girmiştir. 194 ülkenin taraf olduğu Sözleşme'nin evrensel bir katılıma sahip olduğu söylenebilir. Bu sözleşme ile ulaşılmak istenen amaç, atmosferde bulunan sera gazları oranını, iklim sistemini tehlikeye sokan insan kaynaklı etkileri önlenecek bir seviyede sabitlenmektir. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi çerçeve bir sözleşme olması sebebiyle genel kural, esas ve yükümlülüklerin tanımlandığı bir sözleşmedir. Sözleşmenin bütününe bakıldığında, iklim sisteminin, ilk olarak endüstri ve farklı sektörler tarafından salınan karbondioksit ve diğer sera gazlarının salınımından etkilenebilir bir varlık olduğu kanısı hakimdir[29].

Bu sözleşme ile ulaşılmak istenen amaç, “Atmosferde bulunan sera gazları oranını, iklim sistemini tehlikeye sokan insan kaynaklı etkileri önlenecek bir seviyede sabitlenmesi” şeklinde tanımlanmaktadır. Sözleşme amacı “Bu seviyeye, ekosistemin doğal yöntemler ile iklim değişikliğine uyumunun sağlanmasına, gıda üretimlerini tehlike altında bırakmayacak ve sürdürülebilir bir ekonomik kalkınmaya olanak sağlayacak bir zaman dilimi içerisinde ulaşılmalıdır” hükmü ile niteliklendirilmiştir [29].

Sözleşme'ye ait genel ilkeler, Giriş bölümü ile 3. Madde içerisinde bulunmaktadır. 3. Madde içerisinde yer alan ilkeler şu şekildedir:

- Eşitlik ilkesi (m.3.1)
- Ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ilkesi (m.3.2)
- İhtiyatlılık ilkesi (m.3.3)
- Sürdürülebilir kalkınmayı destekleme hakkı ve yükümlülüğü (m.3.4)

Yukarıda bahsedilenlere ilave olarak, giriş ve diğer kısımlarında “serbest ticaret”, “malîyet etkinlik” ve “insanlığın ortak kaygısı” şeklinde ilkelere bulunmaktadır.

Bu sözleşmede tarafların sera gazlarını azaltması ve iklim değişikliğine bağlı etkilere uyum sağlanması yönündeki yükümlülüğü tanımlamaktadır. Sözleşme'yi, kabul etmiş

olan tarafların yükümlülüklerine ilaveten, taraflardan gelişmiş ülkeler ve gelişmekteki ülkeler için farklı yükümlülükler içermektedir [29].

Bu yükümlülükler şu şekildedir:

1. Tüm Taraflar için geçerli yükümlülükler (m.4.1)
2. EK-I Taraflarının yükümlülükleri (m.4.2)
3. EK-II Taraflarının yükümlülükleri (m.4.3, m.4.4, m.4.5)

BMİDÇS' ne ait 2 adet ek bulunmaktadır. OECD üyesi ülkeler, Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinin bazıları, eski Sovyet ülkeleri ve Türkiye Ek I içerisinde yer almaktadır, Ek II içerisinde ise Ek I listesi içerisinde sadece OECD üyesi ülkeler bulunmaktadır.

BMİDÇS gelişmekteki ülkelerin emisyon azaltması için hiçbir yükümlülük getirilmemekle birlikte, sanayi ülkelerinde ayırım öngörerek, pazar ekonomisine geçiş aşamasındaki ülkelere ait çeşitli tedbirler belirlemiştir. Sözleşme' ye ait Ek I listesi içerisinde yer alan, OECD üyesi ülkeler ile bugün pazar ekonomisine geçiş aşamasındaki eski Doğu bloğu üyelerince oluşturulmuş ülkelerin, sera gazı emisyonlarını 1990 seviyesine getirmeleri için “gerekli çabayı” sergilemekle yükümlü tutulmuştur. Sadece OECD üye ülkelerin bulunduğu Ek II listesindeki ülkelerin ise sera gazı emisyonlarının azaltılmasının yanında, Ek I ile Ek II listelerinde bulunmayan gelişmekteki ülkelere iklim değişikliğinin engellenmesi amacıyla gerçekleştirilecek çalışmalar için finansal ve teknolojik olarak destek sağlamakla yükümlü kılınmışlardır. Ayrıca taraf ülkelerin 2000 yılı içerisinde kadar sera gazları salınımlarını 1990 yılındaki seviyesine getirmeleri yönünde yasal bir bağlayıcılığı bulunmayan bir hedef belirlemiştir [1].

OECD üyesi ülkeler arasında bulunan Türkiye, gelişmiş ülkelerle beraber 1992 yılında kabul edilen BMİDÇS'nin Ek I ve Ek II listesinde bulunmaktaydı. Marakeş' te 2001 yılında yapılan (COP7) 7. Taraflar Konferansı sonrası alınmış olan 26-CP.7 sayılı Karar ile Türkiye BMİDÇS'nin Ek II listesindeki adı çıkarılarak yalnızca Ek I listesi içerisinde kalmıştır. Türkiye BMİDÇS' ne 189. taraf olarak 24 Mayıs 2004 yılının 24 Mayıs tarihinde katılmıştır [1].

2.5.2. Kyoto Protokolü

Bu Protokol, hedefi sera etkisi oluşumunda etkili olan gazlara ait salınım oranlarına sınırlama ve azaltma getirmek olan uluslararası bir anlaşmadır. Birleşmiş Milletler Çerçeve Sözleşmesi'nin iklim değişikliği için 9 Mayıs 1992'de New York'ta belirlediği ilkelere dayanmaktadır. Kyoto protokolü, Japonya'nın Kyoto kentinde 1997 yılının 11 Aralık tarihinde düzenlenmiş olan zirvede hazırlanmıştır. Protokol, 16 Şubat 2005 tarihinde 55 ülkenin protokole onay vermesi ile yürürlüğe girmiştir [13].

Sözleşme, Ek I ülkelerini küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinin önlenmesine yönelik sera gazları salınımlarını azaltmaya yönelik politik uygulama yapmakla yükümlü kılmaktadır. Protokolün 3. maddesinde, taraflardan gelişmiş ülkelerin kaynağı insan olan karbondioksit ve diğer sera gazları salınımlarını 2008 ile 2012 yılları arasında 1990 yılı seviyesinin toplamda en az % 5,2 kadar altına indirmeleri gerekmektedir [1].

Türkiye, 05.02.2009 tarihinde TBMM tarafından çıkarılan “5386 Sayılı BMİDÇS’ne dayanan Kyoto Protokolüne Katılmamızın Uygun Bulunduğuna Dair Kanun” ile 13.05.2009 tarih ve 2009-14979 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı sonrası 26.08.2009 tarihinde Kyoto Protokolü Taraflarına dahil edilmiştir. Türkiye Protokolü kabul ettiğinde BMİDÇS taraf ülke olmadığından dolayı, Ek I Tarafları için belirlenmiş olan yükümlülüklerin tanımlanmış olduğu Ek B listesinde yer almamaktadır. Bu sebepten, Protokolde bulunan 2008 ila 2012 yılları arasında taraf ülkelerce gerçekleştirilmesi planlanan sera gazı salınımı sınırlaması ve azaltılması yükümlülüklerinden Türkiye muaf olmuştur [29].

İDÇS yürürlüğe girdiği günden itibaren, Sözleşme tarafları ve taraf olmayı düşünen ülkeler, Sözleşme’nin uygulanmasını izlemek ve iklim değişikliğinin nasıl çözülmesi gerektiğine dair görüşülmesi maksadıyla, yılda bir kez, sözleşmeye ait karar verme yetkisi bulunan Taraflar Konferansı’nda (COP) toplanmaktadır [1].

BMİDÇS’ne yönelik Taraflar Konferansı’nın 20.’si Peru’nun başkenti olan Lima şehrinde 13.12.2014 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Zirve 195 taraf ülke ve yaklaşık 10000 kişinin üzerinde katılımcı ile gerçekleştirildi. 20. Taraflar Konferansında Türkiye’nin gelişmiş ülkeler tarafından 2020 yılına kadar kapasite geliştirme desteği

verilmesi, teknoloji transferi ve finansman olarak desteklenmesi alınan kararlar arasındadır [30].

2.6. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)

IPCC; 1988 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından kurulmuş ve ortaklaşa yürütülmektedir. IPCC; iklim değişikliğine ait sosyoekonomik, bilimsel ve teknik yönleri, iklim değişikliğine bağlı etkiler ile bu etkilerin giderilmesi hakkındaki mevcut bilgilerin periyodik aralıklarla değerlendirilerek Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin isteği üzerine, gereksinim duyulan konuların karşılanmasından sorumludur. Farklı çalışma grupları bulunan IPCC Değerleme Raporu 1., 2. ve 3. Çalışma grupları tarafından elde edilen bulguların sentezi sonucunda ortaya çıkmaktadır [20].

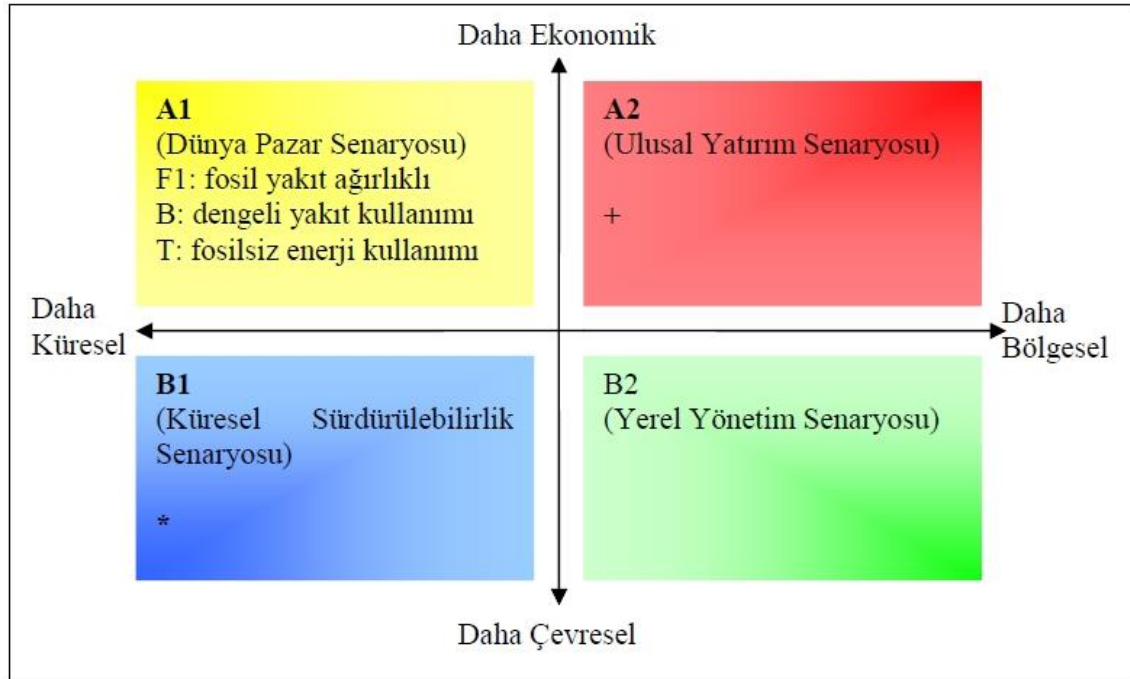
- IPCC 1. Çalışma Grubu, iklim sistemi ile iklim değişikliğine ait bilimsel yönleri değerlendirecek;
- IPCC 2. Çalışma Grubu, iklim değişikliği hakkındaki duyarlılığın, sosyal, ekonomik, çevresel, bilimsel ve teknik yönleri ile iklim değişikliğine bağlı, sosyoekonomik sektör, ekolojik sistem ve insan sağlığına olan olumlu-olumsuz etkilerini, bölgesel, sektörel ve sektörler arası konular yönüyle değerlendirecek;
- IPCC 3. Çalışma Grubu, iklim değişikliğine bağlı etkilerin minimize edilmesinin, sosyal, ekonomik, teknik, bilimsel ve çevresel yönlerini farklı disiplinler aracılığıyla, çakışan konular ile ilgili yöntemsel yaklaşımları değerlendirecek;
- IPCC Sentez (Sonuç) Raporu, Taraf Ülkelerin İDÇS'ne taraf ülkelerin yükümlülük ve sorunları göz önünde bulundurularak, üç ayrı çalışma grubuna ait raporların bütünleştirilmesi ve politikacıların kullanımına yönelik sentez raporun hazırlanmasını gerçekleştirecektir [26].

IPCC ana raporu, her beş yıllık dönemlerde birçok bilim adamının, hükümet temsilcilerinin, gönüllülerin, uluslararası ve hükümetlerarası kuruluş temsilcilerinin katkısıyla hazırlanarak yayımlanmaktadır. 2008 ila 2012 yıllarını kapsayan dönem için hazırlanan en son rapor ile beraber bugüne kadar toplam 5 ana değerlendirme raporu hazırlanmıştır. Günümüze değin hazırlanmış olan iklim değişikliği hakkındaki

neredeyse tüm konuların değerlendirilmiş olduğu, IPCC'nin 1. Değerlendirme Raporu 1990 yılında, 2. Değerlendirme Raporu 1996 yılında, 3. Değerlendirme Raporu 2001 yılında, 4. Değerlendirme Raporu 2007 yılında ve 5. Değerlendirme Raporu ise 2014 yılında tamamlanmıştır [20].

2.7. IPCC Deniz Seviyesi Değişim Senaryoları

İklim değişikliğine bağlı olarak ileride meydana gelecek sonuçların bugünden kestirebilmesi amacıyla iklim değişikliği senaryoları kullanılmaktadır. Sayısal iklim analizi ve iklimsel olmayan senaryolar şeklinde iki farklı iklim değişikliği senaryosu bulunmaktadır. Sayısal iklim analizinden en çok kullanılmakta olan senaryolar IPCC'ye ait (SRES) Emisyon Senaryoları Özel Raporu'nda kullanılan 4 temel senaryolardır. Bu senaryolardan “Dünya Pazar Senaryosu: A1”, “Ulusal Yatırım Senaryosu: A2”, Küresel “Sürdürülebilirlik Senaryosu: B1” ve “Yerel Yönetim Senaryosu: B2”dir. İklimsel olmayan senaryolar ise, politika, teknoloji, çevresel faktörler, endüstri, ekonomi ve nüfus gibi sosyoekonomik kriterlere dayanmaktadır [11].



Şekil 2.3. Emisyon Senaryoları Özel Raporu (IPCC 2007) [11]

IPCC'nin 4. Değerlendirme Raporunda SRES senaryolarında bulunan sıcaklık değişimi ile deniz düzeyi artışına ait öngörüler, iklim değişikliği modellerindeki gelişme ve

belirsizliklerdeki azalmalara göre düzeltilmiştir. 1980 ile 1999 yıllarına göre kıyaslandığında 2090 ile 2099 yıllarındaki sıcaklık artışı en az B1 senaryosunda öngörülen 1.8°C'lik ortalama sıcaklık artışıdır. Ayrıca B1 senaryosunda, deniz düzeyinde 0.18 ile 0.38 metre yükselme olacağı öngörülmektedir. 1980 ile 1999 yıllarına göre kıyaslandığında 2090 ile 2099 yıllarındaki sıcaklık artışının yalnız fosil yakıtların kullanıldığı A1F1 senaryosuna göre 4.0 °C olacağı ve deniz seviyesinin ise 0.26 ile 0.59 metre arasında yükseleceği öngörülmüştür. Senaryolar bir bütün olarak ele alındığında ise küresel ortalama sıcaklığın 2100 yılına kadar 1.8 ile 4.0 °C arasında artış göstereceği, deniz seviyesinin ise 0.18 ile 0.59 metre arasında yükselmesi beklenmektedir [11].

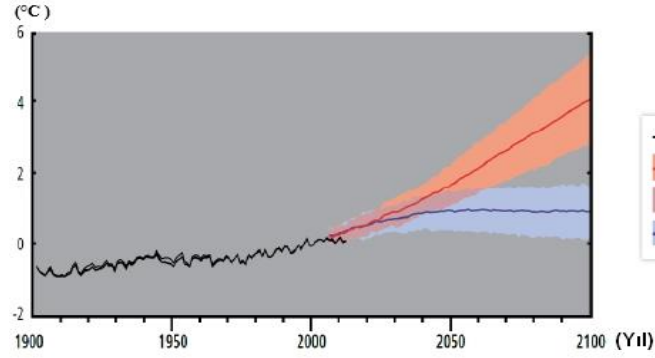
Tablo 2.3. 2090-2099 Yıllarındaki Sıcaklık Değişimleri ve Deniz Seviyesindeki Yükselme (IPCC 2007) [11]

Senaryo	Sıcaklık Değişimi (C ⁰) (2090-2099 yılları 1980-1999'a kıyasla)		Deniz Seviyesi Yükselme (m) (2090-2099 yılları 1980-1999'a kıyasla)
	En İyi Kestirim	Yaklaşık Aralık	Yaklaşık Aralık
B1	1.8	1.1-2.9	0.18-0.38
A1T	2.4	1.4-3.8	0.20-0.45
B2	2.4	1.4-3.8	0.20-0.43
A1B	2.8	1.7-4.4	0.21-0.48
A2	3.4	2.0-5.4	0.23-0.51
A1F1	4.0	2.4-6.4	0.26-0.59

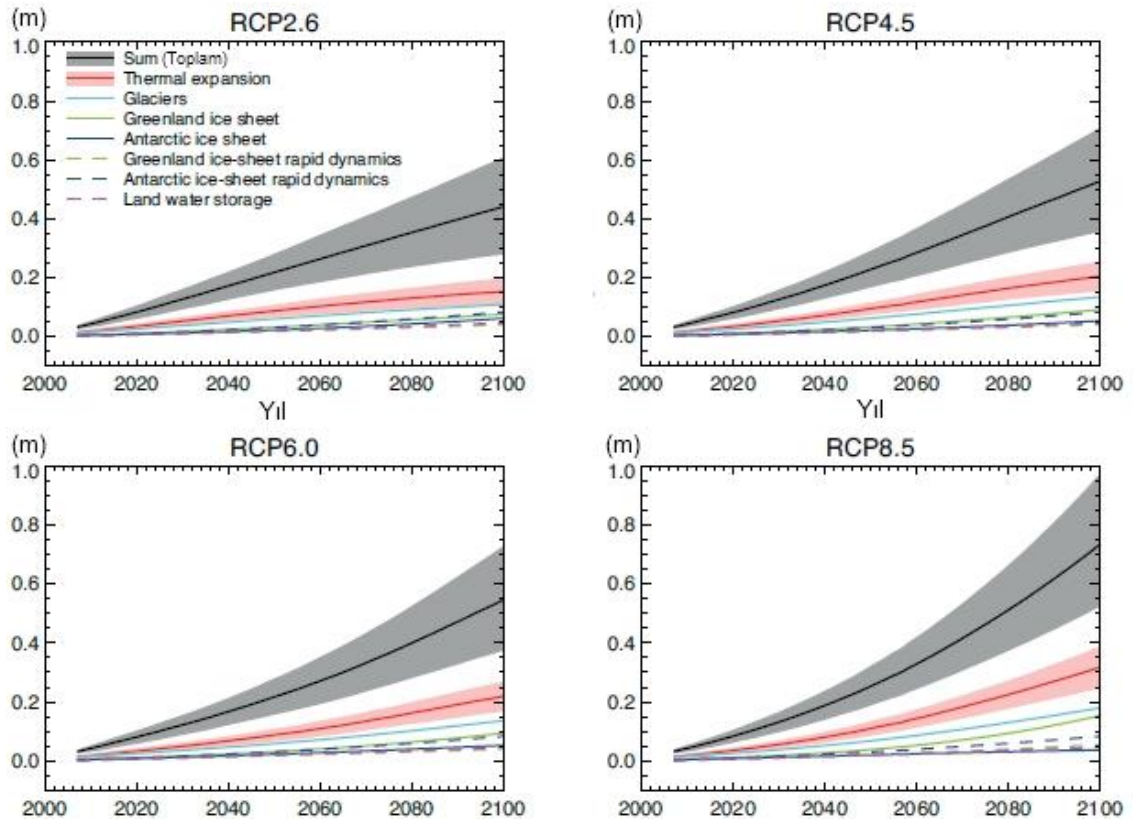
IPCC 5. Değerlendirme Raporunda sunulan RCP senaryoları (Temsili Konsantrasyon Yolu) baz alınarak öngörülmüş olan iklim değişikliği, senaryolardaki farklılıkların hesaba alınmasından sonra, büyüklük ve desenler yönüyle IPCC 4. Değerlendirme Raporu ile benzerlik göstermektedir.

Dünya yüzey sıcaklıklarındaki değişim, 1980 ile 1900 yıllarına göre kıyaslandığında 21. yüzyıl sonlarına doğru RCP2.6 hariç diğer IPCC senaryolarına göre 1.5 °C'nin, RCP6.0

ve RCP8.5 senaryolarına göre olasılıkla 2 °C'nin üzerine çıkacak; RCP4.5 büyük olasılıklı senaryosuna göre ise 2 °C'nin altında kalacaktır.



Şekil 2.4. Küresel ortalama Sıcaklık Değişimi (IPCC 2015)



Şekil 2.5. Küresel Ortalama Deniz Seviyesi Yükselmesi (m/yıl) (IPCC 2015)

Tablo 2.4. Küresel Ortalama Deniz Seviyesi Yükselmesi 1986-2005'e Kıyasla (IPCC 2015)

Senaryo	2046- 2065 Arası Deniz Seviyesi Artışı (m)	2081- 2100 Arası Deniz Seviyesi Artışı (m)	2100 Yılı Deniz Seviyesi Artışı (m)
SRES A1B	0.27 [0.19-0.34]	0.52 [0.37-0.69]	0.60 [0.42-0.80]
RCP2.6	0.24 [0.17-0.32]	0.40 [0.26-0.55]	0.44 [0.28-0.61]
RCP4.5	0.26 [0.19-0.33]	0.47 [0.32-0.63]	0.53 [0.36-0.71]
RCP6.0	0.25 [0.18-0.32]	0.48 [0.33-0.63]	0.55 [0.38-0.73]
RCP8.5	0.30 [0.22-0.38]	0.63 [0.45-0.82]	0.74 [0.52-0.98]

3. BÖLÜM

KULLANILAN YÖNTEMLER

3.1. Sayısal Yükseklik Modeli Üretim Yöntemleri

Sayısal Yükseklik Modeli, istenen amaç ve doğruluğa uygun olarak, yüzey üzerinde uygun sayı ve sıklıkta, koordinatları bilinen noktalar yardımıyla yüzeyin matematiksel ve sayısal olarak tanımlanmasıdır. Sayısal Yükseklik Modellerinde farklı olsada 3 boyutlu konumsal veri üretiminde aynı amaca yönelik Jeodezik, Fotogrametrik, LIDAR, RADAR gibi birçok yöntemle üretilebilmektedir. SYM üretimi farklı yöntemlerle toplanmış olan verinin grid veya üçgenleme yöntemleri ile modellenmesi ile elde edilir [31].

3.1.1. Veri Toplama

3.1.1.1. Jeodezik Ölçme Yöntemleri İle Veri Toplama

Dayanak noktaları arazi üzerinde doğrudan elektronik takeometreler (Totalstation) ya da DGPS setleri kullanılarak ölçülür. Noktalar genellikle rastlantısal yapıda; arazinin iskeletini oluşturan dere, sırt gibi çizgiler üzerinde ve eğim değişim yerlerinde seçilir. Dayanak noktalarının profil ya da grid formda seçilmesi durumunda ise, bu noktaların yerlerinin daha önceden saptanması gerekmektedir [32].

Yersel yöntemler ile veri toplama işlemi ölçümün direk arazide gerçekleştirilmesi sebebiyle yüksek duyarlılığa sahiptir. Günümüz gelişen teknolojisi ile birlikte, küresel konumlandırma sistemleri (GPS) ve elektronik takeometreler tarafından verinin yüksek duyarlılıkta ve hızlı bir şekilde elde edilmesi mümkün olmaktadır. Bu sistemlerde doğruluğu etkileyen faktörler; alet duyarlılığı, yer kontrol noktasının doğruluğu ve

operatörün deneyimidir. Noktalar genellikle tesadüfi yapıdadır. Operatör, araziyi temsil eden karakteristik noktaları arazi üzerinde kendisi rasgele belirler [32].

3.1.1.2. Sayısalştırma Yöntemleri İle Veri Toplama

İçerisinde münhaniler bulunan haritalar, ortofoto haritalar gibi altlıklar üzerinde bulunan detayların sayısalştırılması ile Sayısal Yükseklik Modeli oluşturulmasına yönelik veri elde edilebilir. Otomatik veya manuel olmak üzere iki farklı şekilde sayısalştırma işlemi gerçekleştirilebilir [15].

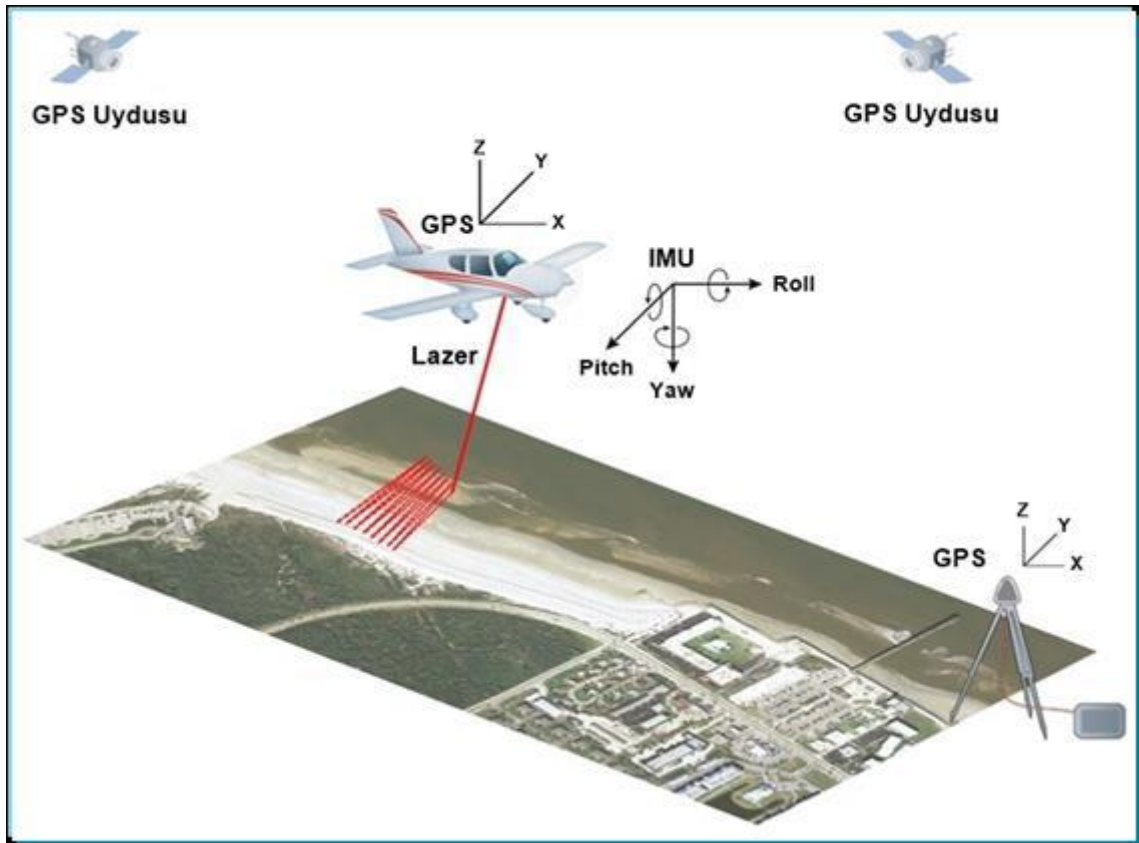
3.1.1.3. Fotogrametrik Değerlendirme Yöntemleri İle Veri Toplama

Fotogrametri; çeşitli hava araçlarına monte edilmiş olan metrik kamera, algılayıcı ve tarayıcılarla havadan veya uzaydan alınan fotoğraf ya da görüntüler kullanılarak veri elde etmeye ve cisimler hakkında üç boyutlu geometrik bilgiler çıkarmaya yarayan bir ölçme, değerlendirme ve yorumlama tekniğidir. Klasik fotogrametrik sistemler olarak adlandırılan analog ve analitik değerlendirme aletlerinde veri kaynağı, analog formdaki fotoğraf çiftleridir. Digital fotogrametrik sistemlerde ise, digital görüntüler veri kaynaklarıdır [32].

3.1.1.4. Lazer Tarama Sistemleri İle Veri Toplama

Işık algılama ve mesafe ölçüm teknolojisi olan LiDAR sistemi, Atalet Ölçüm Ünitesi (IMU), Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) ile lazer tarama teknolojisinin entegrasyonundan oluşmaktadır. Hava aracına yerleştirilen tarayıcı, lazer ışının yol ve gidiş-dönüş süresini kaydederek yer objeleri ve algılayıcı (sensör) arasındaki mesafeyi hesaplar. GPS ile platformun o anki konumu kaydedilirken IMU ile uçağın durumu kaydedilerek ölçülen objenin konumu hesaplanmaktadır.

Yeryüzüne saniyede binlerce ışın göndererek GPS/INS teknolojisi yardımıyla fiziksel yeryüzüne ilişkin üç boyutlu (3B) veri doğrudan elde edilmektedir. LiDAR sistemi, yüksek yoğunluklu ve geometrik özellikli sayısal yükseklik verisini, klasik ölçmeler ile yaklaşık aynı doğrulukta, hava fotogrametrisinden daha hızlı oluşturmaya imkân vermektedir. Kontrol işlemlerinin yeterli düzeyde olması halinde LiDAR ile yaklaşık 15 cm düşey doğruluğunda veri elde edilebilir [33].

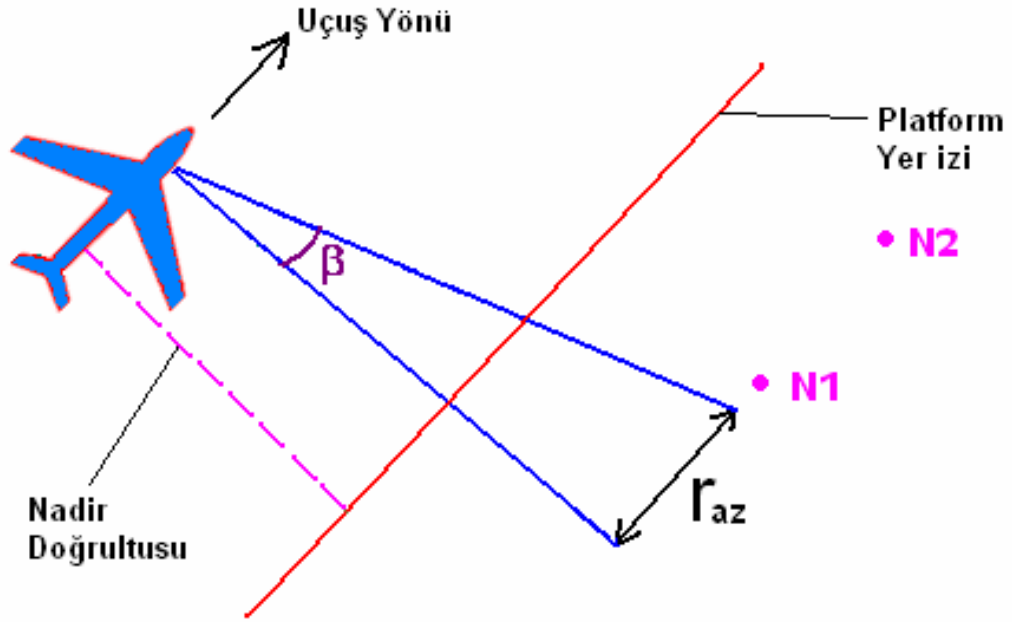


Şekil 3.1. Hava LİDAR Sistemi [33]

3.1.1.5. Radar Sinyal Dalgaları İle Veri Toplama

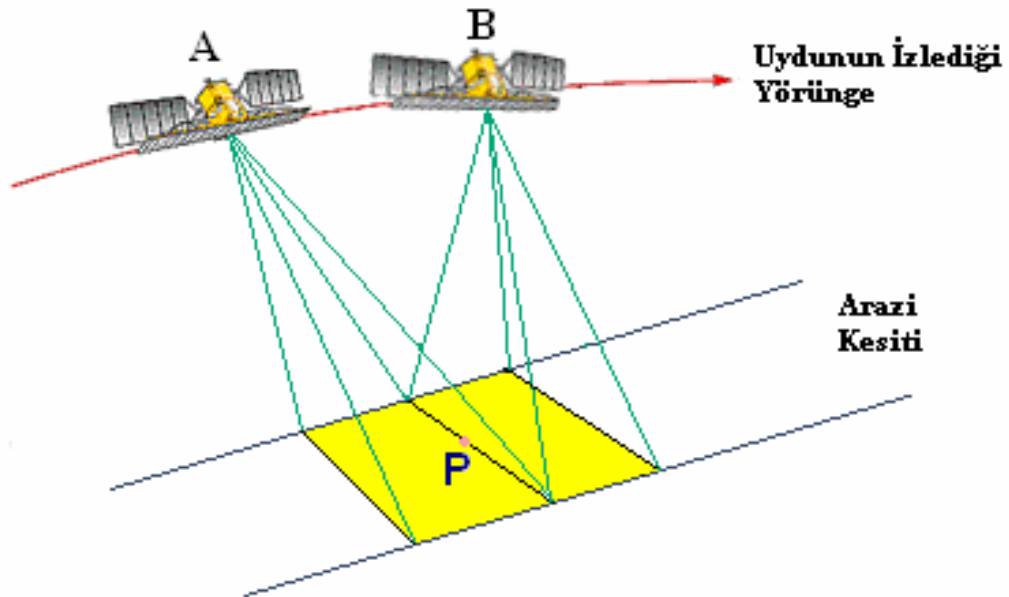
Radar görüntülemenin temel prensibi, yeryüzüne elektromanyetik radyasyon yaymak ve bu dalga'nın büyüklüğünü ve geri yansıması arasındaki zaman gecikmesini kayıt etmektir. Radar görüntüleme sistemleri Gerçek Açıklıklı (RAR) ve Yapay Açıklıklı (SAR) Radarlar olmak üzere ikiye ayrılır [32].

Gerçek açıklıklı radarlar, uçağa monte edilen radarlar olması sebebiyle “Yan Bakışlı Uçak Radarları” olarak anılmaktadır. Gerçek açıklıklı radarlarda azimut çözünürlüğü anten boyuna bağlı olarak sınırlanmaktadır. Azimut çözünürlüğü, hedeflenen objeyle radarın anteni arasında kalan mesafeye (eğik mesafe) orantılıdır [35].



Şekil 3.2. Gerçek Açıklıklı Radar [35]

Gerçek açıklıklı radarlardaki sınırlamaları elimine edebilmek için yapay açıklıklı radarlar geliştirilmiştir. Bu radarlarda kısa anten boylarının ve uzun dalga boylarının kullanılması ile yüksek azimut çözünürlüğü elde edilebilmektedir. Bunun yanı sıra, azimut çözünürlüğü; bu sistemlerde eğik mesafeden bağımsızdır [35].



Şekil 3.3. Yapay Açıklıklı Radar [35]

SAR sisteminde hedefe ait konum bilgisi 2 boyutlu koordinat sistemi ile belirlenir. SAR görüntüsü yeryüzündeki objelerin yansıttığı genlik ve faz bilgilerinin kayıdır. Objelerin yansıma özelliği genlik, objeye olan uzaklık ise faz ile ifade edilir. InSAR 'ın gelişmesi 3. boyut ölçümünün gerçekleştirilmesine olanak sağlamıştır. InSAR tekniği; iki SAR görüntüsünde bulunan ve birbirlerine karşılık gelen piksellere ait fazların farkını belirleyerek interferogram meydana getirir [34].

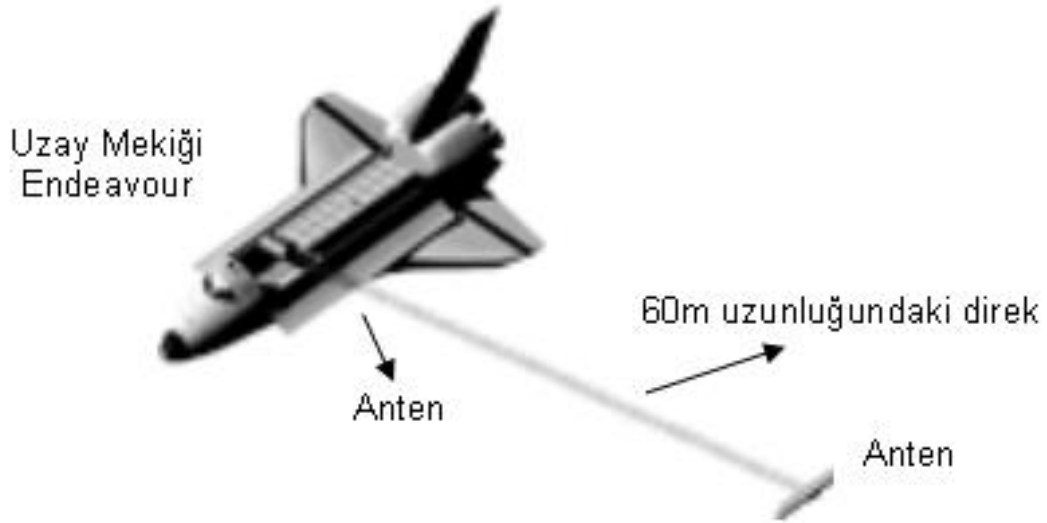
Radar sistemleriyle, INSAR tekniği kullanılarak farklı algılayıcı konumlarından elde edilen iki SAR görüntüsü radar interferogramı oluşturmak üzere birleştirilerek Sayısal Yükseklik Modeli elde edilir. INSAR tekniği genel olarak topografyanın 3 boyutlu modellenmesi ve deformasyon çalışmalarında kullanılır.

Radar sinyal dalgalarından yararlanarak veri toplayan en önemli uydular; SRTM (Shuttle RADAR Topography Mission), ENVISAT, ALOS, JERS-1 ve RADARSAT-1, uydularıdır [32].

3.1.1.5.1. SRTM Hakkında Genel Bilgiler

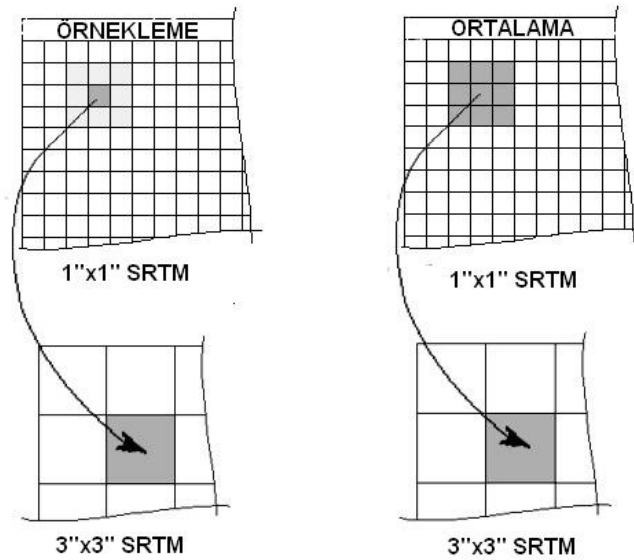
SRTM projesi; NGIA (ABD Ulusal Coğrafi İstihbarat Kurumu), NASA (Ulusal Havacılık ve Uzay Ajansı), İtalyan ve Alman Uzay ajanslarının ortaklaşa gerçekleştirdiği bir projedir. Proje ile gerçekleştirilen görüntüleme yapay açıkli radar yöntemi kullanılarak Dünya yüzeyinin %80'inin Sayısal Yükseklik Modeli oluşturulması amaçlanmıştır. Uzay Mekiği Endeavour tarafından INSAR tekniği ile 60° kuzey ve 57° güney enlemleri arasındaki karasal bölge 11 gün içerisinde taranarak yeryüzünün 1" (30m) çözünürlüğünde Sayısal Yükseklik Modeli oluşturulmuştur [15].

SRTM uydusunda, uydu gövdesine bağlı 2 adet, uyduya entegre edilmiş olan 60 metrelik çubukta 2 adet olacak şekilde 4 adet anten mevcuttur. Söz konusu 4 adet antenden 2 tanesi C-Band, kalan 2 tanesi ise X-Band antenidir. Amerikan yapımı olan C-Band alıcılar 3" (~90m) aralıklarla, X-Band alıcıları ise İtalyan ve Alman yapımı olup 1" (~30 m) aralıklarla veri toplamışlardır [16].



Şekil 3.4. SRTM İçin Kullanılan Uzay Mekiği ve Donanımı [15]

SRTM verileri coğrafi koordinat sisteminde 1", 3", 30" çözünürlüğe sahip grid şeklinde olmak üzere 3 farklı biçimde sunulmuştur. Koordinatları derece biriminde coğrafi WGS84, yükseklik birimi ise metre EGM96 jeoidi baz alınarak hesaplanmıştır. SRTM1 verilerinde iki farklı yöntem ile SRTM3 verisi elde edilmektedir. Birincisi örnekleme yöntemi olan 1"x1" boyutlarındaki 9 adet pikselin ortasında bulunan piksel değerinin, boyutları 3"x3" olan piksel değerine verilmesidir. İkincisi ise ortalama yöntemi olup bu yöntemde 9 tane 1"x1" piksel değerinin ortalamasının 3"x3" piksel boyutundaki değere verilmesidir [16].

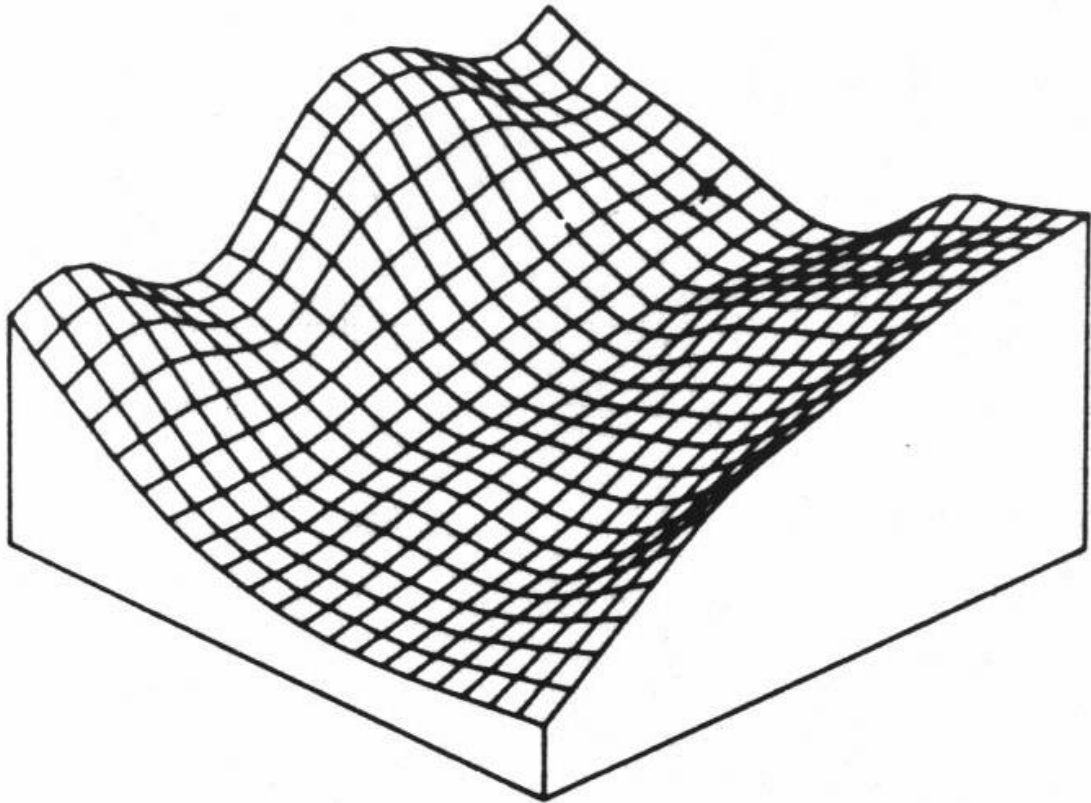


Şekil 3.5. 1"x1" SRTM Verisinden 3"x3" SRTM Verisi Elde Edilmesi [15]

3.1.2. Veri Yapıları

3.1.2.1. Raster Yöntemi

Fotogrametrik model üzerinden doğrudan ölçmelerle veya Arazi yüzeyine rastlantısal olarak dağılmış olan dayanak noktalarının ölçülmesi ile arazi üzerine karesel ya da dikdörtgensel bir grid sistemi yerleştirilir ve grid düğüm noktalarının yükseklikleri hesaplanır. En önemli problem ise gridin noktasal değerlerini tahmin etmektir. Dayanak noktaları eğer raster (grid) formunda değil ise, enterpolasyon yöntemlerinden en uygun olanı ile grid köşe noktalarına yükseklik değerleri atanır [15].

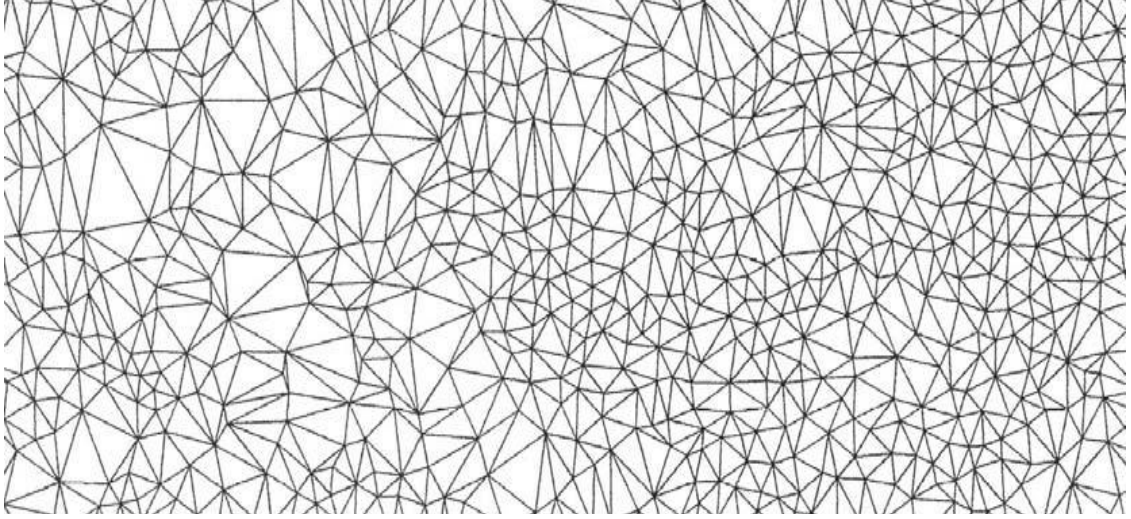


Şekil 3.6. Karesel Grid Ağı [32]

3.1.2.2. Üçgenleme Yöntemi

Arazi yüzeyine rastlantısal ya da düzgün bir şekilde serpilmiş olan dayanak noktaları birleştirilerek, arazi düzlem üçgenlerin meydana getirdiği bir yüzey oluşturur. Dayanak noktaları modellenirken herhangi bir topografik ayırım yapılmaksızın tüm noktalar aynı

nitelikte değerlendirilir. Oluşacak üç ağı kenar uzunluklarının minimal ölçülerde olması amaçlanır [32].



Şekil 3.7. Üçgen Ağı [32]

4. BÖLÜM

UYGULAMA VE BULGULAR

4.1. Çalışma Alanı

Karmaşık yapılı bir iklime sahip olması sebebiyle Türkiye, küresel ısınma sonucunda meydana gelecek iklimsel değişikliklerden en çok etkilenebilecek ülkeler arasındadır. Türkiye'nin 3 taraftan denizle çevrilmiş doğal bir yapıya ve birbirinden farklı topografyalara sahip olması sebebiyle, her bölgesinin iklim değişikliğinin etkilerinden birbirinden farklı şekilde ve farklı boyutlarda etkileneceği düşünülmektedir [36].

Türkiye, coğrafi konumundan kaynaklı farklı özellikler ihtiva eden ülkelerden biridir. Türkiye'nin sınır uzunluğunun toplamı 10.765 km olup bu uzunluğun 2.949 km'si kara sınırlarını oluştururken 7.816 km'si ise kıyı sınırlarımızı oluşturmaktadır [37].

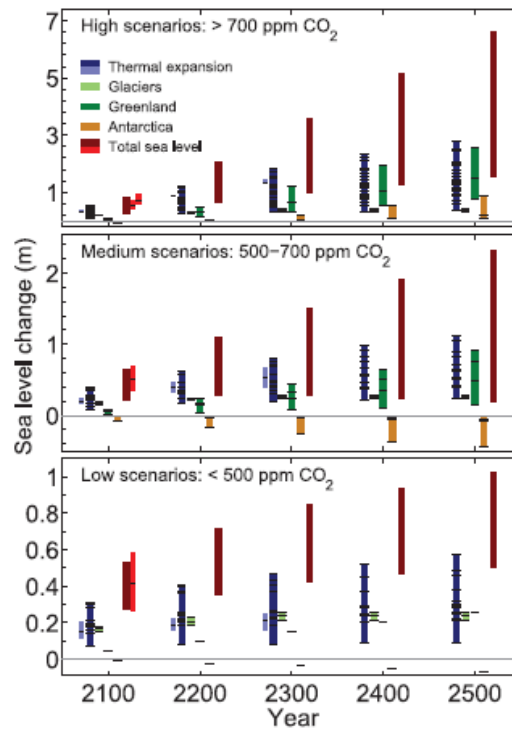
Günümüzde dünya nüfusunun büyük bir kısmı alçak rakımda bulunan kıyısal alanlarda, deniz seviyesinden yaklaşık 10 ila 15 m. yüksekte hayatlarını sürdürmektedir. Bundan dolayı, küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği nedeniyle deniz seviyesinde yükselmeler meydana gelmesi, dünyamız için tehdit oluşturan önemli bir çevre problemi olarak görülmektedir. Türkiye'de 3 taraftan denizlerle kuşatılmış bir ülke olarak benzer tehditlerle karşı karşıyadır. Bu sebepten; deniz seviyesi yükselmenin zaman-konum bazlı değişimlerinin izlenmesi, sebeplerinin anlaşılması, meydana getireceği potansiyel etkinin hesaplanması ve gerekli önlemlerin alınması için farklı disiplinler arasındaki çalışmalar sürdürülmektedir [8].

Bu çalışmada, Türkiye kıyıları genel risk durumunun ortaya konulabilmesi için Türkiye sınırları içerisinde bulunan 28 kıyı ilinde deniz seviyesi yükselmesine bağlı olarak su baskını yaşanması muhtemel alanların modellenmesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada IPCC'nin 2013 Eylül ayında yayınlanan Çalışma Grubu 1 tarafından hazırlanmış olan 5.

Değerlendirme Raporuna göre 2100-2200-2300-2400-2500 yılları olası deniz seviyesi artışlarına ait yüksek senaryo verileri baz alınmıştır [38].

Tablo 4.1. IPCC 5. Değerlendirme Raporu Olası Deniz Seviyesi Değişim Senaryosu

Katkı	Senaryo	2100	2200	2300	2400	2500
Termal Genleşme	Düşük	0.07-0.31 m	0.08-0.41 m	0.08-0.47 m	0.09-0.52 m	0.09-0.57 m
Buzullar	Düşük	0.15-0.18 m	0.19-0.23 m	0.22-0.26 m	0.22-0.26 m	0.22-0.26 m
Grönland Buz Tabakası	Düşük	0.05 m	0.10 m	0.15 m	0.21 m	0.26 m
Antartika Buz Tabakası	Düşük	-0.01 m	-0.02 m	-0.03 m	-0.05 m	-0.07 m
Toplam	Düşük	0.26-0.53 m	0.35-0.72 m	0.41-0.85 m	0.46-0.94 m	0.50-1.02 m
Termal Genleşme	Orta	0.09-0.39 m	0.17-0.62 m	0.20-0.81 m	0.22-0.98 m	0.24-1.13 m
Buzullar	Orta	0.15-0.19 m	0.21-0.25 m	0.25-0.29 m	0.25-0.29 m	0.25-0.29 m
Grönland Buz Tabakası	Orta	0.02-0.09 m	0.05-0.24 m	0.08-0.44 m	0.11-0.65 m	0.14-0.91 m
Antartika Buz Tabakası	Orta	-0.07--0.01 m	-0.17 to-0.02 m	-0.25--0.03 m	-0.36--0.02 m	-0.45--0.01 m
Toplam	Orta	0.19-0.66 m	0.26-1.09 m	0.27-1.51 m	0.21-1.90 m	0.18-2.32 m
Termal Genleşme	Yüksek	0.08-0.55 m	0.23-1.20 m	0.29-1.81 m	0.33-2.32 m	0.37-2.77 m
Buzullar	Yüksek	0.17-0.19 m	0.25-0.32 m	0.30-0.40 m	0.30-0.40 m	0.30-0.40 m
Grönland Buz Tabakası	Yüksek	0.02-0.09 m	0.13-0.50 m	0.31-1.19 m	0.51-1.94 m	0.73-2.57 m
Antartika Buz Tabakası	Yüksek	-0.07--0.00 m	-0.04-0.01 m	0.02-0.19 m	0.06-0.51 m	0.11-0.88 m
Toplam	Yüksek	0.21-0.83 m	0.58-2.03 m	0.92-3.59 m	1.20-5.17 m	1.51-6.63 m



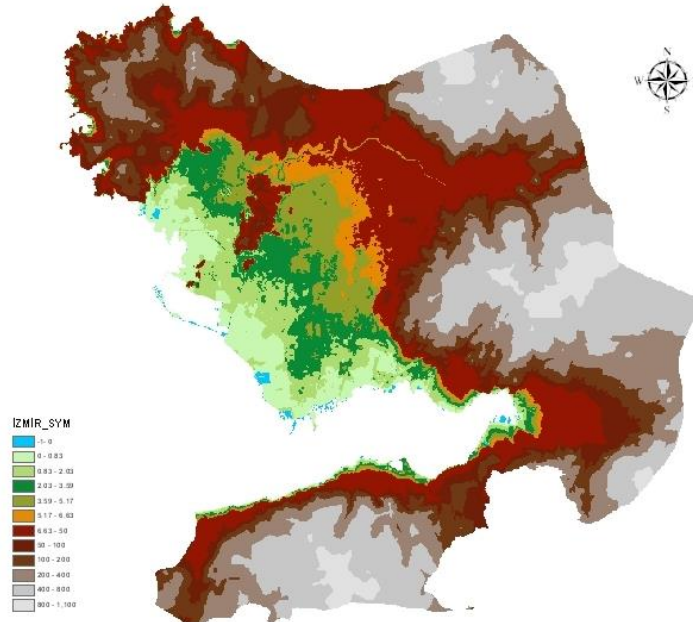
Şekil 4.1. IPCC 5. Değerlendirme Raporu Olası Deniz Seviyesi Değişim Grafiği

Türkiye kıyıları genel risk durumunun ortaya konulabilmesi için Türkiye kıyılarında gerçekleştirilen modelleme çalışmasında IPCC 5. Değerlendirme Raporu düşük, orta ve yüksek olasılıklı Deniz Seviyesi Değişim Modeli senaryolarından yüksek olasılıklı senaryo aralığının maksimum değerleri kullanılmıştır.

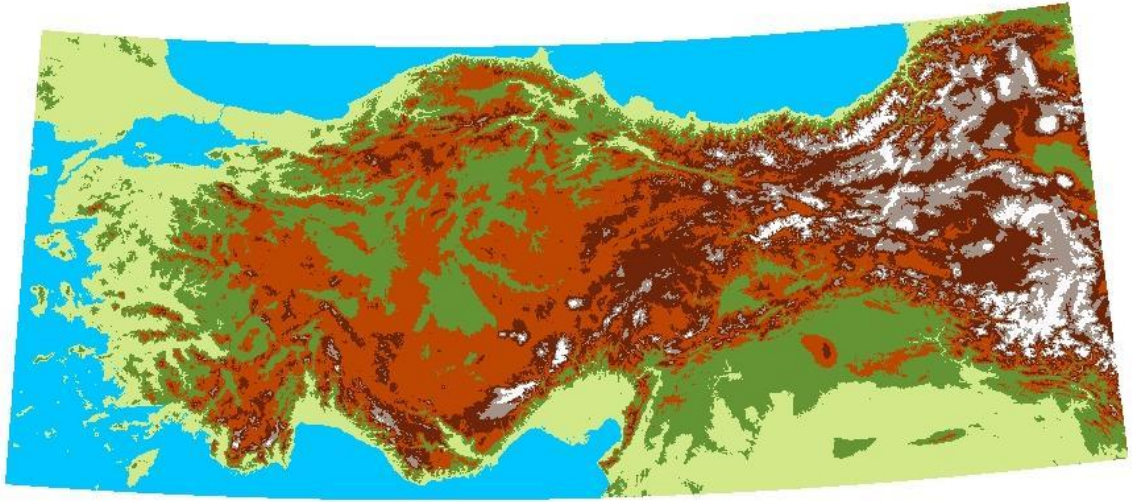
Tablo 4.2. Uygulamada Kullanılan Deniz Seviyesi Değişim Senaryosu

Senaryo	2100	2200	2300	2400	2500
Yüksek	0.83 m	2.03 m	3.59 m	5.17 m	6.63 m

Modellemede 28 kıyı ilindeki deniz seviyesi yükselmesi içi 10 metre bağıl düşey doğruluğa ve ekvatorda~90 metre çözünürlüğe sahip SRTM3 verileri kullanılmıştır. İzmir iline ait deniz seviyesi yükselmesinin modellenerek SRTM3 ile gerçekleştirilen modellemenin karşılaştırılması için ise İzmir’ in Balçova, Bayraklı, Bornova, Çiğli, Foça, Güzelbahçe, Karabağlar, Karşıyaka, Konak, Menemen ve Narlıdere olmak üzere 11 ilçesine ait 1/5000 ölçekli halihazır harita verilerinden üretilen 10mx10m örnekleme sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır [15].



Şekil 4.2. İzmir’in 11 İlçesine Ait 1/5000 Ölçekli Halihazır Haritadan Üretilmiş Sayısal Yükseklik Modeli



Şekil 4.3. Türkiye SRTM3 Sayısal Yükseklik Modeli

4.2. Kullanılan Materyal ve Yazılımlar

Türkiye kıyı illerinde iklim değişikliğine bağlı deniz seviyesindeki artışın etkisinin modellenmesinde, yapay açıklıklı radar yöntemiyle sürekli ve yüksek çözünürlükteki sayısal yükseklik modelinin elde edilmesi amacıyla 2000 yılının şubat ayında fırlatılan uzay mekiği tarafından veri toplanarak gerçekleştirilen 3"x3" çözünürlüğündeki ve tüm kullanıcılara ücretsiz olarak servis edilmiş olan SRTM sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır [39].

Tablo 4.3. C-SRTM Teknik Özellikleri

C-SRTM (C Band) : NGA-SRTM	
Dalga Boyu	5,3 cm
Bağıl Düşey Doğruluk	10 metre
Yükseklik Birimi	Metre
Yatay Datum	WGS84
Düşey Datum	WGS-84 EGM96 Geoid

İklim değişikliğine bağlı deniz seviyesindeki artışın etkisinin yüksek olduğu İzmir ilimize bağlı Balçova, Bayraklı, Bornova, Çiğli, Foça, Güzelbahçe, Karabağlar, Karşıyaka, Konak, Menemen ve Narlıdere olmak üzere 11 ilçenin deniz seviyesi değişiminin modellenmesinde fotogrametrik yöntem ile üretilmiş 1/5000 ölçekli halihazır haritalardan üretilen 10mx10m çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır.

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında SRTM3 ve İzmir sayısal yükseklik modellerinin 2100-2200-2300-2400-2500 yılı senaryoları baz alınarak deniz seviyesi değişiminin modellenmesinde Globalmapper_15.1.5 yazılımı kullanılmıştır. Elde edilen modelin alansal analizleri için ise ArcGIS_10.1 yazılımı kullanılmıştır.

4.3. Türkiye Geneli Deniz Seviyesi Değişiminin Modellenmesi

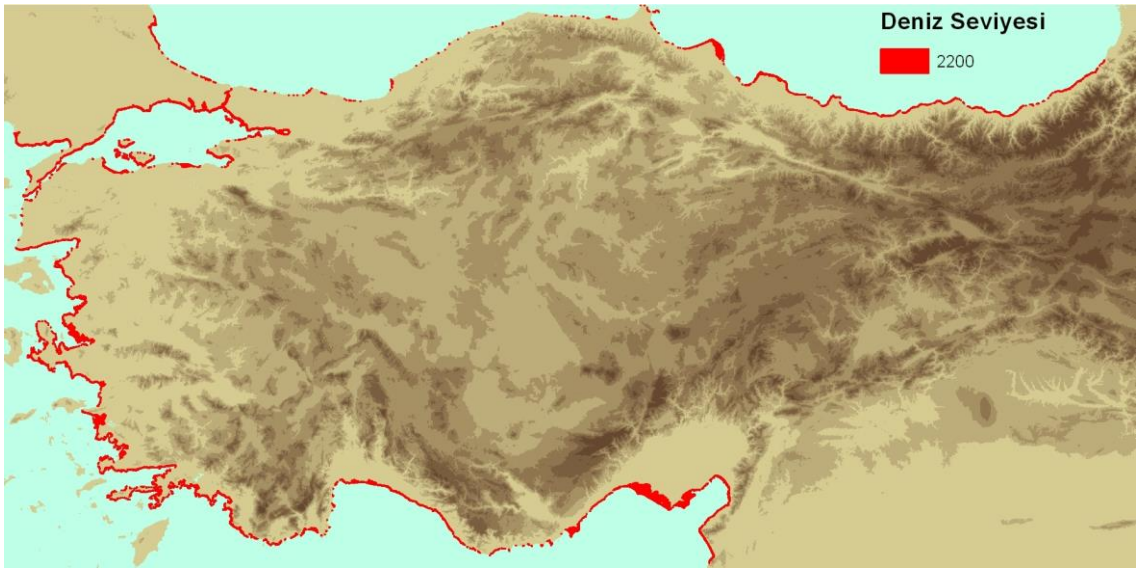
Türkiye genelini kapsayan, SRTM3 sayısal yükseklik modeli kullanılarak deniz seviyesi değişiminin modellenmesi Globalmapper_15.1.5 yazılımda gerçekleştirilerek 5 farklı zaman dilimi için elde edilmiş olan modelin alansal analizlerinin gerçekleştirilmesinde ArcGIS_10.1 yazılımı kullanılmıştır. Globalmapper_15.1.5 yazılımı ile elde edilerek shp formatında export işlemi gerçekleştirilen model ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı'ndan temin edilen Ülke shp verisi ArcGIS_10.1 yazılımında analiz edilerek deniz seviyesi değişiminin olası alansal modellemesi Türkiye kıyılarında 2100-2200-2300-2400-2500 yılı senaryoları için gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.4. Deniz Seviyesi Değişiminin Türkiye Genelindeki Alansal Etkisi

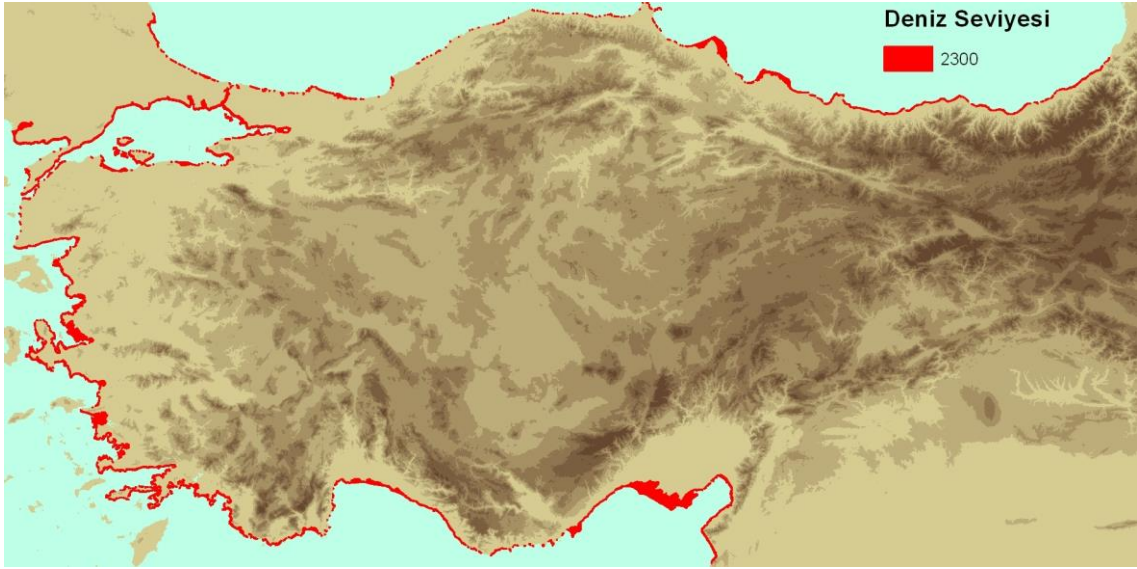
Senaryo Yılı	Deniz Seviyesi Değişimi	Türkiyenin Yüzölçümü(km ²) (2014)	Deniz Seviyesi Etki Alanı(km ²)	Etki Alanın Türkiye Yüzölçümüne Oranı (%)
2100	0.83 m	780043	1249	0.16
2200	2.03 m	780043	2124	0.27
2300	3.59 m	780043	3162	0.40
2400	5.17 m	780043	4620	0.59
2500	6.63 m	780043	5481	0.70



Şekil 4.4. 2100 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Türkiye Kıyılarındaki Alansal Etki Modeli



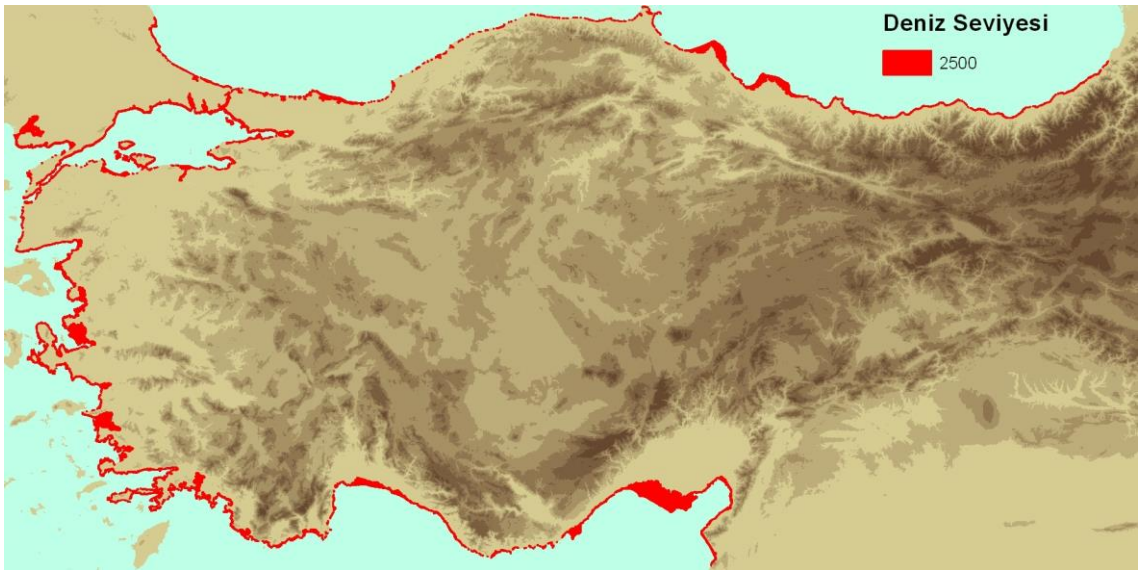
Şekil 4.5. 2200 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Türkiye Kıyılarındaki Alansal Etki Modeli



Şekil 4.6. 2300 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Türkiye Kıyılarındaki Alansal Etki Modeli



Şekil 4.7. 2400 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Türkiye Kıyılarındaki Alansal Etki Modeli



Şekil 4.8. 2500 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Türkiye Kıyılarındaki Alansal Etki Modeli

Türkiye geneli deniz seviyesi değişim senaryoları ile gerçekleştirilmiş olan modelleme çalışmalarından da görüldüğü gibi arazi yüksekliği düşük ve büyük deltalara sahip olan Adana, Samsun, İstanbul, Edirne, Mersin, Muğla ve İzmir illerinde su altında kalan alan oranının diğer illere nazaran daha fazla olduğu görülmektedir.

Türkiye'nin 780043 km² olan izdüşümsel yüzölçümünün olası senaryolar karşısında önümüzdeki 500 yıllık süreçte yüzde 0.16 ile 0.70 oranında su baskınına maruz kalabileceği ve bu oranlarda alansal toprak kaybı yaşanabileceği görülmektedir.

Ayrıca gerçekleşmesi öngörülen su baskınlarının nüfus, tarım ve sanayi yoğunluğu fazla olan illerimizi etkileyeceğinden üç tarafı denizlerle çevrili ve kıyı yaşam oranı yüksek olan ülkemizde küresel ısınmaya bağlı deniz seviyesi değişiminin sosyo-ekonomik açıdan etkilerinin de yüksek olabileceği düşünülmektedir.

4.4. Türkiye'nin Denize Kıyısı Bulunan 28 İlinde Deniz Seviyesi Değişiminin Modellenmesi

Bu kapsamda Türkiye genelinde gerçekleştirilmiş olan modelleme çalışmasının neticesinde öngörülen 0.16 ile 0.70 oranındaki su baskınının topoğrafik özelliklerine göre denize kıyısı bulunan 28 ilimizde farklılık göstereceğinden dolayı bu illerimizin yüzölçümleri bazında alansal etkileri ayrı ayrı incelenerek etki oranı yüksek ve düşük olan illerimizin tespiti yönünde çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.5. Deniz Seviyesi Değişiminin 28 Kıyı İline Alansal Etkisi

İl Adı	Yüzölçümü (km ²)	2100 (km ²)	2200 (km ²)	2300 (km ²)	2400 (km ²)	2500 (km ²)
Adana	13844	113	382	652	899	1013
Antalya	20177	91	134	211	320	393
Artvin	7393	3	3	3	3	4
Aydın	8116	27	103	188	311	359
Balıkesir	14583	79	95	119	153	179
Bartın	2330	0	0	0	1	2
Bursa	10813	27	46	54	60	80
Çanakkale	9817	65	74	96	138	173
Düzce	2492	0	0	0	0	1
Edirne	6145	55	62	118	234	296
Giresun	7025	12	13	13	14	15
Hatay	5524	64	68	77	94	106
İstanbul	5461	145	154	175	205	233
İzmir	11891	163	247	350	530	631
Kastamonu	13064	0	0	0	1	3
Kırklareli	6459	8	10	11	13	14
Kocaeli	3397	51	53	60	70	77
Mersin	16010	54	242	379	488	561
Muğla	12654	134	159	195	354	408
Ordu	5861	9	10	12	17	22
Rize	3835	5	6	7	7	9
Sakarya	4824	0	1	20	52	100
Samsun	9725	31	140	290	499	628
Sinop	5717	2	2	2	9	13
Tekirdağ	6190	57	60	63	67	71
Trabzon	4628	12	13	14	15	16
Yalova	798	25	31	37	43	50
Zonguldak	3342	4	4	5	7	11

Tablo 4.6. Deniz Seviyesi Değişiminin 28 Kıyı İline Oransal Etkisi

İl Adı	Yüzölçümü (km ²)	2100 (%)	2200 (%)	2300 (%)	2400 (%)	2500 (%)
Adana	13844	0.82	2.76	4.71	6.49	7.31
Antalya	20177	0.45	0.66	1.05	1.58	1.94
Artvin	7393	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05
Aydın	8116	0.34	1.27	2.32	3.83	4.42
Balıkesir	14583	0.54	0.65	0.81	1.05	1.22
Bartın	2330	0.02	0.02	0.02	0.04	0.10
Bursa	10813	0.25	0.42	0.50	0.56	0.74
Çanakkale	9817	0.66	0.75	0.97	1.41	1.76
Düzce	2492	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06
Edirne	6145	0.90	1.01	1.92	3.81	4.82
Giresun	7025	0.18	0.18	0.19	0.20	0.22
Hatay	5524	1.17	1.24	1.41	1.71	1.93
İstanbul	5461	2.66	2.83	3.20	3.77	4.27
İzmir	11891	1.37	2.08	2.94	4.46	5.31
Kastamonu	13064	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
Kırklareli	6459	0.13	0.15	0.18	0.20	0.22
Kocaeli	3397	1.50	1.57	1.76	2.06	2.29
Mersin	16010	0.34	1.51	2.37	3.05	3.50
Muğla	12654	1.06	1.25	1.54	2.79	3.23
Ordu	5861	0.16	0.17	0.20	0.30	0.38
Rize	3835	0.15	0.16	0.18	0.20	0.23
Sakarya	4824	0.00	0.02	0.42	1.08	2.08
Samsun	9725	0.32	1.44	2.98	5.13	6.46
Sinop	5717	0.04	0.04	0.05	0.16	0.23
Tekirdağ	6190	0.92	0.98	1.02	1.09	1.14
Trabzon	4628	0.27	0.28	0.30	0.33	0.36
Yalova	798	3.21	3.90	4.64	5.46	6.26
Zonguldak	3342	0.12	0.13	0.14	0.23	0.35

Deniz seviyesi değişiminin 28 kıyı ilimizde etkilerinin ortaya konması amacı ile gerçekleştirilmiş olan modelleme çalışmasının sonucunda, 5 farklı yıl aralığında etkilenebilirliği en az ve en çok olan iller alansal ve oransal olarak belirlenmiş olup Tablo 4.4. ve Tablo 4.5. de ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Tablo 4.4. ve Tablo 4.5. de renklendirilmiş olan satırlar 4 kıyı bölgemizde her bölge için deniz seviyesi değişiminin olası senaryolara göre alansal etkisinin en çok görüleceği ili ifade etmektedir.

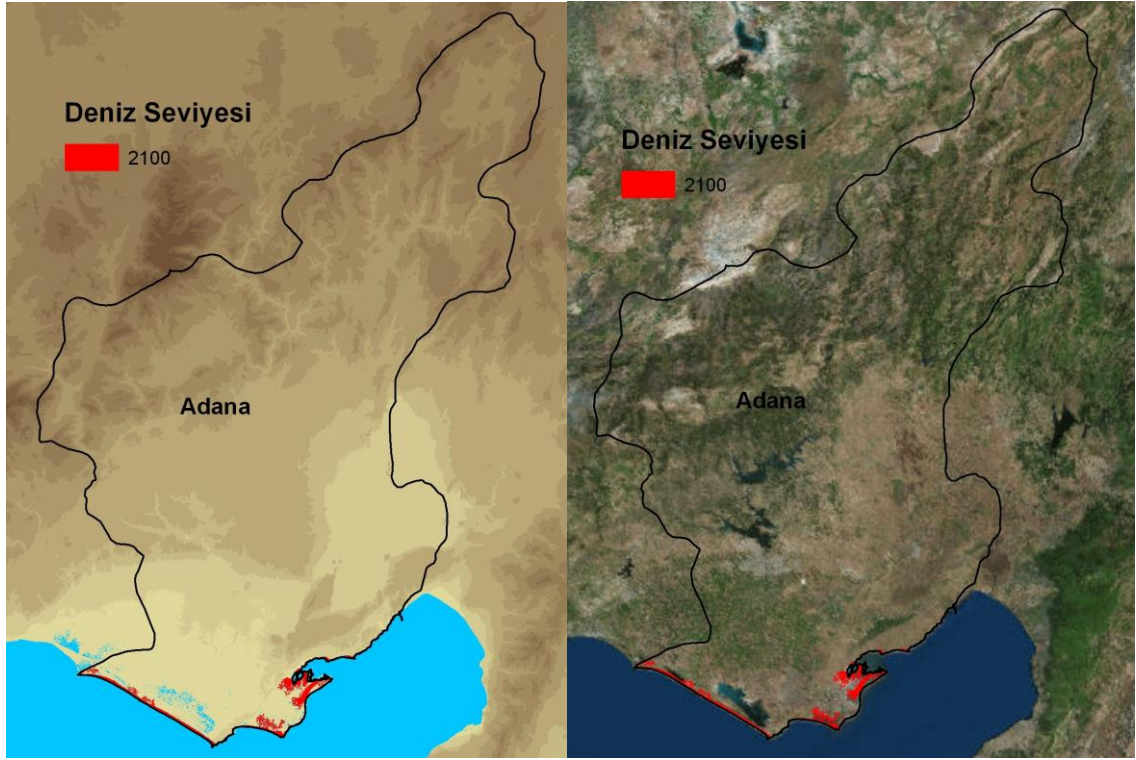
Bu çalışmanın devamında, 28 kıyı ilinde gerçekleştirilmiş olan modelleme çalışmaları neticesinde elde edilmiş olan veriler ışığında, 7 bölgeye ayrılmış olan Türkiye'nin bu bölgelerden denize kıyısı bulunan Akdeniz, Marmara, Ege ve Karadeniz bölgelerindeki illerden her bölge için deniz seviyesi değişiminden en çok etkilenen illere yer verilmiştir. Bu iller Akdeniz bölgesi için Adana, Marmara bölgesi için Edirne, Ege bölgesi için İzmir, Karadeniz bölgesi için Samsun olarak belirlenmiştir.

4.4.1. Adana İli Deniz Seviyesi Değişiminin Modellenmesi

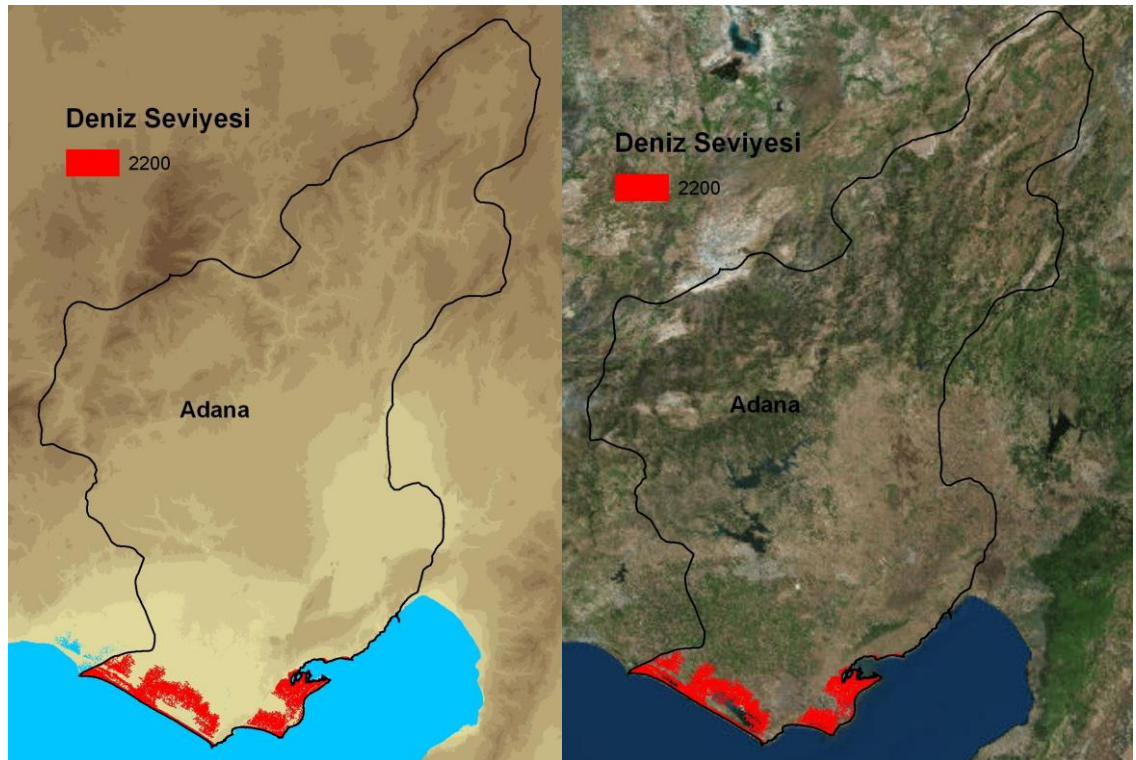
Adana ili Akdeniz bölgesinde yer almakta olup 13844 km² yüzölçüme sahiptir. 2014 yılı istatistiklerine göre 2 165 595 kişilik nüfusa sahip olan ilimizin km² bazında nüfus yoğunluğu 156 kişidir. [40]

Tablo 4.7. Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İline Alansal Etkisi

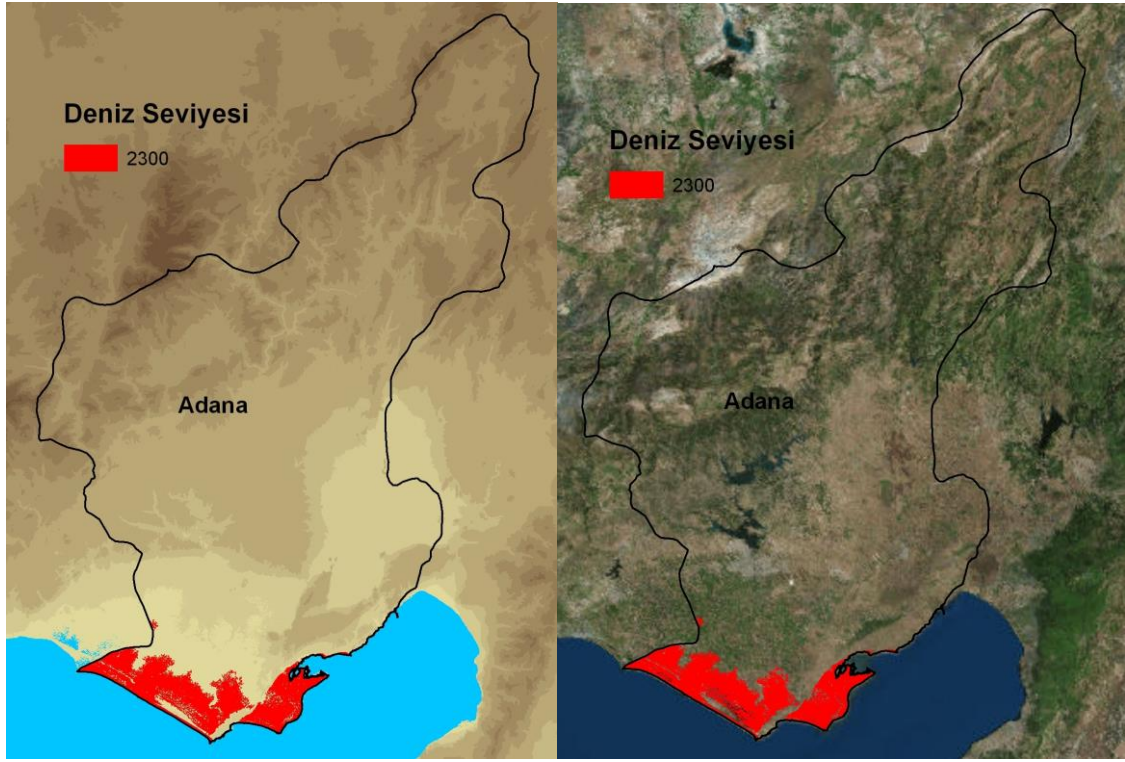
Senaryo Yılı	Deniz Seviyesi Değişimi	Adana İli Yüzölçümü(km ²) (2014)	Deniz Seviyesi Etki Alanı(km ²)	Etki Alanının Adana İli Yüzölçümüne Oranı (%)
2100	0.83 m	13844	113	0.82
2200	2.03 m	13844	382	2.76
2300	3.59 m	13844	652	4.71
2400	5.17 m	13844	899	6.49
2500	6.63 m	13844	1013	7.31



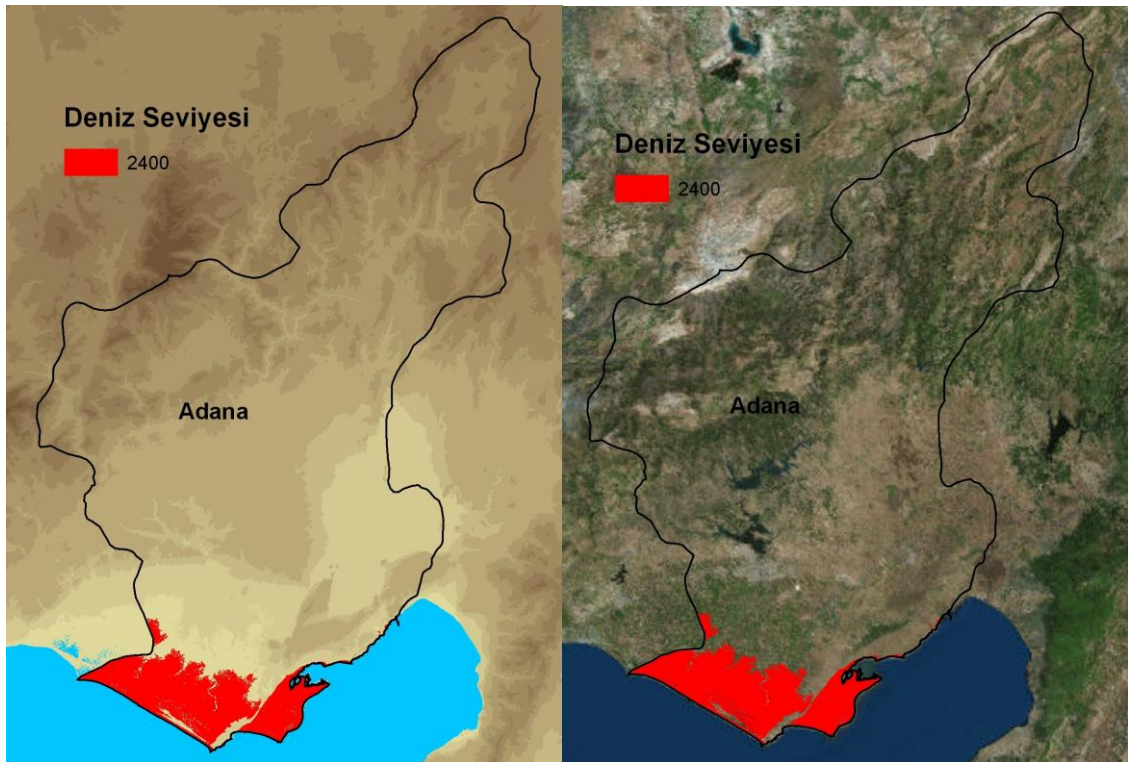
Şekil 4.9. 2100 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İli Alansal Etki Modeli



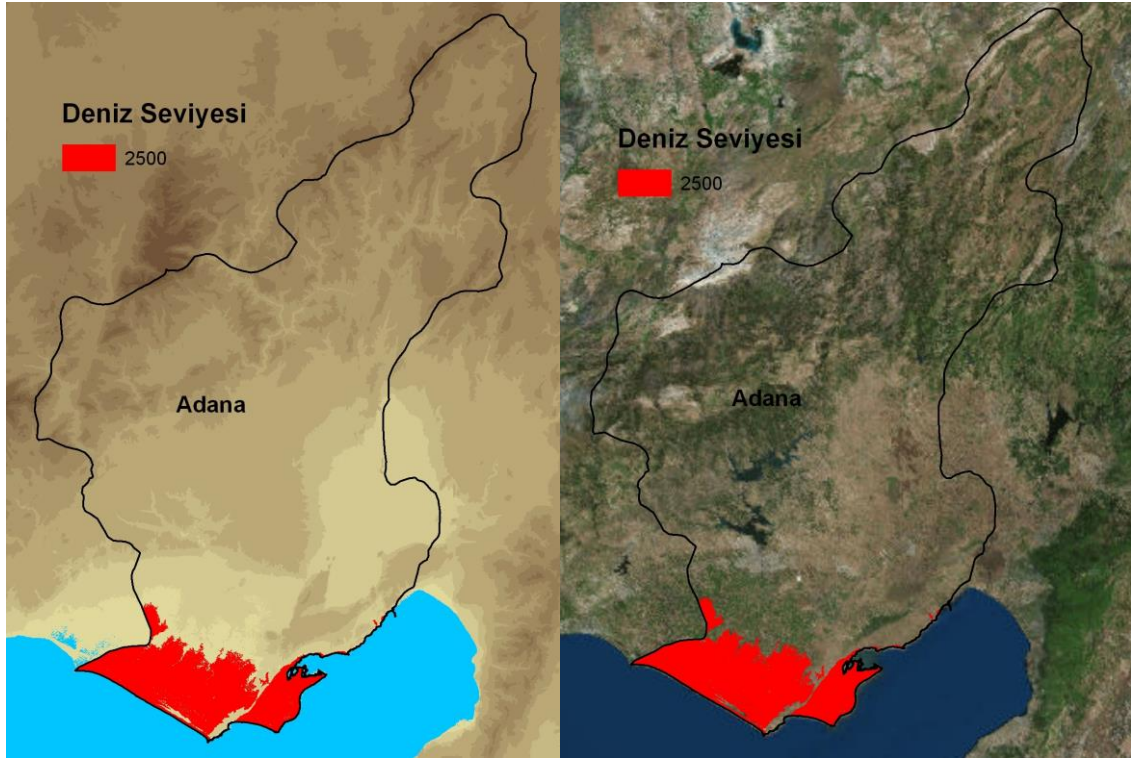
Şekil 4.10. 2200 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İli Alansal Etki Modeli



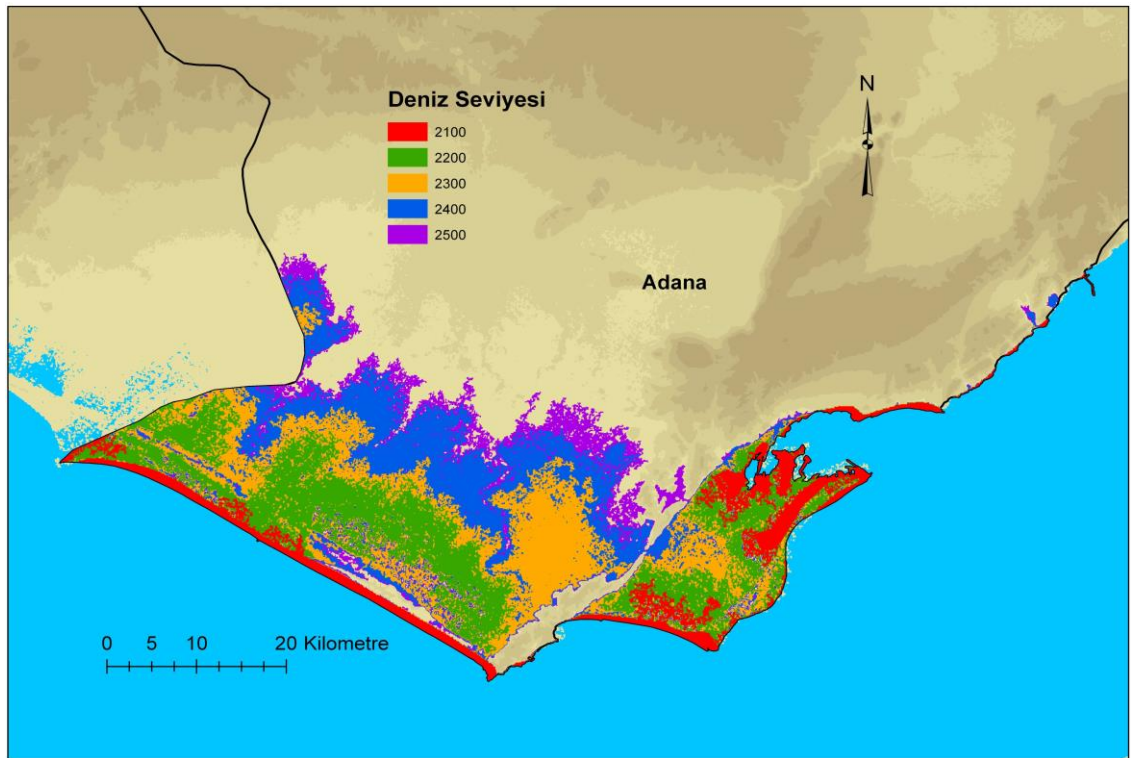
Şekil 4.11. 2300 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.12. 2400 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.13. 2500 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.14. 2100-2500 Yılları Senaryolarına Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Adana İli Alansal Etki Modeli

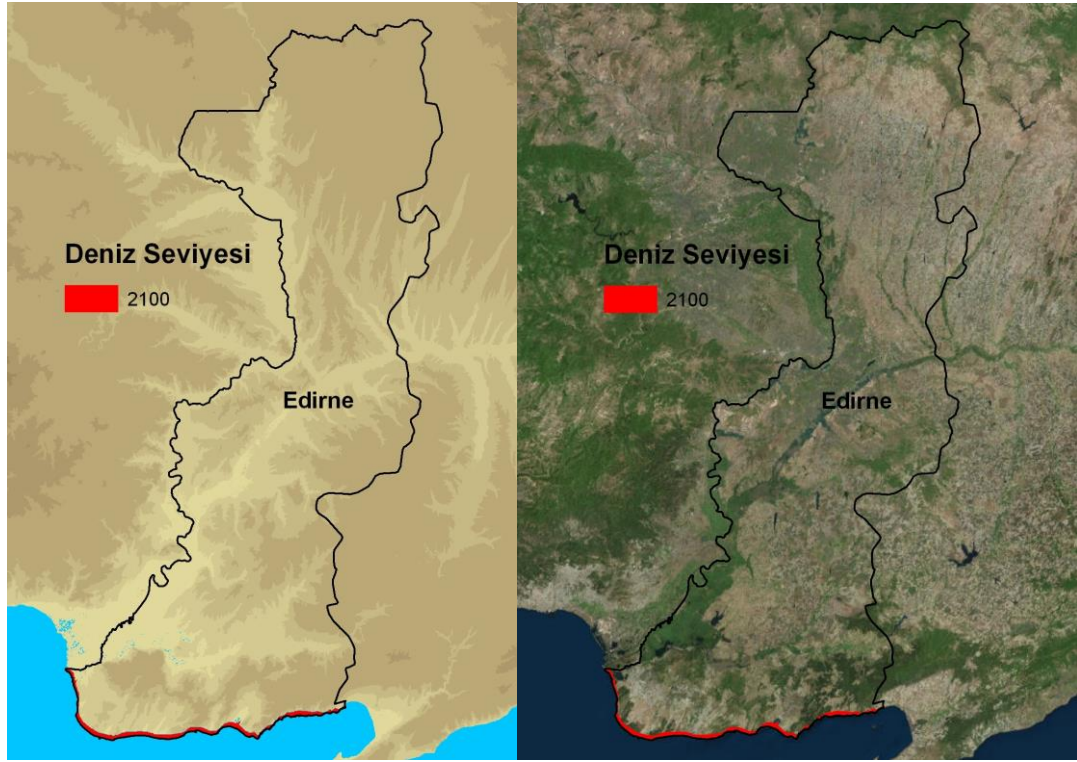
Akdeniz bölgesinde olası 500 yıllık deniz seviyesi artışının en çok etkileyeceği ilimiz olan Adana ili için gerçekleştirilen analizler sonucunda, su baskınına maruz kalacak alanların başında tarım arazileri gelmektedir. Bunun yanında yerleşim alanı olarak bir çok köy ve beldenin etkilenebileceği ortaya konmuştur. Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin Adana ilinden Akdeniz’e döküldüğü göz önünde bulundurularak Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin olduğu kadar, bu akarsuların oluşturduğu doğal göllerinde deniz seviyesi artışının olumsuz etkilerine maruz kalabileceği söylenebilir.

4.4.2. Edirne İli Deniz Seviyesi Değişiminin Modellenmesi

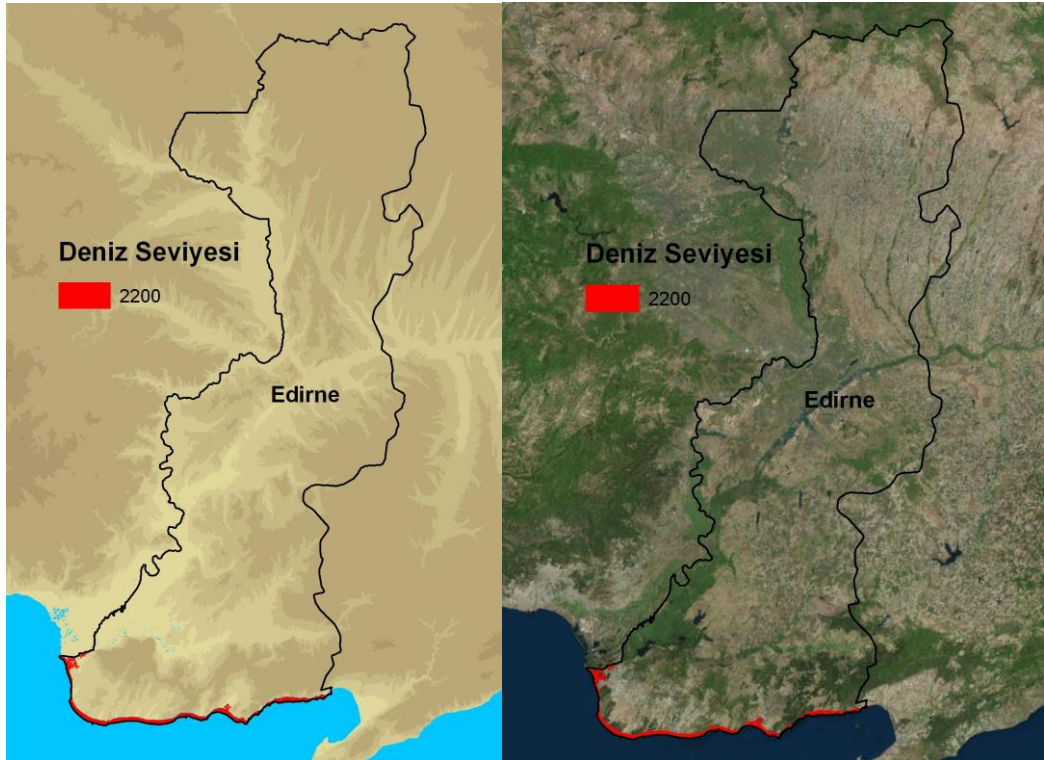
Edirne ili Marmara bölgesinde yer almakta olup 6145 km² yüzölçümüne sahiptir. 2014 yılı istatistiklerine göre 400 280 kişilik nüfusa sahip olan ilimizin km² bazında nüfus yoğunluğu 65 kişidir. [40]

Tablo 4.8. Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İline Alansal Etkisi

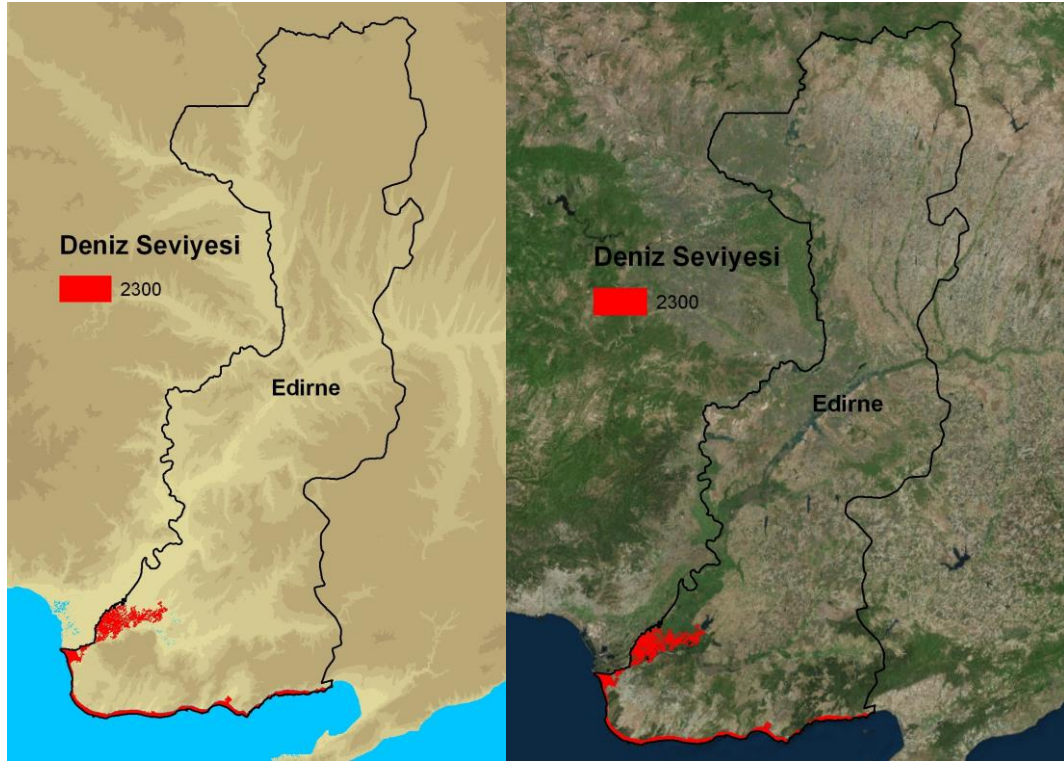
Senaryo Yılı	Deniz Seviyesi Değişimi	Edirne İli Yüzölçümü(km ²) (2014)	Deniz Seviyesi Etki Alanı(km ²)	Etki Alanının Edirne İli Yüzölçümüne Oranı (%)
2100	0.83 m	6145	55	0.90
2200	2.03 m	6145	62	1.01
2300	3.59 m	6145	118	1.92
2400	5.17 m	6145	234	3.81
2500	6.63 m	6145	296	4.82



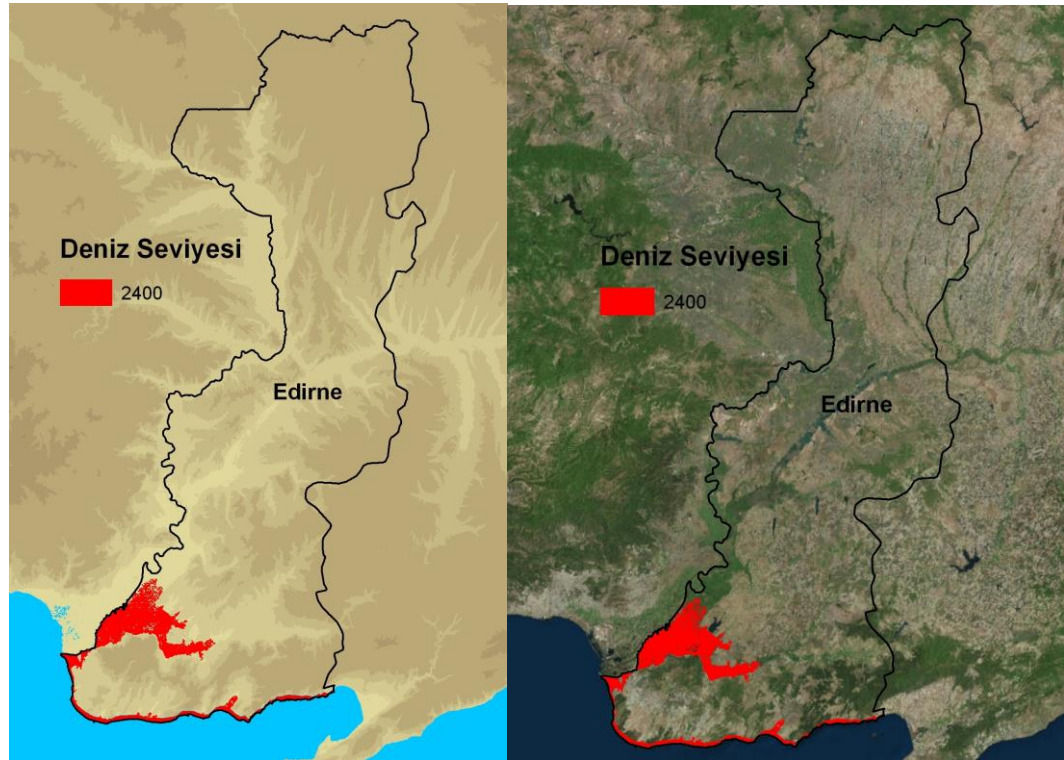
Şekil 4.15. 2100 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İli Alansal Etki Modeli



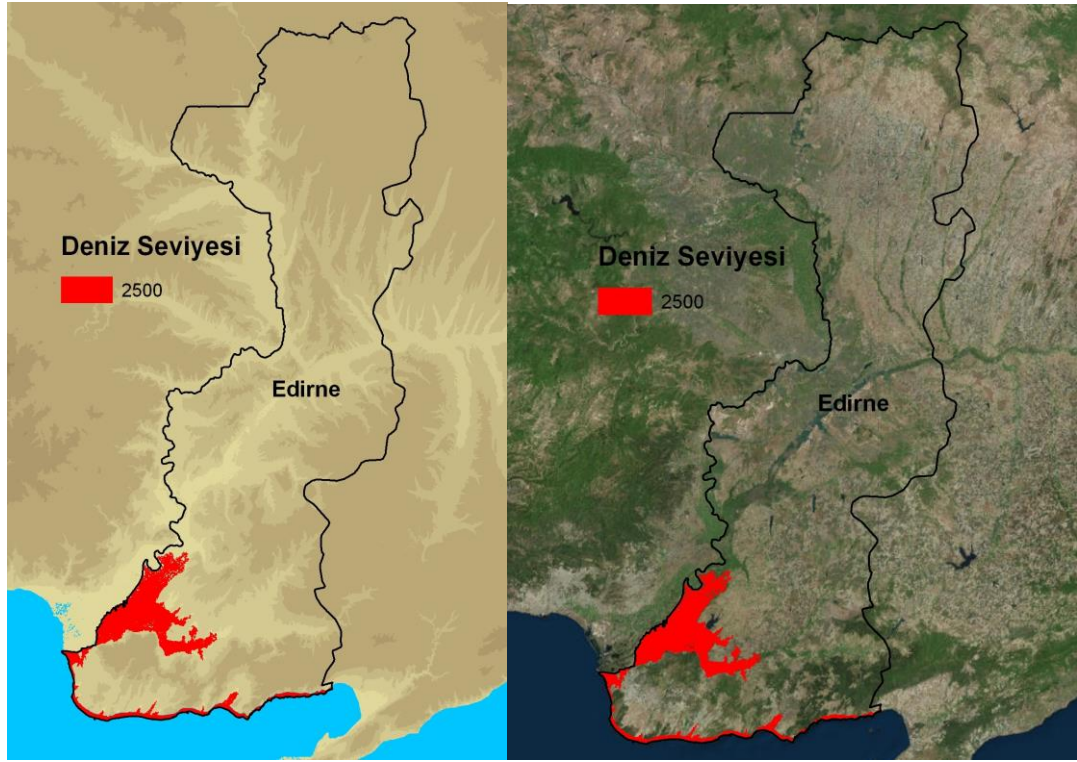
Şekil 4.16. 2200 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İli Alansal Etki Modeli



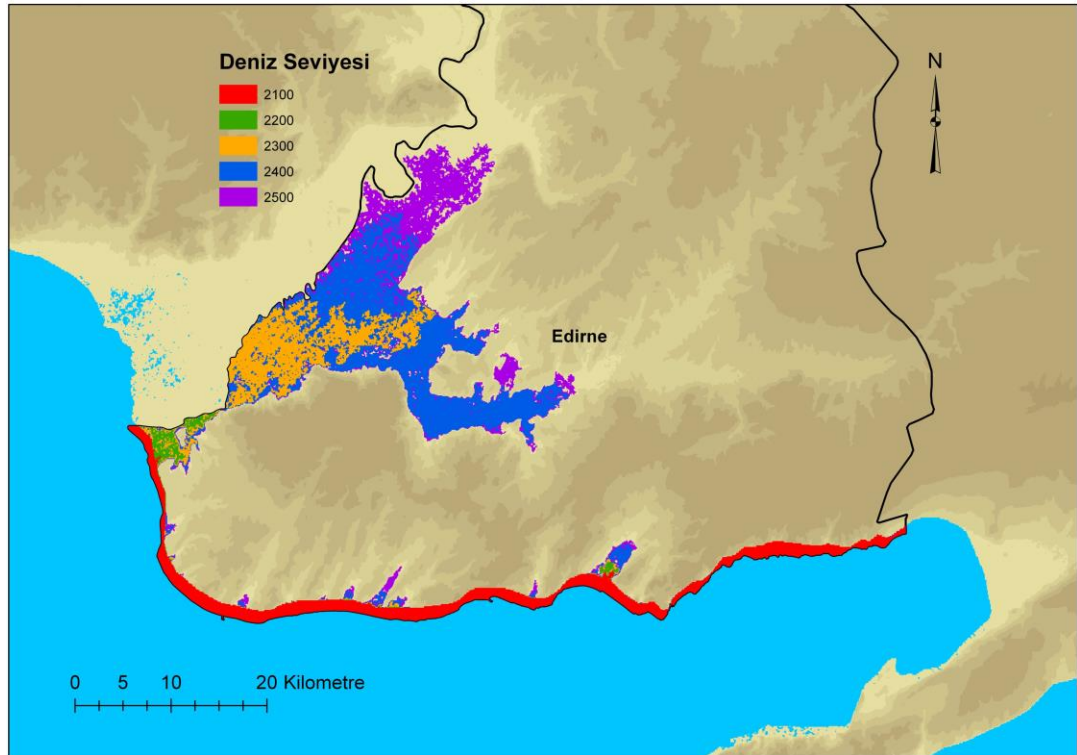
Şekil 4.17. 2300 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.18. 2400 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.19. 2500 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.20. 2100-2500 Yılları Senaryolarına Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Edirne İli Alansal Etki Modeli

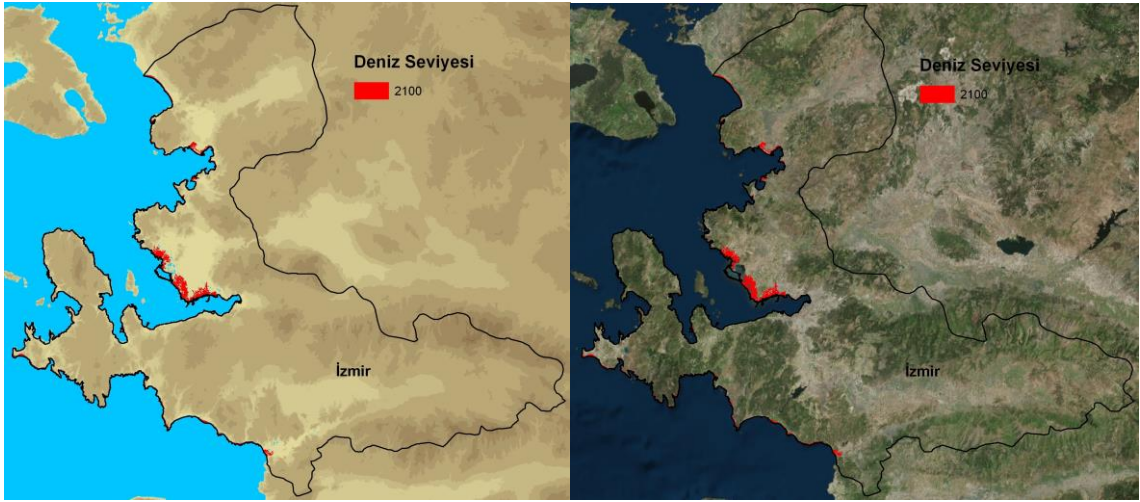
Marmara bölgesinde olası 500 yıllık deniz seviyesi artışının en çok etkileyeceği ilimiz olan Edirne ili için gerçekleştirilen analizler sonucunda, Ergene ovasında bulunan tarım arazilerinin yanı sıra kıyı kenarında bulunan yerleşim alanları, Ege denizine dökülen Meriç nehri ile çok sayıda doğal göl olumsuz etkilenecektir.

4.4.3. İzmir İli Deniz Seviyesi Değişiminin Modellenmesi

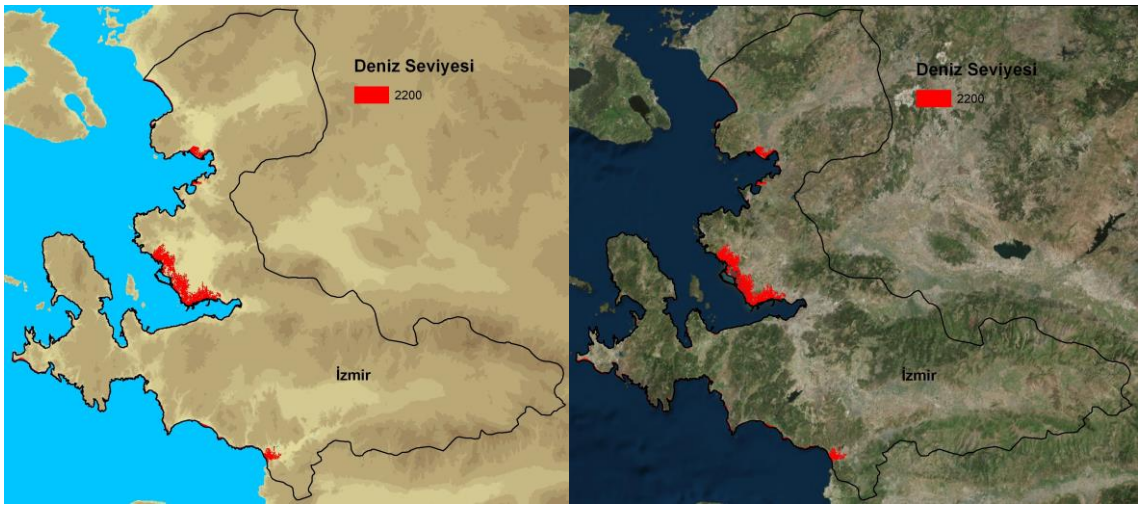
İzmir ili Ege bölgesinde yer almakta olup 11891 km² yüzölçümüne sahiptir. 2014 yılı istatistiklerine göre 4 113 072 kişilik nüfusa sahip olan ilimizin km² başında nüfus yoğunluğu 345 kişidir. [40]

Tablo 4.9. Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İline Alansal Etkisi

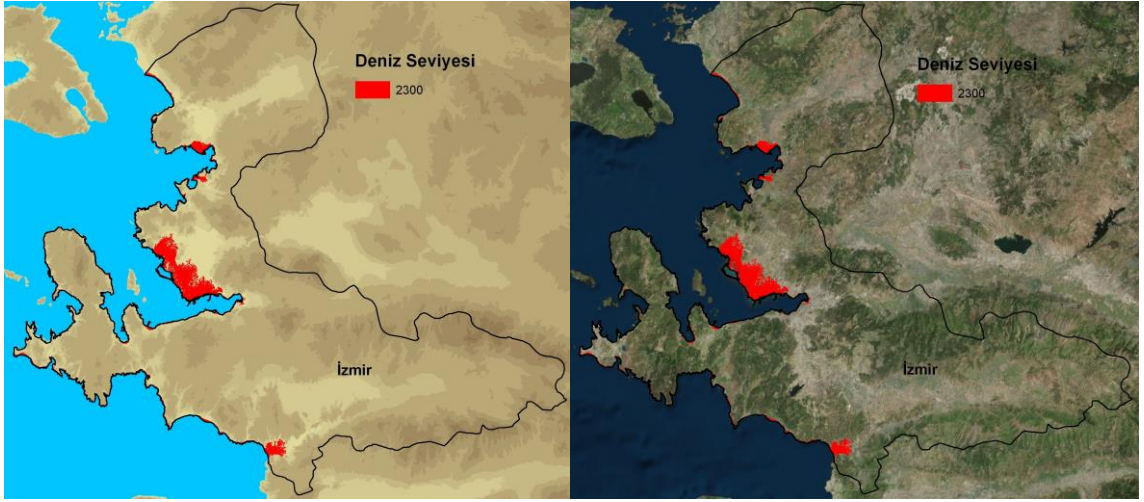
Senaryo Yılı	Deniz Seviyesi Değişimi	İzmir İli Yüzölçümü(km ²) (2014)	Deniz Seviyesi Etki Alanı(km ²)	Etki Alanın İzmir İli Yüzölçümüne Oranı (%)
2100	0.83 m	11891	163	1.37
2200	2.03 m	11891	247	2.08
2300	3.59 m	11891	350	2.94
2400	5.17 m	11891	530	4.46
2500	6.63 m	11891	631	5.31



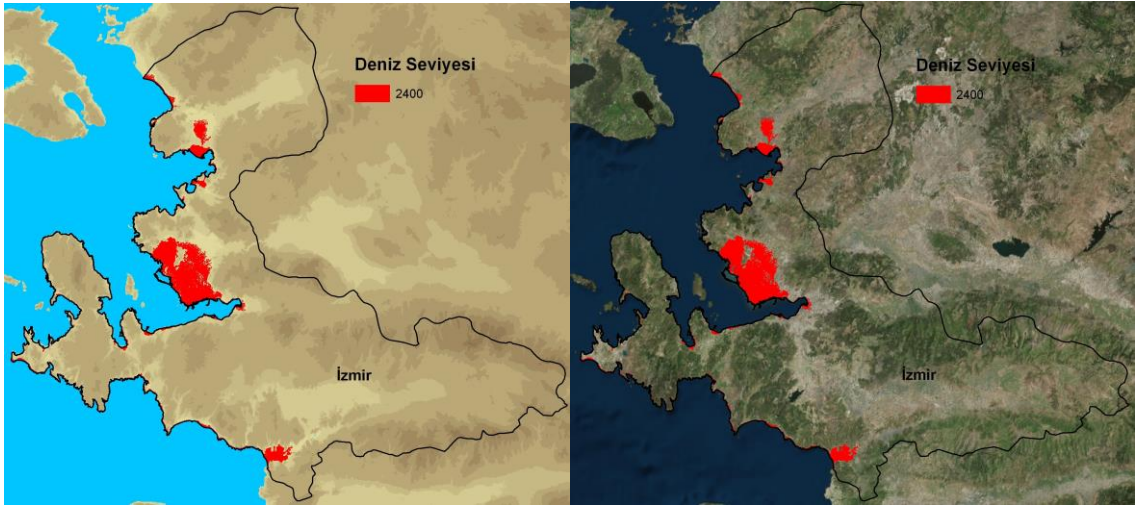
Şekil 4.21. 2100 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İli Alansal Etki Modeli



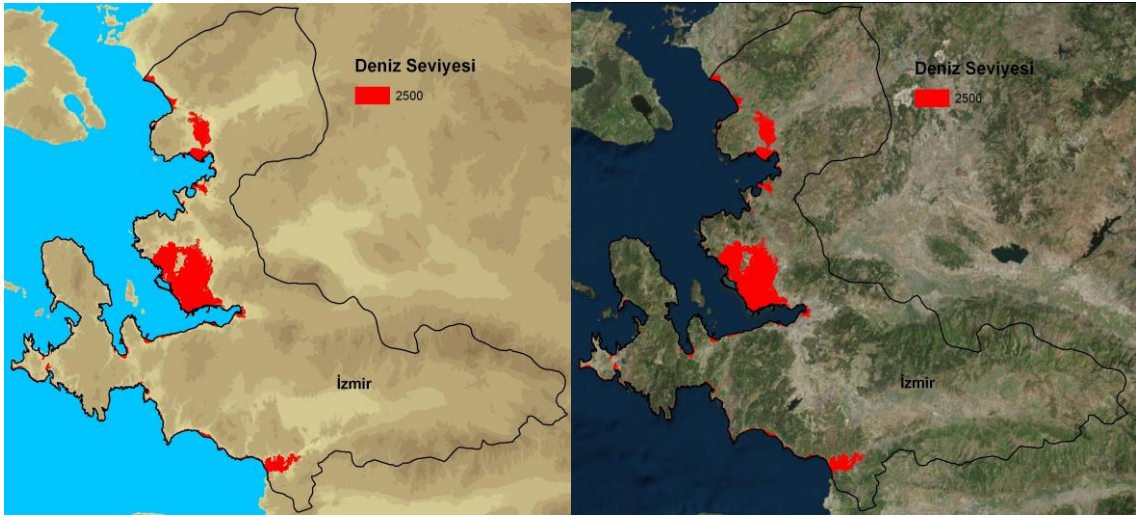
Şekil 4.22. 2200 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İli Alansal Etki Modeli



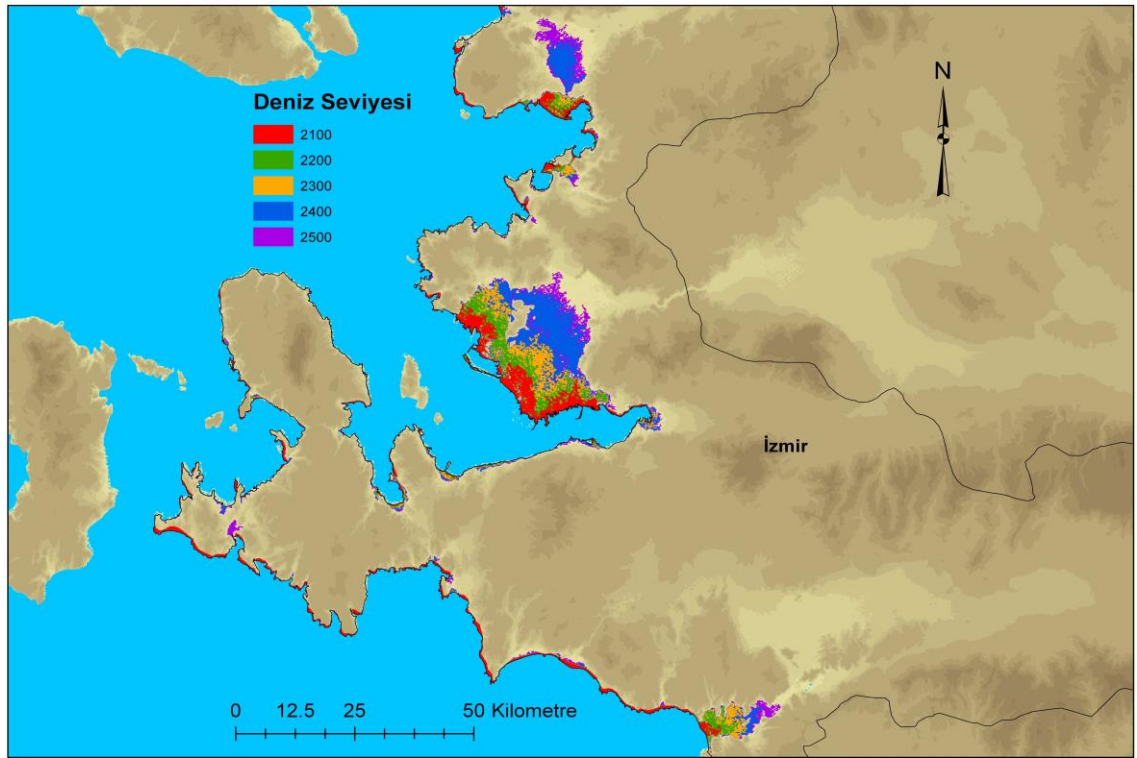
Şekil 4.23. 2300 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.24. 2400 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.25. 2500 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.26. 2100-2500 Yılları Senaryolarına Göre Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İli Alansal Etki Modeli

Ege bölgesinde olası 500 yıllık deniz seviyesi artışının en çok etkileyeceği ilimiz olan İzmir ili için gerçekleştirilen analizler sonucunda, Menemen ovasında bulunan tarım arazileri, yerleşim alanları, sanayi alanları ve limanlar su baskınlarından olumsuz etkilenecektir.

4.4.4. Samsun İli Deniz Seviyesi Değişiminin Modellenmesi

Samsun ili Karadeniz bölgesinde yer almakta olup 9725 km² yüzölçüme sahiptir. 2014 yılı istatistiklerine göre 1 269 989 kişilik nüfusa sahip olan ilimizin km² bazında nüfus yoğunluğu 130 kişidir. [40]

Tablo 4.10. Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İline Alansal Etkisi

Senaryo Yılı	Deniz Seviyesi Değişimi	Samsun İli Yüzölçümü(km ²) (2014)	Deniz Seviyesi Etki Alanı(km ²)	Etki Alanın Samsun İli Yüzölçümüne Oranı (%)
2100	0.83 m	9725	31	0.32
2200	2.03 m	9725	140	1.44
2300	3.59 m	9725	290	2.98
2400	5.17 m	9725	499	5.13
2500	6.63 m	9725	628	6.46



Şekil 4.27. 2100 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.28. 2200 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İli Alansal Etki Modeli



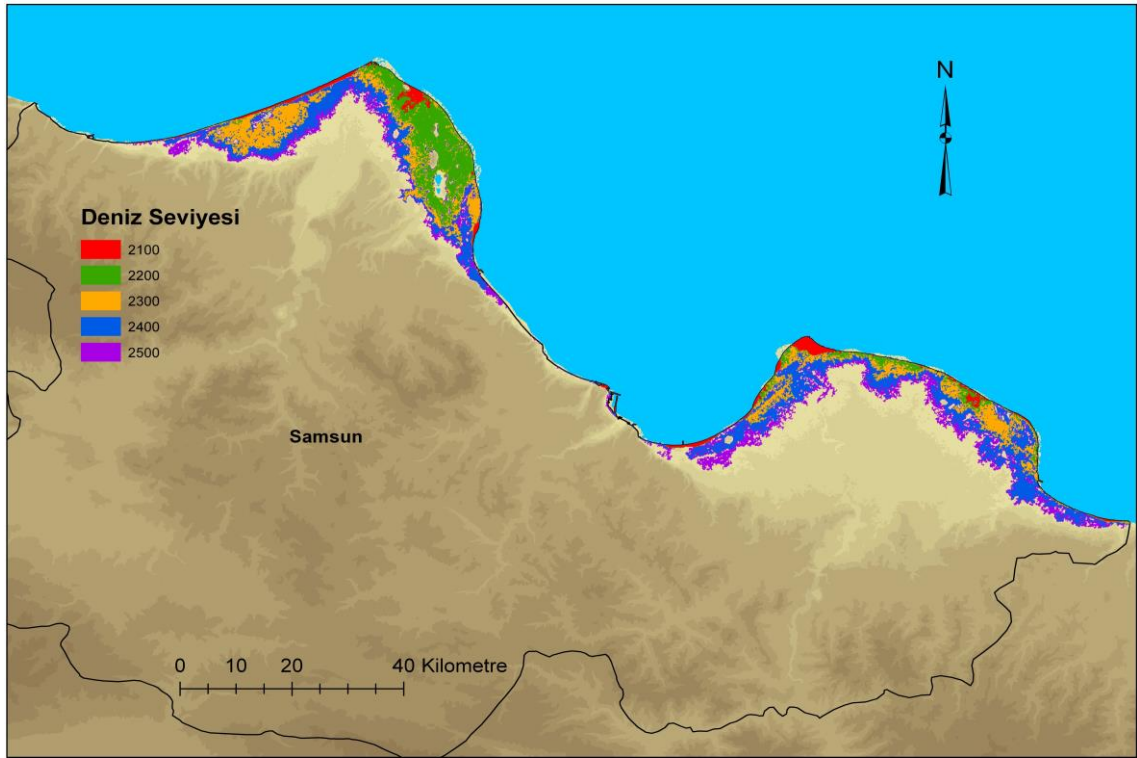
Şekil 4.29. 2300 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.30. 2400 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.31. 2500 Yılı Senaryosuna Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İli Alansal Etki Modeli



Şekil 4.32. 2100-2500 Yılları Senaryolarına Göre Deniz Seviyesi Değişiminin Samsun İli Alansal Etki Modeli

Karadeniz bölgesinde olası 500 yıllık deniz seviyesi artışının en çok etkileyeceği ilimiz olan Samsun ili için gerçekleştirilen analizler sonucunda, büyük oranda Çarşamba ve Bafra ovalarının deniz kıyısında bulunan tarım arazilerinin, kıyı kenarına yakın yerleşim alanlarının, limanların, Bafra ve Çarşamba ovalarından denize dökülen Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirlerinin ve birçok doğal gölün deniz seviyesi değişiminin etkilerine maruz kalacağı görülmektedir.

4.5. İzmir İli 1/5000 Ölçekli Halihazır Harita ve SRTM Verilerinden Elde Edilen Deniz Seviyesi Değişim Modellerinin Karşılaştırılması

İklim değişikliğine bağlı deniz seviyesi değişimi 2100-2200-2300-2400-2500 yılı senaryolarının modellenmesi sonucunda yüksek değişim görülen İzmir ili için SRTM3 sayısal yükseklik modeli ve fotogrametrik yöntem ile üretilmiş 1/5000 ölçekli halihazır haritadan üretilmiş olan sayısal yükseklik modelinde deniz seviyesi değişimi modellenerek iki modelin karşılaştırması gerçekleştirilmiştir.

NetCAD yazılımı kullanılarak 1/5000 ölçekli vektör haritaların birleştirilmesi yapılmıştır. İzmir iline ait ve toplamda 1520 km² yüzölçüme sahip Balçova, Bayraklı,

Bornova, Çiğli, Foça, Güzelbahçe, Karabağlar, Karşıyaka, Konak, Menemen ve Narlıdere olmak üzere 11 ilçeyi kapsayan 1/5000 ölçekli vektör verinin ArcGIS_10.1 yazılımında düzensiz üçgen ağı (TIN) elde edilmiştir. Elde edilen TIN verisi kullanılarak 10mx10m piksel boyutlarında İzmir'in raster verisi üretilmiş ve Globalmapper_15.1.5 yazılımı ile modellemesi gerçekleştirilmiştir.

Sayısal yükseklik modellerinin tablo ve şekillerde kullanılan isimleri;

SYM1 : Fotogrametrik yöntem ile üretilmiş 1/5000 ölçekli halihazır verisinden elde edilmiş olan 10mx10m çözünürlüğe sahip sayısal yükseklik modeli.

SYM2 : Yaklaşık olarak 90mx90m çözünürlüğe sahip SRTM3 sayısal yükseklik modeli.

Tablo 4.11. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen Deniz Seviyesi Değişimlerinin İzmir İline Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması

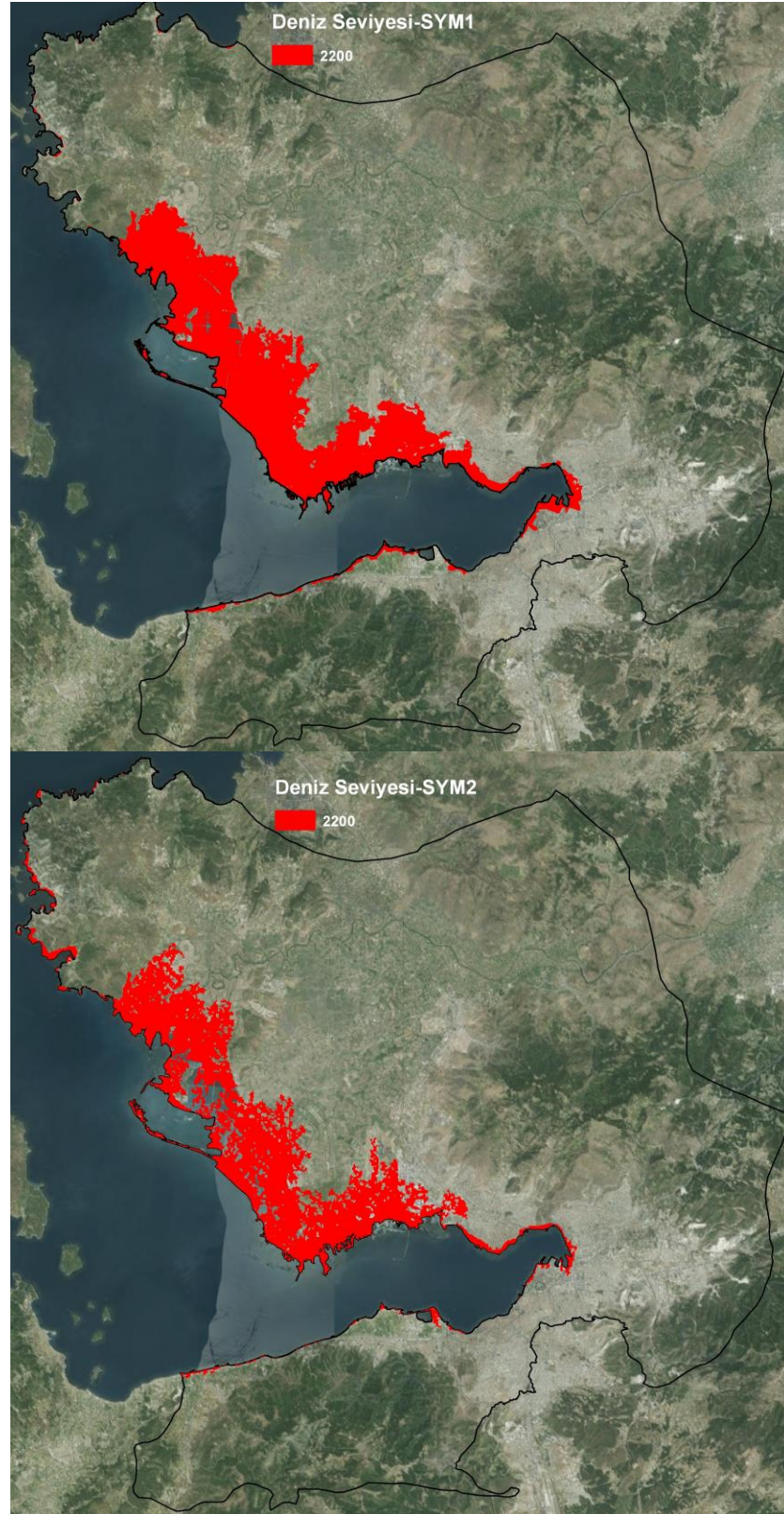
Senaryo Yılı	Deniz Seviyesi Değişimi	İzmir İli 11 İlçesinin Toplam Yüzölçümü (km ²)	SYM1 Deniz Seviyesi Etki Alanı (km ²)	SYM2 Deniz Seviyesi Etki Alanı (km ²)	Deniz Seviyesi Etki Alanları Farkı (km ²) SYM1-SYM2
2100	0.83 m	1520	73	67	6
2200	2.03 m	1520	147	124	23
2300	3.59 m	1520	235	193	42
2400	5.17 m	1520	316	313	3
2500	6.63 m	1520	357	355	2

Tablo 4.12. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen Deniz Seviyesi Değişimlerinin İzmir İli Yüzölçümüne Oranlarının Karşılaştırılması

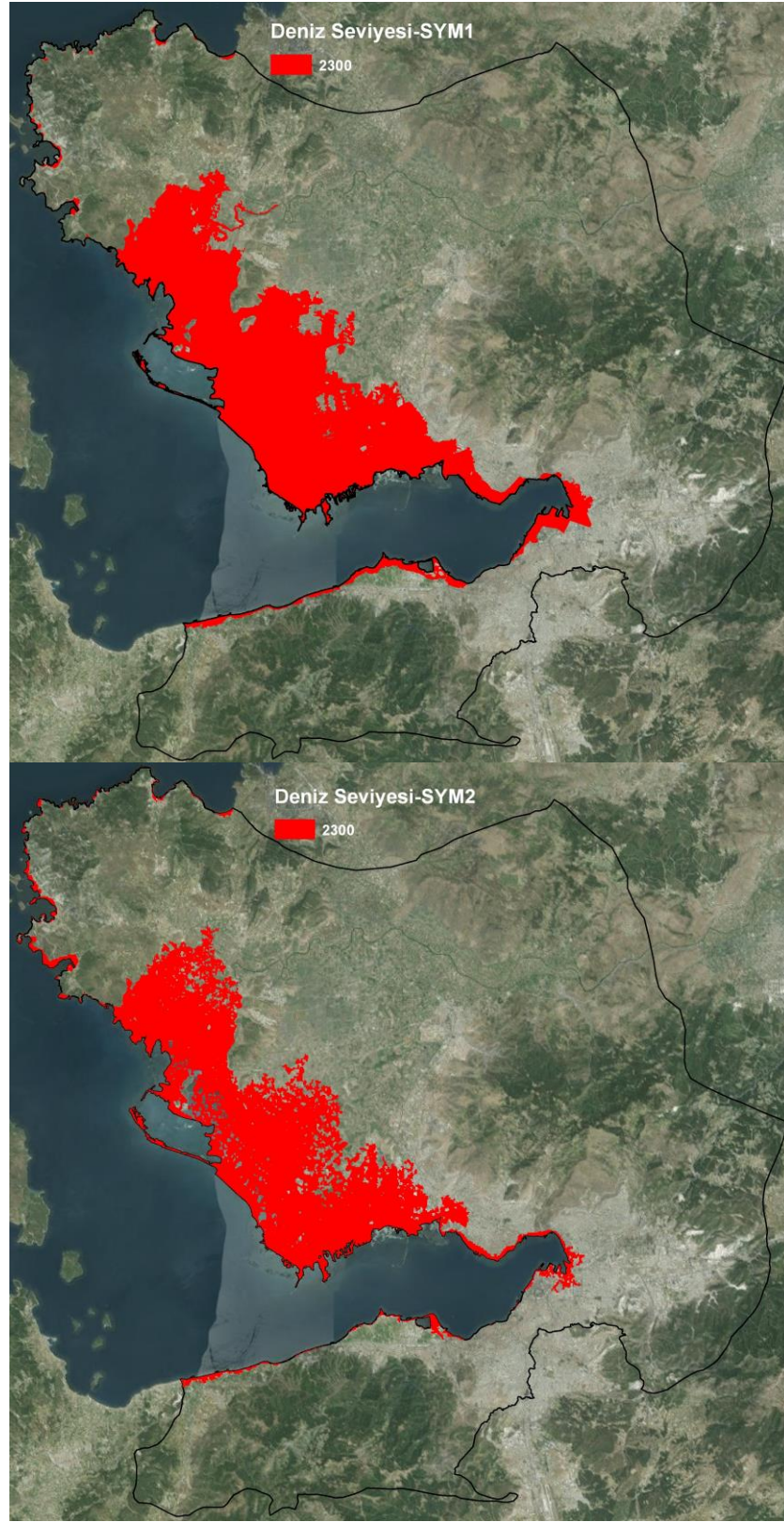
Senaryo Yılı	Deniz Seviyesi Değişimi	İzmir İli 11 İlçesinin Toplam Yüzölçümü (km²)	SYM1 Etki Alanı Oranı (%)	SYM2 Etki Alanı Oranı (%)	Etki Alanı Oran Farkı (%) SYM1-SYM2
2100	0.83 m	1520	4.83	4.45	0.38
2200	2.03 m	1520	9.70	8.22	1.48
2300	3.59 m	1520	15.49	12.70	2.79
2400	5.17 m	1520	20.84	20.65	0.19
2500	6.63 m	1520	23.53	23.37	0.16



Şekil 4.33. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen 2100 Yılı Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İlindeki Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması



Şekil 4.34. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen 2200 Yılı Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İlindeki Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması



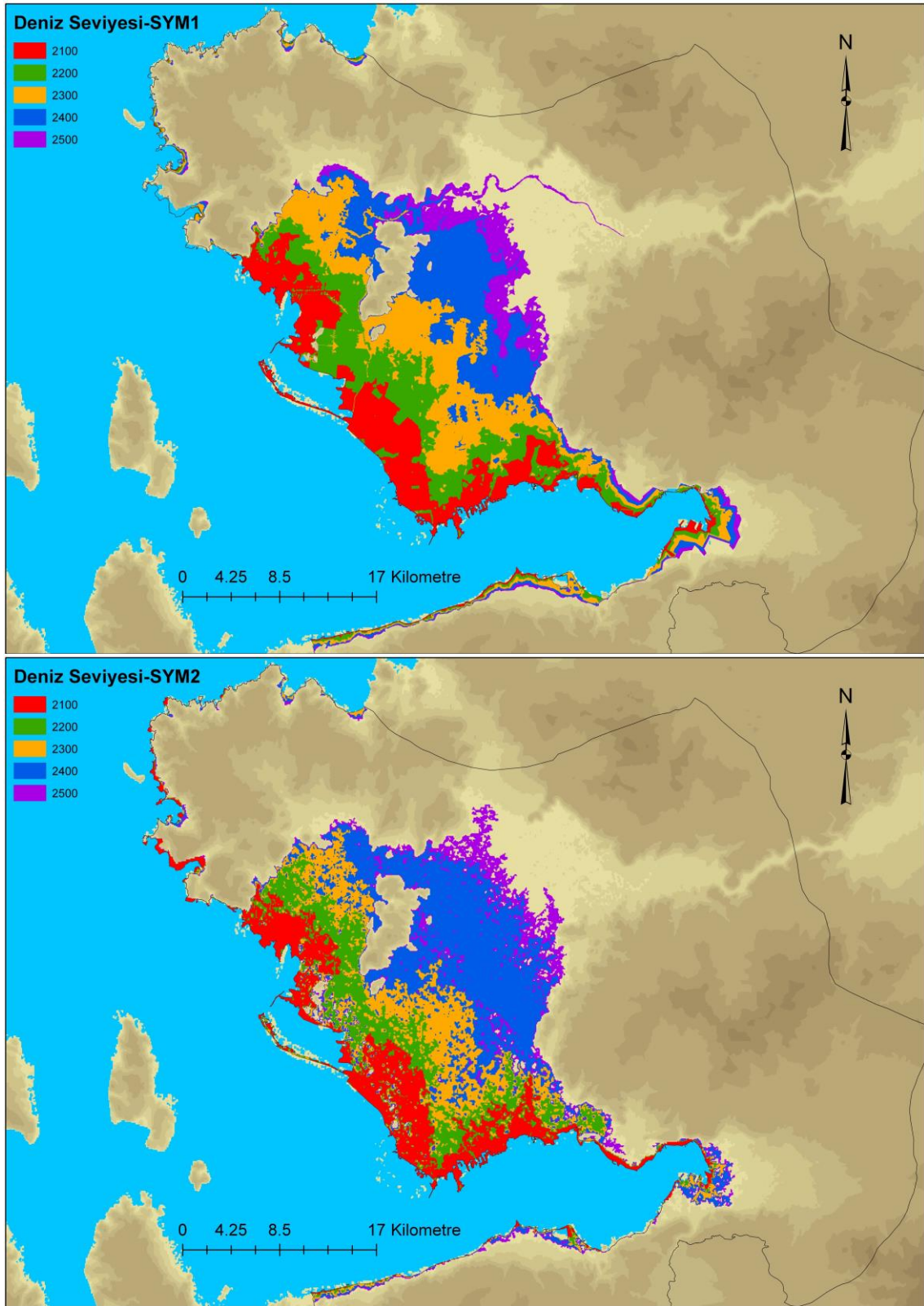
Şekil 4.35. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen 2300 Yılı Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İlindeki Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması



Şekil 4.36. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen 2400 Yılı Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İlindeki Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması



Şekil 4.37. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen 2500 Yıllı Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İlindeki Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması



Şekil 4.38. SYM1 ve SYM2 Sayısal Yükseklik Modellerinden Elde Edilen 2100-2500 Yılları Deniz Seviyesi Değişiminin İzmir İlindeki Alansal Etkilerinin Karşılaştırılması

İzmir iline ait ve toplamda 1520 km² yüzölçüme sahip Balçova, Bayraklı, Bornova, Çiğli, Foça, Güzelbahçe, Karabağlar, Karşıyaka, Konak, Menemen ve Narlıdere olmak üzere 11 ilçesi için gerçekleştirilen 2 farklı sayısal yükseklik modelinden elde edilen deniz seviyesi değişim modellerinin karşılaştırma analizleri sonucunda, 1/5000 ölçekli halihazır haritadan üretilmiş olan sayısal yükseklik modelinden (SYM1) elde edilen etki alanlarının SRTM verileri (SYM2) ile elde edilen etki alanlarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

5 farklı senaryoya ait şekiller incelendiğinde aradaki fark SRTM uydusu ile üretilmiş olan sayısal yükseklik modeli kullanılarak elde edilen modellemelerdeki yoğun detay bulunan bölgelerde oluşan boşluklardan da anlaşılacağı gibi SRTM verilerinin yerleşim yerleri ve kıyı şeritlerindeki yükseklik verilerinin doğruluğu ile ilişkilendirilebilir. Bu farklılığın SRTM verilerinin yerleşim yerleri ve kıyı kesimlerinde arazi yüzeyindeki yükseklik detaylarının operatör tarafından tam olarak belirlenememesi sebebi ile yeterli doğrulukta yükseklik verisinin elde edilemediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Karşılaştırmalardan elde edilen bulgular neticesinde, 2400 ve 2500 yılları senaryoları deniz seviyesi değişimi etki alanlarına bakıldığında SRTM verilerinin dar aralıklı yükseklik analizlerinden ziyade yükseklik aralığı fazla olan çalışmalarda daha güvenilir sonuçlar elde edileceği kanısı hasıl olmuştur.

5. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzün en önemli sorunları arasında gösterilen küresel ısınma tehdidi, atmosferdeki sera gazlarının yoğunlaşması sonucu ortaya çıkmaktadır. Küresel ısınmanın sebep olduğu sıcaklık artışları sebebi ile buzullardaki erimelerin artması, okyanus su düzeyindeki yükselme ile tatlı su kaynaklarındaki buharlaşmalar, dünyanın doğal dengesini bozarak, birçok bitkinin ve hayvan türlerinin yaşamında tehdit oluşturmaktadır.

Deniz bilimcilerinin araştırmalarına göre 1890 yılından bu yana denizlerin yüzey sıcaklığının 0,5 ila 0,6 °C yükseldiği düşünülmektedir. Okyanus su seviyesinin son yüzyılda 10-20 cm civarında arttığı, gelecek yüzyıl içerisinde ise 40 ila 60 cm artış göstereceği düşünülmektedir. 1950'li yılların başından bu yana su seviyesindeki artışın hızlandığı gözlemlenmiştir. Yüzey su sıcaklığının artmasına bağlı olarak suda genleşme meydana gelmekte ve kıtaların topoğrafik yapısı suyun yatay hareketini engelleyerek yükselmesine neden olmaktadır. Ayrıca, kutuplarda bulunan buzullar eriyerek okyanus sularına eklenmekte bu ise küresel ortalama deniz seviyesi yükselmesine neden olarak, deniz kıyısında bulunan ülkelerin kıyı şeridinin sular altında kalması tehdidini de gündeme getirmektedir.

Bu çalışmada, IPCC'nin (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) 5. Değerlendirme raporunda CO² oranına bağlı olarak 2100, 2200, 2300, 2400, 2500 yıllarında olası deniz seviyesi değişimi senaryolarının Türkiye kıyılarına alansal etkilerinin modellenmesi ve bu modelleme çalışmalarında kullanılan SRTM sayısal yükseklik modelinin, İzmir'in 11 ilçesine ait 1/5000 ölçekli halihazır haritalarından elde edilen sayısal yükseklik modeli ile karşılaştırılarak kullanılabilirliği yönünde araştırmalar gerçekleştirilmiştir.

Türkiye'nin 7.816 km uzunluğunda kıyı sınırını kapsayacak şekilde 500 yıllık deniz seviyesi değişim senaryoları doğrultusunda gerçekleştirilmiş olan modelleme çalışmaları neticesinde 780043 km² yüzölçüme sahip Türkiye'nin yüzde 0.16 ile 0.70 oranında alansal olarak su baskınlarına maruz kalabileceği hesaplanmıştır. Bu su baskınlarında kıyı kenarında bulunan Akdeniz, Marmara, Ege ve Karadeniz olmak üzere 4 bölgemiz ve bu bölge içerisinde bulunan 28 ilimiz etki altında kalacaktır.

Bu veriler ışında 28 kıyı ilimizde modelleme çalışmaları gerçekleştirilmiş olup 500 yıllık süre zarfı içerisinde bu illerimizin km² bazında alansal olarak ne kadar etkilendiği ve bu alansal su baskınlarının illerimiz yüzölçümlerinin yüzde kaçına tekâmül ettiği tespit edilmiştir. Neticede su baskınlarından en çok etkilenecek olan ilimiz 113 ile 1013 km² alansal ve il yüzölçümüne yüzde 0.82 ile 7.31 oransal etkisiyle Akdeniz bölgesinde yer alan Adana ili olarak öne çıkmaktadır.

Ayrıca, Türkiye'nin deniz kıyı şeridinde yer alan Akdeniz, Marmara, Ege ve Karadeniz bölgeleri için bu bölgelerde bulunan diğer illere göre daha yüksek oranda deniz seviyesi değişiminden etkilenmesi beklenen Adana, Edirne, İzmir ve Samsun illeri için gerçekleştirilen modelleme çalışmaları neticesinde, pek çok tarım arazisi, yerleşim yeri, sanayi bölgesi, akarsular, doğal göller ve limanların su baskınlarından etkileneceği sonucuna varılmıştır. Bu illerimizdeki deniz seviyesi değişiminin yüksek çıkma sebeplerinin başında ise bu illerimizin sahip olduğu büyük akarsuların etkisiyle meydana getirilmiş olan delta ve düşük eğimli ovalara sahip olması ile açıklanabilir.

Bu kapsamda gerçekleştirilen çalışmaların güvenilirliği açısından, iklim değişikliğine bağlı deniz seviyesi değişimi 2100-2200-2300-2400-2500 yılı senaryolarının modellenmesi sonucunda yüksek değişim görülen Ege bölgesinde yer alan İzmir ili için SRTM3 sayısal yükseklik modeli ve 1/5000 ölçekli halihazır haritadan üretilmiş olan sayısal yükseklik modelinde deniz seviyesi değişimi modellenerek iki modelin karşılaştırması gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma analizleri sonucunda, 1/5000 ölçekli halihazır haritadan üretilmiş olan sayısal yükseklik modelinden (SYM1) elde edilen etki alanlarının SRTM verileri (SYM2) ile elde edilen etki alanlarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir. 5 farklı senaryoya ait şekiller incelendiğinde aradaki fark SRTM uydusu ile üretilmiş olan sayısal yükseklik modeli kullanılarak elde edilen modellerdeki yoğun detay bulunan bölgelerde oluşan boşluklardan da anlaşılabileceği

gibi SRTM verilerinin yerleşim yerleri ve kıyı şeritlerindeki yükseklik verilerinin doğruluğu ile ilişkilendirilebilir. Bu farklılığın SRTM verilerinin yerleşim yerleri ve kıyı kesimlerinde arazi yüzeyindeki yükseklik detaylarının operatör tarafından tam olarak belirlenememesi sebebi ile yeterli doğrulukta yükseklik verisinin elde edilemediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Türkiye'nin nüfus yoğunluğunun yüksek oranda Akdeniz, Marmara, Ege ve Karadeniz bölgeleri gibi deniz kıyılarında olduğu göz önünde bulundurulacak olursa, küresel ısınmaya bağlı yağış azalması, sıcaklığın ve dolayısıyla kuraklığın artması gibi bir çok etkinin yanı sıra olası deniz seviyesi değişimlerinin sosyo-ekonomik ve politik etkilerinin ülkemizde yüksek olacağı düşünülmektedir.

Yapılan bu çalışma sonucunda, ülkemiz yerleşim alanları, su kaynakları, tarım ve orman arazilerinin, genel olarak ekosistemde küresel ısınmaya bağlı olarak değişim göstermesi beklenen faktörleri araştırmak, tespit etmek ve çözüm önerileri sunmak isteyen karar vericilere farklı bir bakış açısı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Çabuk S. Ö., 2011. Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış İle Mücadelede İktisadi Araçların Rolünün Değerlendirilmesi: Enerji Sektörü Örneği. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 368s.
2. Korkmaz K., 2007. Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi. **Alatırım Dergisi**, 6 (2): 43-49
3. Houghton J., 2005. Global Warming. Rep. Prog. Phys. 68 1343-1403.
4. Öztürk K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi, **Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, Cilt 22, Sayı 1, s. 47-65, Ankara.
5. Türkeş M., 2007. Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen Ve Öngörülen Değişiklikler. I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi TİKDEK 2007, 11-13 Nisan, İstanbul.
6. Erdoğan M., 2007. Veri Türü, Kalitesi Ve Üretim Yöntemine Göre Sayısal Yükseklik Modeli (Sym) Standartlarının Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 136 s.
7. Ateş İ., 2008. Küresel Isınmanın Sebep Olacağı Siyasal Ve Ekonomik Gelişmeler Ve Muhtemel Türkiye Yansımaları. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli, 87 s.
8. Simav Ö., Şeker D. Z., 2013. Kıyı Etkilenebilirlik Göstergesi İle Türkiye Kıyıları Risk Alanlarının Tespiti. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 11 -13 Kasım 2013, Ankara.
9. Karaca M., Nicholls R. J., 2008. Potential Implications of Accelerated Sea-Level Rise for Turkey. Journal of Coastal Research: Volume 24, Issue 2: pp. 288 – 298.
10. Sağlam N. E., Düzgüneş E., Balık İ., 2008. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. E.Ü., **Su Ürünleri Dergisi**, 25 (1): 89-94.
11. Sevim, B., Zeydan, Ö., 2007. İklim Değişikliğinin Türkiye Turizmine Etkileri. Çeşme Ulusal Turizm Sempozyumu, 2007, 21-23.

12. Yönten A., 2007. Küresel Isınmanın Azaltılması Politikaları: Türkiye İçin Bir Yaklaşım. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 171 s.
13. Tabak P., 2006. Küresel Isınma Nedeniyle Suların Yükselmesi Problemine Karşı Konut Mimarisinde Çözüm Önerilerinin Araştırılması. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 72 s.
14. Ertop G., 2009. Küresel Isınma Ve Kurakçıl Peyzaj Planlaması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 173 s.
15. Saygılı A., 2008. SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) Verilerinden Elde Edilen Sayısal Yükseklik Modellerinin Doğruluğunun İncelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 99 s.
16. Karataş E., 2008. RTK GPS Yardımıyla SRTM3 Sayısal Yükseklik Modelinin Doğruluk Analizi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 58 s.
17. Yastıklı N., Esirtgen F., 2011. Sayısal Yükseklik Modellerinde Kalite Değerlendirme Ve Doğruluk Analizi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara.
18. Sefercik U. G., 2007. Radar İnterferometri Tekniği İle Sym Üretimi Ve Doğruluk Değerlendirmeleri. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 2-6 Nisan 2007, Ankara.
19. <http://www.kuresel-isinma.org/bilgiler/item/192-kuresel-isinma-nedir-sebepleri-nelerdir.html> (Erişim Tarihi: Temmuz 2015)
20. Türkeş M., Şen Ö. L., Kurnaz L., Madra Ö., Şahin Ü., 2013. İklim Değişikliğinde Son Gelişmeler: IPCC 2013 Raporu. Sabancı Üniversitesi, İstanbul Politikalar Merkezi, 2013, İstanbul.
21. http://www.rec.org.tr/?module=press&item=press_news_homepage&news_homepage_id=452 (Erişim Tarihi: Ağustos 2015)

22. Türkeş M., 1995. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye. Çevre ve Mühendis, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası yayın organı, 9, 16-20, Ankara.
23. Türkeş M., 1995. Toronto 1988'den Berlin 1995'e İklim Değişikliği Sözleşmesi. **TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi**, 331: 46-49.
24. Uzmen R., 2007. Küresel Isınma Ve İklim Değişikliği: İnsanlığı Bekleyen Büyük Felaket Mi?. Bilge Kültür Sanat Yayınları, İstanbul.
25. <http://yeni.tutev.org.tr/kuresel-isinmanin-nedenleri-2/> (Erişim Tarihi: Ağustos 2015)
26. DPT, 2000. İklim Değişikliği. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ankara, DPT:2532 -Ö K:548.
27. Denhez F., 2005. Küresel Isınma Atlası NTV Yayınları, 82 s.
28. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. Madde 4
29. <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/BMIDCS.aspx?sflang=tr> (Erişim Tarihi: Ocak 2016)
30. <http://www.csb.gov.tr/projeler/iklim/index.php?Sayfa=haberdetay&Id=16278> (Erişim Tarihi: Ocak 2015)
31. Erdoğan M., 2007. Veri Türü, Kalitesi Ve Üretim Yöntemine Göre Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) Standartlarının Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 136 s.
32. Şahin İ., 2007. Farklı Kaynaklardan Elde Edilen Sayısal Yükseklik Modellerinin Ortofoto Doğruluğuna Etkilerinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 142 s.
33. Yılmaz M., Uysal M., 2015. Hava LİDAR Nokta Bulutunun Sayısal Yükseklik Modeli Doğruluğuna Etkisi. **Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi**, 7 (3): 15-20
34. ŞENGÜN Y. S., KILIÇOĞLU A., 2005. İnterferometrik Yapay Açıklıklı Radar Tekniğinin Jeodezide Kullanılması. Deprem Sempozyumu, 23-25 Mart 2005, Kocaeli.

35. KÖSE M. H., 2006. Uydu Radar Görüntülerinden Üç Boyutlu Sayısal Arazi Modelin Üretilmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 92 s.
36. Öztürk K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi, **Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 22 (1): 47-65.
37. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> (Erişim Tarihi: Aralık 2015)
38. http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_Chapter13_FINAL.pdf (Erişim Tarihi: Kasım 2015)
39. Öztuğ İ., Bildirici A., Üstün A., Uluğtekin N., Selvi H. Z., Abbak A., Buğdaycı İ., Doğru A. Ö., 2008. SRTM Verilerine Dayalı Ülke Bazında 3"×3" Çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modelinin Oluşturulması. 106Y130 Numaralı TÜBİTAK Projesi, TÜBİTAK ÇAYDAG grubu tarafından desteklenmiştir.
40. İstatistiklerle Türkiye 2014. Türkiye İstatistik Kurumu

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Abdulkерim Yusuf DİRİCAN
 Uyuđu: Türkiye (TC)
 Doğum Tarihi ve Yeri: 10 Nisan 1986, KAYSERİ
 Medeni Durumu: Evli
 Tel: +90 346 227 09 05-143
 e-mail: ayusufdirican@dsi.gov.tr
 Yazışma Adresi: Devlet Su işleri 19. Bölge Müdürlüğü / SİVAS

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	EÜ Harita Mühendisliği	2011
Lise	Fevzi Çakmak Lisesi, Kayseri	2003

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2014- Halen	DSİ 19. Bölge Müdürlüğü	Harita Müh.-CBS Başmühendisi
2012–2014	DSİ 20. Bölge Müdürlüğü	Harita Müh.
2011-2012	TRGM Aksaray Bölge Müdürlüğü	Harita Müh.

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR