

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜN. MÜH. ANABİLİM DALI

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI DENİZ
YÜZEY SUYU SICAKLIĞININ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE
UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE
İZLENMESİ VE MODELLENMESİ

DOKTORA TEZİ

ŞEYMA MERVE KAYMAZ

EYLÜL 2017

MUĞLA

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ MÜH. ANABİLİM DALI

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI DENİZ
YÜZEY SUYU SICAKLIĞININ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE
UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE
İZLENMESİ VE MODELLENMESİ

DOKTORA TEZİ

ŞEYMA MERVE KAYMAZ

EYLÜL 2017
MUĞLA

MUGLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEZ ONAYI

ŞEYMA MERVE KAYMAZ tarafından hazırlanan **İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI DENİZ YÜZEY SUYU SICAKLIĞININ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE İZLENMESİ VE MODELLENMESİ** başlıklı tezinin, 07/09/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda doktora derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

TEZ SINAV JURİSİ

Yrd. Doç. Dr. Eyüp Mümtaz TIRAŞIN (**Jüri Başkanı**)

Deniz Bilimleri Anabilim Dalı
Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

İmza:

Doç. Dr. Murat YABANLI** (**Danışman**)

Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:

Yrd. Doç. Dr. Süleyman ÖNER (**Üye**)

Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:

Yrd. Doç. Dr. Tülin ÇOKER (**Üye**)

Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:

Yrd. Doç. Dr. Fatma KOÇBAŞ (**Üye**)

Hidrobiyoloji Anabilim Dalı,
Celal Bayar Üniversitesi, Manisa

İmza:

ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Prof. Dr. Mehmet KIR

Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:

Doç. Dr. Murat YABANLI

Daniřman, Su rnleri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Savunma Tarihi: 07/09/2017

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgelerin tarafımdan bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayrıca, akademik ve bilimsel etik kuralları gereği bu tez çalışması sırasında elde edilmemiş başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yapıldığını da beyan ederim.

Şeyma Merve Kaymaz

07/09/2017



ÖZET

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI DENİZ YÜZEY SUYU SICAKLIĞININ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE İZLENMESİ VE MODELLENMESİ

Şeyma Merve KAYMAZ

Doktora Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Murat YABANLI

Eylül 2017, 125 sayfa

Bu tez çalışmasında, Gökova Körfezi deniz yüzey suyu sıcaklık değişimlerinin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak modellenmesi hedeflenmiştir. Çalışmada 1987 - 2017 tarihleri arasındaki Landsat 4-5, Landsat 7 ETM+ ve Landsat 8 OLI/TIRS uydularına ait termal bant görüntüleri kullanılmıştır.

Gökova Körfezinin deniz yüzey suyu sıcaklık değişimleri zamansal ve alansal olarak değerlendirilmiş olup Körfezin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı uydu görüntülerine dayanan modellerin oluşturulması çalışılmıştır.

Bu görüntülere uygulanan algoritmalar ile işlenmiş ve sıcaklık modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan modeller üzerinde körfezde 4 ayrı kesit (T1, T2, T3 ve T4) belirlenmiştir. İşlenen her bir termal uydu görüntüsünden belirlenmiş olan kesitler üzerinden veriler elde edilmiştir. Bu verilerin analizleri ile körfez kesitlerinin sıcaklık değişim grafikleri ve çizelgeleri verilerek, sıcaklık anomalileri tespit edilmiştir.

Sonuç olarak koruma altına alınmış olan bu körfez kesitlerindeki sıcaklık değişimleri incelendiğinde bazı kesitlerde yaklaşık 3.5°C'den fazla sıcaklık artışları gözlemlenmiştir. Körfez sıcaklık değişimlerinden yola çıkarak körfezin iklim değişikliğinden gördüğü zararın daha iyi anlaşılabilmesi için daha fazla gözlemlerin ve araştırmaların yapılması gerekmektedir. Yapılmış olan bu tez çalışması, körfezin sürdürülebilirliği ve iklim değişikliğinden kaynaklanan değişimlerin ve zararların tespiti için yapılacak olan çalışmalara öncülük edecektir.

Anahtar Kelimeler: Gökova Körfezi, CBS, Uzaktan Algılama, İklim Değişikliği, Deniz Yüzey Suyu Sıcaklığı

ABSTRACT

MONITORING AND MODELING OF CLIMATE CHANGE DEPENDENT SEAWATER SURFACE TEMPERATURE USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND REMOTE SENSING METHODS

Şeyma Merve KAYMAZ

Doctor of Philosophy (Ph.D.)

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Fisheries Engineering

Supervisor: Assoc Prof. Dr. Murat YABANLI

September 2017, 125 pages

In this thesis study, it was aimed to model the sea surface temperature changes of Gökova Bay between 1987-2017 using geographical information systems and remote sensing methods. In the study were used thermal band images of Landsat 4-5, Landsat 7 ETM + and Landsat 8 OLI / TIRS satellites between 1987 and 2017.

Sea surface water temperature changes of the Gökova Bay have been evaluated spatio-temporal and the creation models based on Geographical Information Systems (GIS) with satellite images.

These images are processed with algorithms and temperature models are created. Four different sections (T1, T2, T3 and T4) were identified on the model in the bay. From each of these sections, the data is obtained from each processed thermal satellite images. Temperature anomalies were determined by analyzing these data and giving graphs and tables of temperature change of the Bay sections.

As a result, when the temperature changes in the protected Bay sections were examined, a temperature increase was observed about 3.5°C. Starting from the Bay temperature changes, more observations and investigations are needed to better understand the damage caused by the climate change of the bay. This thesis study will lead to the work that will be done to determine the changes and damage caused by climate change.

Keywords: Gökova Bay, GIS, Remote Sensing, Climate Change, Sea Surface Temperature

ÖNSÖZ

Çalışma konusunun belirlenmesinde ve çalışmanın hazırlanma sürecinin her aşamasında bilgilerini, tecrübelerini ve değerli zamanlarını esirgemeyerek bana her fırsatta yardımcı olan danışmanım ve hocalarıma,

Doktora süresince bursiyeri olduğum Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu “TÜBİTAK-2211-C/2015 Öncelikli Alanlara Yönelik Yurt İçi Doktora Burs Programı” ile bana burs veren bu organizasyona,

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi Bölümüne (BAP no:14/69) sağlamış oldukları finansal desteğe,

Ayrıca, Landsat programları için NASA’ya ve uydu verilerini ücretsiz olarak Dünya’ya sundukları için USGS’e

Ve destekleri için AİLEME teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. İklim Değişikliği.....	1
1.2. Deniz Suyu Yüzey Sıcaklığı.....	7
1.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)	10
1.4. Uzaktan Algılama.....	13
2. LİTERATÜR ÖZETİ	19
3. MATERYAL VE METOD.....	35
3.1. Çalışma Alanı	35
3.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)	38
3.2.1. ArcGIS	39
3.2.2. Quantum GIS (QGIS)	42
3.3.3. Global Mapper	43
3.3. Uzaktan Algılama.....	45
3.3.1. Landsat 4-5 thematic mapper (TM)	45
3.3.2. Landsat 7 enhanced thematic mapper plus (ETM+).....	46
3.3.3. Landsat 8 operational land imager (OLI) ve thermal infrared sensor (TIRS).....	47
4. BULGULAR.....	51
4.1. Meteorolojik veriler.....	53
4.2. T1 kesit	57
4.3. T2 kesit	61
4.4. T3 kesit	65
4.5. T4 kesit	69
4.6. Sıcaklık modelleri.....	77

4.6.1. Haziran ayı sıcaklık modelleri	77
4.6.2. Temmuz ayı sıcaklık modelleri	85
4.6.3. Ağustos ayı sıcaklık modelleri.....	92
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	99
KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ.....	121



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Elektromanyetik radyasyon sınıflandırması	16
Çizelge 3.1. Landsat 4-5 TM spektrum band özellikleri.....	45
Çizelge 3.2. Landsat 7 (ETM+) spektrum band özellikleri.....	46
Çizelge 3.3. Landsat 8 (OLI / TIRS) spektrum band özellikleri.....	47
Çizelge 3.4. Uydu görüntülerinin K1 ve K2 sabitleri	49
Çizelge 4.1. 1926-2016 yılları yaz mevsimine ait meteorolojik veriler.....	53
Çizelge 4.2. T1 kesiti yıllara göre sıcaklık ortalamaları	57
Çizelge 4.3. T1 kesiti aylara göre sıcaklık ortalamaları	58
Çizelge 4.4. T1 kesiti Yıl*Ay göre sıcaklık ortalamaları.....	59
Çizelge 4.5. T2 kesiti yıllara göre sıcaklık ortalamaları	61
Çizelge 4.6. T2 kesiti aylara göre sıcaklık ortalamaları	62
Çizelge 4.7. T2 kesiti Yıl*Ay göre sıcaklık ortalamaları.....	63
Çizelge 4.8. T3 kesiti yıllara göre sıcaklık ortalamaları	65
Çizelge 4.9. T3 kesiti aylara göre sıcaklık ortalamaları.....	66
Çizelge 4.10. T3 kesiti Yıl*Ay göre sıcaklık ortalamaları.....	67
Çizelge 4.11. T4 kesiti yıllara göre sıcaklık ortalamaları	69
Çizelge 4.12. T4 kesiti aylara göre sıcaklık ortalamaları.....	70
Çizelge 4.13. T4 kesiti Yıl*Ay göre sıcaklık ortalamaları.....	71
Çizelge 4.14. T4 kesiti yıllara göre sıcaklık ortalamaları(Her 500 metrede bir noktadan)	73
Çizelge 4.15. T4 kesiti aylara göre sıcaklık ortalamaları (Her 500 metrede bir noktadan)	74
Çizelge 4.16. T4 kesiti Yıl*Ay göre sıcaklık ortalamaları (Her 500 metrede bir noktadan)	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İklim sisteminin bileşenleri ve etkileşimleri	2
Şekil 1.2. Ortalama deniz seviyesi, deniz-buz alanı, okyanus ısı içeriği, deniz yüzey sıcaklığı, okyanus yüzey pH, CO2 değişimi	6
Şekil 1.3. Dünyanın ortalama yüzey sıcaklığının son 20.000 yıldaki değişimi	6
Şekil 1.4. Deniz yüzey suyu ortalama sıcaklığı (1880-2015)	9
Şekil 1.5. Coğrafi bilgi sistemlerinin genel işlevleri.....	11
Şekil 1.6. Uzaktan algılama ile veri toplama	14
Şekil 1.7. Uzaktan algılamada kullanılan spektral bantlar.....	15
Şekil 1.8. Uzaktan algılama ve CBS akış şeması.....	17
Şekil 3.1. Gökova Körfezi haritası.....	35
Şekil 3.2. Gökova Körfezi havzaları	36
Şekil 3.3. Gökova ÖÇKB'nin mevkileri	36
Şekil 3.4. Gökova Körfezi'nde trol avcılığının yasak olduğu alan	37
Şekil 3.5. ArcGIS mekansal analiz	41
Şekil 3.6. Haritalama ve görselleştirme	41
Şekil 3.7. 3B CBS modeli	41
Şekil 3.8. Gerçek zamanlı CBS modeli.....	41
Şekil 3.9. ArcGIS'te görüntü ve uzaktan algılama	41
Şekil 3.10. Veri toplama ve yönetimi.....	41
Şekil 3.11. QGIS haritalama	43
Şekil 3.12. QGIS tarayıcısı	43
Şekil 3.13. QGIS masaüstü içinde QGIS sunucu yapılandırması	43
Şekil 3.14. QGIS web istemcisi	43
Şekil 3.15. Global mapper fonksiyonları	44
Şekil 4.1. Kesitler ve kesitlerin alındığı yönler.....	52
Şekil 4.2. Gökova Körfezi hidrolojik modeli.....	52
Şekil 4.3. 1987-2016 yılları arası yaz mevsimi yağış artma-azalma oranları	54
Şekil 4.4. Türkiye yıllık meteorolojik olağanüstü olay sayısı toplamaları	54
Şekil 4.5. Türkiye 2011-2016 yılları arasındaki ekstrem hava olaylarının yüzdelik dağılımı.....	55

Şekil 4.6. Türkiye'nin sera gazı salımı (1990-2011).....	55
Şekil 4.7. Türkiye'nin 1990-2011 salımları ve 2020 yılı projeksiyonu	56
Şekil 4.8. T1 kesitinin yıllara göre sıcaklık grafiği	58
Şekil 4.9. T1 kesitinin aylara göre sıcaklık grafiği	58
Şekil 4.10. T1 kesitinin Yıl*Ay göre sıcaklık grafiği	60
Şekil 4.11. T1 kesitinin deniz yüzey suyu sıcaklık değişim grafiği	60
Şekil 4.12. T2 kesitinin yıllara göre sıcaklık grafiği	62
Şekil 4.13. T2 kesitinin aylara göre sıcaklık grafiği	62
Şekil 4.14. T2 kesitinin Yıl*Ay göre sıcaklık grafiği	64
Şekil 4.15. T2 kesitinin deniz yüzey suyu sıcaklık değişim grafiği	64
Şekil 4.16. T3 kesitinin yıllara göre sıcaklık grafiği	66
Şekil 4.17. T3 kesitinin aylara göre sıcaklık grafiği	66
Şekil 4.18. T3 kesitinin Yıl*Ay göre sıcaklık grafiği	68
Şekil 4.19. T3 kesitinin deniz yüzey suyu sıcaklık değişim grafiği	68
Şekil 4.20. T4 kesitinin yıllara göre sıcaklık grafiği	70
Şekil 4.21. T4 kesitinin aylara göre sıcaklık grafiği	70
Şekil 4.22. T4 kesitinin Yıl*Ay göre sıcaklık grafiği	72
Şekil 4.23. T4 kesitinin deniz yüzey suyu sıcaklık değişim grafiği	72
Şekil 4.24. T4 kesitinin yıllara göre sıcaklık grafiği (Her 500 metrede bir noktadan)	73
Şekil 4.25. T4 kesitinin aylara göre sıcaklık grafiği (Her 500 metrede bir noktadan)	74
Şekil 4.26. T4 kesitinin Yıl*Ay göre sıcaklık grafiği (Her 500 metrede bir noktadan)	76
Şekil 4.27. 1987 yılı haziran ayı sıcaklık modeli	79
Şekil 4.28. 2000 yılı haziran ayı sıcaklık modeli	79
Şekil 4.29. 2001 yılı haziran ayı sıcaklık modeli	80
Şekil 4.30. 2002 yılı haziran ayı sıcaklık modeli	80
Şekil 4.31. 2009 yılı haziran ayı sıcaklık modeli	81
Şekil 4.32. 2010 yılı haziran ayı sıcaklık modeli	81
Şekil 4.33. 2011 yılı haziran ayı sıcaklık modeli	82
Şekil 4.34. 2013 yılı haziran ayı sıcaklık modeli	82
Şekil 4.35. 2014 yılı haziran ayı sıcaklık modeli	83
Şekil 4.36. 2015 yılı haziran ayı sıcaklık modeli	83

Şekil 4.37. 2016 yılı haziran ayı sıcaklık modeli	84
Şekil 4.38. 2017 yılı haziran ayı sıcaklık modeli	84
Şekil 4.39. 1987 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli	86
Şekil 4.40. 2000 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli	86
Şekil 4.41. 2001 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli	87
Şekil 4.42. 2002 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli	87
Şekil 4.43. 2009 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli	88
Şekil 4.44. 2010 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli	88
Şekil 4.45. 2011 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli	89
Şekil 4.46. 2013 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli	89
Şekil 4.47. 2014 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli	90
Şekil 4.48. 2015 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli	90
Şekil 4.49. 2016 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli	91
Şekil 4.50. 2017 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli	91
Şekil 4.51. 1987 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli	93
Şekil 4.52. 2000 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli	93
Şekil 4.53. 2001 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli	94
Şekil 4.54. 2002 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli	94
Şekil 4.55. 2009 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli	95
Şekil 4.56. 2010 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli	95
Şekil 4.57. 2011 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli	96
Şekil 4.58. 2013 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli	96
Şekil 4.59. 2014 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli	97
Şekil 4.60. 2015 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli	97
Şekil 4.61. 2016 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli	98
Şekil 4.62. 2017 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli	98
Şekil 5.1. Türkiye-Akdeniz kıyılarında 10 yıllık periyotlarda yabancı tür taşınım sayısı	101
Şekil 5.2. 1970-2016 yılları arası deniz suyu sıcaklık ölçümleri	102
Şekil 5.3. Deniz seviyesi yükselmesinde Gökova Körfezi ve koylarının durumu...	105

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

±	Eksiği veya fazlası
<	Küçüktür
°C	Santigrad derece
cm	Santimetre
O ₂	Oksijen
CO ₂	Karbondioksit
SO _x	Kükürt oksit
NO _x	Azot oksit
3B	Üç Boyutlu
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (United Nations Development Programme)
AMS	Amerikan Meteoroloji Topluluğu (American Meteorological Society)
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (International Panel on Climate Change)
IR	Kızılötesi (Infra Red)
EPA	Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Kurumu)
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi)
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ESRI	Environmental Systems Research Institute (Çevresel Sistemler Araştırma Enstitüsü)
JARS	Japan Association of Remote Sensing (Japonya Uzaktan Algılama Topluluğu)
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
USGS	United States Geological Survey (A.B.D. Jeolojik Araştırma)
UV	Ultra Viyole
TIROS-N	Television Infrared Observation Satellite-Next Generation (Televizyon Kızılötesi Gözlem Uydusu)
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer (Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre)

K	Kelvin
DYS	Deniz Yüzey Sıcaklığı
K	Kuzey
G	Güney
B	Batı
Km	Kilometre
GOES-4	Geostationary Operational Environmental Satellite-4
MCSST	Çok Kanallı Deniz Yüzey Sıcaklığı (Multi Channel Sea Surface Temperature)
VAS	Visible Atmospheric Sounder
ATSR	Along Track Scanning Radiometer
COADS	Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (Kapsamlı Okyanus-Atmosfer Veri Seti)
NESDIS	National Environmental Satellite, Data, and Information Service (Ulusal Çevre Uydu, Veri ve Bilgi Servisi)
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (Normalleştirilmiş Fark Vegetaryasyon İndeksi)
GOSTA	Global Ocean Surface Temperature Atlas (Küresel Okyanus Yüzey Sıcaklığı Atlası)
MOHSST	Met Office Historical Sea-Surface Temperature (Meteoroloji Kurumu Tarihi Deniz-Yüzey Sıcaklığı)
NAVOCEANO	The Naval Oceanographic Office (Deniz Oşinografi Kurumu)
WOA	World Ocean Atlas (Dünya Okyanus Atlası)
AATSR	İleri Düzey Takip Tarama Radyometresi (Advanced Along-Track Scanning Radiometer)
MODIS	Orta Çözünürlükte Görüntüleme Spektrometre (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)
ÖÇK	Özel Çevre Koruma
QGIS	Quantum Geographic Information System
TM	Thematic Mapper
ETM+	Enhanced Thematic Mapper Plus
OLI	Operational Land Imager
TIRS	Thermal Infrared Sensor
DN	Dijital Numara (Digital Number)
TOA	Top of Atmosphere

1. GİRİŞ

1.1. İklim Değişikliği

İklim değişikliği, “Karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” biçiminde tanımlanmaktadır (UNDP, 2007).

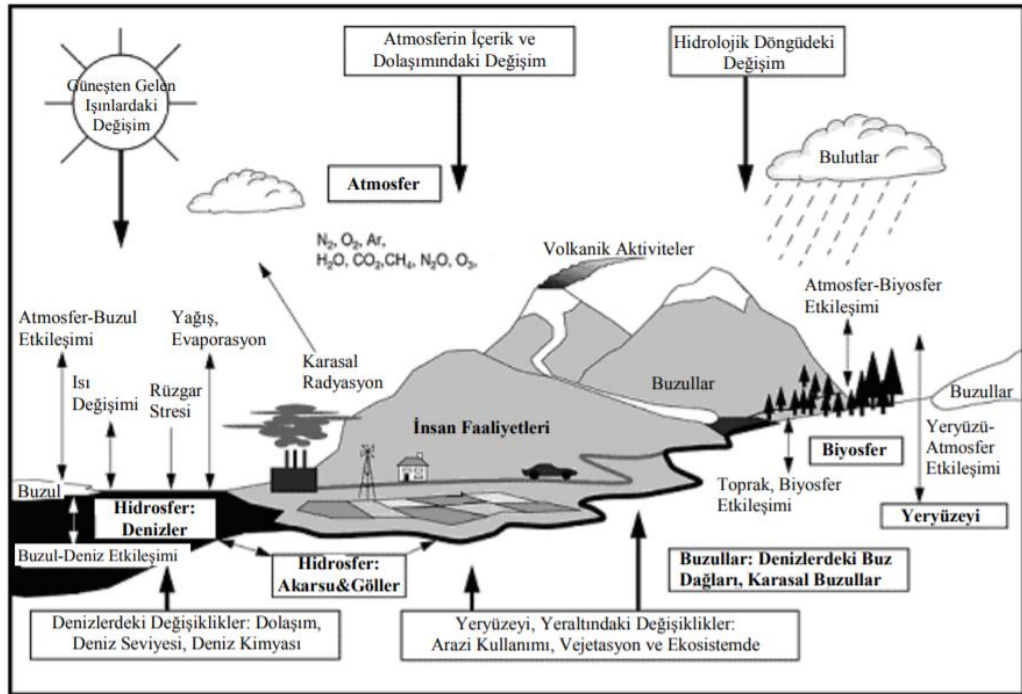
Son birkaç on yılda iklim kavramı önemli ölçüde genişlemiş olup okyanusların, buz tabakalarının ve kara yüzeyinin atmosferle güçlü bir şekilde etkileştiği ve ortalama hava koşulları üzerinde derin bir etkisi olduğu kabul edildi. Günümüzde bunlar iklim sisteminin bileşenleri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca belirli bir bölgenin ikliminin sabit olmadığı, ancak zamanla değişebileceği de giderek daha fazla kabul görmüştür. Amerikan Meteoroloji Topluluğu (AMS) 2000 yılı itibarıyla iklimi "atmosferin hidrosfer-kara yüzey sisteminin yavaşça değişen yönleri" olarak tanımladı (Glickman, 2000).

İklim Değişikliği Hükümetler Arası Panelinin (IPCC) tanımı şu şekildedir: "İklim dar anlamıyla genellikle 'ortalama hava' ya da daha kesin istatistiksel açıklama olarak, aylardan binlerce ya da milyonlarca yıl arasında değişen bir zaman dilimi boyunca ilgili miktarların ortalama ve değişkenliğidir” (Solomon vd., 2007).

İklim, deniz ortamları üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, küresel veya bölgesel iklimdeki herhangi bir değişim, deniz ekosistemlerinin yapısında ve işleyişinde az ya da çok önemli değişikliklere neden olur. Yakın zamanda gözlemlenen yüksek antropojenik etki, iklim değişikliklerinin ve dolayısıyla deniz ekosistemindeki değişikliklerin daha önce olduğundan daha hızlı ve daha belirgin olmasına neden olmaktadır. Dahası, mevcut tahminlerin çoğunda, bu değişimlerin gelecekte de gözlemleneceği ve büyüklüklerinin artabileceği öngörülmektedir (IPCC, 2013).

Hem doğal hem de antropojenik maddeler ve dünyanın enerji bütçesini değiştiren süreçler, iklim değişikliğine katkıda bulunurlar (Zielinski vd., 2015). Dünyanın elipslik derecesindeki değişimler dünyanın güneşe olan uzaklığını etkiler. Özellikle güneşe en yakın konum ve en uzak konum noktalarındaki uzaklık farkı dünyaya ulaşan güneş ışınımı farkına ve dolayısıyla sıcaklık farkına neden olmaktadır. Dünyanın eksenel eğikliğinin artmasıyla güneş ışınlarının yazları daha yüksek açılarda daha yüksek enlemlere ulaşabileceği ve buna bağlı olarak sıcaklık artacaktır. Dünya kendi eksenini etrafında dönüşü ve eksen eğikliğinin sonucuyla yalpalama hareketi göstermektedir. Bu durum, güneşe en yakın konum ve en uzak konum noktalarında yarım kürelerin konumunu değiştirdiğinden mevsimler bu hareketin sonucuyla doğrudan doğruya değişirler (Graham, 2000).

İklim değişiklikleri büyük oranda deniz ortamındaki biyojeokimyasal döngüleri etkilemektedir. Biyojeokimyasal süreçlerin dinamiklerini ve yapısını etkileyen iklimle ilgili faktörlerin en önemlileri arasında: sıcaklık artışı, atmosferik dolaşımdaki değişiklikler ve hidrolojik döngüler, fırtına dalgalanmalarının kuvvetlenmesi gibi etkiler sayılmaktadır (Şekil 1.1.) (Emerson ve Hedges 2008; IPCC, 2013).



Şekil 1.1. İklim sisteminin bileşenleri ve etkileşimleri (IPCC, 2001).

Deniz suyunda gözlemlenen sıcaklık artışı doğrudan deniz suyunda birçok biyojeokimyasal işlemleri etkiler ve genellikle bu işlemleri sıcaklık etkisiyle hızlandırır. Deniz suyu sıcaklığı ayrıca deniz biyolojisi için hayati önem taşıyan gaz halindeki maddelerin (O_2 ve CO_2) çözünürlüğünden de sorumludur. Fotosentezdeki solunum ve substratın ürünü olan CO_2 , aynı zamanda mevcut iklim değişikliklerinin en önemli dinamiklerinden biridir. Dahası, CO_2 deniz suyunda zayıf bir asit gibi davranırsa da pH'ya katkıda bulunarak biyojeokimyasal döngüleri kontrol eden ve deniz organizmalarının varlığını ve işleyişini belirleyen önemli bir faktördür. Sonuç olarak, iklim değişiklikleri ve bunların etkileri ve deniz ekosistemlerinin biyojeokimyasal işlevleri arasındaki etkileşim mekanizmaları arasında karmaşık bir ağ vardır. Bu da iklim ve küresel değişimler bağlamında deniz ortamlarının incelenmesinde daha bütünsel yaklaşımlara ihtiyaç olduğuna işaret etmektedir (Emerson ve Hedges 2008).

İklim değişiklikleri kirleticilerin taşınma yollarını da etkileyebilir. Tehlikeli maddeler arasında deniz ekosistemleri için en önemli unsurlar; SO_x ve NO_x , kalıcı organik kirleticiler, ağır metaller ve radyonükleidlerdir. Kirleticiler, deniz ortamına yerel kaynaklar yoluyla yani nehirlerden ya da atmosferden çökerek girebilir. Bununla birlikte, kirleticilerin genellikle uzun bir kalış süresi vardır ve besin ağında birikebilirler. Bu nedenle, deniz ortamına yerel olarak giren bu maddeler uzun mesafeler taşınabilir. Böylece atmosferik dolaşımdaki ya da su akımlarındaki herhangi bir değişiklik bugüne kadar kontaminasyondan daha az etkilenen savunmasız deniz ortamları için bir tehdit oluşturabilir (Bard, 1999).

İklim değişikliği doğal olarak insan sağlığı da dahil olmak üzere canlılar için karmaşık etkilere sahiptir. Deniz ortamında iklim değişikliğine bağlı biyolojik çeşitlilik kaybı, tür dağılımı kaymaları, besin ağındaki değişiklikler, yararlı canlı kaynaklarının azalması gibi biyolojik temelli başlıca problemleri oluşturur. İnsanlar için doğrudan sağlık riskleri (patojenler, kontaminasyon), davranış değişiklikleri ve stres seviyelerinde artış yada azalış meteorolojik koşullarla bağlantılıdır (Depledge ve Bird, 2009; EMB, 2013).

Deniz ekosistemleri, besin ağlarının tabanındaki birincil üreticiden ara tüketicilere, en üstteki avcılara (insanlar dahil) ve patojenlere kadar ve daha sonra ayrışma ve parçalanma yolları ile tekrar geri dönen bir enerji akışı ile korunur. Bu nedenle, deniz toplulukları, türlerin başarısının topluluktaki diğer türlerin performansına doğrudan veya dolaylı olarak çeşitli biyolojik etkileşimler yoluyla (örneğin av-avcı ilişkileri, rekabet, faydacılık ve mutualizm) bağlantılı olduğu biyolojik ağlardır. Bu etkileşimlerin toplam etkisi ekosistem fonksiyonunu (besin döngüsü, birincil ve ikincil üretim) oluşturmaktadır. Bu sayede okyanus ve kıyı ekosistemleri aracılığı ile toplumun bağlı olduğu balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği, üretimi, su arıtımı, kıyı şeridinde koruma ve rekreasyon gibi ücretsiz doğal faydalar zenginliğini sağlar.

Ancak artan insan baskısı, iklim değişikliği de dahil olmak üzere, deniz ekosistemleri için derin ve olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Artan atmosferik karbondioksit en kritik sorunlardan biridir. Çünkü etkileri küresel olarak yaygın ve ekolojik zaman çizelgeleri üzerinde geri döndürülemez (NRC, 2011). İklim değişikliğinin birincil doğrudan oluşturduğu sonuçlar artan okyanus sıcaklıkları (Bindoff vd., 2007) ve asiditedir (Doney vd., 2009). Sıcaklık değerlerinin yükselmesiyle, deniz seviyesinde artış, okyanus katmanlaşmasının artması, azalan deniz-buz boyutu, okyanus sirkülasyonu, yağış ve tatlı su girişlerinde bir dizi değişiklik yaratır. Buna ek olarak hem ısınan hem de değişen okyanus sirkülasyonu, yer altı oksijen konsantrasyonlarını azaltmak için faaliyet gösterir (Keeling vd., 2010). Geçtiğimiz on yılda değişim oranları hızlı olmuştur ve birçok organizmanın uyum sağlamaya yönelik mevcut ve potansiyel gelecek toleranslarını aşabilir.

Okyanus sıcaklığı ve kimyasını doğrudan etkiler; fizyolojik işleyiş, davranış ve canlıların demografik özellikleri (üretim gibi), boyut yapısında kaymalara yol açma, alansal aralık ve mevsimsel popülasyon bolluğunda değişikliklere neden olabilir.

Antropojenik kaynaklı sera gazı salımı atmosferik bileşimi değiştirmektedir. Son 150 yılda, ortalama sıcaklık dünyada yaklaşık olarak 0.8 °C ve Avrupa'da yaklaşık 1 °C artmıştır. Son 12 yılın on bir yılı (1995-2006) yüzey sıcaklığının (1850'den beri) kayda geçen en sıcak 12 yıl arasında bulunmaktadır (EEA, 2016). Emisyon senaryosuna bağlı olarak gerekli sınırlamalar getirilmediği takdirde 21. Yüzyıl boyunca tahmin edilen en iyi küresel ortalama yüzey sıcaklıkları yaklaşık 1.8 ila 4.0

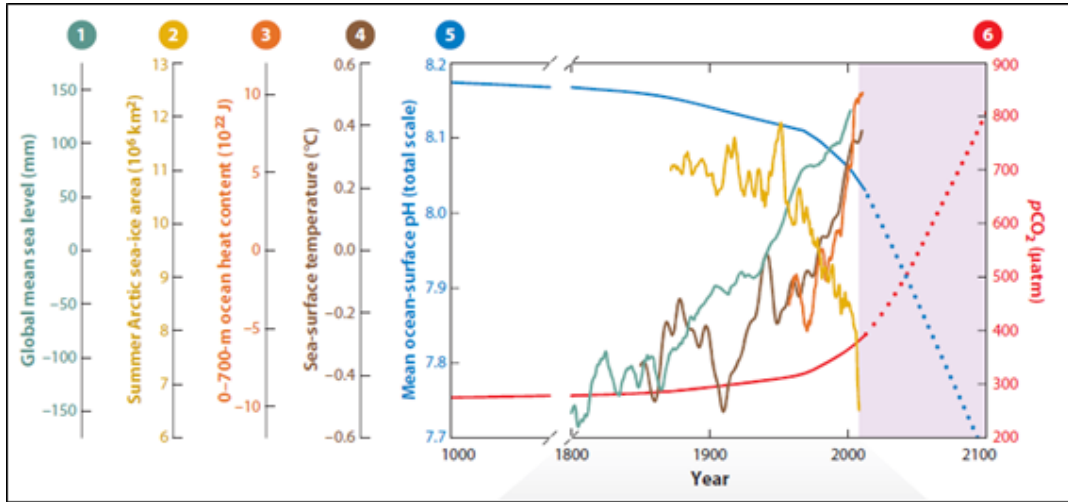
dereceye kadar artabileceği ve sıcaklık artışının 2 dereceyi aşacağı anlamına gelmektedir (Şekil 1.2.; Şekil 1.3.) (Solomon vd., 2007). Bu eşiğin ötesinde geri dönüşü olmayan ve olasılıkla felaket niteliğinde değişiklikler meydana gelme olasılığı çok daha artmaktadır. Son on yıldaki fosil yakıt CO₂ emisyonları gelişmekte olan ülkelerde hızlı ekonomik büyümeye bağlı olarak Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) senaryolarının en üst sıralarındadır (Le Quéré vd., 2009; IPCC, 2011).

Dünyanın iklim değişikliğinden nasıl etkileneceği, denizlerin ve okyanusların iklim değişikliğinden ne derece etkileneceği, hangi türlerin habitat değişikliğine maruz kalacağına ve yok olacağına, biyoçeşitliliğin ne kadar değişeceği üzerine kesin bir öngörü mevcut değildir. İklim değişikliğinin etkisi, denizlerin randımanlı alanları olan kıyılarda rüzgar ve yağmurların düzensiz bir şekil alması ile oluşacak farklı akıntı sistemi sonucu nutrientlerin deniz ortamına girişini değiştirecek, canlı verimliliği ve göç yollarında değişimler görülecektir (Öztürk, 2006).

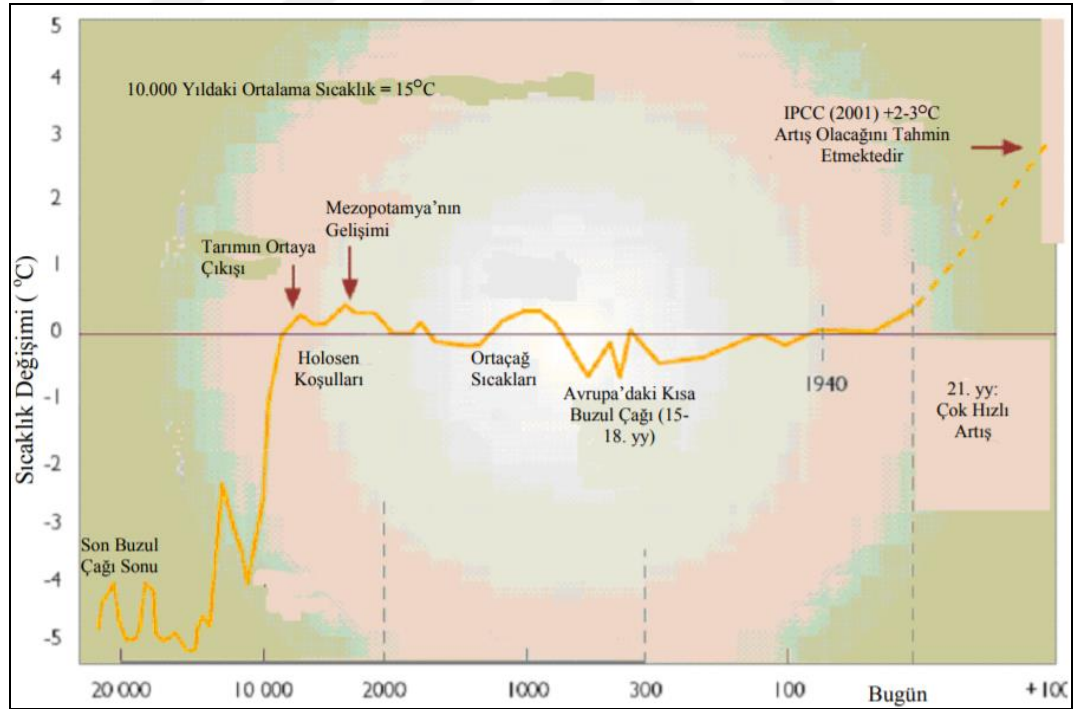
İklim değişikliğinin etkileri günümüzde gözlenmekte olup, gelecekte bu etkilerin daha da belirgin hale geleceği tahmin edilmektedir. Sıcak hava dalgaları, kuraklık, sel, taşkın gibi olayların daha sık ve yoğunlukta yaşanması öngörülmektedir.

21. yüzyılda insanoğlunun maruz kaldığı en büyük sorunların başında gelen iklim değişikliği insan sağlığını, doğal ekosistemler ve canlıların devamlılığını sürdürebilmesi bakımından tehdit oluşturabilecek olumsuz faktörler sebebiyle sosyo-ekonomik açıdan da çok ciddi sonuçlara yol açabilecek bir problem olarak görülmeye ve değerlendirilmeye başlanmıştır.

İklim değişikliğinin önüne geçebilmek için sera gazı emisyonlarının önemli oranda azaltılması gerekmekte olduğundan bunun için politikalar uygulamaya konulmaya başlanmıştır.



Şekil 1.2. 1. Ortalama deniz seviyesi değişimi (camgöbeği çizgi; Jevrejeva vd, 2008), 2. Arktik deniz-buz alanı yaz sezonu (sarı çizgi; Walsh & Chapman, 2001), 3. 30-700 metre okyanus ısı içeriği (turuncu çizgi; Levitus vd, 2009), 4. deniz-yüzey sıcaklığı (kahverengi çizgi; Rayner vd, 2006), 5. ortalama okyanus-yüzey pH (mavi çizgi; NRC, 2010) ve 6. atmosferik pCO₂ (kırmızı çizgi; Petit vd., 1999).



Şekil 1.3. Dünyanın ortalama yüzey sıcaklığının son 20.000 yıldaki değişimi (WHO, 2003).

1.2. Deniz Suyu Yüzey Sıcaklığı

Deniz yüzey sıcaklığı, uydu mikrodalga radyometreleri, kızılötesi (IR) radyometreler, yerinde demirli ve sürüklenen şamandıralar ve gemiler tarafından elde edilen önemli bir iklim ve hava ölçümüdür. Farklı araçlar farklı derinliklerdeki sıcaklığı ölçerler. Örneğin; çoğu şamandıralardaki sensörler yaklaşık 1 metre derinlikte veya düzenli aralıklarla bir hat boyunca yerleştirilir. Deniz yüzey sıcaklıkları, uzaydan ölçüldüğünde uydu frekansı ile ilgili bir derinliği temsil eder. Örneğin; Kızılötesi araçlar yaklaşık 20 mikrometre derinliğini ölçerken, mikrodalga radyometreleri birkaç milimetrenin derinliğini ölçer. Bu ölçümler, hava durumu tahmini, okyanus tahminleri ve balıkçılık tahminleri, kirlilik izleme ve turizm gibi kıyı uygulamalarında kullanılan, günlük olarak alansal deniz yüzey sıcaklığı haritaları oluşturmak için çeşitli şekillerde birleştirilebilir.

Deniz yüzey sıcaklık haritaları, okyanus araştırmacıları, meteorologlar ve iklim bilimciler tarafından bilimsel araştırma için yaygın olarak kullanılmaktadır. 1997 senesinden önce, deniz yüzey sıcaklıkları yalnızca kızılötesi uydu alımlarından elde edilirdi, ancak Trmm Microwave Imagerın başlatılmasıyla mikrodalga alımları da mümkün kılındı. Kızılötesi deniz yüzey sıcaklığı, mikrodalga deniz yüzey sıcaklığına göre daha yüksek çözünürlüğe sahiptir (Gentemann vd., 2003; Gentemann vd., 2004; Gentemann vd., 2010; Wentz vd., 2000; Wick, 2002).

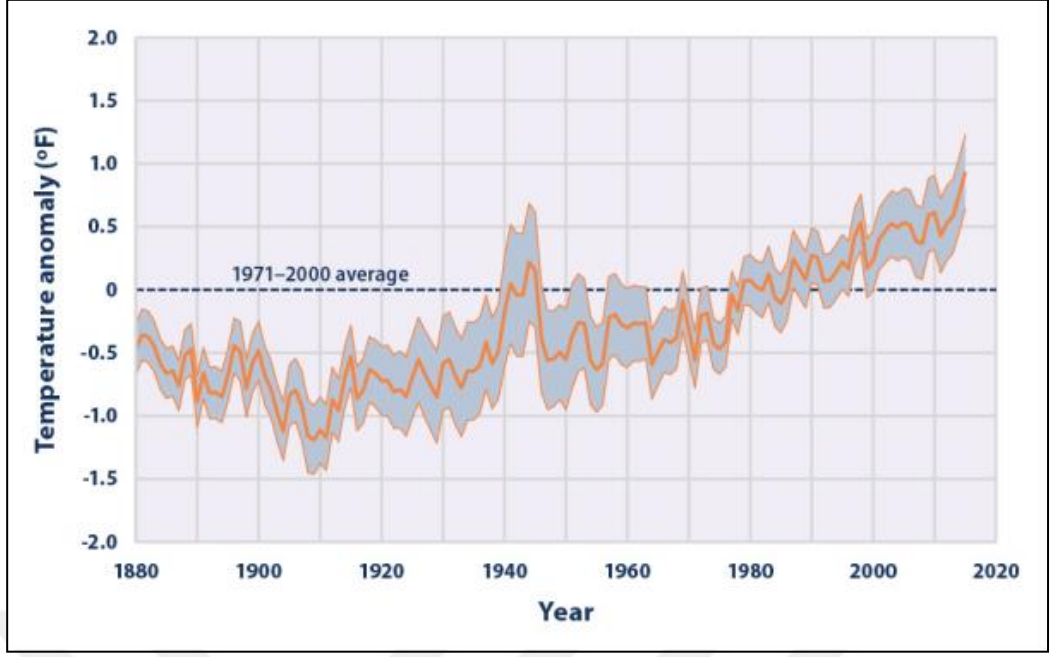
Deniz suyu sıcaklığı yer yüzeyinde bulunan okyanusların en önemli fiziksel özelliğidir. Dünyanın okyanuslarının yüzey sıcaklığı, genellikle enlem ile değişir; en sıcak sular genelde ekvatorun yakınında, en soğuk sular ise Arktik ve Antartika bölgelerinde bulunur. Okyanuslar daha fazla ısıyı absorbe ederek, deniz yüzey sıcaklığı artar ve dünya çapında sıcak ve soğuk su taşıyan okyanus sirkülasyon kalıpları değişir (EPA, 2016).

Deniz yüzey sıcaklığındaki değişiklikler, deniz ekosistemlerini çeşitli şekillerde değiştirebilir. Örneğin okyanus sıcaklığındaki değişiklikler, bir yerde hangi bitki, hayvan ve mikrop türlerinin varlığını etkileyebilir, göç ve üreme kalıplarını

değiştirir, mercanlar gibi hassas okyanus yaşamını tehdit eder ve red tide gibi zararlı alglerin çoğalmasını, sıklığını ve yoğunluğunu değiştirir (Ostrander vd., 2000). Uzun vadede, deniz yüzey sıcaklığındaki artışlar, besleyici maddeleri derin denizden yüzey sularına getiren dolaşım şekillerini de azaltabilir. Resif yaşam alanındaki ve besin kaynağındaki değişiklikler okyanus ekosistemlerini önemli ölçüde değiştirebilir ve balık popülasyonlarında düşüşe neden olabilir ve bu da balıkçılıkla besin veya buna bağlı olarak iş bulmak zorunda olan kişileri etkileyebilir (Pratchett vd., 2004).

Okyanuslar sürekli olarak atmosfer ile etkileşime girdiğinden, deniz yüzey sıcaklığı da küresel iklim üzerinde derin etkiler yaratabilir. Deniz yüzey sıcaklığındaki artışlar okyanuslar üzerindeki atmosferik su buharı miktarında artışa neden olmuştur. Bu su buharı, yağış üreten, şiddetli yağış ve kar riskini artıran hava koşullarına yol açar (örneğin; Ağır Yağış ve Tropikal Siklon Aktivitesi göstergeleri). Deniz yüzey sıcaklığında meydana gelen değişiklikler fırtına izlerini değiştirebilir ve potansiyel olarak bazı bölgelerdeki kuraklıklara neden bulunur (IPCC, 2013). Deniz yüzey sıcaklığındaki artışların, deniz ürünlerini kirletebilecek ve gıda kaynaklı hastalıklara neden olabilen bazı bakteriler için büyüme sezonlarının uzamasıyla sağlık üzerine etki riskini arttırması beklenmektedir (Trtanj vd., 2016).

Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA), farklı toplama teknikleri ve örnekleme ile elde edilen verileri yeniden yapılandırarak ve filtreleyerek Şekil 1.4'de gösterilmiştir. Veriler, 1971'den 2000'e kadar olan ortalama deniz yüzey sıcaklıklarındaki anomaliler veya farklılıklar kıyaslanarak gösterilmektedir (EPA, 2016).



Şekil 1.4. Deniz yüzey suyu ortalama sıcaklığı (1880-2015), (NOAA, 2016).

1.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), haritalama ve alansal verileri analiz etmek için çok farklı disiplinler tarafından kullanılan bilgisayar tabanlı bir araçtır.

Harita son birkaç yüzyılda insanlığın Dünya yüzeyinin bilgisini depolamak ve iletmek için birincil yöntemi olarak gelişti. Topografik haritalar, yüzeyin genel biçimini ve birincil fiziksel ve kültürel özellikleri tasvir eder; tematik haritalar, toprak tipi veya nüfus yoğunluğu gibi daha spesifik özelliklerin çeşitliliğini gösterir; batimetrik haritalar ve hidrografik çizelgeler deniz tabanı özelliklerini göstermektedir. Haritalar hem ham verilerin hem de coğrafi araştırmaların sonuçlarının en önemli depolarından biri olarak hizmet eder. Haritalar, insan ve fiziksel süreçlerin dünya yüzeyinde nasıl davrandıklarını ve nasıl etkileşim kurduğunu yani dünyanın nasıl çalıştığını anlamak için önemli ve vazgeçilmez bir araçtır (Goodchild, 2002).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), 1960'lı yıllarda haritalardan elde edilen büyük hacimli bilgileri işlemek için bilgisayar uygulamaları olarak tasarlanmıştır. Zaman içerisinde CBS tarafından gerçekleştirilen işlevler katlanarak arttı ve bugün bir coğrafi bilgi sistemini, haritalardan elde edilen verilere ilişkin neredeyse akla gelebilecek her türlü işlemi gerçekleştirebildiği düşünülebilir (Longley vd., 2001).

CBS teknolojisi, sorgulama ve istatistiksel analiz gibi ortak veri tabanı işlemlerini, haritalar tarafından sunulan benzersiz görselleştirme ve coğrafi analiz avantajlarıyla bütünleştirir. CBS'nin sunduğu bu olanaklar, meydana gelen olayları açıklamada, sonuçlarını tahmin etmede ve planlama stratejileri için geniş bir kitleye hitap ederek, bilgileri anlaşılabilir hale getirmektedir. CBS teknolojisi içerisinde depolanan bu veriler yönetilebilir, analizi yapılabilir, modellenenebilir, karar destek mekanizması oluşturulabilir. CBS teknolojisi bu önemli özellikler ile diğer bilgi sistemlerinden kolayca ayrılabilir (Şekil 1.5.). CBS, karar verme ve problem çözme konusunda artan yeteneği sayesinde toplumun birçok yönünü değiştirme

potansiyeline sahip, önemli ve yeni teknolojilerden biri olarak değerlendirilir (Buckley, 1997; Heywood vd., 2006; ESRI, 2010).



Şekil 1.5. Coğrafi bilgi sistemlerinin genel işlevleri (ESRI,2010).

CBS teknolojisi, kamu ve özel sektörlerin girişimlerinde olayların açıklanabilmesini, sonuçların öngörülmesini ve stratejik planlama bakımından oldukça önem kazanmaktadır (Buckley, 1997; ESRI, 2010).

Coğrafi verilerin yetersiz korunması, güncellenmeyen haritalar ve istatistiksel bilgiler, yanlış veri ve bilgiler, veri alma hizmeti ve paylaşımının olmaması CBS'ye ihtiyaç duyulmasının başlıca nedenleridir. CBS uygulamaları ile coğrafi veriler standart bir formatta daha iyi muhafaza edilir, revizyon ve güncellenmesi daha kolaydır, coğrafi verileri ve bilgileri aramak, analiz etmek ve sunmak daha kolaydır, coğrafi veriler serbestçe paylaşılabilir. CBS sürdürülebilir kalkınma için karar vermede çok önemli bir araçtır. Çünkü CBS karar vericilere alansal veri tabanı analizi ve değerlendirilmesi yoluyla yararlı bilgiler sağlayabilir (Murai, 1998).

CBS, bilgi akışını hızlandırarak, daha etkin bir yönetim, etkin ve doğru kararlar alınmasını, bilgilerin güncellenmesini, zaman, para ve iş gücü kaybını önemli ölçüde önleyen yararları bulunmaktadır (Shree vd. 1999; ESRI, 2010; Martin, 1995). CBS'nin veritabanlarını arama ve coğrafi sorgulama kabiliyeti ile bilim ve iş

dünyasının birçok alanında ilerleme ve değişim yarattı. Karar verme sürecinde oldukça büyük bir önem teşkil etmektedir. Bilgiler, bir harita biçiminde kısa, açık ve net bir biçimde sunulmakta ve bu raporlar ile karar verici mercilerin verileri anlamaya çalışmak yerine gerçek konular üzerine odaklanmalarına imkan verir. Çünkü CBS ürünleri hızlı bir şekilde üretilebildiğinden, birden fazla projeksiyonlar etkin ve de etkili bir biçimde değerlendirilebilir. Bu nedenle, günümüz dünyasında CBS teknolojilerini kullanma giderek önem kazanmaktadır (Buckley, 1997; Burrough ve McDonnel, 1998; Heywood vd., 2006).



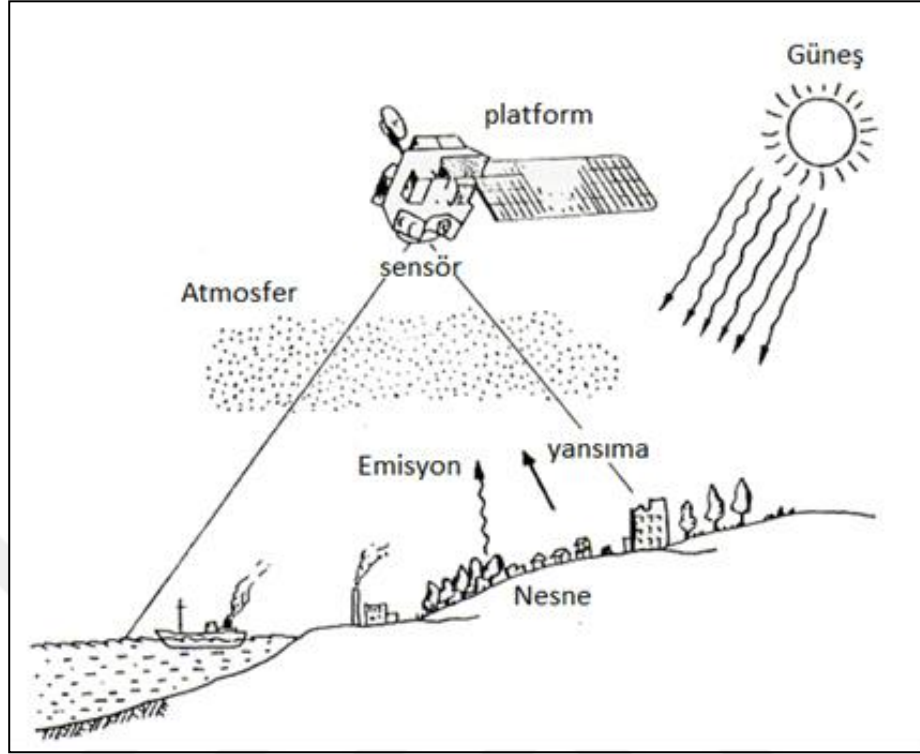
1.4. Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama, madde ve elektromanyetik radyasyon arasındaki etkileşimi kaydeden uçaklardan ve uydulardan elde edilen görüntüleri ve ilgili verilerin doğrudan temas olmaksızın tanımlanabileceği, ölçülebileceği veya analiz edilebildiği bilim ve teknoloji olarak tanımlanır (Sabins, 1997; JARS, 1999). Bir cisimden yansıyan veya yayılan, elektromanyetik radyasyon uzaktan algılama verisinin olağan kaynağıdır. Bununla birlikte, yerçekimi veya manyetik alanlar gibi herhangi bir ortam uzaktan algılamada kullanılabilir. Bir cisimden yansıyan veya yayılan elektromanyetik radyasyonu tespit etmek için kullanılan araçlar “uzaktan sensör” veya “sensör” olarak adlandırılır. Kameralar veya tarayıcılar uzaktan algılayıcılara örnektir. Sensörü taşıyan araç “platform” olarak adlandırılır. Uçak veya uydular platform olarak kullanılır (Şekil 1.6.).

Modern uzaktan algılama teknolojisi, 150 yılı aşkın bir süre önce kameranın keşfi ile başlamıştır. İlk önce, oldukça ilkel fotoğraflar zemin üzerinde “hareketsiz görüntü” olarak alınmış, dünya yüzeyine bakma fikri ve uygulaması 1840’lı yıllarda, topografik haritalama amacıyla balonlara sabitlenmiş kameralardan resimlerin alınmasıyla ortaya çıkmıştır. Geçen yüzyılın sonundaki belki de en yeni platform, Avrupa’da bir yenilik olarak çalışan ünlü güvercin filosudur. Birinci Dünya Savaşında, uçaklara monte edilen kameralar oldukça geniş yüzey alanların hava görüntüsünü alarak, askeri keşifte çok değerli olduğunu kanıtlamış oldu. O zamanlardan 1960’ların başlarına kadar, hava fotoğrafı dikey veya eğik perspektiften yüzeylerin tasvir edilmesinde tek standart araç olarak kaldı (Graham, 1999).

İlk gözlem uydusu Landsat-1, 1972 yılında piyasaya çıktığından beri uzaktan algılama yaygın bir şekilde kullanılmaya başlandı. Nesnenin özellikleri, neslerin yüzeyinden yansıyan veya yayılan elektromanyetik radyasyon kullanılarak nesneden belirlenebilir. Farklı çevresel koşullarda her nesnenin, yansıma veya emisyonu farklı özelliklere sahiptir. Uzaktan algılama, yansımanın veya emisyonun benzersizliği

sayesinde nesnenin çevresel koşulunu tanımlamak ve anlamak için kullanılan bir teknolojidir (JARS, 1999; USGS, 2015; NASA, 2017a).



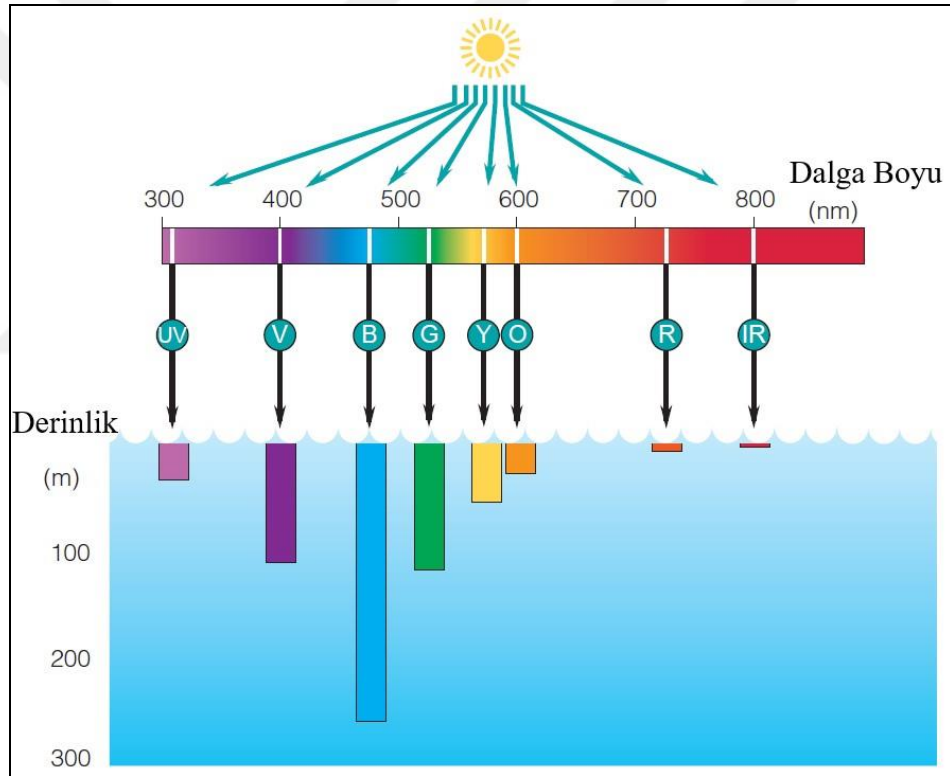
Şekil 1.6. Uzaktan algılama ile veri toplama (JARS, 1999).

Uzaktan algılama verileri bilgisayar tarafından otomatik olarak işlenir yada insanlar tarafından manuel olarak yorumlanır ve son olarak tarım, arazi kullanımı, ormancılık, jeoloji, hidroloji, oşinografi, meteoroloji, çevre gibi alanlarda kullanılır. (JARS, 1999).

Uzaktan algılama teknikleri kullanırken dikkate alınması gereken başlıca faktörler bulunmaktadır. Bunlar alansal çözünürlük, görüntü üzerindeki farklı ve birbirinden bağımsız görünen iki nesne arasındaki minimum mesafedir. Spektral çözünürlük, uydu sensörü tarafından kaydedilen spektral bantların yerini ve sayısını gösterir; Radyometrik çözünürlük, uydu sensörü tarafından algılanan elektromanyetik enerji aralığını ölçme becerisidir; Zamansal çözünürlük, örnekleme alanının algılama frekansını gösterir (Everett ve Simonett, 1976).

Elektromanyetik enerjinin aktarımı, elektromanyetik dalga boyları aracılığı ile belirlenir. Elektromanyetik radyasyon bölgeleri, yakın ultraviyole (UV) (0.3-0.4m),

görünür (0.4-0.7m), yakın kısa dalga ve termal kızılötesi (0.7-14m) ve mikrodalga (1mm-1m) şeklindedir. Şekil 1.7.'de uzaktan algılamada kullanılan spektral bantları gösterir (Çizelge 1.1.). Yakın kızılötesi ve kısa dalga kızılötesinin spektral aralığı bazen yansıtıcı kızılötesi (0.7-3m) olarak adlandırılır. Çünkü bu aralık zemin yüzeyinden gelen emisyon yerine güneş yansımından daha fazla etkilenir. Termal kızılötesi bölgesi, zemin yüzeyinden gelen emisyon, güneş yansımalarının az etkisi ile ışıma enerjisine hakimdir. Görünür ışık, spektral renklere karşılık gelir. Bunlar, görünür bölgedeki uzun dalga boyundan başlayarak sırasıyla; kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, indigo ve menekşe şeklinde konumlandırılmıştır. Kısa dalga kızılötesi, son zamanlarda kaya türlerinin jeolojik sınıflandırılması için kullanılmıştır. Termal kızılötesi, sıcaklık ölçümü için kullanılır (JARS, 1999).



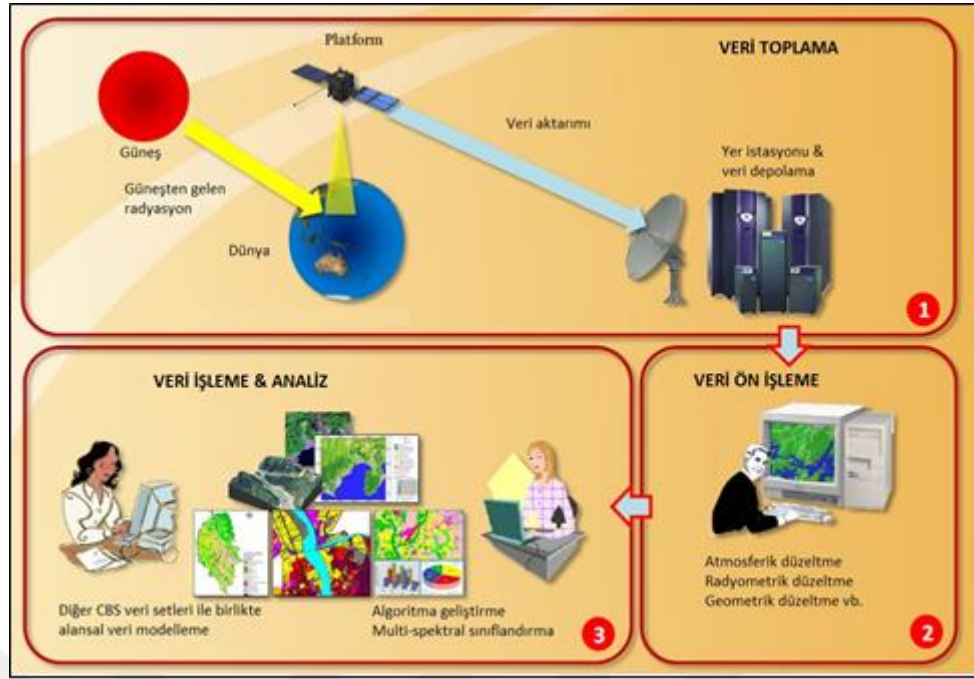
Şekil 1.7. Uzaktan algılamada kullanılan spektral bantlar (Garrison, 2009).

Çizelge 1.1. Elektromanyetik radyasyon sınıflandırması (JARS, 1999).

Spektral Alan	Dalga
Gamma ışınları	< 0.03 nm
X ışınları	0.03 - 300 nm
UV	0.30 - 0.38 nm
Görünür	0.38 - 0.72 nm
Yakın Kızılötesi	0.72 -1.30 nm
Orta Kızılötesi	1.30 - 3.00 nm
Uzak Kızılötesi	7.0 - 1000 nm
Mikro dalga ve radyo dalgası	> 1000

Uzaktan algılama teknolojisi, ilk olarak balon fotoğrafçılığı ile başlamış olup sonrasında havadan fotoğraflamaya ve çoklu spektral uydu görüntülemeye kadar geliştirilmiştir. Uzaktan algılanan veriler, geniş bir disiplinler aralığı için önemlidir. Elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerindeki yer yüzeyi ve atmosferik radyasyon, etkileşim özellikleri, yeryüzünü ve atmosferik özellikleri tanımlamak ve karakterize etmek için oldukça yararlıdır (Aggarwal, 2003).

Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri ile interdisipliner alanlarda entegreli bir şekilde kullanılması ve modelleme yeteneği ile geleceğe yönelik projeksiyonların yapılmasında önemli bir yere sahiptir. Bu özellikler değerlendirildiğinde yapılan çalışmalar ile elde edilen verilerin coğrafi bilgi sistemleri tabanında veri tabanı oluşturularak verilerin güncellenmesiyle, ihtiyaç duyulması halinde kurum, kuruluş ve işletmelere gerekli, güvenilir bilgilere hızlı bir şekilde ulaşılması ve bununla beraber alınacak olan kararların bu teknolojiler ile desteklenmesi önem arz etmektedir (Şekil 1.8.).



Şekil 1.8. Uzaktan algılama ve CBS akış şeması (Lwin, 2008).

Bu çalışmada, Gökova Körfezi'nde belirlenmiş olan kesitler boyunca yüzey suyu sıcaklık değişimlerini izlemek ve bu özel çevre koruma alanının korunması için yararlı bir araç sağlamak amacıyla uydu görüntülerine dayalı etkili ve düşük maliyetli alansal / zamansal sıcaklık seri modelleri geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Alansal bazda yüzey suyu sıcaklıklarının izlenmesi, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve uydu görüntüleri ile oluşturulan modeller ile sağlanmış olacaktır. Geliştirilen modeller Gökova Körfezi'ni kapsayacak ve sıcaklık değişimleri hakkında kısa sürede ve yüksek doğrulukla ölçülebilecektir.

Bu modeller ile Gökova Körfezi boyunca düşük maliyetle, güncellenen görüntüler ile sürekli izlenmesine de olanak tanıyacaktır. Çalışmada körfez kesitlerinden elde edilmiş olan sıcaklık sonuçları, bu hatlar üzerindeki körfez yaşamı hakkında genel bir bilgi vermesine ve körfezin sürekli izlenmesine doğru ve etkili bir şekilde imkan sağlamış olacaktır. Ayrıca, oluşturulmuş olan modeller farklı bölgelere de uygulanabilecektir.

Uydu görüntülerinden elde edilen veriler CBS tabanlı olarak türetilmiştir. Bu yöntemlerin kullanımı ile yeni yönetim araçlarının ortaya çıkmasına ve bilimsel yöntemlerin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Uydu görüntülerinden elde edilen

deniz yüzey suyu sıcaklık sonuçları, küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişikliklerinden etkilenen bölgelerin etkin bir şekilde yönetilmesi ve izlenmesi için önemli bir araç olacaktır. Etkili bir çevre yönetimi yanında, bu modeller alanı izlemek ve ekolojik sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek için bir kaynak görevi görecektir. Elde edilen modellerin gelecekte ekolojik araştırmalar ve karar destek mekanizlarının oluşturulmasında oldukça etkili olması beklenmekte ve diğer kıyı alanları ve deniz alanları için de bir örnek teşkil edecektir. Böylelikle ülkemiz denizlerindeki değişimler anlık ve alansal olarak izlenebilir ve güncellenebilir. Sıcaklık modelleri oluşturularak bu model verilerinden diğer iklim parametreleri olan yağış, rüzgar ve nem ile ilgili gelecek senaryoları üretilebilir, metodlar geliştirilirebilir ve denizlerimiz üzerindeki iklim değişikliği etkileri ile ilgili bilimsel çalışmalar hız kazanabilir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Sıcaklık bütün yaşayan canlılar için oldukça hayati önem taşımaktadır. Ancak denizlerde ve tatlısular da sıcaklığın önemi daha farklı olarak bilinmek zorundadır.

Son yıllarda su sıcaklık değişimlerinin uzaktan algılama teknikleriyle hesaplanması ve izlenmesi hızlı gelişme göstermiştir (Priede, 1983). Çünkü neredeyse tüm dünya ülkeleri kendi karasuları içerisinde yer alan canlı stokları tükenmeye yüz tutmuş ve ekolojik tahribatların başlaması söz konusu olmuştur. Bu nedenle tüm dikkatler okyanus sularına çevrilmiştir. Canlı stoklarının geleneksel tekniklerle bulunması ve tespit edilmesi çok kolay olmamakla beraber oldukça yüksek maliyetlidir. Bu nedenle bazı araştırmacılar uzaktan algılama yöntemlerini kullanarak su sıcaklığını, canlı türlerini, stoklarını, klorofil konsantrasyonlarını ve su kalitesini tespit etmeye başlamışlardır (Sarı, 2000). Monaldo (1996)'ya göre uzaydan yüzey suyu sıcaklığının hesaplanması ilk defa 1970 yılında gerçekleşmiştir. Kemmerer ve Benigno (1973) ilk defa uydu görüntülerinden sıcaklık haritalarını oluşturarak Florida sahillerinde balık sürülerinin yerlerini belirlemiştir. Fearnhead (1975), Pingree ve ark. (1976) tarafından bu çalışmalar devam etmiştir. 1978 yılında TIROS-N uydusunun uzaya fırlatılması ile denizlerde ve göllerde yüzey su sıcaklığının hesaplanmasında yeni bir aşama kaydedilmiş (Kidwell, 1998). Lauritson ve ark. (1979), deniz yüzeyi sıcaklığını hesaplamada atmosferik düzeltme gerektiğini belirtmiş ve yeni bir eşitlik geliştirmiştir. 1978 yılında NOAA-6 uydusunun uzaya gönderilmesiyle bu uydunun Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) algılayıcısının 4. ve 5. Kanalları denizlerde ve göllerde deniz yüzey sıcaklığı hesaplamalarını kolaylaştırmıştır (Simpson, 1994).

McClain ve ark. (1985) tarafından NOAA AVHRR görüntülerinde atmosferik ve geometrik sapmaları elimine eden deniz yüzey sıcaklığı formülünü geliştirmiştir. Deniz yüzey sıcaklığının uzaydan çıkarılması 1978-1979 yılları arasında başlanmıştır.

Deniz yüzey sıcaklığı konuları ile ilgili bazı literatür çalışmaları aşağıda kronolojik sırada verilmiştir:

Anding ve Kauth (1970), alansal ve zamansal spektral bölgelerin bu özelliklerini tahmin etmek için yeni bir metod önermişlerdir. Metod, termal kızılötesi atmosferik pencere bölgelerinde bulunan iki spektrum bandında aynı anda radyometrik ölçümler yaparak, su buharı emiliminin ve emisyonunun etkilerinin, meteorolojik destek verisi yardımı olmaksızın neredeyse tamamen kompanse edilebildiğini göstermiştir. Geliştirilen uydu sensörlerinin spektral bantlarının kullanımı ile görüntüsü alınan alandaki bulutların varlığını belirlemek ve kısmi karartıların olduğu yerlerde su yüzey sıcaklığının tahmin edilebilir olacağını ve su yüzey sıcaklıklarında bulanıklık ve su buharı etkilerinden kaynaklanan yaklaşık $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ile yaklaşık $\pm 0.15^{\circ}\text{C}$ arasındaki hataları azaltacağını bildirmiştir.

Davis (1976), orta enlem Kuzey Pasifik Okyanusu'nda deniz seviyesi basıncının ve deniz yüzey sıcaklığının mevsimlik olmayan değişkenliğini incelemiştir. Amaç, değişkenliğin temel ölçeklerinin incelenmesi ve kısa süreli iklim (bir ay ve bir yıl arasındaki zaman ölçeği) değişkenliğinin tahmin edilmesine izin verebilecek olası bağlantıların belirlenmesidir. Alansal yapının empirikal ortogonal fonksiyon açıklamalarını kullanarak, deniz seviyesi basınç değişkenliğinin birkaç büyük ölçekli moda yoğunlaştığı ve beyaz frekans spektrumuna sahip olduğu bulunmuştur. Deniz yüzeyi sıcaklık değişkeni mekansal olarak karmaşıktır (bazıları küçük ölçekli değişiklikler gösteren pek çok mekansal moda yayılmıştır), ancak düşük frekanslı değişikliklerin hakim olduğunu bildirmiştir. Öngörülebilirliği incelemek için doğrusal istatistiksel tahmin edicilerin kullanımı tartışılmış ve korelasyon araştırmasında kullanılan veri sayısının sınırlandırılmasının önemi vurgulanmıştır. Doğrusal istatistiksel tahmin ediciler kullanarak, (a) deniz yüzey sıcaklık anomalisinin deniz yüzey sıcaklık gözlemlerinden ölçülebilir beceri ile birkaç ay önceden tahmin edilebileceği, (b) anormal deniz seviyesi basınç değişkenliğinin eşzamanlı deniz yüzey sıcaklığı verilerinden belirlenebileceği ($^{\circ}\text{C}$) gelecek deniz seviyesi basınç değişkenliği, daha önceki deniz seviyesi basıncı belirlenebilmesine rağmen, deniz yüzey sıcaklığı verilerinden tahmin edilemediği bulunmuştur.

McConagy (1980), atmosferik zayıflatmanın düzeltilmesini belirlemek, NOAA Polar Yörüngesinde Uyumlu Uyduların üzerindeki çok yüksek çözünürlüklü radyometrelerden termal kızılötesi dijital verilerin işlenmesinde büyük bir sorun olduğunu vurgulamış ve ampirik bir eşitlik geliştirmiştir. Denklem katsayıları, regresyon teknikleri kullanarak ve uydu gözlemlerinin deniz yüzey sıcaklık ölçümleriyle karşılaştırarak belirlemiştir. Bu işlemi tamamen değerlendirmek için yeterli veri olmasına rağmen, ilk uydu ölçümleri, bağımsız deniz yüzey sıcaklık ölçümlerinin 0.5°C 'si dahilindedir. Bu metod uydu ölçümlerini kullanarak, bir geminin deniz yüzey sıcaklığının tek noktadan gözleminin ötesinde alansal tahmin için bir araç olarak sunmuştur.

Rasmusson vd. (1982), yüzey basıncının ve yağış şeklinin yüzey deniz gözlemleri, uydu verileri ve istasyon gözlemleri, doğu ve orta tropik Pasifik'te büyük sıcak hava dalgaları sırasında deniz yüzey sıcaklığı (DYS) anomallilerinin, yüzey rüzgâr alanlarının ve yağış anormallilerinin evrimini tanımlamak için kullanmıştır. 1949 yılından bu yana altı sıcak bölüm için kompozit deniz yüzey sıcaklığı ve rüzgâr alanları (30°K - 30°G) ve Güney Amerika sahili ile 170°B arasındaki ekvatoru geçen altı nakliye rotası boyunca ortalama aylık verilerin zaman serileri ve spektral analizlerini yapmıştır. Ekim-Kasım aylarında El-Niño'dan önce, Batı Pasifik'teki ekvatorial doğu anomalileri batı anomalileri ile yer değiştirmiştir. Bu değişiklik, ekvatorial zaman çizgisine yakın pozitif deniz yüzey sıcaklık anomalilerinin ortaya çıkışı ile çakışmaktadır. Kompozitler ve çapraz spektrum analizi, doğu ekvatorial Pasifik deniz yüzey sıcaklık anomalisinin Batı Amerika Güney Sahili'nden orta Ekvator Pasifik'e göç ettiğini açıkça göstermektedir. Maksimum deniz yüzey sıcaklık anormallikleri genellikle Güney Amerika kıyılarında Nisan-Haziran döneminde ve yılın sonlarına doğru yaklaşık 170°B 'de gözlemlenmiştir.

McClain vd. (1983), uydulardan alınan yüksek kaliteli multispektral ölçümler ve atmosferik zayıflatma, kızıl ötesi parlaklık sıcaklıklarını düzeltmek için yapılan çoklu pencere tekniklerinin son zamanlardaki gelişimi, deniz yüzey sıcaklığının küresel haritalanmasında belirgin iyileşmeler sağlamıştır. 4 km çözünürlüklü veriler, iki görsel bantta ve üç atmosferik pencerede NOAA'nın operasyonel polar uydularındaki gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometreden (AVHRR) termal

kızılötesinden elde edilmiştir. Bulutlardan arındırılmış örnekleri ayırt etmek için küçük veri dizilerine çeşitli homojenlik testleri uygulanmıştır. Gemiler ile yapılan çalışmaların sonuçları ile uydu kaynaklı türetilmiş yüzey sıcaklıkları sonuçları birbirileri ile istatistiksel olarak kıyaslandığı zaman, uydu kaynaklı türetilmiş yüzey sıcaklıkları üzerinde doğruluk ve kapsamda önemli gelişmeler olduğunu göstermiştir.

Llewellyn-Jones vd. (1984), deniz yüzeyi sıcaklığının uydu kızılötesi radyometreleri kullanılarak ölçülebildiği hassasiyet, öncelikle ölçülen radyans üzerindeki atmosferik etkilerin düzeltilmesindeki belirsizliklerle sınırlı olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışma, NOAA-7 uydusu üzerinde Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometreden (AVHRR / 2) 3.7, 11 ve 12 dalga boylarındaki verileri kullanarak, bu düzeltmenin kuzey doğu ve tropikal Atlantik Okyanusu'nda yapılabilirliğinin doğruluğunun araştırılmasını rapor etmektedir. Sonuçlar atmosferik transmittans modellerinin bir testi olarak kullanılmıştır. Su buharı 'sürekliliği' emilimiyle ilgili deneysel veriler kullanarak, her bir kanalda ölçülen radyans sıcaklıklarından deniz yüzey sıcaklığının hesaplanmasına izin veren regresyon ilişkileri sağlamaktadır. Deniz yüzey sıcaklığının elde edilebilmesi için, 'bölünmüş pencere' (11 ve 12) ve 'üçlü pencere' (3.7, 11 ve 12) gibi yeni algoritmalar türetilmiştir. Simülasyonların geçerliliğini test etmek için, uydu ölçümlerinden türetilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri, oşinografik araştırma gemilerinden gelen eş zamanlı ölçümler ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada önemli bir farkın (-0.1K) bulunmaması, simülasyonlarda kullanılan atmosferik transmittans modelinin önemli bir deneysel doğrulamasını oluşturmaktadır.

McClain vd. (1985), bulut filtreleme ve kullanılan atmosferik zayıflatma düzeltmelerinin temel kavramlarının kısa bir taslağı, çok kanallı deniz yüzey sıcaklığı (MCSST) metodunda verilmiştir. Dört veri döneminde, çok kanallı deniz yüzey sıcaklığı metodunda ve gemi tabanlı deniz yüzey sıcaklıklarından seçilmiş bir setten elde edilen aylık ortalama sonuçları ele alındığında, çok kanallı deniz yüzey sıcaklığı anomalilerinde şaşırtıcı derecede iyi sonuçlar görülmüştür.

Barton (1985), Atmosferik iletim bandı şu anda kullanımda olan çok kanallı deniz yüzey sıcaklık algoritmalarının bazılarını araştırmak için kullanılmıştır. Model, sırasıyla operasyonel NOAA ve GOES uydularında bulunan AVHRR ve VAS

radiyometreleri, algoritmalar türetmek için bir dizi atmosferik veri ile birlikte kullanılmıştır. AVHRR radyometresi için, model algoritmaları McClain (1985) tarafından yakın zamanda yapılmış olan çalışmada elde edilenler arasında iyi bir uyum bulunduğunu tespit etmiştir. Model sonuçları, çoğu durumda uydu görüntüsünün açısını hesaba katmanın gerekli olduğunu göstermektedir. VAS bölünmüş pencere kanalları için teorik algoritmalar ile uydu verilerinin regresyon analizi ile elde edilenler arasında çok sayıdaki şamandıra ölçümlerinden daha düşük uyum bulunmuştur.

Cidhagen (1986), yaptığı çalışmada uydu (AVHRR) ve deniz yüzey sıcaklıklarının insitu verilerini, Baltık İsveç sahili boyunca rüzgarın neden olduğu yükselişi tanımlamak için kullanmıştır. İzoterm şemalarına dönüştürülmüş olan uydu verileri, kıyılarda yükselmenin özellikle yoğun olduğu üç bölümünü göstermektedir. Yükselme olaylarının istatistiksel olarak derlenmesi için on yıllık deniz yüzey sıcaklığı ölçümleri yapılmıştır. İstatistikler, yükselişin kıyıların belirli bölümleri boyunca ortak bir özellik olduğunu ve zamanın yaklaşık dörtte biri ile üçte birinde olduğunu ortaya koyuyor. Yükseliş olaylarıyla ilişkili zaman ölçekleri ve sıcaklık anomalileri hakkında bazı bilgiler de verilmektedir. Rüzgâr analizi ise yükselme kuşağının Ekman teorisine göre, kıyı şeridinde paralel olarak yükseldiğini ve rüzgarlar arasındaki korelasyonu göstermektedir.

Schluessel vd. (1987), Ulusal Oşinografi ve Atmosfer İdaresi (NOAA) kutup-yörüngeli uydular üzerindeki algılayıcı sistemlerden hesaplanan deniz yüzey sıcaklıklarını, bir gemide monte edilmiş olan kızılötesi radyometreden elde edilen yüzey sıcaklıkları ve yüzeyaltı sıcaklık ölçümleri ile karşılaştırmışlardır. NOAA7 gelişmiş çok yüksek çözünürlüklü radyometre (AVHRR) sensörünün 4. ve 5. kanallarını kullanarak üç bölmeli pencere yöntemi kullanılmıştır.

Reynolds (1988), Gerçek zamanlı, yerinde (gemi ve şamandıra) ve uydu verilerini kullanan küresel bir aylık deniz yüzeyi sıcaklığı analizi tanımlanmıştır. Kullanılan yöntem her iki verinin avantajlarını (yerinde verilerin doğruluğu ve uydu verisinin kapsamının geliştirilmesi) birleştirmiştir. Şamandıralara ait deniz yüzey sıcaklığı verileri Ocak 1985'ten Aralık 1986'ya kadar olan 24 aylık bir dönem için hata istatistiklerini geliştirmek için kullanılmıştır.

Strong (1989), 1982-88 dönemi için iklim değişikliğine bağlı uydu kaynaklı deniz yüzeyi sıcaklıklarının analizi sunulmuştur. Bu analizden, okyanusun kademeli olarak yılda yaklaşık 0.1°C ısınırken, aynı dönem için geleneksel veri kaynaklarından (gemi ve şamandıra) elde edilen sıcaklık trendi bu büyüklüğün yaklaşık yarısı kadardır. Bununla birlikte, geleneksel veri kaynaklarının aksine uydunun kapsama alanı çok daha fazladır ve her ne kadar uzun bir uydu dizisi verilerine sahip olmamamıza rağmen, kısa vadeli trendleri gözlemlemek mümkündür, geleneksel veri kaynaklarından elde edilen veriler kullanılarak kısa vadeli trendler tanımlanmayabilir.

Nitta ve Yamada (1989), 1970-1980 yılları arasındaki uydu verilerden on yıllık deniz yüzey sıcaklık değişimlerini incelemişlerdir. Özellikle Orta ve Doğu Pasifik ve Hint Okyanusunda, 1970'lerin sonlarından itibaren deniz yüzey sıcaklığının arttığını tespit etmişlerdir. Tüm tropik bölgelerde 20°K - 20°G arasında ortalama olarak bulunan deniz yüzey sıcaklığı, 1980 yılı 1970 yılından itibaren yaklaşık 0.3°C - 0.4°C daha sıcaktır. Tropikal Walker dolaşımının bir mukavemetini temsil eden, Güney Salınım Endeksi 1970'lerin sonlarından sonra negatif olma eğilimi göstermektedir. Bu büyük atmosferik anomalilerin son zamanlarda tropikal deniz yüzey sıcaklıklarının ısınmasıyla artan tropikal ısı kaynakları ile ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Cayula vd. (1991), uydudan türetilen deniz yüzeyi sıcaklık alanlarındaki cephelerin tespiti için kullanılan iki algoritma karşılaştırılmış ve benzer şekilde iyi sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Ana farklılıklar, çok katmanlı bir yaklaşıma dayalı algoritmanın daha hızlı olması ve deniz yüzey sıcaklığı görüntülerinin ve bu görüntüler içindeki bölgelerin otomatik olarak çok geniş bir yelpazede işlenmesine adapte olduğunu göstermiştir.

Müller-Karger vd. (1991) yaptıkları çalışmada çok yıllık kıyı bölgesi renkli tarayıcı serisinden (CZCS) (Kasım 1978 - Kasım 1985) ve gelişmiş çok yüksek çözünürlüklü radyometre (AVHRR) (Ocak 1983 - Aralık 1987) görüntülerinden, Meksika Körfezi'nin yüzey fitoplankton konsantrasyonu ve deniz yüzey sıcaklığı aylık klimatolojileri türetilmiştir. Kapsamlı okyanus atmosfer veri setinden (1946-1987) ve İklim Analiz Merkezi'nden (1982-1990) çıkan Deniz Yüzeyi Sıcaklığı, ve NOAA Ulusal Oşinografi Veri Merkezi'nden (1914-1985) hidrografik profil verileri ile bu

serileri tamamlanmıştır. Kıyı bölgesi renkli tarayıcı görüntüleri, konsantrasyon değerlerinin Aralık ile Şubat aylarında en yüksek ve Mayıs ile Temmuz aylarında en düşük olduğunu, sığ kayalıktan denize doğru körfez boyunca konsantrasyonda mevsimsel değişimin olduğunu tespit etmişlerdir. Deniz yüzey sıcaklığında değişim, aynı zamanda körfez boyunca eş zamanlıdır; Temmuz-Eylül aylarında maksimum, Şubat-Mart aylarında minimumdur. Kızılötesi görüntüler, Kasım ayından Mayıs ayının ortalarına kadar, deniz yüzey sıcaklık değişimlerinin güçlü olduğu zamanlarda çok faydalı olmuştur. Bu süre zarfında, fitoplankton konsantrasyonları yüksektir ve yatay olarak homojendirler. Bunun tersine Mayıs ve Ekim aylarının sonlarına doğru deniz yüzey sıcaklığının homojen olduğunu bildirmişlerdir.

Podesta vd. (1991), güneybatı Atlantik okyanusunda deniz yüzey sıcaklığının yıllık döngüsünü NOAA İleri Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre gözlemlerinin dört yıllık verileri (Temmuz 1984 - Temmuz 1988) kullanılarak hesaplanmıştır. Deniz yüzey sıcaklık verilerinde yıllık trendlerin varlığı araştırılmış ancak kesin sonuçlar elde edilememiştir. Yıllık döngü (ve özellikle yıllık harmonik), deniz yüzey sıcaklık değişkenliğinin büyük bir bölümünü açıklamıştır. Döngü tahmini büyüklüğü, çalışma alanı boyunca 5°C ile 13°C aralığında olup, Ağustos-Eylül aylarında minimum ve Şubat ayında maksimum olduğunu tespit etmişlerdir.

Barton (1992), Ulusal Okyanus ve Atmosferik Yönetim (NOAA) operasyonel meteorolojik uydulardaki (NOAA-11) gelişmiş çok yüksek çözünürlüklü radyometreler (AVHRR 2) 3.7, 10, 8 ve 11.9 mikrometre dalga boylarındaki radyometrik verileri, deniz yüzey sıcaklığının tahmin edilmesini sağlar. Ulusal Çevre Uydu, Veri ve Bilgi İşlem Ofisi (NOAA / NESDIS) tarafından kullanılan çok kanallı deniz yüzey sıcaklık algoritmaları, çakışan uydu ve şamandıra verilerinin regresyon analizinden türetmişlerdir. Sonuç olarak, atmosferdeki kızıl ötesi iletimi bilgisayar modellerinin gözlenen uydu ölçümlerini henüz üretemediğini göstermiştir. Gelecekteki uydu yayınları için doğru deniz seviyesi sıcaklık algoritmalarının türetilmesi için su buharı absorpsiyonu ve atmosfer boyunca kızılötesi iletiminin daha iyi anlaşılması gerektiğini bildirmiştir.

Coil vd. (1993), Bu çalışmada, deniz yüzey sıcaklığını elde etmek için bölünmüş pencere algoritması türetilmiş ve doğrulanmıştır. İlk önce bölünmüş pencere

yaklaşımının fiziksel temellerini analiz edilmiş. Daha sonra uydu ölçüm simülasyonları üzerinde istatistiksel regresyon ile teorik olarak bir algoritma türetilmiş. İnsitu ve rastgele uydu verileri kullanılarak gerçek NOAA AVHRR ölçümleri için ayarlanmıştır. Deniz yüzey sıcaklığı için elde edilen doğruluk 0.5 K'dir, AVHRR ölçümlerinden elde edilebilen sınır doğruluğu olduğunu bildirmişlerdir.

Evans (1993), küresel ısınmanın potansiyel sonuçlarından biri olarak, kutuplara daha fazla giren yoğun tropikal fırtınaların artması ortaya koymuştur. Bu senaryo, neredeyse tamamen genel sirkülasyon modelinde, artan atmosferik CO₂ seviyeleri ile deniz seviyesinin arttığı tahminlerine dayanan ve daha sıcak deniz yüzeyi sıcaklığına sahip daha yoğun sistemler kavramını destekleyen tropik siklon yoğunlaştırma teorilerini temel almıştır. Fırtınaların teorik olarak daha yoğun bir hal aldığı bu durumu sağlayıp sağlamadığına tropikal siklon yoğunlaşmasında hakim olan su sıcaklığının baskın faktör olup olmadığı bağlı olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, tek başına deniz yüzey sıcaklığının tropik siklon yoğunluğunun yetersiz bir belirleyici olduğunu ortaya koymuştur.

Goreau ve Hayes (1994), deniz yüzey sıcaklıklarının mercan beyazlamasına olan etkilerini araştırmışlardır. Küresel deniz yüzey sıcaklık haritaları, 1983-1991 yılları arasındaki kitlesel mercan resif beyazlaması, bir önceki sıcak mevsim boyunca uzun vadeli aylık ortalamaların 1°C üzerindeki pozitif anomalileri izlediğini ortaya koymuşlardır. Uydu verilerinden gerçek zamanlı olarak izlenebileceğini vurgulamışlardır. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, sıcaklığa duyarlı ekosistemleri koruma amacını gerçekleştirmek için okyanus sıcak noktalarının ve mercan beyazlamalarının izlenmesine ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir.

Barton (1995), Kızılötesi uydu verilerinden, deniz yüzey sıcaklıkları türetme tekniklerinin mevcut durumu gözden geçirilmiştir. Deniz yüzey sıcaklığı elde etmek için kullanılan farklı tekniklerle ilgili bir araştırma ile birlikte, konunun kısa bir tarihi sunulmuştur. Tartışmalar, gelişmiş çok yüksek çözünürlüklü radyometre (AVHRR) ve benzeri cihazlar üzerine yoğunlaşmaktadır, çünkü bunlar, deniz yüzey sıcaklıklarının kestirimi için en yararlı verileri vermektedir. AVHRR cihazlarından deniz yüzey sıcaklığı elde etmek için farklı algoritmaların karşılaştırılması

sonucunda son on yılda türetilen algoritmaların doğruluğunda az bir ilerleme olduğunu göstermiştir. "İlk tahmin" ilkesinin önemi ortaya çıkmış ve bu alandaki daha yeni "gelişmeler" in bazılarının deniz yüzey sıcaklığının türetilmesindeki kalıcı hata kaynaklarına değinmediğini göstermiştir.

Myneni vd. (1996), 1982-1990 yılları arasındaki meteorolojik uydu verileri, tropikal Pasifik deniz yüzey sıcaklığı ile uzaktan algılanan normalize edilmiş farklı bitki örtüsü indeksi (NDVI) anomalileri arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılmıştır. Bu dönemde kurak ve yarı kurak Afrika, Avustralya ve Güney Amerika'nın geniş alanlarında NDVI anomalileri, tropik Pasifik deniz yüzeyi sıcaklık anomalileri ile doğrudan ilişkilendirilmiştir. Sonuç olarak, Afrika, Avustralya ve Güney Amerika'daki kurak ve yarı kurak kıtasal yağış modelleri üzerindeki tropik Pasifik deniz yüzeyi sıcaklık değişimlerinin yıkıcı etkilerine sahip olduğu doğrulanmıştır.

Cane vd. (1997), deniz yüzeyi sıcaklığının analizi, 1900 yılından bu yana, küresel sıcaklık eğilimlerinin kara tabanlı analizleri doğrultusunda küresel ısınmaya dair kanıtlar sağlamış ve aynı zamanda, doğu ekvatorial Pasifik'in soğutulduğu ve bölgedeki deniz yüzeyi sıcaklık gradientinin güçlendiğini göstermiştir. Bu model, artan sera gazlarına karşı iklimsel tepkiyi taklit etmek için halen kullanılan karmaşık okyanus-atmosfer sirkülasyon modelleri tarafından çoğaltılamayacağını bildirmişlerdir. Bu modelin varlığı, model simülasyonlarındaki 20. yüzyılın küresel sıcaklık değişimini azaltacağı düşünülmektedir.

Kaplan vd. (1998), 1856-1991 yılları arasında yapılan küresel analizler, optimal istikrar, Kalman filter ve optimal enterpolasyon olmak üzere üç istatistiksel yöntem kullanılarak aylık deniz yüzey sıcaklığı anomalileri üretilmiştir. Analizler için veri girişi, Birleşik Okyanus Meteoroloji Bürosu'nun Küresel Okyanus Yüzey Sıcaklığı Atlası'nın (GOSTA) tarihi deniz yüzeyi sıcaklık verileri setinden (MOHSST5) alınmış olan aylık sıcaklık anomalileridir. Verilerce zengin dönemlerde (1951-1991) karşılaştırılabilir sonuçlar verdiğini, ancak verilerin seyrek görüldüğü zamanlarda projeksiyon ve GOSTA'dan önemli ölçüde farklılaştığı görülmüştür.

May vd. (1998), Deniz Oşinografi Ofisi'nde (NAVOCEANO), dijital gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre (AVHRR) uydu verisinin küresel bir deniz yüzeyi sıcaklık bilgilerinin çıkarılması ve işlenmesini özetlemektedir. Uydu deniz yüzeyi

sıcaklığı üretimi, veri işleme prosedürlerini, kullanılan algoritmaları ve kalite kontrol tekniklerini ayrıntılı olarak açıklamaktadır. NAVOCEANO ulusal deniz yüzeyi sıcaklığı ürünü, günde 150.000'den fazla global bilgi aktarımından oluşmakta olduğunu bildirmişlerdir.

Casey ve Cornillon (1999), Pathfinder Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre (AVHRR) verilerine dayanan uydudan türetilmiş deniz yüzey sıcaklığı iklim bilimini sunmuş ve deniz yüzey sıcaklık eğilimlerinin belirlenmesinde bunların işlevleri ve diğer bazı klimatoloji yöntemlerini değerlendirmişlerdir. Değerlendirme yöntemi, yerinde deniz yüzey sıcaklık ölçümlerinin iki uzun vadeli gözlemsel koleksiyonunu kullanmaktadır:1994 Dünya Okyanus Atlası (WOA94) ve Kapsamlı Okyanus Atmosfer Veri (COADS) setlerinden oluşmuştur. Değerlendirilen deniz yüzey sıcaklık klimatolojilerinin her biri, birkaç ayrı uzun vadeli anomali veri kümesi üretmek üzere WOA94 ve COADS'deki her ham deniz yüzeyi sıcaklık gözleminde çıkartılmıştır. En küçük standart sapmaya sahip anomali veri kümesinin, uzaysal ve mevsimsel deniz yüzey sıcaklık değişkenliğini en iyi temsil edebilen ve bu nedenle deniz yüzey sıcaklığı trend belirlemelerindeki belirsizliği en düşük seviyeye indirgeyebilen klimatolojiyi tanımladığı varsayılmaktadır. Mevsimsel deniz yüzeyi sıcaklık değişkenliği, geleneksel yerinde ölçülmüş deniz yüzey sıcaklık klimatolojilerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Lau ve Weng (1999), 1955-1979 dönemi için NOAA elde edilen deniz yüzey sıcaklığı verileri, ara dönemler, on yıllık değişkenlikler ve küresel ısınma ile ilişkili baskın alansal ve zamansal kalıpları belirlemek için kullanılmıştır. Yıllık ortalama deniz yüzeyi sıcaklığı değişimi için, doğrusal bir eğilim artışı, on yıllık ve ara dönem değişkenlikleri bulunmuştur. Doğrusal eğilim son kırk yılda yaklaşık 0.18°C'lik yavaş bir ısınmayı yansıtmıştır. Doğrusal eğilim üzerine bindirilen on yıllık ve ara dönemdeki salınımın sıcak fazının ortaya çıkışı ile ilişkili olarak son yirmi yılda yaklaşık 0.28-0.38°C'lik nispeten hızlı bir ısınmaya neden olmuştur. Ayrıca, 1990'lı yılların başında ve ortalarında, sıcak olayların daha sık meydana geldiği ve soğuk olayların azaldığını belirtmişlerdir.

Klein vd. (1999), 1952-1992 yılları arasında gemi ile elde edilen veriler ve 1980'lerden gelen uydu verileri analizi sonucunda, El Nino'ya eşlik eden atmosferik

dolaşımdaki değişikliklerin bulut örtüsünde ve buharlaşmada değişiklikler yarattığını ve bu değişiklikler sonucunda okyanuslara giren net ısı akışını artırdığını tespit etmişlerdir. Bu artan ısı akışının, okyanusların yüzey ısınmasından sorumlu olduğu tahmin edilmektedir. Tropik Kuzey Atlantik bölgesinde, El Nino sırasında rüzgârların zayıflamasıyla deniz yüzey sıcaklığının arttığını bildirmişlerdir.

Lea vd. (2000), ekvatorial Pasifik tortu çekirdeklerinde planktonik foraminiferden alınan magnezyum / kalsiyum verileri, tropikal Pasifik deniz yüzey sıcaklıklarının, son buzul maksimumunda 2.8-0.7°C daha soğuk olduğunu göstermiştir. Geçtiğimiz 450 bin yılda buzullar arası sıcaklık farklılıkları 5°C olarak gözlemlenmiştir. Deniz yüzey sıcaklığındaki değişiklikler Antarktika hava sıcaklığındaki değişikliklerle kesişmekte ve kıta buzu hacmindeki değişiklikleri yaklaşık 3 bin yıl öncesinden tropikal soğutmanın buzul çağındaki iklimi yönlendirmede önemli bir rol oynadığını düşündürmektedir. Deniz yüzey sıcaklık tahminlerinin doğu ve batı bölgelerinden karşılaştırılması, buzul dönemlerinde ekvatorial Pasifik bölgeleri deniz yüzeyi sıcaklık eğiliminin benzer veya biraz daha fazla olduğunu göstermiştir.

Wentz vd. (2000), Deniz yüzey sıcaklığı ölçümleri, yağmur hariç tüm hava koşullarında uydu mikrodalga radyometresi ile yapılabileceğini bildirmişlerdir. Mikrodalga deniz yüzeyi sıcaklığı bilgilerinin çıkarılması, tropik istikrarsız dalgalar, deniz sınır tabakası dinamikleri ve kasırga yoğunluğunun tahmini de dahil olmak üzere bir dizi alanda bilgi sağladığını bildirmişlerdir.

Smyth vd. (2001), Ağustos 1998'de İber Atlantik kıyısında, uydudan türetilmiş deniz yüzey sıcaklığı ve klorofil verileri upwelling dönemini karakterize etmek için kullanmışlardır. Deniz yüzey sıcaklığı ve klorofil görüntüsü, çevreleyen okyanus suyundan daha soğuk ve daha yüksek klorofil konsantrasyonuna sahip kıyıdan uzaktaki filamentleriyle aktif hale gelecektir. Uydu görüntülerine ön tespit metodolojisi uygulanmış ve bu filamentlerin farklı, uzun ömürlü özelliklere sahip olduklarını ileri sürülmüş ve geliştirilmiş birincil üretim ile karakterize edilmiştir.

Kawai ve Kawamura (2002), deniz yüzey sıcaklığının gün içi değişimini basit bir şekilde değerlendirmiştir. Araştırmacılar, önce, şamandıra meteorolojik verileri ve uydudan türetilen güneş radyasyon verilerini kullanarak tek boyutlu sayısal bir modelle deniz yüzey sıcaklığını simüle etmişlerdir. Denklem tarafından tahmin

edilen deniz yüzeyi sıcaklığı, geçmişteki çalışmalarda bildirilen yerinde gözlem sonuçları ile tutarlılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

He vd. (2003), çok yüksek çözünürlüklü gelişmiş radyometreden elde edilmiş deniz yüzey suyu sıcaklıkları ve tropikal yağış ölçüm misyonunun bulunduran mikrodalga görüntüleyicisi tarafından elde edilen deniz yüzey sıcaklığı sonuçları ile birleştirilerek Batı Florida Sahili için günlük deniz yüzey sıcaklığı analizi oluşturmak için kullanılmıştır. Yerinde verilerle yapılan karşılaştırmalar ile iyi uyum gösterdiği tespit edilmiştir.

Ginzburg vd. (2004), NOAA- AVHRR ölçümlerine dayanan, gece boyunca haftalık çok kanallı deniz suyu sıcaklığı verilerini kullanarak, mevsimlik ve ara yıllık dönemler olmak üzere Kasım 1981-Aralık 2000 yılları arasında, Karadeniz'in deniz yüzey sıcaklığının değişimini araştırmışlardır. Dört mevsimin (Şubat, Mayıs, Ağustos ve Kasım) merkezi ayları için ortalama olan deniz yüzeyi sıcaklıkları hesaplanmış ve yerinde ölçümlerle karşılaştırılmıştır. Hesaplanan haftalık ortalama deniz yüzey sıcaklıklarının hem tüm deniz için hem de batı ve doğu derin deniz alanlarında ayrı ayrı analizi, kış ve yaz deniz yüzeyi sıcaklık anormallikleriyle birlikte uzun vadeli sıcaklık eğilimiyle belirtmiştir. Kış sezonu haftalık ortalama deniz yüzey sıcaklık minimumu 1985, 1987, 1992 ve 1993 yıllarında, 1984, 1988, 1995 ve 1999 yıllarında deniz yüzeyi sıcaklık maksimum olduğu ortaya çıkmıştır. 1994 yılından bu yana, kışların nispeten sıcak olduğu ve en düşük değer yaz başı deniz yüzey sıcaklıkları 1982, 1984 ve 1985'de, maksimum değerler ise 1991, 1992, 1998 ve 1999'da gözlemlenmiştir. Yaz ve kış deniz yüzey sıcaklıklarındaki belirgin anormalliklerin yanı sıra (1987, 1992 ve 1998'de) deniz yüzey sıcaklığındaki en büyük mevsimsel genlikleri ya El Nino küresel olayları sırasında ya da birkaç ay sonra meydana geldiği tespit edilmiştir.

Marsh ve Kent (2006), Kuzey Atlantik ve İngiltere kıyılarının, deniz yüzey sıcaklık artışını araştırmışlardır. Çalışmada, 1985- 2003 yıllarına ait uydu verileri, 1970-2004 dönemine ait yerinde ölçümlere dayalı olarak deniz yüzey sıcaklığındaki anomalileri tespit etmişlerdir. Yaklaşık 2°C civarında güçlü anomaliler olduğu gözlemlenmiştir.

Stark vd. (2007), yüksek çözünürlüklü, gerçek zamanlı, küresel deniz yüzey sıcaklık analizi sistemi ile ilgili araştırmışlardır ve birleştirilmiş deniz yüzey sıcaklığı ve deniz

buz analizi sistemi (OSTIA) geliştirmişlerdir. Analiz, küresel nümerik hava tahmini ve operasyonel okyanus modelleri de dahil olmak üzere yüksek çözünürlüklü alansal-zaman ölçekleri gerektirmektedir. Gelecekteki yüksek çözünürlüklü küresel ve bölgesel tahmin sistemlerine ihtiyaç duyulan uygulamaların taleplerini karşılamak üzere tasarlanmıştır.

McAtee vd. (2007), uydudan türetilen deniz yüzey sıcaklığının ve güney Avustralya'nın batısındaki deniz yüzey sıcaklığının mevsimsel değişiminin doğrulanması için bir yöntem tarif etmektedir. Sonuç olarak, yerinde ölçülen verilerin doğruluk kalitesini etkileyebilecek dış faktörlerin olması sebebiyle şamandıra ölçümlerinden türetilmiş uydu tabanlı algoritmaların geçerliliği için yerinde ölçülen veri kaynağının olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Merchant vd. (2008), Eş zamanlı tarama radyometrelerinden iklim değişikliği araştırması için uygun deniz yüzeyi sıcaklık kaydını üretmeye çalışmışlardır. 1991-2007 yılları arasında üç adet deniz tarama radyometresi (ATSR) serisinin gözlemlerinden deniz yüzey sıcaklığının homojen bir kaydını elde etmek için büyük bir yeni girişim için kabul edilebilecek yaklaşımı açıklamışlardır. Bu girişim, (A) RC: (İleri) İklim İçin Yeniden ATSR Analizi olarak isimlendirilmiştir. Ana hedefler, tüm küresel okyanuslar için alınan deniz yüzeyi sıcaklığında bölgesel kayıpları 0.1K'nin altına düşürmek ve on yıl içerisinde bu kaybı 0.05K olarak sabit olan homojen bir kayıt oluşturmak ve bu kayıtların iklim değişikliği araştırmasında kullanılan mevcut deniz suyu sıcaklığı analizlerinde azami bağımsızlığını sağlamak olduğunu bildirmişlerdir. Eğer bu sıkı hedeflere ulaşılsa, bu kayıt, iklim değişikliği atfı, iklim hassasiyeti ve yüzey sıcaklığı değişikliklerinin tarihsel olarak yeniden yapılandırılmasıyla ilgili soruları ilerletmek için yeterli kalitede değişkenlik sağlayarak, yüzey sıcaklığı trendlerinin tahminlerini önemli ölçüde geliştirilmesini sağlayacaktır. Bu yaklaşım, ATSR'lerin her biri, deniz yüzey sıcaklığı için yeni ve tutarlı tahmincilerin geliştirilmesini ve örtüşme sürelerinin detaylı analizini içermektedir. İklimin, deniz yüzey sıcaklık veri setleri üzerindeki etkinin kalite kontrolü, geçerliliği ve analizi konusunda yoğun bir çaba sarfedileceğini belirtmişlerdir.

Belkin ve O'Reilly (2009), Klorofil ve deniz yüzey sıcaklığı uydu görüntülerinde okyanusal cephe tespiti için bir algoritma tanımlanmıştır. Algoritma, gradyant yaklaşımına dayanmaktadır. Bu algoritma, termohalin cephelerde klorofil zenginleştirilmesi ve deniz yüzeyi sıcaklık alanlarında bulunmayan küçük ve orta ölçekli klorofil çoğalmaları gibi mekânsal modellere sahip olduğu için özel olarak geliştirilmiştir. Testten sonra bu geliştirilen algoritma, 1999-2007 yılları arasında 6000den fazla sinoptik görüntü üzerinde, Kuzeydoğudaki klorofil ve deniz yüzey sıcaklıkları klimatolojisini üretmek için kullanılmıştır.

Özsoy vd. (2009), ülkemiz için önemi büyük olan Türk Boğazlar Sistemi ve Kiliya Baseni ele alınmış ve bu bölgelerdeki akıntı profilleri, kıyısız su seviyesi, meteoroloji ve deniz suyu özellikleri, deniz yüzey sıcaklığı ve klorofil uydu verileri, kara-deniz ve deniz-atmosfer olmak üzere bu etkileşimleri örnekleyen girdap kovaryans ölçümleri eş zamanlı olarak elde edilmiştir. Akdeniz kıyıları için kıyısız dolaşım modeli ile beraber eş zamanlı yüzey atmosferik akımlar ve hidrografi öngörülleri üretilmiştir. İstanbul ve Çanakkale Boğazları için hidrodinamik modeller geliştirilmiş ve gözlemler ile uyuşan sonuçlar vermesi sağlanmıştır. Çöl tozları için Akdeniz, Avrupa, Avrasya ve Kuzey Afrika kıtalarını içeren bu tozların taşınımını belirleyen bir atmosferik taşınım modeli uygulamaya konulmuştur. Ülkemizde üretilen ve diğer kaynaklardan sağlanan güncel atmosferik veriler, bölgesel atmosferik modelde veri asimilasyonu ile kullanılmış ve öngörüllerin gerçekleşen koşullarla uyumu sağlanmıştır.

Kennedy vd. (2012), İklim çalışmaları, yerinde deniz yüzey sıcaklık gözlemlerinin kalitesini değerlendirmek için AATSR verileri kullanmışlardır. Yerinde veriler, uydu deniz yüzeyi sıcaklığının kalibrasyonu için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, iklimin uzun vadeli değişimlerini izlemek için kullanılırlar. Bu uygulamalar ve diğerleri için, verilerin belirsizliklerini anlamak gerekir. Sonuç olarak, yerinde gözlem sistemlerinin yeterliliğine ilişkin güncel değerlendirmelere yeniden ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. 1991-2007 yılları arasındaki yerinde ölçülmüş ortalama deniz yüzeyi sıcaklığındaki trend ile AATSR'den elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır. Yerinde ölçümlerine bakıldığında, AATSR ölçümlerine göre daha yavaş ısındığı görülmüştür.

Nardelli vd. (2013), Avrupa Komisyonu tarafından finanse edilmiş olan Çevre ve Güvenlik için Küresel İzleme projeleri çerçevesinde, farklı uzaktan algılanmış Deniz Yüzey Sıcaklığı için karşılaştırılmış ve enterpolasyonlu veriler üretmişlerdir. Bu Deniz Yüzey Sıcaklığı ürünleri, farklı uydu platformlarına monte edilmiş kızılötesi sensörler tarafından toplanan ve tüm Güney Avrupa Denizlerini (yani Doğu Atlas Okyanusu dahil olmak üzere Akdeniz'i ve Karadeniz'i kapsayan) gece görüntülerini temel almıştır. İki aşamalı bir algoritma sonunda Deniz Yüzey Sıcaklığı verilerini Yüksek ve Ultra Yüksek çözünürlükte alansal entepole etmeyi sağlamaktadır. Bu algoritmaların sonuçları yerinde ölçümü yapılan deniz yüzey sıcaklık verileri ile doğrulanmıştır.

Samuel-Rhoads vd. (2013), 1982-2012 yılları arasındaki uydu ve 2009-2012 yılları arasındaki insitu veriler kullanılarak Doğu Akdeniz'de ve özellikle Levanten havzasında, iklim değişikliğinden kaynaklanan deniz yüzey sıcaklığındaki artışı araştırmışlardır. 1998 yılından itibaren deniz yüzey sıcaklıklarında artışın olduğu, uydu görüntüleri ve *insitu* verilerinin tutarlılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Cowtan vd. (2015), İklim model simülasyonları ile gözlemlenen yüzey sıcaklığı değişimi arasındaki uyum seviyesi, bilimsel ve politik bir konu olduğuna değinmişlerdir. Dünya sistemi, antropojenik ve diğer radyasyon dayanımları nedeniyle enerji toplamaya devam ederken, son yüzey sıcaklığı gelişimi tahminleri, iklim model projeksiyonlarının altına düşmüştür. İklim model simülasyonlarından elde edilen küresel ortalama sıcaklıklar, yüzey hava sıcaklıkları kullanılarak hesaplanırken, buna karşılık gelen gözlemler hava ve deniz yüzey sıcaklıklarının bir karışımına dayanmaktadır. Bu çalışma, deniz yüzey sıcaklıkları ile okyanuslar üzerindeki yüzey hava sıcaklıkları arasındaki diferansiyel ısıtma oranlarından kaynaklanan model gözlem karşılaştırmalarında sistematik bir sapmayı nicelendirmiştir.

Demir (2015), uzun dönemde Karadeniz, deniz yüzey sıcaklığındaki değişimler incelenmiştir ve Karadeniz deniz yüzey sıcaklığına küresel iklim değişikliğinin etkisi ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada, 1970-2010 yılları arasındaki Zonguldak Meteoroloji Gözlem İstasyonu'ndan alınan günlük deniz yüzey sıcaklığı verileri ve myocean.com internet sitesinden elde ettiği 2000-2012 yılları arasındaki

AVHRR işlenilmiş uydu görüntüleri kullanılarak uzun dönemli deniz yüzey sıcaklığı ölçümleri analiz edilmiştir ve bu iki yöntemin birbirleriyle olan tutarlılık oranlarını korelasyon analiziyle ortaya koymuştur.

Hughes vd. (2017), 2015-2016 yılları arasındaki sıcaklıklar, pan-tropikal bir mercan beyazlama atağını tetiklemiş; 1980'lerde belgelenmesinden bu yana bu olay üçüncü küresel ölçekte gerçekleşmiş olduğunu vurgulamışlardır. Burada, uydudan türetilen deniz yüzeyi sıcaklıklarıyla Avustralya resiflerinin hava ve su altı araştırmalarını birleştirerek tekrar eden büyük beyazlama olaylarının şiddetini, neden ve nasıl hangi ölçekte değiştiği incelenmiştir. 1998, 2002 ve 2016 yıllarında Great Barrier Reef'de tekrarlayan beyazlamanın ayırt edici coğrafi izleri, her yıl deniz sıcaklıklarının alansal düzenine göre belirlenmiştir. 2016'da su kalitesini ve balıkçı barınak baskısı eşi görülmemiş bir şekilde beyazlamayı minimal etkilerken, resiflerin yerel olarak korunmasının aşırı sıcaklığa az veya hiç direnç gösteremediğini düşündürmüştür. Benzer şekilde, 1998 ve 2002 yıllarındaki resiflerin beyazlamaya maruz kalması, 2016'daki beyazlamanın ciddiyetini azaltmamıştır. Sonuç olarak, gelecekteki ısınmayı önlemek ve mercan kayalıklarının geleceğini güvence altına almak için acil küresel eylem planının gerekliliğini bildirmişlerdir.

Sarangi ve Devi (2017), Bengal Körfezi ve Arap Denizi'ndeki klorofil, deniz yüzeyi sıcaklığı, nitrat ve deniz yüzeyi yüksekliği anomalisinin uydu görüntülerine dayalı gözlemine çalışmışlardır. Çalışmada, aylık klorofil ve deniz yüzey sıcaklığı görüntüleri, 2014 ve 2015 yıllarında Bengal Körfezi'nde ve Arap Denizinde MODIS-Aqua veri setleri kullanılarak oluşturulmuştur. Uydu kaynaklı klorofil ve deniz yüzey sıcaklık görüntülerini kullanarak nitrat görüntüleri oluşturmak için yerinde-veri tabanlı nitrat algoritması kullanılmıştır. Nitrat konsantrasyonunun deniz yüzey sıcaklığından daha fazla klorofil ile ilişkili olduğu gözlemlenmiştir, çünkü nitrat okyanus klorofilini ve üretkenliği doğal olarak artırmıştır. Çalışma alanı boyunca yüksek klorofil konsantrasyonu, deniz yüzey sıcaklığına bağlı olduğu gözlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

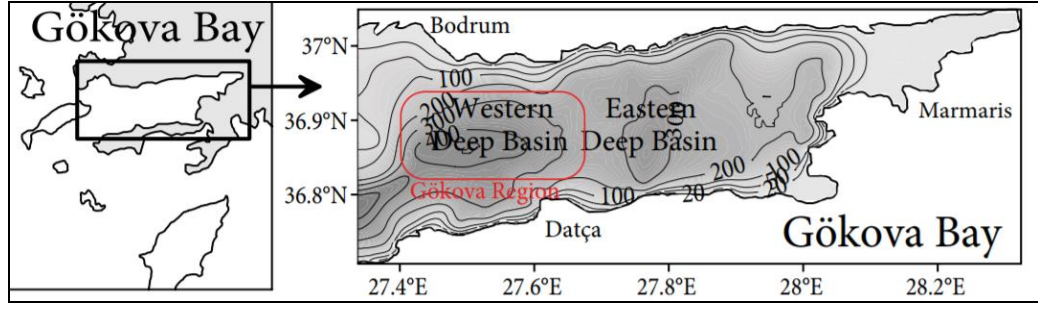
3.1. Çalışma Alanı

Bu tez çalışmasında, çalışma alanı olarak Gökova Körfezi seçilmiştir (Şekil 3.1.).



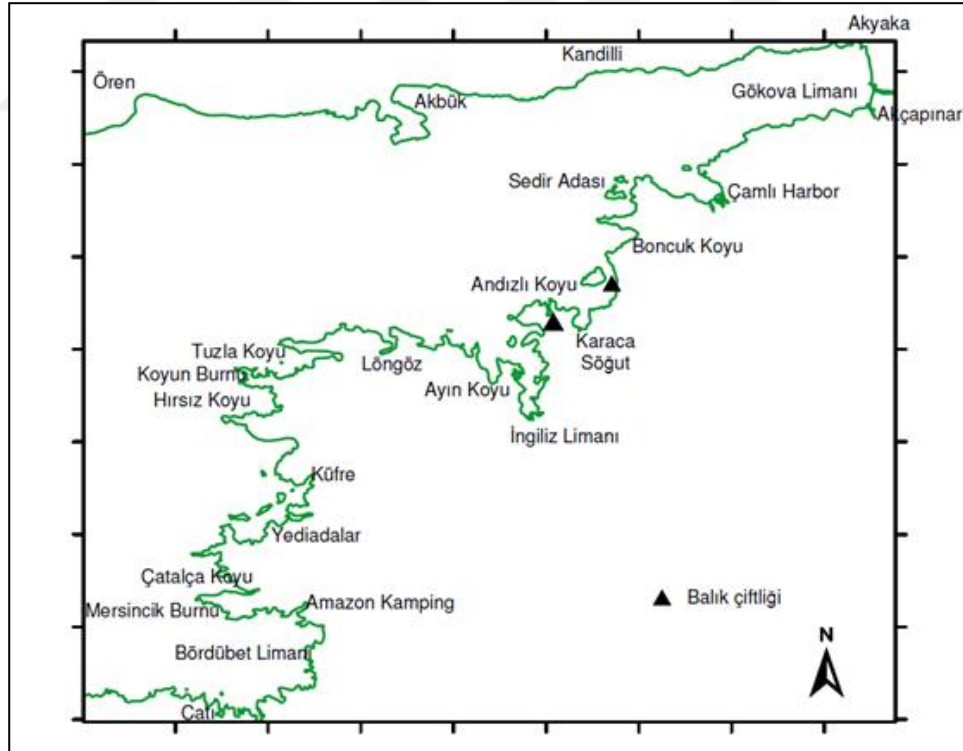
Şekil 3.1. Gökova Körfezi haritası

Güney Ege Denizi'ndeki Gökova Körfezi, kuzeyde Bodrum ve güneyde Datça Yarımadası arasında doğu-batı yönünde uzanan üçgen biçimdedir. İki derin havzası vardır: Doğu derin havzası ve Batı derin havzası. Sahanlık derinliği 104 m'ye ulaşır. Derinlik yaklaşık 540 m'dir (Şekil 3.2.) (Eronat ve Sayın, 2014). Gökova Körfezi Levanten havzası orjinli sulardan etkilenmiş olup Güney Ege Denizi su özelliklerini temsil eden bir alandır. Türkiye anakara ve Rodos arasında akan küçük Asya akımı, sıcak Levanten yüzey suyunu ve tuzlu Levanten ara suyunu Batı Türk kıyılarından Gökova Körfezi'ne getirmektedir. Gökova Körfezi, batıdan Ege Denizi'ne açıktır. Körfezin Ege Denizi'ne açılan kısmı, özellikle güneybatı köşesi her mevsim körfezin ortasına kadar uzanan Levanten suları için uygundur (Eronat ve Sayın, 2014).



Şekil 3.2. Gökova Körfezi Havzaları (Eronat ve Sayın, 2014).

Ege Denizi'nin Akdeniz ile birleştiği bölgede yer olan Gökova Körfezi ($36^{\circ}45'N-27^{\circ}19'E$), 24500 hektarı kara alanı olmak üzere toplam 52 bin hektarlık alanı ile Türkiye'nin sekiz deniz koruma bölgesinden biri olarak, 1989 yılından itibaren "Özel Çevre Koruma Bölgesi (ÖÇK)" ilan edilmiştir (Cihangir, vd., 1998) (Şekil 3.3.). Gökova ÖÇK Bölgesi, 245 km^2 'si kara alanı, 822,49 km^2 'si denizalanı olmak üzere toplam 1067,49 km^2 'lik alan ile Türkiye'nin sekiz deniz koruma bölgesinden biridir. Gökova ÖÇK Bölgesi'nin deniz alanı, tüm Gökova Körfezi'nin deniz alanının yaklaşık yarısını (% 47) oluşturmaktadır (Kıraç vd., 2012).



Şekil 3.3. Gökova ÖÇKB' nin mevkileri (Okuş vd., 2006).

Körfez, Akdeniz ve Ege Denizi'nin kesiştiği noktada yer alan Türkiye'nin büyük ve verimli körfezlerinden biridir ve Süveyş Kanalı'nı geçerek ülkemiz sularına gelen Hint Okyanusu kökenli türlerinde bölgede dağılım göstermesi tür çeşitliliği bakımından önemlidir (Cihangir vd., 1998; Kırac vd., 2010). Körfez'e Akyaka bölgesinden Azmak ve Akçapınar olmak üzere iki küçük akarsu girmektedir. Bununla beraber, bölgenin karasal kısmının karstik yapıya sahip olması nedeniyle, yağmur suları kayalardan süzülerek kıyı bölgelerinde deniz tabanından taze tatlı su ile minarel girişi sağlamakta ve canlı üretkenliğini arttırmaktadır (Cihangir vd., 1998). Gökova Körfezi'nde balıkçılık küçük ölçekli yapıda olup, düşük av gücüyle uzatma ağıları, paraketalar ve oltalarla sürdürülmektedir. Körfezde belirli sahalar ise gırgır ve trol avcılığına açıktır. Bununla beraber, kıyı kesimlerde yer yer orfoz ve lâhos için zıpkın dalışları da gerçekleşmektedir. Balıkçılığa kapalı alanlar yaklaşımının Türkiye'deki ilk örneği de Gökova Körfezi'dir. 10 Temmuz 2010 tarihli ve 27637 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren 2/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ'de Gökova Körfezi için bir "Balıkçılığa Kapalı Alan" oluşturulmuştur. Burada Akbük Limanı, Akyaka, Çamlı Limanı, Boncuk Koyu, İngiliz Limanı (Değirmen Bükü) ve Bördübet Limanı'nda her türlü istihsal vasıtası ile su ürünleri avcılığı yasaklanmıştır (Şekil 3.4.) (Bozkurt, 2010; Çoker ve Akyol, 2014).



Şekil 3.4. Gökova Körfezi'nde trol avcılığının yasak olduğu alan (Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, 2002).

Çalışma alanı olarak seçilmiş olan Gökova Körfezinde balıkçılık, körfezi besleyen tatlı su kaynaklarında ise su kalitesi gibi bazı çalışmalar yapılmış olsa da körfezin tamamını ya da körfez üzerinde belirtilmiş olan hatlar üzerinde daha önce çalışma yapılmamış ve bu hatlar üzerinden elde edilmiş olan herhangi bir parametre bulunmamaktadır. Su sıcaklığı ile ilgili körfez profilini betimleyici herhangi ayrıntılı bir çalışma daha önce yapılmamıştır.

3.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Denizel alanlarda coğrafi bilgi sistemi, belirli oşinografik süreçleri tetikleyen rüzgâr ve deniz akıntıları arasındaki ilişkileri tanımlamak ve bu süreçlerin deniz organizmalarının davranışına etkisini, uzaysal ve zamansal olarak deniz kalitesinin davranışını tür biyolojisi ve ekolojisini dikkate alarak açıklamak için kullanılmaktadır (Li ve Saxena, 1993; Lockwood ve Li, 1995).

CBS, balık yaşam alanlarını tanımlamak ve canlı deniz kaynaklarını düzenlemek, deniz memelilerini izlemek ve av ve göç çizgilerini analiz etmek, deniz koruma alanlarının verimliliğini değerlendirmek ve çevresel kalıntıları cevaplamak için de kullanılmaktadır (Meaden, 2000; NOAA, 2017).

Multidisipliner veriler CBS analizinde, küresel değişim, uydu görüntüsünün düzeltilmesi ve kaydedilmesi, deniz işlemlerinin saptanması ve bu süreçlerin görselleştirilmesi gibi çeşitli görevlerde ve araştırmalarda kullanılır (Asrar, 1997; Ehlers, 1997; Faust ve Star, 1997; Jensen vd., 1997).

Benzer disiplinler arasındaki bir diğer entegrasyon, cbs ve çevresel modellemedir. Günümüzde modellenen çıktılar, özellikle büyük ölçekli oşinografik, ekolojik süreçlerin dinamiği ve atmosferik süreçlerin çalışılması ve tahmin edilmesi için CBS uygulamalarına düzenli olarak entegre edilmiştir (Goodchild vd., 1993; Johnston vd., 1996).

CBS veritabanı, deniz ekosistemlerinin üretkenliğinin geliştirilmesi, deniz kirliliğinin önlenmesi, deniz ürünlerinin kalitesinin korunması ve magrovlar ve mercanlar gibi kendine has ekosistemlerin korunması, deniz kaynaklarının yönetimi gibi çevrenin

sinoptik statüsünü elde etmek için verilerin kullanılabilirliğini sağlar (Aswathanarayana, 1999).

Bu tez çalışmasında ArcGIS 10.2, Quantum GIS 2.18 ve Global Mapper 17 programları her bir aşamada ayrı ayrı kullanılmıştır.

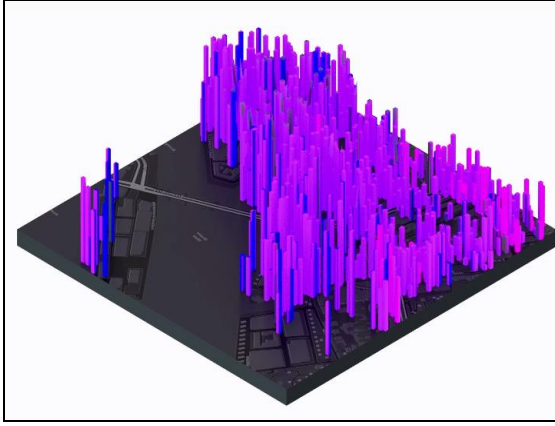
3.2.1. ArcGIS

ArcGIS, ESRI (Environmental Systems Research Institute) tarafından geliştirilmiş olup ölçeklendirilebilir entegre bir Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımıdır.

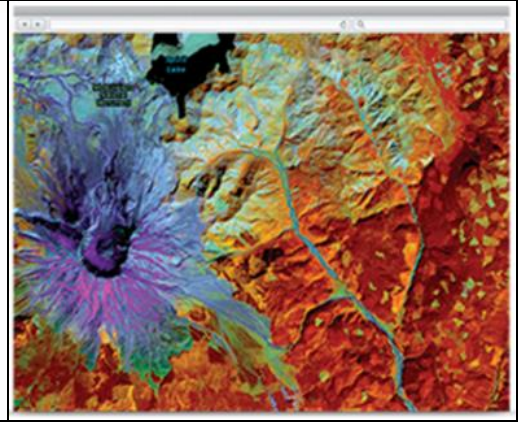
ArcGIS, haritalama ve mekânsal akıl yürütme için bağlamsal araçlar sağlar; böylece verileri keşfedebilir ve konum tabanlı içgörüler paylaşılmasına olanak sağlar. ArcGIS, olayların nerede olduğunu ve bilgilerin nasıl bağlandığını hızlı bir şekilde görmemizi sağlayan daha derin bir anlayış oluşturur. İşletme uygulamalarına konuma dayalı analiz uygulamak için benzersiz bir yetenek kümesi sunar. Verileri analiz etmek ve görselleştirmek için içeriksel araçlar kullanarak daha fazla bilgi edinilir. Ardından, bu analizler haritalamalar, görselleştirmeler ile raporlama imkânı sunmaktadır. Mekânsal analiz, ArcGIS'in ana noktasıdır. Mekânsal analitik, nerede olduğumuz, nasıl ilişkili olduğu, her şeyin anlamı ve ne gibi önlemler alacağımızla ilgili dünya haritamızı anlamamızdır. Coğrafi kalıpların hesaplamalı analizinden optimum güzergahların tespiti, saha seçimi ve ileri kestirimci modellemeye kadar uzamsal analiz coğrafi bilgi sistemi (CBS) teknolojisinin tam merkezinde yer almaktadır (Şekil 3.5.). Haritalama ve görselleştirme; Haritalar, verilerdeki alan modellerini bulmaya yardımcı olur; böylece daha iyi kararlar alabilir ve işlemler yapılabilir. Haritalar ayrıca engeller yıkmakta ve işbirliğini kolaylaştırmaktadır. ArcGIS ile bunları kolayca oluşturup paylaşabileceğimiz etkileşimli, yüksek kaliteli kartografik haritalarla yapılmasına yardımcı olmaktadır (Şekil 3.6.). 3B CBS; haritalara ve verilere gerçek dünya bağlamını getirir. Veriler ile, sorunları analiz etmeye ve çözmeye, fikir ve kavramları ilgili kişiler ya da kuruluşlarla paylaşmaya yardımcı olan akıllı 3B modellere ve görselleştirmelere anında dönüştürmektedir (Şekil 3.7.). Gerçek Zamanlı CBS; Gerçek zamanlı CBS, herhangi bir sensör veya cihazın yerinin izlenmesiyle - tepki sürelerinin hızlandırılması, güvenliği optimize

etmesi ve hareket halindeyken veya dinlenme durumunda olsun, tüm varlık ve faaliyetlerde operasyonel farkındalığın geliştirilmesine olanak tanır (Şekil 3.8.). Görüntü ve Uzaktan Algılama; ArcGIS görüntüleri yönetmek, işlemek, analiz etmek ve paylaşmak için ihtiyaç duyulan her şeyi sunmaktadır. Sadece dünyanın en büyük görüntü koleksiyonuna erişmekle kalmaz, aynı zamanda uydu, hava, drone ve tam hareketli video gibi araçlar da elde edilmektedir (Şekil 3.9.). Veri Toplama ve Yönetim; ArcGIS ile, verileri verimli ve güvenli bir şekilde toplayabilir, kitlelere hitap edebilir, depolayabilir, bunlara erişebilir ve paylaşılmaktadır (Şekil 3.10.). İş sistemlerinde saklanan veriler entegre edilebilir ve herhangi bir kaynaktan gelen verileri coğrafi olarak etkinleşmektedir (ESRI, 2010).

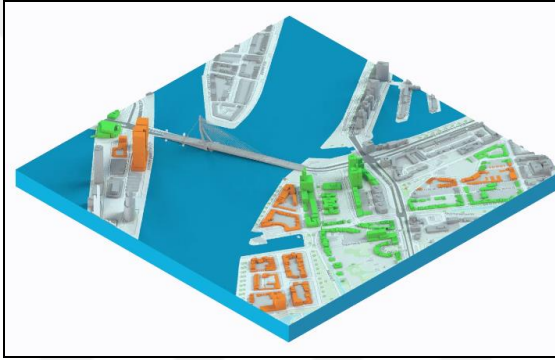




Şekil 3.5. ArcGIS mekansal analiz



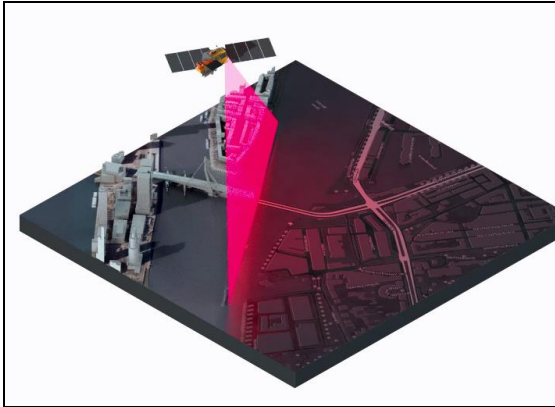
Şekil 3.6. Haritalama ve görselleştirme



Şekil 3.7. 3B CBS modeli



Şekil 3.8. Gerçek zamanlı CBS modeli



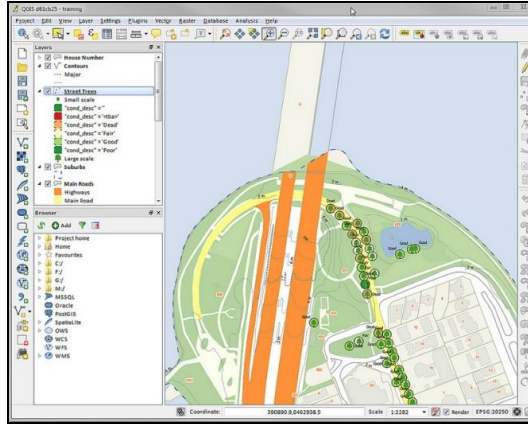
Şekil 3.9. ArcGIS'te görüntü ve uzaktan algılama



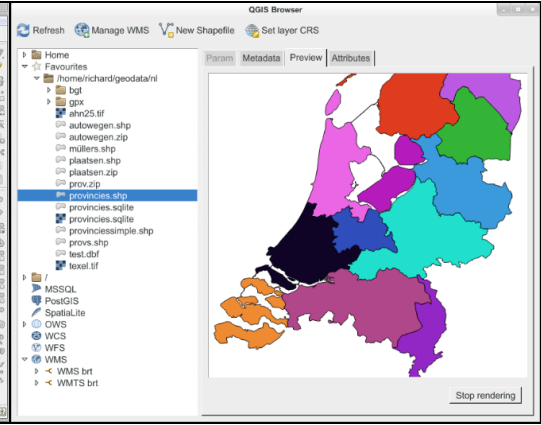
Şekil 3.10. Veri toplama ve yönetimi

3.2.2. Quantum GIS (QGIS)

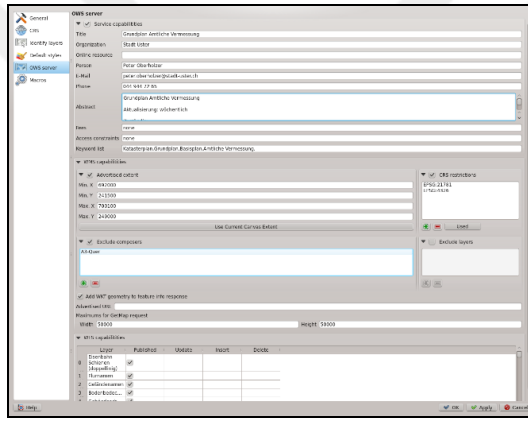
QGIS Avrupa birliği tarafından desteklenen Açık Kaynak Kodlu Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımıdır. QGIS, kullanıcı dostu bir Açık Kaynak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) GNU Genel Kamu Lisansı kapsamında lisanslanmıştır. QGIS, Açık Kaynaklı Coğrafya Odaları Vakfı'nın (OSGeo) resmi bir projesidir. Linux, Unix, Mac OSX, Windows ve Android üzerinde çalışır ve sayısız vektör, raster ve veritabanı formatlarını ve işlevlerini destekler. Quantum GIS, haritalar oluşturmanıza ve mekansal verileri görselleştirmeye, coğrafi verileri depolamanıza ve analiz etmenize olanak tanır (Şekil 3.11.). Quantum GIS, veri görüntüleme deneyimini kolaylaştırmak için bir mekânsal dosya tarayıcısı, bir sunucu uygulaması ve web uygulamaları sunmaktadır (Şekil 3.12.; Şekil 3.13.; Şekil 3.14.). Ayrıca harita cebiri, arazi analizi, hidrolojik modelleme ve ağ analizi gibi mekansal analizler de yapmaktadır. OGC uyumlu WMS ve WFS hizmetleri olarak QGIS projeleri ve katmanları, nitelikleri, düzenleri internet üzerinden kolayca yayınlanabilmektedir. QGIS'in pek çok ortak CBS özellikleri ve işlevleri vardır. PostGIS kullanarak mekânsal olarak etkinleştirilmiş PostgreSQL tabloları için destek sağlamaktadır. ESRI şekil dosyalarına ve diğer vektör formatları, MapInfo dosyaları da dahil olmak üzere OGR kütüphanesi tarafından desteklenmektedir. GRASS entegrasyonu, görüntüleme, düzenleme ve analize dahil edilmiştir. Raster formatlar GDAL kitaplığı tarafından desteklenmektedir (Sherman, vd., 2005).



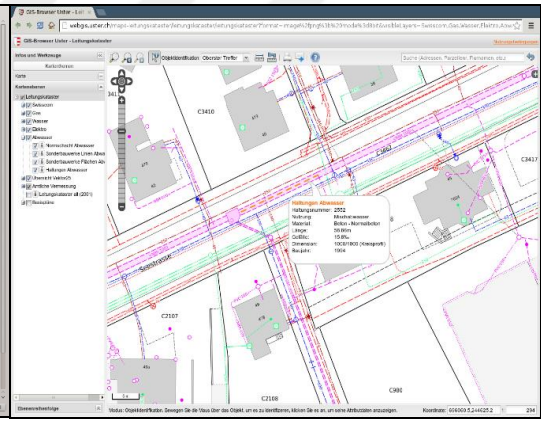
Şekil 3.11. QGIS haritalama



Şekil 3.12. QGIS tarayıcısı



Şekil 3.13. QGIS masaüstü içinde QGIS sunucu yapılandırması

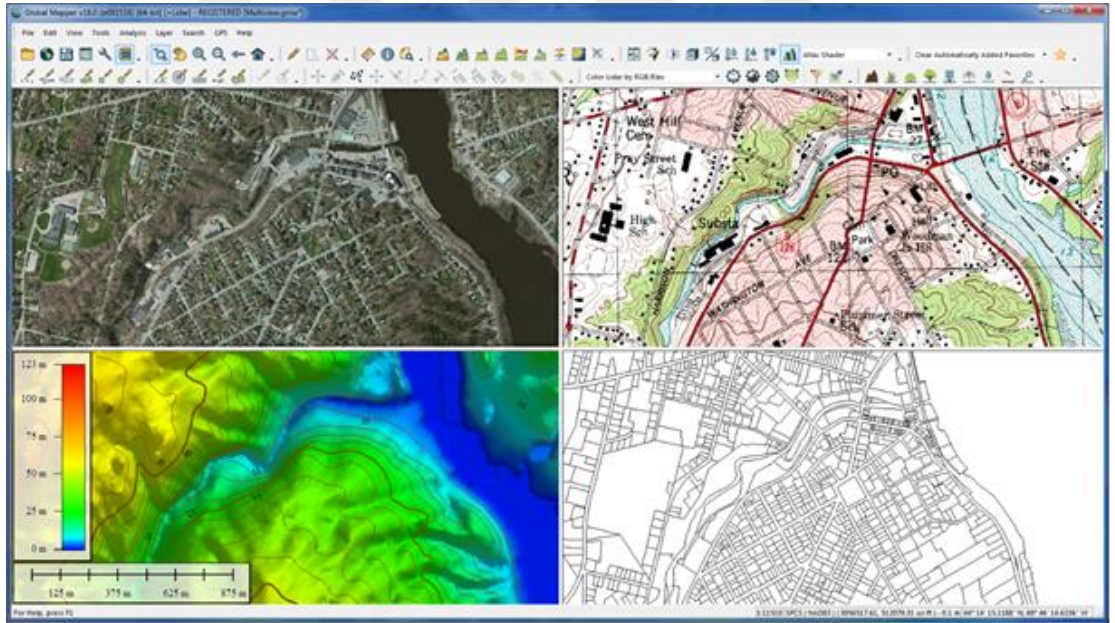


Şekil 3.14. QGIS web istemcisi

3.3.3. Global Mapper

Global Mapper, raster, yükseklik ve vektör veri kümelerini görüntüleyebilen, kullanıcıların verilerini birden çok biçimde kolayca görüntüleyebilmesine, düzenlemesine ve dışa aktarmasına olanak tanıyan kullanıcıların en çok tercih ettiği popüler CBS görüntüleme aracıdır. Bağımsız bir mekânsal veri yönetim aracı ve kurumsal çapta bir CBS'nin ayrılmaz bir bileşeni olan Global Mapper, haritalar veya mekânsal verilerle çalışan herkes için aynı derecede iyi bir seçenek oluşturmaktadır.

Düşük maliyetli ve kullanımı kolay, 250 mekansal veri formatını destekler, güçlü nokta bulutu işlemleri için opsiyonel LiDAR modülü, GeoCalc kütüphanesini kullanarak gelişmiş projeksiyon yönetimini sağlamaktadır. Neredeyse bilinen her bir mekânsal dosya formatının yanı sıra ortak uzaysal veri tabanlarına doğrudan erişim için destek sağlayarak, mevcut verilerin tümünü okuyabilir, yazabilir ve analiz edebilmektedir. Global Mapper'ın kullanıma hazır analiz fonksiyonları; arazi örtüsünü ve saha modeli çizme, havza çizimi, hacim ölçümü, kesme ve dolgu optimizasyonu, raster hesabı, özelleştirilmiş gridleme ve arazi oluşturma, kontur üretimi gibi konuları içermektedir (Şekil 3.15.). Bu güçlü analiz araçlarını tamamlamak, basit ve sezgisel çizimden görüntü düzeltme ve vektörizasyona kadar her şeyi sunan tam bir raster ve vektör veri oluşturma ve düzenleme fonksiyonudur. Sonsuz görüntüleme işlevi ile 3B veri görselleştirmelerinin oluşturulmasını sağlar. Bunun yanı sıra en geniş havadan veya karasal nokta bulutu veri kümesiyle bile çalışarak 3B ortamında doğal olarak çalışma olanağı sağlamaktadır (Blue Marble Geographics, 2017).



Şekil 3.15. Global mapper fonksiyonları

3.3. Uzaktan Algılama

Bu çalışmada, Landsat 4-5 Landsat Thematic Mapper (TM), Landsat 7'in Landsat Enhanced Thematic Mapper (ETM+) ve Landsat 8 (OLI) (TIRS) uydu görüntüleri kullanılmıştır.

3.3.1. Landsat 4-5 thematic mapper (TM)

Landsat 4 sensörü 1982, Landsat 5 sensörü ise 1984 yılında hizmete geçmiştir. Landsat Thematic Mapper (TM) sensörü, Temmuz 1982'den Mayıs 2012'ye kadar Dünya Serbest Referans Sistemi-2 referansı ile 16 günlük tekrar çevrimi ile Landsat 4 ve 5 bütünleşik hale gelmiştir. Kasım 2011'den Mayıs 2012'ye kadar çok az resim elde edilmiştir. Uydu, Ocak 2013'teki faaliyetlerini hizmet dışı bırakmaya başlamıştır. Landsat 4-5 TM görüntü veri dosyaları 7 spektrum bandından oluşur (Çizelge 3.1.). Bantların çözünürlükleri 30 metredir (NASA, 2017b).

Çizelge 3.1. Landsat 4-5 TM spektrum band özellikleri

Band	Dalga boyları (mikrometre)	Çözünürlük (metre)
Band 1 – Mavi	0.45-0.52	30
Band 2 – Yeşil	0.52-0.60	30
Band 3 – Kırmızı	0.63-0.69	30
Band 4 – Yakın Kızılötesi (NIR)	0.76-0.90	30
Band 5 - Kısadalga Kızılötesi (SWIR) 1	1.55-1.75	30
Band 6 – Termal	10.40-12.50	120* (30)
Band 7 – Kısadalga Kızılötesi (SWIR) 2	2.08-2.35	30

*Termal band 6, 120 metre çözünürlükte, ancak 30 metreye yeniden örneklenmiştir.

3.3.2. Landsat 7 enhanced thematic mapper plus (ETM+)

Landsat 7 uydu üzerindeki Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM +) sensörü, Temmuz 1999'dan bu yana dünyanın görüntülerini 16 günlük tekrarlama döngüsü ile elde etmektedir. Landsat 7 görüntüleri, Dünya Genel Referans Sistemi-2 referansı ile verilmektedir. 30 Mayıs 2003'ten bu yana toplanan tüm Landsat 7 görüntüleri Scan Line Corrector (SLC) arızası nedeniyle veri boşluklarına sahiptir. Bu tarihten sonra elde edilen Landsat 7 görüntüleri SLC-off olarak kategorize edilmiştir. Landsat 7 ETM + görüntüleri, 1 ile 7 arasındaki bantlar için 30 metre uzaysal çözünürlüğe sahip 8 spektrum bandından oluşur. Panchromatic bant 8 ise 15 metre çözünürlüğe sahiptir. Tüm bantlar artan radyometrik hassasiyet ve dinamik aralık için iki kazanç ayarından (yüksek veya düşük) birisini toplayabilirken, Band 6 tüm görüntüler için yüksek ve düşük kazancı toplamaktadır (Çizelge 3.2.) (NASA, 2016).

Çizelge 3.2. Landsat 7 (ETM+) spektrum band özellikleri

Band	Dalga boyları (mikrometre)	Çözünürlük (metre)
Band 1 - Mavi	0.45-0.52	30
Band 2 - Yeşil	0.52-0.60	30
Band 3 - Kırmızı	0.63-0.69	30
Band 4 - Yakın Kızılötesi (NIR)	0.77-0.90	30
Band 5 - Kırsal dalga Kızılötesi (SWIR) 1	1.55-1.75	30
Band 6 - Termal	10.40-12.50	60 * (30)
Band 7 - Kırsal dalga Kızılötesi (SWIR) 2	2.09-2.35	30
Band 8 - Pankromatik	.52-.90	15

* ETM+ Band 6, 60 metre çözünürlükte elde edilmiş ancak ürün 30 metrelik piksele yeniden örneklenmiştir.

3.3.3. Landsat 8 operational land imager (OLI) ve thermal infrared sensor (TIRS)

Operasyonel Arazi Görüntüleyicisi (OLI) ve Termal Kızılötesi Algılayıcı (TIRS), 2013 Şubat'ında piyasaya sürülen Landsat 8 uydusu üzerindeki aletlerdir. Uydusu, Dünya Referans Sistemi-2 referansı ile 16 günlük tekrarlama çevrimi ile Dünya görüntülerini toplamaktadır. OLI sensörünün spektral bantları, Landsat 7'nin ETM + sensörüne benzer şekilde, iki yeni spektral bant eklenerek önceki Landsat cihazlarından güçlendirilmiştir: su kaynakları ve sahil bölgesi araştırmaları için özel olarak tasarlanmış derin mavi görünür kanal (band 1) Ve sinir krizi bulutlarının tespiti için yeni bir kızılötesi kanal (band 9) bulunmaktadır (Çizelge 3.3.). Landsat 8 dosya boyutları, ek bantlar ve geliştirilmiş 16 bit veri ürünü nedeniyle Landsat 7 verilerinden daha büyüktür. Landsat 8 Seviye 1 veri ürünleri tipik olarak hem OLI hem de TIRS sensöründen gelen verileri içermektedir (USGS, 2016).

Çizelge 3.3. Landsat 8 (OLI / TIRS) spektrum bant özellikleri

Band	Dalga boyları (mikrometre)	Çözünürlük (metre)
Band 1 - Ultra Mavi (kıyı/aerosol)	0.43 - 0.45	30
Band 2 – Mavi	0.45 - 0.51	30
Band 3 – Yeşil	0.53 - 0.59	30
Band 4 – Kırmızı	0.64 - 0.67	30
Band 5 - Yakın Kızılötesi (NIR)	0.85 - 0.88	30
Band 6 - Kırsaldalga Kızılötesi (SWIR) 1	1.57 - 1.65	30
Band 7 - Kırsaldalga Kızılötesi (SWIR) 2	2.11 - 2.29	30
Band 8 – Pankromatik	0.50 - 0.68	15
Band 9 – Bulut	1.36 - 1.38	30
Band 10 - Termal Kızılötesi (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 * (30)
Band 11 - Termal Kızılötesi (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 * (30)

* TIRS bantları 100 metre çözünürlükte edilmiş, ancak teslim edilen veri ürününde 30 metreye yeniden örneklenmiştir.

Veri tabanının bütünlüğü açısından tüm katmanların standart bir datum ve projeksiyon sisteminde olması gerekmektedir. Bu işlem katmanlarının çakıştırılması ve gerekli analizlerin gerçekleştirilebilmesi için gereklidir. Çalışmada European Datum 1950 UTM Zone 35N projeksiyonu kullanılmıştır. ArcGIS 10.2 programı ve Quantum GIS ile basemap ve DEM kullanılarak kıyı çalışma alanına ait kıyı çizgileri ve adalar sayısallaştırılmıştır. Line formatta çizilen çalışma alanı kıyı çizgisi ve karasal alanlar polygon formata dönüştürülerek çalışma alanının maskı oluşturulmuştur. Polygon formatta oluşturulan mask, işlemler için Raster formata dönüştürülür. 3D Analyst ile Raster formattaki mask reclass işlemi uygulanarak tekrar sınıflandırılır. Kara alan değeri 0, denizel alan değeri 1 olarak sınıflandırılarak yeni raster oluşturulur.

Veriler 1987-2017 yılları arasındaki uydu görüntülerini içermektedir. Analizler, Landsat 4-5 (TM), 7 (ETM +) ve 8 (OLI) (TIRS) verisinin termal bandının DN'sini, ışıma, yansıma değerlerine dönüştürme algoritmasına göre gerçekleştirildi ve daha sonra siyah cisim sıcaklığına dönüştürülmüştür.

Elde edilen değerler, aşağıdaki basamaklarda gösterildiği üzere, kara cisim sıcaklığını yüzey sıcaklığına dönüştürmek için ayar parametreleri olarak yüzey albedo, emissivite ve transmissivitenin hesaplanmasında kullanılır (Alshaikh, 2016).

Uydu görüntüsü, saklama hacmini en aza indirmek için yaygın olarak Dijital Numaralarda (DN) depolanır, yani orijinal olarak örneklenen analog fiziksel değer (renk, sıcaklık, vb.) 8-16 bit'lik ayrı bir gösterimde depolanır. Örneğin, Landsat verileri 8 bitlik değerlerde (yani 0 ile 255 arasında değişen) depolanmaktadır (Mitasova ve Neteler, 2004). Elde edilen uydu görüntülerinde geometrik bozukluklar varsa önce bu bozukluklar giderilir. Bu düzeltmeler 2 şekilde yapılır. İlki sistematik hataların giderilmesi bir diğeri ise sistematik olmayan hataların giderilmesidir. Bu hatalar çarpık tarama, dünya dönüşü, panoramik bozulma, ayna-tarama hızı, platform hızı ve perspektiften kaynaklanan bozulmalardır. Görüntü verisinin yersel koordinat sistemine geometrik doğrultulması ile giderilir. Geometrik düzeltme sonrasında uydu görüntülerine piksel parlaklık değeri-spektral parlaklık değeri dönüşümü için aşağıda verilen algoritma (1) uygulanır.

Gain ve Bias Metod (Irons, 2012)

$$L_{\lambda} = \text{Gain} (Q_{\text{CAL}}) + \text{Bias} \quad (1)$$

L_{λ} : Radyans olarak hücre değeridir.

Q_{CAL} : Hücre değeri dijital sayıdır.

Gain : Belirli bir bant için watt / ($\text{m}^2 \times \text{ster} \times \mu\text{m}$) cinsinden kazanç değeridir.

Bias : Belirli bir bant için watt / ($\text{m}^2 \times \text{ster} \times \mu\text{m}$) cinsinden sapma değeridir.

Elde edilen spektral radyans değeri ile görüntüler TOA sıcaklığına kelvin cinsinden dönüştürülür (2). Bu hesaplamalar yapılırken her bir landsat uydusuna ait K1 ve K2 sabitleri kullanılır (Çizelge 3.4.).

Spektral parlaklığın Kelvin cinsinden sıcaklığa dönüşümü (Irons, 2012).

$$T = K2 / (\ln (K1 / L_{\lambda}) + 1) \quad (2)$$

T = Kelvin'de etkili uydu sıcaklığı

K2 = Kalibrasyon sabiti 2

K1 = Kalibrasyon sabiti 1

L_{λ} = Spektral parlaklık watt cinsinden / ($\text{metre kare} \times \text{ster} \times \mu\text{m}$)

Çizelge 3.4. Uydu görüntülerinin K1 ve K2 sabitleri

Sabitler	K1 - w/($\text{m}^2 \times \text{ster} \times \mu\text{m}$)	K2 Kelvin
Landsat 4	671.62	1284.30
Landsat 5 TM	607.76	1260.56
Landsat 7 ETM+	666.09	1282.71
Landsat 8	774.89	1321.08

Son olarak, Kelvin cinsinden elde edilen sıcaklık değeri celcius cinsinden hesaplanır (3).

$$T(\text{Celcius}) = T(\text{Kelvin}) - 273 \quad (3)$$

Algoritmaları işlenen her bir termal uydu görüntüsü, reclass yapılarak oluşturulan yeni raster mask ile karşılaştırılarak, denizel alanlara ait sıcaklık değerleri elde edilmiştir. Son aşamada Global Mapper programı ile bu görüntüler minimum ve maksimum değerleri arasında şablonlar oluşturularak tematik sıcaklık görüntüleri oluşturulmuştur. Global Mapper ile termal görüntü üzerinde T1, T2, T3 ve T4 kesitleri oluşturulmuştur. Bu hatlar üzerindeki sıcaklık değerleri koordinatları ile beraber. xyz dosyaları elde edilerek, analizleri yapılmıştır.

Bu tezde yapılmış olan model çalışması uygulanmadan önce coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama safhalarının eksiksiz uygulanması gerekmektedir. Oluşturulan modelde CBS ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak ham görüntülerden nasıl veri elde edilebileceği gösterilmiştir. Ayrıca bu teknolojik metodlar sonucu ortaya çıkan ürünün nasıl değerlendirilebileceği ve kullanılacağını sergilemiştir. Modeli meydana getiren her bir bileşenin ne kadar kompleks bir işleyeşeye sahip olduğu anlaşılabilir hale getirilmiştir. Elde edilmiş olan bu veri setleri, deniz yüzey sıcaklıklarının 30 yılda nasıl değiştiğini göstermektedir. Görüntüler insitu verilerden değil, landsat uydu görüntülerinin sıcaklık dönüşümleri ile üretilmiştir.

4. BULGULAR

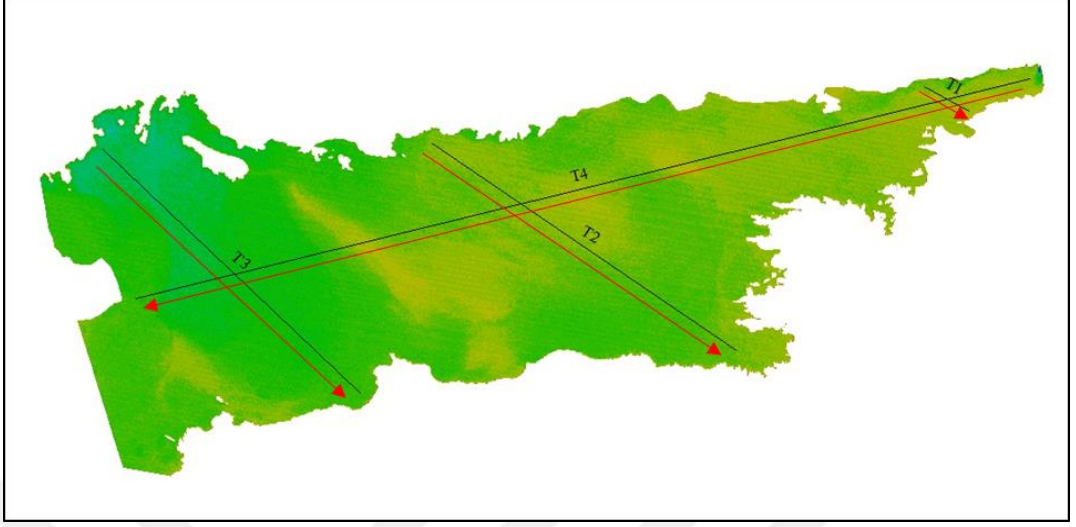
Çalışma alanı olarak belirlenmiş olan Gökova Körfezinden T1, T2, T3 ve T4 olmak üzere 4 ayrı kesit alınmıştır. Bu kesitler T1 iç körfezi, T2 orta körfezi, T3 dış körfezi ve T4 körfez boyunu temsil etmektedir. 1987-2017 yılları arasındaki sıcaklık değişimlerinin tespiti için haziran, temmuz ve ağustos ayları seçilmiştir. Çünkü Kış mevsimi, Landsat gibi pasif sensörlü uyduların bulutlu, sisli görüntüler elde edilmesi ile hatlar üzerinde sağlıklı sıcaklık verileri elde edilememiştir. Ancak havanın ısınmasıyla beraber su daha fazla buharlaşmaya başlar ve atmosferde daha fazla miktarda su olur. Ayrıca daha fazla enerji olduğu için de atmosferdeki her türlü hareket hızlanmaya başlar. Rüzgârlar hızlanır, yağış artar, ani olaylar çoğalmaya başlar. Bu nedenle değişimlerin daha net görülebilmesi açısından çalışmada yaz sezonu baz alınarak haziran, temmuz ve ağustos aylarına ait Şekil 4.1. deki kesitlerin deniz suyu sıcaklıkları çıkartılmıştır. Şekil 4.2. de Gökova Körfezi'nin hidrolojik modeli çıkarılarak körfeze akan tatlısu kaynakları tespit edilmiştir. 1987 yılından sonra 2000 yılına kadar gözlemlerin uydu nedeni ile eksik olmasıyla haziran, temmuz ve ağustos veri setleri tamamlanamamıştır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış olan 1926-2016 yılları Muğla iline ait meteorolojik verileri, 1987-2016 yılları arası yaz mevsimi yağış miktarlarındaki artma ve azalma oranları, yıllık meteorolojik olağanüstü olay sayıları verilmiştir.

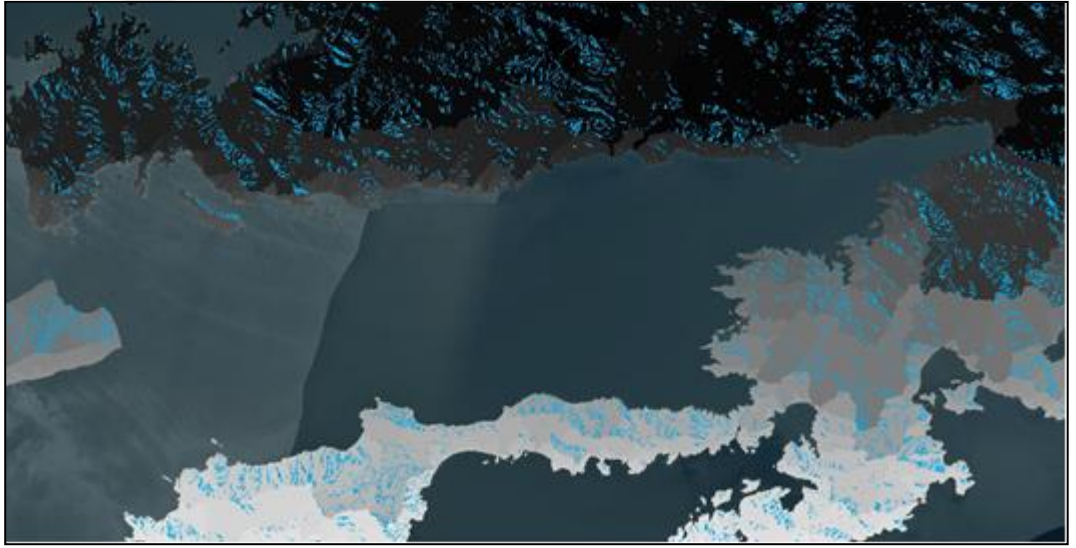
İklim değişikliğinin en önemli sonuçlarından olan deniz suyu sıcaklığındaki artışın boyutlarını ve etki alanlarını gösterecek bir örnek olması açısından, bu çalışmada, Gökova Körfezi'nde, son 30 yıl içinde gözlenen deniz suyu sıcaklığının dağılımları gösterilmiştir.

Her bir kesitten 1025 adet sıcaklık ölçümleri elde edilmiş olup, bu kesitlerin her birinde yıllara, aylara ve yıllar*aylara göre sıcaklık verileri Çizelge 4.2-4.13.'de ortalama, minimum (min.), maksimum (maks.), standart sapma (std. spm.), $\pm 95.00\%$ güven aralığı değerleri verilmiştir. Uydu görüntülerinin termal bantlarına uygulanmış

olan algoritmalar ile işlenilen görüntülerin Haziran ayı (Şekil 4.24-4.35.), Temmuz ayı (Şekil 4.36-4.47.), Ağustos ayı (Şekil 4.48-4.59.) sıcaklık modelleri verilmiştir.



Şekil 4.1. Kesitler ve kesitlerin alındığı yönler



Şekil 4.2. Gökova Körfezi hidrolojik modeli

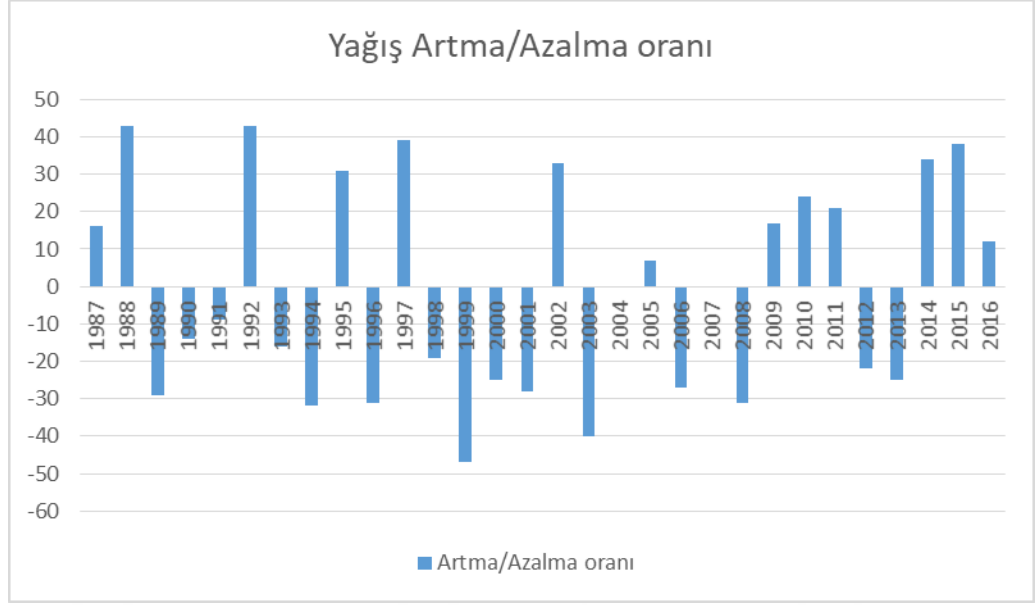
4.1. Meteorolojik veriler

Meteoroloji Genel Müdürlüğünce hazırlanmış olan 1926-2016 yılları Muğla iline ait istatistiksel veriler çizelge 4.1.'de verilmiştir. En yüksek ortalama sıcaklık ağustos ayında, en yüksek ortalama güneşlenme süresi temmuz ayında, en yüksek ortalama yağışlı gün sayısı ve en yüksek aylık toplam yağış ortalaması haziran ayında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. 1926-2016 yılları yaz mevsimine ait meteorolojik veriler (MGM, 2017).

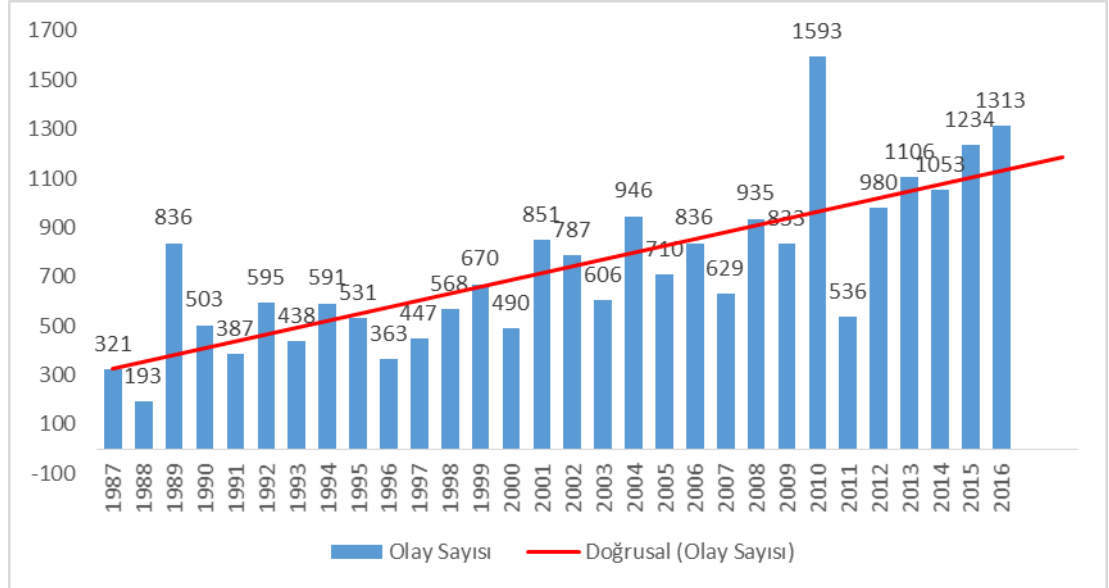
Aylar	Ortalama sıcaklık	Ortalama en yüksek sıcaklık	Ortalama en düşük sıcaklık	Ortalama güneşlenme süresi (saat)	Ortalama yağışlı gün sayısı (aylık)	Aylık toplam yağış ortalaması (mm)
Haziran	22.8 °C	29.5 °C	16.1 °C	10.5	3.4	21.4
Temmuz	26.2 °C	33.3 °C	19.6 °C	11.3	1.6	8.5
Ağustos	29.5 °C	33.4 °C	19.6 °C	11.1	1.3	8.2

Meteoroloji genel müdürlüğü tarafından ölçülmüş olan 1987-2016 yılları arasındaki yaz mevsimi yağış miktarlarının artma ve azalma oranlarına Şekil 4.3.'de verilmiştir. Yıllar boyunca gözlemlenmiş olan yağış miktarları değişkenlik göstermektedir. 1987, 2002, 2009, 2010, 2011, 2014, 2015 ve 2016 yaz mevsiminde yağışlar normallerin üzerinde, 2000, 2001, 2003, 2012 ve 2013 yıllarında ise yağışlar mevsim normalleri altında tespit edilmiştir.



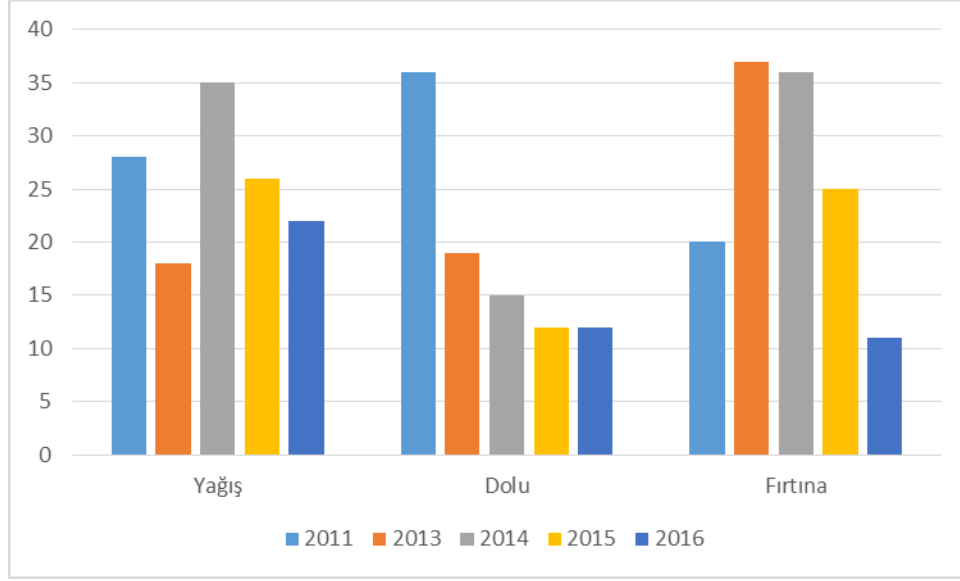
Şekil 4.3. 1987-2016 yılları arası yaz mevsimi yağış artma-azalma oranları

Türkiye iklim raporuna göre; 2013 yılından 2016 yılına kadar Muğla ve etrafındaki illerde sıcak hava dalgası görülmüş, soğuk hava dalgası ise görülmemiştir. Türkiye genelinde meteorolojik ekstrem olayların sayısında artış trendi bulunmaktadır (Şekil 4.4.) (MGM, 2012; 2017).



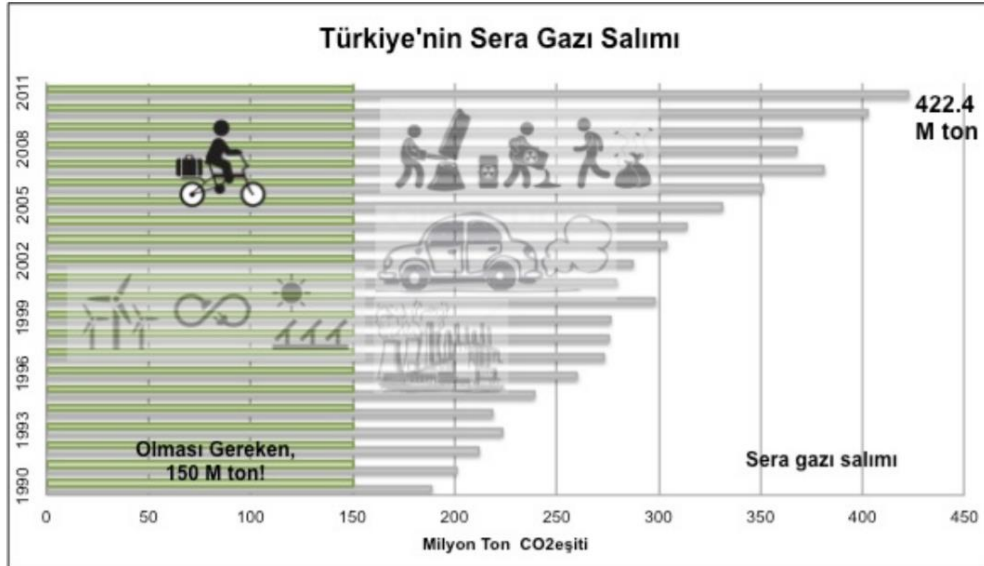
Şekil 4.4. Türkiye yıllık meteorolojik olağanüstü olay sayısı toplamaları (MGM, 2017).

Ekstrem hava olaylarının büyük çoğunluğunu yağış-seller, fırtına ve dolu oluşturmaktadır (Şekil 4.5.). Bunun yanı sıra şiddetli kar, hortum, çığ, don, yıldırım ve orman yangınları takip etmektedir (MGM, 2017).



Şekil 4.5. Türkiye 2011-2016 yılları arasındaki ekstrem hava olaylarının yüzdelik dağılımı

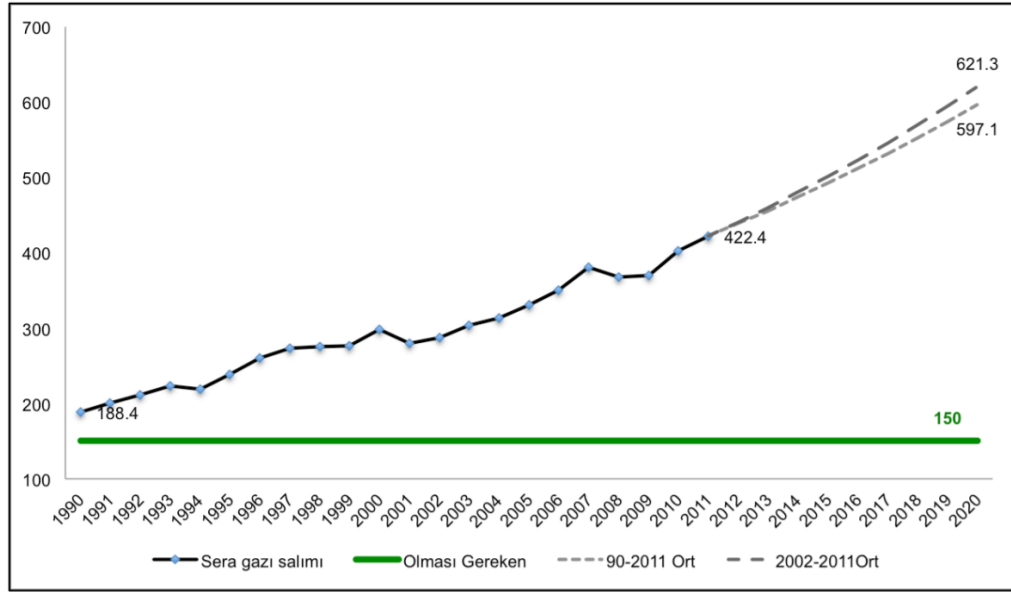
İklim Değişikliği Eylem Planı Değerlendirme Raporuna göre Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Sekretaryasına bildirdiği sera gazı salınım miktarları ve artışları Şekil 4.6.'da gösterilmektedir. 2011 yılı sera gazı salını miktarı 1990 yılına göre %124.2 lik bir artışın olduğunu ortaya koymaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016).



Şekil 4.6. Türkiye'nin sera gazı salımı (1990-2011)

Ülkemizdeki toplam sera gazı salımı 2011 yılında 422.4 milyon ton iken 1990-2011 yılı ortalaması ile yapılan tahminlerde 2020 yılında sera gazı salımı 597.1 milyon

ton, 2002-2011 yılı ortalaması ile yapılan tahminlerde ise 621.3 milyon ton olarak sera gazı salımında artışın olacağı tespit edilmiştir (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. Türkiye'nin 1990-2011 salımları ve 2020 yılı artış projeksiyonu

4.2. T1 kesit

Çizelge 4.1-4.3.'de T1 kesitinin 1987-2017 yılları arasındaki uydu görüntülerinden elde edilen deniz yüzey suyu sıcaklıklarına ait yıl, ay ve yıl*ay verileri verilmiştir.

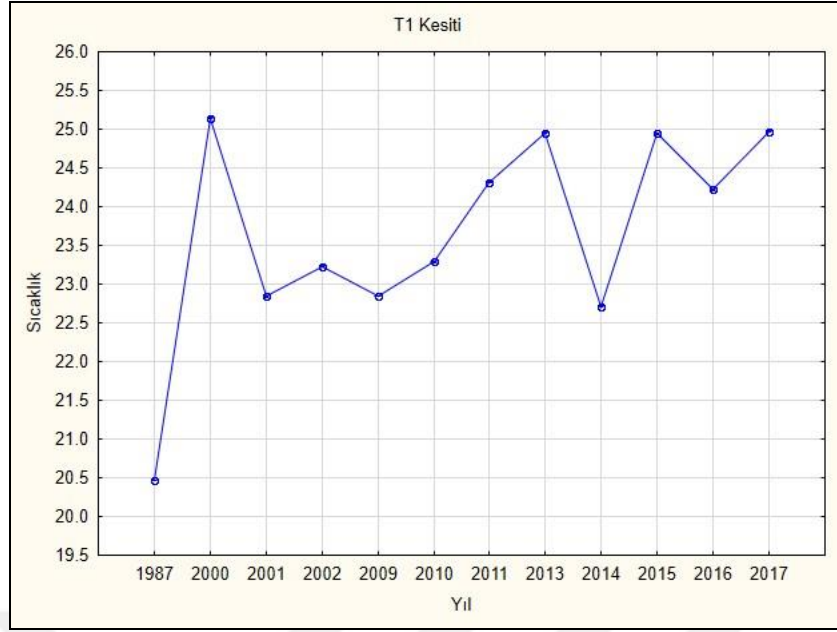
En yüksek ortalama sıcaklık 2000 yılında 25.14357 °C, en düşük ortalama sıcaklık 1987 yılında 20.46766 °C olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2., Şekil 4.8.).

Aylar çizelgesi baz alındığında ise en yüksek sıcaklık değerine ağustos ayı sahiptir, Şekil 4.9 de haziran ayından itibaren ağustos ayına doğru sıcaklıkta artış söz konusudur (Çizelge 4.3.).

Yılların aylara göre sıcaklık dağılımında ise maksimum deniz yüzey suyu sıcaklığı 1987 yılında temmuz ayı, 2000 yılında temmuz ve ağustos ayları aynı değerlere sahip ortalama sıcaklıkları baz alındığında ise en yüksek sıcaklık ağustos ayına aittir. 2001, 2002, 2009, 2010, 2011, 2013 ve 2014 yıllarında ağustos, 2015 yılında temmuz, 2016 yılında ağustos, 2017 yılında temmuz ayında maksimum sıcaklık değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.4., Şekil 4.10.).

Çizelge 4.2. T1 kesiti yıllara göre sıcaklık ortalamaları

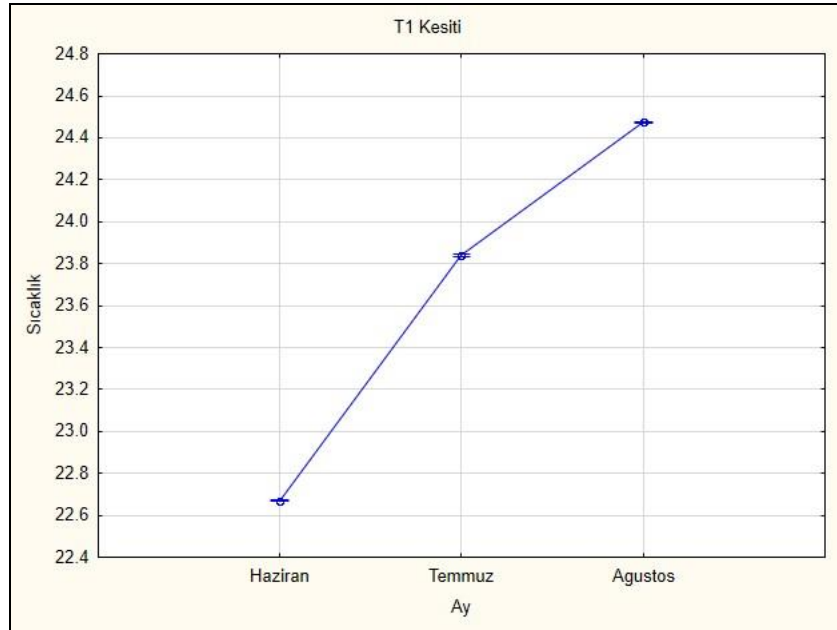
Yıl	Örnek Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
1987	3075	20.46766	0.556874	20.44797	20.48735
2000	3075	25.14357	0.296476	25.13309	25.15405
2001	3075	22.83877	1.430429	22.78820	22.88935
2002	3075	23.23095	1.608464	23.17407	23.28782
2009	3075	22.84667	0.910233	22.81449	22.87886
2010	3075	23.28721	2.099468	23.21298	23.36145
2011	3075	24.31921	0.584474	24.29855	24.33988
2013	3075	24.95535	0.487012	24.93813	24.97257
2014	3075	22.71579	0.957469	22.68194	22.74965
2015	3075	24.94173	0.821691	24.91268	24.97079
2016	3075	24.22005	0.976495	24.18552	24.25458
2017	3075	24.97545	1.024954	24.93921	25.01169



Şekil 4.8. T1 kesitinin yıllara göre sıcaklık grafiği

Çizelge 4.3. T1 kesiti aylara göre sıcaklık ortalamaları

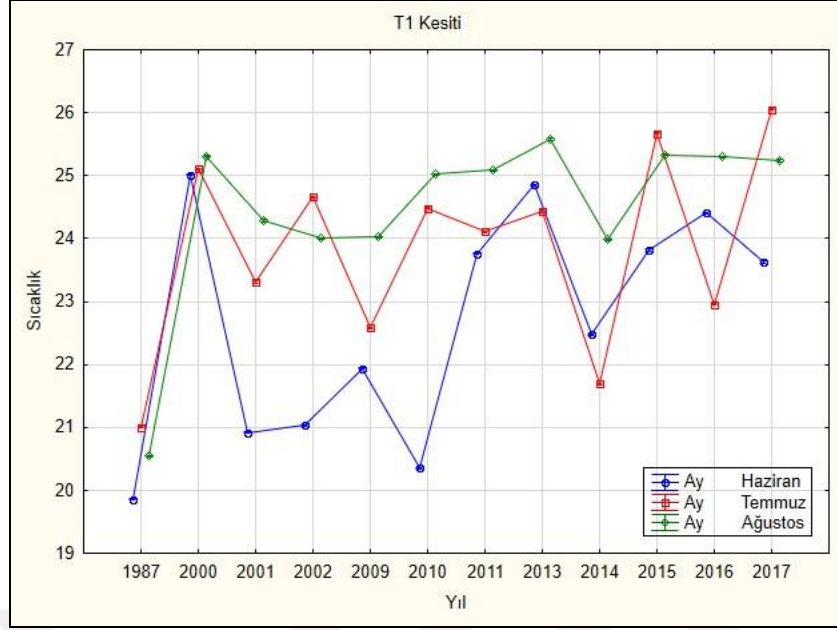
Ay	Örnek Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
Haziran	12300	22.67084	1.754682	22.63983	22.70185
Temmuz	12300	23.83946	1.505027	23.81286	23.86606
Ağustos	12300	24.47531	1.332699	24.45175	24.49886



Şekil 4.9. T1 kesitinin aylara göre sıcaklık grafiği

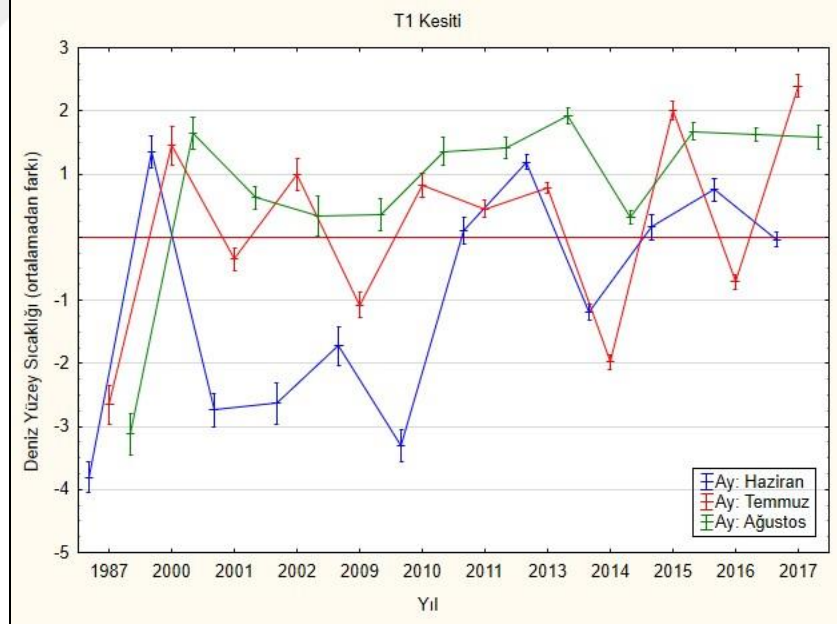
Çizelge 4.4. T1 kesiti Yıl*Ay göre sıcaklık ortalamaları

Yıl	Ay	Örnek Sayısı	Min.	Maks.	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
1987	Haziran	1025	19.856	19.339	19.85599	0.244809	19.84098	19.87099
1987	Temmuz	1025	20.225	21.543	21.00570	0.307073	20.98688	21.02452
1987	Ağustos	1025	20.225	21.105	20.54130	0.327108	20.52125	20.56135
2000	Haziran	1025	24.364	25.372	25.01285	0.244532	24.99787	25.02784
2000	Temmuz	1025	24.364	25.868	25.10855	0.313221	25.08936	25.12775
2000	Ağustos	1025	24.868	25.868	25.30930	0.245234	25.29427	25.32433
2001	Haziran	1025	20.261	21.816	20.91987	0.257861	20.90406	20.93567
2001	Temmuz	1025	22.760	23.770	23.30949	0.187259	23.29801	23.32097
2001	Ağustos	1025	23.859	24.864	24.28696	0.184213	24.27567	24.29825
2002	Haziran	1025	20.225	21.543	21.02883	0.329261	21.00865	21.04902
2002	Temmuz	1025	23.865	25.358	24.66017	0.250399	24.64482	24.67552
2002	Ağustos	1025	23.352	24.868	24.00384	0.314261	23.98458	24.02310
2009	Haziran	1025	21.543	22.847	21.93429	0.314932	21.91498	21.95359
2009	Temmuz	1025	22.414	22.861	22.58368	0.198318	22.57153	22.59584
2009	Ağustos	1025	23.708	24.564	24.02204	0.251688	24.00662	24.03747
2010	Haziran	1025	20.175	21.061	20.35129	0.251870	20.33585	20.36672
2010	Temmuz	1025	24.115	24.973	24.48700	0.184995	24.47566	24.49834
2010	Ağustos	1025	24.545	25.826	25.02335	0.219435	25.00990	25.03680
2011	Haziran	1025	23.278	24.137	23.76283	0.204359	23.75031	23.77536
2011	Temmuz	1025	23.683	24.545	24.11221	0.134680	24.10396	24.12047
2011	Ağustos	1025	24.857	25.401	25.08260	0.171818	25.07206	25.09313
2013	Haziran	1025	24.645	25.317	24.84887	0.116377	24.84173	24.85600
2013	Temmuz	1025	24.222	24.636	24.43535	0.080661	24.43041	24.44030
2013	Ağustos	1025	25.338	25.834	25.58185	0.130629	25.57384	25.58985
2014	Haziran	1025	22.250	22.859	22.47897	0.124042	22.47137	22.48657
2014	Temmuz	1025	21.443	21.930	21.68861	0.116020	21.68150	21.69572
2014	Ağustos	1025	23.766	24.207	23.97979	0.107994	23.97317	23.98641
2015	Haziran	1025	23.412	24.168	23.81965	0.200544	23.80736	23.83194
2015	Temmuz	1025	25.471	26.012	25.67195	0.142275	25.66323	25.68067
2015	Ağustos	1025	25.057	25.611	25.33360	0.136551	25.32523	25.34197
2016	Haziran	1025	24.153	24.902	24.41061	0.188714	24.39904	24.42217
2016	Temmuz	1025	22.775	23.282	22.95348	0.123004	22.94594	22.96101
2016	Ağustos	1025	25.134	25.529	25.29607	0.103280	25.28974	25.30240
2017	Haziran	1025	23.385	23.988	23.62606	0.123744	23.61848	23.63365
2017	Temmuz	1025	25.758	26.512	26.05727	0.183229	26.04604	26.06850
2017	Ağustos	1025	24.672	25.531	25.24301	0.197510	25.23090	25.25511



Şekil 4.10. T1 kesitinin Yıl*Ay göre sıcaklık grafiği

T1 kesitine ait deniz yüzey suyu sıcaklıkları incelendiğinde 2017 yılında en yüksek sıcaklık artışı ile karşı karşıya kalmıştır. 2017 yılı temmuz ayında 2.85 °C sıcaklık artışı tespit edilmiştir (Şekil 4.11.).



Şekil 4.11. T1 kesitinin deniz yüzey suyu sıcaklık değişim grafiği

4.3. T2 kesit

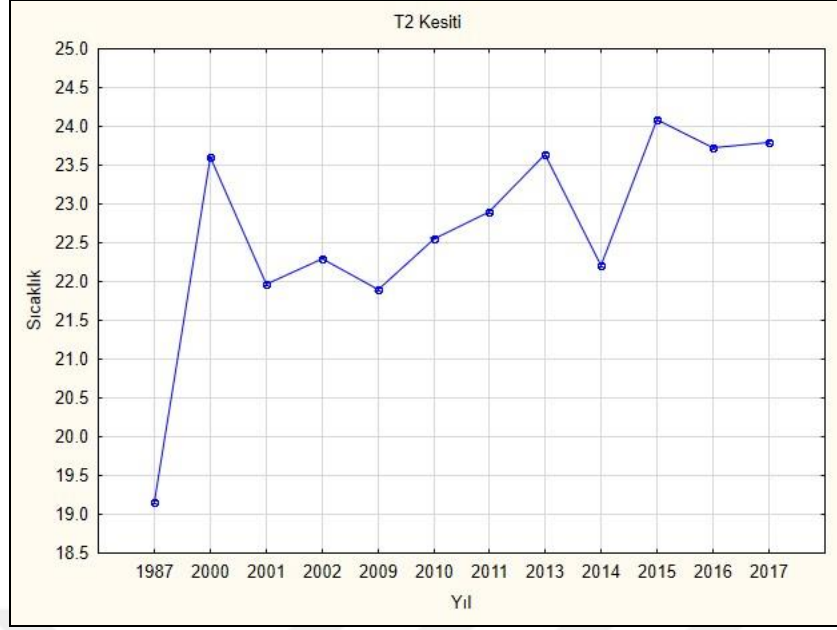
Çizelge 4.5-4.7.'de T2 kesitinin 1987-2017 yılları arasındaki uydu görüntülerinden elde edilen deniz yüzey suyu sıcaklıklarına ait yıl, ay ve yıl*ay verileri verilmiştir.

En yüksek ortalama sıcaklık 2015 yılında 24.08267 °C, en düşük ortalama sıcaklık 1987 yılında 19.15707 °C olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5., Şekil 4.12.).

Aylar çizelgesi baz alındığında ise en yüksek sıcaklık değerine ağustos ayı sahiptir, Şekil 4.13 de haziran ayından itibaren ağustos ayına doğru sıcaklıkta artış söz konusudur (Çizelge 4.6.). Yılların aylara göre sıcaklık dağılımında ise maksimum deniz yüzey suyu sıcaklığı 1987 yılında temmuz ayı (21.543 °C), 2000 yılında haziran (25.330 °C) ve ağustos (25.146 °C) ayları yaklaşık aynı değerlere sahip ortalama sıcaklıkları dikkate alındığında ise en yüksek sıcaklık ağustos (23.88739 °C) ayına aittir. 2001 yılı ağustos ayında (24.866°C), 2002 yılı temmuz ayında (24.868 °C), 2009, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015 ve 2016 yıllarında ağustos, 2017 yılında temmuz ve ağustos ayları yaklaşık değerlere sahip olup ortalama sıcaklıkları dikkate alındığında ise ağustos (25.55992 °C) ayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.7., Şekil 4.14.).

Çizelge 4.5. T2 kesiti yıllara göre sıcaklık ortalamaları

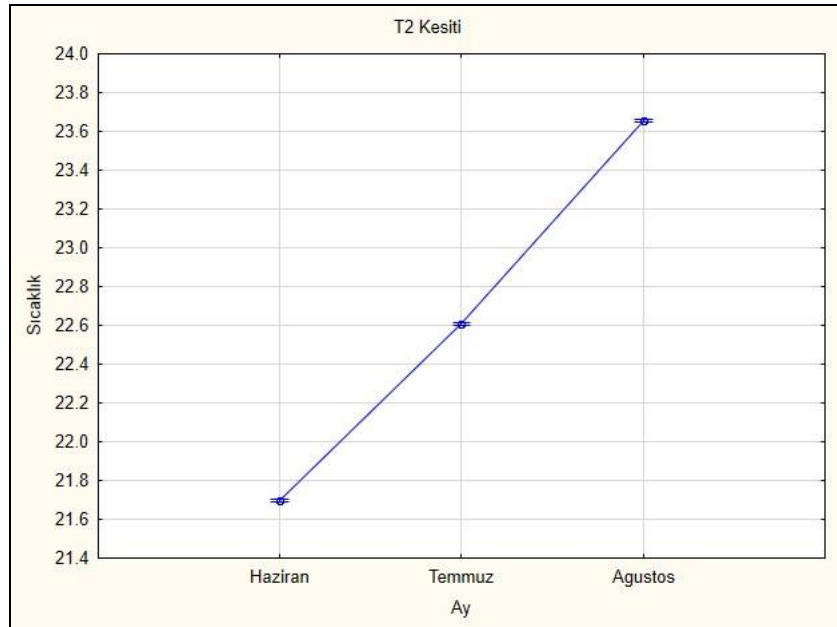
Yıl	Örnek Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
1987	3075	19.15707	0.734790	19.13109	19.18305
2000	3075	23.59670	0.606171	23.57527	23.61813
2001	3075	21.96945	1.370938	21.92098	22.01792
2002	3075	22.30210	1.319554	22.25544	22.34876
2009	3075	21.89698	1.234994	21.85331	21.94065
2010	3075	22.56117	1.615800	22.50403	22.61830
2011	3075	22.90132	1.176282	22.85973	22.94292
2013	3075	23.63726	0.930628	23.60435	23.67016
2014	3075	22.21294	1.081180	22.17471	22.25117
2015	3075	24.08267	1.427468	24.03219	24.13314
2016	3075	23.72902	0.926118	23.69628	23.76177
2017	3075	23.79803	0.994331	23.76287	23.83318



Şekil 4.12. T2 kesitinin yıllara göre sıcaklık grafiği

Çizelge 4.6. T2 kesiti aylara göre sıcaklık ortalamaları

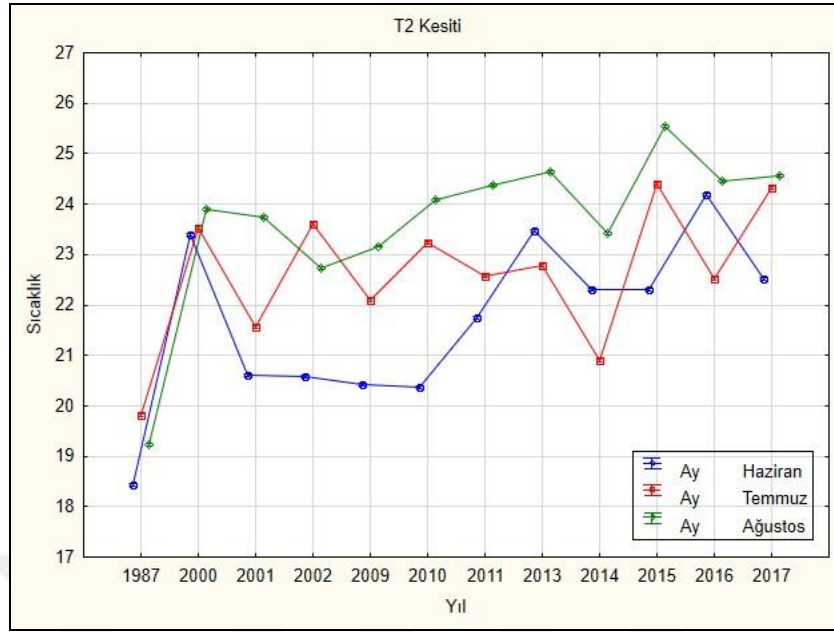
Ay	Örnek Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
Haziran	12300	21.69601	1.661122	21.66665	21.72537
Temmuz	12300	22.60857	1.381186	22.58415	22.63298
Ağustos	12300	23.65660	1.550417	23.62920	23.68401



Şekil 4.13. T2 kesitinin aylara göre sıcaklık grafiği

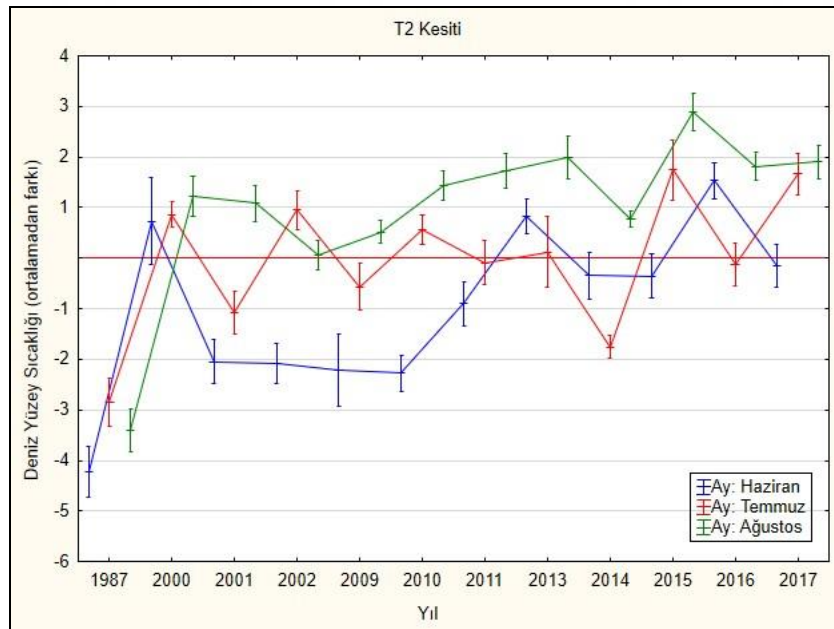
Çizelge 4.7. T2 kesiti Yıl*Ay göre sıcaklık ortalamaları

Yıl	Ay	Örnek Sayısı	Min.	Maks.	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
1987	Haziran	1025	17.546	19.783	18.42878	0.501495	18.39804	18.45951
1987	Temmuz	1025	18.140	21.543	19.80464	0.481278	19.77514	19.83414
1987	Ağustos	1025	18.445	20.225	19.23780	0.424814	19.21177	19.26384
2000	Haziran	1025	21.300	25.330	23.38756	0.862424	23.33470	23.44042
2000	Temmuz	1025	22.842	24.364	23.51516	0.255385	23.49950	23.53081
2000	Ağustos	1025	22.893	25.146	23.88739	0.398789	23.86294	23.91183
2001	Haziran	1025	19.738	22.033	20.60719	0.443686	20.57999	20.63438
2001	Temmuz	1025	20.419	22.754	21.56717	0.423007	21.54124	21.59309
2001	Ağustos	1025	22.842	24.866	23.73400	0.360660	23.71189	23.75610
2002	Haziran	1025	19.714	21.543	20.58146	0.396248	20.55717	20.60575
2002	Temmuz	1025	22.837	24.868	23.60420	0.381353	23.58083	23.62758
2002	Ağustos	1025	21.818	23.550	22.72064	0.297763	22.70239	22.73889
2009	Haziran	1025	18.893	21.745	20.43135	0.712054	20.38771	20.47499
2009	Temmuz	1025	21.105	22.847	22.08988	0.461832	22.06157	22.11819
2009	Ağustos	1025	22.414	23.708	23.16971	0.222426	23.15607	23.18334
2010	Haziran	1025	19.434	21.502	20.37444	0.349477	20.35302	20.39586
2010	Temmuz	1025	22.379	24.115	23.22561	0.290979	23.20777	23.24344
2010	Ağustos	1025	23.305	24.973	24.08345	0.287670	24.06582	24.10108
2011	Haziran	1025	21.105	22.847	21.75179	0.446602	21.72441	21.77916
2011	Temmuz	1025	21.502	23.683	22.56513	0.440248	22.53815	22.59212
2011	Ağustos	1025	23.683	25.401	24.38705	0.339035	24.36627	24.40783
2013	Haziran	1025	22.946	24.355	23.47775	0.342286	23.45677	23.49873
2013	Temmuz	1025	21.953	24.566	22.78054	0.711954	22.73691	22.82418
2013	Ağustos	1025	24.040	25.656	24.65347	0.426629	24.62732	24.67962
2014	Haziran	1025	20.739	23.045	22.30617	0.452909	22.27841	22.33393
2014	Temmuz	1025	20.470	21.605	20.89858	0.216582	20.88530	20.91185
2014	Ağustos	1025	23.058	23.880	23.43407	0.162896	23.42409	23.44406
2015	Haziran	1025	21.563	23.412	22.30129	0.427515	22.27508	22.32749
2015	Temmuz	1025	23.582	25.485	24.39751	0.604141	24.36048	24.43454
2015	Ağustos	1025	24.842	26.268	25.54920	0.375179	25.52621	25.57220
2016	Haziran	1025	23.678	25.063	24.19266	0.357129	24.17077	24.21455
2016	Temmuz	1025	21.766	23.460	22.53187	0.425999	22.50576	22.55798
2016	Ağustos	1025	23.987	25.136	24.46254	0.278280	24.44548	24.47959
2017	Haziran	1025	21.847	23.263	22.51167	0.420775	22.48588	22.53746
2017	Temmuz	1025	23.613	25.306	24.32249	0.412983	24.29717	24.34780
2017	Ağustos	1025	23.202	25.182	24.55992	0.328167	24.53981	24.58004



Şekil 4.14. T2 kesitinin Yıl*Ay göre sıcaklık grafiği

T2 kesitine ait deniz yüzey suyu sıcaklıklarının ortalama farkı dikkate alındığında 2015 yılı ağustos ayında 3.5°C den fazla sıcaklık artışı ile karşı karşıya kalmıştır (Şekil 4.15.).



Şekil 4.15. T2 kesitinin deniz yüzey suyu sıcaklık değişim grafiği

4.4. T3 kesit

Çizelge 4.8-4.10.'de T3 kesitinin 1987-2017 yılları arasındaki uydu görüntülerinden elde edilen deniz yüzey suyu sıcaklıklarına ait yıl, ay ve yıl*ay verileri verilmiştir.

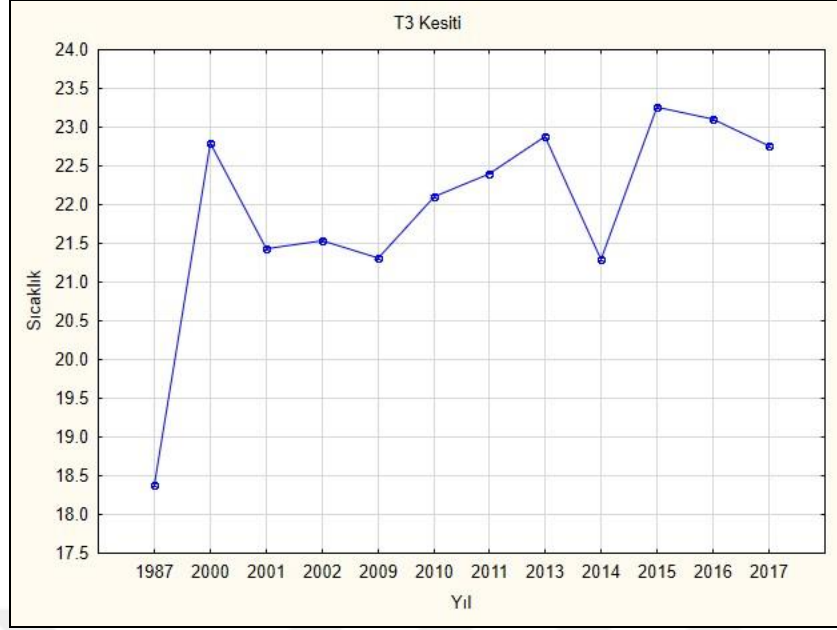
En yüksek ortalama sıcaklık 2015 yılında 23.26463°C, en düşük ortalama sıcaklık 1987 yılında 18.37699 °C olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.8., Şekil 4.16.).

Aylar çizelgesi dikkate alındığında ise en yüksek sıcaklık değerine ağustos ayı sahiptir (Çizelge 4.9.), Şekil 4.17 de haziran ayından itibaren ağustos ayına doğru sıcaklıkta artış söz konusudur.

Yılların aylara göre sıcaklık dağılımında ise maksimum deniz yüzey suyu sıcaklığı 1987 yılında temmuz ayı (20.225 °C), 2000 yılında haziran (24.868 °C), 2001 yılı ağustos ayında (24.364 °C), 2002 yılı temmuz ayında (24.246 °C), 2009, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015 yıllarında ağustos, 2016 yılında haziran (25.121 °C), 2017 yılında temmuz ve ağustos ayları yaklaşık değerlere sahip olup ortalama sıcaklıkları dikkate alındığında ise ağustos (24.296 °C) ayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.10., Şekil 4.18.).

Çizelge 4.8. T3 kesiti yıllara göre sıcaklık ortalamaları

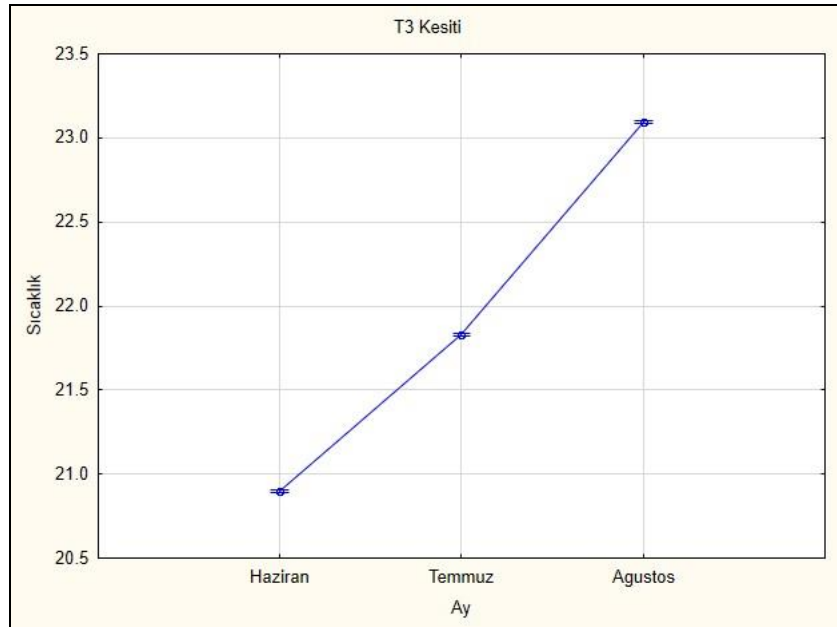
Yıl	Örnek Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
1987	3075	18.37699	0.700180	18.35224	18.40175
2000	3075	22.79130	0.624808	22.76921	22.81339
2001	3075	21.43896	1.554416	21.38400	21.49392
2002	3075	21.53438	1.818893	21.47006	21.59869
2009	3075	21.31868	1.061416	21.28115	21.35621
2010	3075	22.10314	1.770143	22.04055	22.16573
2011	3075	22.40609	1.560947	22.35090	22.46128
2013	3075	22.87639	0.941845	22.84309	22.90970
2014	3075	21.29136	1.136298	21.25118	21.33154
2015	3075	23.26463	1.521981	23.21081	23.31844
2016	3075	23.10575	0.974637	23.07129	23.14021
2017	3075	22.76641	0.980273	22.73175	22.80107



Şekil 4.16. T3 kesitinin yıllara göre sıcaklık grafiği

Çizelge 4.9. T3 kesiti aylara göre sıcaklık ortalamaları

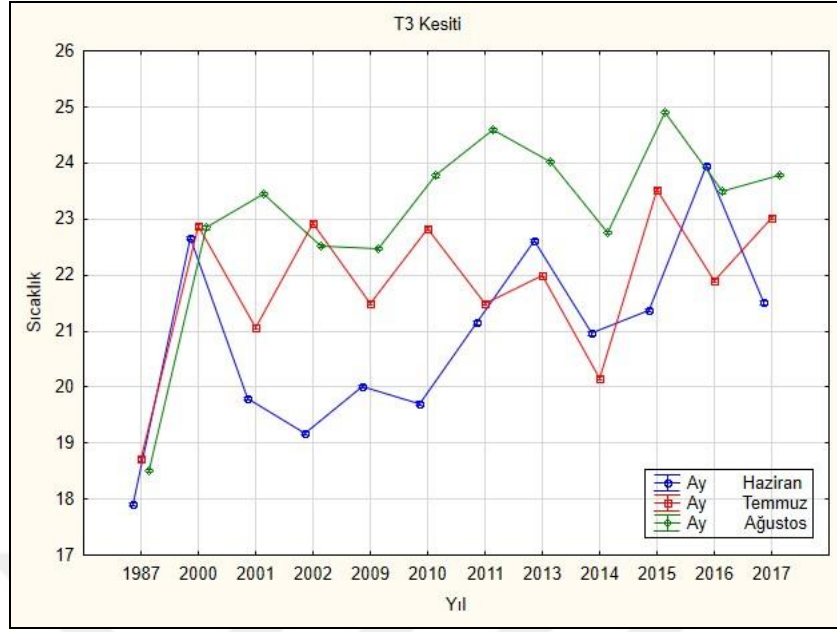
Ay	Örnek Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
Haziran	12300	20.89896	1.701221	20.86889	20.92902
Temmuz	12300	21.82836	1.402040	21.80358	21.85314
Ağustos	12300	23.09120	1.591945	23.06307	23.11934



Şekil 4.17. T3 kesitinin aylara göre sıcaklık grafiği

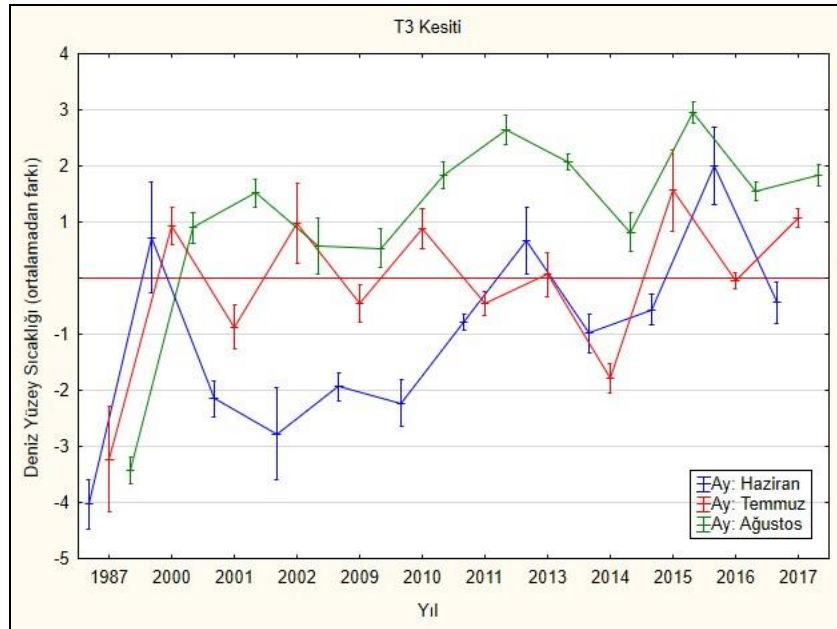
Çizelge 4.10. T3 kesiti Yıl*Ay göre sıcaklık ortalamaları

Yıl	Ay	Örnek Sayısı	Min.	Maks.	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
1987	Haziran	1025	16.639	18.893	17.91252	0.437890	17.88568	17.93936
1987	Temmuz	1025	17.093	20.225	18.70947	0.937005	18.65204	18.76690
1987	Ağustos	1025	17.996	19.339	18.50899	0.240730	18.49424	18.52375
2000	Haziran	1025	21.110	24.868	22.66599	0.982111	22.60580	22.72619
2000	Temmuz	1025	21.816	23.768	22.86565	0.326536	22.84563	22.88566
2000	Ağustos	1025	21.971	23.859	22.84226	0.277311	22.82527	22.85926
2001	Haziran	1025	18.685	20.782	19.78883	0.329736	19.76862	19.80904
2001	Temmuz	1025	19.708	21.729	21.07208	0.386787	21.04838	21.09579
2001	Ağustos	1025	22.842	24.364	23.45597	0.249768	23.44066	23.47128
2002	Haziran	1025	17.996	21.543	19.16724	0.831756	19.11626	19.21822
2002	Temmuz	1025	21.300	24.246	22.91853	0.706621	22.87522	22.96184
2002	Ağustos	1025	21.300	23.859	22.51736	0.496696	22.48691	22.54780
2009	Haziran	1025	19.339	20.666	20.00277	0.252904	19.98727	20.01827
2009	Temmuz	1025	20.666	22.414	21.48479	0.336926	21.46414	21.50544
2009	Ağustos	1025	21.902	24.137	22.46848	0.346788	22.44723	22.48974
2010	Haziran	1025	18.614	20.619	19.70991	0.411652	19.68468	19.73514
2010	Temmuz	1025	21.941	23.683	22.82726	0.362008	22.80507	22.84944
2010	Ağustos	1025	23.250	24.583	23.77226	0.243167	23.75736	23.78717
2011	Haziran	1025	20.666	21.543	21.14538	0.143275	21.13660	21.15416
2011	Temmuz	1025	21.061	21.941	21.48874	0.204350	21.47621	21.50126
2011	Ağustos	1025	24.115	25.401	24.58415	0.265090	24.56790	24.60040
2013	Haziran	1025	21.347	23.421	22.61348	0.596477	22.57692	22.65004
2013	Temmuz	1025	21.137	22.533	22.00224	0.399796	21.97773	22.02674
2013	Ağustos	1025	23.646	24.297	24.01346	0.138085	24.00499	24.02192
2014	Haziran	1025	20.164	21.775	20.95580	0.354348	20.93408	20.97752
2014	Temmuz	1025	19.592	20.911	20.15632	0.254640	20.14071	20.17193
2014	Ağustos	1025	21.993	23.287	22.76195	0.344376	22.74085	22.78306
2015	Haziran	1025	20.752	21.954	21.37822	0.280739	21.36102	21.39543
2015	Temmuz	1025	22.606	25.084	23.51212	0.726266	23.46761	23.55663
2015	Ağustos	1025	24.283	25.249	24.90355	0.188527	24.89199	24.91510
2016	Haziran	1025	23.024	25.121	23.94218	0.688354	23.89999	23.98437
2016	Temmuz	1025	21.439	22.195	21.88904	0.148344	21.87994	21.89813
2016	Ağustos	1025	23.169	23.943	23.48605	0.169902	23.47563	23.49646
2017	Haziran	1025	20.411	22.474	21.50515	0.366311	21.48270	21.52760
2017	Temmuz	1025	22.464	23.410	23.01414	0.171840	23.00361	23.02467
2017	Ağustos	1025	23.539	24.296	23.77995	0.197381	23.76785	23.79204



Şekil 4.18. T3 kesitinin yıl*ay göre sıcaklık grafiği

T3 kesitine ait deniz yüzey suyu sıcaklıklarının ortalama farkı dikkate alındığında 2011 yılı ağustos ayında 3°C, 2015 yılı ağustos ayında 3.2°C den fazla sıcaklık artışı tespit edilmiştir (Şekil 4.19.).



Şekil 4.19. T3 kesitinin deniz yüzey suyu sıcaklık değişim grafiği

4.5. T4 kesit

Çizelge 4.11- 4.13.'de T4 kesitinin 1987-2017 yılları arasındaki uydu görüntülerinden elde edilen deniz yüzey suyu sıcaklıklarına ait yıl, ay ve yıl*ay verileri verilmiştir.

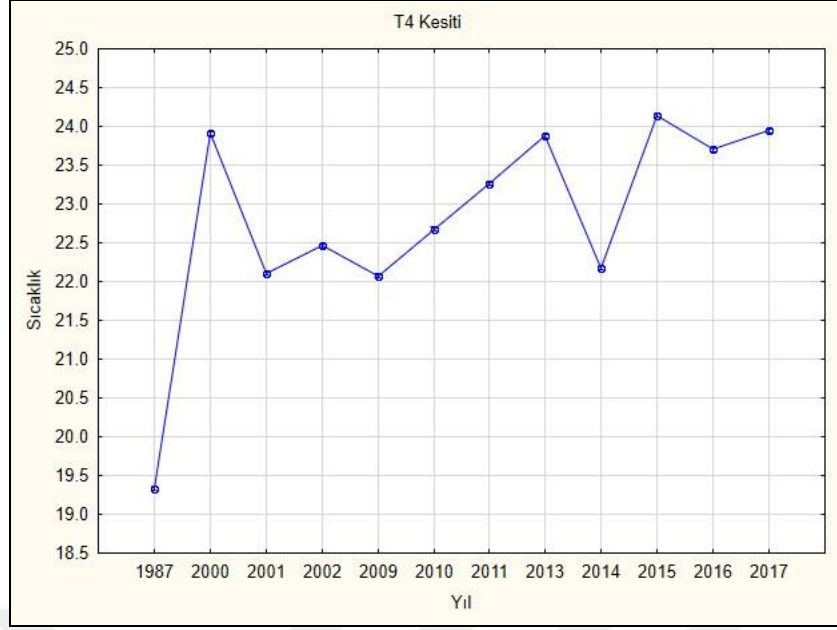
En yüksek ortalama sıcaklık 2015 yılında 24.13994°C, en düşük ortalama sıcaklık 1987 yılında 19.33741 °C olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.11., Şekil 4.20.).

Aylara göre sıcaklık ortalamaları dikkate alındığında ise en yüksek sıcaklık değerine ağustos ayı sahiptir (Çizelge 4.12.), Şekil 4.21.'de haziran ayından itibaren ağustos ayına doğru sıcaklıkta artış söz konusudur.

Yılların aylara göre sıcaklık dağılımında ise maksimum deniz yüzey suyu sıcaklığı 1987 yılında temmuz ayı (21.543°C), 2000 yılında ağustos (26.365°C), 2001 yılı ağustos ayında (24.874 °C), 2002 yılı temmuz ayında (25.369 °C), 2009, 2010, 2011, 2013 ve 2014 yılı ağustos, 2015 yılı temmuz ayı maksimum sıcaklık değerine sahip olup temmuz ve ağustos ayları yaklaşık olarak aynı sıcaklık değerlerine sahiptir. Ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında ağustos ayı (25.45158 °C) yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir. 2016 ve 2017 yılları ağustos ayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.13., Şekil 4.22.).

Çizelge 4.11. T4 kesiti yıllara göre sıcaklık ortalamaları

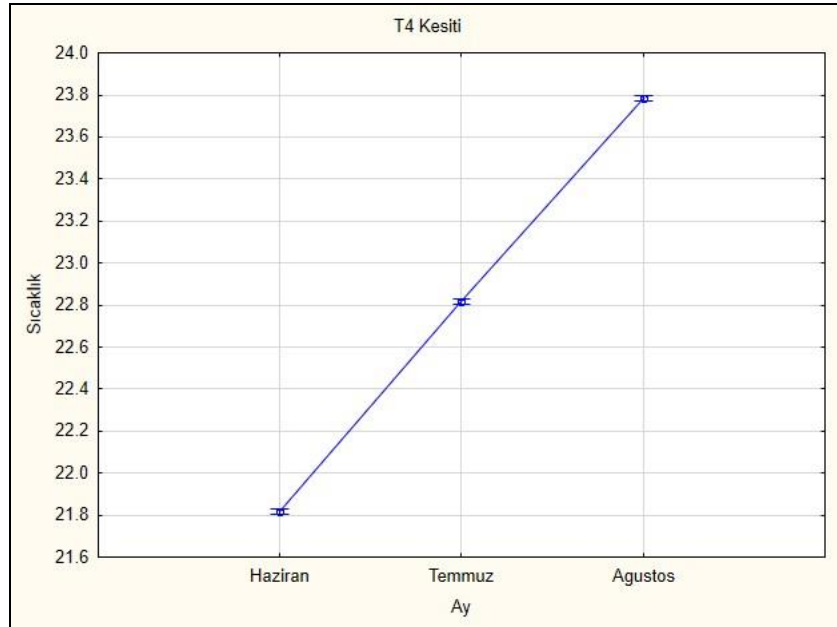
Yıl	Örnek Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
1987	3075	19.33741	0.967075	19.30322	19.37161
2000	3075	23.91487	0.932921	23.88188	23.94785
2001	3075	22.10503	1.504978	22.05181	22.15824
2002	3075	22.46443	1.685401	22.40484	22.52403
2009	3075	22.07914	1.192568	22.03697	22.12130
2010	3075	22.68030	1.868932	22.61422	22.74638
2011	3075	23.26175	1.302795	23.21569	23.30782
2013	3075	23.87927	0.977233	23.84471	23.91382
2014	3075	22.17956	1.171553	22.13814	22.22099
2015	3075	24.13994	1.436389	24.08916	24.19073
2016	3075	23.70261	1.003725	23.66712	23.73810
2017	3075	23.94271	1.253822	23.89838	23.98704



Şekil 4.20. T4 kesitinin yıllara göre sıcaklık grafiği

Çizelge 4.12. T4 kesiti aylara göre sıcaklık ortalamaları

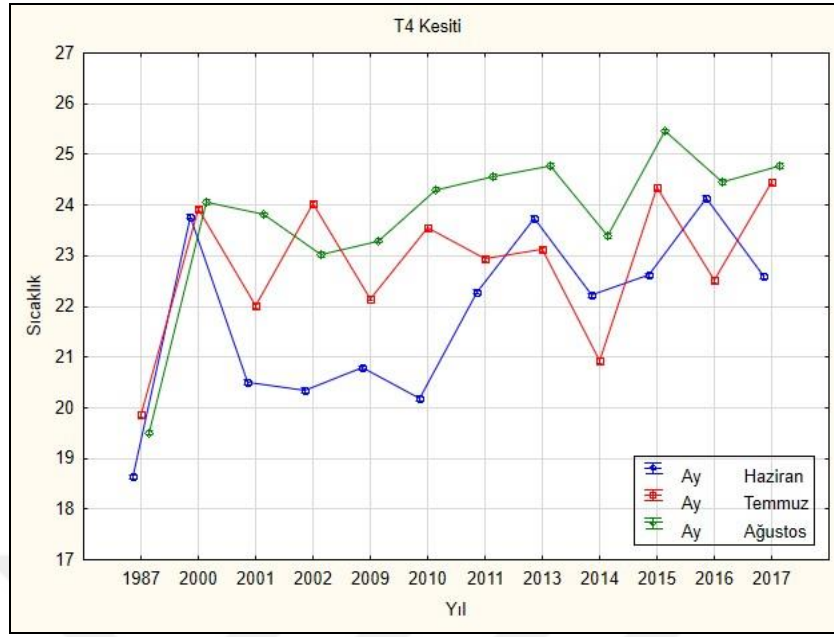
Ay	Örnek Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
Haziran	12300	21.81923	1.820096	21.78706	21.85139
Temmuz	12300	22.81933	1.561360	22.79174	22.84693
Ağustos	12300	23.78319	1.566242	23.75551	23.81088



Şekil 4.21. T4 kesitinin aylara göre sıcaklık grafiği

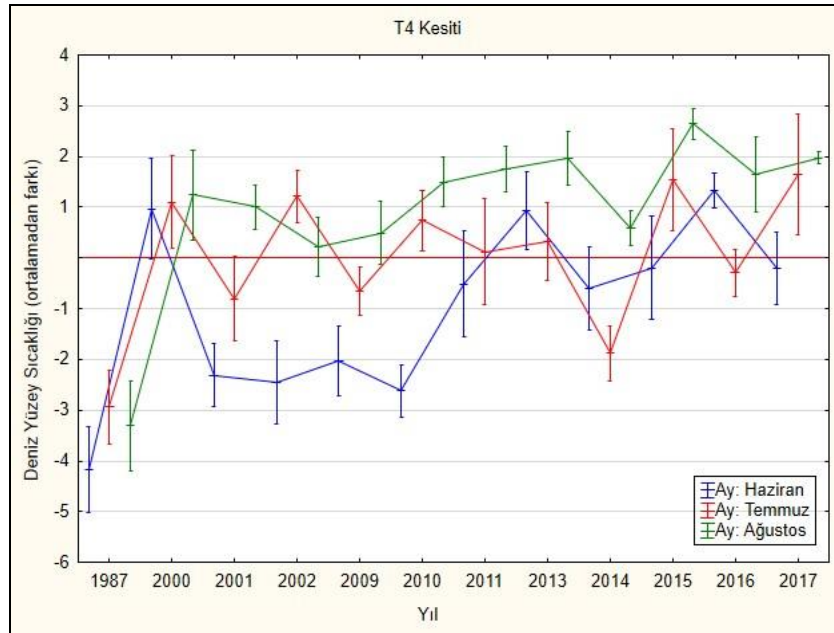
Çizelge 4.13. T4 kesiti Yıl*Ay göre sıcaklık ortalamaları

Yıl	Ay	Örnek Sayısı	Min.	Maks.	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
1987	Haziran	1025	17.546	20.323	18.64065	0.842164	18.58903	18.69226
1987	Temmuz	1025	17.996	21.543	19.87064	0.721610	19.82641	19.91487
1987	Ağustos	1025	18.445	21.105	19.50095	0.883304	19.44681	19.55509
2000	Haziran	1025	21.514	25.618	23.77506	0.984745	23.71471	23.83542
2000	Temmuz	1025	21.960	26.227	23.91251	0.902861	23.85717	23.96785
2000	Ağustos	1025	22.330	26.365	24.05702	0.887720	24.00261	24.11143
2001	Haziran	1025	19.213	21.816	20.49932	0.624427	20.46105	20.53759
2001	Temmuz	1025	20.282	23.770	22.00485	0.840658	21.95333	22.05638
2001	Ağustos	1025	22.842	24.874	23.81090	0.446057	23.78356	23.83824
2002	Haziran	1025	17.996	21.543	20.34834	0.824717	20.29779	20.39889
2002	Temmuz	1025	22.330	25.369	24.02351	0.523483	23.99143	24.05560
2002	Ağustos	1025	21.854	24.525	23.02144	0.589238	22.98533	23.05756
2009	Haziran	1025	19.783	22.414	20.78330	0.689672	20.74103	20.82557
2009	Temmuz	1025	20.666	23.278	22.15494	0.486643	22.12511	22.18477
2009	Ağustos	1025	21.979	24.990	23.29916	0.616822	23.26136	23.33697
2010	Haziran	1025	18.833	21.061	20.18665	0.518431	20.15488	20.21843
2010	Temmuz	1025	22.379	25.028	23.55173	0.599226	23.51501	23.58846
2010	Ağustos	1025	22.943	25.401	24.30251	0.488953	24.27254	24.33248
2011	Haziran	1025	20.666	24.990	22.29235	1.041684	22.22850	22.35620
2011	Temmuz	1025	21.061	24.545	22.93133	1.037023	22.86777	22.99489
2011	Ağustos	1025	23.683	25.826	24.56157	0.439868	24.53461	24.58853
2013	Haziran	1025	22.285	25.264	23.74034	0.774950	23.69284	23.78784
2013	Temmuz	1025	21.737	24.562	23.12374	0.765992	23.07679	23.17069
2013	Ağustos	1025	23.751	25.902	24.77371	0.536671	24.74082	24.80661
2014	Haziran	1025	20.805	23.564	22.21553	0.823000	22.16509	22.26597
2014	Temmuz	1025	19.710	21.970	20.93248	0.544109	20.89913	20.96583
2014	Ağustos	1025	22.722	24.164	23.39068	0.347317	23.36939	23.41197
2015	Haziran	1025	20.673	24.481	22.61654	1.010380	22.55462	22.67847
2015	Temmuz	1025	22.854	26.207	24.35171	0.995697	24.29068	24.41274
2015	Ağustos	1025	24.626	26.047	25.45158	0.302367	25.43304	25.47011
2016	Haziran	1025	23.394	25.198	24.13638	0.336180	24.11578	24.15699
2016	Temmuz	1025	21.327	23.545	22.51894	0.465978	22.49038	22.54750
2016	Ağustos	1025	23.130	25.730	24.45251	0.735205	24.40745	24.49757
2017	Haziran	1025	21.285	23.885	22.59623	0.716753	22.55230	22.64016
2017	Temmuz	1025	22.475	26.789	24.45562	1.190574	24.38264	24.52859
2017	Ağustos	1025	24.538	25.071	24.77629	0.120148	24.76892	24.78365



Şekil 4.22. T4 kesitinin Yıl*Ay göre sıcaklık grafiği

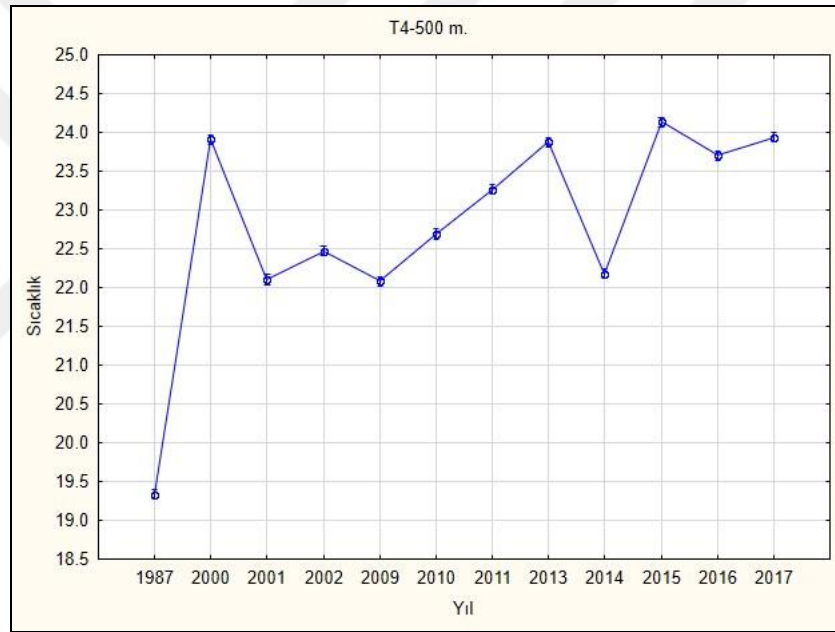
T4 kesitine ait deniz yüzey suyu sıcaklıklarının ortalama farkı dikkate alındığında 2015 yılı ağustos ayında yaklaşık 3.15°C sıcaklık artışı tespit edilmiştir (Şekil 4.23.).



Şekil 4.23. T4 kesitinin deniz yüzey suyu sıcaklık değişim grafiği

Çizelge 4.14. T4 kesiti yıllara göre sıcaklık ortalamaları (Her 500 metrede bir noktadan)

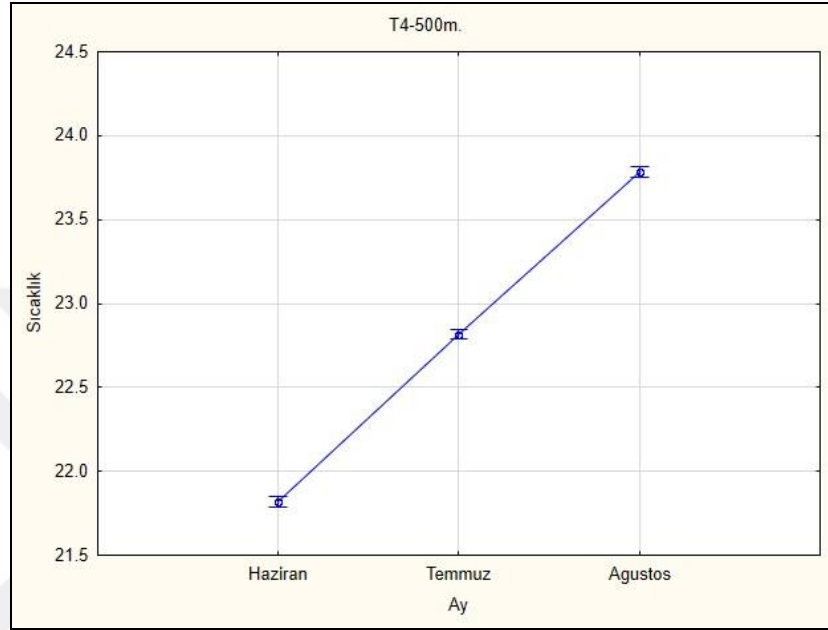
Yıl	Örnek Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
1987	516	19.33403	0.976595	19.24956	19.41849
2000	516	23.90878	0.950389	23.82659	23.99098
2001	516	22.10623	1.497161	21.97675	22.23571
2002	516	22.47496	1.697848	22.32812	22.62180
2009	516	22.07950	1.191461	21.97646	22.18255
2010	516	22.68941	1.871663	22.52753	22.85128
2011	516	23.26894	1.307133	23.15590	23.38199
2013	516	23.87712	0.982424	23.79216	23.96209
2014	516	22.17919	1.176578	22.07743	22.28095
2015	516	24.13666	1.442798	24.01187	24.26144
2016	516	23.70402	1.005236	23.61708	23.79095
2017	516	23.94110	1.257887	23.83231	24.04989



Şekil 4.24. T4 kesitinin yıllara göre sıcaklık grafiği (Her 500 metrede bir noktadan)

Çizelge 4.15. T4 kesiti aylara göre sıcaklık ortalamaları (Her 500 metrede bir noktadan)

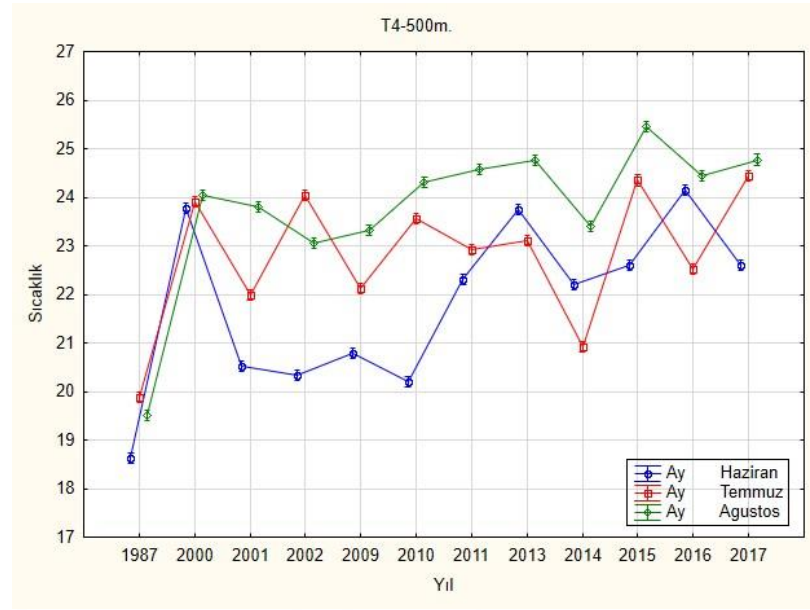
Ay	Örnek Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	-95.00%	+95.00%
Haziran	2064	21.81974	1.824920	21.74097	21.89852
Temmuz	2064	22.81761	1.564566	22.75007	22.88515
Ağustos	2064	23.78763	1.564066	23.72012	23.85515



Şekil 4.25. T4 kesitinin aylara göre sıcaklık grafiği (Her 500 metrede bir noktadan)

Çizelge 4.16. T4 kesiti Yıl*Ay göre sıcaklık ortalamaları (Her 500 metrede bir noktadan)

Yıl	Ay	Örnek	Ortalama	Std.	-95.00%	+95.00%
		Sayısı		Sapma		
1987	Haziran	172	18.61992	0.843287	18.49299	18.74684
1987	Temmuz	172	19.87867	0.730695	19.76869	19.98865
1987	Agustos	172	19.50349	0.887205	19.36995	19.63702
2000	Haziran	172	23.77667	1.016679	23.62365	23.92969
2000	Temmuz	172	23.90246	0.930065	23.76247	24.04244
2000	Agustos	172	24.04723	0.885862	23.91389	24.18056
2001	Haziran	172	20.51448	0.642205	20.41782	20.61114
2001	Temmuz	172	21.99380	0.814481	21.87121	22.11639
2001	Agustos	172	23.81041	0.438692	23.74438	23.87644
2002	Haziran	172	20.33920	0.826346	20.21483	20.46358
2002	Temmuz	172	24.03590	0.542681	23.95422	24.11758
2002	Agustos	172	23.04978	0.577192	22.96291	23.13666
2009	Haziran	172	20.79435	0.684109	20.69138	20.89731
2009	Temmuz	172	22.13166	0.492842	22.05748	22.20584
2009	Agustos	172	23.31250	0.609307	23.22079	23.40421
2010	Haziran	172	20.19663	0.528322	20.11712	20.27615
2010	Temmuz	172	23.56357	0.614660	23.47106	23.65608
2010	Agustos	172	24.30802	0.489185	24.23439	24.38165
2011	Haziran	172	22.30208	1.047931	22.14436	22.45981
2011	Temmuz	172	22.93264	1.037734	22.77645	23.08883
2011	Agustos	172	24.57211	0.456609	24.50339	24.64084
2013	Haziran	172	23.74144	0.778803	23.62422	23.85865
2013	Temmuz	172	23.11826	0.773715	23.00181	23.23471
2013	Agustos	172	24.77167	0.546746	24.68938	24.85397
2014	Haziran	172	22.20810	0.825841	22.08381	22.33240
2014	Temmuz	172	20.93034	0.548497	20.84779	21.01290
2014	Agustos	172	23.39912	0.346163	23.34701	23.45122
2015	Haziran	172	22.60869	1.018003	22.45547	22.76191
2015	Temmuz	172	24.35178	1.006523	24.20029	24.50327
2015	Agustos	172	25.44950	0.302312	25.40400	25.49500
2016	Haziran	172	24.13953	0.338493	24.08858	24.19048
2016	Temmuz	172	22.52044	0.468778	22.44989	22.59100
2016	Agustos	172	24.45208	0.739120	24.34083	24.56332
2017	Haziran	172	22.59582	0.729239	22.48606	22.70558
2017	Temmuz	172	24.45180	1.198187	24.27146	24.63214
2017	Agustos	172	24.77569	0.120790	24.75751	24.79387



Şekil 4.26. T4 kesitinin Yıl*Ay göre sıcaklık grafiği (Her 500 metrede bir noktadan)

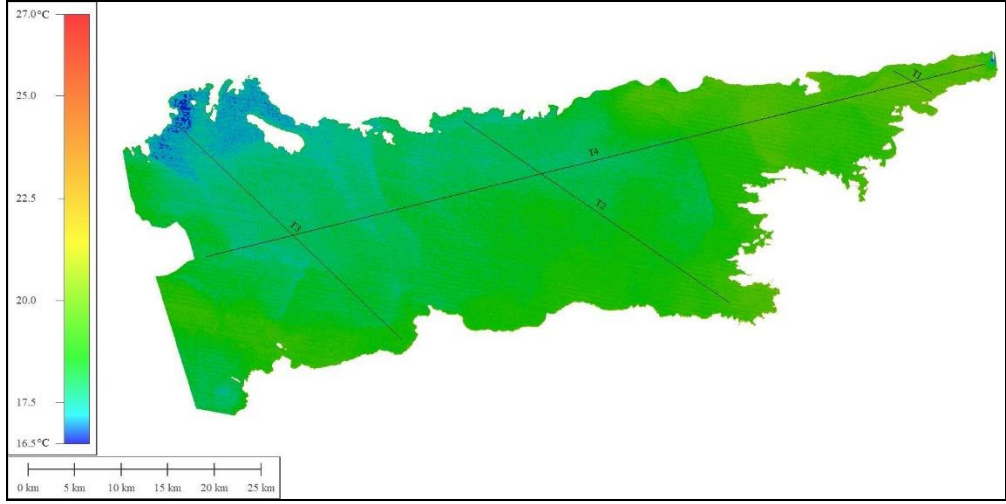
4.6. Sıcaklık modelleri

Sıcaklık modellerinde körfeze ait genel deniz yüzey suyu sıcaklıklarının ortalamaları verilmiştir. Model üzerinden elde edilmiş olan sıcaklık değerleri değerlendirilmiştir.

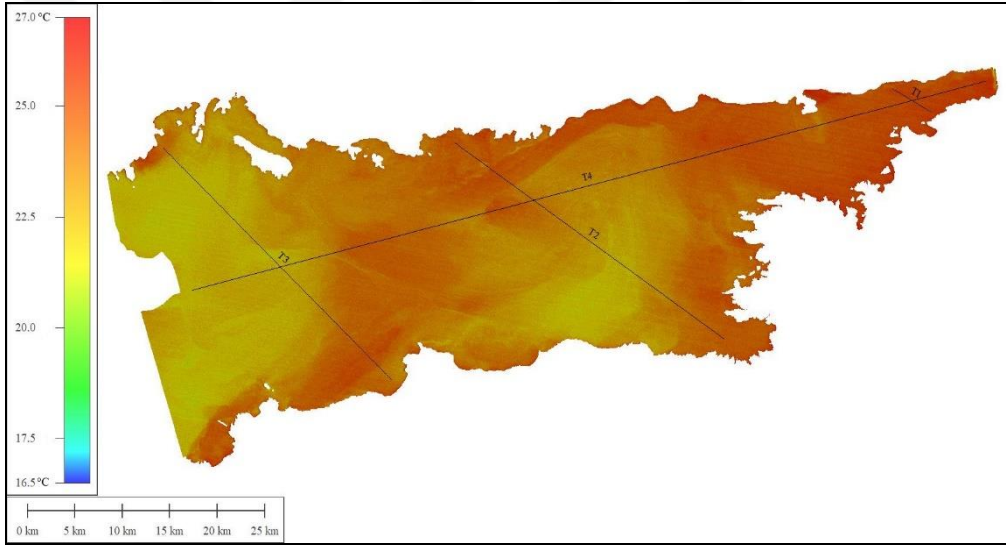
4.6.1. Haziran ayı sıcaklık modelleri

1987 yılı körfezin genel sıcaklık ortalaması 20.15°C olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.27.). 1987 yılındaki sıcaklık modelinde körfezin genel sıcaklığı homojenlik göstermektedir. Ancak Bodrum yarımadası kıyılarından körfeze giren düşük sıcaklıkta su kütlesi bulunmakta ve orta körfeze kadar uzandığı görülmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü 1980-2016 yılları arasındaki rüzgâr verilerine göre 1987 yılı en rüzgârlı yıl arasındadır. Bu rüzgârların oluşturduğu akıntı ile körfeze soğuk su girdiği söylenebilir. 2000 yılı sıcaklık ortalaması 26.25°C 'dir (Şekil 4.28.). 1987 yılından sonra geçen 13 yıllık sürede 2000 yılında körfez genelindeki sıcaklıkta artış meydana gelmiştir. 2000 yılı yıllık yağış miktarına bakıldığında 1987 yılından daha az yağış miktarına sahip olduğu görülmektedir. 2001 yılı sıcaklık ortalaması 22.6°C 'dir. 2001 yılındaki modelde ise T1 ve T2 kesitleri arasında sıcaklık artışları gözlemlenmektedir (Şekil 4.29.). Sıcaklık artışı gözlemlenen bu alan özel çevre koruma bölgesi içerisinde yer almaktadır. Sıcaklık artışı kıyı alanlarında görülürken, orta körfezden dış körfeze doğru sıcaklık homojen olarak dağılmaktadır. 2002 yılı sıcaklık ortalaması 21.9°C 'dir. 2002 yılında iç körfez, orta körfez de ve kıyı alanlarında artış görülmektedir (Şekil 4.30.). Dış körfezden Ege Denizi'ne açılan alanda soğuk su girişi gözlemlenmiştir. 2009 yılı modelinde sıcaklık ortalaması 23.8°C olup, doğu derin havzasının olduğu alan iç körfeze kıyasla daha düşük sıcaklıkta olduğu tespit edilmiştir. T4 kesitinin başlangıç noktasına yakın olan kıyı bölgesi tatlı su girişlerinden dolayı düşük değerlere sahiptir (Şekil 4.31.). 2010 yılı körfezin ortalama sıcaklığı 21.25°C 'dir. 2010 yılında T1 kesitinden sonra sıcaklık artışı dış körfeze doğru özellikle kıyı bölgelerde artmıştır (Şekil 4.32.). 2011 yılı sıcaklık ortalaması 24.15°C 'dir. 2011 yılında iç körfezin kıyı kısmı dışında (Akyaka plajı) doğu derin havzanın olduğu bölgeye doğru sıcaklıkta oldukça fazla artış

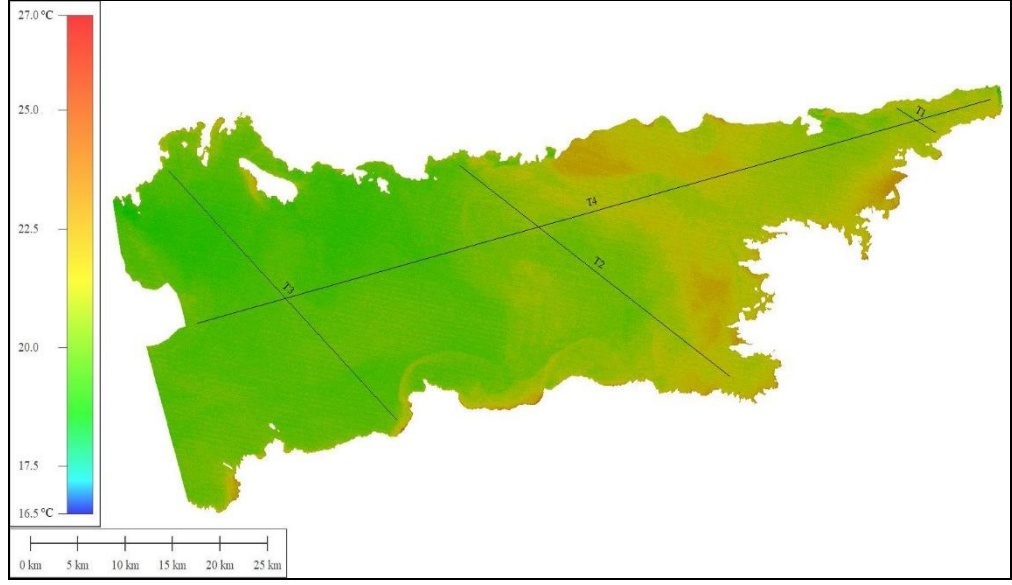
gözlenmektedir (Şekil 4.33.). 2013 yılı körfez yüzey suyu sıcaklık ortalaması 25.6 °C olarak tespit edilmiştir. 2013 yılında ise İç körfez ile orta körfez arasındaki koylarda sıcaklık artışları meydana gelmiştir. T3 kesitinin olduğu dış körfeze Ege Denizi'nden Bodrum kıyılarında yoğunlaşan düşük su sıcaklıkları görülmektedir (Şekil 4.34.). 2014 yılı sıcaklık ortalaması 24.05°C olup, körfez yüzeyinde sıcaklıklar homojen dağılmış olup, Ege Denizi'nden dış körfeze doğru düşük sıcaklığa sahip su kültesi gözlemlenmiştir (Şekil 4.35.). 2015 yılı sıcaklık ortalaması 24.4°C dir. 2015 yılı 2014 yılı ile aynı sıcaklık düzenini göstermiş olup, iç körfezdeki sıcaklık derecesi 2014 yılından daha yüksektir (Şekil 4.36.). 2016 yılı körfez genel sıcaklık dağılımı kıyı ve koylar sularının daha sıcak olduğu görülmektedir ve ortalama sıcaklığı 27.15 °C olarak tespit edilmiştir. Sıcaklık artışı körfez içerisindeki akıntıların zayıflamasına neden olmaktadır. Gökova Körfezi'nde yer alan akıntı ve rüzgârlara açık olan koylar, kıyı şeridinde paralel olan koyların dinamik yapısı nedeniyle düşük sıcaklıklara sahiptir. 2016 yılı sıcaklıklarında haziran ayı normalin üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.37.). 2017 yılı sıcaklık dağılımına bakıldığında 2016 yılına oranla düşüş gözlemlenmiştir. Ege Denizi'nden orta körfeze doğru düşük sıcaklıkta bir su girişi bulunmaktadır. Bodrum kıyılarında daha düşük sıcaklığa sahiptir (Şekil 4.38.). Ortalama sıcaklığı 25.3°C dir.



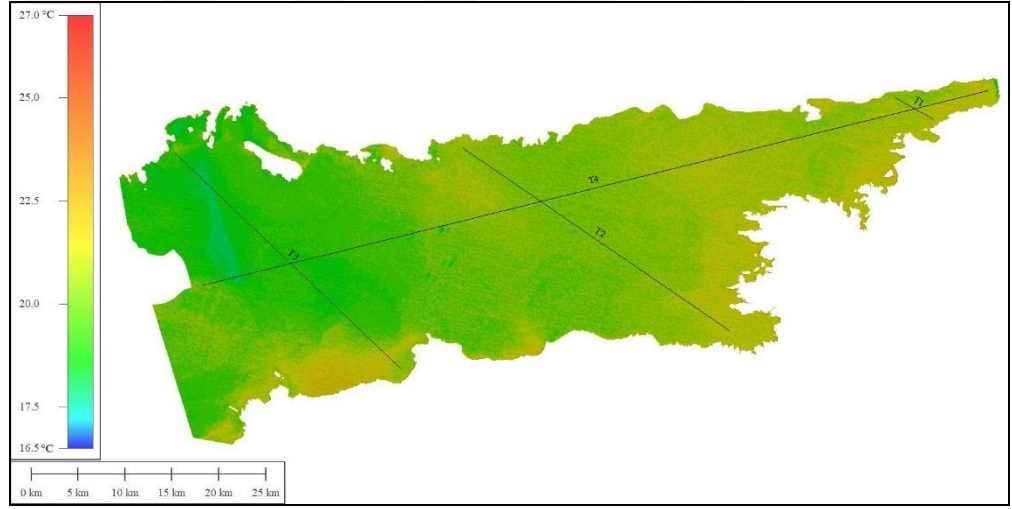
Şekil 4.27. 1987 yılı haziran ayı sıcaklık modeli



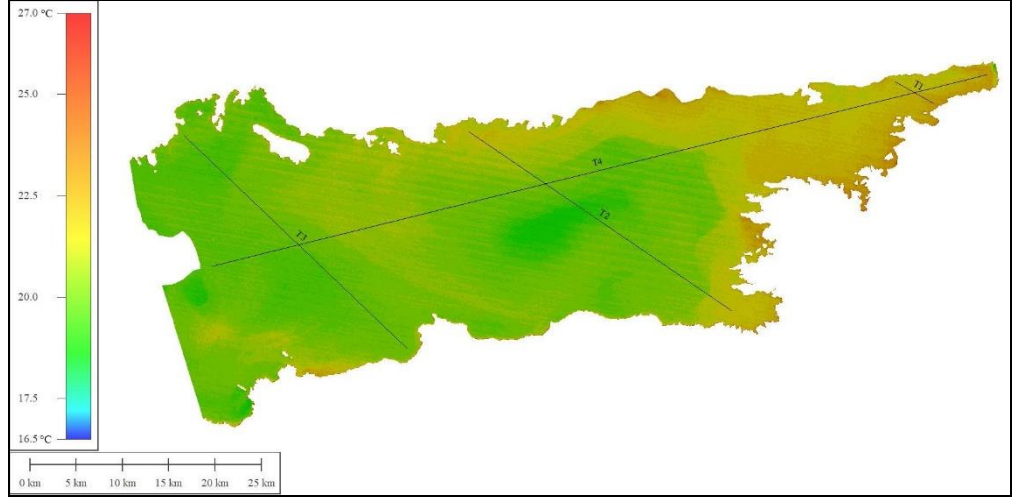
Şekil 4.28. 2000 yılı haziran ayı sıcaklık modeli



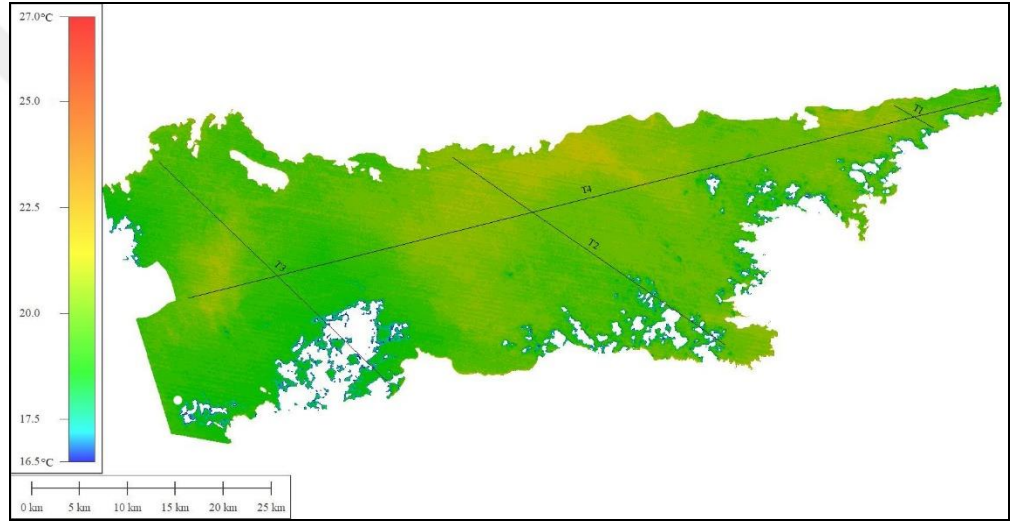
Şekil 4.29. 2001 yılı haziran ayı sıcaklık modeli



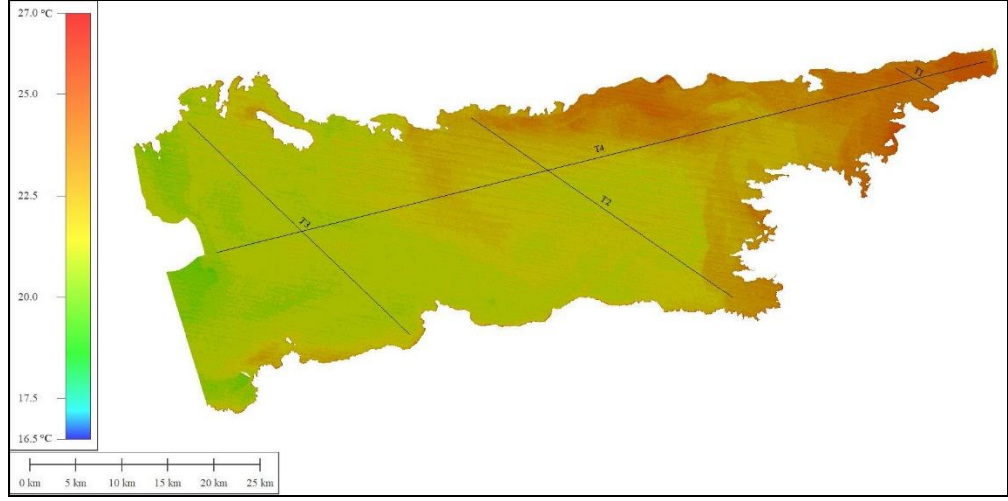
Şekil 4.30. 2002 yılı haziran ayı sıcaklık modeli



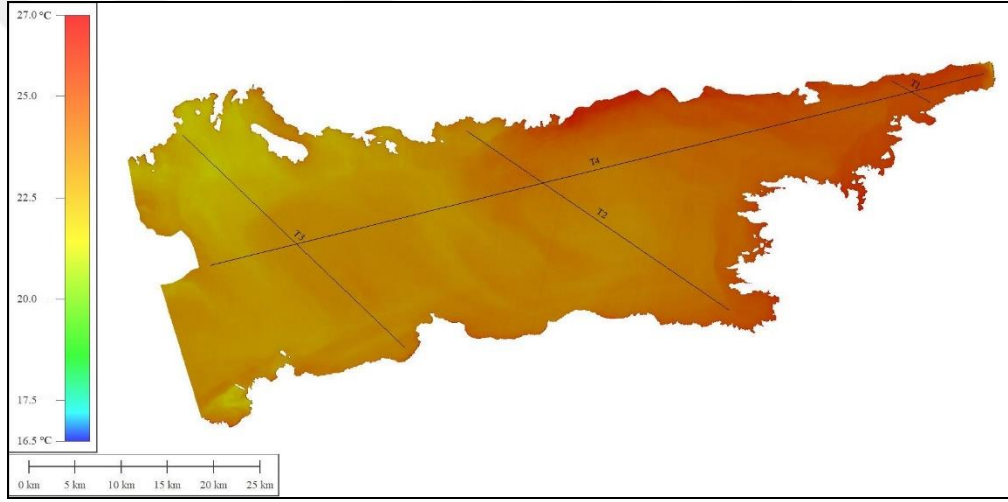
Şekil 4.31. 2009 yılı haziran ayı sıcaklık modeli



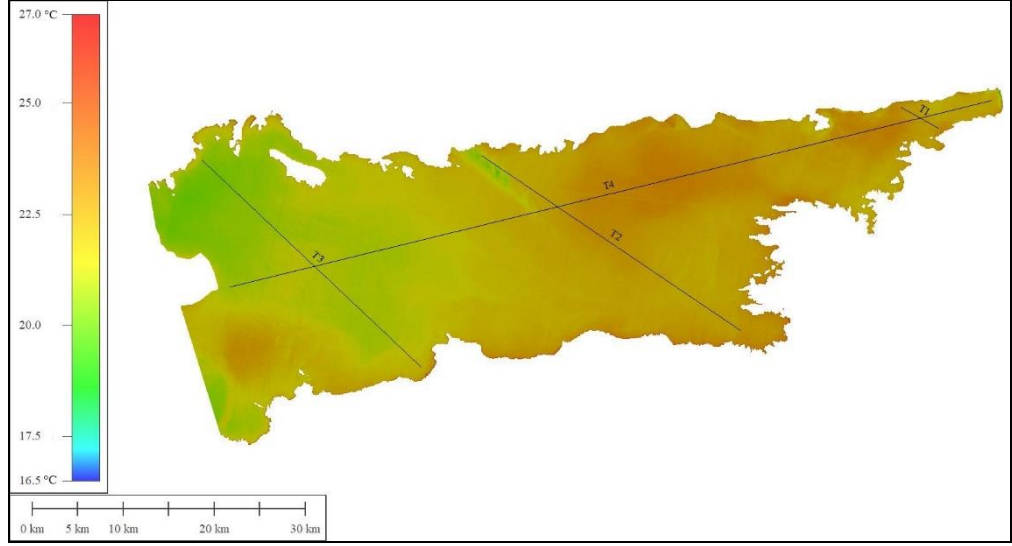
Şekil 4.32. 2010 yılı haziran ayı sıcaklık modeli



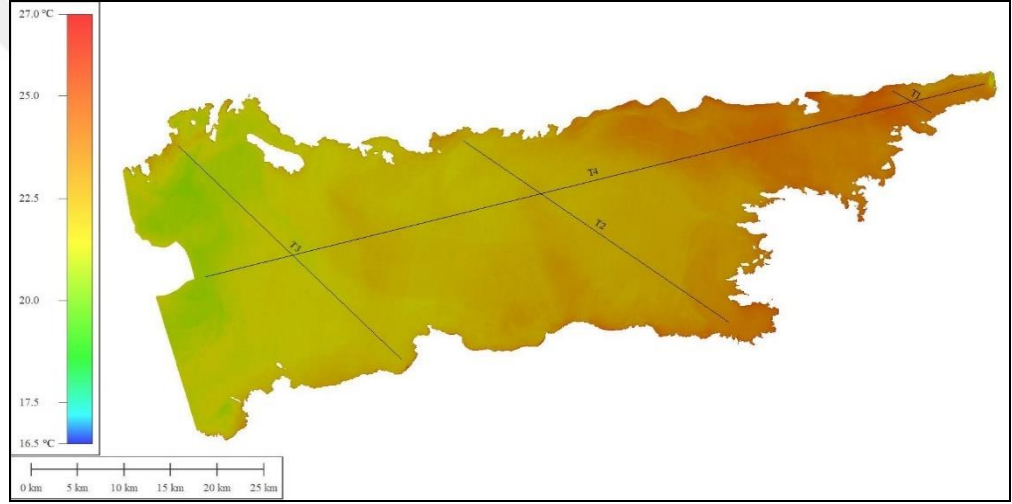
Şekil 4.33. 2011 yılı haziran ayı sıcaklık modeli



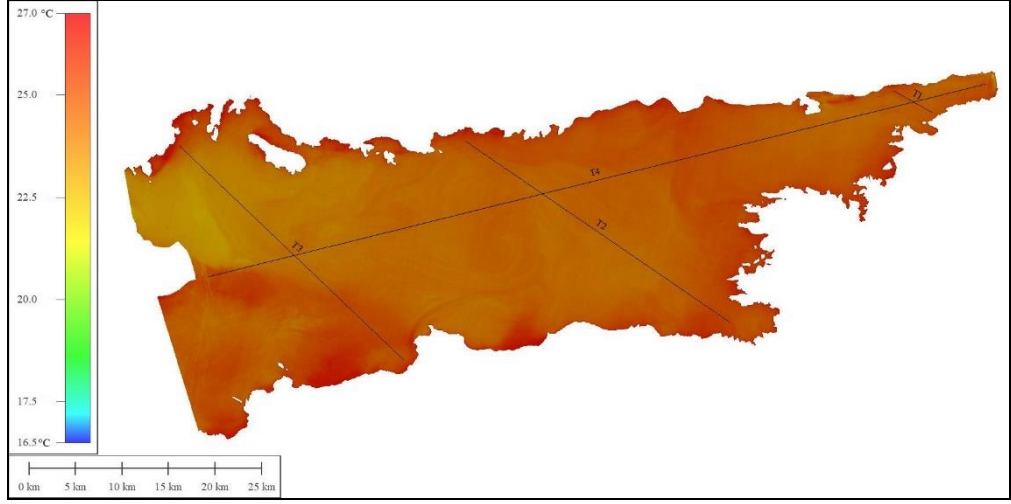
Şekil 4.34. 2013 yılı haziran ayı sıcaklık modeli



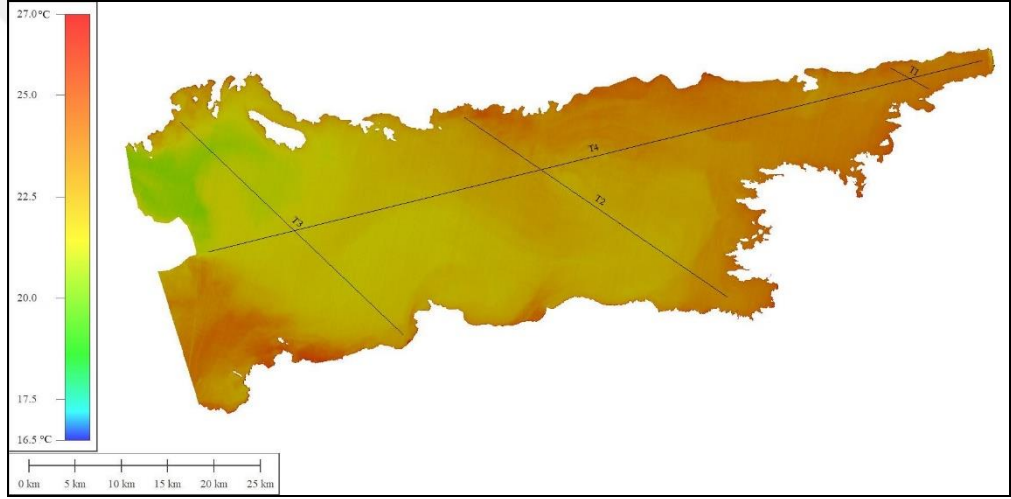
Şekil 4.35. 2014 yılı haziran ayı sıcaklık modeli



Şekil 4.36. 2015 yılı haziran ayı sıcaklık modeli



Şekil 4.37. 2016 yılı haziran ayı sıcaklık modeli

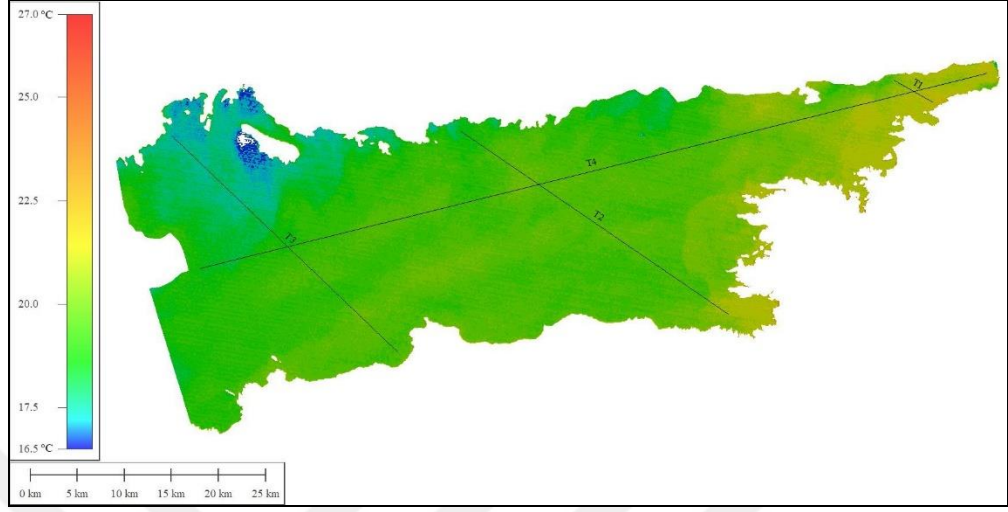


Şekil 4.38. 2017 yılı haziran ayı sıcaklık modeli

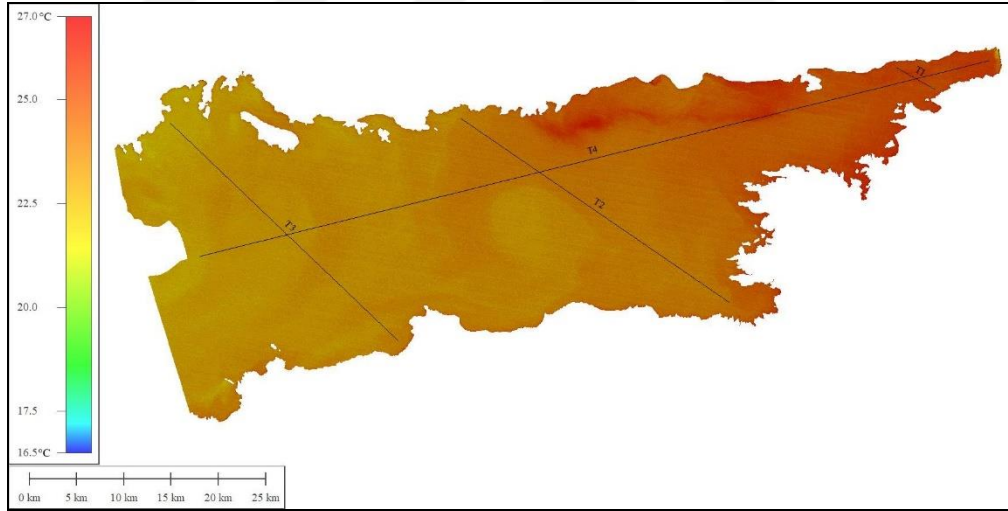
4.6.2. Temmuz ayı sıcaklık modelleri

1987 yılı modelinde haziran ayı kıyasla daha az düşük sıcaklıkta su kütlesi girişi olmuştur. Bu soğuk su girdileri Gökova Körfezi'nin hidrolojik modelinde görüldüğü üzere Bodrum Boğazı'ndan ve Kara Ada'dan tatlı su girişinin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.39.). 2000 yılında 1987 yılına oranla sıcaklık artışı fazladır. Özellikle körfezin iç kısmı ve dinamik olarak nispeten zayıf koylarda yüksek sıcaklıklar göze çarpmaktadır (Şekil 4.40.). 2001 yılında genel sıcaklık dağılımında düşüş gözlemlenmektedir. İç körfezde kuzey doğudan - güney batı yönüne doğru orta körfeze kadar sıcaklıklarda artışa rastlanmaktadır (Şekil 4.41.). 2002 yılı sıcaklık dağılımında artış görülmektedir. Akyaka plaj alanı düşük sıcaklığa sahip olup, iç körfezde yükselen sıcaklık dış körfeze doğru düşüş göstermektedir (Şekil 4.42.). 2009 yılın sıcaklık dağılımında yer yer 30°C'yi bulan sıcaklıklara sahiptir. Körfezin sahip olduğu minimum sıcaklık (19.3°C) dış körfezden Ege Denizi'ne açılan kısımda yoğun olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.43.). 2010 (Şekil 4.44.) ve 2011 (Şekil 4.45.) yılı sıcaklık dağılım modelleri incelendiğinde maksimum sıcaklıklar aynı değerlere sahip ancak minimum değerler arasında 0.4°C fark bulunmaktadır. Dış körfez bölgesinde bu fark açıkça görülmektedir. 2013 yılı körfezin ortalama sıcaklığı 25°C dir. Körfez sıcaklığı doğu derin havzasından iç körfeze doğru artış göstermektedir (Şekil 4.46.). 2014 yılı ortalama sıcaklık 20.4°C'dir. Körfez genelinde su sıcaklığı homojen olarak dağılım göstermiştir. 2013 yılı sıcaklığı ile karşılaştırıldığında 4.6°C lik bir düşüş gözlemlenmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre 2013 yılında 2014 yılına göre daha az yağışlı dönem yaşanmış ve temmuz ayı yağışları genel olarak normallerin üzerinde olmuştur (Şekil 4.47.). 2015 yılı genel sıcaklık ortalaması 26.8°C'dir. 2014 yılına göre 6.8°C sıcaklık artışı görülmektedir. Körfezin Ege Denizi'ne açılan bölgeden Doğu derin havza bölgesine doğru akıntı gözlenmektedir. İç körfez ve kıyı koylarında sıcaklık artışı yüksek olduğu bulunmuştur (Şekil 4.48.) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre 2015 yılı yağış miktarı 2014 yılına oranla daha düşüktür. 2016 yılı sıcaklık ortalaması 24.6 °C olup sıcaklık 2.2°C azalma göstermiştir (Şekil 4.49.). 2016 yılında temmuz ayında aylık toplam yağış normallerin altında gerçekleşmiştir. 2017 yılı ortalama

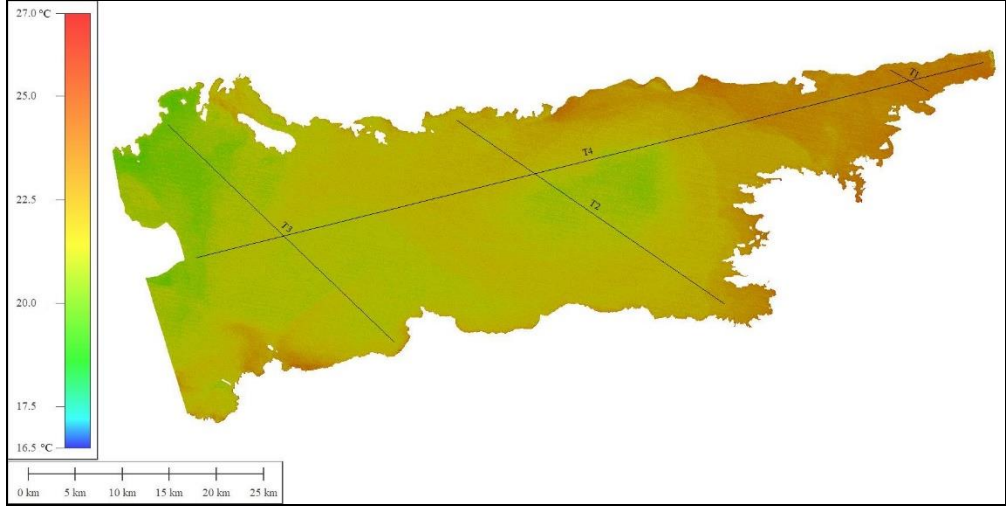
sıcaklık 27.1°C'dir. Temmuz ayı modelleri arasındaki en yüksek yüzey sıcaklığına sahip yılı 2017dir. Körfezin kuzey doğu kısmında yer alan koylar da yüksek sıcaklıklar tespit edilmiştir (Şekil 4.50.).



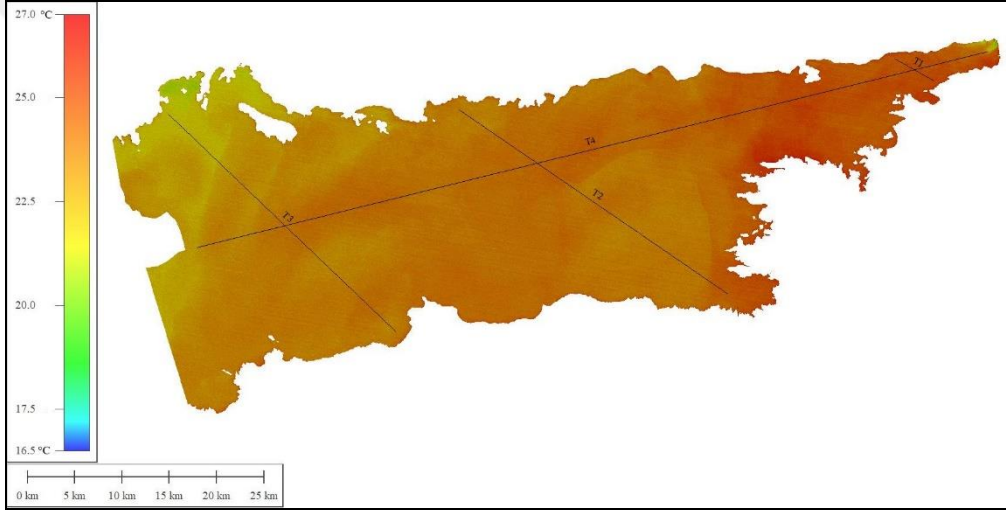
Şekil 4.39. 1987 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli



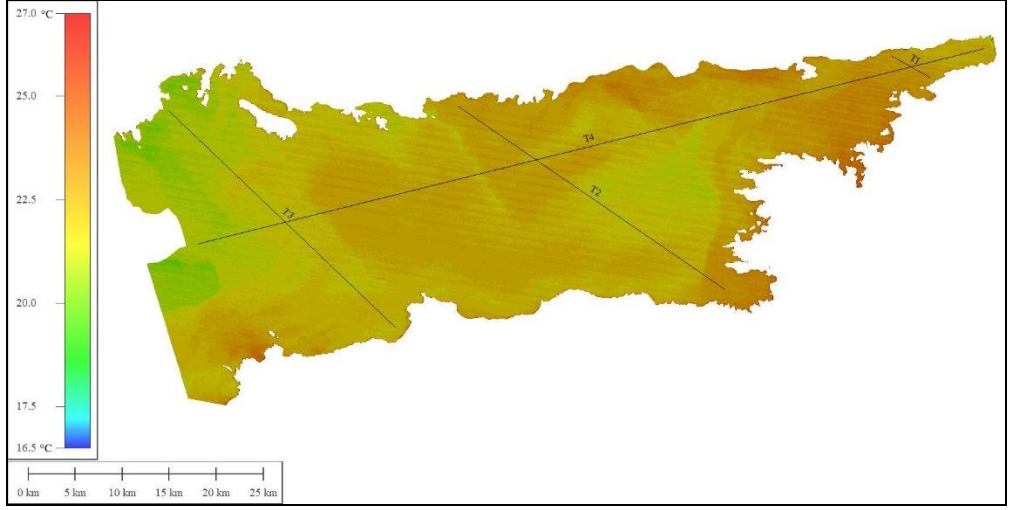
Şekil 4.40. 2000 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli



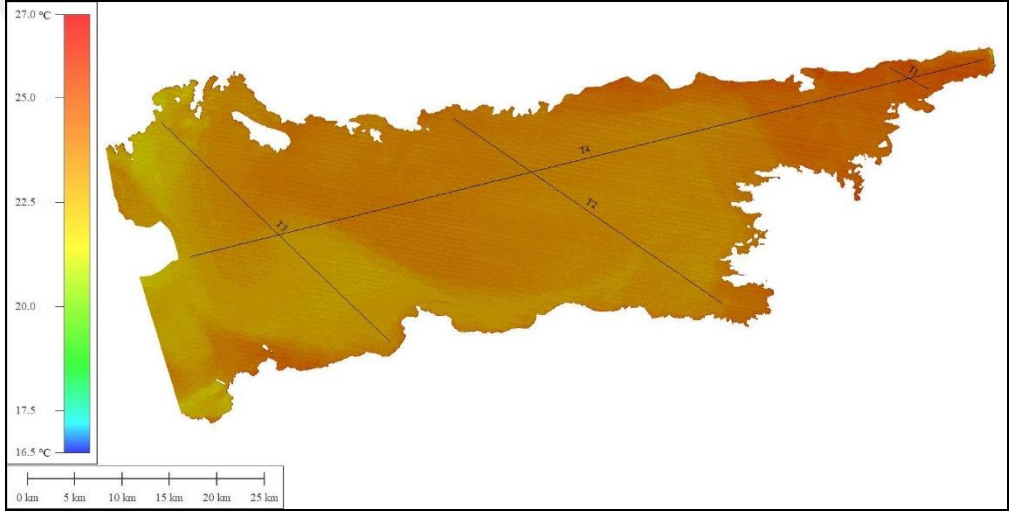
Şekil 4.41. 2001 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli



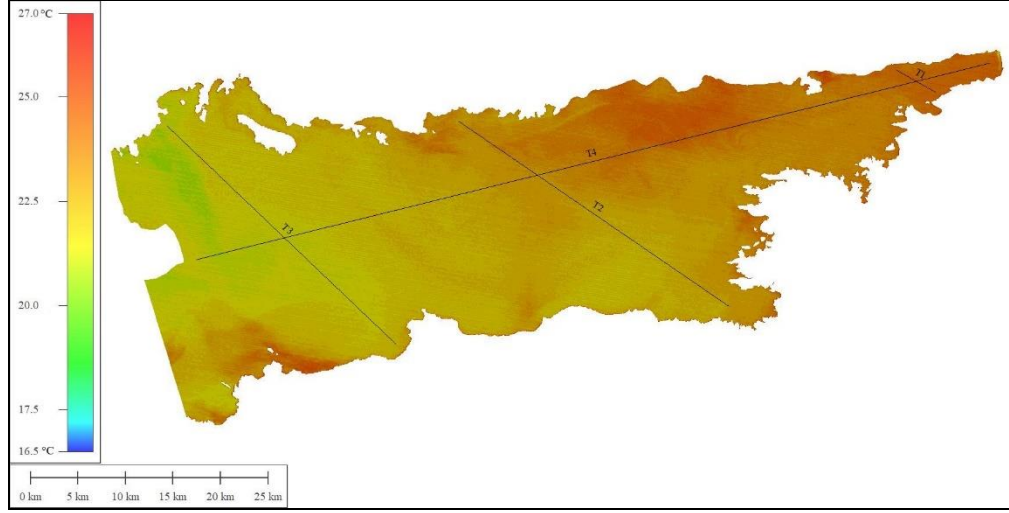
Şekil 4.42. 2002 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli



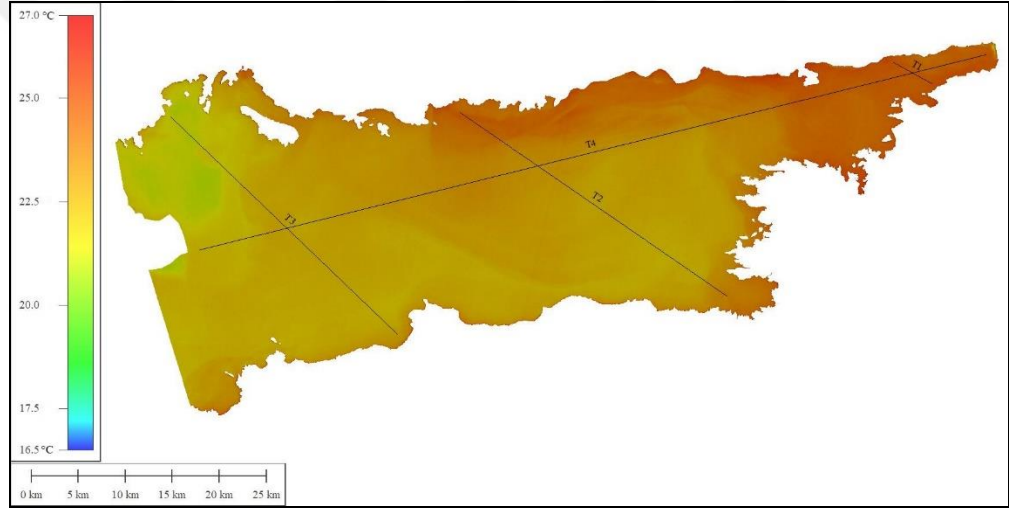
Şekil 4.43. 2009 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli



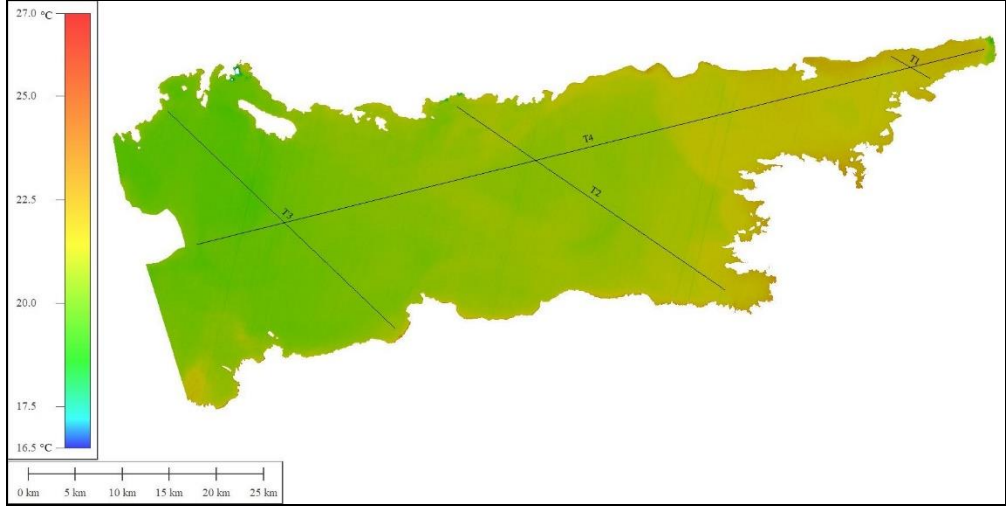
Şekil 4.44. 2010 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli



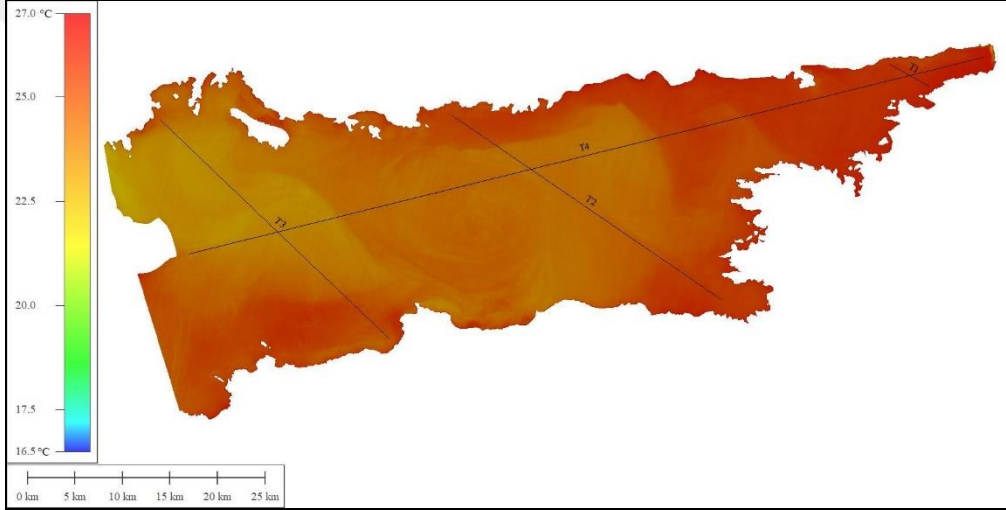
Şekil 4.45. 2011 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli



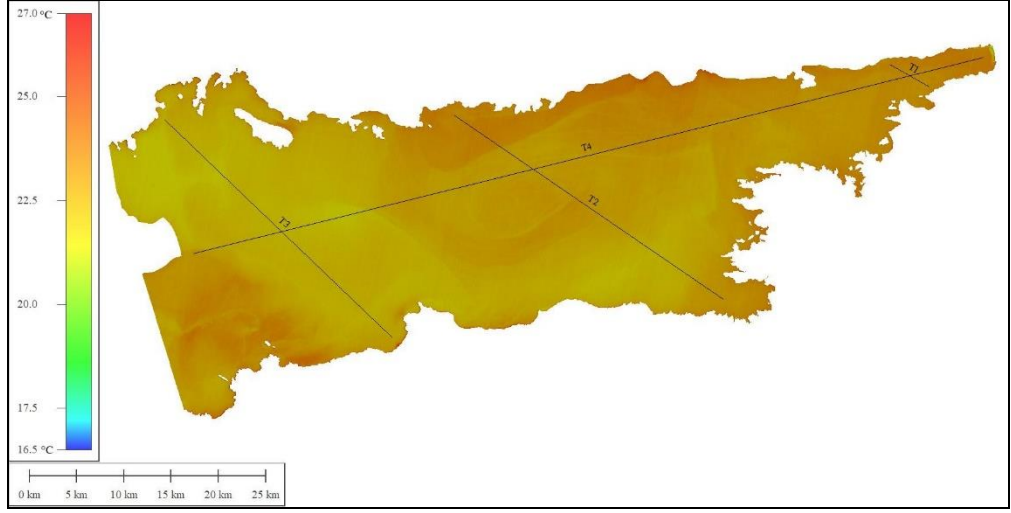
Şekil 4.46. 2013 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli



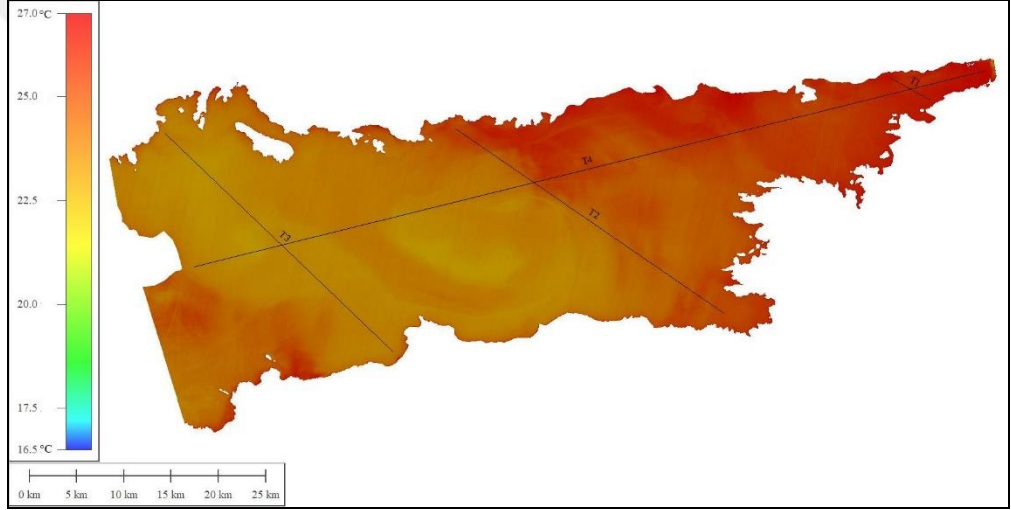
Şekil 4.47. 2014 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli



Şekil 4.48. 2015 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli



Şekil 4.49. 2016 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli

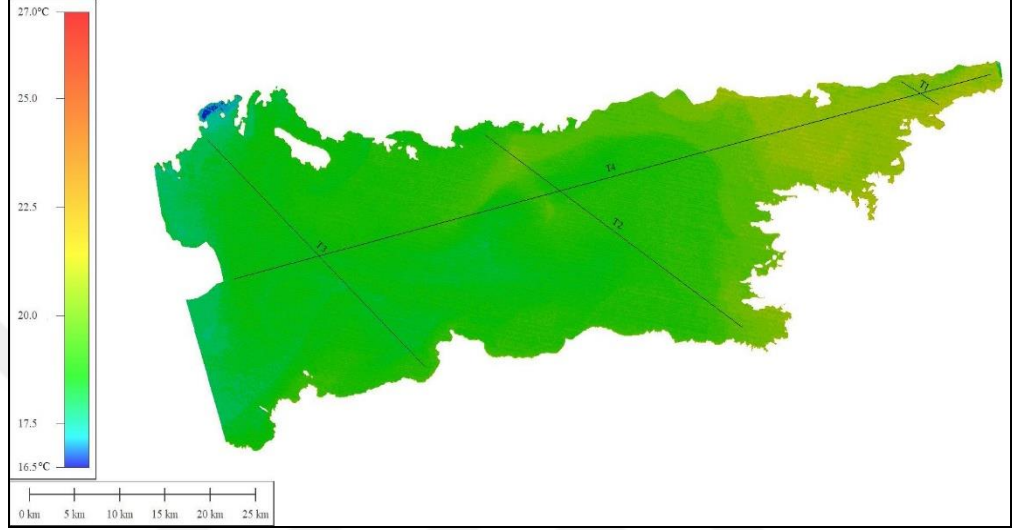


Şekil 4.50. 2017 yılı temmuz ayı sıcaklık modeli

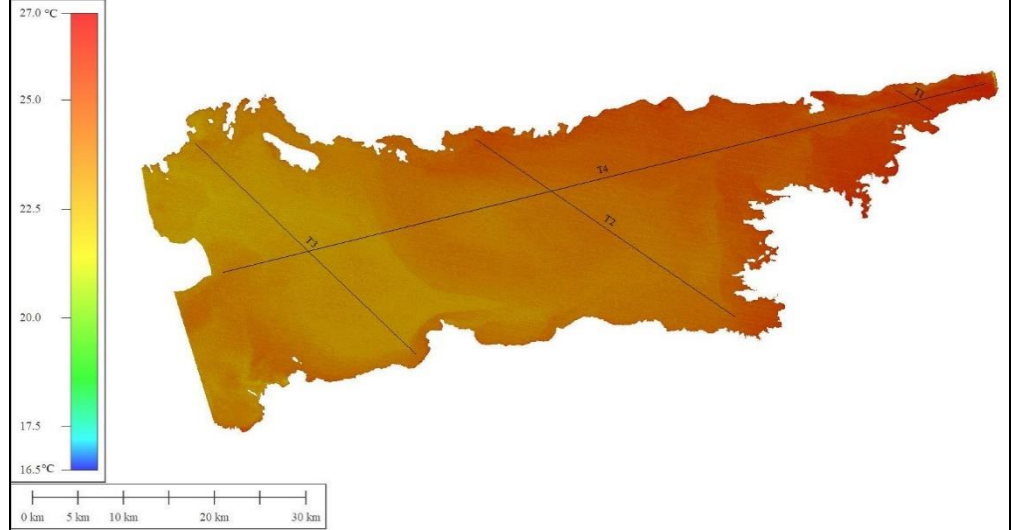
4.6.3. Ağustos ayı sıcaklık modelleri

1987 yılı körfezin sıcaklık ortalaması 21.4°C 'dir. Bodrum yarımadasından körfeze soğuk su girişi bulunmaktadır. Körfez sıcaklıkları iç körfezden doğu derin havzasına doğru dağılım göstermektedir. Ayrıca güneybatıdan kuzeydoğuya iç körfeze kadar uzanan düşük sıcaklıktaki yüzey suyu gözlemlenmiştir (Şekil 4.51.). 2000 yılı ortalama deniz yüzey suyu sıcaklığı 25.05°C 'dir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre 2000 yılı yağış miktarı 1987 yılına göre yüksektir. Ege Denizi'nden giren düşük sıcaklıktaki yüzey suyu körfezin güneydoğu kısmına kadar uzanır (Şekil 4.52.). 2001 yılı ortalama sıcaklık 24.4°C 'dir. Körfez yüzey suyunda ortalama 0.65°C düşüş tespit edilmiştir (Şekil 4.53.). Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre 2001 yılı 2000 yılına göre yağış miktarında artış gözlemlenmiştir. 2002 yılı ortalama sıcaklık 25.05°C 'dir. 2002 yılında yağış miktarında azalma söz konusudur. Sıcaklık körfez genelinde homojenlik göstermektedir (Şekil 4.54.). 2009 yılı ortalama sıcaklık 24.5°C 'dir (Şekil 4.55.). 2009 yılı yağış miktarında normallerin üzerinde artış görülmektedir. 2010 yılı sıcaklık ortalaması 24.95°C 'dir. Düşük sıcaklıktaki yüzey suyu Ege Denizi'nden güneydoğu yönündeki kıyılara doğru gözlemlenmektedir (Şekil 4.56.). 2011 yılına ait deniz yüzey suyu ortalama sıcaklığı 25.55°C 'dir. 2011 yılına ait yağış miktarı 2010 ve 2009 yılına göre daha az miktarda, normallerin altında gerçekleşmiştir (Şekil 4.57.). 2013 yılı ortalama sıcaklık 26°C 'dir. 2013 yılında ağustos ayı sıcaklıkları normalin üzerinde seyretmiş, yağış miktarında ise normallerin altında tespit edilmiştir. İç körfez ve kuzey doğu tarafındaki kıyıya paralel koylarda belirgin sıcaklık artışları gözlemlenmektedir (Şekil 4.58.). 2014 yılı ortalama sıcaklık 24.2°C olup, sıcaklık 1.8°C düşüş tespit edilmiştir. Bu yılda Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre yağış miktarında artış normallerin üzerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.59.). 2015 yılı ortalama sıcaklığı 25.95°C tespit edilmiştir. 2014 yılı ile karşılaştıracak olursak 1.75°C sıcaklık artışı tespit edilmiştir. Model üzerinde sıcaklık artışı hemen hemen tüm körfez üzerinde görülmekle beraber özellikle kuzey doğu bölümdeki kıyılarda sıcaklık daha yüksek görülmektedir (Şekil 4.60.). 2016 yılı ortalama deniz yüzey suyu sıcaklığı 25.75°C olarak tespit edilmiştir. 2015 yılına oranla %2 lik yağış miktarı artışı görülmektedir.

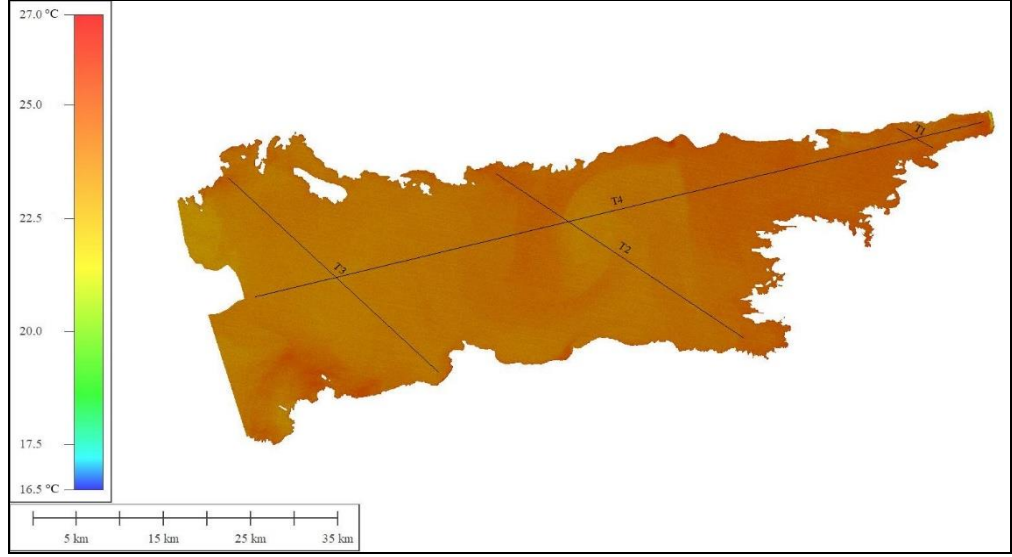
Körfezin doğu derin havzasından dış körfeze doğru yüzey sularının sıcaklıkları iç körfeze oranla daha düşüktür (Şekil 4.61.). 2017 yılı sıcaklık ortalaması 25.1°C'dir. İç körfez ve Körfezin kuzeydoğu kıyılarındaki sıcaklıkları oldukça yüksektir (Şekil 4.62.).



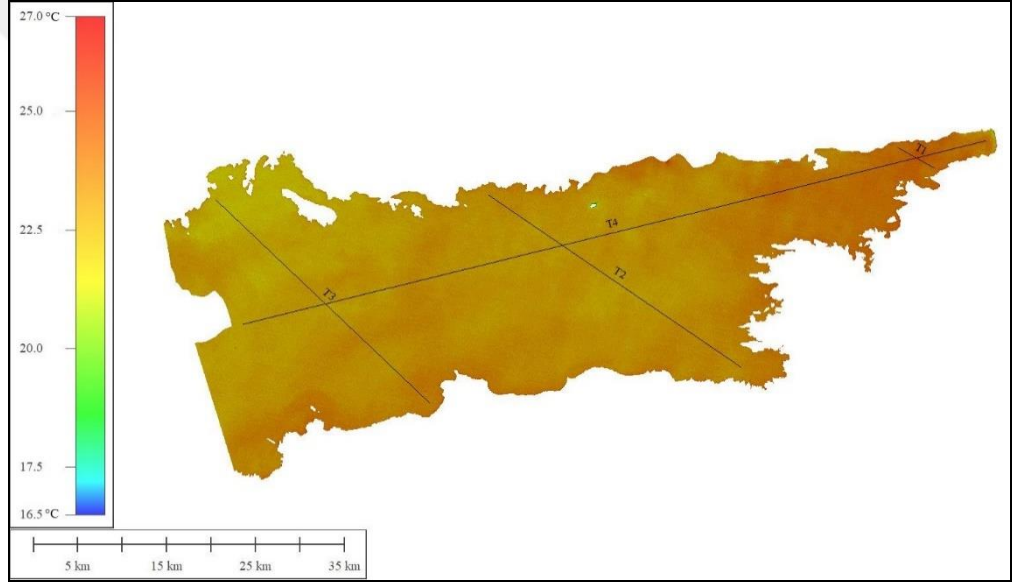
Şekil 4.51. 1987 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli



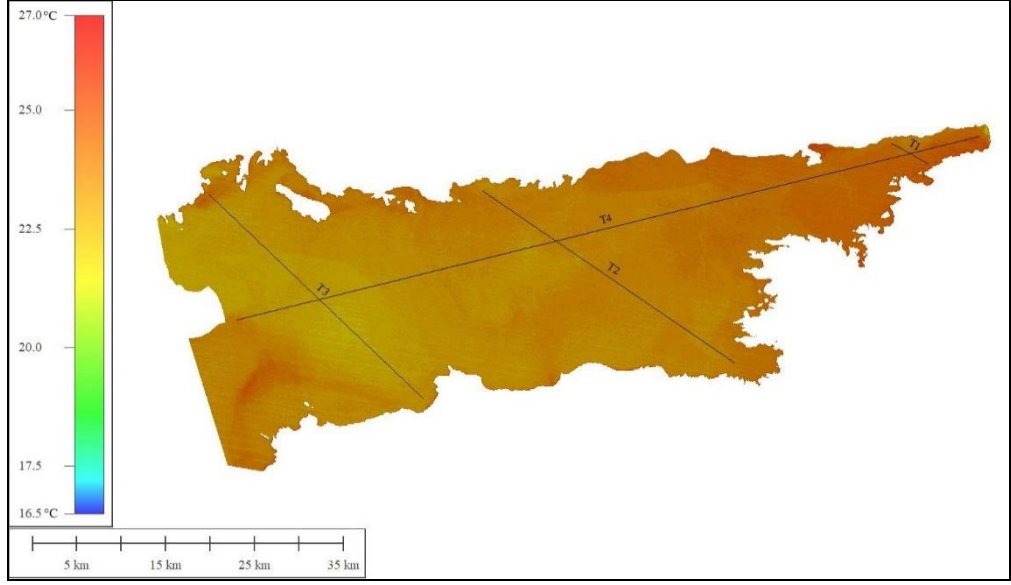
Şekil 4.52. 2000 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli



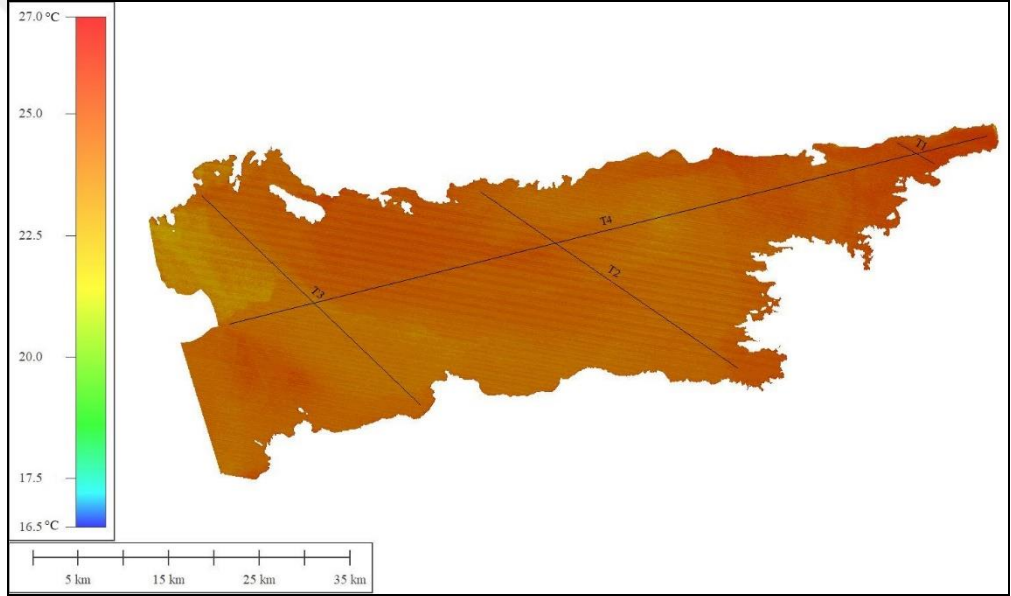
Şekil 4.53. 2001 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli



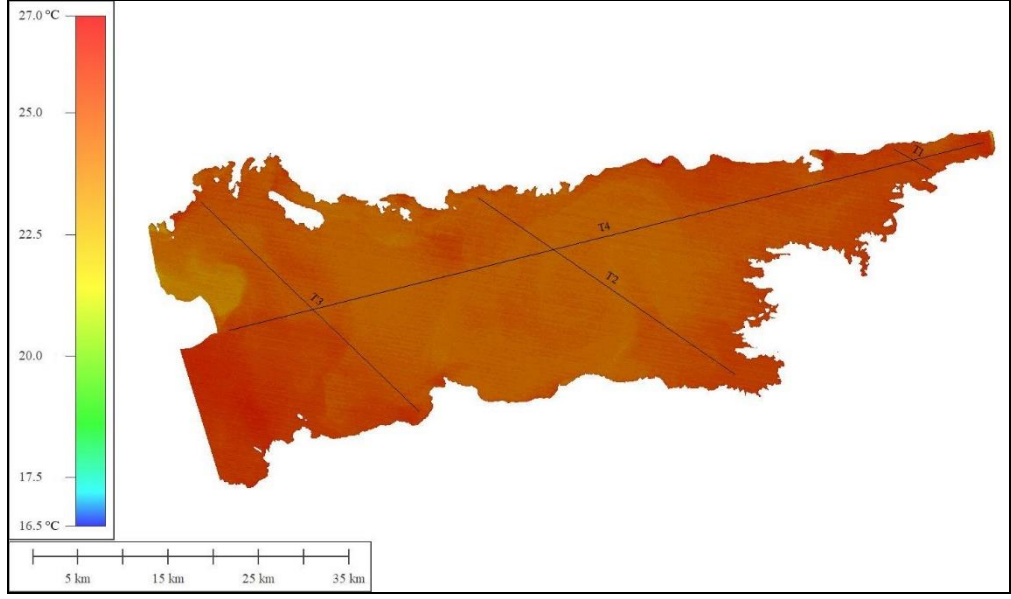
Şekil 4.54. 2002 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli



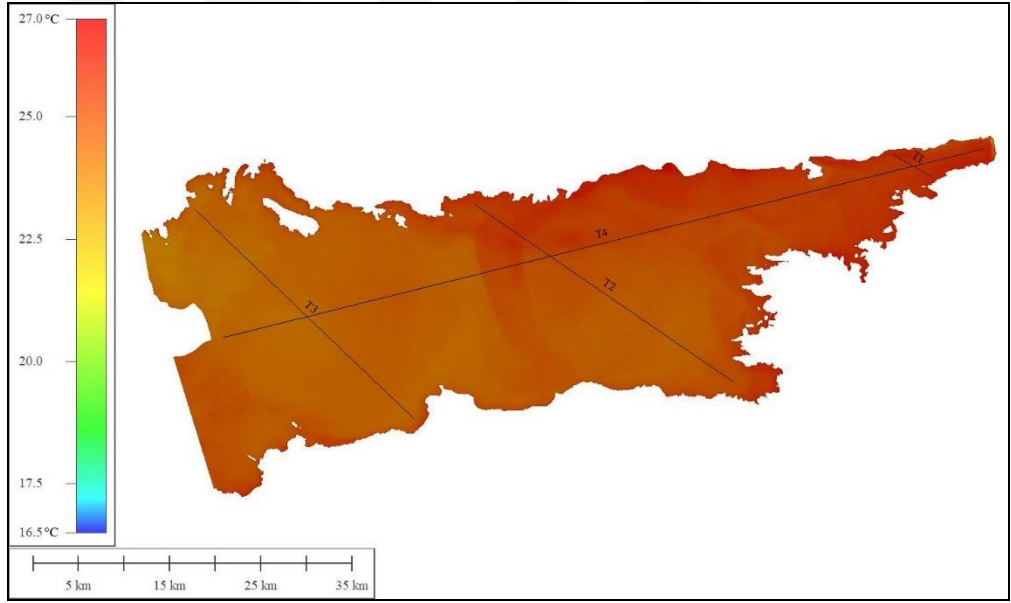
Şekil 4.55. 2009 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli



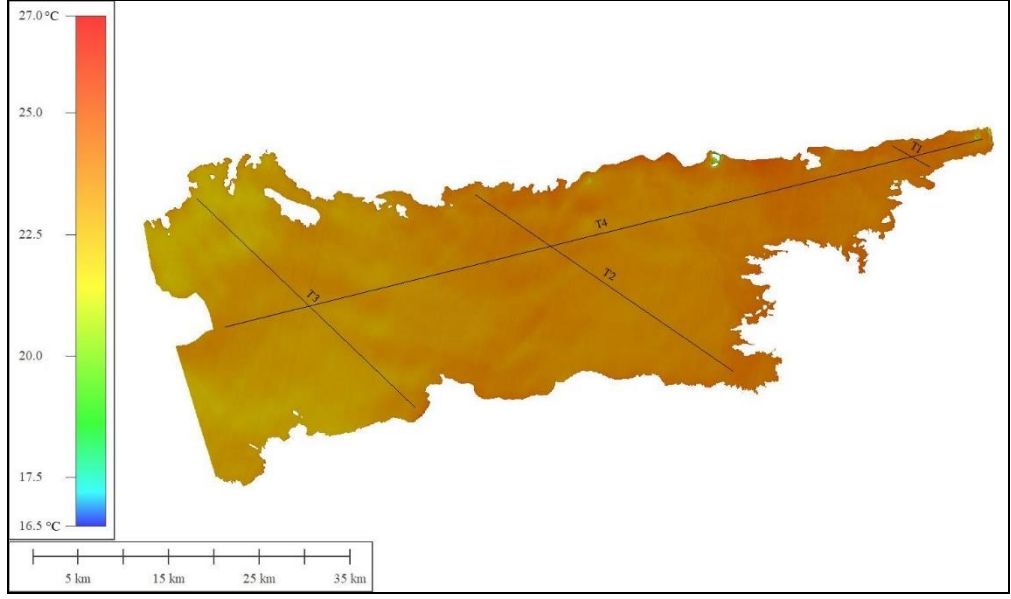
Şekil 4.56. 2010 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli



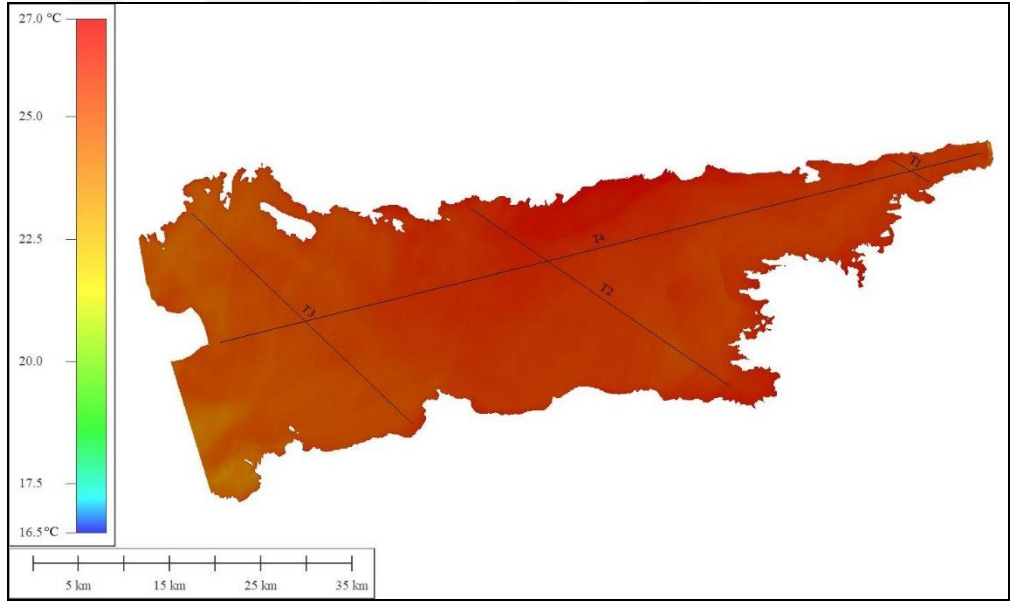
Şekil 4.57. 2011 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli



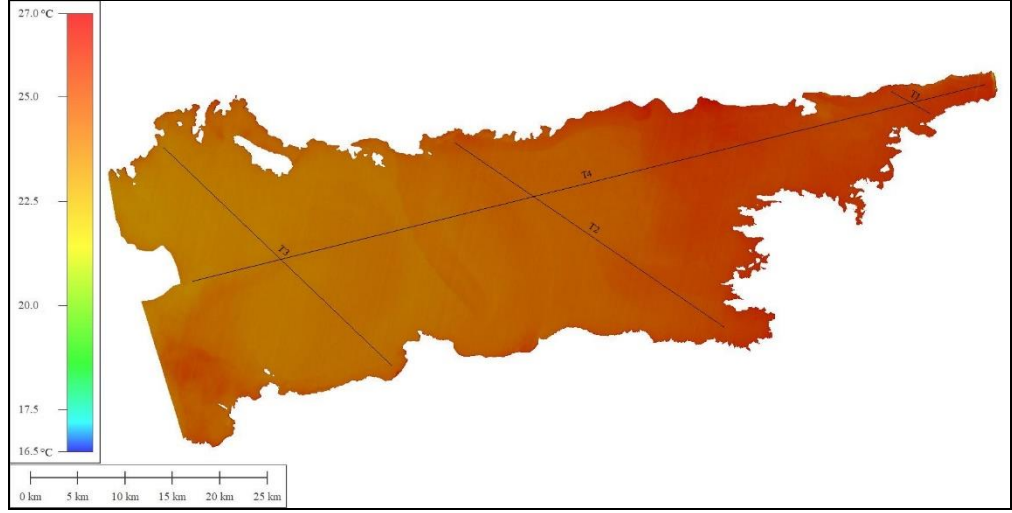
Şekil 4.58. 2013 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli



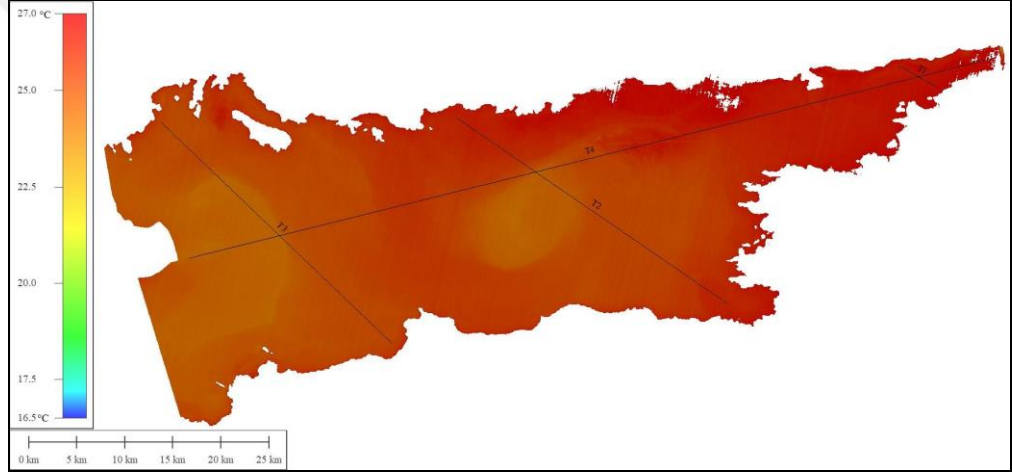
Şekil 4.59. 2014 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli



Şekil 4.60. 2015 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli



Şekil 4.61. 2016 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli



Şekil 4.62. 2017 yılı ağustos ayı sıcaklık modeli

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Haritalama ve modelleme gibi deniz suyunu karakterize etmek için günümüzde çeşitli araçlar mevcuttur. Coğrafi ve alansal süreç analizleri, bilim insanları tarafından seçilen alansal veriler temelinde farklı sonuçlar sağlayabilmektedir. Coğrafi bilgi bilimleri ve uzaktan algılama ile ilgili çalışmalar için bir diğer önemli değişken ise; alansal kalıpları, süreçleri anlamak ve analiz etmek için niceliksel yöntemlerin kullanılmasını öneren ölçeğin seçilmesidir. Özellikle, uzaktan algılanmış verileri kullanarak yapılan araştırmalarda, ölçek, alansal çözünürlükle belirlenir. Bu tür bir çözünürlük, uydu görüntüleri tarafından sağlanan coğrafi bilgilerin miktarını anlamak için önemli faktörlerden birini temsil etmektedir (Hwang ve Ku, 2005).

Alansal-zamansal tahmin haritalarının ve modellerin kullanımı, doğal süreçleri açıklamak, tahmin etmek veya değerlendirmek için yardımcı, problem çözme aşamasında da yön göstermektedir. Bu çalışma, Gökova Körfezi'nin yüzey suyu sıcaklık parametresinin araştırılarak, körfezin 1987 - 2017 yılları arasındaki sıcaklık dağılım modelleri değerlendirilmiş olup körfez üzerindeki iklim değişikliğini anlamaya odaklanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda, tahminlerin yaşanan gerçekliğe dönüştüğünü göstermektedir.

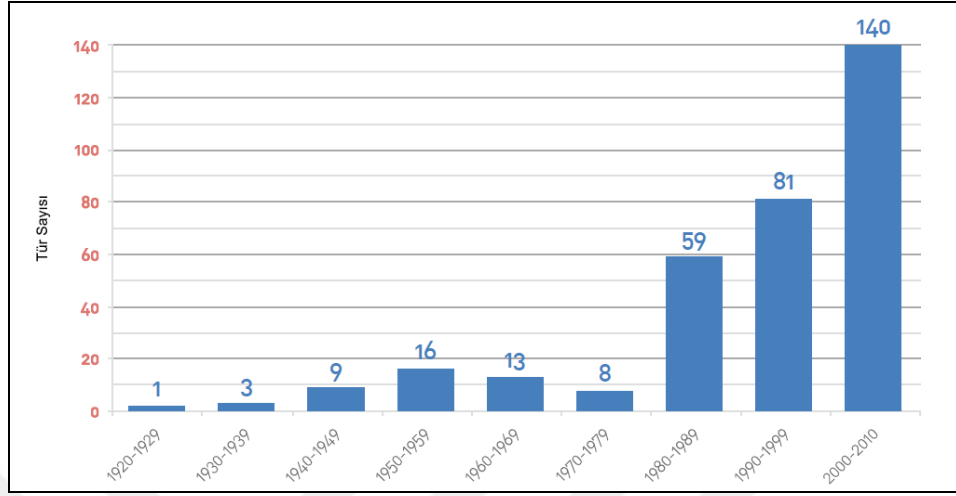
Sıcaklık tüm canlı organizmalar için oldukça hayati öneme sahiptir (Sarı vd., 2000; Egemen, 2006). Fakat sulardaki sıcaklığın önemi ise daha farklı değerlendirilmesi gerekmektedir. Uygun yaşam ortamları dışındaki sıcaklıklar balıkları ve canlıları olumsuz olarak etkilemektedir (Sarı vd., 2000). Su sıcaklıkları canlıların yaşamsal faaliyetleri, metabolik aktiviteleri, mevsimsel göçleri, yumurtlama dönemleri, birincil üretim, plankton çoğalmaları gibi dağılımları ve fenolojisi için belirleyici etkindir (EEA, 2017). Fenolojik değişim, organizmaların ömrü boyunca üreme ve büyüme olaylarında zaman değişikliği anlamına gelir (Walther vd., 2002).

İklim değişikliği, okyanusların yapılarını değiştirecek, dolayısıyla denizlerimizi ve toplumları etkileyecektir. Birleşmiş Milletler Hükûmetler Arası İklim Değişikliği

Panelinin raporuna göre “Okyanus sıcaklığı, fırtınaların yoğunluğu ve sıklığı, deniz seviyesi ve asidite oranlarının arttığı” sonuçlarına karar vermiştir. İklim değişikliği sonucunda meydana gelen bu değişimler kirlilik, balıkçılık ve diğer antropojenik faaliyetler üzerinden etkilenmiş olan canlı kaynakları üzerindeki baskıyı daha da arttıracak ve deniz ekosistemlerinin özellikleri değişime maruz kalacaktır (Chen, 2008). Su sıcaklığının artışı ile sudaki asiditenin artmasıyla kalker içeren plankton türleri ve mercanlarda ise beyazlaşma meydana gelerek bu ekosistemler zarar görmesinin yanı sıra mercanlar, iklim değişikliğine sebebiyet veren ısınmadan kaynaklanan karbondioksitin emilimini de azaltmaktadırlar. Birincil ve ikincil üreticilerin, oluşacak habitatların kaybı ile birleşince, iklim değişikliğinin balıkçılık alanlarına vereceği olumsuz etki endişe verici boyutta gözükmemektedir (Öztürk, 2006; Chen, 2008; Tüdev, 2013; EEA, 2017). Bu alandaki olumsuz etkiler balıkçılıkla bağımlı olan topluluklar üzerinde önemli yerel etkilere sahip olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca sıcaklık artışı ile Gökova Körfezi’nde yer alan *Posidonia oceanica* türünün de etkilenmesi beklenmektedir. Çünkü bu tür sıcaklığın yüksek olduğu alanlarda dağılım gösterememekte, dağılımını sınırlamaktadır. *P. oceanica* türünün körfezde azalması ya da yok olması birçok canlının üreme ve besin alanını da yok edecektir.

Su sıcaklığındaki artışlar, balıklar ve omurgasız türlerin yanı sıra birçok göçmen tür içinde tehlike arz etmektedir. Bu değişimin beraberinde sıcaklığa toleransı yüksek veya dar sıcaklık aralığında üreme dönemlerine sahip denizel türlerin bu dönemlerinin değişmesi ve lokasyonlarında yaşanacak olan farklılıklar kaçınılmazdır (Tüdev, 2013). Son yıllarda Cebelitarık Boğazından Akdenize tropikal akış, iklim değişikliği nedeni ile suların tropikalleştiği tespit edilmiştir. Bu değişimle Süveyş Kanalı’ndan giren yabancı tür sayısındaki artış göze çarpmaktadır. Türkiye kıyıları için 400 yabancı tür kaydı verilmiş olup bu türlerin 165 inin Ege Denizi, 330 un Akdeniz kıyılarında bulunduğu tespit edilmiştir (Çınar vd., 2011) (Şekil 5.1.). Gökova Körfezi’nden alınan kesitlerinin sıcaklık değişim grafiklerinde (Şekil 4.9.;4.21.) deniz yüzey suyu sıcaklığındaki değişimler yıllar içinde artış eğilimi göstermiş olup körfez sularının torpikleşmeye başlamasıyla yabancı türlerin bu sulara göç etmesi iklimsel değişikliğin olduğunu göstermektedir. 1961-1980 yıllarında bir yabancı türün sularımıza gelmesi 16 hafta da bir meydana gelirken, 1980-2000

yıllarında ise bu oran 3.7 haftaya kadar düşüş göstermiştir (Çınar vd., 2005). Bu orandaki farklılık ise sulardaki sıcaklık artışlarından kaynaklandığını ve bu sıcaklık artış sonucu türlerin göç ettiğini göstermektedir.



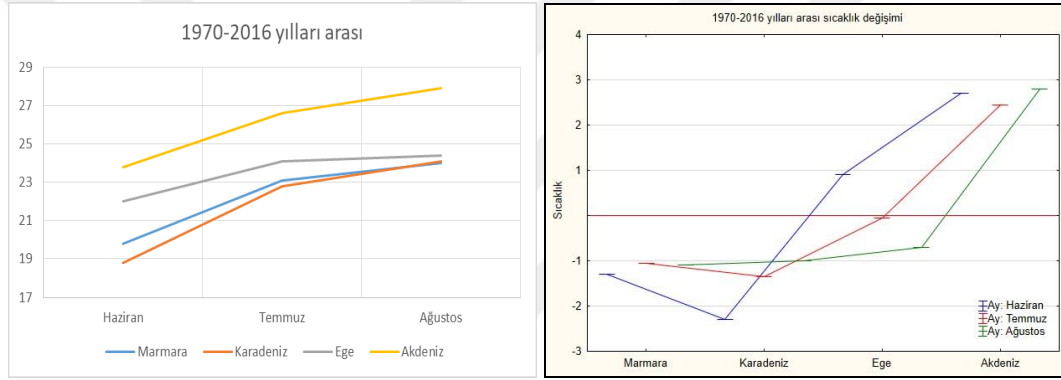
Şekil 5.1. Türkiye-Akdeniz kıyılarında 10 yıllık periyotlarda yabancı tür taşınım sayısı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016)

Uzaktan algılamanın CBS ile entegre edilmesiyle, yüzey suyu sıcaklığının alansal dağılımlarının belirlenmesi için ideal bir teknik olarak seçilmiştir. Teknik olarak yüzeyin üzerindeki her bir noktadan tek tek sıcaklık ölçümü almak pek mümkün olmayacaktır. Bu nedenle bütün deniz alanının kapsayıcı analizini mümkün kılmaktadır (Nas vd., 2009). Uzaktan algılama sistemlerinden üretilen veriler iklim ve meteoroloji çalışmalarında, iklim modellerine girdi olarak ve iklim model sonuçlarının doğrulanmasında kullanılmaktadır. Termal görüntülerden deniz yüzeyi oluşturulan deniz yüzey suyu sıcaklıkları yağış, rüzgar yönleri ve rüzgar ile taşınabilecek nem miktarlarını hesaplamakta kullanılmaktadır (Sertel ve Örmeci, 2009).

Gökova Körfezi'ndeki yüzey suyu sıcaklığındaki değişimleri belirlemek için uzaktan algılanmış olan termal uydu görüntüleri (Landsat 4-5, Landsat7 ETM+ ve Landsat 8 (OLI/TIRS)) kullanılmıştır. Isı dönüşüm algoritmaları CBS programları aracılığıyla uygulanmış olup, elde edilen model sonuçlarında sıcaklıklar, T1 kesitinde iç körfezde oldukça yüksek olduğu görülmüştür. T2 ve T3 kesit sıcaklıkları Ege Denizi'nden ve Bodrum Boğazı'ndan körfeze doğru akan akıntıdan etkilenmekte ve

bununla birlikte T1 kesite (iç körfez) oranla daha düşük sıcaklıklar tespit edilmiştir. T2 ve T3 kesitlerinin etkilenmiş olduğu akıntı sebebiyle buradaki su sirkülasyonu T1 kesitine göre daha fazladır ve T2 ve T3 kesitlerindeki canlı yaşamının daha aktif olduğu tahmin edilmektedir.

Okyanus ve denizlerde yüzey sıcaklıkları 20. yüzyılda dünya genelinde yükselmiştir. Kesitlerdeki sıcaklıklara bakıldığında yıldan yıla değişiklik olsa dahi, genel artış nettir ve son 30 yılda deniz yüzey sıcaklığı 1987 yılının sonundan bu yana diğer zamanlara kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. 1970-2016 yıllarında Marmara, Karadeniz, Ege Denizi ve Akdeniz için yapılmış olan deniz yüzey suyu sıcaklık ölçümlerinin sonuçları (Şekil 5.2.), uydu görüntülerinden elde etmiş olduğumuz sıcaklık değişimleri sonuçlarının tutarlılığını göstermektedir.



Şekil 5.2. 1970-2016 yılları arası deniz suyu sıcaklık ölçümleri

Deniz yüzey sıcaklıklarındaki değişiklikler, iklim sistemindeki genel ısınma trendini yansıtmakta ve dünya üzerindeki hava ve iklim kalıplarını da etkilemektedir (EPA, 2016). Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca hazırlanmış olan iklim değişikliği bildiri raporunda Türkiye'nin sıcak gün sayısının arttığını, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yağışların azalma trendi gösterdiğini vurgulamışlardır. Kesitlerin yüzey suyu sıcaklık grafikleri incelendiğinde ağustos ayının ortalama deniz yüzeyi sıcaklığının 1987 yılından sonra ortalama deniz yüzeyi sıcaklığının altına düşmediği, aksine ortalama sıcaklık değerlerinin üzerinde aşırı olarak arttığı, temmuz ayında yıldan yıla sıcaklıklar da yükseliş ve düşüş görülse de ortalama sıcaklık değerlerini aştığı ve sıcaklıklarda artış trendinin olduğu tespit edilmiştir.

İklim değışikliğinin küresel ortalamalara etkisinin yanında bölgesel ölçekte iklimsel değışikliklere ve etkilere de sebebiyet vermektedir. İklim değışikliğinin etkileri küresel ortalamalarda çok dikkat çekici boyutta kendini göstermese de bölgesel ölçekte çok ciddi etkileri olabilmektedir (Batan, 2014).

Okyanuslar ve denizler sürekli olarak atmosfer ile etkileşime girdiğinden, deniz yüzey sıcaklığı da küresel iklim üzerinde derin etkiler yaratmaktadır. Deniz yüzey sıcaklığındaki artışlar, okyanuslar üzerindeki atmosferik su buharı miktarında artışa neden olmuştur. Bu su buharı, yağış üreten, şiddetli yağış ve kar riskini artıran hava koşullarına yol açmaktadır. Deniz yüzey sıcaklığında meydana gelen değışiklikler, fırtına parçalarını değıştirebilir ve bazı bölgelerdeki kuraklıklara potansiyel olarak katkıda bulunur (EPA, 2016). Bu nedenle körfez kesitlerinde bazı yıllarda temmuz ayı sıcaklığı yüksek iken ağustos ayı düşük, bazılarında ise haziran ayı sıcaklığı yüksek iken temmuz ayı sıcaklığı düşük tespit edilmiştir. Bunun sonucunda yüksek sıcaklıklar ardından düşük sıcaklıklara sahip olan aylarda değışen yağış miktarlarına ve bununla beraber meteoroloji genel müdürlüğünce hazırlanmış olan olağanüstü olayların artışıındaki nedenin deniz yüzey sıcaklıklarındaki artış miktarına bağı olduğu görölmektedir.

Ülkemiz yeryüzünün oluşumundan bu zamana kadar iklim değışikliğinden en fazla etkilenen ölkeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle iklimde oluşabilecek değışikliklerden en çok etkilenecek ve önemli sorunlarla karşı karşıya kalabilecek bir konumdadır (Öztürk, 2002).

İklim değışikliğinin Türkiye'ye etkilerine bakıldığında, 1990'ların sonunda genel sıcaklık seviyelerinde yükselme göröldüğü ve 2050 yılına kadar sadece sera gazı faktörü dikkate alınarak yapılan sıcaklık tahminlerinde Türkiye'de 1-3°C artacağı yönünde tahmin yapılmıştır (Özdemir ve Bahadır, 2010).

Birleşmiş Milletler Hükümetler Arası İklim Değışikliği Panelinin (IPCC) senaryosuna göre 2100 yılına kadar yaklaşık 1-3.5°C'lik bir sıcaklık artışı olabileceğini ortaya koymuştur (IPCC, 2001).

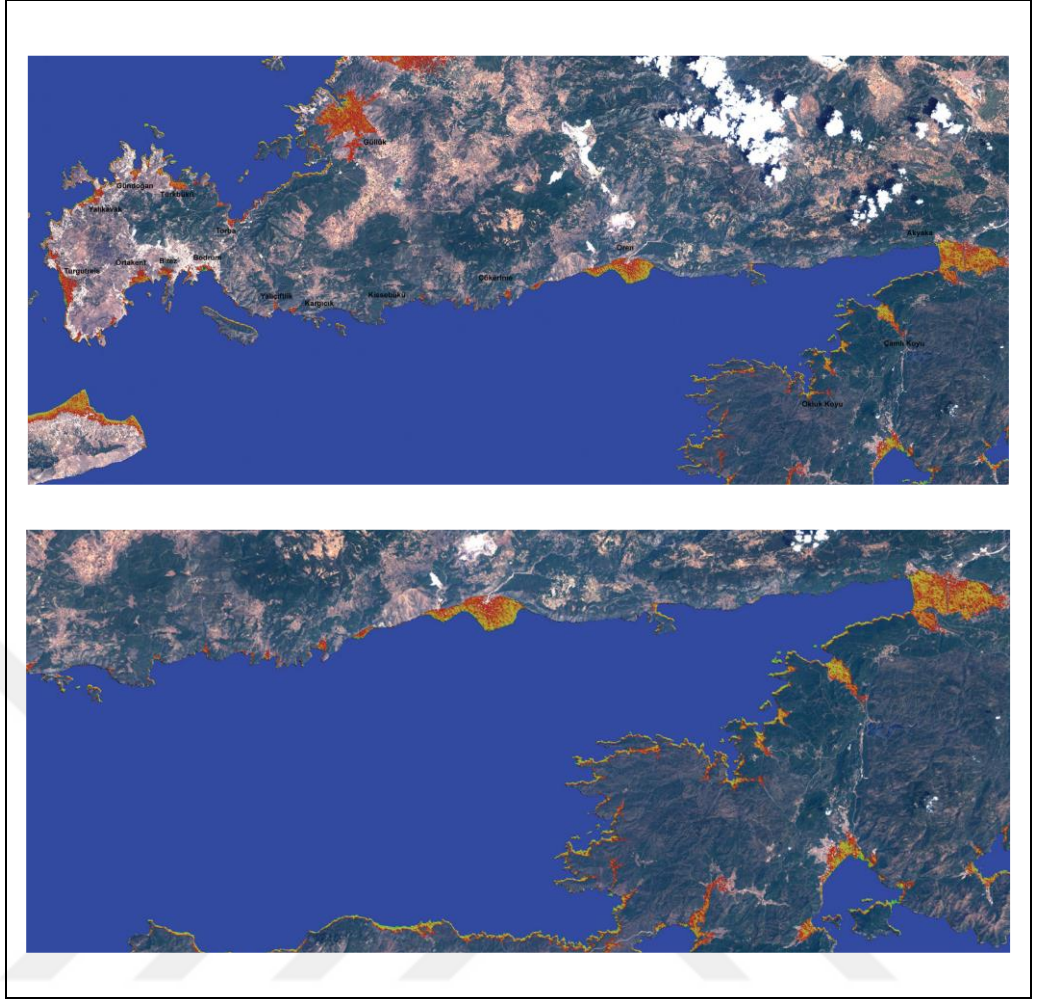
Yeni nesil konsantrasyon senaryolarına (RCP) dayanan uzun vadeli kestirimler değeriendirildiğinde, 21. Yüzyıl boyunca sıcaklıklarda artış gözlemlenmiştir. RCP

2.6 hariç tüm RCP senaryolarında 1850-1900'e göre 1.5°C'yi aşmıştır. Senaryo RCP 6.0'a göre 2081-2100 yılları arasında olması muhtemel sıcaklık artışını 1.4°C-3.1°C (RCP6.0) öngörülmektedir (IPCC, 2013).

Türkiye'nin tamamlamış olduğu Yarınların Projesi sonuçlarına göre; 2030'lu yılların sonuna kadar sıcaklıkların mevsimsel ve bölgesel farklılık göstermesiyle yaz mevsiminde sıcaklık artışlarının 6°C'ye ulaşması beklenmektedir (1960-1990 yıllarına göre) (WWF, 2016).

2011 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planında (2011-2020) ise ortalama sıcaklığın gelecek yıllarda 2.5-4°C artacağını ortaya koymuştur (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011). 1987-2017 yılları arasındaki yüzey suyu sıcaklık verileri ele alındığında sonuç olarak körfez kesitlerinde yaklaşık 3.5°C'den fazla sıcaklık artışları gözlemlenmiştir. Hükûmetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) ve Bakanlık tarafından hazırlanan Türkiye için iklim değişikliği senaryolarına göre bu durum ciddiye arz etmektedir.

Uzmanlar ve bilim dünyasında bu alanda çalışma yapan araştırmacılar, iklim değişikliklerinin olumsuz etkilerini indirgeyebilmek için ortalama sıcaklık artışı 2°C ile sınırlandırılması gerektiğini belirtmektedirler. Dünya Bankası karbondioksit emisyon oranlarının artmasıyla 2060 yılında ortalama sıcaklık artışı 4°C'yi bulabileceği uyarısını yapmışlardır (WWF, 2016). IPCC tarafından 2013 yılında hazırlanmış olan beşinci değerlendirme raporuna göre; ısınmanın 4°C'yi aşması halinde gıda güvenliği, tarımsal üretiminde yaşanacak olan olumsuz etkilerin yanı sıra balıkçılık açısından da olumsuz etkilerin görüleceğini, deniz seviyelerinde artış, suların daha asidik hale gelmesi ile mercanların tahribatının söz konusu olduğunu ve ekosistemin büyük tehlike altında kalacağını, küçük adaların ve deniz seviyesindeki bölgelerin sular altında kalacağını belirtmiştir. Gökova Körfezi deniz seviyesinin yükselmesi durumunda deniz turizmi açısından son derece önemli olan hemen hemen tüm koyların birinci derecede risk altında olduğu görülmektedir (Şekil 5.3.). Turistik ve kıyı şeridinde yer alan yerleşimler özellikle tehdit altındadır.



Şekil 5.3. Deniz seviyesi yükselmesinde Gökova Körfezi ve koylarının durumu (Kuleli, 2017)

Gelecekte de tıpkı geçmişte olduğu gibi iklimdeki değişikliklerin devam edeceği açıktır. Bugün atmosferde fazladan bulunan sera etkisi yaratan gazların yoğunluklarının aynı seviyede tutulabilmesi için bile 100 ile 300 yıl arasında bir zamana ihtiyaç bulunmaktadır. Sıcaklığın dengelenmesi için ise birkaç yüzyıl gerekmektedir (IPCC, 2007). İklim değişikliği raporuna göre, ülkemizde tespit edilen sera gazı salımı 2020 projeksiyonuna göre artış göstereceği tespit edilmiştir. Sonuç olarak sera gazı salım miktarını azaltma hedefine sahip olmayan Türkiye, Şekil 4.6.’da belirtilen modelin büyümesini hızla hayata geçirmektedir. Sera gazı salımı artışı ile sıcaklık artışı paralellik göstermektedir.

Gökova Körfezi biyolojik çeşitliliğiyle hem zengin hem de nesli tehlike altında, endemik, nadir birçok canlı türüne ev sahipliği yapmaktadır. Körfez, nutrientler bakımından oligotrofik yapıya benzeyen dağılımlar göstermektedir. Ve bununla

beraber drenaj alanı olmasıyla yerleşim yerlerinden ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan atıksuların azmaktalara karışarak yoğun tatlı su taşınımlarıyla körfeze ulaşmaktadır (Okuş vd., 2006). Besin artışları ve antropojenik kaynaklı besin elementi girişlerinin devam etmesi durumunda ve 1987 yılından itibaren körfezde tespit edilmiş olan sıcaklık artış trendi körfezin hassas dengesini bozabilir ve körfez yapısı ötrofik hale gelebilir. Çünkü iklim değişikliği ile sıcaklığın artması sudaki canlı organizmaların metabolik olaylarını hızlandırır ve bunun yanısıra su bitkilerinin aşırı solunumu ve ölüp çürümesiyle sudaki oksijen miktarını azalmaya başlar ve körfezde ölü alanların oluşmasına yol açar.

Gökova Körfezi'nde ve tatlısu ağızlarında nutrientce zengin bölgelerde canlıların beslenme ve üremeleri için ev sahipliği yapmaktadır. Bu bölgelerde yapılan çalışmalar sonucunda özellikle tatlısu ağızlarında toksik alg gelişimi gözlenmiştir (Okuş vd., 2006). Bu toksik alg gelişimi artan / artacak olan sıcaklıklar ile devamı sağlanacaktır. Toksik alg gelişimindeki artış bu bölgelerdeki birincil üretimden sorumlu fitoplankton gelişimini de olumsuz yönde etkilemesi beklenmektedir. Fitoplankton, okyanus ve deniz sularının ışık alan aydınlık yüzey tabakalarında yaşarlar. Bu organizmalar, birincil üretimi destekleyen zooplankton, küçük balıklar, karidesler, midye gibi bazı sucul canlı türlerine yem görevi görmektedir. Karbon, oksijen ve besin döngülerinde önemli rol oynamaktadırlar. Deniz ve okyanus sularının sıcaklığında ve döngülerindeki değişiklikler sonucunda bu plankton türleri yeni ısınan bölgelere doğru başlarlar (Kayhan vd., 2015). Küresel iklim değişikliği ile körfezdeki ekosistemin doğal dengesi bozularak, körfez ekosisteminin yeniden yapılandırılmasına sebebiyet verecektir ve bu durum güney yarım kürede yaşayan canlı türlerinin, kuzey yarım küreye göç etmesi anlamına gelmektedir. Yani kuzey bölgelere doğru biyocoğrafik bir yüklenme, baskı söz konusudur.

İklim değişikliği ile körfez bölgesinin etkileneceği alanlardan biri de turizmdir. Turizm noktalarının değişmeye başlaması ile turizm cazibelerini kaybetme riski ile karşı karşıya kalması muhtemeldir. Gökova bölgesi doğası ve çevresel etkenler yönünden dikkate alındığında, yıllık ortalama 270 güneşli güne sahiptir. Ilıman iklimi sayesinde önemli turizm noktalarından biridir. Bölgede yer alan koylar ve körfezde yat turizmi, mavi tur, kite sörf gibi faaliyetler popüleritesini korumaktadır.

Yerli ve yabancı turistlerin ilgi odağı olmuş durumdadır. Bu turizm noktaları, artan sıcaklıkla oluşabilecek hastalık risklerini beraberinde getirmektedir. Özellikle yerleşim yerlerinin yoğunlaştığı, atıkların fazla olduğu ve tekne trafiğinin yoğunlaştığı bölgelerde yaz aylarında bakteriyolojik kirliliğin gözlemlenebileceği söylenebilir.

Körfezin iklim değişikliğinden gördüğü / göreceği zararın daha iyi anlaşılabilmesi için daha fazla gözlemlerin ve araştırmaların yapılması gerekmektedir. Körfezin iklim değişikliği süresince zarar almadan bu durumu atlatabilmesi için bu konularda çalışan daimi interdisipliner bir kadro kurulmalı, yerel bir irade oluşturulmalıdır. Çünkü değişikliklerden kaynaklanan etkilerin tespit edilmesi tahmin edildiği kadar kolay değildir. Doğanın, ekosistemin nasıl bir tepki vereceği, değişimlerinde nerelerde nasıl olacağını doğrudan tespit etmek oldukça zordur. Bu değişimleri bulmanın en teknolojik, en ulaşılabilir yolu ise uzaktan algılama metodlarını kullanarak izlemeye ve modellemeye devam etmek, körfez ekolojik çalışmaları entegre edilerek geniş çaplı ve bütçeli projeler ile desteklemesi gerekmektedir. Böylelikle gelecek senaryolarını daha kapsamlı şekilde üretebilir ve karar destek mekanizmaları oluşturulabilir. İzleme yapılmadan değişimlerin anlaşılması, tespit edilmesi imkânsızdır. Değişim süreçleri izlenmeli, bu süreçler tekrar değerlendirilmeli ve canlıların optimum yaşam koşullarına göre dizayn edilmelidir. Birçok insanın geçimi deniz biyoçeşitliliğine ve ekosistemlere bağlıdır, bu yüzden denizlerin ısınmasını sınırlandıran eylem planları derhal uygulanmalıdır. Aksi takdir de uzmanlar tarafından sistemin çöküş alarmı verilecektir.

İklimin ne şekilde değişeceğini kestirmek zor gözükmektedir. İçinde bulunduğumuz son 11 bin yıldır devam eden Holosen buzul arası ılıman dönemin en azından bir 10 bin yıl ve belki 15 bin yıl kadar daha devam edeceği geçmiş buzul-ara buzul dönemlerinin bir çıkarımı olarak karşımızdadır (Çiner ve Sarı, 2013). Bu süreç içinde doğal sebeplerin etkisinin yanı sıra insan faktörünün rolünün ne olacağını tahmin etmek de karşımızda önemli bir soru olarak durmaktadır.

Ülkemiz iklim değerlendirme raporu 2011 yılında hazırlanmıştır. Ancak deniz yüzey suyu sıcaklıklarının modellenmesi ile ilgili çalışmaların daha geniş kapsamda yapılması gerekmektedir. Öncelikle deniz yüzey sıcaklıkların belirlenip, iklim

olaylarının tahmin edilebilmesi için bu tez çalışmasında kullanılan metod uygulanarak çalışmalara başlanabilir ve tahmin edilen sıcaklıklar ile yağış, rüzgâr ve nem parametrelerinin tahminleri yapılarak iklim modelleri oluşturulmalıdır. Böyle bir model için çalışma alanı olarak Gökova Körfezinde gerçekleştirilen bu çalışmanın uygulanabileceğini göstermekle beraber sadece uydu görüntülerinin işlenmesi yeterli değildir. Bununla beraber daha fazla gözlem yapılmalı ve yerinde ölçümlerle bu çalışmalar desteklenmelidir. Sıcaklık modelleri ekolojik sahalarla beraber yürütülmelidir.

Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizin vakit kaybetmeden iklim değişikliği çalışmalarını hızlandırmaları gerekmektedir. Körfezin Özel Çevre Koruma Statüsünde olması ile koruma altındaki türler ve yabancı türler için üreme, beslenme, yumurtlama, gelişme alanı olması bu bölgenin iklim değişikliğinden etkilenme hassasiyetini arttırmaktadır. Hükümetin ve bu konuda devletin yetkili mercileri harekete geçmelidir. Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular ülkemizdeki iklim değişikliği çalışmalarına kullanılan metod ile hem örnek hem de kaynak teşkil edecektir.

KAYNAKLAR

- Aggrawal, S. (2003) Principles of Remote Sensing, *Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology*, 7-11 Temmuz, Dehra Dun, India, 23-28.
- Alshaikh, Y. A. (2016) Detection of Sea Surface Temperature and Thermal Pollution of Agricultural Coastal Areas using Thermal Infrared, Jeddah City, West KSA, *GARJAS*, 5(1): 051-060. ISSN: 2315-5094
- Anding, D. ve Kauth, R. (1970) Estimation of Sea Surface Temperature from Space, *Remote Sens Environ*, 1(4): 217-220.
- Bard, E. (1999) Ice Age Temperatures and Geochemistry, *Science*, 284:1133-1134
- Barton, I. J. (1985) Transmission model and ground-truth Investigation of Satellite-Derived Sea Surface Temperatures, *J Clim Appl Meteorol*, 24: 508-516.
- Barton, I. J. (1992) Satellite-derived sea surface temperatures- A Comparison between Operational, Theoretical and Experimental Algorithms, *J Appl Meteorol*, 31: 433-442.
- Barton, I. J. (1995) Satellite-derived sea surface temperatures: Current status, *J. Geophys Res*, 100:8777-8790.
- Batan, M. (2014) *Küresel İklim Değişikliği ve Beklenen Sonuçlar*, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Diyarbakır, 191s.
- Belkin M.I. ve O'Reilly, J.E. (2009) An algorithm for oceanic front detection in chlorophyll and SST satellite imagery, *J Mar Syst*, 78: 319–326.
- Bindoff, N. L., Bindoff, N.L., Willebrand, J., Artale, V., Cazenave, A., Gregory, J.M., Gulev, S., Hanawa, K., Le Quere, C., Levitus, S., Nojiri, Y., Shum, C.K., Talley, L.D. ve Unnikrishnan, A.S. (2007) Observations: Oceanic climate change and sea level, in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by S. Solomon et al., Cambridge Univ. Press, New York, 385–432.
- Blue Marble Geographics (2017)<http://www.blumablegeo.com/docs/guides/global-mapper-18-2-getting-started-en.pdf>
- Bozkurt, Ö. (2010) *Saros ve Gökova Körfezlerinde Trol Av Kompozisyonu ve Karşılaştırması*, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 72s.
- Buckley, D. J. (1997) The GIS Primer – An Introduction to Geographic Information Systems, 115s.
http://www.innovativegis.com/basis/primer/The_GIS_Primer_Buckley.pdf

- Burrough P.A. ve McDonnell, R.A. (1998) *Principles Of Geographical Information Systems*, Geography, Oxford University Press, 332s.
- Cane, M.A., Clement, A.C., Kaplan, A., Kushnir, Y., Pozdnyakov, D., Seager, R., Zebiak, S.E. ve Murtugudde, R. (1997) Twentieth-Century Sea Surface Temperature Trends, *Science*, 275: 957-960.
- Casey, K. S. ve Cornillon, P. (1999) A comparison of satellite and in situ based sea surface temperature climatologies, *J Clim*, 12: 1848–1863.
- Cayula, J.F., Comillon, P., Holyer, R. ve Peckinpaugh, S. (1991) Comparative Study of Two Recent Edge-Detection Algorithms Designed to Process Sea-Surface Temperature Fields, *IEEE Trans Geosci Remote Sens*, 29(1): 175-177.
- Chen, C.T.A. (2008) Effects of Climate Change on Marine Ecosystems, In Fisheries for Global Welfare and Environment, *5th World Fisheries Congress*, 307-316.
- Cidhagen, L. (1986) Coastal Upwelling in the Baltic Sea-Satellite and in situ Measurements of Sea-Surface Temperatures indicating Coastal Upwelling, *Estuar Coast Shelf Sci*, 24: 449-462.
- Cihangir, B., Benli, H.A., Cirik, Ş., Ünlüoğlu, A. ve Sayın, E. (1998) Bioecological properties of Gökova Bay (in Turkish with English abstract). *Bodrum Yarımadası Çevre Sorunları Sempozyumu*.15-19 Şubat, Bodrum.
- Coil, C., Caselles, V. ve Valor, E. (1993) Atmospheric correction and determination of sea surface temperature in midlatitudes from NOAA-AVHRR data, *Atmos Res*, 30: 233-250.
- Cowtan, K., Hausfather, Z., Hawkins, E, Jacobs, P., Mann, M.E., Miller, S.K., Steinman, B.A., Stolpe, M.B. ve Way,, R.G. (2015) Robust comparison of climate models with observations using blended land air and ocean sea surface temperatures, *Geophys Res Lett*, 42: 6526–6534.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2016) Türkiye İklim Değişikliği 6. Ulusal Bildirimi, 278s.
https://www.csb.gov.tr/db/destek/editordosya/Turkiye_Iklim_Degisikligi_Altinci_Ulusal_Bildirimi.pdf
- Çınar, M. E., Bilecenoglu, M., Öztürk, B., Katagan, T. ve Aysel, V. (2005) Alien species on the coasts of Turkey, *Mediterr Mar Sci*, 6:119-146.
- Çınar, M.E., Bilecenoglu, M., Öztürk, B., Katağan, T., Yokeş, M.B., Aysel, V., Dağlı, E., Açıık, S., Özcan, T. ve Erdoğan, H. (2011) An updated review of alien species on the coasts of Turkey, *Mediterr Mar Sci*, 12 (2):257–315.
- Çiner, A. ve Sarıkaya, M.A. (2013) *Türkiye’deki İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Enerji, Bölüm 1: Buzullar ve İklim Değişikliği: Geçmiş, Günümüz ve Gelecek*, istanbul, ENİVA-Enerji ve iklim Değişikliği Vakfı, 145 s.
- Çoker, T ve Akyol, O. (2014) Gökova Körfezi (Ege Denizi) balık tür çeşitliliği üzerine bir değerlendirme, *Ege J Fish Aqua Sci*, 31(3): 161-166.

- Davis, R.E. (1976) Predictability of Sea Surface Temperature and Sea Level Pressure Anomalies over the North Pacific Ocean, *J Phys Oceanogr*, 6(3): 249-266.
- Demir, B. (2015) *Karadeniz Deniz Yüzey Sıcaklığının Yersel Ve Uzaktan Algılama Teknikleriyle Uzun Dönemli Analizi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Depledge, M.H. ve Bird, W.J. (2009) The blue gym: health and wellbeing from our coasts, *Mar Pollut Bull*, 58(7): 947-948.
- Doney, S.C., Fabry, V.J., Feely, R.A. ve Kleypas, J.A. (2009) Ocean acidification: The other CO₂ problem, *Ann Rev Mar Sci*, 1: 169–192.
- Egemen, Ö. (2006) *Su kalitesi*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın no:14, 6. baskı, 150 s, Bornova, İzmir.
- EMB (European Marine Board) (2013) Linking oceans and human health: a strategic research priority for Europe. Position paper 19 of the European Marine Board, Ostend, Belgium.
- Emerson, S. ve Hedges, J. (2008) *Chemical Oceanography and the Marine Carbon Cycle*, Cambridge University Press, 978-0-521-83313-4.
- EEA (European Environment Agency) (2016) <http://www.eea.europa.eu/tr/themes/climate/about-climate-change>
- EEA (European Environment Agency) (2017) Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 An indicator-based report. EEA Report No 1/2017.
- EPA (2016) Climate Change Indicators in the United States: Sea Surface Temperature, www.epa.gov/climate-indicators - Updated August 2016
- Eronat, C. ve Sayın, E. (2014) Temporal evolution of the water characteristics in the bays along the eastern coast of the Aegean Sea: Saros, İzmir, and Gökova bays, *Turkish J Earth Sci*, 23: 53-66.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2010) *ArcGIS 10 Desktop Uygulama Dokümanı*, 215s.
- Evans, J. E. (1993) Sensitivity of tropical cyclone intensity to sea surface temperature, *J Clim*, 6: 1133-1140.
- Everett, I. ve Simonett, D. S. (1976) *Principles, concepts, and Philosophical problems in Remote Sensing*, Chapter 3 in *Remote Sensing of Environment*, J. Lintz, Jr., and D. S. Simonett (eds.), Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Massachusetts, 124-126s.
- Fearnhead, P.G. (1975) On the formation of fronts by tidal mixing around the British Isles. *Deep-Sea Res*, 22: 311–321.
- Garrison, T. (2009) *Oceanography: An Invitation to Marine Science*, Seventh Edition, Cengage Learning Publisher, 2009, 608.
- Gentemann, C. L., Donlon, C. J., Stuart-Menteth, A. ve Wentz, F. J. (2003) Diurnal signals in satellite sea surface temperature measurements, *Geophys Res Lett*, 30(3): 1140.

- Gentemann, C. L., Wentz, F. J., Mears, C. A. ve Smith, D. K. (2004) In situ validation of Tropical Rainfall Measuring Mission microwave sea surface temperatures. *J Geophys Res*, 109: C04021.
- Gentemann, C.L., Meissner T. ve Wentz, F. J. (2010) Accuracy of satellite sea surface temperatures at 7 and 11 GHz, *IEEE Trans Geosci Remote Sens*, 48(3):1009–1018.
- Ginzburg, A.I., Kostianoy, A.G. ve Sheremet, N.A. (2004) Seasonal and interannual variability of the Black Sea surface temperature as revealed from satellite data (1982–2000), *J Mar Syst*, 52: 33– 50.
- Glickman, T. S. (2000) *Glossary of Meteorology*, published by American Meteorological Society, The University of Chicago Press: Chicago (USA), 850s.
- Goodchild, M.F. (2002) *Measurement-based GIS*. In W. Shi, P.F. Fisher, and M.F. Goodchild, editors, *Spatial Data Quality*. New York: Taylor and Francis, 5–17, 365s.
- Goreau, T.J. ve Hayes, R.L. (1994) Coral bleaching and ocean "hot spots", *Ambio*, 23: 176–80.
- Graham, S. (1999) La Niña. NASA's Earth Observatory, EOS Project Science Office. NASA Goddard Space Flight Center. <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/LaNina/printall.php>
- Graham, S. (2000) Milutin Milankovitch (1879-1958). NASA's Earth Observatory, <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Milankovitch/>
- He, R., Weisberg, R.H., Zhang, H., Muller-Karger, F.E. ve Helber, R.W. (2003) A cloud-free, satellite-derived, sea surface temperature analysis for the West Florida Shelf, *Geophys Res Lett*, 30(15): 1811.
- Heywood, I., Cornelius, S. ve Carver, S. (2006) *An Introduction to Geographical Information Systems*, 3.baskı, Pearson Prentice Hall: Harlow, UK, 426s.
- Hughes, T.P., Kerry, J.T., Álvarez-Noriega M., Álvarez-Romero J.G., Anderson K.D., Baird, A.H., Babcock, R.C., Beger, M., Bellwood, D.R., Berkelmans, R., Bridge, T.C., Butler I.R., Byrne, M., Cantin, N.E., Comeau, S., Connolly, S.R., Cumming, G.S., Dalton, S.J., Diaz-Pulido, G., Eakin, C.M., Figueira, W.F., Gilmour, J.P., Harrison, H.B., Heron, S.F., Hoey, A.S., Hobbs, J.A., Hoogenboom, M.O., Kennedy, E.V., Kuo, C.Y., Lough, J.M., Lowe, R.J., Liu, G., McCulloch, M.T., Malcolm, H.A., McWilliam, M.J., Pandolfi, J.M., Pears, R.J., Pratchett, M.S., Schoepf, V., Simpson, T., Skirving, W.J., Sommer, B., Torda, G., Wachenfeld, D.R., Willis, B.L. ve Wilson, S.K. (2017) Global warming and recurrent mass bleaching of corals, *Nature*, 543(7645): 373-377.
- Hwang, C. ve Ku, C.Y. (2005) Exploring the optimum spatial resolution for satellite imagery: a coastal area case study, in: Bartlett, D. et al. (Ed.) *GIS for coastal zone management*, 77-93.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2001) Third Assessment Report: Climate Change 2001 (TAR).

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007) *Climate change 2007: Synthesis report*. In: Core writing team, Pachauri, R.K., Reisinger, A. (eds) Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2011) Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, Kampala.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2013) *Climate change 2013: the physical science basis*. In: Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM (eds) Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, 1535s.
- Irons, J. (2012) *Landsat 7 science data user's handbook*, in, Report 430-15-01-003-0. National Aeronautics and Space Administration [online]. Available from: <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/>
- JARS (Japan Association of Remote Sensing) (1999) *Remote Sensing Notes* edited by Japan Association of Remote Sensing, Produced by National Space Development Agency of Japan (NASDA) / Remote Sensing Technology Center of Japan (RESTEC). Prepared by Asian Center for Research on Remote Sensing (ACRoRS) in Asian Institute of Technology (AIT).
- Jevrejeva, S., Moore, J.C., Grinsted, A. ve Woodworth, P.L. (2008) Recent global sea level acceleration started over 200 years ago?, *Geophys Res Lett*, 35: L08715.
- Kaplan, A., Cane, M.A., Kushnir, Y., Clement, A.C., Blumenthal, M.B. ve Rajagopalan, B. (1998) Analyses of global sea surface temperature 1856-1991, *J Geophys Res*, 103(C9): 18.567-18.589.
- Kayhan, F.E., Kaymak, G., Tartar, Ş., Akbulut, C., Esmer, H. E. ve Yön Ertuğ, N.D. (2015) Küresel Isınmanın balıklar ve deniz ekosistemleri üzerine etkileri, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 31(3):128-134.
- Kawai, Y. ve Kawamura, H. (2002) Spatial and temporal variations of model-derived diurnal amplitude of sea surface temperature in the western Pacific Ocean, *J Geophys Res*, 110: C08012.
- Keeling, R.F., Kortzinger, A. ve Gruber, N. (2010) Ocean deoxygenation in a warming world, *Annu Rev Mar Sci*, 2: 199–229.
- Kennedy, J. J., Smith, R. O. ve Rayner, N. A. (2012) Using AATSR data to assess the quality of in situ sea-surface temperature observations for climate studies, *Remote Sens Environ*, 116: 79–92.
- Kemmerer, A. J. ve Benigno. J. A. (1973) Relationships between remotely sensed fisheries distribution information and selected oceanographic parameters in the Mississippi Sound. *Symposium of Significant Results Obtained from ERTS-1, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md., NASA*, Mar. 5-9, 1973.

- Kidwell, K. B. (1998) NOAA polar orbiter data user's guide (TIROS-N, NOAA-6, NOAA-7, NOAA-8, NOAA-9, NOAA-10, NOAA-11, NOAA-12, NOAA-13 and NOAA-14): November 1998 revision. U.S. Department of Commerce, NOAA, NESDIS, NCDC, Climate Services Division, Satellite Services Branch, Suitland, MD.
- Kıraç, C.O., Orhun, C., Toprak, A., Veryeri, N.O., Orsi, U.G., Ünal, V., Erdem, M., Çalca, A., Ergün, G., Suseven, B., Yalçiner, A. C., Manap, E., Kızılkaya, Z., Battal, M.K., Savaş, Y., Dessane, D., Yıldırım, Z.D., Veryeri, N.G., Kaboğlu, G., Çağlayan, S., Özden, E. ve Güçlüsoy, H. (2010) Gökova Özel Çevre Koruma Bölgesi Kıyı ve Deniz Alanları Bütünleşik Yönetimi Planlaması, *Türkiye Kıyıları Ulusal Konferansı*. KAY Türk Milli Komitesi, 27 Nisan–1 Mayıs 2010, Trabzon.
- Kıraç, C. O., Ünal, V., Veryeri, N. O., Güçlüsoy, H. ve Yalçiner, A. C. (2012) Gökova'da Yürütülen Kıyı Alanları Yönetimi Temelli Projeler Envanteri ve Korumada Verimlilik, *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IX. Ulusal Kongresi (KAY 9. Kongre)*, 14-17 Kasım 2012. Hatay, Türkiye.
- Klein, S., Soden, B. J. ve Lau, N. C. (1999) Remote Sea Surface Temperature Variations during ENSO: Evidence for a Tropical Atmospheric Bridge, *J Clim*, 12: 917-932.
- Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü (2002) Denizlerde ve İçsularda Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 34/1 Numaralı Sirküler. Ankara: Tarım ve Köyşleri Bakanlığı.
- Kuleli, T. (2017) İklim Değişikliği, Türkiye Kıyıları ve Deniz Turizmi, *Deniz Ticareti*, İMEAK Deniz Ticaret Odası, 15-19s.
- Lau, K.M. ve Weng, H. (1999) Interannual, Decadal–Interdecadal, and Global Warming Signals in Sea Surface Temperature during 1955–97, *J Clim*, 12: 1257-1267.
- Lauritson, L., Nelson, G. J. ve Porto, F. W. (1979) Data extraction and calibration of TIROS-N/NOAA radiometers. NOAA, Washington, DC, 60s. (NOAA Technical Memorandum NESS-107).
- Le Quéré, C., Raupach, M.R., Canadell, J.G., Marland, G., Bopp, L., Ciais, P., Conway, T.J., Doney, S.C., Feely, R.A., Foster, P., Friedlingstein, P., Gurney, K., Houghton, R.A., House, J.I., Huntingford, C., Levy, P.E., Lomas, M.R., Majkut, J., Metzi, N., Ometto, J.P., PEters, G.P., Prentice, I.C., Randerson, J.T., Running, S.W., Sarmiento, J.L., Schuster, U., Sitch, S., Takahashi, T., Viovy, N., Van Der Werf, G.R. ve Woodward, F.I. (2009) Trends in the sources and sinks of carbon dioxide, *Nat Geosci*, 2: 831–836.
- Lea, D. W., Pak, D. K. ve Spero, H. J. (2000) Climate Impact of Late Quaternary Equatorial Pacific Sea Surface Temperature Variations, *Science*, 289: 1719-1724.
- Levitus, S., Antonov, J. I., Boyer, T. P., Locarnini, R. A., Garcia, H. E. ve Mishonov, A. V. (2009) Global ocean heat content 1955–2008 in light of recently revealed instrumentation problems, *Geophys Res Lett*, 36: L07608.

- Llewellyn-Jones, D. T., Minnett, P. J., Saunders, R. W. ve Zavody, A. M. (1984) Satellite multichannel infrared measurements of sea surface temperature of the N.E. Atlantic Ocean using AVHRR/2, *Quarr J R Mer Soc*, 110: 613-631.
- Longley, P. A., Goodchild, M., Maguire, D. J., Rhind, D. W. (2001) *Geographic Information Systems and Science*, 3.baskı, John Wiley & Sons, UK, 537s.
- Lwin, K. K. (2008) Fundamentals of Remote Sensing and its Applications in GIS, Division of Spatial Information Science University of Tsukuba, <http://giswin.geo.tsukuba.ac.jp/sis/tutorial/koko/remotesensing/FundamentalRemoteSensing.pdf>
- Marsh, R. ve Kent, E. (2006) *Impacts of Climate Change on Sea Temperature*, in Marine Climate Change Impacts Annual Report Card 2006 (Eds. Buckley, P.J, Dye, S.R. and Baxter, J.M), 5s.
- Martin, D. (1995). *Geographic information systems and their socioeconomic application*, Routledge Publisher, 2nd Edition, 236s.
- May, D. A., Parmeter, M. M., Olszewski, D. S. ve McKenzie, B. D. (1998) Operational Processing of Satellite Sea Surface Temperature Retrievals at the Naval Oceanographic Office, *B Am Meteorol Soc*, 79(3): 397-407.
- McAteea, B., Pearceb, A., Lyncha, M., Daviesa, J., Boterhovena, M. ve Osborne, B. (2007) The Hillarys Transect (2): Validation of satellite-derived sea surface temperature in the Indian Ocean off Perth, Western Australia, *Cont Shelf Res*, 27: 1702–1718.
- McClain, E. P., Pichel, W. G., Walton, C. C., Ahmad, Z. ve Sutton, J. (1983) Multi-channel improvements to satellite-derived global sea surface temperatures, *Adv Space Res*, 2(6): 43-47.
- McClain, E. P., Pichel, W. G. ve Walton, C. C. (1985) Comparative performance of AVHRR-based Multi-channel sea temperatures, *J Geophys Res*, 90(6): 11.587-11.601.
- McConagy, D. C. (1980) Measuring Sea Surface Temperature from Satellites: A Ground Truth Approach, *Remote Sens Environ*, 10: 307-310.
- Merchant, C. J., Llewellyn-Jones, D., Saunders, R. W., Rayner, N. A., Kent, E. C., Old, C. P., Berry, D., Birks, A. R., Blackmore, T., Corlett, G. K., Embury, O., Jay, V. L., Kennedy, J., Mutlow, C. T., Nightingale, T. J., O'Carroll, A. G., Pritchard, M. J., Remedios, J. J. ve Tett, S. (2008) Deriving a sea surface temperature record suitable for climate change research from the along-track scanning radiometers, *Adv Space Res*, 41: 1-11.
- MGM (Meteoroloji genel müdürlüğü) (2012) Türkiye 2011 yıllık iklim değerlendirmesi, 35s, Ankara, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2011-iklim-raporu.pdf>
- MGM (Meteoroloji genel müdürlüğü) (2014) Türkiye 2013 yıllık iklim değerlendirmesi, 37s, Ankara, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2013-iklim-raporu.pdf>

- MGM (Meteoroloji genel müdürlüğü) (2015) Türkiye 2014 yıllık iklim değerlendirmesi, 37s, Ankara, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2014-iklim-raporu.pdf>
- MGM (Meteoroloji genel müdürlüğü) (2016) Türkiye 2015 yıllık iklim değerlendirmesi, 17s, Ankara, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2013-iklim-raporu.pdf>
- MGM (Meteoroloji genel müdürlüğü) (2017) Türkiye 2016 yıllık iklim değerlendirmesi, 16s, Ankara, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2013-iklim-raporu.pdf>
- Mitasova, H. Ve Neteler, M. (2004) GRASS as open source free software GIS: accomplishments and perspectives, *T GIS*, 8(2004):145-154.
- Monaldo, F. (1996) Primer on the Estimation of Sea Surface Temperature Using TeraScan Processing of NOAA AVHRR Satellite Data Version 2.0 SIR-96M-03, The Johns Hopkins University, Applied Physics Laboratory, EST 21p.
- Murai, S. (1998) *GIS work book*, CD, JARS.
- Müller-Karger, F.E., Walsh, J. J., Evans, R. H. ve Meyers, M. B. (1991) On the seasonal phytoplankton concentration and sea surface temperature cycles of the Gulf of Mexico as determined by satellites, *J Geophys Res*, 96(7): 12.645-12.665.
- Myneni, R. B., Los, O. S. ve Tucker, C. J. (1996) Satellite-based identification of linked vegetation index and sea surface temperature anomaly areas from 1982-1990 for Africa, Australia and South America, *Geophys Res Lett*, 23(7): 729-732.
- Nardelli, B. B., Tronconi, C., Pisano, A., ve Santoleri, R. (2013) High and Ultra-High resolution processing of satellite Sea Surface Temperature data over Southern European Seas in the framework of MyOcean Project, *Remote Sens Environ*, 129:1-16.
- Nas, B., Karabork, H., Ekercin, S. and Berktaş, A. (2009) Mapping chlorophyll-*a* through in-situ Measurements and Terra ASTER satellite data. *Environ Monit Assess*, 157:375-382.
- NASA (Nataional Aeronautics and Space Administration) (2016) Landsat 7 Science Data Users Handbook, 186s. https://landsat.gsfc.nasa.gov/wp-content/uploads/2016/08/Landsat7_Handbook.pdf
- NASA (The National Aeronautics and Space Administration) (2017a) <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-1/>
- NASA (The National Aeronautics and Space Administration) (2017b) <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-5/>
- National Research Council (2010) Ocean Acidification: A National Strategy to Meet the Challenges of a Changing Ocean, The National Academies Press, Washington, DC: Natl. Res. Council. 175s. <https://www.oceanfdn.org/sites/default/files/A%20National%20Strategy%20>

- National Research Council (2011) Climate Stabilization Targets: Emissions, Concentrations and Impacts over Decades to Millennia, The National Academies Press, Washington, DC: Natl. Res. Coun. 298s. https://www.climateemergencyinstitute.com/uploads/NRC_climate_impacts.pdf
- Nitta, T. ve Yamada, S. (1989) Recent Warming of Tropical Sea Surface Temperature and Its Relationship to the Northern Hemisphere Circulation, *J METEOROL SOC JPN*, 67(3): 375-383.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2016) NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2016. NOAA Merged Land Ocean Global Surface Temperature Analysis (NOAAGlobalTemp): Global gridded 5° x 5° data. National Centers for Environmental Information. Erişim: 2016 Aralık. www.ncdc.noaa.gov/data-access/marineocean-data/noaa-global-surface-temperature-noaaglobaltemp.
- Okuş E., Yüksek A., Yokeş B., Yılmaz İ. N., Aslan-Yılmaz A., Karhan S. Ü., Demirel N., Demir V., Zeki S., Taş S., Sur H. I., Altıok H., Müftüoğlu A. E., Balkıs N., Aksu A., Doğan E., Gazioğlu C. (2006) *Gökova Özel Çevre Koruma Bölgesinin Kıyı ve Deniz Alanlarının Biyolojik Çeşitliliğinin Tespiti Projesi Final Raporu*, (Sunulan Kuruluş, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı).
- Ostrander, G. K., Armstrong, K. M., Knobbe, E. T., Gerace, D. ve Scully, E. P. (2000) Rapid transition in the structure of a coral reef community: The effects of coral bleaching and physical disturbance, *Proc Natl Acad Sci*, 97(10): 5297-5302.
- Özdemir, M. A.ve Bahadır, M. (2010) Denizlide Box-Jenkins Tekniği İle Küresel İklim Değişikliği Öngörülleri, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(12), 352-362.
- Özsoy, E., Sözer, A., Gündüz, M., Yücel, I., Yagci, B., Mert, I., Yıldız, H. ve Simav, M. (2009) Meteorology and Oceanography Network of Excellence (MOMA)—Observation and Model Forecast Systems, *3rd National Defense Applications Modelling and Simulation Conference*, Ankara, 27s.
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri, *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1): 47-65.
- Öztürk, B. (2006). Küresel Isınma ve Türkiye Denizleri için Ekolojik Bir Yaklaşım, *Bilim ve Ütopya*, 139(12):28-32.
- Petit, J. R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N. I., Barnola, J. M., Basile, I., Bender, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delaygue, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V. M., Legrand, M., Lipenkov, V. Y., Lorius, C., Pépin, L., Ritz, C., Saltzman E. ve Stievenard, M. (1999) Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica, *Nature*, 399: 429-436.

- Pingree, R. D., Holligan, P. M., Mardell, G. T. ve Head, R.N. (1976) The influence of physical stability on spring, summer and autumn phytoplankton blooms in the Celtic Sea, *J Mar Biol Assoc UK*, 56: 845-873
- Podesta, G. P., Brown, O. B. ve Evans, R. H. (1991) The Annual Cycle of Satellite-derived Sea Surface Temperature in the Southwestern Atlantic Ocean, *J Clim*, 4: 457-467.
- Pratchett, M. S., Wilson, S. K., Berumen, M. L. ve McCormick, M. I. (2004) Sublethal effects of coral bleaching on an obligate coral feeding butterfly fish, *Coral Reefs*, 23(3): 352-356.
- Priede, I.G. (1983) *Use of Satellites in Marine Biology*, In “Experimental Biology at Sea (Ed. A.G.MacDonald ve I.G. Priede), Academiz Press, London”, 3-50s.
- Rasmusson, E. M.ve Carpenter, T. H. (1982) Variations in Tropical Sea Surface Temperature and Surface Wind Fields Associated with the Southern Oscillation / El Nino, *MON WEATHER REV*, 110: 354-384.
- Rayner, N. A., Brohan, P., Parker, D. E., Folland, C. K., Kennedy, J. J., Vanicek, M., Ansell, T. J. ve Tett, S. F. B. (2006) 'Improved analyses of changes and uncertainties in sea surface temperature measured in situ since the mid-nineteenth century: The HadSST2 dataset', *J Clim*, 19(3): 446–469.
- Reynolds, R. W. (1988) A Real-Time Global Sea Surface Temperature Analysis, *J Clim*, 1: 75-86.
- Sabins, F. F. (1997) Remote Sensing. Principles and Interpretation, 3rd edition, New York: W.H.Freeman & Co, 494s.
- Samuel-Rhoads, Y., Zodiatis, G., Nikolaidis, A., Hayes, D., Georgiou, G., Konnaris, G. ve Nikolaides, M. (2013) Climate change impacts in sea surface temperature in the eastern Mediterranean, Levantine basin, *First International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment*, 8795:9s.
- Sarangi, R. K. ve Devi, K. N. (2017) Space-based observation of chlorophyll, sea surface temperature, nitrate, and sea surface height anomaly over the Bay of Bengal and Arabian Sea, *Adv Space Res*, 59: 33–44.
- Sarı, M. (2000) Identification of New Fishing Grounds By Using RS and GIS Techniques in Lake Van, Eastern Turkey, *ESRI EMEA User Conference*, 18-20 October, 2000, Istanbul /Turkey.
- Sarı, M., Polat, İ. ve Saydam C. A. (2000) NOAA AVHRR Uydu Görüntüleri ile Van Gölü Sıcaklığının İzlenmesi, *Doğu Anadolu Bölgesi IV. Su Ürünleri Sempozyumu*, 28-30 Haziran, 2000, Erzurum/Türkiye.
- Sertel, E. ve Örmeci, C. (2009) Uzaktan algılama verilerinin iklim biliminde kullanım olanakları, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknoloji Kurultayı*, 11-15 Mayıs, Ankara, 8s.
- Schluessel, P., Shin, H. Y., Emery, W. J. ve Grassl, H. (1987) Comparison of Satellite-Derived Sea Surface Temperatures with in Situ Skin Measurements, *J Geophys Res*, 92(C3): 2859-2874.

- Sherman G. E., Sutton T., Blazek R., Luthman L. (2005) Quantum GIS User Guide, V.0.7 'Semus' [<http://qgis.org/releases/userguide.pdf>].
- Shree, N., Zapata, V., Leclerc, G., Knapp, R. ve Verma, B. (1999) Metodología de apoyo a la toma de decisiones para grupos de interés múltiples. Centro Internacional de Agricultura Tropical and University of Georgia, methodological guide, working document, Cali, Colombia.
- Simpson, J. J. (1994) Remote Sensing in Fisheries: A Tool For Better Management in the Utilization of renewable resource, *Can J Fish Aquat Sci*, 51: 743-771.
- Slater, F. (1982) *Learning through Geography*, Heineman Educational Books, Ltd, London, 340.
- Smyth, T. J., Miller, P. I., Groom, S. B. ve Lavender S. J. (2001) Remote sensing of sea surface temperature and chlorophyll during Lagrangian experiments at the Iberian margin, *Prog Oceanogr*, 51: 269–281.
- Solomon, S., Qin, D. , Manning, M. , Alley, R.B. , Berntsen, T. , Bindoff, N.L., Chen, Z. , Chidthaisong, A., Gregory, J.M., Hegerl, G.C., Heimann, M., Hewitson, B., Hoskins, B.J., Joos, F., Jouzel, J., Kattsov, V., Lohmann, U., Matsuno, T., Molina, M., Nicholls, N., Overpeck, J., Raga, G., Ramaswamy, V., Ren, J., Rusticucci, M., Somerville, R., Stocker, T.F., Whetton, P., Wood, R.A. ve Wratt, D. (2007) *Technical Summary. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Stark, J. D., Donlon, C. J., Martin, M. J. ve McCulloch, M. E. (2007) OSTIA : An operational, high resolution, real time, global sea surface temperature analysis system, *Oceans'07 IEEE Aberdeen*, Conference Proceedings, Marine Challenges: Coastline to Deep Sea, Aberdeen, Scotland.
- Strong, A. E. (1989) Greater global warming revealed by satellite-derived sea surface temperature trends, *Nature*, 338: 642-645.
- Trtanj, J., Jantarasami, L., Brunkard, J., Collier, T. , Jacobs, J. , Lipp, E., McLellan, S. , Moore, S. , Paerl, H., Ravenscroft, J., Sengco, M. ve Thurston, J. (2016) Chapter 6: Climate impacts on water-related illness. The impacts of climate change on human health in the United States: A scientific assessment. U.S. Global Change Research Program. <https://health2016.globalchange.gov>.
- Tüdav (2013) İklim Değişikliği ve Denizler Raporu. <http://www.tudav.org/index.php/tr/iklim-degisikligi/197-iklim-degisikligi-ve-denizler-raporu>.
- UNDP (United Nations Development Programme) (2007) “MDG Carbon Facility: Leveraging carbon finance for Sustainable Development.” New York. [<http://www.undp.org/mdgcarbonfacility/docs/brochure-eng-29may07.pdf>].
- USGS (United States Geological Survey) (2015) Landsat—Earth Observation Satellites, <https://pubs.usgs.gov/fs/2015/3081/fs20153081.pdf>.

- USGS (United States Geological Survey) (2016) Landsat8 Data Users Handbook, 106s. <https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>.
- Walsh, J. E. ve Chapman, W. L. (2001) 20th-century sea-ice variations from observational data, *Ann Glaciol*, 33: 444–448.
- Walther G. R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T.J.C., Fromentin J. M., HoeghGuldberg O. ve Bairlein F. (2002) Ecological responses to recent climate change, *Nature*, 416:389-395.
- Wentz, F. J., Gentemann, C., Smith, D. ve Chelton, D. (2000) Satellite Measurements of Sea Surface Temperature Through Clouds, *Science*, 288: 847-849.
- WHO (World Health Organization) (2003) Climate Change and Human Health-Risks and Responses (Summary). WHO Publications, Switzerland
- Wick, G. A. (2002) The first report of the GHR SST-PP in situ and satellite data integration-technical advisory group, available from www.ghrsst-pp.org.
- WWF (World Wildlife Fund) (2016) http://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/iklim_degisikligi/
- Zielinski, T., Weslawski, M. ve Kulinski, K. (2015) Impact of Climate Changes on Marine Environments, GeoPlanet: Earth and Planetary Science, Springer International Publishing, 148s.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad Soyad :Şeyma Merve Kaymaz

Uyruk : T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi: 04/06/1987

Eğitim

Alınan Derece	Aldığı Kurum/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lise	Özel Çağdaş Eğitim Lisesi	2004
Lisans	Muğla Üniversitesi	2009
Yüksek Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2012

Aktivite ve İş Deneyimleri

Yıl	Kurum/Üniversite	Durum
2014-2015	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi ve Muğla Yöresinde Yaşayan Yabancılar Derneği – Akıllı Bileklik (Dezavantajlı gruplar için) (2015) Doğrudan Destek - GEKA/	Araştırmacı
2013-2015	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi CBS & UZAL Araştırma Merkezi	Kısmi Zamanlı Asistan
2013-2014	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Araştırma Merkezi - “ Web Tabanlı 3B Kampüs Bilgi Sistemi Kitapçığı (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)	Araştırmacı
2012	A.R.P.A. Umbria - Regional Environmental Protection Agency	Stayer
2011-2012	Muğla Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri – Gökova İç Körfezi ve Körfezi Besleyen Derelerin Ekolojik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma	Araştırmacı

2011	İstanbul Üniversitesi – Su Ürünleri Fakültesi - Su Kalitesi Araştırma Lab.	Stajer
2008	Ege Üniversitesi - Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler	Stajer
2008	Dokuz Eylül Üniversitesi – Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü – Canlı Deniz Kaynakları, Oşinografi	Stajer

Saha Deneyimleri

Yıl	Kurum/Üniversite	Durum
2015-2016	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	Marmaris Körfezi kirlilik saha çalışması
2011-2012	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	Marmaris Körfezi kirlilik saha çalışması
2012	A.R.P.A. Umbria İtalya	Trasimeno Gölü kirlilik saha çalışması
2011-2012	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	Gökova Körfezi ve Azmaklar kirlilik saha çalışması
2008-2009	Ege Üniversitesi	Sığacık Körfezi Off-shore Trol çalışması
2008-2009	Muğla Üniversitesi	Marmaris Körfezi Trol çalışması
2008-2009	Dokuz Eylül Üniversitesi	İzmir Körfezi kirlilik saha çalışması

Uluslararası Sempozyumlar:

Mayıs 12, 2017 İstanbul, Türkiye

Mobil Teknoloji Mobil İstihdam -“Uluslararası Dijital Girişimcilik Konferansı” – Ekonomistler Platformu / **1 gün Katılımcı**

Ağustos 30 - Eylül 1, 2015, Changchun, Çin Halk Cumhuriyeti

4th Global Economic Leaders Summit & Forum of International Collaboration on Production Capacity (GELS 2015), **3-gün V.I.P. Misafir**

Aralık 18-21, 2013, Antalya, Türkiye

7th International Symposium on Ecology and Environmental Problems (ISEEP 2013)

Kaymaz, S.M., Özdemir, N., Önsoy, B., Characterization of the Trophic Conditions of Marine coastal waters in the Gokova Bay / **Poster Sunum**

Özdemir, N., Kaymaz, S.M., Önsoy, B., An Investigation of Water Quality Parameters in The Gokova Bay's Creeks / **Poster Sunum**

Eylül 21-24, 2013 Kuşadası, Türkiye

2nd International Conference on Water, Energy and the Environment (ICWEE), 2013, Turkey.

Özdemir, N., Kaymaz, S.M., Tarkan, A.N., An Investigation on the Some Physico-Chemical Properties of Marmaris Bay (Mugla-Turkey) / **Poster Sunum**

Özdemir, N., Alparslan, E., Kaymaz, S.M., Water Quality Investigation of the Gulluk Lagoon, Sempozyum Kitapçığı / **Poster Sunum**

Kaymaz, S.M., Özdemir, N., Tarkan, A.N., Monitoring Seasonal Changes of Chlorophyll-a in the Marmaris Bay / **Sözlü Sunum**

Ulusal Sempozyumlar:

Aralık 16, 2015 Muğla 2. Fen Bilimleri Araştırma Sempozyumu

Kaymaz, S.M., Yabanlı, M., Applications of Geographic Information Systems in Marine Areas (Case Study: Bay of Marmaris) / **Poster Presentation**

Mayıs 20-22, 2015 Isparta 2nd Symposium on Fish Introduction and Reservoir Management

Kaymaz, S.M., Yabanlı, M., Özçelik, C., GIS Modeling of Sea Water Temperature Changes: Case Study of Marmaris Bay (Mugla, Turkey), **Kitapçık syf:237-238 / Poster Sunum**

Eylül 3-6, 2013 İstanbul 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu

Özdemir, N., Kaymaz, S.M., Tarkan, A.N., Investigation of Some Physico-Chemical Parameters at Different Water Depth in Marmaris Bay (Mugla-Turkey)/ **Sözlü Sunum**

Mayıs 22-23, 2013 Muğla Su ve Biyoçeşitlilik Sempozyumu

Kaymaz, S.M., Özkahya, P., Özdemir, N., Tarkan, A.N., Marmaris Körfezi'nin Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri Üzerine Bir Çalışma, **Poster Sunum**

Ekim 25-27, 2011 Antalya 16. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu

Özkahya, P., Kaymaz, S.M., Önsoy, B., Filiz, H., Tarkan, A.N., Lessepsiye Göçün Akdeniz'de Etkileri **Kitapçık syf:285 / Poster Sunum**

Temmuz, 2009 Rize 15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu

Filiz, H. , Kaymaz, S.M., Marmaris Körfezi Acaba Bir Üreme Alanı mı? *Squatina oculata* Bonaparte, 1840. **Kitapçık syf:346. / Poster Sunum**

Mayıs 22-24, 2006 Muğla 3. Su Ürünleri Öğrenci Sempozyumu

Kaymaz, S.M., Kır, M., Açıkdeniz Kafes Sistemleri, **Kitapçık syf: 52. / Sözlü Sunum**

Rapor:

Özdemir, N., Kaymaz, Ş.M., Özkahya, P., (2013) Marmaris Körfezi Su Kalitesi ve Biyolojik Araştırma Sonuç Raporu, Bölüm 2. syf:18-126

Ödüller, Burslar, Üyelikler:

2015-2017:	TÜBİTAK Öncelikli Alanlar Doktora Bursu
2015:	Başbakanlık Doktora Bursu
2014- 2015:	Sıtkı Koçman Vakfı (SKV) - Doktora Bursu
2013- 2014:	Muğla Valiliği AB Proje Yürütme Kurul Üyeliği
2005- 2006:	Türk Eğitim Vakfı (TEV) - Lisans Bursu

Katılınan Eğitimler:

Mayıs 2017: 2-gün Eğitim, İstanbul, Türkiye: İnovasyonda Kadın - “Proje Uygulama Eğitimi” - KADEM – Mayıs 05-06, 2017

Ekim 2016: 6-gün Eğitim, Gebze, Türkiye: İnovasyonda Kadın - “II. İnovasyonda Kadın Girişimcilik Kampı” - TÜBİTAK Martek ve KADEM – Ekim 03-08, 2016

Temmuz 2013: 5-gün Eğitim, Muğla, Türkiye: Muğla Valiliği AB ve Dış İlişkiler Koordinasyon Merkezi - Proje Döngüsü Yönetimi ve AB Projeleri Hazırlama Eğitimi Sertifika Programı - Teknik Destek GEKA

Haziran 2013: 5-gün Bursiyer, Constanta, Romanya: The PERSEUS Summer School “The contribution of environmental indices in meeting the objectives and principles of the Marine Strategy Framework Directive” Haziran 03-07, 2013

Mayıs - Haziran 2013: 2 kez 5-gün Uzman Eğitimi, Ankara, Türkiye: “Valiliklerde AB İşleri İçin Kapasite Oluşturulması Projesi” (VABpro)- AB Uzman Eğitimi (27 Mayıs- 31 Mayıs) / (10 Haziran-14 Haziran) Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ)- Avrupa Birliği Bakanlığı Ankara.

Mayıs 2011: 1-ay Bursiyer, İzmir, Türkiye: Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü - “Dr. Charles COLEMAN (Museum für Naturkunde Leipzig-Germany) Crustacea Laboratory Practices”

Etkinlikler / Organizasyon Katılımı:

Nisan 7-9, 2017: Muğla, Bodrum

Yat ve Yatçılık Mevzuatı Çalıştayı, İMEAK Deniz Ticaret Odası / *Raportör*

Haziran 29, 2015 - Temmuz 3, 2015: Muğla

3rd Global Peace Workshop 2015 Youth Promoting Peace through Social Justice, Mobilization and Global Citizenship. Organized by the Center for Trust, Peace and Social Relations (CTPSR) at Coventry University (England) and The Department of Political Science and International Relations at Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi / *Asistan*

Kasım 28, 2013: Muğla

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Araştırma Merkezi, "Bisiklet Turizmi ve Digital Bisiklet Ağı" Workshop / **Sekreteryä**

Şubat 21, 2014: Muğla

"Geçmişten Geleceğe Su Depolama Sistemleri" Semineri - Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi ve Karlsruher Institut für Technologie (Almanya) / **Sekreteryä**

Ekim 26-29, 2010: Muğla

Participation to "New Approaches for Assessing the Impacts of Non-Native Freshwater Fishes in the Mediterranean Region" Workshop, Muğla Üniversitesi / **Asistan**

Bilgisayar Becerileri:

- 1- Operating System: Windows (XP, Vista, 7, 8, 10)
- 2- Programlar: MS Office, Photoshop, Statistica (STAT 10), ArcGIS 9.x-10.x, Surfer 9.0, Quantum GIS 2.x, Global Mapper.

Sertifikalar:

- Scuba Dalış Sertifikası (PADI / Open Water Diver)
- B Sınıfı Sürücü Belgesi
- Pedagojik Formasyon (M.E.B.)
- Uygulamalı Girişimcilik Eğitimi (KOSGEB)

Diller:

- **Anadil** :Türkçe
- **Yabancı Dil** : İngilizce