

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

**MARMARA DENİZİ DOĞUSU OŞİNOGRAFİK
ŞARTLARINA İKLİM DEĞİŞİMİ ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kubilay DÖKÜMCÜ

Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı

Danışman
Doç. Dr. Hüsne ALTIOK

MAYIS 2021

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

KUBİLAY DÖKÜMCÜ tarafından hazırlanmış ve sunulmuş “MARMARA DENİZİ DOĞUSU OŞİNOGRAFIK ŞARTLARINA İKLİM DEĞİŞİMİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ” başlıklı tez FİZİKSEL OŞİNOGRAFI VE DENİZ BİYOLOJİSİ Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Hüsne ALTIOK

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Şükrü Turan BEŞİKTEPE

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Dilek EDİGER

Jüri Üyesi

Dr. Öğr.Üyesi Tülay ÇOKACAR

Jüri Üyesi

Dr. Öğr.Üyesi Fuat DURSUN

Tez Savunma Tarihi: 3 Mayıs 2021

ETİK BEYAN

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırladığım “MARMARA DENİZİ DOĞUSU OŞİNOGRAFİK ŞARTLARINA İKLİM DEĞİŞİMİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ” başlıklı YÜKSEK LİSANS tez çalışmasında bilimsel etik ve akademik kurallara riayet ettiğimi;

- Çalışma konusunun özgün olduğunu,
- Tez içinde sunduğum tüm veri ve belgeleri bilimsel etik ve ahlak kuralları çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmanın bulgularında tahrifat yapmadığımı ve yanlış davranmadığımı,
- Tez kapsamında yararlandığım tüm eserlere ve doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya atıfta bulunduğumu,
- Yararlandığım tüm eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu,
- Kullandığım veri ve belgelerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Patent ve telif haklarını ihlal etmediğimi

bildirir, aksinin vuku bulması durumunda yasal sonuç/sonuçları ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabul ettiğimi beyan ederim.

04.03.2021

Kubilay DÖKÜMCÜ

ÖNSÖZ

“İki genç balık birlikte yüzerken ters yönden gelmekte olan yaşlı bir balığa rastlarlar. Yaşlı balık başıyla selam verir ve “Günaydın gençler, su nasıl?” der. Genç balıklar yüzmeye devam eder ve balıklardan biri nihayet diğerine dönerek sorar: Su da neyin nesi?” Bu balık hikâyesinin ana fikri sadece şudur: En bariz ve önemli gerçekler, görülmesi ve konuşulması çoğunlukla en zor olanlardır. Gerçekleri görebilmek için okumak, araştırmak ve tecrübe edinmek gereklidir. Okumak bilimi, bilim ilerlemeyi getirir.

Marmara Denizi Doğusu oşinografik şartlarına iklim değişikliği etkisinin incelendiği bu çalışmada süreç boyunca her türlü bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren danışman hocam Doç. Dr. Hüsne ALTIOK’a,

Tezin hazırlanması aşamasında manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, motivasyon kaynağım, sevgili eşim Cansu DÖKÜMCÜ’ye,

Tezimi tamamlamam konusunda beni sürekli teşvik eden, yaptığı akademik çalışmalarla bana örnek olan değerli kardeşim Nilay DÖKÜMCÜ’ye,

Kendimi tanıdığımdan beri gayretlerimi her zaman destekleyen, bana her durumda ve her şartta sınırsız inanan canım annem Yıldız DÖKÜMCÜ ve babam Erkan DÖKÜMCÜ’ye,

Son olarak başladığım işi bitirebilmem için tüm engelleri kaldırmama yardımcı olan, birlikte görev yapmakla her zaman gurur duyduğum kader arkadaşlarım TCG ÇEŞME personeline sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TABLO LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2. Marmara Denizi'nin Genel Oşinografisi ve İklim Şartları	2
1.3. Küresel İklim Değişikliği ve Çevre Denizlerimizdeki Durumu.....	5
2. MATERYAL ve YÖNTEM	12
2.1. Çalışma Sahası.....	12
2.2. Sıcaklık ve Tuzluluk Verileri.....	15
2.3. Meteoroloji Verileri	15
2.4. Zaman Serilerinin Oluşturulması	16
2.5. Eğilim Analizi.....	18
3. BULGULAR ve TARTIŞMA	21
3.1. Atmosferik Parametrelerin Eğilim Analizleri.....	21
3.2. Oşinografik Parametrelerin Uzun Dönemli Değişimleri.....	24
3.3. Oşinografik Parametrelerin Mevsimsel Özellikleri	38
3.3.1. Üst tabaka.....	38
3.3.2. Soğuk ara tabaka	42
3.3.3. Alt tabaka	43
3.4. Oşinografik Parametrelerin Eğilim Analizleri ve Tartışılması.....	46
3.5. Derin Su Verilerinin Uzun Dönemli Değişimleri	72
4. SONUÇLAR.....	76
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	82

ÖZET

MARMARA DENİZİ DOĞUSU OŞİNOGRAFİK ŞARTLARINA İKLİM DEĞİŞİMİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Kubilay DÖKÜMCÜ

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Marmara Denizi doğusunda bulunan 8 istasyonda, 1997-2010 yılları arasında aylık toplanan sıcaklık ve tuzluluk verileri ile 1997-2019 yılları arasındaki aylık hava sıcaklığı ve basıncı verileri değerlendirilerek oşinografik şartların iklim değişikliği ile ilişkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda belirlenen istasyonlarda üst ve alt tabaka için zaman serileri oluşturulmuş, oşinografik eğilimler tespit edilmiş, elde edilen değerler atmosferik koşulların ve çevre denizlerin eğilimleri ile karşılaştırılmıştır. Analiz yöntemi olarak Doğrusal Eğilim yöntemi kullanılmıştır. Marmara Denizi doğusunda bu dönemde ortalama sıcaklık eğilimi üst tabakada yıllık $0,067^{\circ}\text{C}$, alt tabakada yıllık $0,028^{\circ}\text{C}$ 'dir. Tuzluluk eğilimi üst tabakada yıllık $0,105$ psu, alt tabakada yıllık $0,012$ psu'dur. Hava sıcaklığı eğilimi yıllık $0,086^{\circ}\text{C}$, hava basıncı eğilimi yıllık $-0,034$ psu'dur. Elde edilen değerler çevre denizler ile tutarlılık sağlamakta, hava sıcaklığı ve üst tabaka sıcaklıkları hem uzun dönem serileri hem de eğilim değerleri yönünden birbirleri ile örtüşmektedir.

Anahtar kelimeler: İklim değişikliği, eğilim analizi, sıcaklık, tuzluluk, Marmara Denizi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF THE CLIMATE CHANGE ON THE OCEANOGRAPHIC CONDITIONS OF THE EAST MARMARA SEA

Kubilay DÖKÜMCÜ

This study, which is prepared as a master's thesis at the Department of Physical Oceanography and Marine Biology at the Institute of Marine Sciences and Management of Istanbul University, mainly aims to examine the relationship between oceanographic conditions and climate change in the east of the Marmara Sea via evaluating 1997-2010 temperature and salinity data collected at 8 stations and 1997-2019 monthly air temperature and pressure data. In this context, time series are created for the upper and lower layers, oceanographic trends are determined by calculating trend analyzes, and the values obtained are compared with the trends of atmospheric conditions and the surrounding seas. Linear Trend method is used as trend analysis method. The average temperature trend in the east Marmara Sea is 0,067°C/y in the upper layer and 0,028°C/y in the lower layer during this period. The salinity trend is 0.105 psu/y in the upper layer and 0,012 psu/y in the lower layer. The air temperature trend is 0.086 °C/y, and the air pressure trend is -0,034 psu/y. The values obtained are close to the surrounding seas, and the air temperature and upper layer temperatures are consistent with each other in terms of both long-term series and trend values.

Keywords: Climate change, trend analysis, temperature, salinity, Marmara Sea

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. İklim değışikliğinin çevre denizlerdeki etkileri.....	8
Tablo 2. Marmara Denizi istasyonları konum bilgileri.....	13
Tablo 3. Üst tabaka sıcaklık-tuzluluk ortalamaları ve standart sapmaları	39
Tablo 4. Soğuk ara tabaka özellikleri	42
Tablo 5. Alt tabaka sıcaklık-tuzluluk ortalamaları ve standart sapmaları	44
Tablo 6. İstasyonlar sıcaklık (°C) eğilimleri.....	63
Tablo 7. İstasyonlar tuzluluk (psu) eğilimleri.....	63
Tablo 8. Çınarcık (Doğu) Çukuru derin su veri listesi	72



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. Marmara Denizi batimetrisi	2
Şekil 2. Marmara Denizi çukur ve kanyon yapısı	4
Şekil 3. Küresel hava sıcaklığı artışı	6
Şekil 4. Dünyada 2100 yılına kadar ortalama hava sıcaklığı artışı tahmini	6
Şekil 5. Karadeniz üst tabakadaki (a) yıllık 0,09°C'lik, (b) yıllık 0,069°C'lik sıcaklık eğilimleri.	9
Şekil 6. Ege Denizi üst tabakadaki yıllık 0,045°C'lik sıcaklık eğilimi	9
Şekil 7. İstanbul Boğazı üst tabaka (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk eğilimleri	10
Şekil 8. İstanbul Boğazı alt tabaka (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk eğilimleri	11
Şekil 9. Çalışma sahası genel görünümü	12
Şekil 10. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü R/V ARAR gemisi seyir ve CTD ölçüm cihaz fotoğrafı	15
Şekil 11. Florya Meteoroloji İstasyonu konum haritası.....	16
Şekil 12. Boş gridlerin doldurulması yöntemi	17
Şekil 13. MY2 istasyonu örnek (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk profili	17
Şekil 14. MKC1 istasyonu örnek (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk profili	18
Şekil 15. Florya istasyonu aylık (a) hava sıcaklığı ve (b) hava basıncı gözlem değerleri zaman serisi ve eğilimleri.....	21
Şekil 16. Hareketli ortalama esaslı 1997-2010 ve 2010-2019 hava sıcaklığı eğilimleri	23
Şekil 17. M8 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.	25
Şekil 18. M8 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri	25
Şekil 19. M23 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.	27
Şekil 20. M23 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri	27
Şekil 21. M11 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.	29
Şekil 22. M11 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri	29
Şekil 23. MY1 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.	30
Şekil 24. MY1 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri	31
Şekil 25. MY2 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.	32
Şekil 26. MY2 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri	32
Şekil 27. M14 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.	34
Şekil 28. M14 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri	34
Şekil 29. MBC1 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.....	35
Şekil 30. MBC1 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri.....	36
Şekil 31. MKC1 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi	37
Şekil 32. MKC1 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri	38
Şekil 33. Üst tabaka mevsimsel (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk ortalamaları	41
Şekil 34. Soğuk ara tabaka kalınlıkları	42

Şekil 35. Alt tabaka mevsimsel (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk ortalamaları.....	46
Şekil 36. M8 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.....	47
Şekil 37. M8 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.....	48
Şekil 38. M23 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.....	49
Şekil 39. M23 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.....	50
Şekil 40. M11 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.....	51
Şekil 41. M11 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.....	52
Şekil 42. MY1 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.....	53
Şekil 43. MY1 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.....	54
Şekil 44. MY2 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.....	55
Şekil 45. MY2 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.....	56
Şekil 46. M14 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.....	57
Şekil 47. M14 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.....	58
Şekil 48. MBC1 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.....	59
Şekil 49. MBC1 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.....	60
Şekil 50. MKC1 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.....	61
Şekil 51. MKC1 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.....	62
Şekil 52. Marmara Denizi Doğusu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimi.....	64
Şekil 53. Hava sıcaklığı ve üst tabaka sıcaklığı karşılaştırması.....	66
Şekil 54. Marmara Denizi Doğusu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimi.....	68
Şekil 55. MY2 istasyonu 1997-2009 ortalama (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk profili ile 2019 yılı karşılaştırması.....	68
Şekil 56. Çınarcık (Doğu) Çukurunda 1997-2009 ortalama (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk profili ile 2019 yılı karşılaştırması.....	71
Şekil 57. Çınarcık (Doğu) Çukuru 50-300 metre (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk analizleri.....	73
Şekil 58. Çınarcık (Doğu) Çukuru 300 metreden derin (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk analizleri.....	74
Şekil 59. Çınarcık (Doğu) Çukuru T-S diyagramları.....	75

SİMGE LİSTESİ

'	: Dakika
"	: Saniye
°	: Derece
C	: Celsius
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
D	: Doğu
K	: Kuzey
km	: Kilometre
m	: Metre
mm	: Milimetre
psu	: Deniz suyu tuzluluk birimi (Practical salinity unit)
NM	: Nautical Mile (Deniz Mili)
mbar	: Milibar

KISALTMA LİSTESİ

CTD	: Conductivity, Temperature, Depth (İletkenlik, Sıcaklık, Derinlik)
TBS	: Türk Boğazlar Sistemi
NASA	: National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
GISS	: Goddard Institute for Space Studies (Goddard Uzay Çalışmaları Enstitüsü)
IPCC	: Intergovernmental Panel On Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
DIVA	: Data Interpolating Variational Analysis (Veri İnterpolasyonlu Varyasyon Analizi)
R/V	: Research Vessel (Araştırma Gemisi)
ODV	: Ocean Data View (Oşinografik Veri Gözlemeleme)
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
UT	: Universal Time (Evrensel Zaman)
EU	: European Union (Avrupa Birliği)
Der.	: Derinlik
Sıc.	: Sıcaklık
Tuz.	: Tuzluluk
İst.	: İstasyon

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Dünya atmosferi sera gazı olarak nitelendirilen gazlar sayesinde yeryüzünden yansıyan güneş ışınlarının bir kısmını tekrar yeryüzüne göndererek Dünya üzerindeki yaşamı elverişli hale getirmektedir. Güneş lekelerindeki ve gezegenimizin yörüngesindeki değişimler, orman yangınları ve volkanik faaliyetlere bağlı aerosol birikimi gibi doğal nedenler sera gazlarını arttırarak iklim değişikliğini meydana getirmektedir. Ancak son yüzyılda antropojenik etkiyle özellikle Sanayi Devrimi'nden sonra sera gazları normal olmayan değerlerde artmıştır. İklim değişikliğinin, Dünya genelinde deniz ve okyanusların fiziksel parametrelerini değiştirme, su seviyelerinde yükselme, okyanusların asit oranlarında artış, buzulların erimesi gibi oşinografik açıdan olumsuz etkilere sahip olduğu önceki araştırmalardan bilinmekte olup, bu genel etkilerin çevremizdeki denizler özelinde yansımalarının incelenmesi gereklidir.

Türkiye, kuzeyde Karadeniz, güneyde Akdeniz, batıda Akdeniz'in bir uzantısı olan Ege Denizi'ne kıyıdaş olup, küçük bir iç deniz olan Marmara Denizi'ne sahiptir. Bugüne kadar iklim değişikliğinin oşinografik parametrelere etkisi Karadeniz, Akdeniz, Ege Denizi ve İstanbul Boğazı'nda incelenmiş (D'Ortenzio ve diğerleri, 2000; Lelieveld ve diğerleri, 2002; Ginzburg ve diğerleri, 2004; Theocharis, 2008; Vargas-Yanez ve diğerleri, 2008; Belkin, 2009; Nykjaer, 2009; Skliris ve diğerleri, 2011; Skliris ve diğerleri, 2012; Shaltout ve Omstedt, 2014; Altıok ve Kayışoğlu, 2015) olmasına rağmen, Marmara Denizi'nde buna benzer spesifik bir çalışma yapılmamış olması, Marmara Denizi'nin oşinografik parametrelerine iklim değişikliği etkisinin incelenmesini zorunlu kılmıştır.

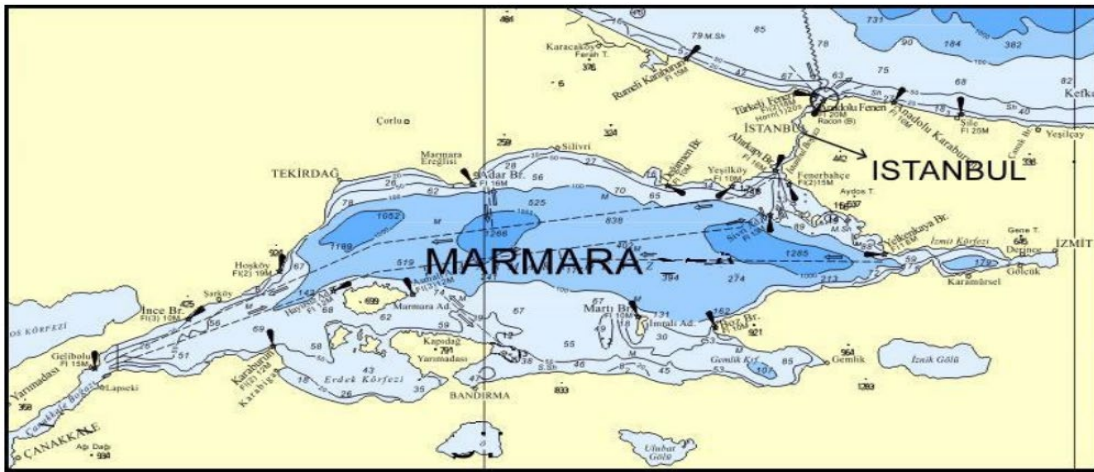
Bu tez çalışmasında amaç, Marmara Denizi doğusundaki istasyonlarda sistematik olarak toplanan oşinografik verileri zaman serisi halinde inceleyerek, Marmara Denizi doğusunun iklim değişikliği ile etkileşimini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda, 1997-2010 yılları arasında farklı istasyonlarda CTD (Conductivity-Temperature-Depth) cihazı ile elde edilen sıcaklık ve tuzluluk verileri değerlendirilerek eğilim (trend) analizi yapılmış, üst ve alt tabakadaki sıcaklık ve tuzluluk artışı hesaplanmıştır.

Giriş kısmında, çalışmanın amacı ve kapsamının ardından Marmara Denizi'nin genel oşinografik özelliklerinden ve iklim şartlarından bahsedilmiş, iklim değişikliğinin küresel çapta ve çevre denizlerimiz özelinde etkileri aktarılmıştır. Materyal ve yöntem bölümünde oşinografi ve meteoroloji verilerinin uygun yöntemler ile zaman serisi halinde nasıl sunulabileceği ve eğilim analizlerinin nasıl yapıldığı hakkında bilgi verilmiştir. Bulgular ve tartışma bölümünde oşinografik parametrelerin üst, ara ve alt tabakada uzun dönemli ve mevsimsel değişimleri gösterilmiş, atmosferik ve oşinografik parametrelerin eğilim analizleri ve tartışması yapılmış, derin su verilerinin yıllar içindeki değişimi açıklanmıştır.

1.2. Marmara Denizi'nin Genel Oşinografisi ve İklim Şartları

Marmara Denizi, Karadeniz ve Akdeniz arasında yaklaşık 11.350 km² alana, 3378 km³ hacme sahip bir iç deniz olup, yüzölçümünün tamamı Türkiye sınırları içerisinde bulunmaktadır. Alan olarak kendisine komşu denizlerden Karadeniz'in %3'ü, Akdeniz'in %4'ü kadardır. Coğrafi konumu, komşu denizlerle Türk Boğazlar Sistemi (İstanbul ve Çanakkale Boğazları) vasıtasıyla etkileşimde bulunması, Karadeniz ve Akdeniz gibi iki farklı su tabakasının özelliklerini taşımasıyla bilimsel anlamda eşsiz bir karaktere sahiptir.

Marmara Denizi, Kuzey Anadolu Fayı'nın etkisi ile oluşmuş, jeolojik açıdan çok geniş kıta sahanlığına sahip bir deniz olup, batimetrisi Şekil 1'de sunulmuştur. Karadeniz ve Doğu Akdeniz'in oluşumu 80 milyon yıl öncesine dayanmasına rağmen, Marmara Denizi'nin varlığı 10 milyon yıldan daha yakındır (Görür ve diğerleri, 1997; Sakıncı ve diğerleri, 1999).



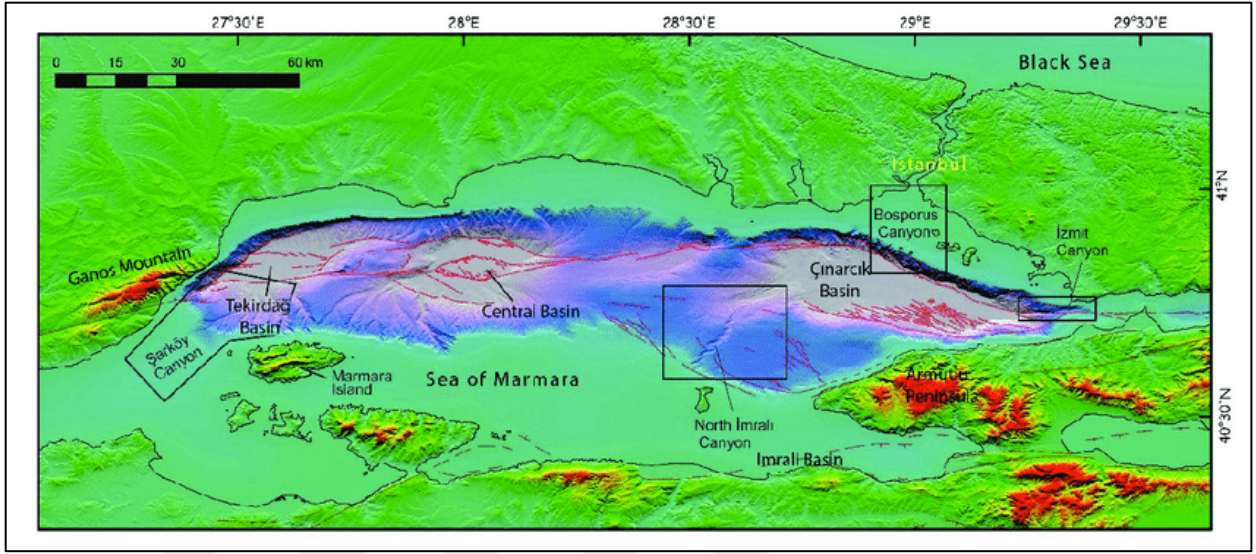
Şekil 1. Marmara Denizi batimetrisi (Özyalvaç (2009)'dan alınmıştır).

Marmara Denizi atmosferik şartların etkisi altında oldukça değişken iki tabakalı bir akış sistemine sahiptir. Dünyanın en tuzlu sularından biri olan Akdeniz suyunun alt tabaka olarak Karadeniz'e, en az tuzlu sularından biri olan Karadeniz suyunun üst tabaka olarak Ege Denizi'ne taşınmasını sağlar. Bu büyük yoğunluk farklılıklarının bulunduğu ortamlarda gerçekleşen su ve madde alışverişleri nedeni ile komşu olduğu denizlere önemli etkiler yapabilmektedir.

Marmara Denizi'nde bulunan Karadeniz ve Ege Denizi kaynaklı sular yaklaşık olarak 25 metre derinlikte yer alan keskin bir ara yüzey ile ayrılmıştır. Karadeniz'den İstanbul Boğazı yoluyla gelen 230 km³ hacme sahip az tuzlu sular (18-26 psu) üst tabakayı, Ege Denizi'nden Çanakkale Boğazı yoluyla gelen 3148 km³ hacme sahip çok tuzlu sular (38-38,6 psu) alt tabakayı oluşturur. Üst tabaka suları 4-5 ayda, alt tabaka suları 6-7 yılda bir yenilenir. (Beşiktepe ve diğerleri, 1994; Ünlüata ve diğerleri, 1990).

Chiggiato ve diğerlerinin (2012) yaptıkları çalışmaya göre Marmara Denizi yüzey akıntıları genelde kalıcı özelliklere sahip olup, küçük ölçekte kısa süreli girdaplara sahiptir. Karadeniz'den Akdeniz'e doğru olan yüzey akıntısı İstanbul Boğazı'ndan Marmara Denizi'ne bir yüzey jeti şeklinde girmekte ve akımın kuvvetli olduğu ve rüzgâr etkilerinin az olduğu durumda güneye doğru ilerlemektedir. Bu jet akımı güneyde Bozburun yarımadasına çarparak batıya dönmektedir (Beşiktepe ve diğerleri 1994). Bu jet akımı Marmara Denizi yüzey dolaşımını büyük ölçüde etkilediği gibi, TBS'nde yatay ve iki tabaka arasında dikey karışım açısından da büyük rol oynamaktadır (Ünlüata ve diğerleri, 1990).

Marmara Denizi'nin batimetrisine bakıldığında güney yarısındaki 100 metre derinliğe sahip geniş kıta sahanlığı ve kuzey yarısında bulunan doğudan batıya doğru uzanan derin üç çukur dikkat çekicidir. Bunlar en doğudan batıya doğru sırası ile Çınarcık, Marmara Ereğlisi ve Tekirdağ çukurları olarak adlandırılır ve yine aynı sıra ile 1240, 1266 ve 1100 m. derinliktedirler (Özyalvaç, 2009). İstanbul Boğazının güneyinde oldukça dar bir kıta sahanlığı bulunmaktadır ve Doğu Marmara derin çukurundan keskin bir eğilim ile ayrılmaktadır (Özsoy ve diğerleri, 2000). Bu tez çalışmasında incelenen istasyonlardan M23 istasyonu Marmara Denizi doğusunda bulunan Çınarcık çukurunu temsil etmektedir. Marmara Denizi çukur ve kanyon yapısı Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Marmara Denizi çukur ve kanyon yapısı (Çağatay (2015)’ten alınmıştır).

Üst tabakanın sıcaklığı atmosferik değişimlerin etkisi altındadır. Tuzluluk ise, kış aylarında rüzgarın oluşturduğu karışım ve Karadeniz’den gelen suyun azalmasından dolayı yıl içerisinde gözlenen en yüksek değerlere ulaşarak 21-25 psu arasında değişir (Beşiktepe ve diğerleri, 1994).

Marmara Denizi alt tabaka suyu 14,5°C sıcaklığı 38,5 psu tuzluluk değerleriyle durağan bir su özelliğine sahiptir. Bununla beraber Çanakkale Boğazı’ndan Marmara Denizi alt tabakasına giren sular alt tabakada değişik derinliklerde sıcaklık ve tuzluluk anomalilerinin gözlenmesine neden olur (Beşiktepe ve diğerleri, 1994).

Marmara Denizi’nin iklim şartlarına bakıldığında, coğrafi konum ve fiziki coğrafya özellikleri itibariyle Akdeniz makrokliması altında birbirinden farklı iklim tipleri görülmektedir. Coğrafi konumu itibariyle bölge, Türkiye’yi etkileyen polar ve tropikal hava kütlelerinin geçiş sahasında yer almaktadır. Bu hava kütleleri mevsimsel olarak etkili olmaktadır. Soğuk dönemde, özellikle Ekim-Nisan ayları arasında polar kökenli hava kütleleri hakimken, sıcak dönem olan Mayıs-Eylül ayları arasında daha çok tropikal kökenli hava kütleleri hakimdir. Soğuk dönem, topografik koşulların da etkisiyle kıyılarda ılık ve yağışlı geçerken, iç kesimlerde artan karasallığın da etkisiyle soğuk ve kar yağışlı geçmektedir. Rüzgarlar genel olarak kuzey sektörlü olmakla birlikte cephe geçişleri sırasında kuvvetli lodos da rastlanılmaktadır. Sıcak dönem ise

cephe oluşum koşullarından uzaklaşılan bir dönemdir. Sıcak dönem veya yaz ayları, açık gökyüzü, yüksek sıcaklıklar ve azalan yağış miktarları ile karakterize edilebilir. Bu dönemde sürekli kuzey rüzgarları görülmektedir (Mater, 2007).

Beşiktepe ve diğerlerine (1994) göre İstanbul Boğazı ve İzmit Körfezi topografik yapılarıyla yerel rüzgarların yönlerini ve süratlerini etkilemektedir. Yıllık rüzgarların %60'ı poyrazdan, %20'si lodostan esmektedir.

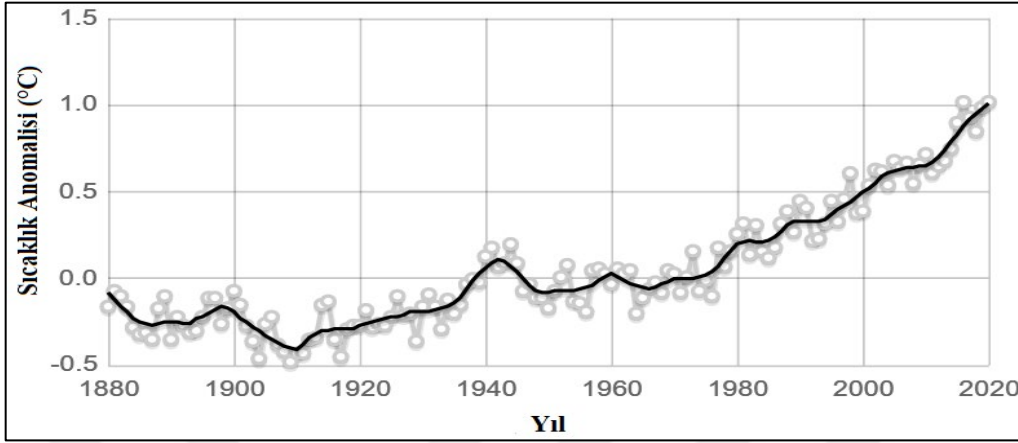
Marmara Bölgesi genelinde yıllık ortalama hava sıcaklıkları 6-14°C'ler arasında değişmekte olup, Marmara Denizi kıyılarında 13-14°C'lere rastlanılmaktadır. Bununla birlikte Temmuz ayı en sıcak ay olarak yaklaşık ortalama 23-24°C'ler arasında değişirken, Ocak ayı da en soğuk ay olarak ortalama 5-6°C'ler arasında sıcaklığa sahiptir. Ekstrem sıcaklıklar açısından bakıldığında, Marmara Denizi kıyıları, denizin ılımanlaştırıcı etkisi altında, sıcaklık derecesinin 0°C'nin altına indiği günler açısından ortalama 10-20 gün gibi bir değere sahipken, iç kesimlerde bu değer 50-60 günlere kadar çıkabilmektedir (Mater, 2007).

Beşiktepe (1991) tarafından hazırlanan çalışmada, bölgedeki hava sıcaklıklarının en düşük Ocak, en yüksek Temmuz ayında, deniz suyu sıcaklıklarının bu aylardan birer ay sonra, en düşük şubat, en yüksek Ağustos aylarında gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Bölge genelinde yıllık ortalama toplam yağış yaklaşık 600 mm. kadardır. Bu değer Marmara Denizi kıyısı istasyonlarda 750 mm.'lere kadar çıkmaktadır. Yağışların büyük bir bölümü kış mevsiminde düşerken, yaz yağışları yaklaşık %11 gibi bir paya sahiptir. Ortalama nispi nem ise %73'tür (Mater, 2007).

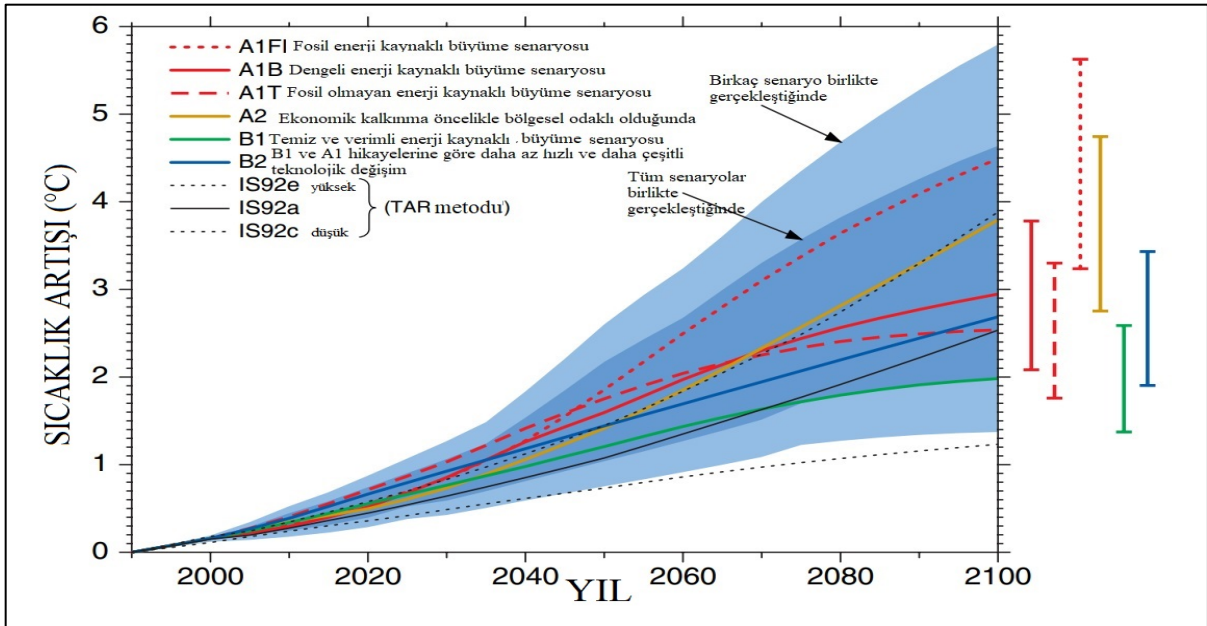
1.3. Küresel İklim Değişikliği ve evre Denizlerimizdeki Durumu

Dünya genelinde iklim değişikliği sera gazları ile yakından ilişkilidir. Sera gazlarının atmosferde aşırı bir şekilde artması küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olur. ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA)'nın uydu verilerinden derlemelerine göre 1880-2020 arasındaki küresel sıcaklık artış grafiği şekil 3'te sunulmuştur. Bu grafiğe göre 1980-2020 yılları arasındaki sıcaklık artışı yaklaşık 1,0°C olmuştur. Kayıt tutulmaya başlanan 1880 yılından bugüne kadar yaşanan en sıcak yıl 2016'dır.



Şekil 3. Küresel hava sıcaklığı artışı. (NASA, GISS (2020)'den alınmıştır).

IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change)'nin 2001 yılında yayımlanan değerlendirme raporunda Şekil 4'te olduğu gibi 2100 yılına kadar dünyamızdaki ortalama sıcaklığın 1,4-5,8°C arasında artacağı belirtilmektedir. Bu artışın 1990-2025 yılları arasında 0,4-1,1°C, 1990-2050 yılları arasında 0,8-2,6°C civarında seyredeceği kurgulanmaktadır (Griggs ve diğerleri, 2001; Atalık, 2007).



Şekil 4. Dünyada 2100 yılına kadar ortalama hava sıcaklığı artışı tahmini (Griggs vd. (2001)'den değiştirilmiştir).

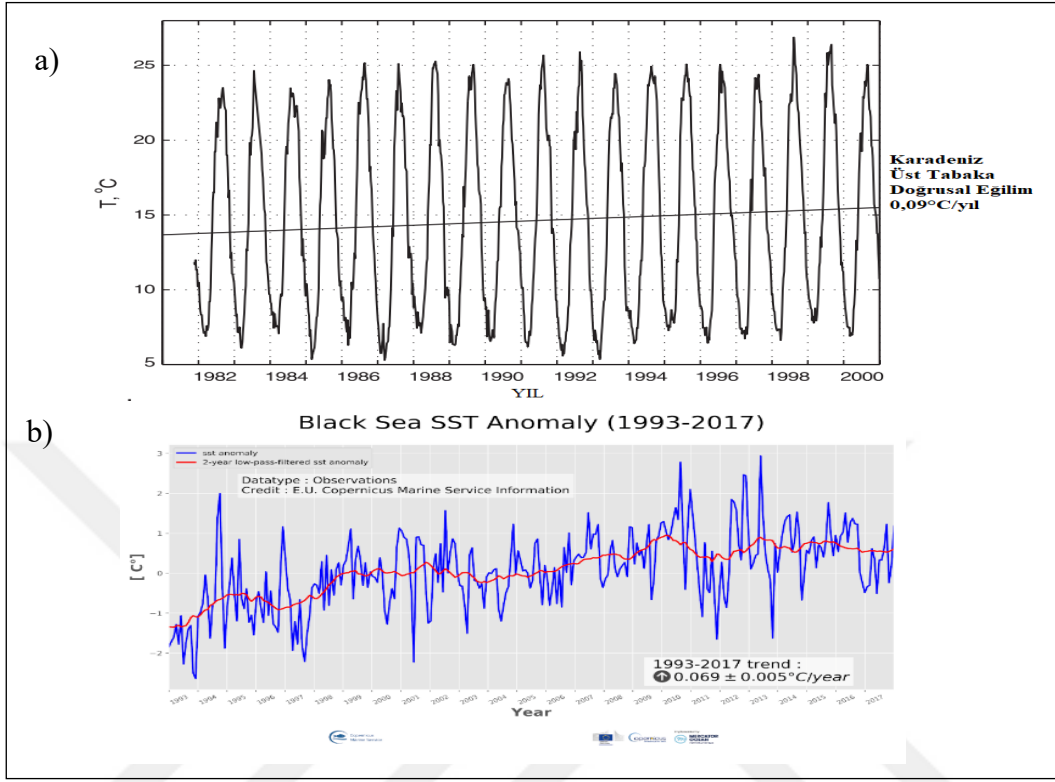
Küresel ısınmanın canlı yaşamı ve okyanuslar açısından önemi büyüktür. Bu iki unsur birbirleriyle bağlantılı parçalar olup, Ward (2014), küresel ısınmanın canlı yaşamı açısından önemine şu şekilde farklı bir bakış açısı katmıştır: “Dünya tarihinde bugüne değin 5 kez toplu yok oluş gerçekleşmiş olup, bunlardan 1 tanesi asteroitler 4’ü küresel ısınma sebebiyle gerçekleşmiştir. Dolayısıyla küresel ısınmanın canlıların toplu yok oluşuna dek sürececek bir süreç olduğunu söyleyebiliriz. Önceki yok oluşlarda; küresel ısınma sonucu okyanus sularının içerdiği oksijen oranı anormal derecede azalarak çok az oksijen içeren dip sularına dönüşmüştür. Normalde dip suları soğuk ve oksijenli yüksek enlemlerden gelmektedir, ancak küresel ısınma ile birlikte bu su ılık ve çok daha az oksijenli düşük enlemlerden gelmiştir. Ayrıca kutup ile tropikal bölgeler arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle oluşan taşıyıcı akıntıların rotaları değişmiştir. Bu iki değişikliğin sonucu olarak derin su organizmalarında toplu yok oluşlar gerçekleşmiştir. Isınma devam ettikçe okyanus rüzgarları ve yüzey akıntıları durma noktasına gelmiştir ve bu durum sonucunda okyanus yüzey suları ile düşük oksijenli dip sularının karışımı yavaşlamış ve giderek alt tabakadaki suların oksijen miktarı azalmıştır. Işığın nüfuz edebildiği düşük derinliklerdeki düşük oksijenli su ile ışık birleşince yeşil renkli kükürt bakterileri çoğalmış ve okyanusu doldurmuşlardır. Bu bakteriler zehirleyici miktarlarda hidrojen sülfür (H_2S) üretmişler ve bugünkü oranın 2000 katı kadar hidrojen sülfür atmosfere yayılmıştır. Bu gaz atmosferin üst seviyelerine yükselerek ozon tabakasını delmiştir. Hem ozon tabakasının delinmesi hem de hidrojen sülfür gazının atmosfere yükselirken yüksek sıcaklıkla birleşmesi karalarda ve denizlerde toplu yok oluşa neden olmuştur.”

İklim değişikliklerinin okyanuslara beş temel etkisi olarak deniz suyu seviyelerinde yükselme, asit oranlarında artış (ocean acidification), mercan beyazlaması (coral bleaching), daha sıcak sular nedeniyle balıkların etkilenmesi ve okyanus akıntılarının değişmesi gösterilmektedir (Pink, 2018).

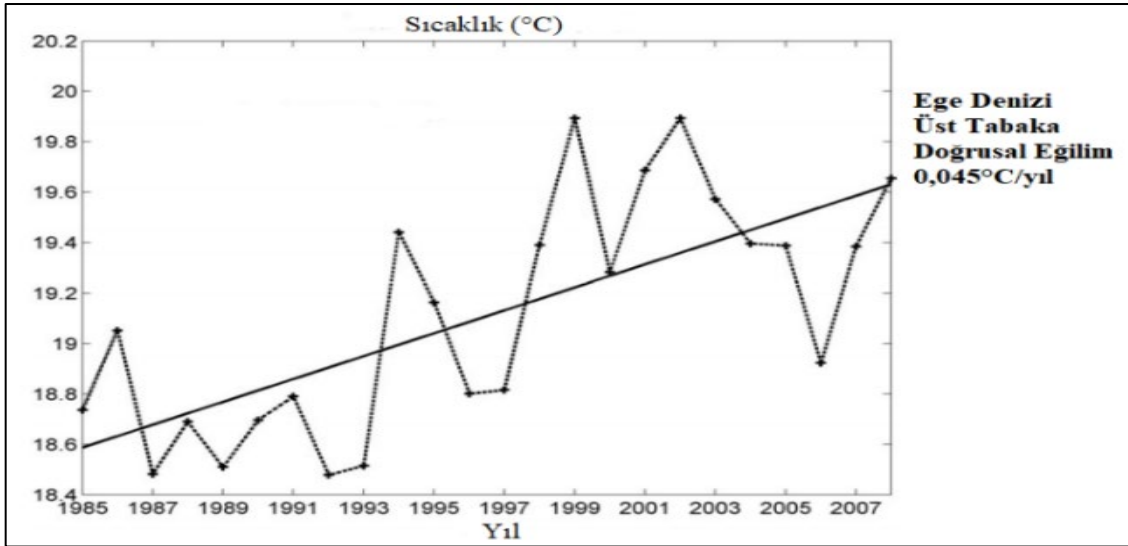
İklim değişikliğinin çevre denizlerdeki durumunu incelemek maksadıyla bölgede bu konuda yapılmış araştırmalar incelenerek üst tabaka sıcaklık eğilimleri tasnif edilmiş ve Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. İklim değişikliğinin çevre denizlerdeki etkileri.

ÇEVRE DENİZLERİN ÜST TABAKA SICAKLIK EĞİLİMLERİ				
BÖLGE	EĞİLİM (°C)	TARİH	YÖNTEM	REFERANS
KARADENİZ	0,09 (bk. Şekil 5.a)	1981-2000	Uydu gözlemleri	Ginzburg ve diğerleri (2004)
	0,05	1982-2012		Shaltout ve Omstedt (2014)
	0,06	1982-2002		Belkin (2009)
	0,07 (bk. Şekil 5.b)	1993-2017		E.U. Copernicus Marine Service Information (2018)
EGE DENİZİ	0,04	1982-2012	Uydu gözlemleri	Shaltout ve Omstedt (2014)
	0,05	1980-2000		Theocharis (2008)
	0,05 (bk. Şekil 6)	1985-2008		Skliris ve diğerleri (2011)
AKDENİZ	Kaydadeğer soğuma (değer belirtilmemiş)	1970-1980	Yerinde (in-situ) gözlemler	Lelieveld ve diğerleri (2002)
	0,03	1980-2000		
	0,03	1974-2005	Uydu gözlemleri	Vargas-Yanez ve diğerleri (2008)
	0,03	1982-2012		Shaltout ve Omstedt (2014)
	Kaydadeğer bir eğilim gözlemlenmemiştir.	1985-1996		D’Ortenzio ve diğerleri (2000)
	0,04	1985-2008		Skliris ve diğerleri (2012)
	0,04	1985-2006		Nykjaer (2009)

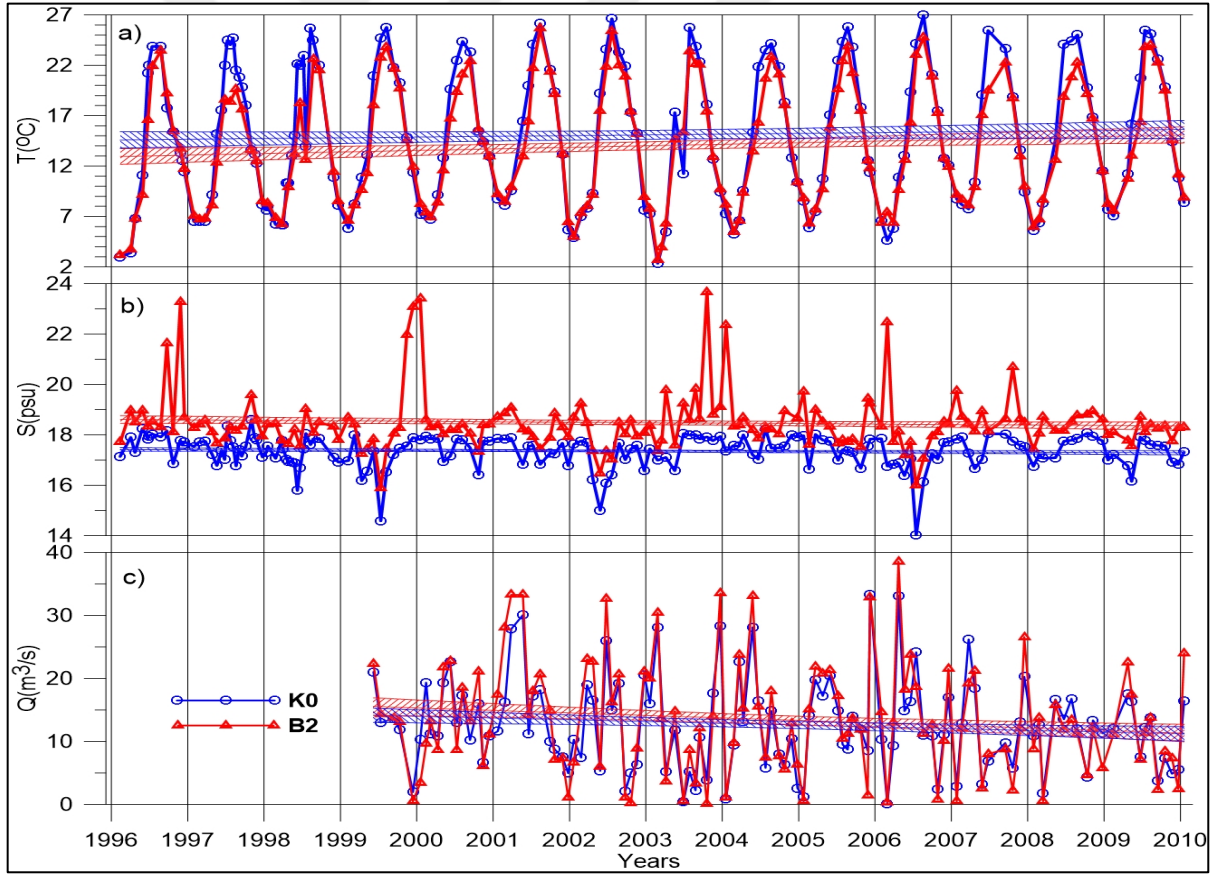


Şekil 5. Karadeniz üst tabakadaki (a) yıllık 0,09°C'lik (Ginzburg vd. (2004)'ten değiştirilmiştir), (b) yıllık 0,069°C'lik (E.U. Copernicus Marine Service Information (2018)'dan alınmıştır) sıcaklık eğilimleri.

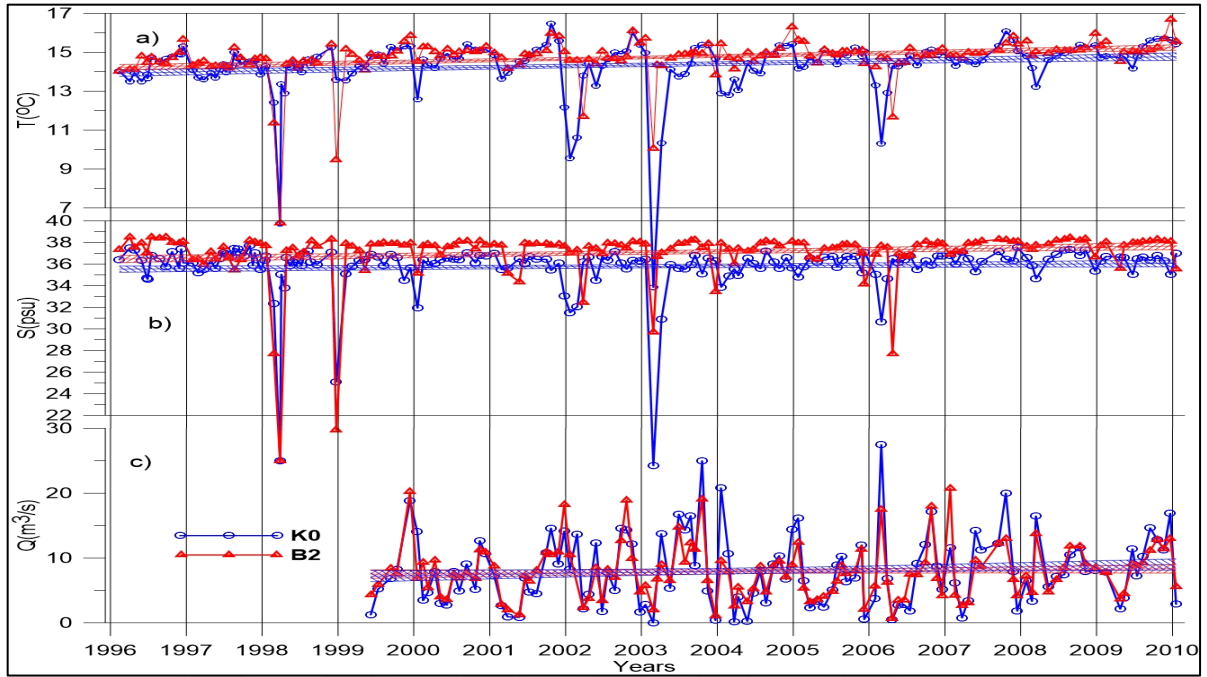


Şekil 6. Ege Denizi üst tabakadaki yıllık 0,045°C'lik sıcaklık eğilimi (Skiris vd. (2011)'den değiştirilmiştir).

Altıok ve Kayışoğlu (2015), Marmara Denizi'nin Karadeniz ile bağlantısını sağlayan İstanbul Boğazı'nın kuzey ve güney çıkışlarına yakın 2 istasyonda 1996-2010 yılları arasında toplanan sıcaklık ve tuzluluk verilerini analiz ederek yıllık eğilimi tespit etmişlerdir. Üst tabaka verileri olarak her iki istasyonun 5 metre verileri, alt tabaka olarak dip derinliğinden 4 metre yukarıda olacak şekilde kuzey çıkışının 63 metre güney çıkışının 37 metre verileri kullanılmıştır. Bu çalışmaya göre, Şekil 7 ve 8'de görüldüğü gibi İstanbul Boğazı kuzey çıkışında (K0) üst tabaka sıcaklık eğilimi yıllık $0,07^{\circ}\text{C}$, alt tabaka sıcaklık eğilimi yıllık $0,06^{\circ}\text{C}$, üst tabaka tuzluluk eğilimi yıllık $-0,01$ psu, alt tabaka tuzluluk eğilimi yıllık $0,04$ psu'dur. İstanbul Boğazı güney çıkışında (B2) üst tabaka sıcaklık eğilimi yıllık $0,15^{\circ}\text{C}$, alt tabaka sıcaklık eğilimi yıllık $0,07^{\circ}\text{C}$, üst tabaka tuzluluk eğilimi yıllık $-0,02$ psu, alt tabaka tuzluluk eğilimi yıllık $0,09$ psu'dur.



Şekil 7. İstanbul Boğazı üst tabaka (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk eğilimleri (Altıok ve Kayışoğlu (2015)'ten değiştirilmiştir).



Şekil 8. İstanbul Boğazı alt tabaka (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk eğilimleri (Altıok ve Kayışoğlu (2015)'ten değiştirilmiştir).

Bu tez çalışmasında Marmara Denizi doğusunda 8 farklı istasyonda 1997-2010 yılları arasında aylık toplanmış sistematik veri seti incelenmiştir. Her istasyonda sıcaklık ve tuzluluk eğilimini tespit etmek maksadıyla üst tabakayı temsilen 1, 5 ve 10'uncu metreler, alt tabakayı temsilen 40 ve 62'inci metrelerde analizler yapılmıştır. Bölge genelinin sıcaklık ve tuzluluk eğilimini tespit etmek maksadıyla ise üst tabakada 5, alt tabakada 40 metre verileri esas alınmıştır. Her ne kadar iklim değişimini göstermesi açısından kısa bir dönemi kapsıyor olsa da 13 yıllık düzenli veri seti ile 2019 yılında aynı bölgeye ait verilerle yapılan karşılaştırmalar Marmara Denizi doğusunda iklim değişimi etkisini göstermesi açısından yeterli olacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca Marmara Denizi doğusunda yer alan Çınarcık Çukuru'na ait 1993-2019 yılları arasında düzensiz toplanmış sıcaklık ve tuzluluk verileriyle de derin sulardaki uzun dönemli değişimleri iklim değişimi açısından incelenmiştir. Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçların çevre denizlerle karşılaştırması ve bölgede daha önce benzer çalışma yapılmamış olması tez çalışmasında elde edilen verileri anlamlı kılmaktadır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Çalışma Sahası

Çalışma sahası olarak tanımlanan bölge Şekil 9’da gösterildiği gibi Marmara Denizi doğusu İstanbul Boğazı çıkışında yer alan; 28°32.30’ D ile 29°13.60’ D boylamları ve 40°47.90’ K ile 40°58.11’ K enlemleri arasında kalan bölgedir. Bölgede 1997-2010 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü gemisi R/V ARAR tarafından yaklaşık her ay oşinografik ölçümler icra edilmiştir. Ölçüm yapılan istasyonların konum bilgileri Tablo 2’de olduğu gibidir. 2019 yılına ait 45C ve MY2 istasyonlarında gerçekleştirilen CTD ölçümleri ise yine aynı kurumun R/V ALEMDAR II gemisi ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 9. Çalışma sahası genel görünümü (WGS-84 koordinat sisteminde Google Earth programında çizilmiştir).

Tablo 2. Marmara Denizi istasyonları konum bilgileri.

İst. Adı	Enlem (Kuzey)	Boylam (Doğu)	Dip Der.	Tarih	Veri Oranı	Veri Eksiği Olan Aylar
M8	40.940	28.943	65	Şubat 1997-Ocak 2010	% 94	Ocak 1999, Şubat 1999, Mart 1997, Mart 2009, Nisan 1997, Nisan 2008, Temmuz 2007, Eylül 2008, Ekim 1997, Ekim 1998
M23	40.812	28.875	1240	Şubat 1997-Ocak 2010	% 87	Ocak 1999, Ocak 2000, Ocak 2006, Şubat 1999, Şubat 2001, Şubat 2004, Mart 1997, Mart 2009, Nisan 1997, Nisan 2008, Mayıs 2005, Haziran 2003, Temmuz 2007, Eylül 2001, Eylül 2004, Eylül 2006, Eylül 2008, Ekim 1997, Ekim 1998, Aralık 1998, Aralık 2007
M11	40.863	29.175	63	Şubat 1997-Ocak 2010	% 90	Ocak 1999, Şubat 1999, Şubat 2009, Mart 1997, Mart 2009, Nisan 1997, Nisan 2008, Haziran 1999, Temmuz 1999, Ağustos 2007, Eylül 2008, Ekim 1997, Ekim 1998, Ekim 1999, Aralık 1999
MY1	40.843	29.227	42	Haziran 1997-Ocak 2010	% 91	Ocak 1999, Ocak 2006, Ocak 2009, Şubat 1999, Şubat 2009, Mart 2009, Nisan 2001, Nisan 2008, Mayıs 2005, Haziran 2003, Temmuz 2007, Eylül 2008, Ekim 1997, Ekim 1998
MY2	40.829	29.189	91	Mart 1999-Ocak 2010 Mayıs 2019 ve Ekim 2019	% 90	Ocak 2006, Ocak 2009, Şubat 2009, Mart 2009, Nisan 2001, Nisan 2008, Mayıs 2005, Mayıs 2009, Haziran 2003, Temmuz 2007, Ağustos 2006, Eylül 2008, Ekim 2000

Tablo 2'nin devamı:

M14	40.927	28.775	85	Şubat 1997-Ocak 2010	% 88	Ocak 1999, Ocak 2006, Şubat 1999, Şubat 2009, Mart 1997, Mart 2009, Nisan 1997, Nisan 2005, Nisan 2008, Mayıs 2005, Mayıs 2009, Haziran 2003, Temmuz 2007, Ağustos 2007, Eylül 2008, Ekim 1997, Ekim 1998, Ekim 1999, Aralık 1999
MBC1	40.953	28.538	48	Mart 1999- Ocak 2010	% 86	Ocak 2006, Şubat 2009, Mart 2009, Nisan 2001, Nisan 2005, Nisan 2008, Nisan 2009, Mayıs 2005, Mayıs 2009, Haziran 2003, Haziran 2007, Haziran 2009, Temmuz 2007, Temmuz 2009, Ağustos 2009, Eylül 2006, Eylül 2008, Aralık 1999
MKC1	40.969	28.755	22	Eylül 2002- Ekim 2007	% 62	Ocak 2003, Ocak 2004, Ocak 2006, Şubat 2003, Şubat 2004, Mart 2003, Nisan 2003, Nisan 2005, Nisan 2007, Mayıs 2003, Mayıs 2004, Mayıs 2005, Mayıs 2007, Haziran 2003, Haziran 2007, Temmuz 2003, Temmuz 2007, Ağustos 2007, Eylül 2003, Eylül 2007, Kasım 2003, Aralık 2002, Aralık 2003
45C	40.786	28.890	1300	Mayıs 2019, Ekim 2019	-	-

Veri işleme ve analiz etme sürecinde öncelikle tek tek tüm aylardaki verinin kalitesine bakılmıştır. Bozuk veya hatalı olduğu düşünülen veri elenmiştir. Oşinografik gözlemler ve aylık ortalamaların tespitinde tüm derinlik verileri kullanılmıştır. Aylık ortalamaların tespit edilebilmesi için farklı yıllarda aynı aya sahip derinlik verilerinin aritmetik ortalaması alınmıştır. Eğilim analizi tabakalar halinde incelenmiş, üst tabaka için 1, 5 ve 10'uncu metreler, alt tabaka için M8, M23, M11, M14 ve MY2 istasyonlarında 40 ve 62'inci metreler, MY1 istasyonunda 35 ve 40'inci metre, MBC1 istasyonunda 40 ve 45'inci metre, MKC1 istasyonunda ise 18 ve 20'inci metreler esas alınmıştır.

2.2. Sıcaklık ve Tuzluluk Verileri

Bu çalışmada 1997 Ocak ve 2019 Ekim tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'ne ait R/V ARAR ve R/V ALEMDAR II gemileri ile aylık olarak toplanan sıcaklık ve tuzluluk verileri kullanılmıştır. 2009 Ekim ayı seferine ait saha ve cihaz resmi Şekil 10'da sunulmuştur. Ölçümlerde SBE 25 ve SBE 9/11 CTD sistemleri kullanılmıştır. SBE 25 ve SBE 9/11'de kullanılan iletkenlik ve sıcaklık algılayıcıları her iki cihazda da aynı özellikleri taşımaktadır. İletkenlik algılayıcısının ölçme doğruluğu 0,001 S/m, duyarlılığı 0,00004 S/m, sıcaklık algılayıcısının ölçme doğruluğu 0,01°C ve duyarlılığı 0,0003°C'dir. İki sisteminde aynı zamanda ve lokasyonda topladığı veriler incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Çıkan farklar, sıcaklık profilleri arasında ortalama 0,03°C, tuzluluk profilleri arasında 0,014 psu'dur (Altıok, 2001). Bu farklar, bu çalışmada izlenen sıcaklık ve tuzluluk değişimlerine göre ihmal edilebilir miktarlardadır.



Şekil 10. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü R/V ARAR gemisi seyir ve CTD ölçüm cihazı fotoğrafı (Kayışoğlu (2016)'dan alınmıştır).

2.3. Meteoroloji Verileri

İklim değişikliğinin anlaşılabilmesi ve gösterilmesi maksadıyla Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait Florya Meteoroloji İstasyonu'nun 1997-2019 yılları arasında ölçtüğü aylık hava

sıcaklığı ve atmosferik basınç değerleri kullanılmıştır. Florya Meteoroloji İstasyonu, İstanbul'un Bakırköy ilçesinde 58 metre yükseklikte konumlanmış, bu çalışmada incelenen sahaya en yakın meteoroloji istasyonudur. İstasyona ait konum haritası Şekil 11'de sunulmuştur.



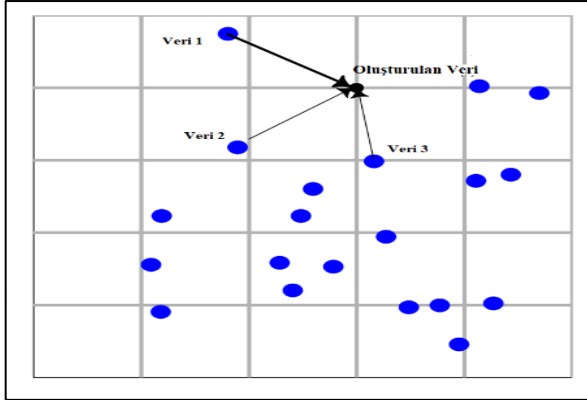
Şekil 11. Florya Meteoroloji İstasyonu konum haritası (WGS-84 koordinat sisteminde Google Earth programında çizilmiştir).

2.4. Zaman Serilerinin Oluşturulması

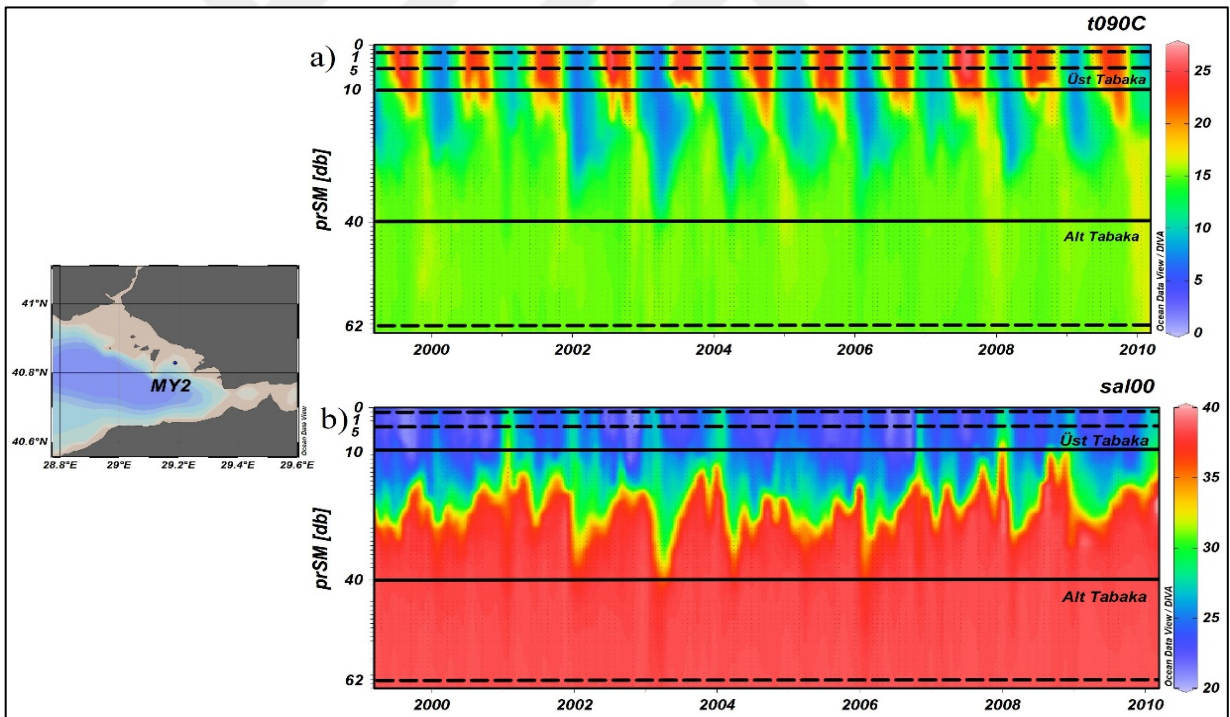
Bu tez çalışmasında veri setlerinin incelenmesi ve zaman profillerinin oluşturulmasında Ocean Data View (ODV) programından faydalanılmıştır. ODV ile sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk parametreleri zaman serisi haline getirilmiş ve renk kontrastları oluşturularak verilerin genel yapısının anlaşılması ve anomalilerin oluştukları yerlerin seçilebilmesi hedeflenmiştir.

Uzun dönemli profiller görselleştirilirken mevcut veriler haricinde kalan boş alanların doldurulmasında en uygun yöntem, sonlu elementler usulüyle hata payını en aza indirgeyen ve sayısal olarak etkili bir metod olan DIVA (Data Interpolating Variational Analysis-Veri İnterpolasyonlu Varyasyon Analizi) gridleme yöntemidir (Troupina ve diğerleri, 2012). Bu maksatla, tez çalışmasındaki uzun dönemli profillerin görselleştirilmesi aşamasında DIVA yönteminden faydalanılmıştır. Şekil 12'deki örnekte gösterildiği gibi boş gridlere en yakın noktalara ait veriler enterpole edilerek yeni veriler oluşturulmuş, oluşturulan bu yeni verilerle boş

alanlar doldurularak genel bütünlüğü bozmayacak şekilde sıcaklık ve tuzluluk profilleri elde edilmiştir.



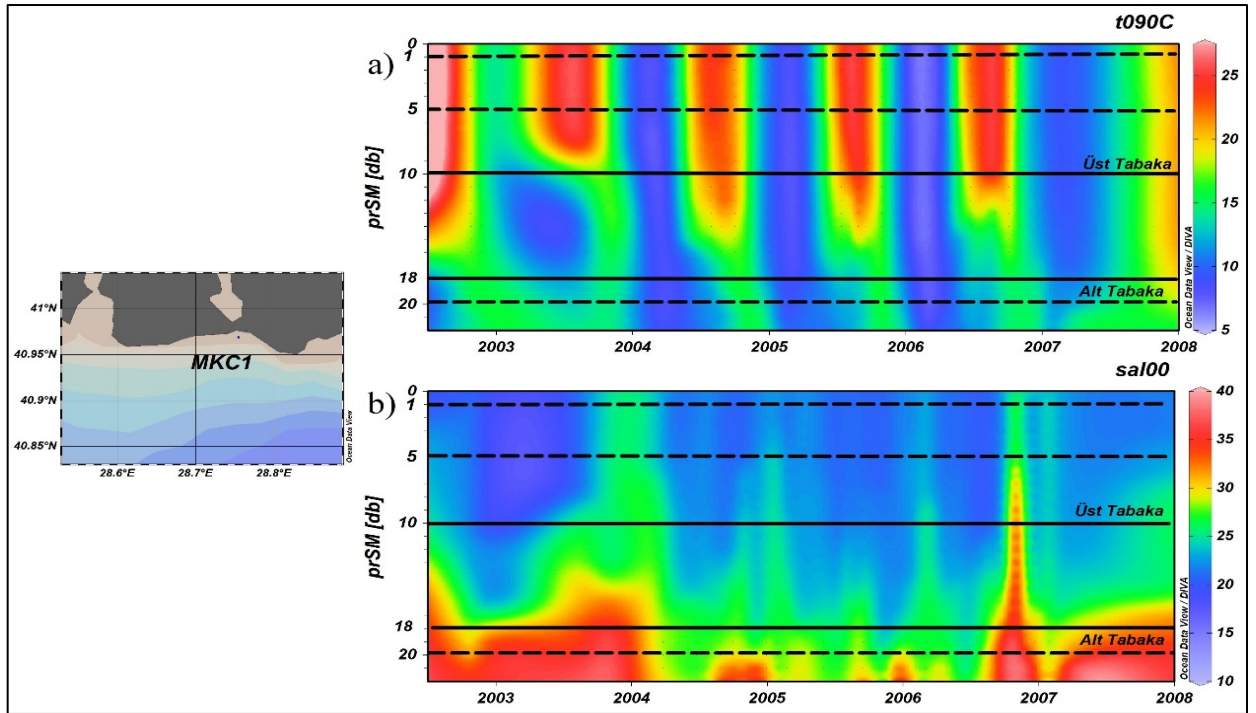
Şekil 12. Boş gridlerin doldurulması yöntemi.



Şekil 13. MY2 istasyonu örnek (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk profili.

İki tabakalı yapıda olan su kolonunda her tabakanın fiziksel özelliklerinin atmosferik ve oşinografik değişimleri ve bir birleriyle olan etkileşimi görebilmek için tabakaları temsilen bazı derinlikler belirlenmiştir. Üst tabakayı temsilen 1, 5 ve 10'uncu metreler, alt tabakayı temsilen

M8, M23, M11, M14 ve MY2 istasyonlarında 40 ve 62'inci metreler, MY1 istasyonunda 35 ve 40'inci metre, MBC1 istasyonunda 40 ve 45'inci metre, MKC1 istasyonunda ise 18 ve 20'inci metreler esas alınmıştır. Şekil 13'te MY2, Şekil 14'te sıg MKC1 istasyonlarına ait örnek sıcaklık ve tuzluluk profillerinde bu derinlikler açıkça gösterilmiştir. Verilerin tutarlılığına ve belli bütünlükte olmalarına bakılarak, gerek istasyonların büyük çoğunluğunu yansıtan MY2 istasyonunda, gerekse en sıg istasyon olan MKC1'de seçilen derinliklerin üst ve alt tabakaları temsil ettiği söylenebilir.



Şekil 14. MKC1 istasyonu örnek (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk profili.

2.5. Eğilim Analizi

Eğilim, bir başka deyişle trend, zaman içinde bir parametrede meydana gelen artış veya azalış hareketlerini ortaya koymak için kullanılan analiz şeklidir. Eğilim çizgileri geçmişe ait verilerin eğilimini göstererek geleceğe yönelik tahminde bulunulmasını sağlar. Eğilim analizi; verilerin yorumlanması ve aylık istatistiklerin tamamlanmasında önemli rol oynamaktadır. Eğilim analizinin yapılmasında parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanılmaktadır. Hirsch ve diğerleri (1991) yaptıkları çalışmalarda farklı analiz yöntemlerinin mukayesesini tartışmışlardır.

Amaçları en iyi eğilim analizi yöntemini belirlemek olmayıp, araştırmacıların seçecekleri eğilim yöntemlerini belirlemede önceden gözlemlenen tecrübelerle istinaden tavsiye niteliğinde yol göstermektir.

Meals ve diğerleri (2011) yaptıkları çalışmada parametrik testlerin parametrik olmayan testlere kıyasla daha hassas ve güçlü olduklarını ifade etmişlerdir. Parametrik yöntemler monotonik eğilim ve step eğilim yöntemleridir. Eğer bir veri seti normal dağılıma sahipse monotonik testlerin uygulanması eğilimin belirlenmesinde daha faydalı olacaktır.

Doğrusal eğilim (Lineer trend), monotonik eğilim testlerinin temelini oluşturur. Kelime anlamı olarak bağımlı değişkenin, zaman değişkeninin doğrusal bir işlevi olduğu eğilimdir. Geçmiş dönemden elde edilen veriler ile $y=a+bx$ denkleminin uygulanması ile tespit edilir. Bu denklemde “y” tahmini, “a” sabit katsayıyı, “b” doğrunun eğilimini, “x” ise zamanı ifade etmektedir.

Step eğilim, bir noktadaki ani değişimleri tespit etmek maksatlı kullanılır. Helsel ve Hirsch (1992) yaptıkları çalışmada bir veri setinde eğer veri boşluğu toplam verinin üçte birinden fazlaysa monotonik eğilim yerine step eğilim yöntemleri kullanılmasının daha etkili olacağını iddia etmişlerdir.

Parametrik olmayan eğilim testleri Mann-Kendall testi ve Sen’in eğilimi testidir. Mann-Kendall testinde zaman serisinde yukarı/aşağı eğilim olup olmadığı kontrol edilir. Veri normal dağılmıyorsa bu testten faydalanılabilmektedir. Sen’in eğilimi testinde ise en küçük kareler tahminine dayanarak bir dizi (x, y) veri elemanına uyan bir regresyon çizgisinin eğilimi belirlenir. Sen’in eğilimi, Mann-Kendall testine benzer şekilde hesaplanır.

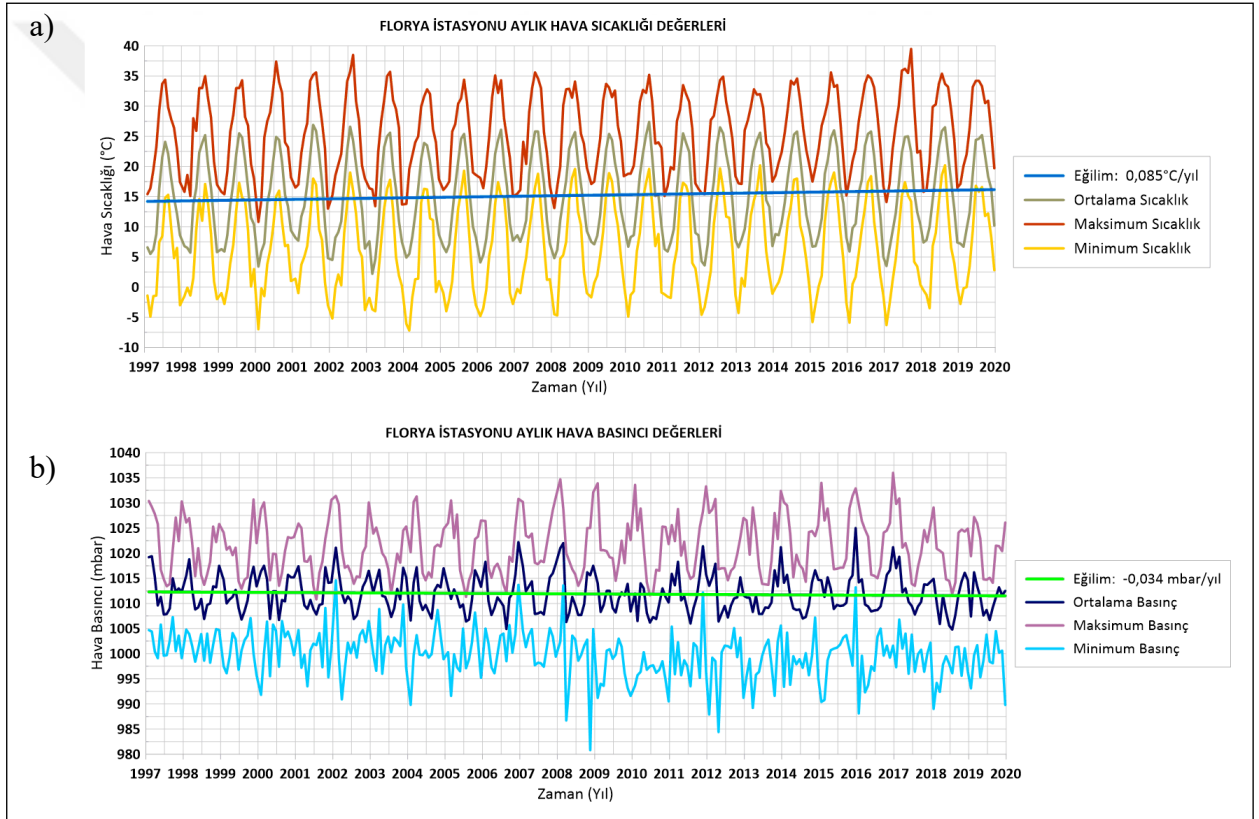
Bu tez çalışmasında eğilim yönteminin belirlenmesi maksadıyla, öncelikle eğilimi hazırlanacak veri setindeki parametrelere (sıcaklık ve tuzluluk) ait değerlerin uygunluğu ve doğruluğu kontrol edilmiştir. Meals ve diğerleri (2011), yaptıkları çalışmada 1-5 yıllık veri inceleme yapılması halinde verilerin haftalık şekilde, 6-10 yıllık inceleme yapılması halinde verilerin aylık şekilde düzenlenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu görüş, bu tez çalışmasında olduğu gibi 13 yıllık veri setinde aylık verilerle eğilim analizi yapılabilmesini desteklemektedir. Eğilimin aylık veriler üzerinden hesaplanacağı belirlendikten sonra eğilim yöntemi seçimi maksadıyla verilerin dağılımına bakılmıştır. Bir verinin dağılımı gözlem değerlerinin sayısal

olarak dökümüdür. Normal dağılımda verilerin çoğunluğu ortalama değerin çevresinde kümelenir. Bu çalışmada aylık verilerin sıklığı ve dağılımı kontrol edilmiş, tamamının ortalamaları ve standart sapmaları bulunmuş, verilerin ortalama dağılımın çevresinde kümelenip kümelenmediği gözlemlenmiştir. Oşinografik parametreler standart sapmaları ile birlikte verilmiş olup, bu grafikler bulgular bölümünde görülebilir. Verilerin normal dağılıma sahip olması parametrik test uygulanması sonucunu doğurmuştur. Uygun parametrik test seçiminde veri boşluğu olup olmadığına bakılmış, veri boşluğunun fazla olmaması nedeniyle Doğrusal Eğilim (Lineer Trend) yöntemi uygulanmasına karar verilmiştir. Marmara Denizi doğusunda bulunan 8 istasyona Doğrusal Eğilim yöntemi kullanılarak aylık üst-alt tabaka sıcaklık-tuzluluğun ve Florya Meteoroloji İstasyonu'ndan temin edilen hava sıcaklığı ve atmosferik basınç verilerinin eğilimi belirlenmiştir. Atmosferik verilerin eğilimlerinin belirlenmesinde doğrusal eğilimin yanı sıra hareketli ortalama yöntemi kullanılmıştır. Hareketli ortalama, bir parametrenin (sıcaklık veya basınç) belirli bir süre boyunca ortalamasını gösteren zaman tabanlı, gecikmeli göstergedir. Hareketli ortalama, momentumu ölçmenin yanı sıra eğilimi doğrulamanın iyi bir yoludur. Hareketli ortalama kullanarak meteoroloji verilerinin “gürültü” etkisinin yumuşatılarak yorumlanması hedeflenmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1 Atmosferik Parametrelerin Eğilim Analizleri

Bu çalışmada atmosferik koşullar açısından 1997-2019 yılları arasında Marmara Denizi'nin doğusunu temsilen Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait Florya Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilen hava sıcaklığı ve atmosfer basıncı verileri incelenmiştir.



Şekil 15. Florya istasyonu aylık (a) hava sıcaklığı ve (b) hava basıncı gözlem değerleri zaman serisi ve eğilimleri.

Florya Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilen meteoroloji değerleri incelenerek Şekil 15'te sunulmuştur. Hava sıcaklığının genel olarak Ocak ve Şubat aylarında düşük, Temmuz ve Ağustos aylarında yüksek olduğu görülmektedir. Ortalama sıcaklık değerlerine göre en soğuk ay 2003 Şubat ayıdır. 2003 Şubat ayı diğer ayların yanı sıra, Şubat ayları ortalama sıcaklık değerlerine göre dahi anomali göstermiştir. Diğer tüm yılların Şubat aylarının sıcaklık değerleri

5,3-8,2°C arasında değişiyor olmasına rağmen, 2003 yılı şubat ayı ortalaması 2,2°C’de kalmıştır. Bu durum özellikle çoęu istasyon açısından en dūřuk yūzey suyu sıcaklığının bu tarihte gerçekleşmesine neden olmuştur. Aynı şekilde 2000 Ocak ayı da ortalama 3,4°C sıcaklık ile soğuk bir ay olmuştur. 2010 yılından sonra en dūřuk ortalama sıcaklık 3,5°C ile 2017 Ocak ayında gōzlemlenmiřtir. Gūn bazında minimum sıcaklık değerleri ise -7,2°C ile 2004 şubat ayında ve -7,0°C ile yine 2000 Ocak ayında gōzlemlenmiřtir. 2017 Ocak ayındaki minimum sıcaklık değeri -6,3°C’dir.

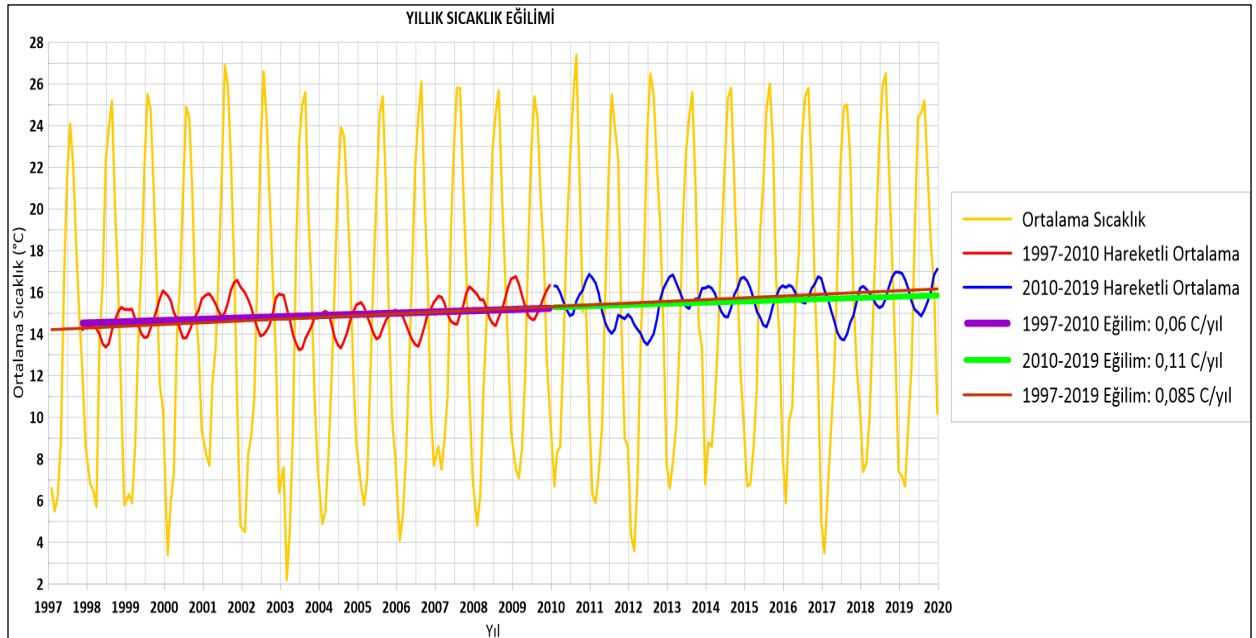
Ortalama sıcaklık değerlerine gōre en sıcak ay ortalama 27,4°C ile 2010 Aęustos ayıdır. Dięer en sıcak iki ay ise 26,9°C ile 2001 Temmuz ve 26,6°C ile 2002 Temmuz aylarıdır. Gūn bazında en yūksek hava sıcaklığı 2017 Eylūl ayında gōzlemlenen 39,5°C’dir. Dięer en yūksek iki sıcaklığın 38,5°C ile 2002 Aęustos ayında ve 37,4°C ile 2000 Temmuz ayında yaşanmış olması 2000-2002 arası yaz dōneminin çok sıcak olduğunu gōstermektedir. Bu noktada ayrıca ilginç bir veriye dikkat çekmek gereklidir. Ortalama sıcaklığın 25°C ve ūzeri olması 1997 Ocak-2009 Aralık arasındaki 13 yılda 13 ayda gōzlemlenmiřken, 2010 Ocak-2019 Aralık arasındaki 10 yılda 15 ayda gōzlemlenmiřtir. Kısacası 1990’ların sonu ve 2000’li yıllarda 25°C barajı %8 oranında aşılmışken, 2010’larda bu oran %13’e yūkselmiřtir.

Atmosfer basıncı havadaki gazların yūzeeye uyguladığı kuvvet olup, deniz seviyesinde normal basınç 1013 mbar kabul edilmektedir. Bu değerin ūstündeki basınçlar yūksek basınç, altındaki değerler alçak basınçtır. Meteorolojide 1020 mbar barajının ayrı bir önemi bulunmaktadır. Basıncın 1020 mbar ūzeri olduğu durumlarda antisiklonik hava akımları meydana gelmektedir. Aylık atmosfer basıncı değerlerine gōre en yūksek ortalamaya sahip 3 ay sırasıyla 1025 mbar ile 2015 Aralık, 1022,2 mbar ile 2006 Aralık ve 1022 mbar ile 2008 şubat ayları olup bu aylarda antisiklonik hava akımları, çok soğuk ve sisli havayı beraberinde getirmiştir. Ortalama 1020 mbar basınç barajı 1997-2019 arasında 8 kez aşılmışken, bunlardan 4 tanesi 2010 yılından ūnce 4 tanesi 2010’lu yıllarda gōzlemlenmiřtir. Aylık ortalama basıncın 1020 mbar seviyesini ařan ay sayısında 1997-2019 yılları arasında 2010 ūncesi ve sonrası arasında fark gōrūlmemesi antisiklonların gōrūlme sıklığının bu periyotta değişmediğini ortaya koymaktadır. Gūn bazında en yūksek 3 basınç değerinin de sırasıyla 1036 mbar ile 2016 Aralık, 1034 mbar ile 2015 Ocak ve 1034,7 ile 2008 Ocak aylarında tespit edilmiş olması kış aylarında ve özellikle Aralık-Ocak

aylarındaki basınç değerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Aylık basınç değerlerine göre en düşük ortalamaya sahip 3 ay 1004,8 psu ile 2018 Temmuz, 1004,9 psu ile 2006 Ağustos, 1005,6 psu ile 2018 Haziran'dır. Tüm profile bakıldığında yaz aylarında basınç değerlerinin düşük olduğu fark edilmektedir.

2008 Şubat ayında en yüksek basınçlardan birinin gerçekleşmesinin hemen ardından 2008 Mart ayında en düşük basınçlardan birinin gözlemlenmesi ve gün bazında en düşük basınç değerinin 980,8 psu ile ekstrem şekilde 2008 Kasım ayında gerçekleşmiş olması 2008 yılı basınç değerlerinin anomalisi açısından dikkat çekicidir. Yüksek basınç poyraz, düşük basınç lodos göstergesidir. 22 Kasım 2008 tarihinde yüksek basıncın oluşturduğu şiddetli lodos nedeniyle İstanbul'daki Karaköy Vapur İskelesi'nin batmış olması bu anomaliyi destekler niteliktedir.

Atmosferik şartların eğilimi incelendiğinde ortalama hava sıcaklığı değerlerinin yıllık $0,085^{\circ}\text{C}$ artmış olması, aylık ortalama sıcaklığın 25°C 'den yüksek bulunmasının 2010'lu yıllarda daha sık gerçekleşmesi ile uyumlu olduğu gözükmektedir. Yıllık ortalama basınç değerlerinin $0,034$ mbar seviyesinde düştüğü tespit edilmiştir. Bu değer ihmal edilebilir büyüklükte olduğu düşünülmektedir.

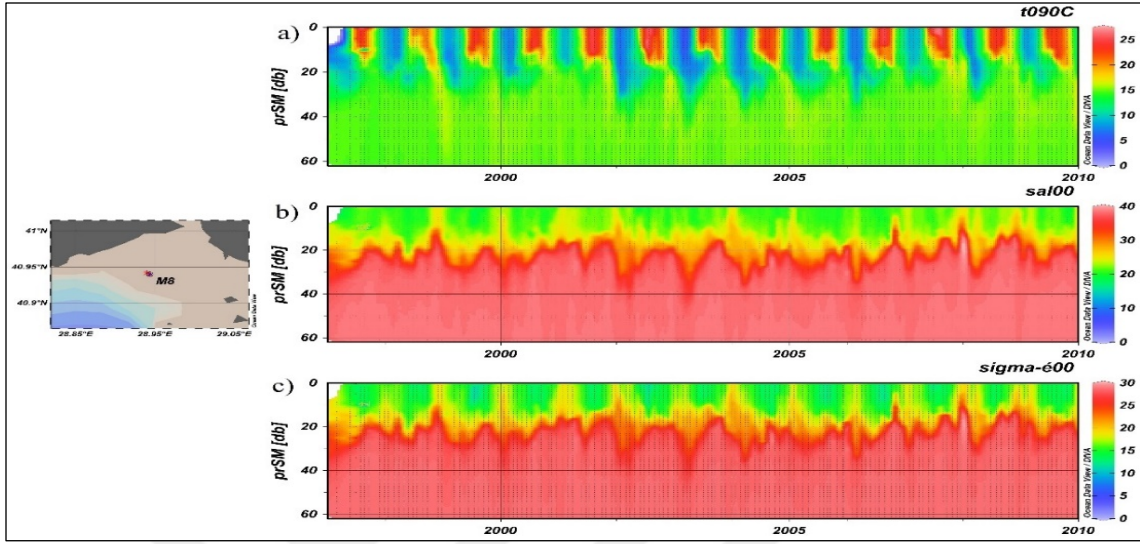


Şekil 16. Hareketli ortalama esaslı 1997-2010 ve 2010-2019 hava sıcaklığı eğilimleri.

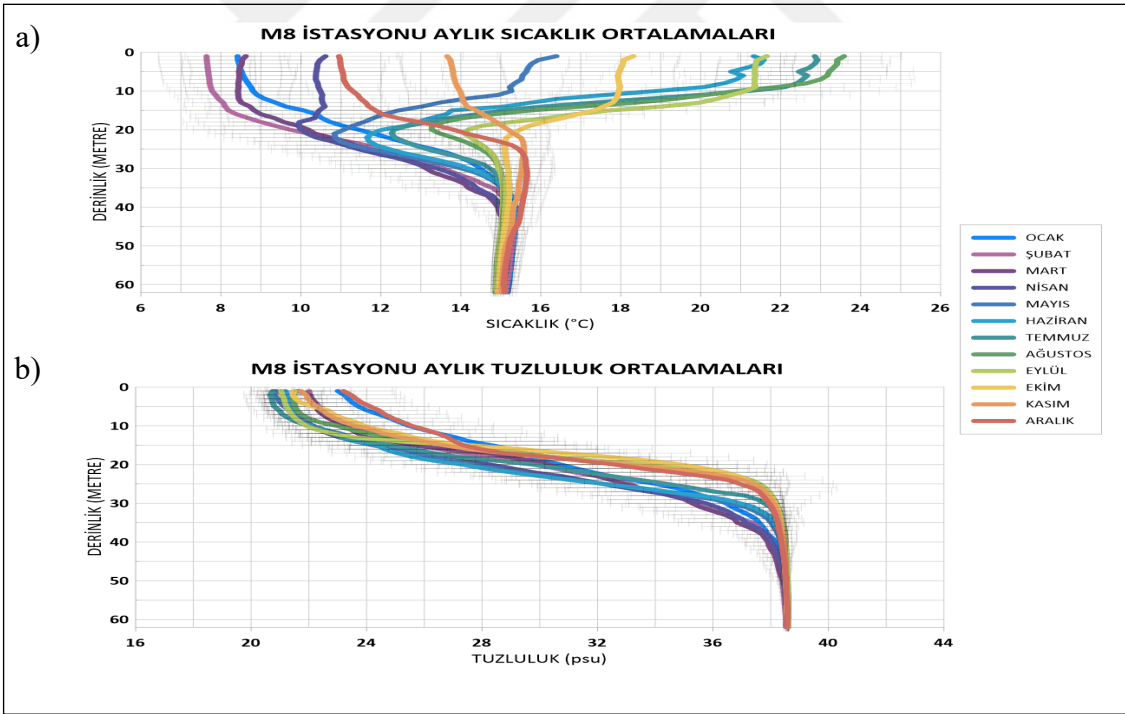
Hava sıcaklığının 1997-2009 ve 2010-2019 yılları arasındaki eğilimini ayrı ayrı belirlemek ve incelenen dönemin ilk ve ikinci yarısındaki sıcaklık eğilimlerini mukayese etmek maksadıyla hazırlanan sıcaklık eğilim grafiği Şekil 16'da sunulmuştur. Bu grafiğin hazırlanmasında hareketli ortalama yöntemi kullanılmıştır (bk. Bölüm 2.5). Bu yöntemle göre her veri kendinden önceki 11 verinin ortalaması alınarak çizilmiş, böylece yıllık ortalamalar mukayese edilmiştir. Sıcaklık eğilimleri 1997-2010 arasında $0,06^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu değer, IPCC'nin 2001'de yayımladığı ve Şekil 3'te gösterilen grafiğe göre 2000-2020 yılları arasında küresel çapta yıllık sıcaklık eğilimi tahmini olan $0,05^{\circ}\text{C}$ ile benzerlik göstermektedir. İncelenen sürecin ikinci yarısı olan 2010-2019 yılları arasındaki hava sıcaklığı eğilimi ise $0,11^{\circ}\text{C}$ 'dir. İlk yarıya oranla yaklaşık 2 katına çıkmış olan eğilimin sebebinin, küresel çapta 1880 yılından beri en sıcak on yıldan dokuzunun 2005'ten sonra meydana gelmesi ile ilişkili olduğu değerlendirilmektedir (Lindsey ve Dahlman, 2020).

3.2. Oşinografik Parametrelerin Uzun Dönemli Değişimleri

Marmara Denizi doğusunda bulunan 8 istasyonun sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk değerlerini içeren zaman serileri ODV programında her istasyon için ayrı ayrı çizilerek aşağıda sunulmuştur. Bu profillerden sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin yıllara göre değişimi gözlemlenebilmektedir. M8, M23, M11, MY1 ve M14 istasyonları 1997-2010 yılları arasındaki veri setini, MY2 ve MBC1 istasyonları ise 1999-2010 yılları arasındaki veri setini kapsamaktadır. MKC1 istasyonu için tarih aralığı veri azlığı nedeniyle Eylül 2002-Ekim 2007 arasındadır. Her istasyonun yaklaşık ayda bir kez gerçekleştirilmiş anlık ölçümlerinden her derinlik için ortalama aylık sıcaklık ve tuzluluk değerleri ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Böylece o aya ait tipik bir sıcaklık ve tuzluluk profili elde edilerek yıllara göre farklılıklar değerlendirilmiştir. Ortalama sıcaklık ve tuzluluk profilleri belirlenirken MKC1 hariç tüm istasyonlarda aynı aya ait en az 8 en fazla 13 veriden faydalanılmıştır. MKC1 istasyonunun kapsadığı süre ve veri sayısı göz önüne alınarak bu sayı en az 1, en fazla 6'dır.



Şekil 17. M8 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.



Şekil 18. M8 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri.

M8 istasyonu İstanbul Boğazı'nın Marmara Denizi çıkışındaki istasyondur. M8 istasyonu sıcaklık-tuzluluk-yoğunluk zaman serisi Şekil 17'de sunulmuştur. Bu istasyonda üst tabaka deniz suyu sıcaklığı ile hava sıcaklığı birbiriyle yakından ilişkilidir. Deniz suyu sıcaklığı 2003 Şubat

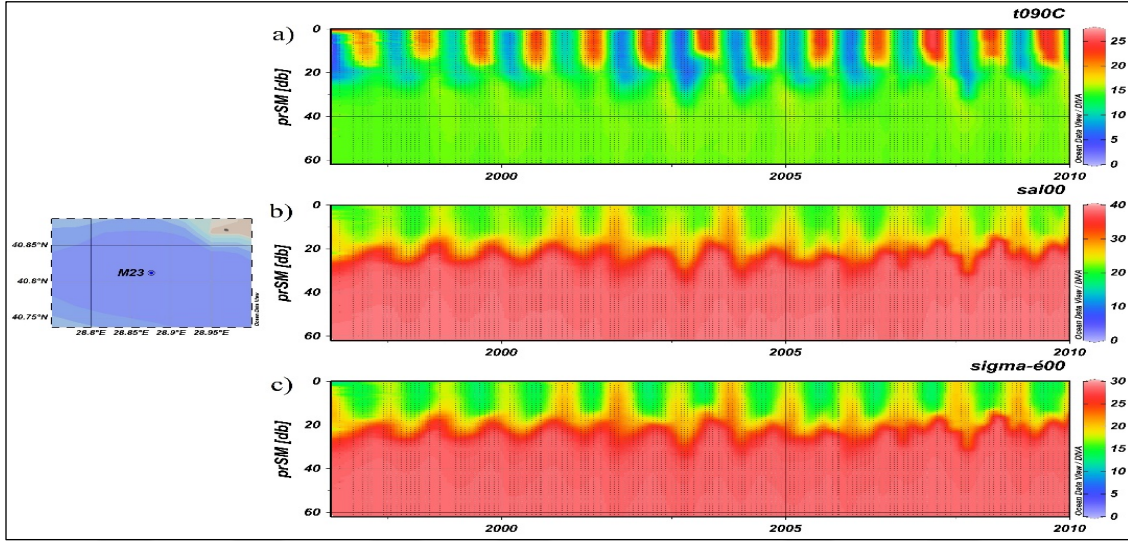
ayında üst tabakada minimum 4,99°C değerini almaktadır. Bu değerin gözlemlendiği tarih olan 2003 Şubat ayı Florya Meteoroloji İstasyonundan alınan verilere göre bölgede ekstrem şekilde en düşük hava sıcaklığının yaşandığı tarihtir. Aynı şekilde üst tabakada 26,41°C değeri ile deniz suyu sıcaklığının en yüksek olduğu 2002 Temmuz ayı, 14 yıllık zaman serisinin en sıcak üç ayından biridir. Alt tabakada en düşük sıcaklık 13,24°C ile 2003 Nisan ayında, en yüksek sıcaklık 16,53°C ile 2009 Aralık ayında gerçekleşmiştir.

Altıok, Sur ve Yüce (2012) İstanbul Boğazı'nda 1996-2000 yılları arasında aylık periyotlarla toplanan tuzluluk ve sıcaklık verilerini değerlendirerek Boğaz'da ve Marmara Denizi çıkışında soğuk ara tabakanın sıcaklığın 14°C'den soğuk olduğu derinliklerde gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Altıok ve diğerlerine (2012) göre soğuk ara tabaka İstanbul Boğazı'nın kuzey çıkışına yakın istasyonlarda Nisan-Ekim ayları arasında, güney çıkışına yakın istasyonlarda Mayıs-Ekim ayları arasında gerçekleşmekte ve güneye inildikçe karışımdan dolayı tabaka kalınlığı düşmektedir. İstanbul Boğazının Marmara çıkışında bulunan M8 istasyonundan 1997-2010 yılları arasında aylık toplanan tuzluluk ve sıcaklık verilerine göre soğuk ara tabakanın Mayıs-Ağustos ayları arasında sıcaklığın 14°C'den soğuk olduğu derinliklerde gerçekleşmiş olması bu veriyi destekleyici niteliktedir. Güneye inildikçe karşılaşılan tek fark soğuk ara tabakanın gerçekleşme süresinin kısılmasıdır.

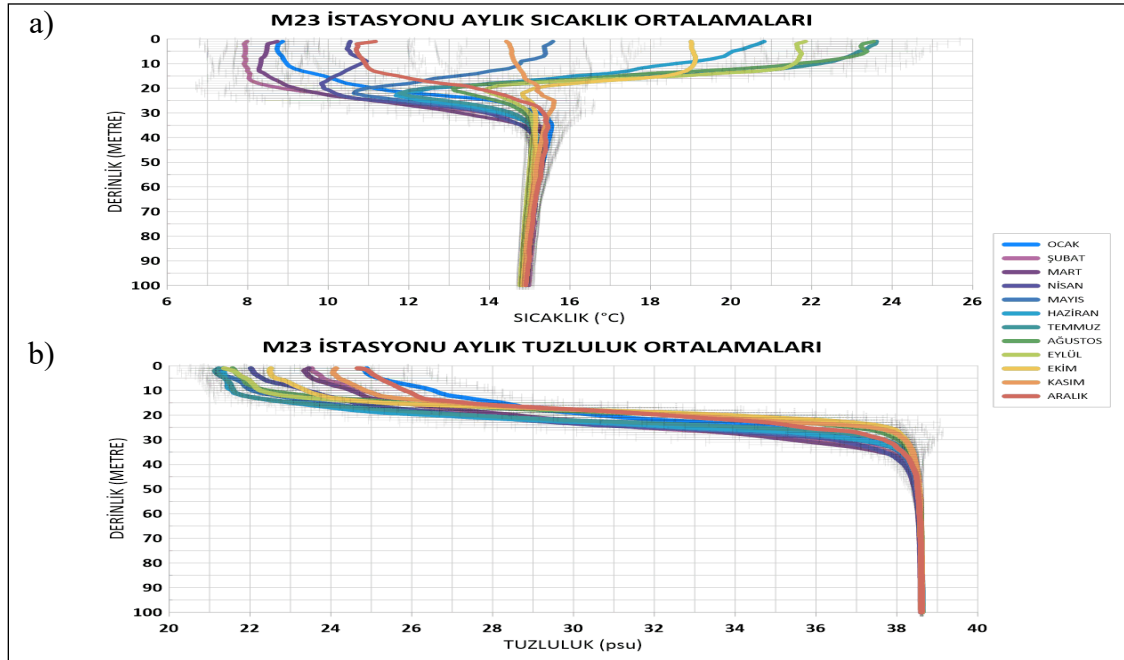
M8 istasyonuna ilişkin tüm verilerin her ay ve tüm derinlikler için ayrı ayrı olacak şekilde ortalamaları alınmış ve standart sapmaları belirlenerek Şekil 18'de sunulmuştur. Bu veriler üst üste konulduğunda aylık ortalama sıcaklık ve tuzluluk değerleri görülebilmektedir. Koyu renkli çizgiler o aydaki ortalama sıcaklık/tuzluluk değerini, açık renkli alanlar o aydaki standart sapmayı göstermektedir. Bu verilere bakıldığında; ortalama değerlere göre soğuk ara tabakanın Mayıs ayında en düşük 10,84 °C, 17 metre kalınlıkta, Haziran ayında en düşük 11,66°C, 15 metre kalınlıkta, Temmuz ayında en düşük 12,27°C, 11 metre kalınlıkta, Ağustos ayında en düşük 13,27°C, 5 metre kalınlıkta oluştuğu görülmektedir.

Tuzluluk profili incelendiğinde üst tabakada düşük tuzluluktaki Karadeniz, alt tabakada yüksek tuzluluktaki Akdeniz etkisi açıkça görülmektedir. Ancak yüzey tuzluluğu Ocak ve Aralık aylarında ortalama 24 psu'dan fazladır. Bu durum Beşiktepe ve diğerlerine (1994) göre rüzgar etkisiyle olan karışımdan kaynaklanmaktadır. Yaz aylarında üst tabakadaki tuzluluk 21,21 psu,

alt tabakadaki tuzluluk ortalaması 38,48 psu'dur. Üst tabakada en düşük tuzluluk 18,33 psu ile 1999 Temmuz ayında, en yüksek tuzluluk 33,09 psu ile 2007 Aralık ayında, alt tabakada en düşük tuzluluk 35,41 psu ile 1997 Şubat ayında, en yüksek tuzluluk 38,74 psu ile 2010 Ocak ayında gözlemlenmiştir.



Şekil 19. M23 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.



Şekil 20. M23 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri.

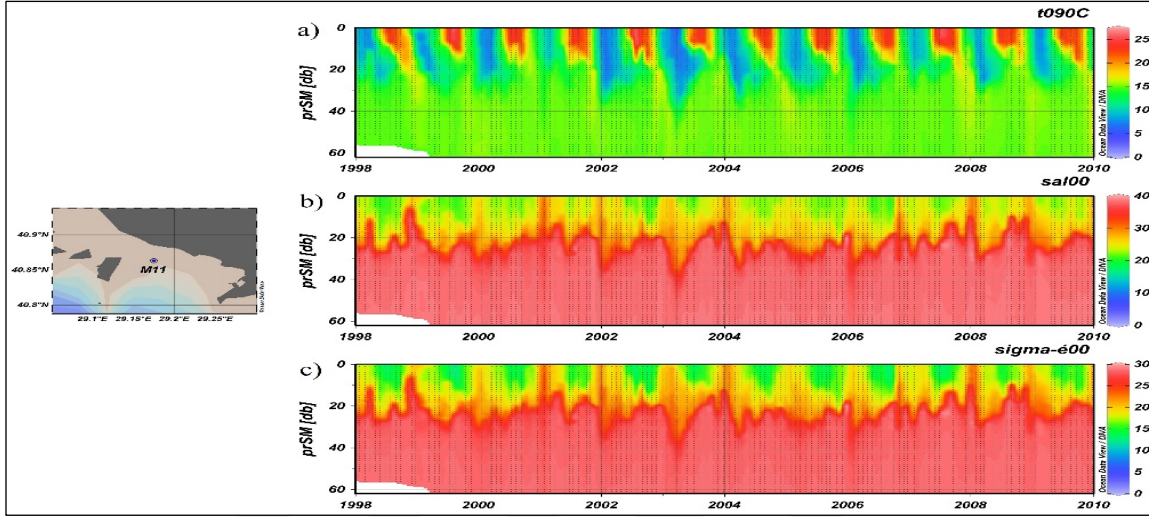
M23 istasyonu konumu itibariyle İstanbul Boğazı çıkışı doğrultusunda Boğaza 12,5 NM mesafede bulunan, aynı zamanda Marmara Denizi'nin orta bölümündeki Çınarcık çukurunu temsil eden istasyondur. Bu nedenle dip derinliği diğer istasyonlara nazaran daha fazladır. Noktanın gerçek derinliği 1000 metreden fazla olmasına rağmen ortalama değerlerin gösterilmesi maksadıyla 100 metrelik kesit esas alınmıştır. 100 metre altındaki dip suyu sıcaklık ve tuzluluk değerleri 100 metredeki değerlere çok yakındır. Şekil 19'daki sıcaklık-zaman profili incelendiğinde 10°C'nin altında koyu mavi ile gösterilen soğuk yerlerin Ocak-Şubat-Mart aylarında genellikle 20 metre derinliğin altına kadar inebildiği açıkça görülmektedir. 2001 yılı kış ayları ve 2010 yılı Ocak ayı diğer yıllara nazaran daha sıcak geçmiştir. Bu durum, M23 istasyonunun kuzeyinde kendi konumuna 8 NM mesafede bulunan M8 istasyonu ile benzerlik göstermektedir. Genel olarak üst tabakada en düşük sıcaklık 5,36°C ile 2003 Şubat ayında, en yüksek sıcaklık 27,14°C ile 2002 Temmuz ayında, alt tabakada en düşük sıcaklık 14,46°C ile 2006 Ocak ayında, en yüksek sıcaklık 16,06°C ile 2002 Aralık ayında gerçekleşmiştir.

2003 Mart ve 2008 Şubat aylarında çok soğuk dönemler yaşandığı görülmektedir. Diğer seneler Mart ayları 32. metre su sıcaklığı ortalaması 14,38°C olmasına rağmen 2003 Mart ayı 9,38°C'lik değeri ile ekstrem şekilde 10°C'nin altında kalmıştır. 2008 Şubat ayında da benzer durum söz konusudur. Diğer seneler Şubat ayları 30'uncu metrede su sıcaklığı ortalaması 14,42°C olmasına rağmen 2008 Şubat ayında 9,55°C'lik değeri ile yine 10°C'nin altında kalmıştır. Her iki ayda da tuzluluğun 30 psu olması ve birbirleriyle aynı sıcaklık değerlerine sahip olmaları dikkat çekicidir.

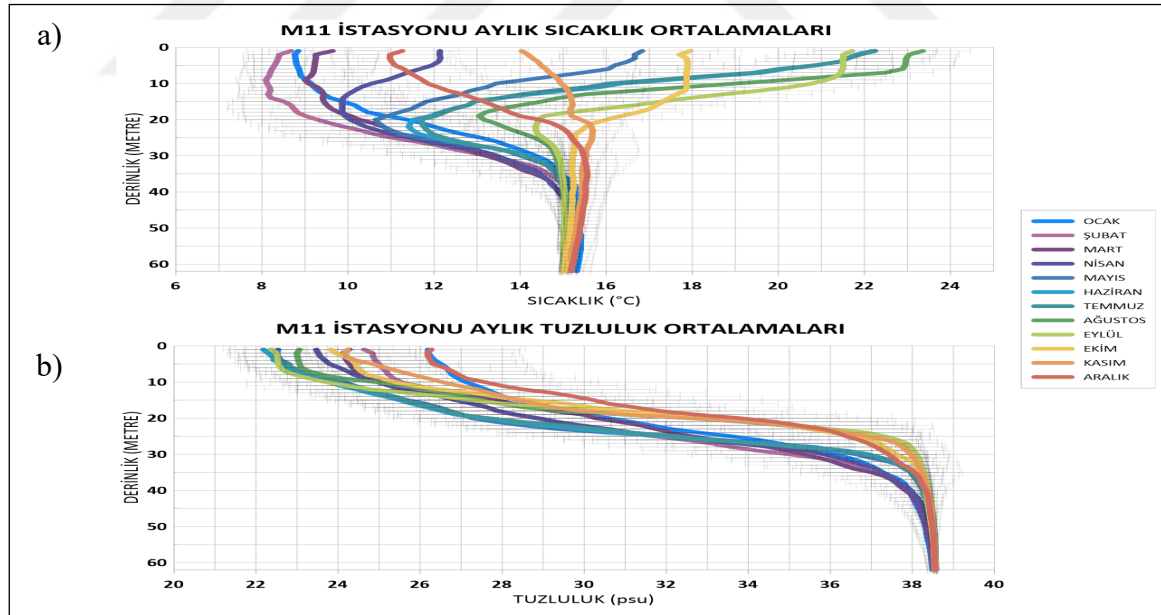
Şekil 20'deki ortalamalara bakıldığında soğuk ara tabakanın Mayıs ayında en düşük 10,64°C, 16 metre kalınlıkta, Haziran ayında en düşük 11,68°C, 10 metre kalınlıkta, Temmuz ayında en düşük 11,78°C, 9 metre kalınlıkta, Ağustos ayında en düşük 13,10°C, 6 metre kalınlıkta, Eylül ayında en düşük 13,90°C, 2 metre kalınlıkta olduğu gözlemlenmiştir. Bu değerlerde genel olarak soğuk ara tabaka başlangıcının 19'uncu metre olması dikkat çekicidir.

Tuzluluk grafiğine bakıldığında yüzey suyu tuzluluğunun Ocak ve Aralık aylarında 25 psu'dan, Şubat ve Kasım aylarında 24 psu'dan yüksek olduğu, dolayısıyla bu aylarda Akdeniz suyu etkilerinin yüzeyde görüldüğü söylenebilir. Üst tabakada en düşük tuzluluk 19,57 psu ile 2002 Mayıs ayında, en yüksek tuzluluk 30,13 psu ile 2003 Aralık ayında, alt tabakada en düşük

tuzluluk 37,27 psu ile 2003 Nisan ayında, en yüksek tuzluluk 38,65 psu ile 2003 Ekim ayında gözlemlenmiştir.



Şekil 21. M11 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.



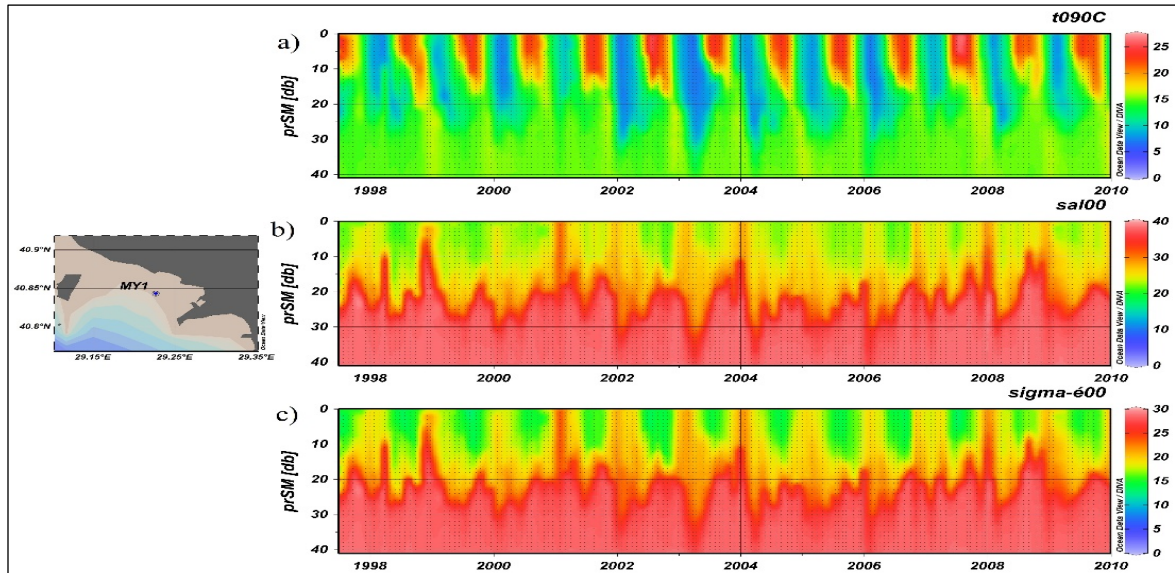
Şekil 22. M11 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri.

M11 istasyonu İstanbul Boğazı'nın Marmara Denizi çıkışının doğusunda, Prens Adaları olarak adlandırılan bölgenin kuzeydoğusunda bulunan istasyondur. Konum olarak MY1 ve MY2 istasyonlarına yakın olup bu istasyonlarla bu bölgede bir üçgen oluşturmaktadır.

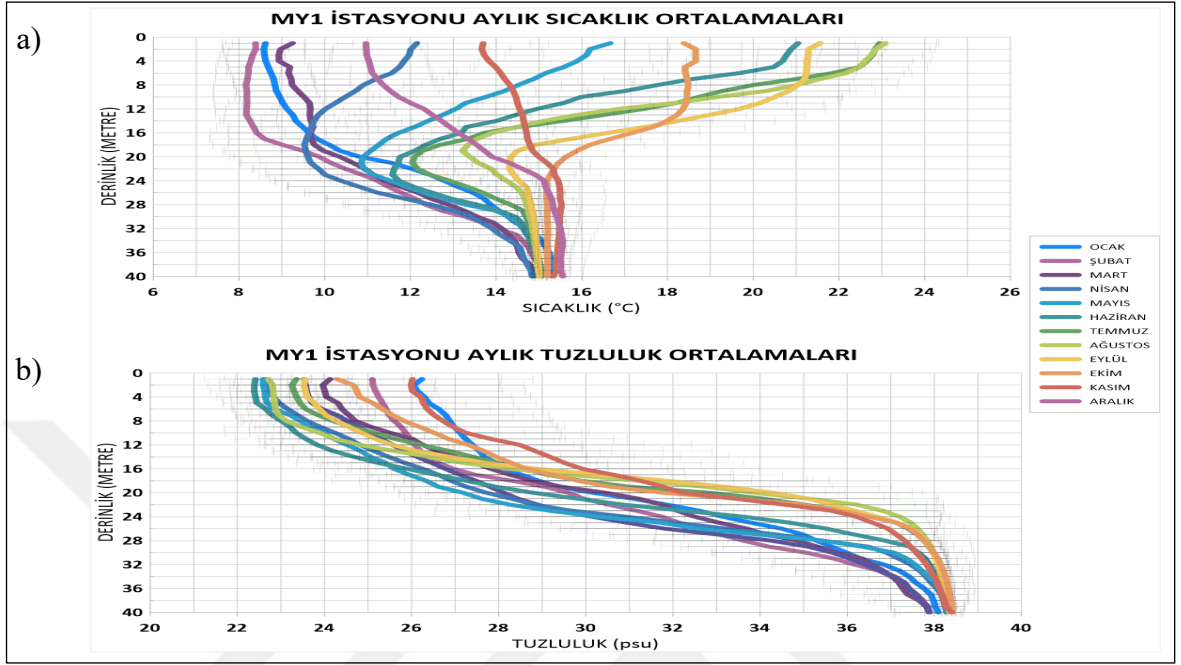
M11 istasyonunun deniz suyu sıcaklığı değerleri Şekil 21’de incelendiğinde, 2003 Nisan ayında ekstrem şekilde düşük sıcaklıkları gözlemlendiği tespit edilmiştir. Üst tabakada en düşük sıcaklık 6,42°C ile 2003 Nisan ayında, en yüksek sıcaklık 25,89°C ile 2002 Temmuz ayında, alt tabakada en düşük sıcaklık 13,06°C ile 2003 Mart ayında, en yüksek sıcaklık 16,64°C ile 2010 Ocak ayında gerçekleşmiştir.

Şekil 22’deki ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında soğuk ara tabakanın Mayıs ayında en düşük 10,69°C, 20 metre kalınlıkta, Haziran ayında en düşük 11,67°C, 16 metre kalınlıkta, Temmuz ayında en düşük 11,53°C, 17 metre kalınlıkta, Ağustos ayında en düşük 13,04°C, 7 metre kalınlıkta oluşması ve ara tabaka derinliğinin genelde 29’uncu metrede sonlanması dikkat çekicidir.

M11 istasyonunun tuzluluk değerleri incelendiğinde üst tabakada en düşük tuzluluk 20,39 psu ile 1998 Haziran ayında, en yüksek tuzluluk 37,06 psu ile 1998 Kasım ayında, alt tabakada en düşük tuzluluk 35,03 psu ile 2003 Mart ayında, en yüksek tuzluluk 38,64 psu ile 1999 Şubat ayında gözlemlenmiştir. Uzun dönem aylık yüzey suyu tuzluluk ortalamalarına göre Aralık ve Ocak aylarında tuzluluk 26 psu’dan, Şubat ve Kasım aylarında 25 psu’dan fazladır. Bu durum yüzeydeki Akdeniz suyu etkilerini sergilemektedir.



Şekil 23. MY1 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.



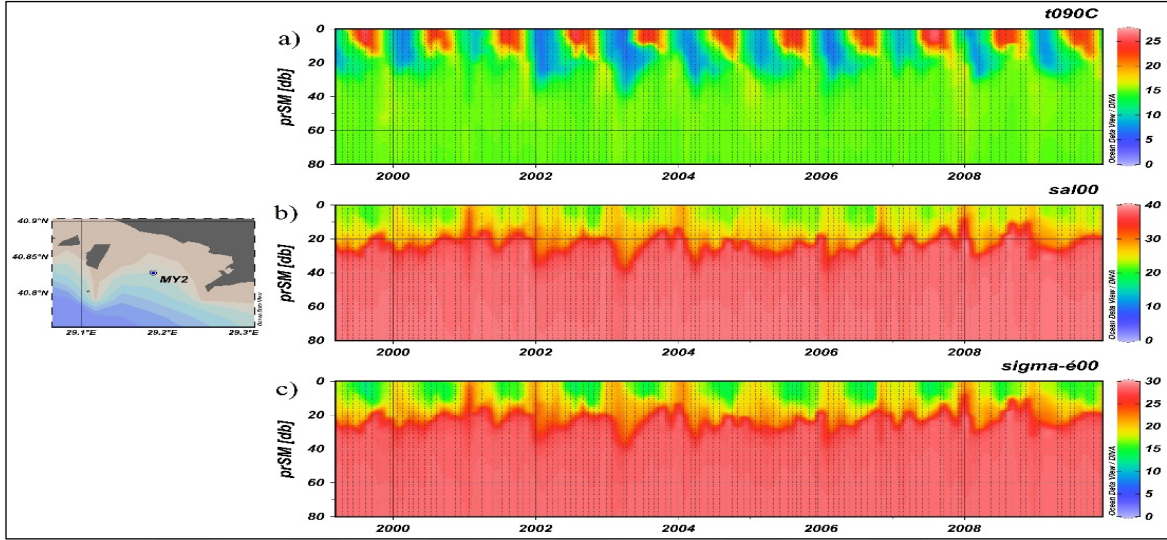
Şekil 24. MY1 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri.

MY1 istasyonu, İstanbul Boğazı'nın Marmara Denizi çıkışının doğusunda, M11 istasyonuna 3 NM, MY2 istasyonuna 2 NM mesafede bulunan istasyondur. MY1 istasyonu profil boyunca sıcaklık-tuzluluk-yoğunluk zaman serisi Şekil 23'te sunulmuştur. Üst tabakada en düşük sıcaklık 6,84°C ile 2003 Mart ayında, en yüksek sıcaklık 26,08°C ile 2002 Temmuz ayında, alt tabakada en düşük sıcaklık 11,54°C ile 2004 Mart ayında, en yüksek sıcaklık 16,78°C ile 2010 Ocak ayında gerçekleşmiştir.

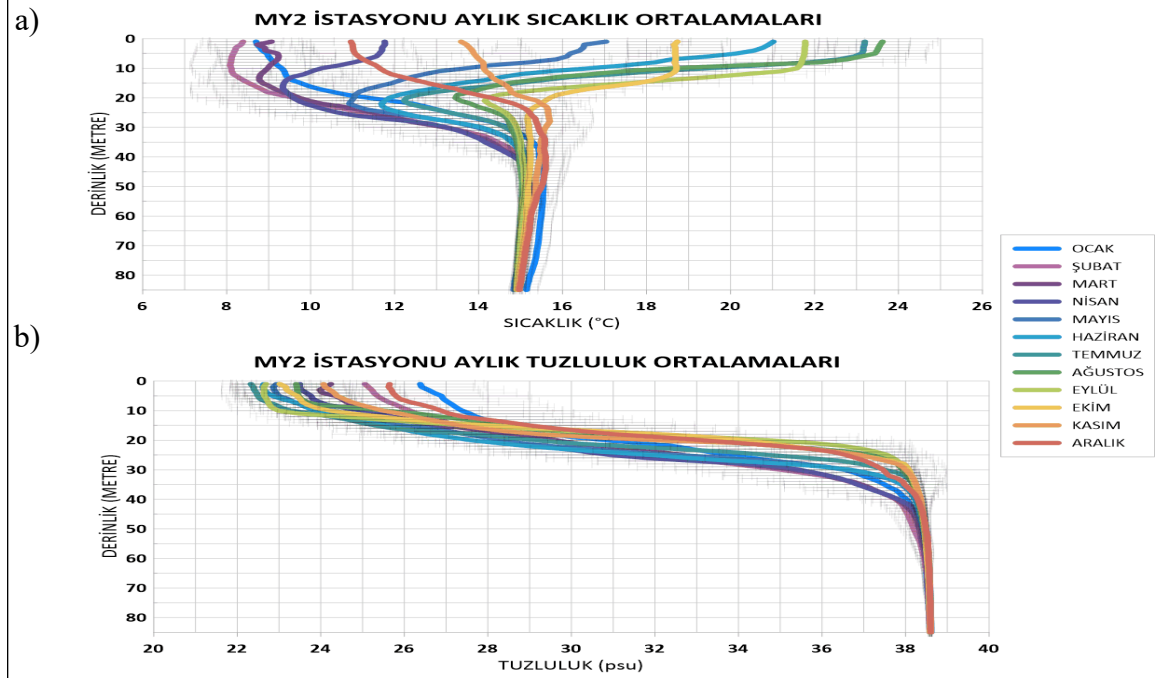
Şekil 24'teki aylık ortalama sıcaklık değerlerine göre soğuk ara tabaka Mayıs ayında en düşük 10,85°C, 20 metre kalınlıkta, Haziran ayında en düşük 11,58°C, 14 metre kalınlıkta, Temmuz ayında en düşük 12,04°C, 11 metre kalınlıkta, Ağustos ayında en düşük 13,21°C, 7 metre kalınlıkta oluşmuştur.

MY1 istasyonunda yüzey suyu tuzluluk ortalamalarının Aralık ve Ocak aylarında 26 psu'dan, Şubat ve Kasım aylarında 25 psu'dan fazla olduğu görülmektedir. 1998 Kasım, 2001 Ocak, 2003 ve 2007 Aralık aylarında tuzluluk değeri yüzey suyunda 28,5 psudan yüksektir. Özellikle 2001 Ocak ayında tuzluluk yüzeyde minimum 32 psu değerini alarak ekstrem değerlere ulaşmıştır. Aynı tarihte dip tuzluluğu 37'dir.

Üst tabakada en düşük tuzluluk 20,65 psu ile 1998 Mayıs ayında, en yüksek tuzluluk 36,14 psu ile 1998 Kasım ayında, alt tabakada en düşük tuzluluk 33 psu ile 2004 Mart ayında, en yüksek tuzluluk 38,59 psu ile 2008 Temmuz ayında gerçekleşmiştir.



Şekil 25. MY2 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.



Şekil 26. MY2 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri.

MY2 istasyonu Marmara Denizi-İstanbul Boğazı bağlantısının doğu tarafında bulunan bir diğer istasyondur. MY2 istasyonu profil boyunca sıcaklık-tuzluluk-yoğunluk zaman serisi Şekil 25'te sunulmuştur. Üst tabakada en düşük sıcaklık 6,40°C ile 2003 Nisan ayında, en yüksek sıcaklık 26,49°C ile 1999 Ağustos ayında, alt tabakada en düşük sıcaklık 13,48°C ile 2003 Nisan ayında, en yüksek sıcaklık 16,89°C ile 2009 Aralık ayında gerçekleşmiştir. Deniz suyu sıcaklığı, en düşük değerine doğudaki diğer iki istasyonda olduğu gibi 2003 Nisan ayında ulaşmış olmasına rağmen en yüksek sıcaklık değerine diğer tüm istasyonlardan farklı olacak şekilde 1999 Ağustos ayında ulaşmıştır. Ortalama değerlere bakıldığında 2007 Mayıs ayının da sıcaklık açısından yüksek olduğu görülmektedir.

Şekil 26'daki ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında soğuk ara tabakanın Mayıs ayında en düşük 10,92°C, 21 metre kalınlıkta, Haziran ayında en düşük 11,68°C, 15 metre kalınlıkta, Temmuz ayında en düşük 12,23°C, 10 metre kalınlıkta, Ağustos ayında en düşük 13,45°C, 6 metre kalınlıkta olduğu görülmektedir.

Üst tabakada en düşük tuzluluk 20,38 psu ile 2002 Kasım ayında, en yüksek tuzluluk 33,97 psu ile 2007 Aralık ayında, alt tabakada en düşük tuzluluk 35,69 psu ile 2003 Mart ayında, en yüksek tuzluluk 38,70 psu ile 2007 Haziran ayında gerçekleşmiştir.

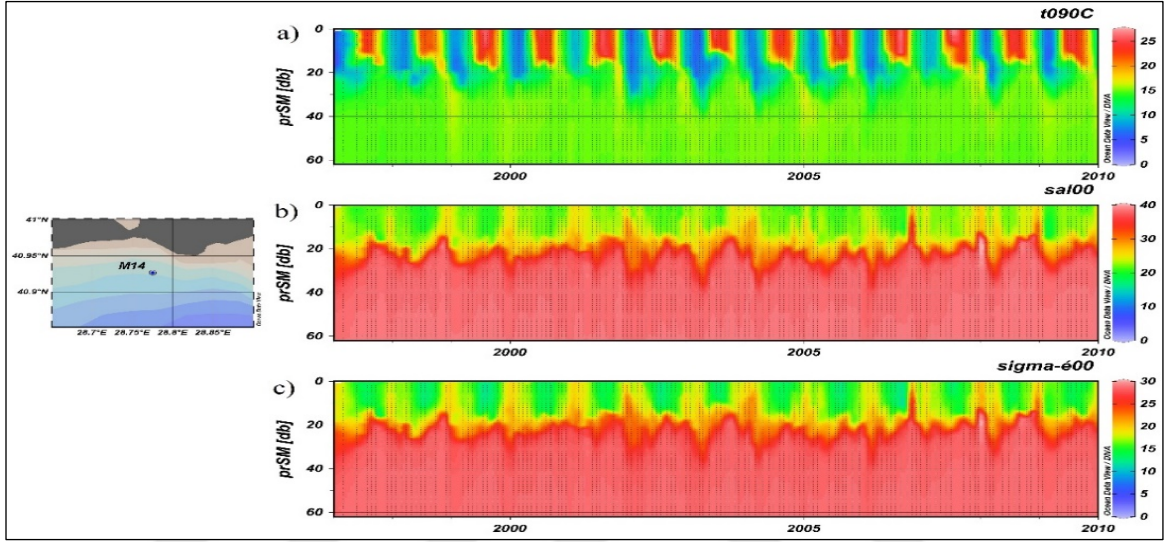
Bu istasyonda da M11 ve MY2 istasyonlarında olduğu gibi yüzey suyu tuzluluk ortalamaları Ocak ve Aralık aylarında 26 psu'dan, Şubat ve Kasım aylarında 25 psu'dan fazladır. 2001 ve 2004 Ocak, 2006 Kasım ve 2007 Aralık aylarında tuzluluk değerlerinin 28,5 psu'dan fazla olduğu tespit edilmiştir.

Toparlamak gerekirse Prens adaları doğusunda üçgeni oluşturan 3 istasyonda da sıcaklık ve tuzluluk parametreleri yönünden aynı profil ve birbirlerine çok yakın değerler tespit edilmiştir.

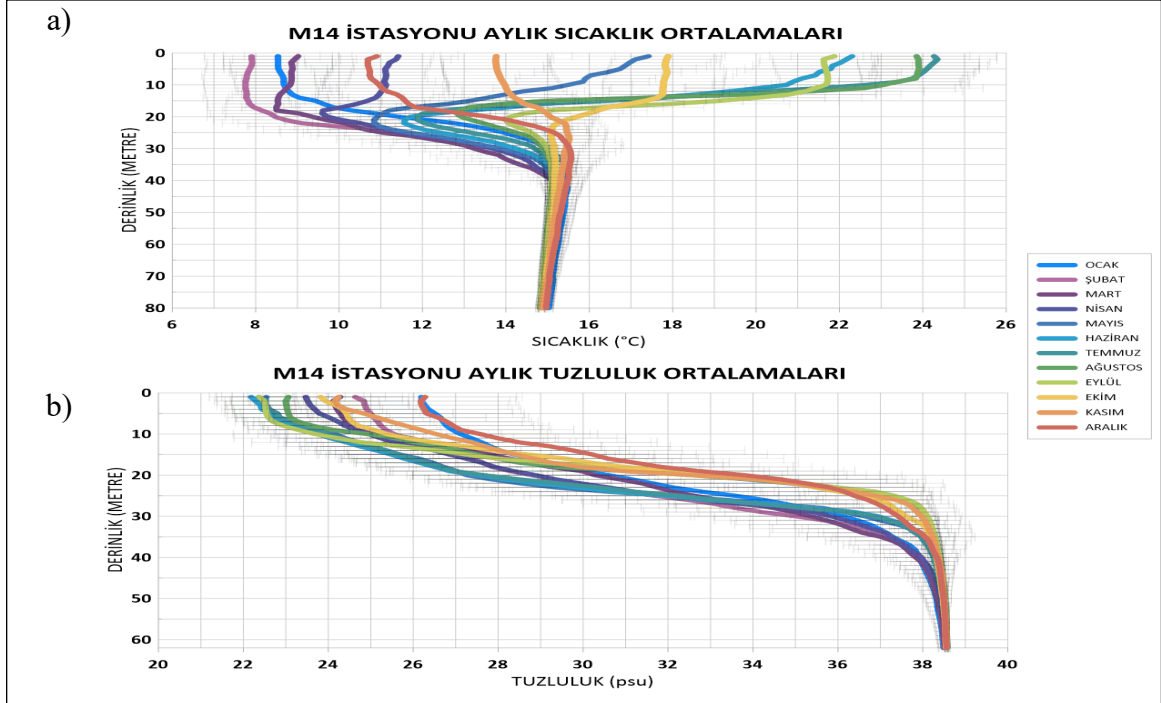
M14 istasyonu İstanbul Boğazı'nın güneybatı çıkışında, Küçükçekmece Gölü'nün güneydoğusunda yer alan istasyondur. M14 istasyonu profil boyunca sıcaklık-tuzluluk-yoğunluk zaman serisi Şekil 27'de sunulmuştur.

Üst tabakada en düşük sıcaklık 5,61°C ile 2003 Şubat ayında, en yüksek sıcaklık 26,83°C ile 2002 Temmuz ayında, alt tabakada en düşük sıcaklık 14,18°C ile 2004 Mart ayında, en yüksek sıcaklık 16,30°C ile 2004 Aralık ayında gerçekleşmiştir. M14 istasyonunda en düşük sıcaklık değerinin İstanbul Boğazı çıkışındaki istasyonlar olan M8 ve M23 istasyonlarıyla benzerlik

göstererek 2003 Şubat ayında sahip olduğu görülmektedir. Bu ayda sıcaklık değeri yüzeyde 5,61°C'dir. Yüzey suyu 2003 Şubat ayının düşük hava sıcaklığının etkisinde kalmıştır.



Şekil 27. M14 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.



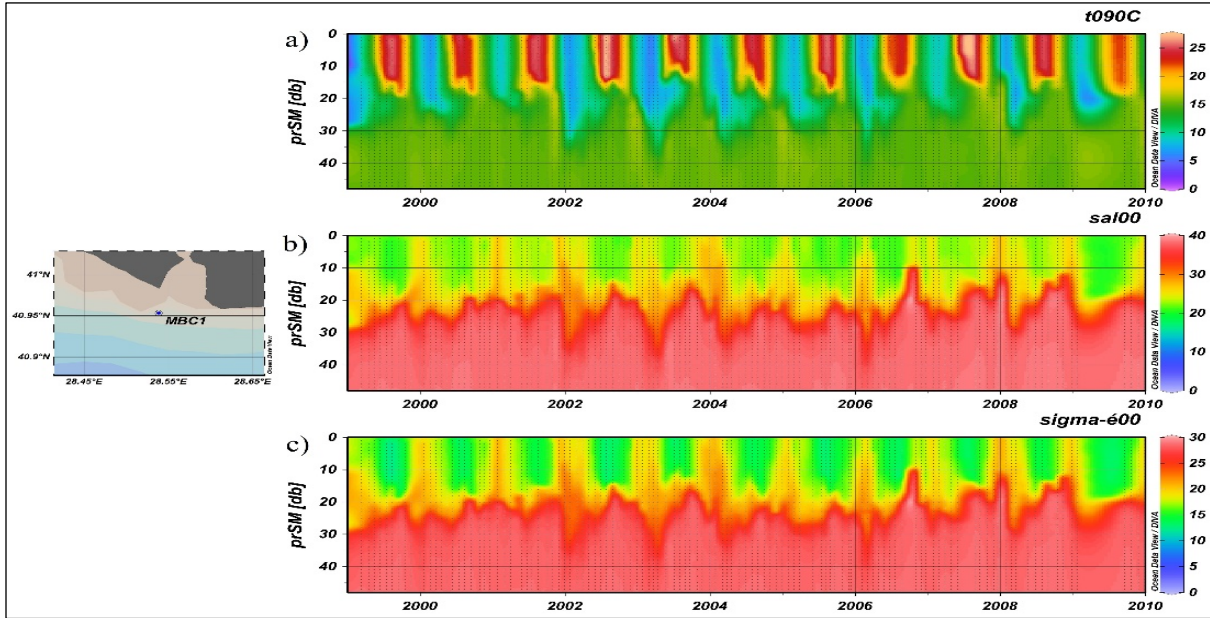
Şekil 28. M14 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri.

Bu istasyon en yüksek sıcaklık değerine ise 27,08°C'lik değeri ile yine M8 ve M23 istasyonunda olduğu gibi 2002 Temmuz ayında ulaşmıştır.

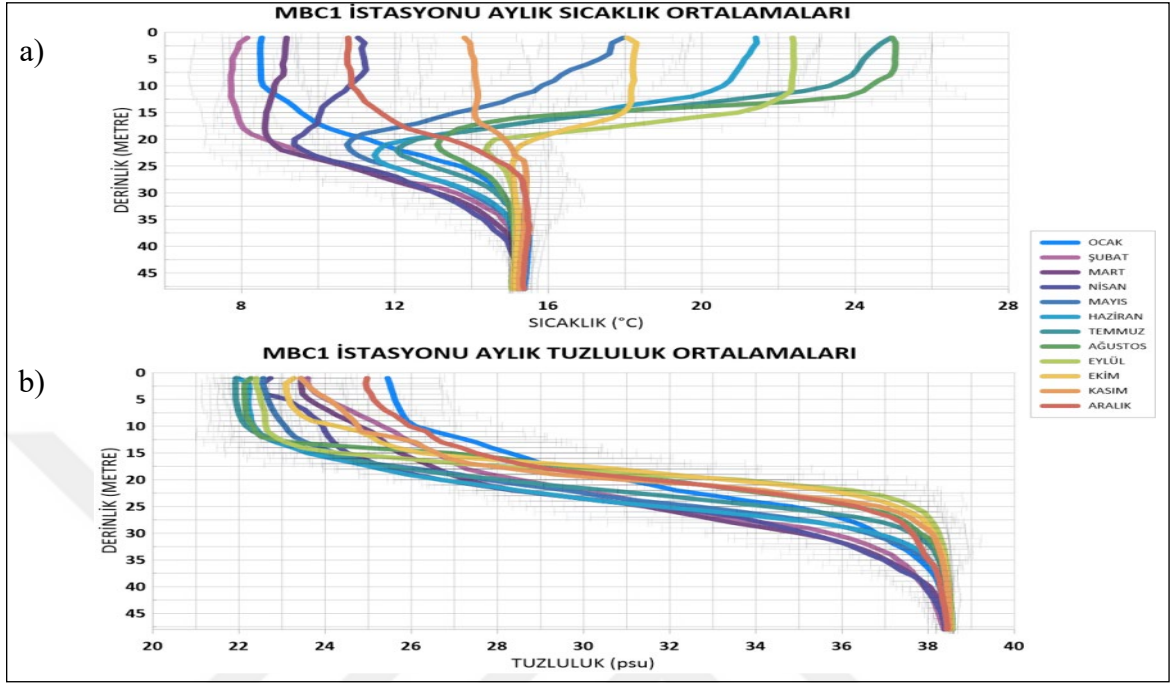
Şekil 28'deki aylık ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında M14 istasyonunda soğuk ara tabakanın Mayıs ayında en düşük 10,84°C, 18 metre kalınlıkta, Haziran ayında en düşük 11,56°C, 12 metre kalınlıkta, Temmuz ayında en düşük 11,89°C, 10 metre kalınlıkta, Ağustos ayında en düşük 12,83°C, 8 metre kalınlıkta olduğu görülmektedir.

Zaman serisi değerlerine bakıldığında üst tabakada en düşük tuzluluk 19,97 psu ile 1998 Temmuz ayında, en yüksek tuzluluk 37,40 psu ile 2006 Ekim ayında, alt tabakada en düşük tuzluluk 36,91 psu ile 2003 Nisan ayında, en yüksek tuzluluk 38,70 psu ile 1997 Temmuz ayında gerçekleşmiştir.

Ortalama yüzey tuzluluğu değeri Ocak ve Aralık aylarında 25 psu'dan fazla, Şubat ve Kasım aylarında 24 psu'dan fazladır. Bu değerlerden M14 istasyonuna Kasım-Şubat ayları arasında Karadeniz kökenli yüzey suyunun ulaşmadığı sonucu çıkarılabilir. 2006 Ekim ayında yüzey tuzluluğu 28 psu'dan fazla olan değeriyle, diğer tüm ayların tuzluluk değerlerinden farklılık göstererek anomali bir durum oluşturmuştur.



Şekil 29. MBC1 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.



Şekil 30. MBC1 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri.

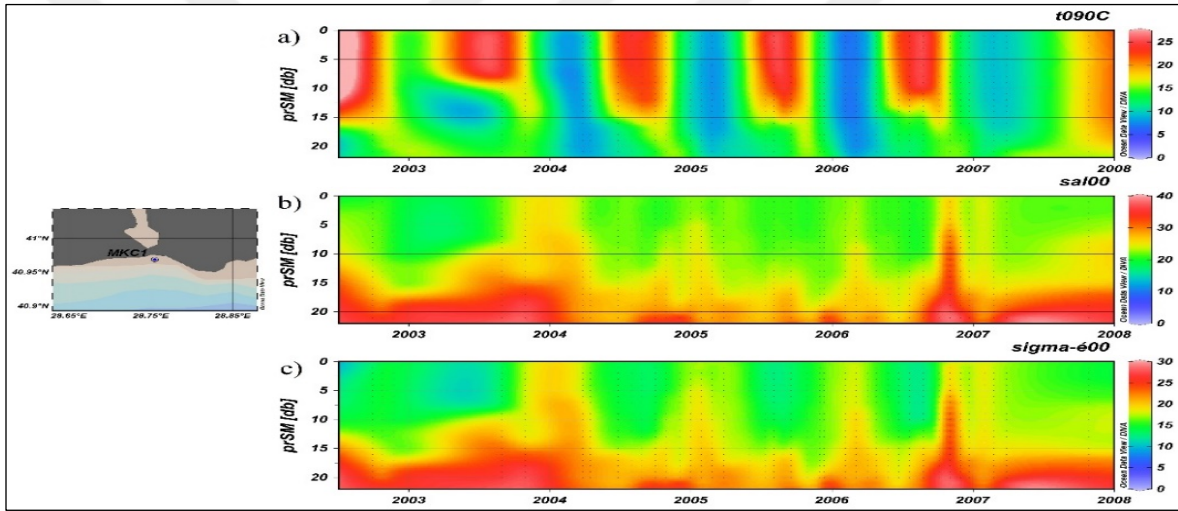
MBC1 istasyonu Marmara Denizi-İstanbul Boğaz bağlantısının batısında, Büyükçekmece Gölüne 4,4 NM mesafede yer alır. Aynı bölgedeki 3 istasyondan bir diğeridir. MBC1 istasyonu profil boyunca sıcaklık-tuzluluk-yoğunluk zaman serisi Şekil 29’da sunulmuştur.

Sıcaklık değerlerine bakıldığında kendisiyle aynı bölgede bulunan M14 istasyonu ile benzerlik gösterir. Üst tabakada en düşük sıcaklık 5,85°C ile 2003 Şubat ayında, en yüksek sıcaklık 27,66°C ile 2002 Temmuz ayında, alt tabakada en düşük sıcaklık 13,78°C ile 2006 Şubat ayında, en yüksek sıcaklık 16,22°C ile 2009 Aralık ayında gerçekleşmiştir. 2002 Ocak, 2003 Nisan ve 2006 Mart aylarında yüzeydeki soğuk su tabakası 30 metreye kadar ulaşarak Karadeniz suyu özellikleri göstermiştir. Aynı şekilde 2008 Şubat ile 1999, 2004 ve 2008 Mart aylarında da soğuk dönem yaşanmış, soğuk su 25 metre derinliklere ulaşmıştır.

Şekil 30’daki aylık ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında soğuk ara tabakanın Mayıs ayında en düşük 10,75°C, 16 metre kalınlıkta, Haziran ayında en düşük 11,47°C, 11 metre kalınlıkta, Temmuz ayında en düşük 12,04°C, 9 metre kalınlıkta, Ağustos ayında en düşük 13,10°C, 8 metre kalınlıkta olduğu görülmektedir.

MBC1 istasyonundaki tuzluluk değerlerine bakıldığında, üst tabakada en düşük tuzluluk 20,70 psu ile 1999 Temmuz ayında, en yüksek tuzluluk 32,14 psu ile 2006 Ekim ayında, alt tabakada en düşük tuzluluk 36,17 psu ile 2006 Şubat ayında, en yüksek tuzluluk 38,64 psu ile 2010 Ocak ayında gerçekleşmiştir.

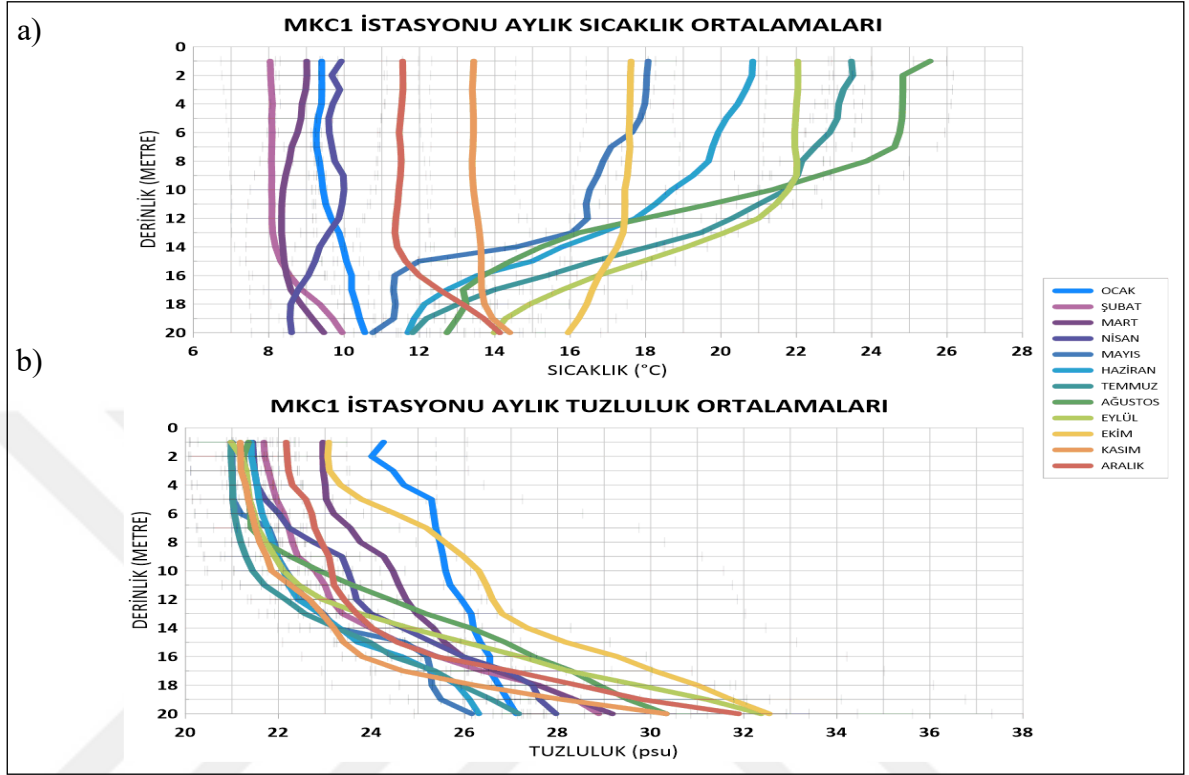
Aynı bölgede M14 ve MKC1 istasyonlarında görülen 2006 Ekim ayındaki tuzluluk anomalisi bu istasyonda görülmemiştir. Ortalama yüzey tuzluluğu değeri Ocak ve Aralık aylarında 25 psu'dan fazla, Şubat ve Kasım aylarında 24 psu'dan fazladır. Bu değerlerden tuzluluk değerlerinin M14 istasyonu ile benzerlik gösterdiği sonucu çıkarılabilmektedir.



Şekil 31. MKC1 istasyonu profil boyunca (a) sıcaklık, (b) tuzluluk ve (c) yoğunluk zaman serisi.

MKC1 istasyonu Küçükçekmece Gölünün kıyısında, M14 istasyonunun kuzeybatısında yer alan, sahile yakın istasyondur. Ayrıca MKC1 istasyonu konumu itibariyle meteorolojik ölçümlerin yapıldığı Florya Meteoroloji istasyonuna en yakın noktadadır. Bu istasyonda ölçümler bölgenin topografik yapısından dolayı 22 metreye kadar yapılmıştır. Bölgede 2002-2007 yılları arasında sıcaklık ve tuzluluk verileri toplanmıştır.

Şekil 31'deki zaman serisi incelendiğinde Üst tabakada en düşük sıcaklık 6,48°C ile 2006 Ocak ayında, en yüksek sıcaklık 26°C ile 2006 Ağustos ayında, alt tabakada en düşük sıcaklık 7,19°C ile 2006 Şubat ayında, en yüksek sıcaklık 17,80°C ile 2007 Ekim ayında gerçekleşmiştir.



Şekil 32. MKC1 istasyonu aylık (a) ortalama sıcaklık ve (b) ortalama tuzluluk değerleri.

Şekil 32’deki aylık ortalama sıcaklık değerlerinin bulunduğu profile bakıldığında Mayıs ayında 15, Haziran ayında 16, Temmuz ayında 17, Ağustos ayında 16 ve Eylül ayında 20 metre derinlikten sonra soğuk tabaka başladığı görülmektedir.

Tuzluluk değerleri incelendiğinde üst tabakada en düşük tuzluluk 19,73 psu ile 2002 Kasım ayında, en yüksek tuzluluk 37,60 psu ile 2006 Ekim ayında, alt tabakada en düşük tuzluluk 23,19 psu ile 2005 Kasım ayında, en yüksek tuzluluk 38,39 psu ile 2006 Ekim ayında gerçekleşmiştir. Burada önemli nokta kendisine komşu M14 istasyonunda olduğu gibi 2006 Ekim ayıdır. 2006 Ekim ayında yüzey tuzluluğu yüzeyde 29 psu’dan fazla değer alarak M14 istasyonu ile benzerlik göstermiştir.

3.3. Oşinografik Parametrelerin Mevsimsel Özellikleri

3.3.1. Üst tabaka

Üst tabakadaki sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları ile bu ortalamalara ait standart sapmalar Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Üst tabaka sıcaklık-tuzluluk ortalamaları ve standart sapmaları.

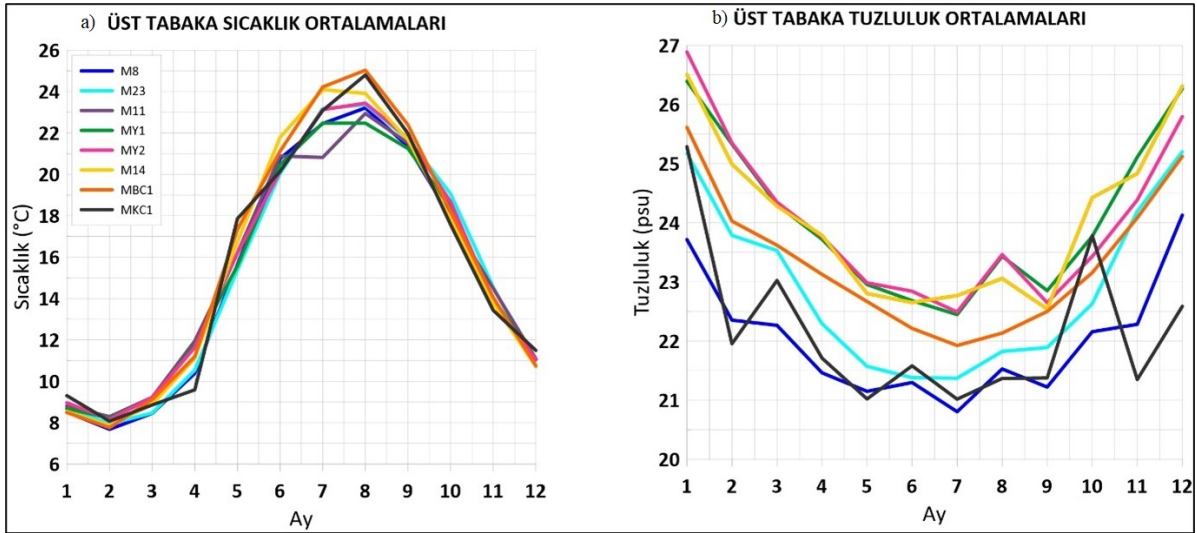
İSTASYONLAR										
	M8					M23				
AY	T5	stdT	S5	stdS	N	T5	stdT	S5	stdS	N
1	8,5	1,2	23,7	1,6	11	8,7	1,0	25,2	1,5	10
2	7,7	1,2	22,4	1,1	12	7,9	0,9	23,8	1,3	10
3	8,5	1,4	22,3	1,2	11	8,5	1,0	23,5	1,7	11
4	10,4	1,7	21,5	1,0	11	10,5	1,6	22,3	1,3	11
5	15,6	2,1	21,1	0,8	13	15,4	2,1	21,6	0,8	12
6	20,8	2,0	21,3	0,7	13	20,0	2,4	21,4	0,5	12
7	22,5	2,9	20,8	0,9	12	23,2	1,6	21,4	0,7	12
8	23,2	1,5	21,5	1,0	13	23,4	1,2	21,8	0,9	13
9	21,4	0,9	21,2	0,5	12	21,7	1,4	21,9	0,7	9
10	18,0	1,3	22,2	1,7	11	19,1	1,8	22,6	1,5	11
11	13,8	1,3	22,3	1,8	13	14,6	1,9	24,2	1,6	13
12	11,0	1,5	24,1	2,0	13	10,7	1,3	25,2	1,7	11
İSTASYONLAR										
	M11					MY1				
AY	T5	stdT	S5	stdS	N	T5	stdT	S5	stdS	N
1	8,8	1,2	26,5	2,1	10	8,7	0,9	26,4	2,5	10
2	8,3	0,7	25,0	1,3	10	8,2	0,8	25,3	1,4	10
3	9,2	1,4	24,3	1,1	11	9,2	1,4	24,3	1,0	11
4	12,0	1,7	23,8	1,3	10	11,7	1,7	23,7	1,0	10
5	16,2	1,7	22,8	1,1	11	15,6	2,1	23,0	1,3	11
6	20,9	2,2	22,7	0,9	12	20,5	2,1	22,7	0,6	12
7	20,8	2,1	22,8	0,8	12	22,5	1,6	22,4	0,8	12
8	22,9	1,1	23,1	1,3	13	22,5	1,2	23,4	1,2	13
9	21,5	1,2	22,5	1,0	12	21,3	1,2	22,9	1,0	12
10	17,9	1,2	24,4	1,7	11	18,4	1,3	23,8	1,2	11
11	14,5	1,8	24,8	2,1	13	14,0	1,6	25,1	2,1	13
12	11,1	1,4	26,3	2,0	13	11,1	1,4	26,3	2,1	13

Tablo 3'ün devamı:

İSTASYONLAR										
	MY2					M14				
AY	T5	stdT	S5	stdS	N	T5	stdT	S5	stdS	N
1	8,8	1,2	26,5	2,1	10	8,7	0,9	26,4	2,5	10
2	8,3	0,7	25,0	1,3	10	8,2	0,8	25,3	1,4	10
3	9,2	1,4	24,3	1,1	11	9,2	1,4	24,3	1,0	11
4	12,0	1,7	23,8	1,3	10	11,7	1,7	23,7	1,0	10
5	16,2	1,7	22,8	1,1	11	15,6	2,1	23,0	1,3	11
6	20,9	2,2	22,7	0,9	12	20,5	2,1	22,7	0,6	12
7	20,8	2,1	22,8	0,8	12	22,5	1,6	22,4	0,8	12
8	22,9	1,1	23,1	1,3	13	22,5	1,2	23,4	1,2	13
9	21,5	1,2	22,5	1,0	12	21,3	1,2	22,9	1,0	12
10	17,9	1,2	24,4	1,7	11	18,4	1,3	23,8	1,2	11
11	14,5	1,8	24,8	2,1	13	14,0	1,6	25,1	2,1	13
12	11,1	1,4	26,3	2,0	13	11,1	1,4	26,3	2,1	13
İSTASYONLAR										
	MBC1					MKC1				
AY	T5	stdT	S5	stdS	N	T5	stdT	S5	stdS	N
1	8,5	1,0	25,6	1,1	10	9,3	0,1	25,3	0,1	2
2	7,8	1,1	24,0	1,1	9	8,1	1,2	22,0	0,6	3
3	9,1	1,4	23,6	1,1	10	8,9	0,8	23,0	0,5	4
4	11,2	1,7	23,1	0,6	7	9,6	1,4	21,7	0,1	2
5	17,3	1,9	22,7	0,6	9	17,9	0,0	21,0	0,0	1
6	21,1	1,7	22,2	0,7	8	20,1	2,2	21,6	0,4	3
7	24,2	1,5	21,9	0,8	9	23,1	0,6	21,0	0,9	3
8	25,0	0,9	22,1	0,8	10	24,8	1,2	21,4	0,4	4
9	22,4	0,7	22,5	0,8	9	22,0	0,8	21,4	0,6	4
10	18,2	1,3	23,2	1,3	11	17,6	1,1	23,8	3,5	6
11	14,1	1,4	24,1	1,7	11	13,4	1,1	21,3	1,2	4
12	10,8	1,4	25,1	1,7	10	11,5	0,5	22,6	0,6	3

Tablodaki “T5” ibaresi 5 metredeki deniz suyu sıcaklık ortalamasını °C cinsinden, “stdT” sıcaklık ortalamasına ait standard sapmayı, “S5” ibaresi 5 metredeki deniz suyu tuzluluk ortalamasını psu cinsinden, “stdS” tuzluluk ortalamasına ait standard sapmayı, N sayısı ise bu ortalamaların belirlenmesi için kullanılan örneklem sayısını ifade etmektedir. Aylar Ocak ayı 1 olacak şekilde 1’den 12’ye sıralanmıştır.

Üst tabakada tuzluluk değerleri bahar ve yaz aylarında daha düşüktür. Bu duruma etken bahar aylarında Karadeniz’deki tatlı su girdisinin fazla olmasıdır. İstasyonlar özelinde İstanbul Boğazı çıkışındaki istasyonlardan M8 istasyonunda sadece Aralık ayında 24 psu’dan fazla tuzluluk değerleriyle Akdeniz suyu etkileri gözlemlenebilmekteyken, biraz daha açığa gidildiğinde M23 istasyonunda Ocak ve Aralık aylarında 25 psu ve Kasım ayında 24 psu’dan fazla değerlerle aynı etki gözlemlenmiştir. Bir bakıma etkinin hem süreci uzamış hem de şiddeti artmıştır. İstanbul Boğazı doğusuna gidildiğinde 3 istasyonda da (M11, MY1, MY2) Ocak ve Aralık aylarında 26, Şubat ve Kasım’da 25 psu’dan fazla değerler görülmeye başlanmıştır. Bu durumda Boğazın doğusundaki istasyonların tuzluluk karakteristiklerinin Boğaz çıkışından farklı olduğu söylenebilir. Ancak İstanbul Boğazı batısındaki istasyonlar tuzluluk açısından İstanbul Boğazı çıkışındaki istasyonlarla benzer özellikler göstermiştir.

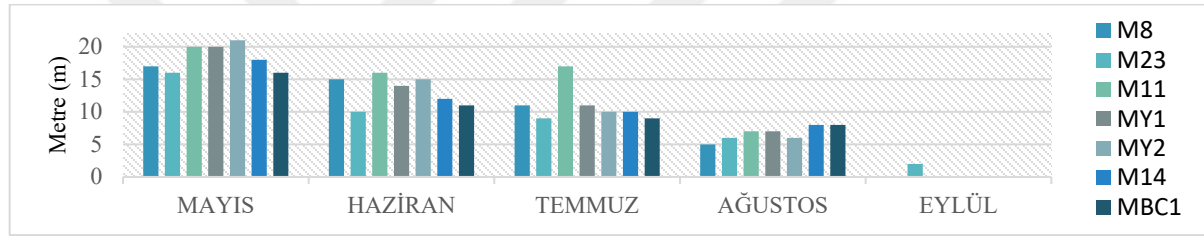


Şekil 33. Üst tabaka mevsimsel (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk ortalamaları.

İstasyon ortalamaları Şekil 33'te mevsimsel olarak incelendiğinde, üst tabakada yaz aylarında yüksek sıcaklığın, kış aylarında düşük sıcaklığın; yaz aylarında düşük tuzluluğun, kış aylarında yüksek tuzluluğun yaşandığı tespit edilmiştir.

3.3.2. Soğuk ara tabaka

İstasyonlarda ortalama sıcaklıklara göre oluşan soğuk ara tabaka kalınlıkları Şekil 34'te, tabaka kalınlığındaki en düşük sıcaklık ve bu sıcaklığın bulunduğu derinlikteki tuzluluk değerleri Tablo 4'te sunulmuştur. Bazı istasyonlarda bazı yıllarda Nisan ve Eylül aylarında da görülmesine rağmen ortalama sıcaklıklara göre soğuk ara tabakanın genelde Mayıs-Ağustos aylarında görüldüğü tespit edilmiştir.



Şekil 34. Soğuk ara tabaka kalınlıkları.

Tablo 4. Soğuk ara tabaka özellikleri.

	MAYIS			HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS		
	Tabaka Kalınlığı(m)	En Düşük Sıcaklık (C)	En Düşük Sıcaklıktaki Tuzluluk(psu)	Tabaka Kalınlığı(m)	En Düşük Sıcaklık(C)	En Düşük Sıcaklıktaki Tuzluluk(psu)	Tabaka Kalınlığı(m)	En Düşük Sıcaklık(C)	En Düşük Sıcaklıktaki Tuzluluk(psu)	Tabaka Kalınlığı(m)	En Düşük Sıcaklık(C)	En Düşük Sıcaklıktaki Tuzluluk(psu)
M8	17	10,84	28,43	15	11,66	29	11	12,27	30,68	5	13,54	31,68
M23	16	10,64	28,84	10	11,68	30,55	9	11,78	29,77	6	13,10	32,57
M11	20	10,65	27,25	16	11,41	28,91	17	11,68	27,65	7	13,04	30,95
MY1	20	10,85	28,30	14	11,58	29,17	11	12,04	29,83	7	13,21	31,02
MY2	21	10,92	29,53	15	11,68	28,95	10	12,23	29,98	6	13,45	32,99
M14	18	10,84	28,59	12	11,56	29,88	10	11,89	30,43	8	12,83	31,98
MBC	16	10,75	28,61	11	11,47	29,46	9	12,04	30,57	8	13,10	32,79

İstasyonların genelinde soğuk ara tabaka Mayıs ayında 16-21 metre kalınlıkta, Haziran ayında 10-16 metre kalınlıkta, Temmuz ayında 9-11 metre kalınlıkta, Ağustos ayında 5-8 metre

kalınlıkta oluşmuştur. Birbirlerine çok yakın değerler istasyonların tabaka kalınlığı hususunda birbirleriyle uyum içinde olduklarını göstermektedir. Ortalama sıcaklıklara göre Eylül ayında sadece M23 istasyonunda 2 metre kalınlığında soğuk ara tabaka oluşmuş olup, bu tabakada sıcaklık değerleri 13,90°C ve 13,96°C olarak 14°C'ye çok yakın değerdedir. M11 istasyonunda Temmuz ayındaki tabaka kalınlığının 17 metre olması dikkat çekicidir.

Soğuk ara tabakalardaki en düşük sıcaklıklar Mayıs ayında 10,6-10,9°C, Haziran ayında 11,4-11,7°C, Temmuz ayında 11,7-12,3°C ve Ağustos ayında 12,8-13,5°C'dir. En düşük sıcaklıklardaki tuzluluk değerleri 27-33 psu arasında değişmektedir.

3.3.3. Alt tabaka

Alt tabakadaki sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları ile bu ortalamalara ait standart sapmalar Tablo 5'te sunulmuştur. Tablodaki "T40" ibaresi 40 metredeki deniz suyu sıcaklık ortalamasını °C, "stdT" sıcaklık ortalamasına ait standard sapmayı, "S5" tuzluluk ortalamasını psu cinsinden, "stdS" tuzluluk ortalamasına ait standard sapmayı, N sayısı ise bu ortalamaların belirlenmesi için kullanılan örneklem sayısını ifade etmektedir. Aylar Ocak ayı 1 olacak şekilde 1'den 12'ye sıralanmıştır. MKC1 istasyonunun dip derinliği 20 metre olduğundan 40 metre skalasına alınmamıştır.

Alt tabaka değerleri incelendiğinde, sıcaklığın 14,9-15,6°C arası dar bir skalada değiştiği gözlemlenmiştir. Kış aylarındaki sıcaklıklar bahar ve yaz aylarına kıyasla daha yüksektir. Bu durum üst tabaka sıcaklık profilinden farklılık oluşturmaktadır. Standart sapma değerleri üst tabakadan azdır. Bu durum alt tabakaya daha stabil bir yapının hakim olduğunu göstermektedir.

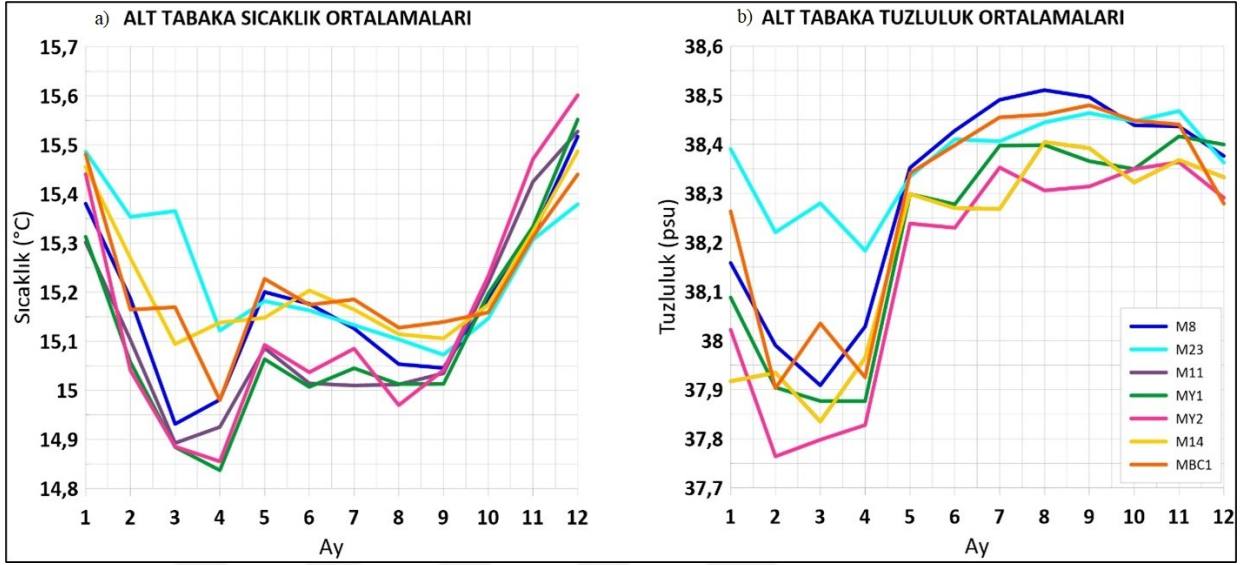
Alt tabaka tuzluluk ortalamalarına Şekil 35'te bakıldığında sıcaklık değerlerine benzer şekilde düşük standart sapmalı, sabit ortalamalı yapıda olduğu görülmektedir. Tuzluluk ortalamaları 37,8-38,5 psu arasında değişmesine rağmen bahar aylarında diğer mevsimlere kıyasla daha düşük tuzluluk görülmektedir. Bu durumda bahar aylarında alt tabaka suyunun Karadeniz'deki tatlı su girdisinin etkisiyle düşen üst tabaka suyu ile karışması neden olabilir. M23 istasyonunun alt tabaka tuzluluğunun fazla olması dikkat çekicidir. Bu durumun sebebi M23 istasyonunun konumudur. Konumu itibarıyla daha güneyde ve kıyıda açıkta olan M23 istasyonu alt tabakada Akdeniz suyu etkilerini daha yoğun göstermektedir.

Tablo 5. Alt tabaka sıcaklık-tuzluluk ortalamaları ve standart sapmaları.

İSTASYONLAR										
	M8					M23				
AY	T40	StdT	S40	StdS	N	T40	StdT	S40	StdS	N
1	15,4	0,4	38,2	0,4	11	15,5	0,3	38,4	0,2	10
2	15,2	0,3	38,0	0,4	12	15,4	0,4	38,2	0,3	10
3	14,9	0,6	37,9	0,8	11	15,4	0,3	38,3	0,2	11
4	15,0	0,6	38,0	0,9	11	15,1	0,2	38,2	0,3	11
5	15,2	0,2	38,4	0,2	13	15,2	0,2	38,3	0,1	12
6	15,2	0,2	38,4	0,1	13	15,2	0,2	38,4	0,1	12
7	15,1	0,2	38,5	0,1	12	15,1	0,2	38,4	0,1	12
8	15,1	0,2	38,5	0,1	13	15,1	0,2	38,4	0,1	13
9	15,0	0,2	38,5	0,1	12	15,1	0,2	38,5	0,1	9
10	15,2	0,2	38,4	0,1	11	15,1	0,1	38,4	0,1	11
11	15,3	0,3	38,4	0,1	13	15,3	0,3	38,5	0,1	13
12	15,5	0,5	38,4	0,1	13	15,4	0,3	38,4	0,3	11
İSTASYONLAR										
	M11					MY1				
AY	T40	StdT	S40	StdS	N	T40	StdT	S40	StdS	N
1	15,3	0,7	37,9	0,6	10	15,3	0,4	38,1	0,3	10
2	15,1	0,3	37,9	0,3	10	15,1	0,6	37,9	0,7	10
3	14,9	0,6	37,8	0,9	11	14,9	0,5	37,9	0,8	11
4	14,9	0,6	38,0	0,9	10	14,8	0,4	37,9	0,8	10
5	15,1	0,2	38,3	0,1	11	15,1	0,1	38,3	0,1	11
6	15,0	0,2	38,3	0,1	12	15,0	0,2	38,3	0,1	12
7	15,0	0,2	38,3	0,2	12	15,0	0,1	38,4	0,1	12
8	15,0	0,1	38,4	0,1	13	15,0	0,1	38,4	0,1	13
9	15,0	0,2	38,4	0,1	12	15,0	0,2	38,4	0,1	12
10	15,2	0,2	38,3	0,2	11	15,2	0,2	38,3	0,1	11
11	15,4	0,3	38,4	0,1	13	15,3	0,2	38,4	0,1	13
12	15,5	0,5	38,3	0,3	13	15,6	0,5	38,4	0,2	13

Tablo 5'in devamı:

İSTASYONLAR										
	MY2					M14				
AY	T40	StdT	S40	StdS	N	T40	StdT	S40	StdS	N
1	15,4	0,6	38,0	0,4	9	15,5	0,4	37,9	0,6	11
2	15,0	0,5	37,8	0,6	9	15,3	0,5	37,9	0,3	11
3	14,9	0,6	37,8	0,8	10	15,1	0,5	37,8	0,9	11
4	14,9	0,5	37,8	0,8	9	15,1	0,3	38,0	0,9	10
5	15,1	0,1	38,2	0,2	9	15,1	0,2	38,3	0,1	11
6	15,0	0,1	38,2	0,1	10	15,2	0,2	38,3	0,1	12
7	15,1	0,1	38,4	0,1	10	15,2	0,2	38,3	0,2	12
8	15,0	0,2	38,3	0,2	10	15,1	0,2	38,4	0,1	12
9	15,0	0,2	38,3	0,1	10	15,1	0,2	38,4	0,1	12
10	15,2	0,2	38,3	0,1	10	15,2	0,2	38,3	0,2	10
11	15,5	0,3	38,4	0,1	11	15,3	0,3	38,4	0,1	13
12	15,6	0,6	38,3	0,3	11	15,5	0,4	38,3	0,3	12
İSTASYON										
	MBC1									
AY	T40	StdT	S40	StdS	N					
1	15,5	0,2	38,3	0,3	10					
2	15,2	0,4	37,9	0,5	9					
3	15,2	0,5	38,0	0,4	10					
4	15,0	0,4	37,9	0,7	7					
5	15,2	0,1	38,3	0,1	9					
6	15,2	0,2	38,4	0,1	8					
7	15,2	0,2	38,5	0,1	9					
8	15,1	0,1	38,5	0,1	10					
9	15,1	0,1	38,5	0,1	9					
10	15,2	0,2	38,4	0,1	11					
11	15,3	0,2	38,4	0,1	11					
12	15,4	0,4	38,3	0,4	10					



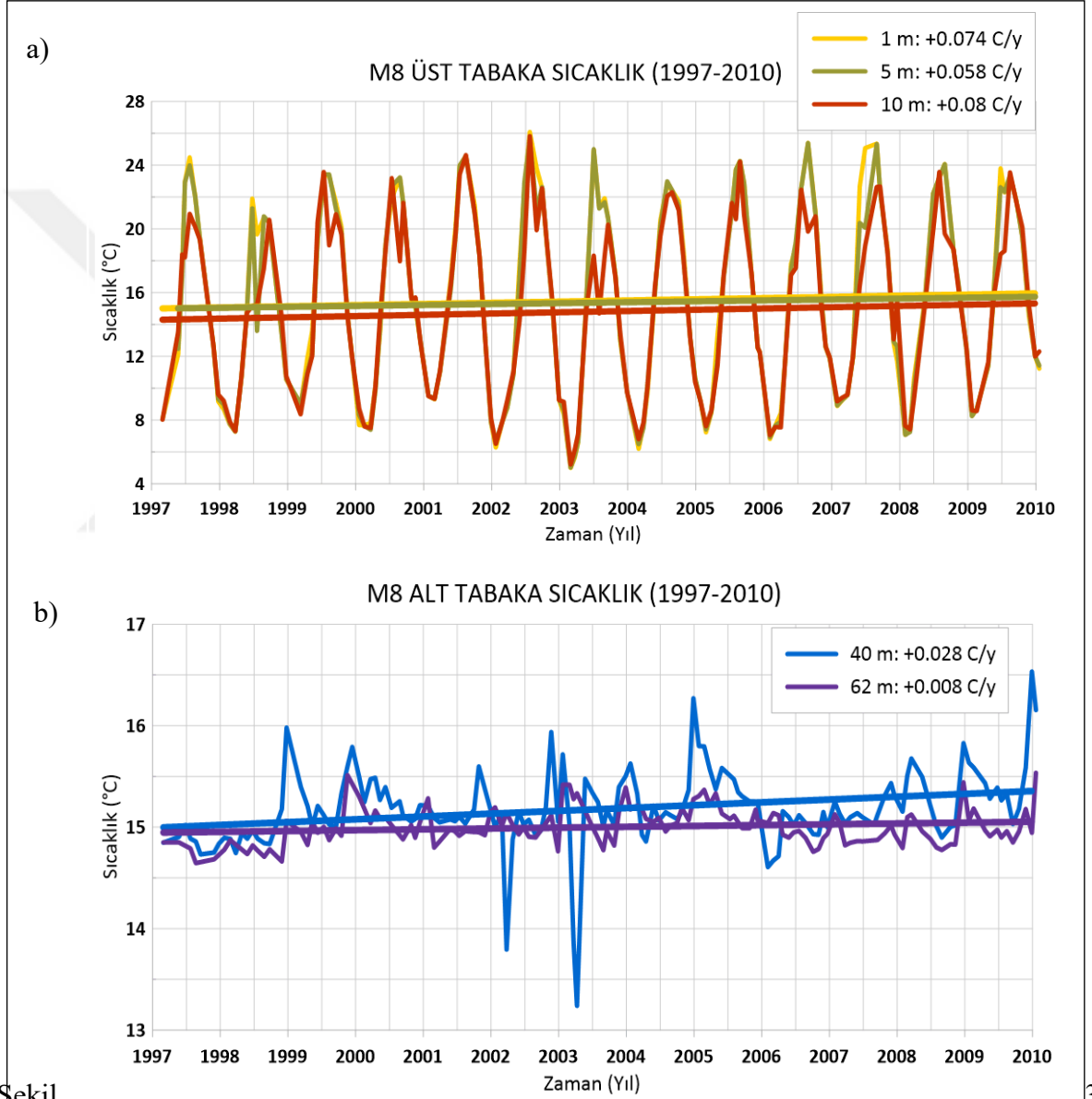
Şekil 35. Alt tabaka mevsimsel (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk ortalamaları.

3.4. Oşinografik Parametrelerin Eğilim Analizleri ve Tartışılması

Bu bölümde Marmara Denizi doğusundaki 1997-2010 yılları arasındaki deniz suyu sıcaklığı ve tuzluluğu verilerinin doğrusal eğilim yöntemi kullanılarak eğilim analizleri yapılmıştır. Meteorolojik ve oşinografik koşullara göre Marmara Denizi'nde ara tabaka derinliği oldukça değişkenlik göstermektedir (bk. Bölüm 3.2). Aynı zamanda sıcaklık ve tuzluluk profillerinde de bu koşulların etkisiyle farklı yapılar gözlenmiştir. Bütün değişimleri daha net bir şekilde yansıttığından dolayı derinliğe göre ortalama almak yerine üst tabakayı temsilen 1, 5 ve 10 metre, alt tabakayı temsilen ise 40 ve dip (istasyonun konumuna göre değişir) derinliklerinin zaman serisi elde edilmiş ve eğilim analizleri yapılmıştır. Bu bölümde istasyon bazında Marmara Denizi doğusundaki üst ve alt tabaka için sıcaklık ve tuzluluğun 1997-2010 yılları arası eğilimleri ortaya konulmuştur.

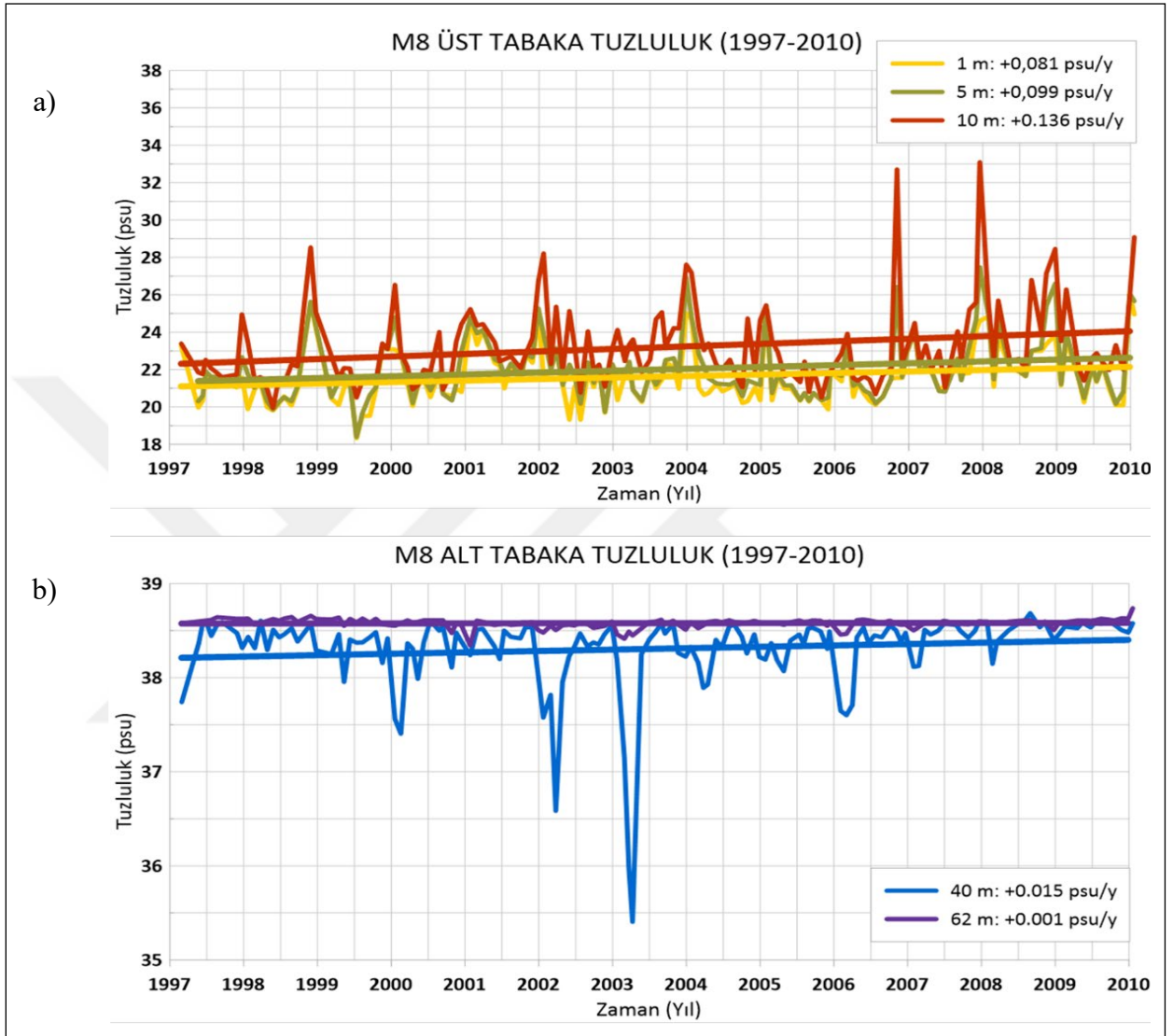
M8 istasyonu üst ve alt tabaka sıcaklık eğilimleri Şekil 36'da sunulmuştur. Grafik incelendiğinde 1 ve 5'inci metrelerdeki benzer sıcaklık profili dikkat çekmektedir. Bu derinliklerde sıcaklık ortalamaları sırasıyla 15,49°C ve 15,38°C'dir. 10'uncu metrede sıcaklık ortalaması 14,82°C'ye düşmüş, 1 ve 10'uncu metrelerde yakın değerlerde sıcaklık artışı gözlemlenmiştir. 2002 Temmuz ayı üst tabakada diğer aylara kıyasla daha sıcak geçmiştir. 40 metredeki sıcaklık eğilimi 62 metreye göre daha yüksektir. Sıcaklık ortalamaları 40 ve 62

metrede sırasıyla 15,18°C ve 15°C'dir. 40 metrede sıcaklık 2002 Mart, 2003 Mart ve 2003 Nisan aylarında 14°C'den düşüktür.



Şekil
M8 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.

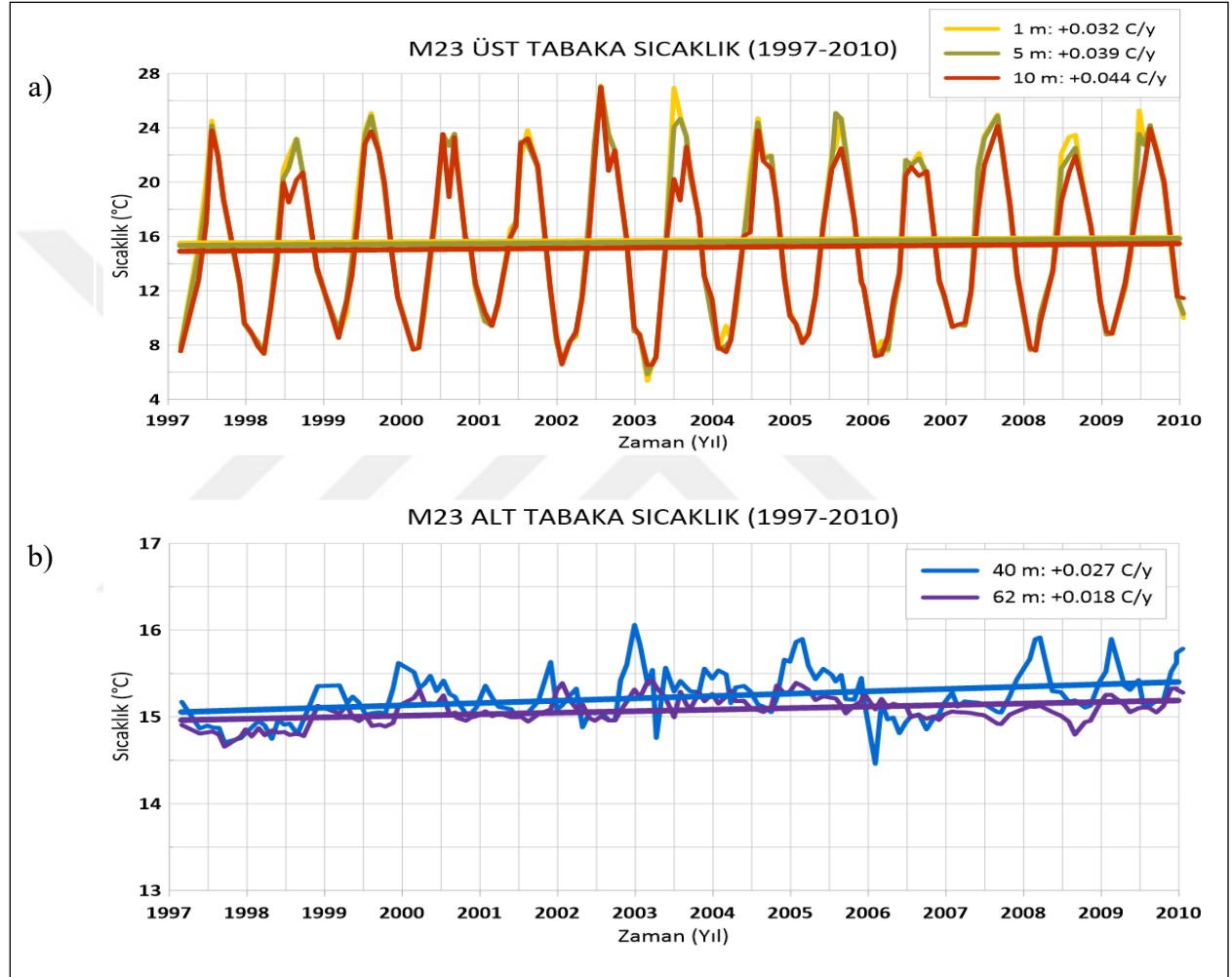
36.



Şekil 37. M8 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.

M8 istasyonu üst ve alt tabaka tuzluluk eğilimleri Şekil 37’de sunulmuştur. 10 metre tuzluluk eğilimi diğer derinliklere kıyasla daha yüksektir. Ortalama tuzluluk değerleri 1 metrede 21,63 psu, 5 metrede 22,01 psu ve 10 metrede 23,20 psu’dur. 10 metrede deniz suyu tuzluluğunun 2006 Kasım ve 2007 Aralık tarihlerinde 30 psu’dan fazla olduğu görülmektedir. Tuzluluk ortalaması 40 metrede 38,31 psu, 62 metrede 38,58 psu’dur. 62 metredeki eğilim çok düşüktür. 62 metredeki tuzluluk ortalaması tüm istasyonlar arasında M14 istasyonu ile birlikte en yüksek iki tuzluluk ortalamasından biridir. 40 metrede tuzluluk değerlerinde sıcaklık değerlerinde

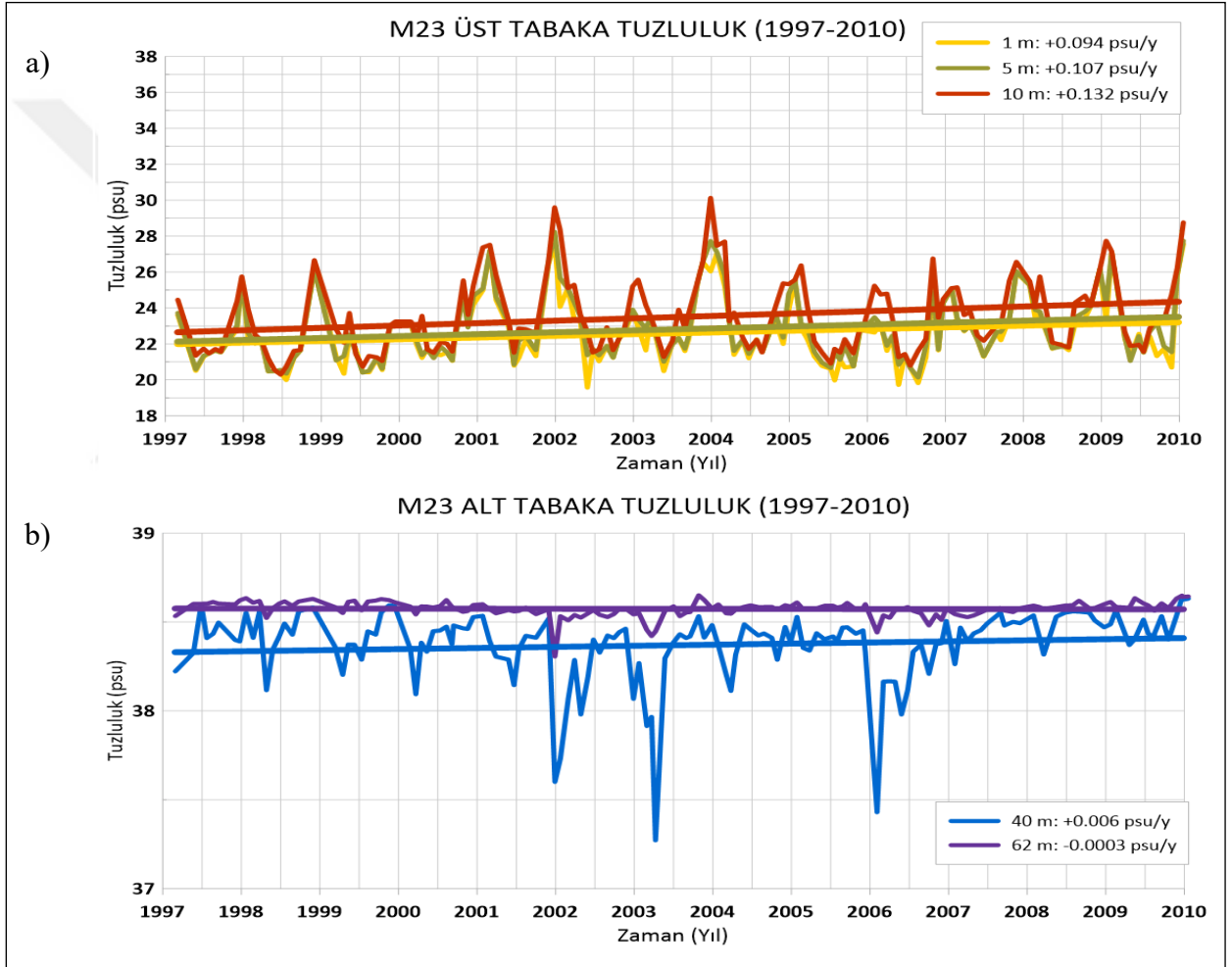
olduğu gibi 2002 Mart, 2003 Mart ve 2003 Nisan aylarında anomali gerçekleşmiştir. Bu derinliklerde tuzluluk 37 psu'dan düşüktür.



Şekil 38. M23 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.

Marmara Denizi Çınarcık Çukuru'nu temsil eden M23 istasyonunun üst ve alt tabaka sıcaklık eğilimleri Şekil 38'de sunulmuştur. Üst tabaka grafiği incelendiğinde her üç derinlikte de benzer eğilim (yıllık yaklaşık 0,04°C) gözlemlenmiştir. Bu derinliklerde sıcaklık ortalamaları sırasıyla 15,72°C, 15,21°C ve 15,52°C'dir. 2002 Temmuz ayında 5 ve 10 metrelerde, 2005 Ağustos ayında 5 metrede sıcaklık 25°C'den fazladır. Alt tabaka incelendiğinde, 40 ve 62 metrelerde de benzer eğilim(yıllık yaklaşık 0,02°C) gözlemlenmektedir. Bu derinliklerde sıcaklık

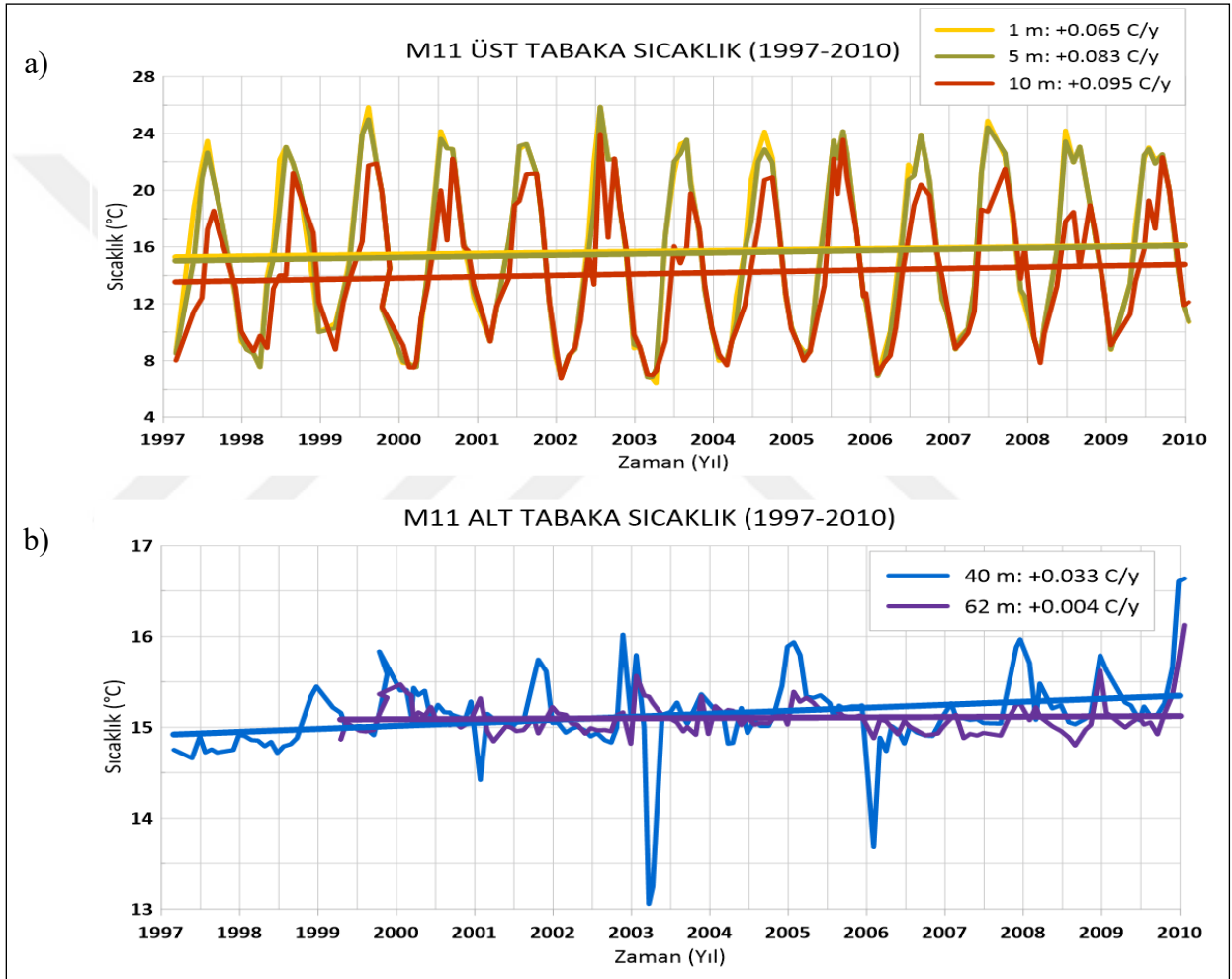
ortalamları sırasıyla 15,24°C ve 15,08°C'dir. 40 metredeki 15,24°C'lik sıcaklık ortalaması diğer tüm istasyonların aynı derinlikteki sıcaklık ortalamasından fazladır. 40 metrede sıcaklığın genelde 14,5-16°C arasında değiştiği görülmesine rağmen, 2002 Aralık ayında 16°C'den fazla, 2006 Şubat ayında 14,5°C'den düşük olduğu tespit edilmiştir. Marmara Denizi Çınarcık Çukuru'nda üst tabaka sıcaklık eğilimi alt tabakanın yaklaşık 2 katıdır.



Şekil 39. M23 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.

M23 istasyonu üst ve alt tabaka tuzluluk eğilimleri Şekil 39'da sunulmuştur. 10 metredeki tuzluluk üst tabakadaki diğer iki derinliğe kıyasla daha yüksektir. Tuzluluk ortalamaları sırasıyla 22,62 psu, 22,84 psu ve 23,53 psu'dur. Üst tabakada tuzluluk 2001 ve 2003 Aralık aylarında yüksektir. Alt tabakaya bakıldığında, tuzluluk ortalamaları 40 ve 62 metrede sırasıyla 38,37 psu

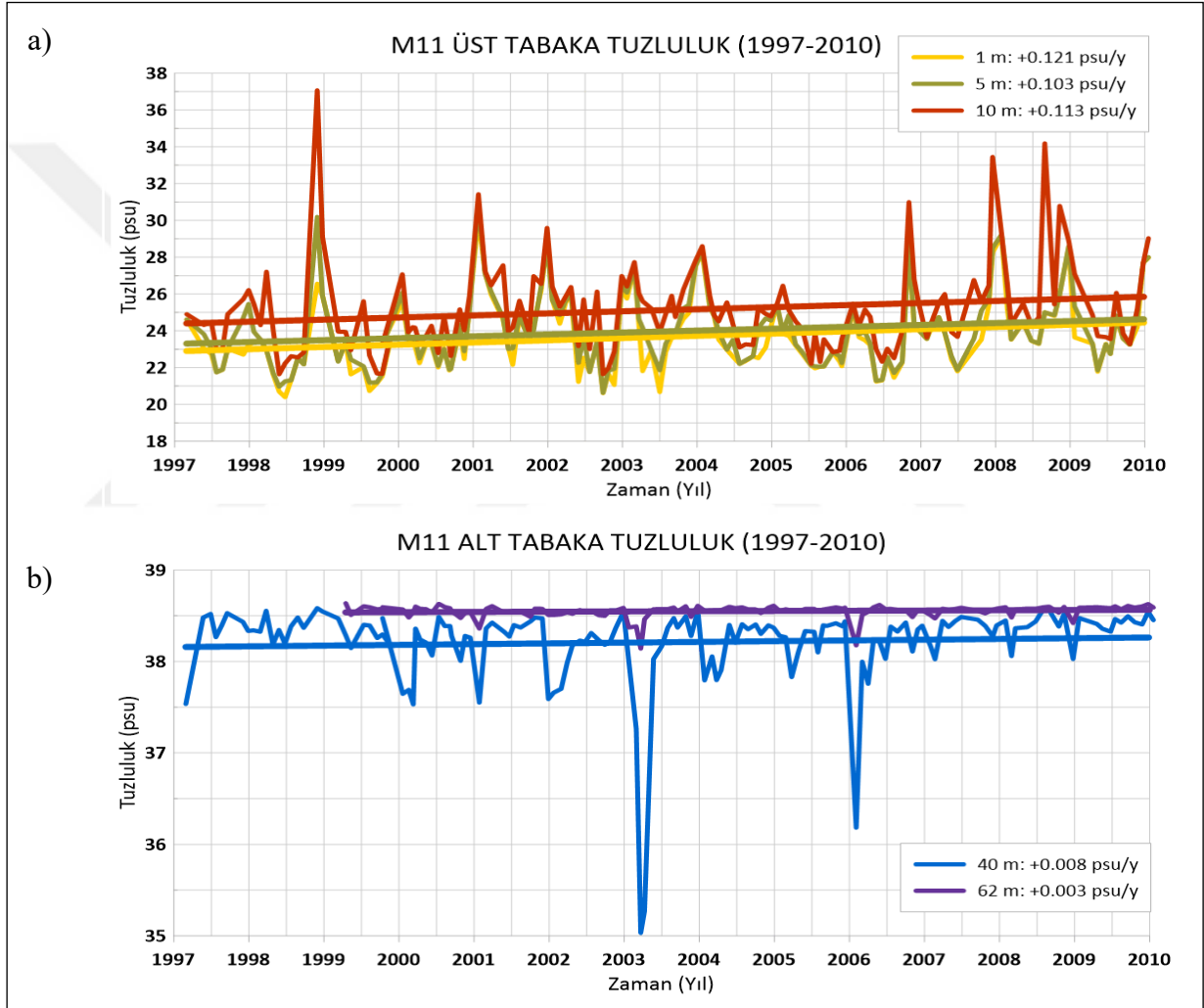
ve 38,55 psu'dur. 40 metredeki tuzluluk ortalaması sıcaklık ortalamasında olduğu gibi diğer tüm istasyonların 40 metre verilerinden fazladır. Buradan 40 metrede en sıcak ve en tuzlu istasyonun M23 olduğu sonucu çıkartılmaktadır. Alt tabakada tuzluluk 2001 Aralık, 2002 Ocak, 2003 Nisan ve 2006 Şubat aylarında diğer aylara kıyasla daha düşüktür.



Şekil 40. M11 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.

M11 istasyonu üst ve alt tabaka sıcaklık eğilimleri Şekil 40'ta sunulmuştur. 2000 ve 2002 yıllarında 1 ve 5'inci metrelerde sıcaklıkların görece daha yüksek oldukları grafikten anlaşılabilmektedir. Ortalama sıcaklıklar 1 metrede 15,71°C, 5 metrede 15,56°C ve 10 metrede 14,16°C'dir. 10 metre su sıcaklığı ortalaması diğer istasyonların 10 metre derinliğine kıyasla daha düşüktür. Alt tabakaya bakıldığında, ortalama sıcaklıklar 40 metrede 15,14°C ve 62 metrede

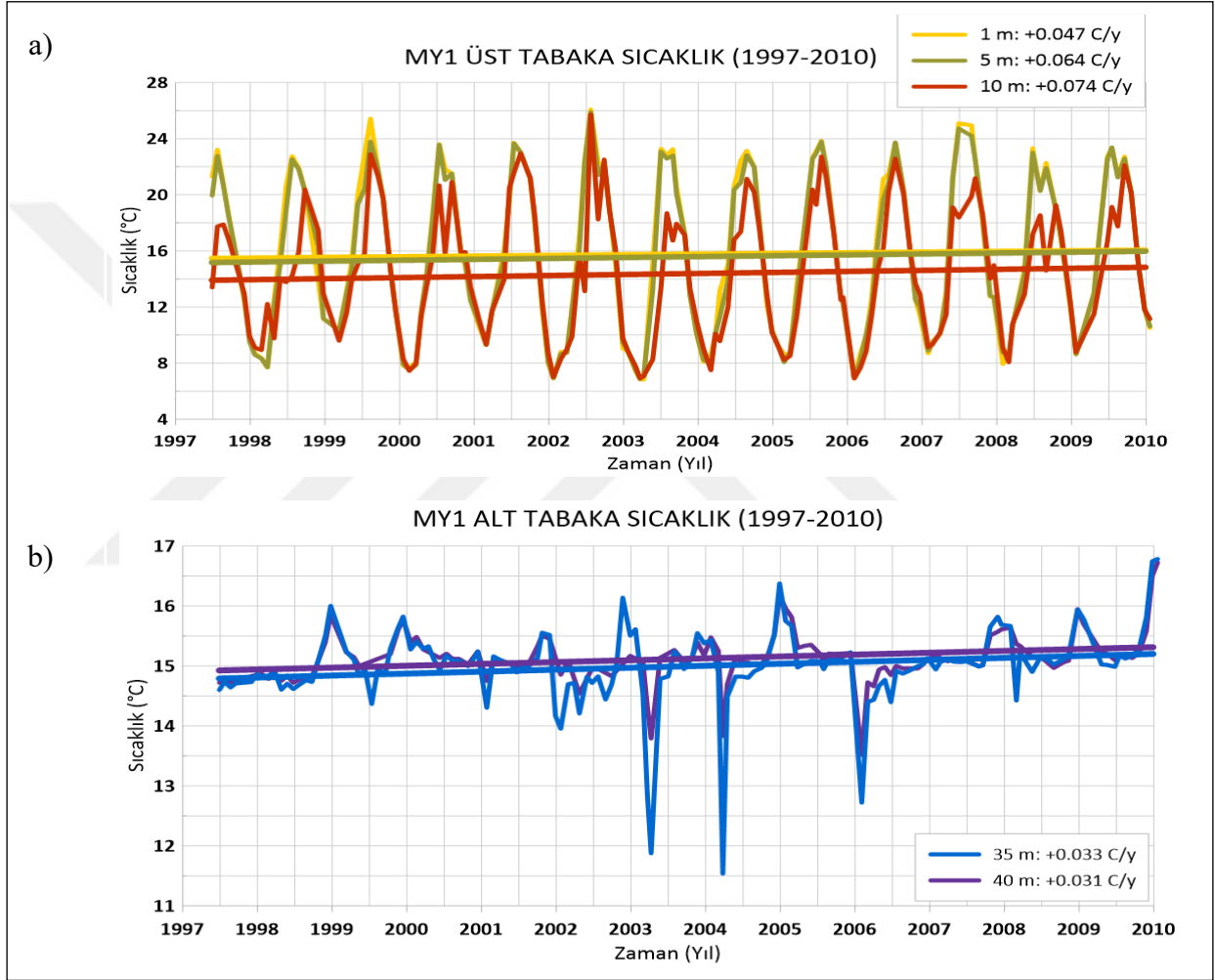
15,10°C ile birbirine yakındır. 40 metredeki sıcaklık değerleri 2003 Mart, 2003 Nisan ve 2006 Şubat aylarında 14°C'den düşüktür. 2003 yılındaki veriler M8 istasyonu ile benzerlik göstermektedir. 62 metredeki veriler 1999 yılından sonraki seferlerde toplanmıştır. 40 metrede diğer istasyonlara kıyasla daha yüksek eğilim gözlemlenmiştir.



Şekil 41. M11 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.

M11 istasyonu üst ve alt tabaka tuzluluk eğilimleri Şekil 41’de sunulmuştur. Üst tabakada üç derinliğin eğilimi de 0,1 psu’dan yüksektir. Tuzluluk ortalamaları 1 metrede 23,68 psu, 5 metrede 23,97 psu ve 10 metrede 25,13 psu’dur. 10 metrede 1998 Kasım ayında anomali yaşandığı gözlemlenmiştir. Alt tabaka incelendiğinde 62 metredeki verilerin 1999 yılından

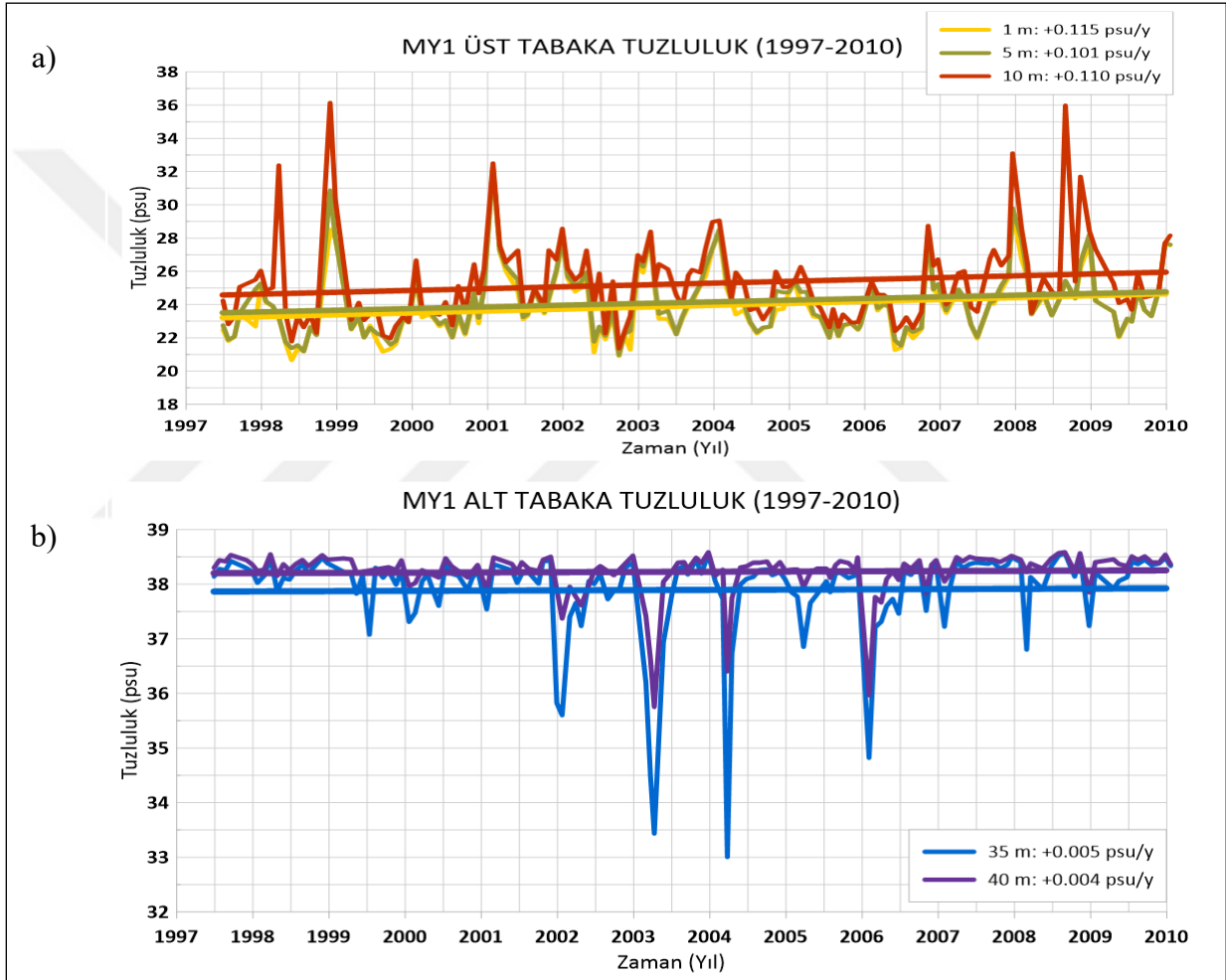
sonraki seferlerde toplandığı görülmektedir. Ortalama tuzluluk 40 metrede 38,21 psu ve 62 metrede 38,55 psu'dur. 40 metrede tuzluluk 2003 Mart, 2003 Nisan ve 2006 Şubat aylarında 37 psu'dan düşüktür.



Şekil 42. MY1 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.

MY1 istasyonu üst ve alt tabaka sıcaklık eğilimleri Şekil 42'de sunulmuştur. Eğilim değerleri üst ve alt tabakada yukarıya doğru artış göstermiştir. Üst tabakada ortalama sıcaklıklar sırasıyla 15,76°C, 15,57°C ve 14,37°C'dir. Sıcaklık 1 metrede 1999 Ağustos ayında ve 1, 5 ve 10'uncu metrelerde 2002 Temmuz ayında 25°C'nin üzerine çıkmıştır.

Alt tabakada bölgenin topografik yapısından dolayı 35 ve 40 metre derinlik verileri kullanılmıştır. Ortalama sıcaklıklar bu derinliklerde sırasıyla 15,13°C ve 15°C'dir. 35 ve 40 metrede sıcaklıkların 2003 Mart ve Nisan, 2004 Mart ve 2006 Şubat aylarında ekstrem şekilde soğuk olduğu, 2009 Aralık-2010 Ocak döneminde ise yüksek olduğu tespit edilmiştir.

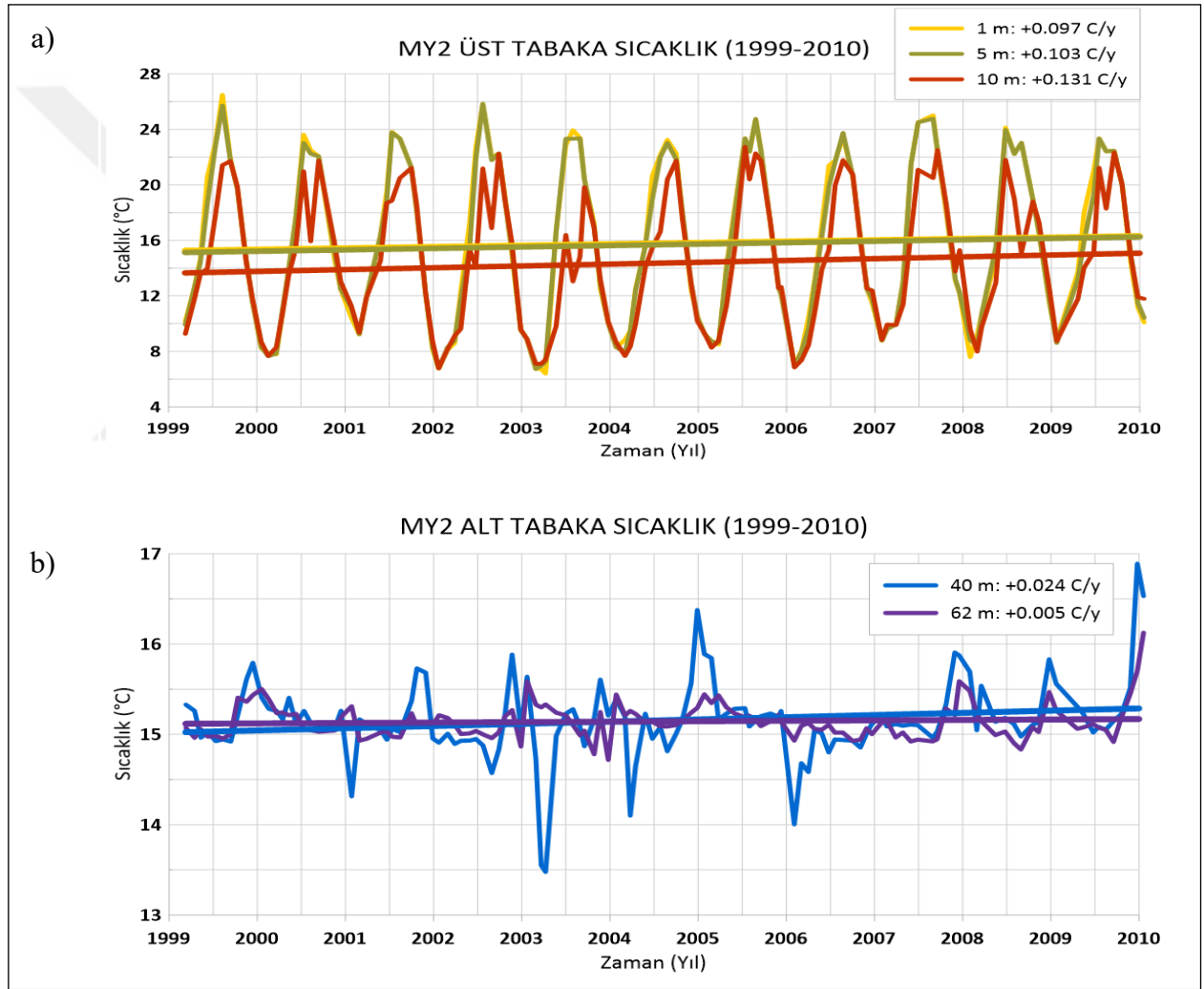


Şekil 43. MY1 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.

MY1 istasyonu üst ve alt tabaka tuzluluk eğilimleri Şekil 43'te sunulmuştur. Üst tabakada ortalama tuzluluk sırasıyla 23,93 psu, 24,14 psu ve 25,26 psu'dur. Tuzluluk ortalamaları 3 derinlikte de diğer istasyonlardan fazla olduğundan üst tabakada bölgedeki tuzluluğu en yüksek istasyonun MY1 olduğu sonucu çıkartılabilir. 1 metrede 2001 Ocak ayında, 5 metrede 1998 Kasım ve 2001 Ocak aylarında, 10 metrede 1998 Mart, Kasım, Aralık, 2001 Ocak, 2007 Aralık,

2008 Ağustos ve Kasım aylarında tuzluluk değerleri 30 psu'dan fazladır. Bu değerlerden 2001 Ocak ayında Akdeniz suyunun yüzeye kadar geldiği anlaşılmaktadır.

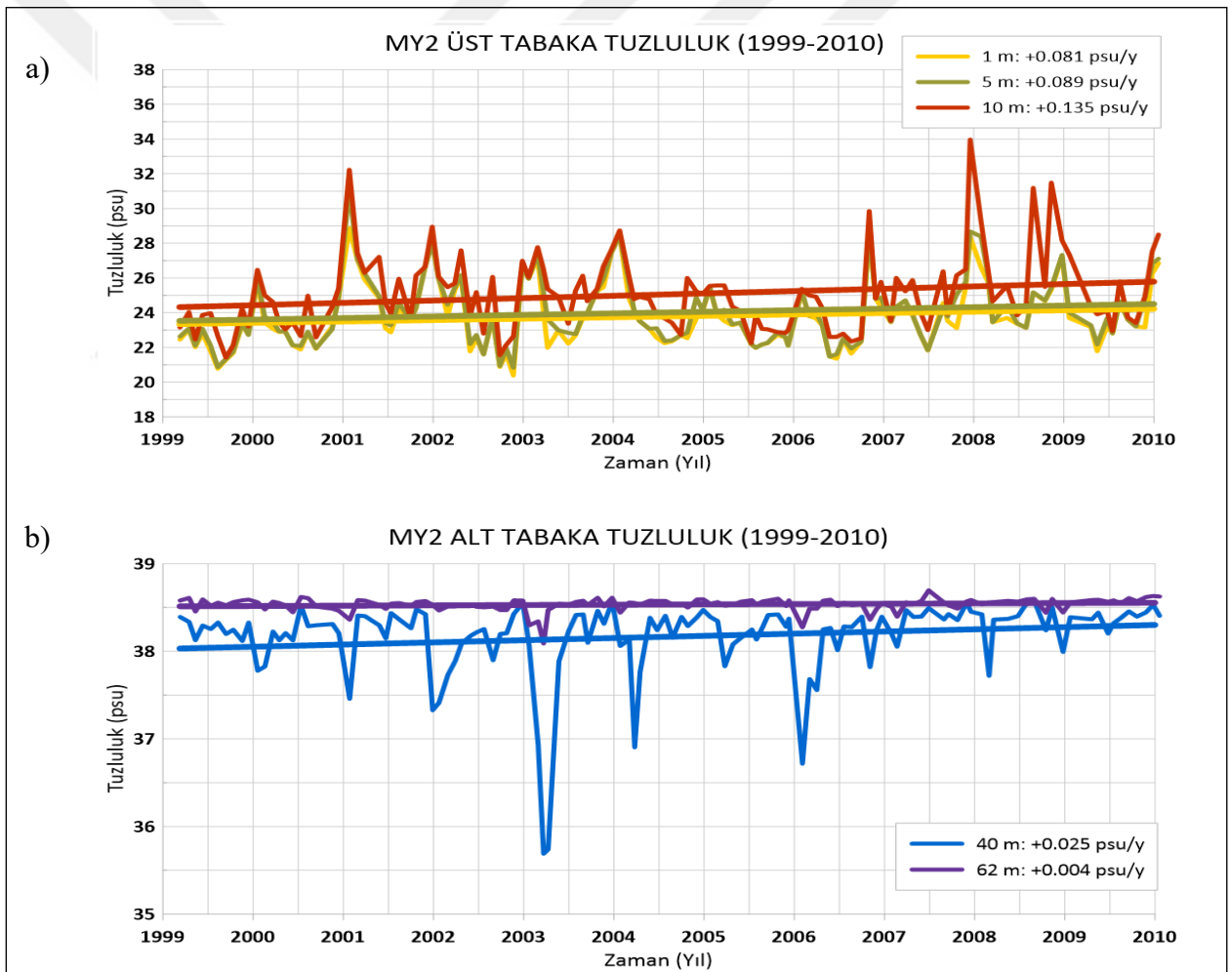
Bu istasyonun topografik yapısından dolayı alt tabaka verilerini belirlemek için 35 ve 40 metre derinlik verileri kullanılmıştır. 35 metrede 2003 Mart, Nisan ile 2006 Şubat aylarında tuzluluk değeri 35 psu'dan azdır.



Şekil 44. MY2 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.

MY2 istasyonu üst ve alt tabaka sıcaklık eğilimleri Şekil 44'te sunulmuştur. 1, 5 ve 10'uncu metrelerde sıcaklık eğilimi $0,1^{\circ}\text{C}$ değerine yaklaşmıştır ki buradan bölgede üst tabakadaki en yüksek sıcaklık artışının MY2 istasyonunda gerçekleştiği söylenebilir. Ortalama

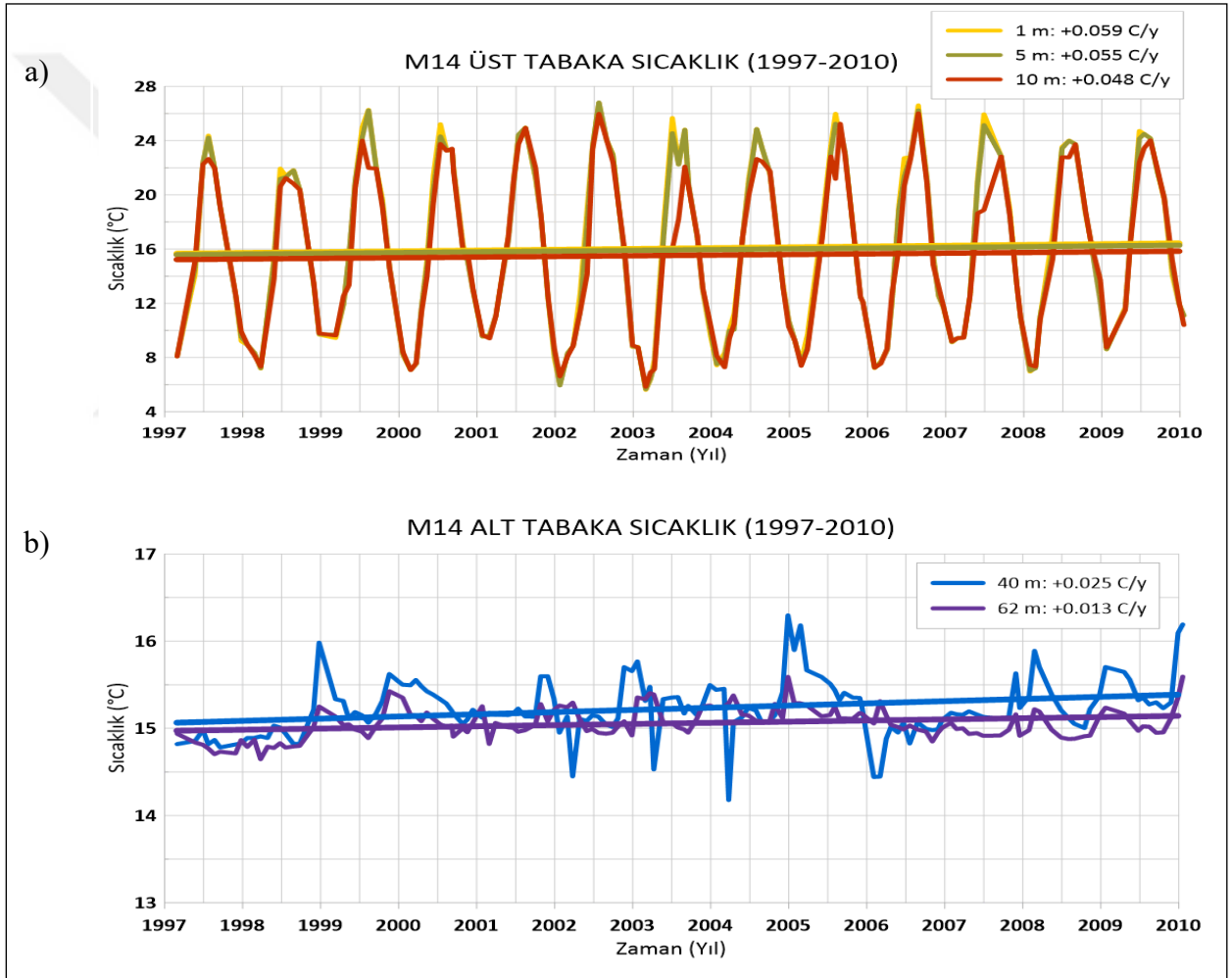
sıcaklıklar sırasıyla 15,80°C, 15,68°C ve 14,36°C'dir. 1 ve 5 metrede 1999 Ağustos ve 2002 Temmuz aylarındaki sıcaklık değeri 25°C'den fazladır. 10 metredeki sıcaklık değeri kendisine komşu olan MY1 istasyonunun 10 metredeki sıcaklık değeri ile benzerlik göstermektedir. Alt tabakada ortalama sıcaklıklar sırasıyla 15,15°C ve 15,14°C'dir. 40 metrede sıcaklık değerleri genelde 14-16°C arasında olup, 2004 Aralık, 2009 Aralık ve 2010 Ocak dönemlerinde 16°C'den fazla, 2003 Mart ve Nisan ile 2006 Şubat aylarında 14°C'den azdır. 62 metrede su sıcaklığının 2010 Ocak ayında 16°C'den fazla olması dikkat çekicidir.



Şekil 45. MY2 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.

MY2 istasyonu üst ve alt tabaka tuzluluk eğilimleri Şekil 45'te sunulmuştur. Üst tabakada ortalama tuzluluk değerleri sırasıyla 23,78 psu, 24,01 psu ve 25,05 psu'dur. 2001 Ocak ayında 1

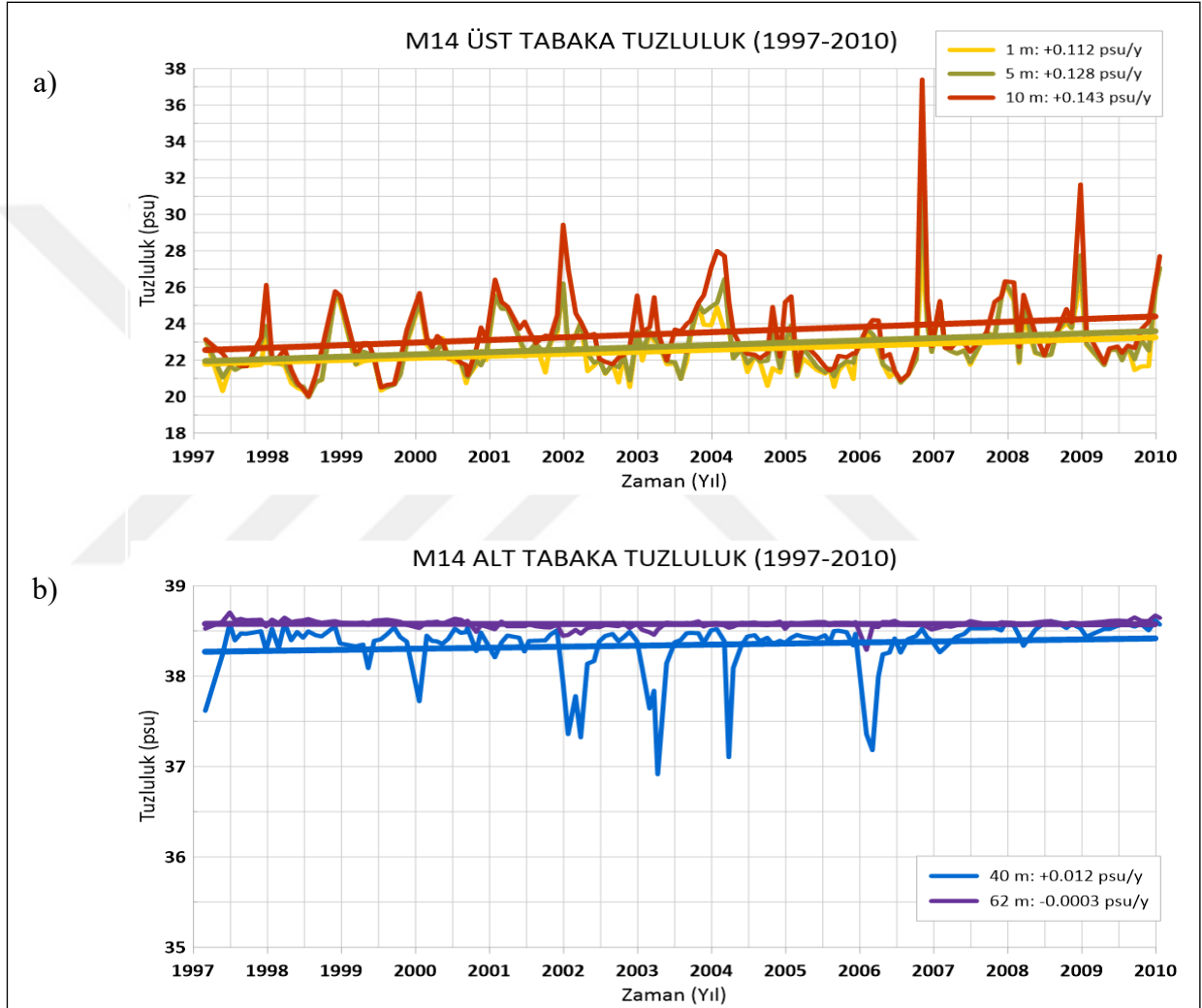
metrede tuzluluk 29 psu sınırına yaklaşmış olup, 5 metrede 30 psu'yu aşmıştır. 10 metreye bakıldığında ise 2001 Ocak, 2007 Aralık, 2008 Ağustos ve Kasım aylarında tuzluluğun 30 psu'dan fazla olduğu görülmektedir. 2001 Ocak ayındaki ekstrem değerler dikkat çekicidir. Alt tabakada ortalama tuzluluk değerleri sırasıyla 38,17 psu ve 38,23 psu'dur. 40 metrede tuzluluk değerleri 2003 Şubat, 2004 Mart ve 2006 Şubat aylarında 37 psu'dan düşük, 2003 Mart ve Nisan aylarında ise 36 psu'dan düşüktür.



Şekil 46. M14 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.

M14 istasyonu üst ve alt tabaka sıcaklık eğilimleri Şekil 46'da sunulmuştur. Üst tabakada ortalama sıcaklıklar sırasıyla 16,06°C, 15,94°C ve 15,54°C'dir. Üst tabaka sıcaklıklarında anomalik bir durum gözlenmemiş olup, 1998 yaz aylarının diğer yazlara kıyasla daha soğuk,

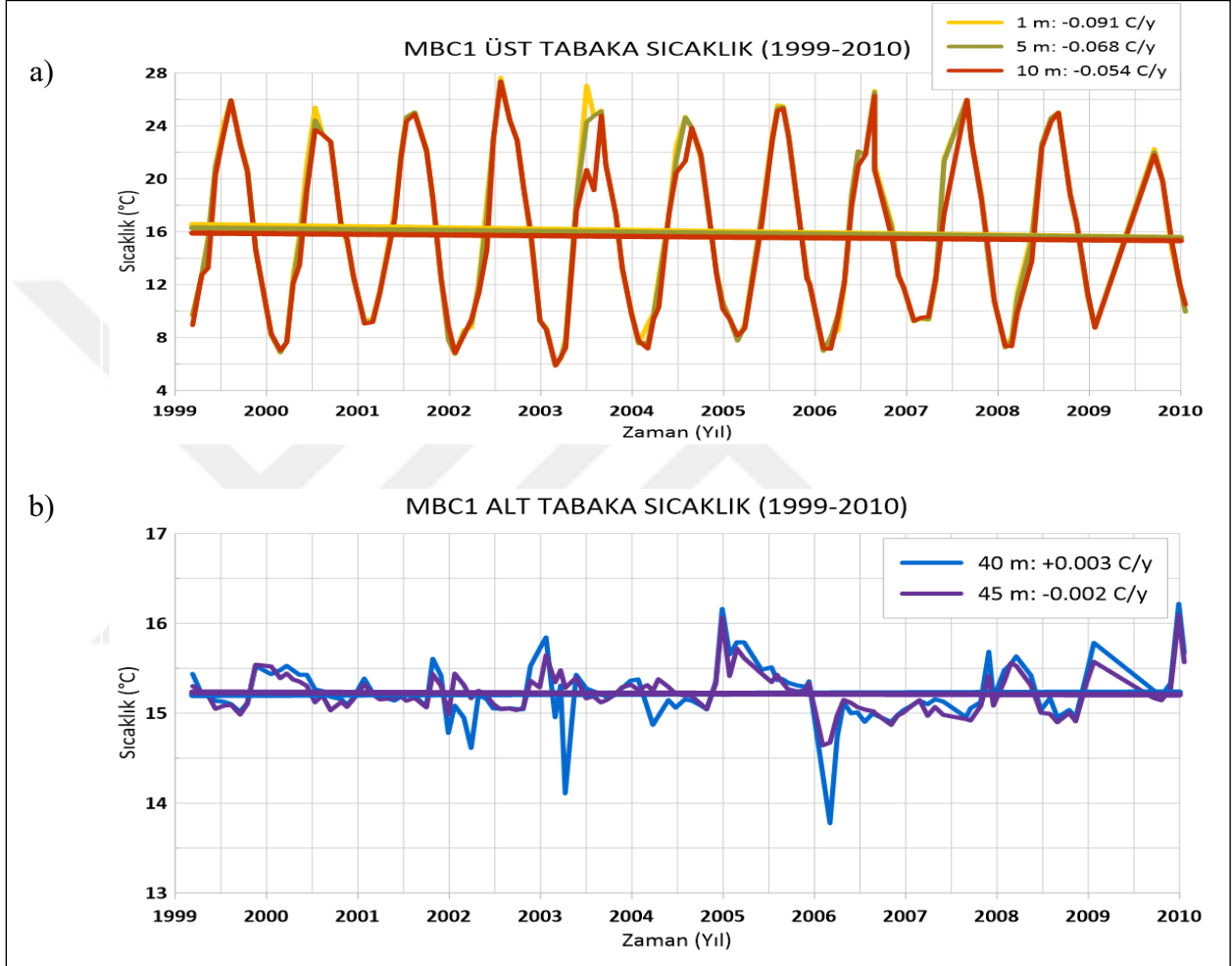
1998 sonundaki ve 1999 başındaki kış aylarının diğer kış aylarına kıyasla daha sıcak geçtiği tespit edilmiştir. Alt tabakadaki ortalama sıcaklıklar sırasıyla 15,23°C ve 15,06°C'dir. 40 metrede 2004 Aralık, 2005 Şubat, 2009 Aralık ve 2010 Ocak aylarında sıcaklık 16°C'yi aşmıştır.



Şekil 47. M14 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.

M14 istasyonu üst ve alt tabaka tuzluluk eğilimleri Şekil 47'de sunulmuştur. Üst tabakada ortalama tuzluluk değerleri sırasıyla 22,54 psu, 22,78 psu ve 23,49 psu'dur. Tuzluluk değeri 2006 Kasım ayında 1 metrede 28 psu'nun üzerinde, 5 metrede 32 psu'nun üzerinde, 10 metrede 37 psu'nun üzerindedir. Bu ayda Akdeniz suyunun yüzeye yaklaştığı sonucu çıkartılabilir. Ayrıca 10 metrede 2008 Aralık ayında tuzluluk 31 psu'nun üzerindedir. Alt tabaka ortalama tuzluluk

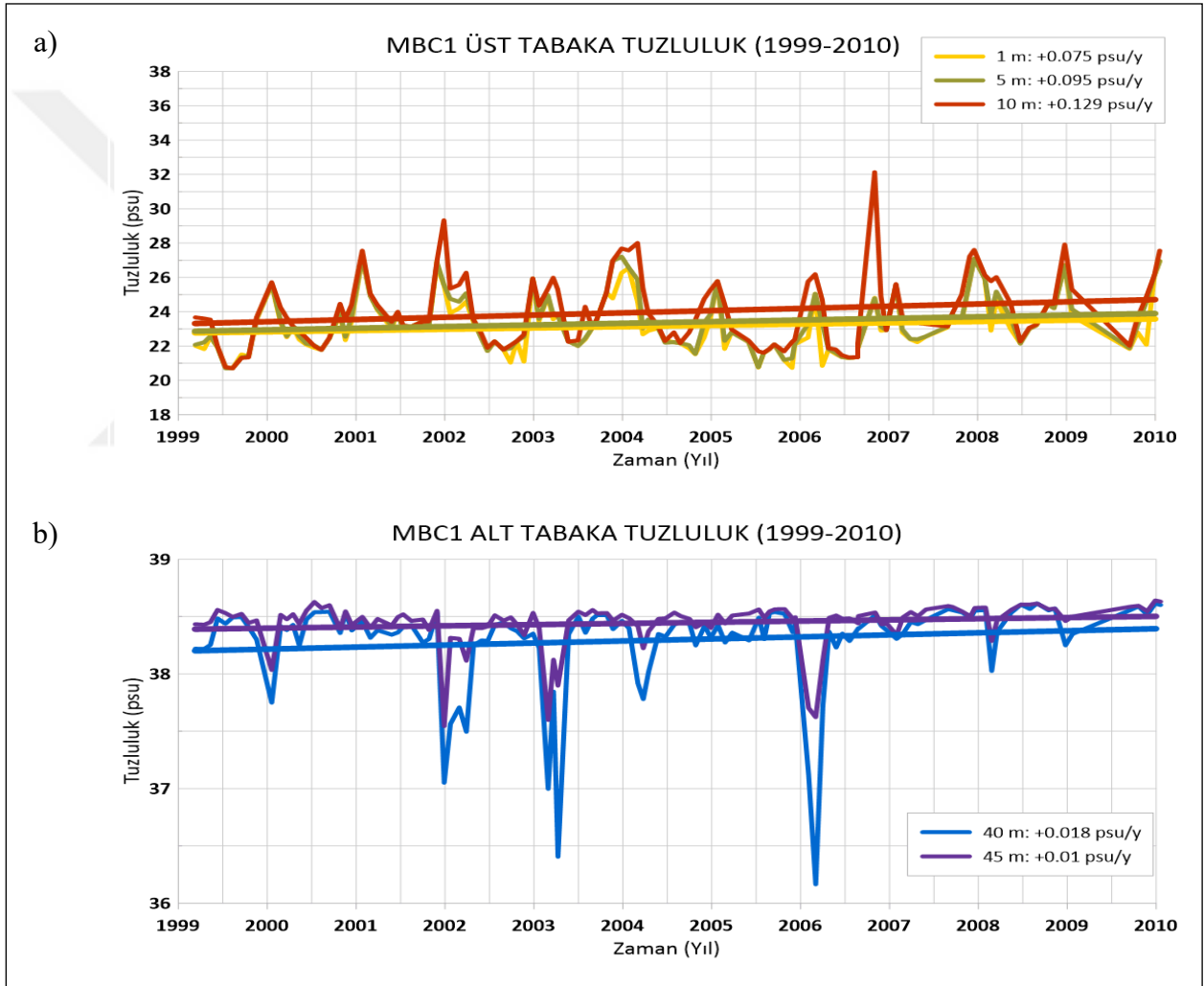
değerleri sırasıyla 38,34 psu ve 38,53 psu'dur. 40 metrede 2002 Ocak ve Mart, 2003 Ocak, 2004 Mart, 2006 Şubat ve Mart aylarında tuzluluk 37,5 psu'nun altına düşmüştür.



Şekil 48. MBC1 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.

MBC1 istasyonu üst ve alt tabaka sıcaklık eğilimleri Şekil 48'de sunulmuştur. Bu istasyon sıcaklık açısından negatif eğilim gösteren iki istasyondan biridir. Bunun sebebi veri yoğunluğunun azlığı veya örneklem süresinin kısalığı olabilir. Diğer istasyon kendisine komşu olan MKC1 istasyonudur. MKC1 istasyonunda da benzer durum söz konusu olmasına rağmen, bu bölge özelinde negative eğilim gerçekleşmiş olması da ihtimal dahilindedir. Üst tabakada ortalama sıcaklıklar sırasıyla 16,08°C, 15,94°C ve 15,63°C'dir. Üst tabakada sıcaklık bakımından anomali durum yaşanmamış olup 2002 ve 2003 Temmuz ayları diğer aylara kıyasla daha sıcak

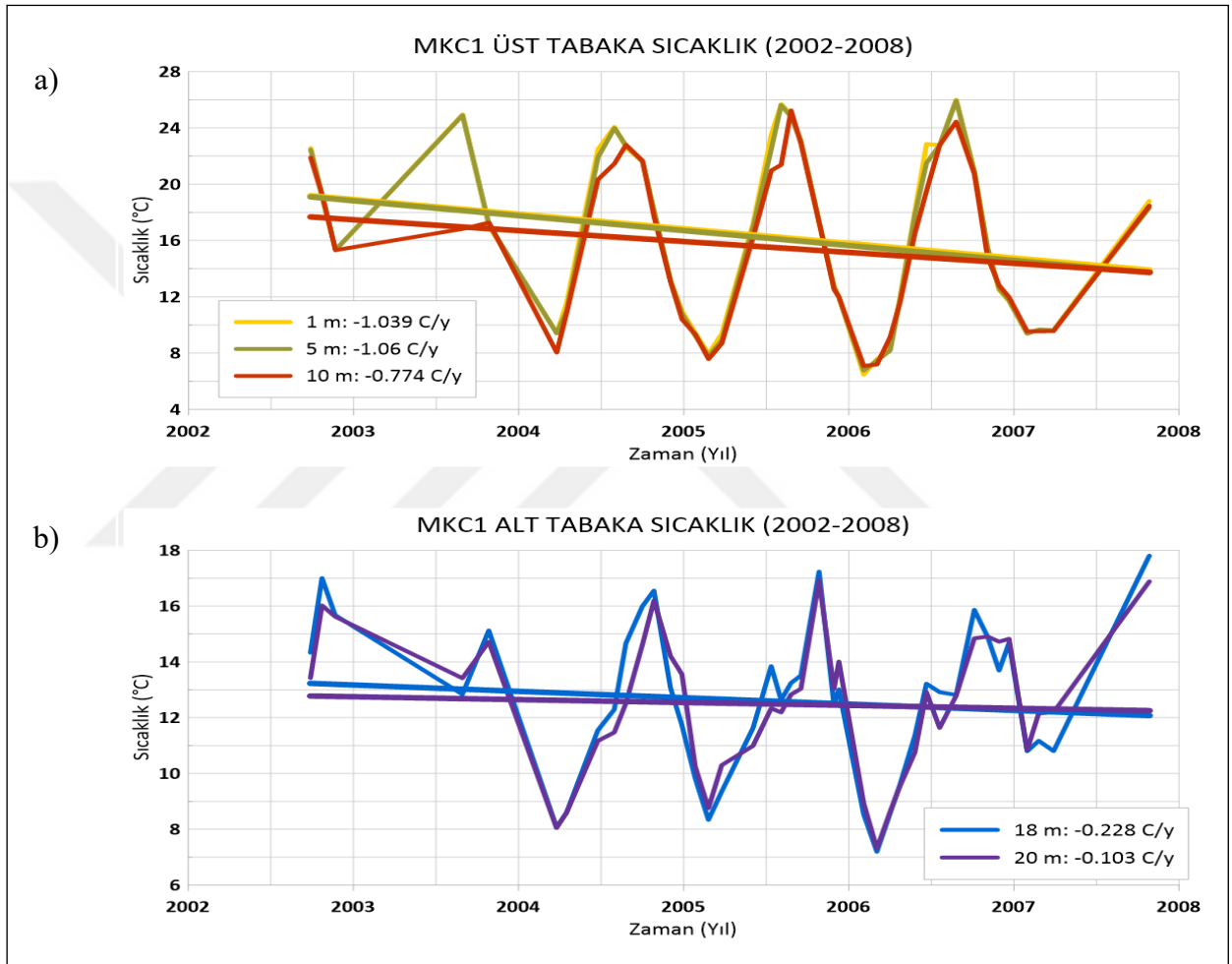
geçmiştir. Topografik yapısından dolayı bu istasyonda alt tabaka verilerini belirlemek için 40 ve 45 metre derinlik verileri kullanılmıştır. Alt tabakada ortalama sıcaklıklar her iki derinlikte de 15,22°C'dir. Eğilimin çok az olması ve farklı derinliklerde aynı sıcaklık gözlemlenmesi MBC1 istasyonunda alt tabakada durgun su olduğunu göstermektedir. 40 metrede sıcaklık 2004 ve 2009 Aralık ayında 16°C'den fazla, 2003 Nisan ile 2006 Şubat ve Mart aylarında 14,5°C'den azdır.



Şekil 49. MBC1 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.

MBC1 istasyonu üst ve alt tabaka tuzluluk eğilimleri Şekil 49'da sunulmuştur. Üst tabaka sıcaklık açısından negatif eğilim göstermesine rağmen tuzluluk açısından pozitif eğilim göstermektedir. Ortalama tuzluluk değerleri sırasıyla 23,15 psu, 23,36 psu ve 23,98 psu'dur. 10

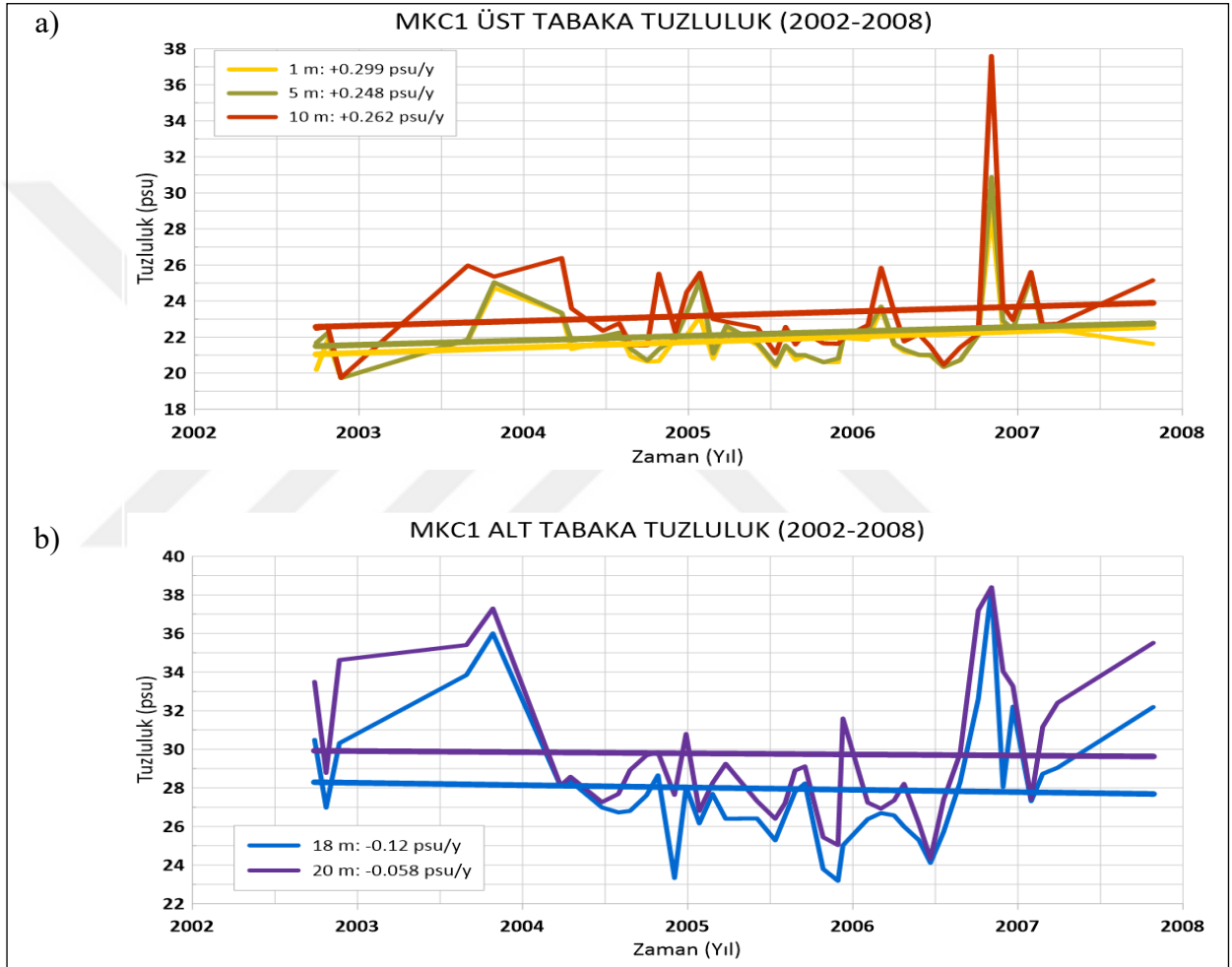
metrede tuzluluk 2006 Kasım ayında 32 psu'dan fazladır. Topografik yapısından dolayı bu istasyonda alt tabaka verilerini belirlemek için 40 ve 45 metre derinlik verileri kullanılmıştır. Alt tabakada ortalama tuzluluk değerleri sırasıyla 38,29 psu ve 38,44 psu'dur. 40 metrede tuzluluk 2003 Nisan ve 2006 Mart aylarında 36,5 psu'dan düşüktür.



Şekil 50. MKC1 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimleri.

MKC1 istasyonunda örneklem aralığı çok seyrek olup veri oranı %62'de kalmıştır. MKC1 istasyonu ayrıca 2002-2007 arasındaki kısa süreci temsil etmektedir. Bu veriler ışığında MKC1 istasyonu üst ve alt tabaka sıcaklık eğilimleri Şekil 50'de sunulmuştur. Sıcaklık açısından negatif eğilim gösteren iki istasyondan biridir. Diğer istasyon kendisine komşu olan MBC1 istasyonudur. Ortalama sıcaklıklar sırasıyla 16,30°C, 16,16°C ve 15,53°C'dir. 1 ve 5'inci metrede en yüksek

ortalama sıcaklığa sahip istasyondur. Topografik yapısından dolayı bu istasyonda alt tabaka verilerini belirlemek için 18 ve 20 metre derinlik verileri kullanılmıştır. Alt tabakada ortalama sıcaklıklar sırasıyla 12,60°C ve 12,49°C'dir.



Şekil 51. MKC1 istasyonu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimleri.

MKC1 istasyonu üst ve alt tabaka tuzluluk eğilimleri Şekil 51'de sunulmuştur. Üst tabaka sıcaklık açısından negatif eğilim göstermesine rağmen tuzluluk açısından pozitif eğilim göstermektedir. Ortalama tuzluluk değerleri sırasıyla 21,88 psu, 22,19 psu ve 23,30 psu'dur. Alt tabakada 18 ve 20 metre derinlik verileri kullanılmıştır. Ortalama tuzluluk değerleri sırasıyla 27,96 psu ve 29,76 psu'dur.

Yukarıda gösterilen tüm grafiklerin eğilim değerlerinin toparlandığı sıcaklık eğilimleri Tablo 6’da, tuzluluk eğilimleri Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 6. İstasyonlar sıcaklık (°C) eğilimleri.

	ÜST TABAKA						ALT TABAKA			
DER.	1 METRE		5 METRE		10 METRE		40 METRE		62 METRE	
İST.	EĞİM	ORT.	EĞİM	ORT.	EĞİM	ORT.	EĞİM	ORT.	EĞİM	ORT.
M8	0,074	15,49	0,058	15,38	0,080	14,82	0,028	15,18	0,008	15,00
M23	0,032	15,72	0,039	15,59	0,044	15,21	0,027	15,24	0,018	15,08
M11	0,065	15,71	0,083	15,56	0,095	14,16	0,033	15,14	0,004	15,10
MY1	0,047	15,76	0,064	15,57	0,074	14,37	0,031	15,13	0,033*	15,00
MY2	0,097	15,80	0,103	15,68	0,131	14,36	0,024	15,15	0,005	15,14
M14	0,059	16,06	0,055	15,94	0,048	15,54	0,025	15,23	0,013	15,06
MBC1	-0,091	16,08	-0,068	15,94	-0,054	15,63	0,003	15,22	-0,002*	15,22
MKC1	-1,039	16,30	-1,060	16,16	-0,774	15,53	-0,228*	12,60	-0,103*	12,49

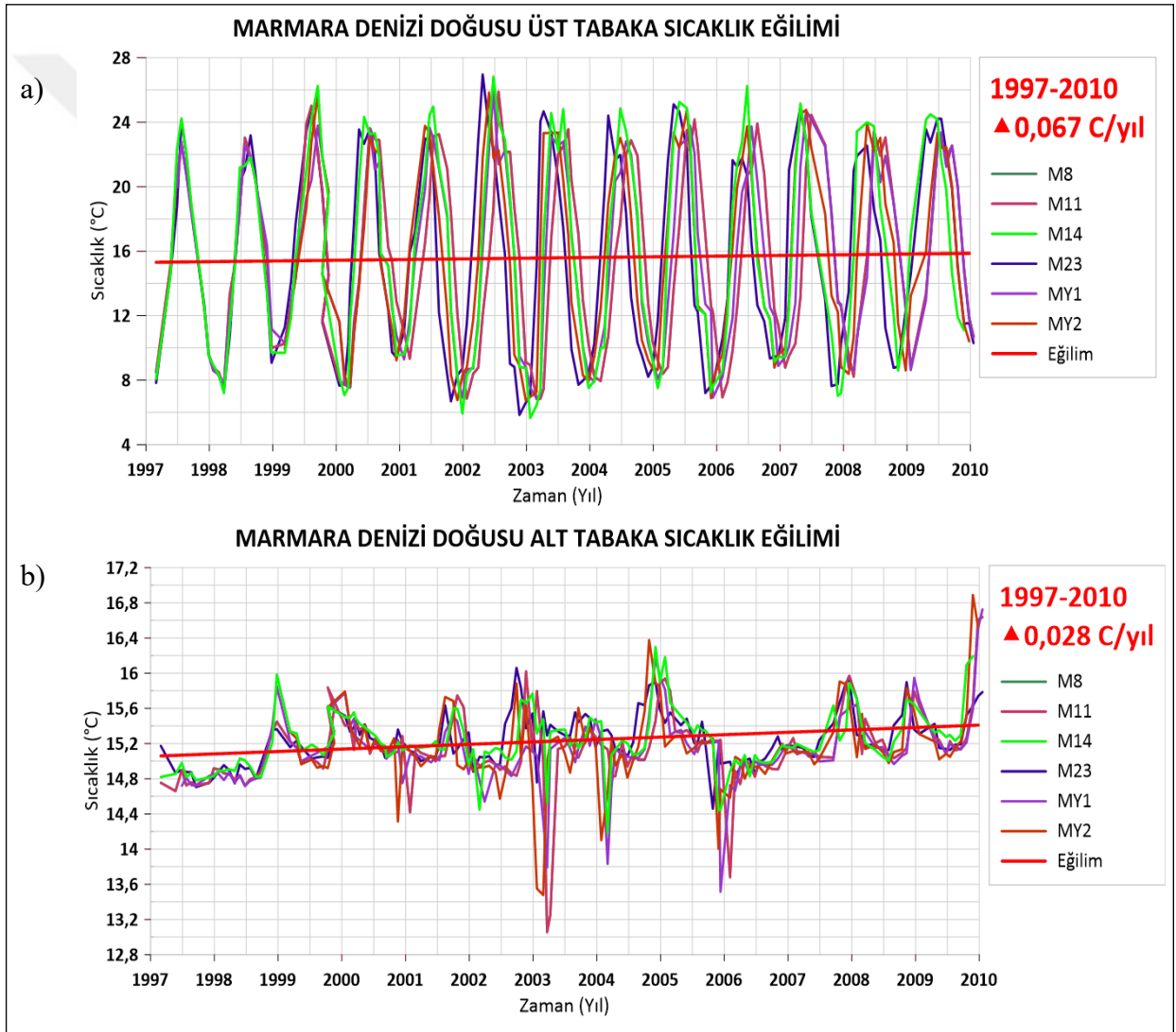
Tablo 7. İstasyonlar tuzluluk (psu) eğilimleri.

	ÜST TABAKA						ALT TABAKA			
DER.	1 METRE		5 METRE		10 METRE		40 METRE		62 METRE	
İST.	EĞİM	ORT.	EĞİM	ORT.	EĞİM	ORT.	EĞİM	ORT.	EĞİM	ORT.
M8	0,081	21,63	0,099	22,01	0,136	23,20	0,015	38,31	0,001	38,58
M23	0,094	22,62	0,107	22,84	0,132	23,53	0,006	38,37	0,000	38,55
M11	0,121	23,68	0,103	23,97	0,113	25,13	0,008	38,21	0,003	38,58
MY1	0,115	23,93	0,101	24,14	0,110	25,26	0,005	37,89	0,004*	38,57
MY2	0,081	23,78	0,089	24,01	0,135	25,05	0,025	38,17	0,004	38,23
M14	0,112	22,54	0,128	22,78	0,143	23,49	0,012	38,34	0,000	38,53
MBC1	0,075	23,15	0,095	23,36	0,129	23,98	0,018	38,29	0,010*	38,44
MKC1	0,299	21,88	0,248	22,19	0,262	23,30	-0,120*	27,96	-0,058*	29,76

* Topografik yapıdan dolayı MY1 istasyonunda 35 ile 40’ıncı metre, MBC1 istasyonunda 40 ile 45’inci metre ve MKC1 istasyonunda 18 ile 20’inci metre derinliklere ait veriler kullanılmıştır.

Marmara Denizi doğusundaki istasyonların tamamının üst tabakada 1, 5 ve 10’uncu metreler ile alt tabakada 40 ve 62’inci metrelere ilişkin sıcaklık ve tuzluluk eğilimleri bu bölümün başında ayrıntılı şekilde açıklanmıştır. Veri analizlerinden üst tabaka eğilimini en belirgin gösteren derinliğin 5 metre, alt tabakada ise 40 metre olduğu tespit edilmiştir. Bu durum göz önüne alınarak bu bölümde geçmiş dönemlerde yapılan araştırmalar ve güncel verilerle

karşılaştırmalar yapmak üzere üst tabakayı temsilen 5 metre, alt tabakayı temsilen 40 metre verileri kullanılmıştır. MBC1 ve MKC1 istasyon verilerinin yoğunluğu diğer bölgelere kıyasla daha düşük olduğundan, gerçekliği arttırmak maksadıyla yüksek veri yoğunluğuna sahip M8, M23, M11, MY1, MY2 ve M14 istasyonları dikkate alınmıştır. Her istasyonun 1997-2010 yılları arasındaki 5 ve 40 metre sıcaklık ve tuzluluk eğilimlerinin aritmetik ortalaması alınarak Marmara Denizi doğusu eğilim değerleri elde edilmiştir.



Şekil 52. Marmara Denizi Doğusu (a) üst ve (b) alt tabaka sıcaklık eğilimi.

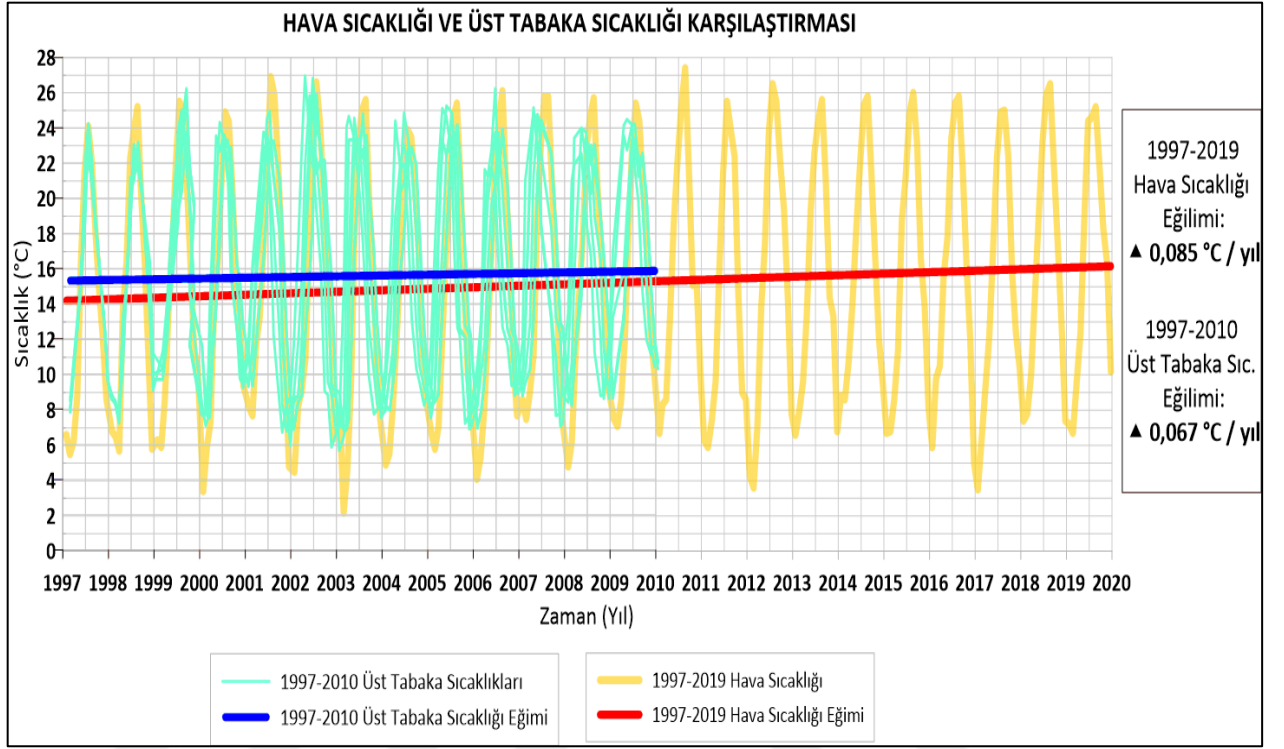
Marmara Denizi üst ve alt tabaka sıcaklık eğilimleri Şekil 52’de sunulmuştur. Üst tabaka sıcaklık eğilimi yıllık ortalama $0,067^{\circ}\text{C}$ ’dir. Yüzey suyu sıcaklıkları 1999 Ağustos, 2002 Temmuz, 2003 Temmuz ve 2005 Ağustos aylarında yüksektir. Genel olarak İstanbul Boğazı batısındaki M14 istasyonunun sıcaklık ortalamaları diğer bölgelerden daha yüksektir.

Marmara Denizi doğusunda üst tabakada elde edilen yıllık sıcaklık $0,067^{\circ}\text{C}$ ’lik eğilim değerleri ile Tablo 1’de açıklanan çevre denizler üst tabaka sıcaklık eğilimleri birbirlerine yakın değerlerdedir. Marmara Denizi eğilimi, Ege Denizi ve Akdeniz’den fazla, Karadeniz eğilimi ile benzer niteliktedir. Hiçbir çevre denizde yıllık sıcaklık eğilimi $0,1^{\circ}\text{C}$ ’yi aşmamıştır.

Alt tabaka sıcaklık eğilimi yıllık ortalama $0,028^{\circ}\text{C}$ ’dir. Dip suyu sıcaklıkları 2002 Aralık, 2004 Aralık, 2005 Şubat, 2009 Aralık ve 2010 Ocak aylarında yüksek, 2002 Mart, 2003 Mart ve Nisan, 2004 Mart, 2006 Şubat ve Mart aylarında düşüktür.

İncelenen tarih aralığı ve konum açısından bu çalışmaya en yakın iki çalışmadan ilki Altıok ve Kayışoğlu (2015)’nin İstanbul Boğazı kuzey ve güney çıkışlarında 1996-2010 yılları arasındaki verileri kullanarak sıcaklık ve tuzluluk eğilimini tespit ettikleri çalışmadır. (bk. Bölüm 1.3, Şekil 6, 7) Burada üst tabaka sıcaklığında Boğaz’ın kuzey çıkışı ile Marmara Denizi doğusu benzerlik göstermiş ancak güney çıkışı eğilimi bu istasyonların 2 katı değer almıştır. Eğilimdeki bu yükselişin sebebi soğuk ara tabakadaki çeşitlilik ve tabakaların birbirleriyle karışması olabilir. Karadeniz’den gelen üst tabaka sularının karakteristik özellikleri Batı Karadeniz’in atmosferik ve oşinografik özelliklerinden etkilenmiştir (Altıok ve Kayışoğlu, 2015). Alt tabaka sıcaklık eğilimleri Boğaz’ın kuzey ve güney çıkışlarında Marmara Denizi doğusunun iki katı değer almıştır. ($0,06^{\circ}\text{C}$)

Bir diğer yakın çalışma E.U. Copernicus Marine Service Information tarafından 1993-2017 yılları arasında Karadeniz’de yürütülen çalışmadır. Üst tabaka sıcaklığında Karadeniz’deki yıllık $0,069^{\circ}\text{C}$ ’lik eğilim değeri (bk. Şekil 5.b) ile Marmara Denizi’ndeki yıllık $0,067^{\circ}\text{C}$ ’lik eğilim değeri hemen hemen aynıdır.



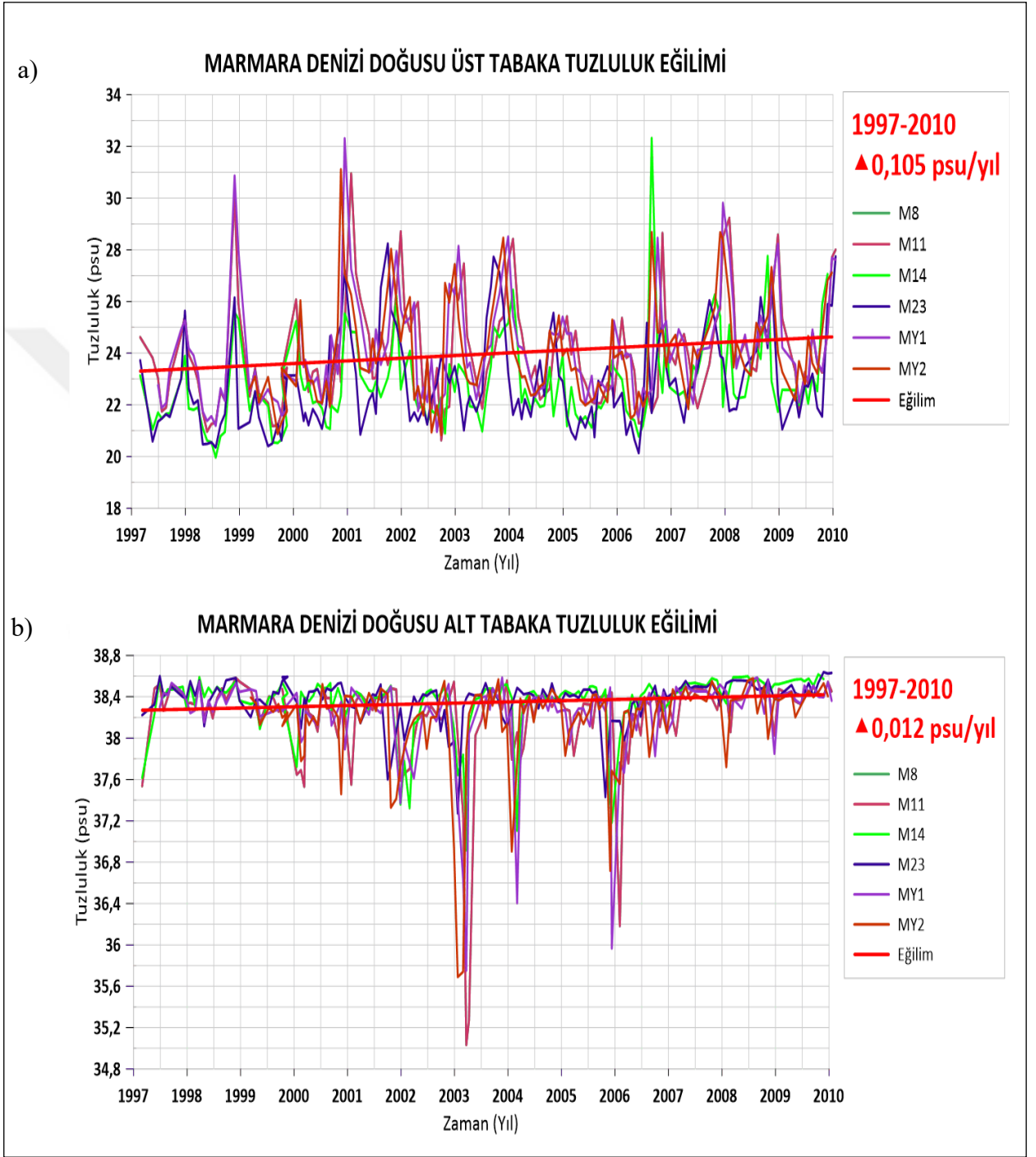
Şekil 53. Hava sıcaklığı ve üst tabaka sıcaklığı karşılaştırması.

Meteoroloji ile oşinografi etkileşimini tespit etmek maksadıyla üst tabaka sıcaklığının eğilimi, hava sıcaklığı eğilimi ile Şekil 53'te karşılaştırılmıştır. Üst tabaka sıcaklığı verilerinin kapsadığı 1997-2010 arasına bakıldığında hava sıcaklığı ile direkt ilişki görülmektedir. Deniz suyu sıcaklığı, hava sıcaklığının en düşük olduğu noktaların 2-3°C yukarısında yer almıştır. En yüksek noktalarda ise aynı sıcaklığa sahip olmuşlar veya 1-2°C'lik fark meydana gelmiştir. Deniz suyu sıcaklığının en yüksek olduğu 2002 Temmuz ayı en sıcak aylardan birisiyken, en düşük olduğu 2003 Şubat ayı ise ortalama sıcaklık değerlerine göre en soğuk aydır. Eğilim değerlerine bakıldığında yine benzerlik göze çarpmaktadır. Havadaki yıllık 0,085°C'lik sıcaklık artışı, oşinografik verileri etkilemiş ve üst tabakada yıllık 0,067°C'lik sıcaklık artışına neden olmuştur. İstasyonlar özelinde en yüksek ve en düşük sıcaklıkların üst tabakada yaşanmış olması ve hava sıcaklıkları ile benzerlik göstermesi oşinografik şartların atmosferik koşullarla ilişkili olduğunu kanıtlamaktadır.

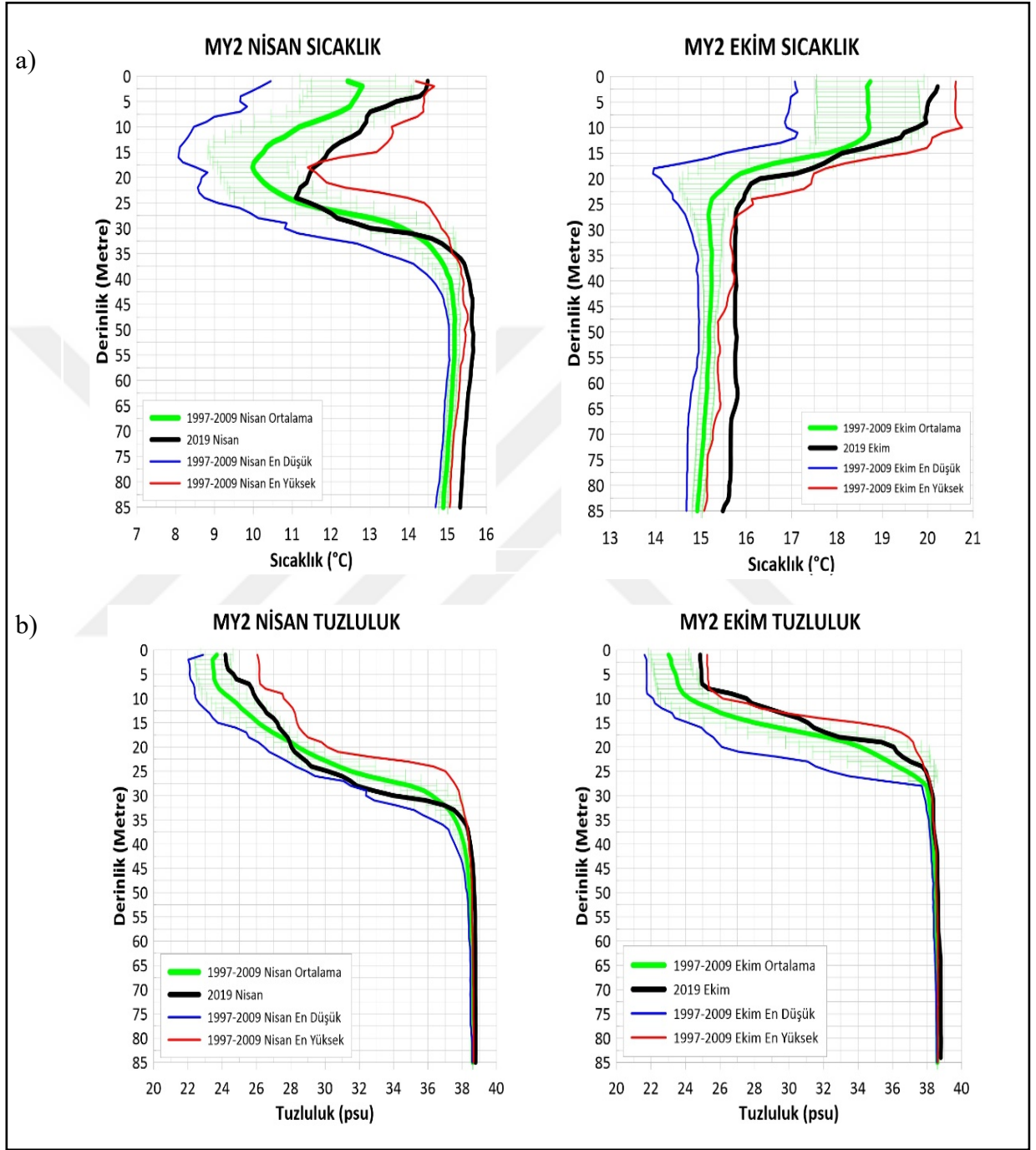
Marmara Denizi doğusundaki üst tabaka sıcaklık değerlerindeki değişimlere meteorolojik etkilerin (bk. Şekil 53) yanı sıra Karadeniz'in oşinografik koşullarının da etkisi olduğu değerlendirilmektedir. Karadeniz yüzey suyu sıcaklığında geçtiğimiz yüzyılda atmosferik değişimlere benzer değişimler görülmüştür (Oğuz ve diğerleri, 2006). Yüzey suyu sıcaklığındaki bu değişimler Karadeniz'deki soğuk ara tabaka sıcaklığını da etkilemiştir. Özellikle Karadeniz soğuk ara tabaka sıcaklığı 1993 yılından itibaren yüzey suyu sıcaklığı artışına paralel olarak artmıştır (Oğuz, 2017). Marmara Denizi'nin üst tabakasının Karadeniz'le olan etkileşimi (bk. Bölüm 1.2) ile Marmara Denizi'ndeki soğuk ara tabakanın mevcudiyeti (bk. Şekil 34) ve değişimi, 1997-2010 yılları arasındaki üst tabaka sıcaklık eğilimindeki artışta (bk. Şekil 52) meteorolojik etkilerin yanı sıra Karadeniz oşinografisinin de etkili olduğunu göstermektedir.

Marmara Denizi üst ve alt tabaka tuzluluk eğilimleri Şekil 54'te sunulmuştur. Üst tabaka tuzluluk eğilimi yıllık ortalama 0,105 psu'dur. Üst tabaka tuzluluk değerleri, 1998 Mart, Kasım, Aralık, 2001 Ocak ve Aralık, 2003 Aralık, 2006 Kasım, 2007 Aralık, 2008 Ağustos, Kasım, Aralık aylarında yüksektir. Genel olarak İstanbul Boğazı doğusundaki M11, MY1 ve MY2 istasyonlarının tuzluluk ortalamaları diğer bölgelerden daha yüksektir. Yüzey suyundan tabaka derinliğine gidildikçe tuzluluk eğilimi artmaktadır. Alt tabaka yıllık ortalama tuzluluk eğilimi 0,012 psu'dur. Alt tabaka tuzluluk değerleri 2001 Aralık 2002 Ocak ve Mart, 2003 Ocak, Mart ve Nisan, 2004 Mart, 2006 Şubat ve Mart aylarında düşüktür. Alt tabakada tuzluluğu en yüksek istasyon M23 istasyonudur. Bu istasyonda Akdeniz suyu etkileri diğer istasyonlara kıyasla daha fazla görülmektedir.

Altıok ve Kayışoğlu (2015)'nin çalışması ile karşılaştırıldığında Marmara Denizi doğusu ile İstanbul Boğazı'nda alt tabaka tuzluluğunda birbirine yakın değerler gözlemlenmiştir. Alt tabaka suyunun özellikleri de yersel ve zamansal olarak Boğaz'ın genelinde yaygın olan hidrodinamik koşullarla orantılı değişkenlik gösterebilmektedir.



Şekil 54. Marmara Denizi Doğusu (a) üst ve (b) alt tabaka tuzluluk eğilimi.

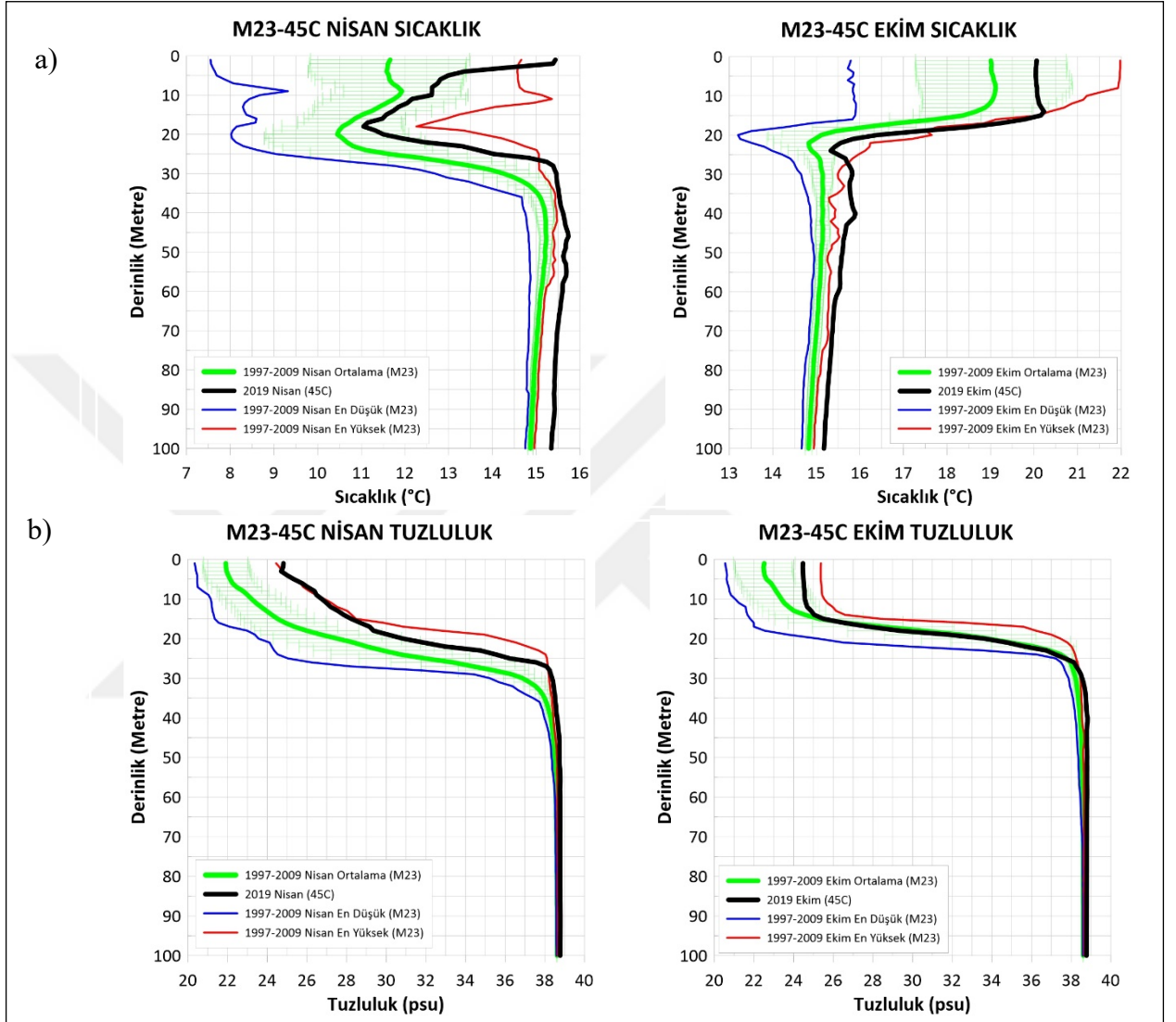


Şekil 55. MY2 istasyonu 1997-2009 ortalama (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk profili ile 2019 yılı karşılaştırması.

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü tarafından Doğu Marmara Seferi kapsamında 2019 Nisan ve Ekim aylarında R/V ALEMDAR II gemisi ile Prens Adaları doğusunda bulunan MY2 ve Çınarcık (Doğu) Çukuru'nda bulunan 45C istasyonlarında CTD ölçümleri yapılmıştır. Bu bölümde bu iki istasyonun 2019 yılı Nisan ve Ekim ayları sıcaklık-tuzluluk profilleri ile aynı istasyonların 1997-2009 yılları Nisan ve Ekim aylarına ait sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları, standart sapmaları, her derinlik için ilgili aylardaki en düşük ve en yüksek değerleri karşılaştırılmıştır.

Prens Adaları doğusunda bulunan MY2 istasyonunda Nisan ayları sıcaklık verileri Şekil 55'te karşılaştırıldığında 2019 verilerinin üst ve alt tabakada 1997-2009 ortalama verilerinin standart sapma değerlerinden dahi yüksek olduğu, 25 ile 40'ıncı metreler arasında birbirlerine yakın değerler aldığı gözlemlenmiştir. Aynı istasyonun Ekim ayları sıcaklık verileri karşılaştırıldığında yüzey suyunda ve alt tabakada zaman içerisinde sıcaklık artışı gözlemlenirken, 15 ve 25'inci metreler arasındaki verilerin geçmiş dönemdeki verilere yakın değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Aynı istasyonunun 1997-2009 Nisan ve Ekim ayları tuzluluk verileri karşılaştırıldığında yeni değerlerin, eski dönem verileri ortalaması standart sapmasının içinde kaldığı, sadece Ekim ayı tuzluluğunda ilk 5 metrede artış olduğu görülmektedir.

Çınarcık (Doğu) Çukurunda Şekil 56'da gösterilen üst ve alt tabaka mukayeselerine bakıldığında, 2019 sıcaklık değerlerinin Nisan ayında özellikle ilk 10 metrede 1997-2009 ortalamasından yüksek olduğu, 10'uncu metreden sonra standart sapma sınırında değerler aldığı görülmektedir. Ekim ayı verileri karşılaştırıldığında ise, 2019 verilerinin ilk 15 metrede 1997-2009 ortalama verilerinin standart sapması içerisinde olduğu, 15 ve 25'inci metreler arasında standart sapma sınırında değerler aldığı, 25'inci metreden sonra sıcaklık artışının 0,5°C den daha fazla olduğu görülmektedir. Tuzluluk verileri karşılaştırıldığında gerek Nisan gerekse Ekim aylarında her iki tabakada da artış olduğu, ara tabakada yeni değer, 1997-2009 standart sapması içinde kaldığı görülmektedir. Her iki istasyonda tüm dönemlerde ortak olarak 2019'da hem sıcaklık hem de tuzlulukta alt tabakada 1997-2009 yılları arasındaki maksimum değerlerden daha yüksek değerler gözlemlenmiştir.



Şekil 56. Çınarcık (Doğu) Çukurunda 1997-2009 ortalama (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk profili ile 2019 yılı karşılaştırması.

Özet olarak her iki istasyonda da yaklaşık 10 yıl sonra hem üst tabakada hem de alt tabakada Nisan ayında sıcaklık açısından 13 yıllık ortalama değerinin ve hatta standart sapma değerinin üzerinde bir artış olduğu görülmektedir. Ekim ayındaki karşılaştırmaya göre ise alt tabaka benzer şekilde yüksek bir sıcaklık artışına maruz kalmışken üst tabaka sıcaklığı yüksek olmakla beraber standart sapma değerleri arasında olduğu görülmektedir. Tuzluluk değerlerinin her iki tabakada ve ayda daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

3.5. Derin Su Verilerinin Uzun Dönemli Değişimleri

Marmara Denizi'ndeki derin suları temsil eden üç çukurdan biri olan (bk. Bölüm 1.2, Şekil 5) Çınarcık Çukuru en doğuda ve çalışma sahası içinde bulunmakta olup, bu bölümde bu çukurun derin su analizleri yapılmıştır.

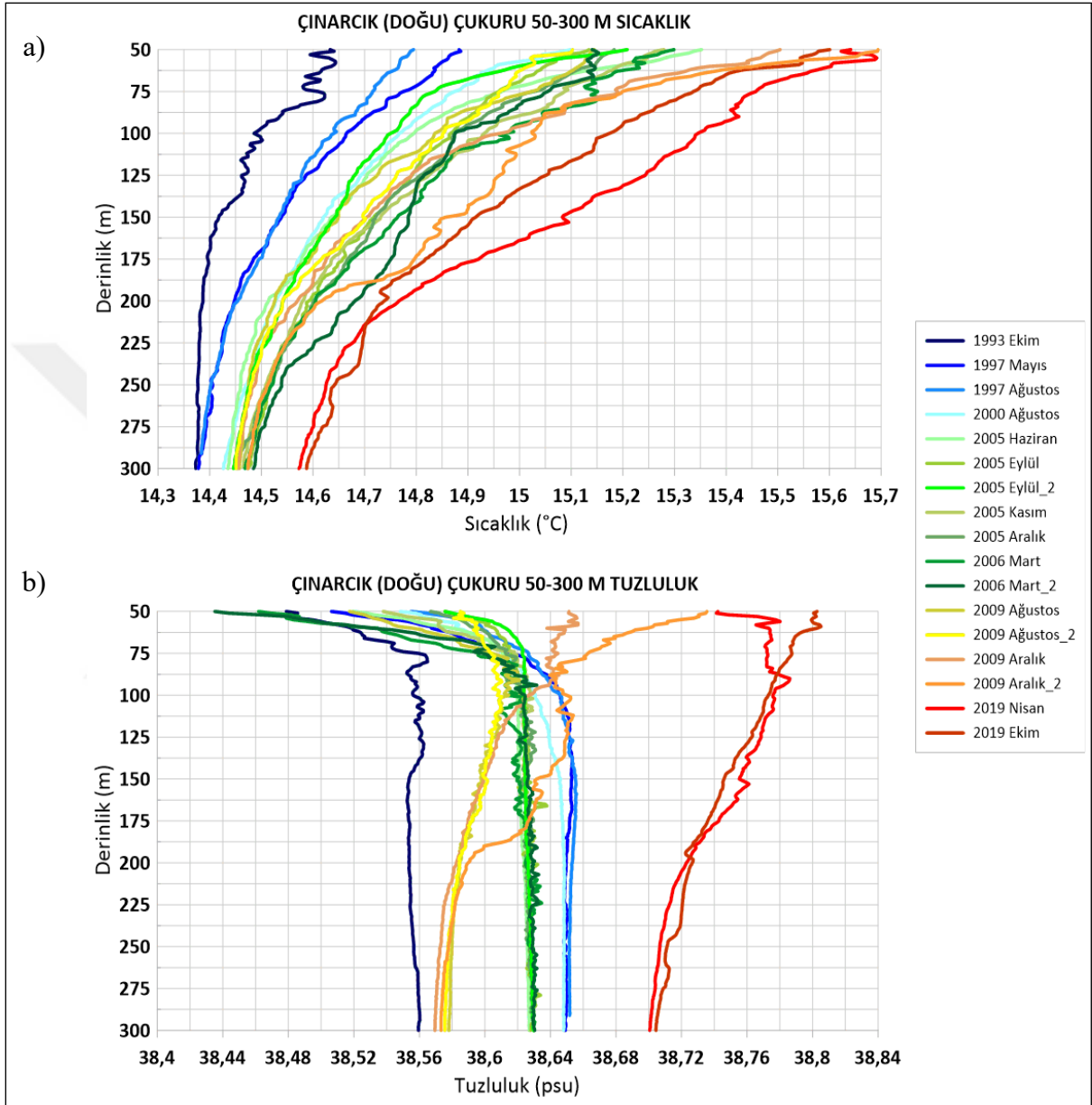
Çınarcık Çukuru'nda 100 metre derinliğe kadar olan su kolonunda sıcaklığın ve tuzluluğun artışı önceki bölümde yapılan analizlerden açıkça görülebilmektedir (bk. Şekil 38 ve 39). 100 metreye kadar düzenli aralıklarla veri toplanabildiğinden bu derinliğin 2019 verileri 1997-2009 arası verilerin ortalaması ve standart sapması ile karşılaştırılmıştır (bk. Şekil 56). 100 metre altında düzenli veri olmadığından bu derinliğin altındaki suyun özellikleri ayrıca incelenmiştir.

100 metrenin altında 1993'ten 2019'a düzenli olmayan aralıklarla oşinografik ölçümlerin listesi Tablo 8'de sunulmuştur. Parantez içinde belirtilen sayılar o ayda farklı günlerde ölçülmüş veriler olduğunu belirtmektedir.

Tablo 8. Çınarcık (Doğu) Çukuru derin su veri listesi.

Çınarcık (Doğu) Çukuru Veri Listesi								
Aylar	Mart	Mayıs	Haziran	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Yıl	2006 (2)	1997	2005	1997	2005 (2)	1993	2005	2005
	-	2019	-	2000	-	2019	-	2009 (2)
	-	-	-	2009 (2)	-	-	-	-

Marmara Denizi alt tabakasını oluşturan sular farklı mevsimlerde sahip oldukları yoğunluklarına göre basen içerisinde dolaşıma girmelerinden (Beşiktepe ve diğerleri, 1993) dolayı sıcaklık ve tuzluluk profilleri 50-300 metre ve 300 metreden daha derin olacak şekilde iki ölçekte hazırlanmış, 50-300 metre arası analizler Şekil 57'de, 300 metreden derin analizler Şekil 58'de sunulmuştur.

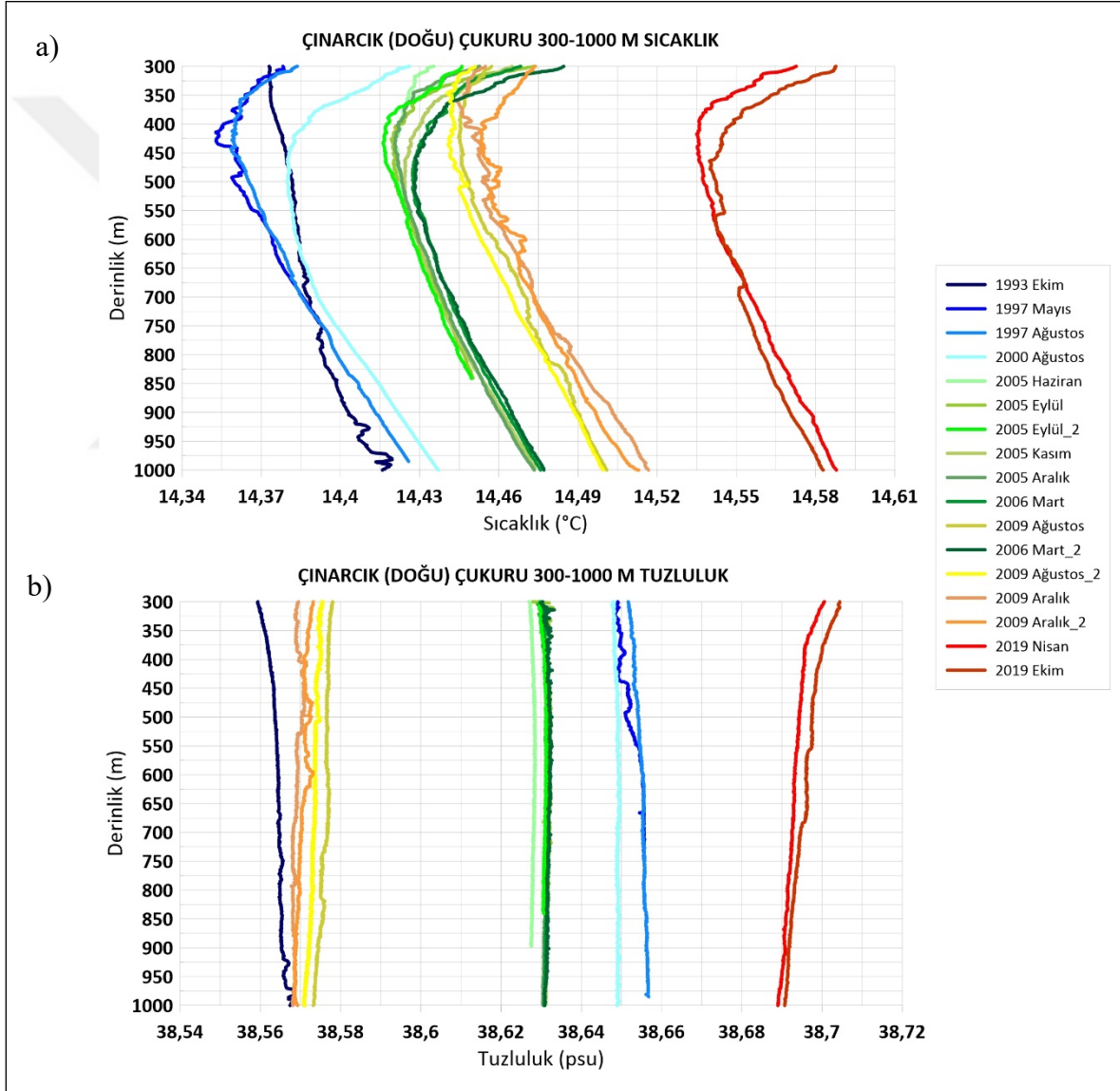


Şekil 57. Çınarcık (Doğu) Çukuru 50-300 metre (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk analizleri.

Çınarcık Çukuru'nun sıcaklık ve tuzluluk değerleri göz önüne alındığında 50-300 metre arasındaki sıcaklık artışı açıkça görülmektedir. 50-200 metre arasında kalan bölgede keskin sıcaklık artışı farkedilirken, 200 metreden sonra sıcaklık değerleri birbirlerine yaklaşmış, artış üst tabakaya nazaran azalmıştır. Her on yıllık süreç arasında (1990'lar, 2000'ler ve 2010'lar) 0,2 ile

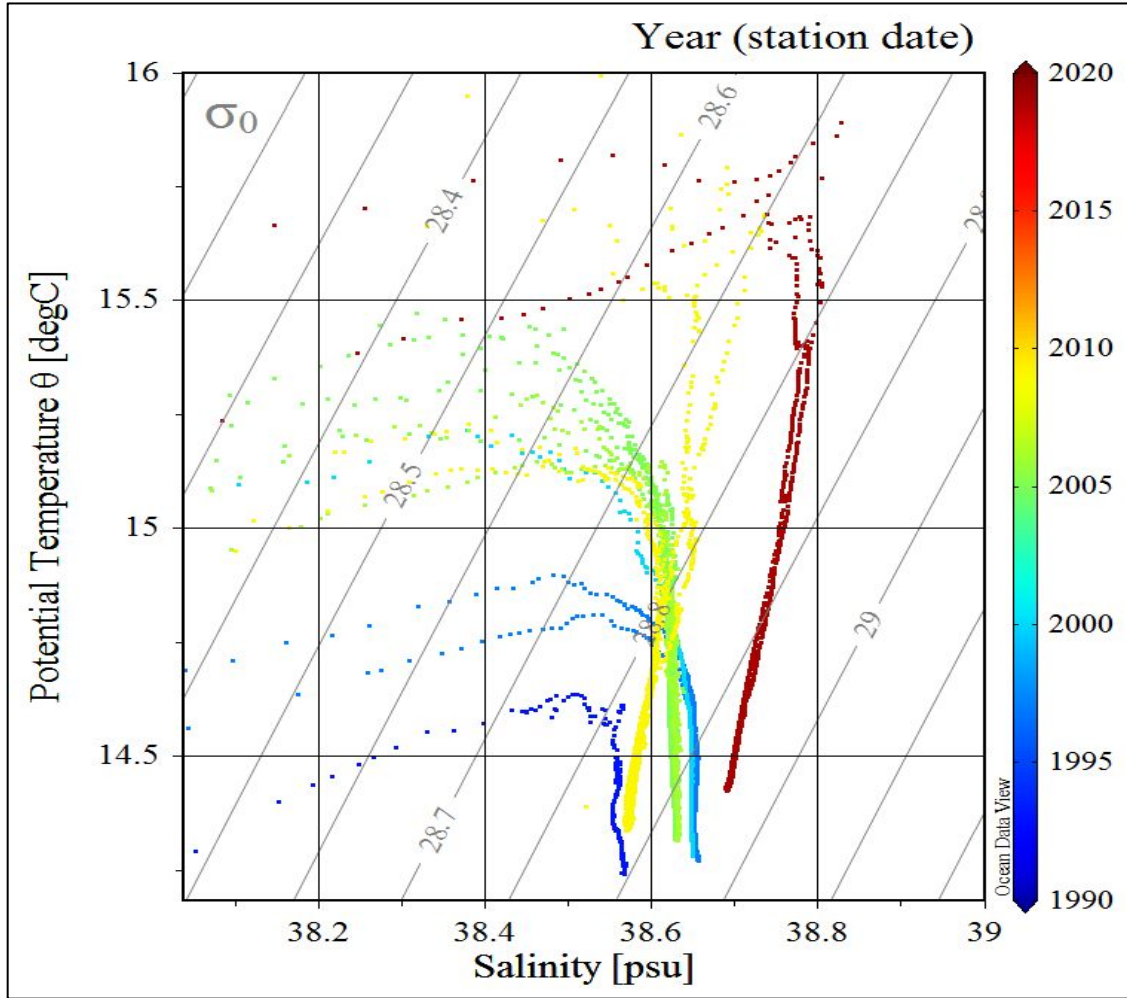
0,3°C arasında sıcaklık artışı olduğu görülmektedir. Bu durum bu tezde açıklanan Marmara Denizi doğusundaki yıllık 0,028°C'lik sıcaklık artışı savını desteklemektedir.

50-300 metre arasındaki tuzluluk artışı için on yıllık süreçler göz önüne alındığında tespit edilen yaklaşık 0.1 psu'luk tuzluluk artışı bu tezde açıklanan alt tabakadaki yıllık 0.012 psu tuzluluk artışı savını desteklemektedir.



Şekil 58. Çınarcık (Doğu) Çukuru 300 metreden derin (a) sıcaklık ve (b) tuzluluk analizleri.

300-1000 metre arasındaki sıcaklık ve tuzluluk farklarına bakıldığında da benzer tespitler yapılabilmektedir. Özellikle 1993-2000 arasındaki dramatik artış yerini 2000'lerden sonraki yüksek artışa bırakmıştır.



Şekil 59. Çınarcık (Doğu) Çukuru T-S diyagramları.

Çınarcık Çukuru Şekil 59'da T-S diyagramlarına bakıldığında derin suda 1990'lardan günümüze hem sıcaklık hem de tuzluluk değerlerinde artış olduğu açıkça görülmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Marmara Denizi doğusundaki istasyonların 1997-2010 yılları arasındaki sıcaklık ve tuzluluk verileri analiz edilerek zaman serileri oluşturulmuş, ortalamalar hesaplanmış ve bölgenin sıcaklık ve tuzluluk eğilimi hesaplanarak atmosferik eğilim ve çevre denizlerin oşinografik şartları ile karşılaştırması yapılmıştır. Elde edilen sıcaklık ve tuzluluk eğilimleri ile iklim şartlarının oşinografik parametrelere etkisi araştırılmış ve tartışılmıştır. Buradaki hedef iklim değişikliğinin getirdiği sonuçların oşinografik parametrelere etkisini açıklamaktır. İklim değişikliğinin denizlerdeki etkisini görmek ve gelecekte neler yapılabileceğini tartışmak bu tarz bir çalışma yapılmasını gerekli kılmıştır. Çevre denizlerde benzer çalışmalar yapılmış olsa da bu çalışma Marmara Denizi doğusundaki atmosferik ve oşinografik parametrelerin eğilimini üst ve alt tabaka özelinde tespit eden ilk çalışmadır.

Elde edilen değerlere bakıldığında Marmara Denizi doğusunda ortalama sıcaklık eğiliminin üst tabakada yıllık 0,067°C, alt tabakada yıllık 0,028°C olduğu görülmüştür. Her iki sıcaklık eğilimi de pozitif yönde artış göstermiştir. Üst tabakada en yüksek sıcaklık artışı Prens Adaları'nın doğusunda gözlemlenirken, alt tabakadaki sıcaklık eğilimi bölge geneline eşit oranda dağılmıştır. Genel olarak üst tabakada İstanbul Boğazı batısındaki sıcaklık ortalamaları diğer bölgelerden daha yüksektir. Özetle sıcaklık ortalamaları İstanbul Boğazı batısında daha yüksekken sıcaklık eğilimi Boğaz'ın doğusunda daha yüksektir. Yüzey suyu sıcaklıkları 1999 Ağustos, 2002 Temmuz, 2003 Temmuz ve 2005 Ağustos aylarında yüksek iken, dip suyu sıcaklıkları 2002 Aralık, 2004 Aralık, 2005 Şubat, 2009 Aralık ve 2010 Ocak aylarında yüksek, 2002 Mart, 2003 Mart ve Nisan, 2004 Mart, 2006 Şubat ve Mart aylarında düşüktür. Bölgede soğuk ara tabaka kalınlıkları Mayıs-Ağustos ayları arasında 5-21 metre kalınlığında oluşurken, Çınarcık (Doğu) Çukuru'nu temsil eden M23 istasyonu genelde en düşük soğuk ara tabaka kalınlığına sahip olmasına rağmen en uzun süreyle bu tabakanın gözlemlendiği istasyondur.

Ortalama tuzluluk eğilimi ise üst tabakada yine pozitif yönde yıllık 0,105 psu, alt tabakada yıllık 0,012 psu'dur. Yüzey suyundan ara tabaka derinliğine gidildikçe tuzluluk eğilimi artmaktadır. Üst tabaka tuzluluk değerleri, 1998 Mart, Kasım, Aralık, 2001 Ocak ve Aralık, 2003

Aralık, 2006 Kasım, 2007 Aralık, 2008 Ağustos, Kasım, Aralık aylarında yüksektir. Üst tabakadaki ortalama tuzluluk İstanbul Boğazı doğusunda diğer bölgelere oranla daha yüksektir. Alt tabakadaki ortalama ve eğilimler tüm istasyonlarda birbirine yakın değerlerdedir. Alt tabaka tuzluluk değerleri 2001 Aralık, 2002 Ocak ve Mart, 2003 Ocak, Mart ve Nisan, 2004 Mart, 2006 Şubat ve Mart aylarında düşüktür. Alt tabakada tuzluluğu en yüksek istasyon M23 istasyonudur. Burada istasyonun konumu itibarıyla Akdeniz suyu etkileri diğer noktalara kıyasla daha fazla görülmektedir.

Atmosferik parametrelerin incelenmesi amacıyla Florya Meteoroloji İstasyonu'nun 1997-2019 yılları arasındaki verilerden faydalanılmıştır. Bu veriler incelendiğinde hava sıcaklığının genel olarak Ocak ve Şubat aylarında düşük, Temmuz ve Ağustos aylarında yüksek olduğu görülmektedir. Ortalama sıcaklık değerlerine göre en soğuk ay 2003 Şubat ayıdır. Bu durum özellikle çoğu istasyon açısından en düşük yüzey suyu sıcaklığının bu tarihte gerçekleşmesine neden olmuştur. Ortalama sıcaklık değerlerine göre en sıcak ay ortalama 27,4°C ile 2010 Ağustos ayıdır. Ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde ilginç bir veriye dikkat çekmek gereklidir. Ortalama sıcaklığın 25°C ve üzeri olması 1997 Ocak-2009 Aralık arasındaki 13 yılda 13 ayda gözlemlenmişken, 2010 Ocak-2019 Aralık arasındaki 10 yılda 15 ayda gözlemlenmiştir. Kısacası 1990'ların sonu ve 2000'li yıllarda 25°C barajı %8 oranında aşılmışken, 2010'larda bu oran %13'e yükselmiştir. Aylık atmosfer basıncı değerlerine göre en yüksek ortalama kış aylarında ve özellikle Aralık-Ocak aylarında görülmektedir. Aylık basınç değerlerine göre en düşük ortalama yaz aylarında gerçekleşmektedir. Antisiklonik hava akımlarını meydana getiren ortalama 1020 mbar basınç barajı 1997-2019 arasında 8 kez aşılmışken, bunlardan 4 tanesi 2010 yılından önce 4 tanesi 2010'lu yıllarda gözlemlenmiştir. Atmosferik şartların eğilim analizi yapıldığında ortalama hava sıcaklığı değerlerinin yıllık 0,085°C artmış olduğu, yıllık ortalama basınç değerlerinin yılda 0,034 mbar seviyesinde düştüğü tespit edilmiştir. 2010-2019 arası sıcaklık eğilimi (0,11°C/yıl), 1997-2010 arası eğilimin (0,06) yaklaşık iki katıdır.

Marmara Denizi doğusunda hava sıcaklığı ile üst tabaka sıcaklığı arasında direkt ilişki görülmüştür. Deniz suyu sıcaklığı, hava sıcaklığının en düşük olduğu noktaların 2-3°C yukarısında yer almıştır. En yüksek noktalarda ise aynı sıcaklığa sahip olmuşlar veya 1-2°C'lik fark meydana gelmiştir.

Üst tabaka sıcaklık değerleri ve soğuk ara tabaka mevcudiyeti aynı zamanda Karadeniz'den gelen suyun özelliklerine bağlı olarak da değişim göstermiştir. Karadeniz soğuk ara tabaka sıcaklığının 1993 yılından itibaren yüzey suyu sıcaklığı artışına paralel olarak artması (Oğuz, 2017) Marmara Denizi doğusu üst tabaka sıcaklık değişimine Karadeniz oşinografisinin etkilerini göstermektedir.

Hesaplanan eğilim değerleri çevre denizlerde geçmiş dönem eğilim değerleri ile karşılaştırıldığında birbirlerine yakın değerler görülmüştür. İstanbul Boğazı kuzey ve güney çıkışları ile karşılaştırıldığında ise kuzey çıkışı ile aynı değerler bulunmuş, güney çıkışında soğuk ara tabakadaki çeşitlilik ve tabakaların birbirleriyle karışması sebebiyle farklı değerler tespit edilmiştir.

1997-2010 arasında üst ve alt tabakada (100 metreye kadar) düzenli toplanan veriler 2019 verileri ile karşılaştırıldığında ve 1993-2019 arasında Çınarcık (Doğu) Çukuru'nda 100 metreden daha derinde düzenli olmayan aralıklarla toplanan veriler mukayese edildiğinde sıcaklık ve tuzluluk eğilimini destekleyen sonuçlar bulunmuştur.

Sonuç olarak günümüzde küresel ısınma ve bu ısınmanın getirdiği iklim değişikliği yadsınamaz bir gerçektir. Bu durumun denizlere etkisinin detaylı şekilde araştırılabilmesi için oşinografi alanında yapılan bilimsel çalışmalar arttırılmalı, bu maksatla sefer sayısı arttırılarak oşinografik verilerin daha sık ve daha geniş ölçekte toplanması sağlanmalıdır. Eğilim analizlerinin periyodu sıklaştırılarak, parametrelerdeki artışın hızlanıp hızlanmadığı tespit edilmelidir. Olumsuz gelişmelerin nedenleri ve sonuçları bilimsel normlarda ayrıntılı şekilde tartışılmalı, konunun evrensel bir sorun olduğu görülerek gerekli önlemler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Altıok, H. (2001). İstanbul Boğazı Karadeniz Çıkışında Su Kütlelerinin Mevsimsel Değişimi (Doktora Tezi). İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.
- Altıok, H., Kayışoğlu, M. (2015). Seasonal and interannual variability of water exchange in the Strait of Istanbul. *Mediterranean Marine Science*, 16 (3), 636-647.
- Altıok, H., Sur, H.I. ve Yüce, H. (2012). Variation of the cold intermediate water in the Black Sea exit of the Strait of Istanbul (Bosphorus) and its transfer through the strait. *Oceanologia*, 54 (2), 233–254.
- Artüz, M.L. (Ed.). (2007). Bilimsel Açıdan Marmara Denizi. Ankara: Türkiye Barolar Birliği Yayınları.
- Atalık, A. (2007). Küresel ısınma, su kaynakları ve tarım üzerine etkileri. Erişim adresi: https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/ce6d3c8830d27ec_ek.pdf
- Belkin, M. (2009). Rapid warming of large marine ecosystems. *Progress in Oceanography*, 81 (1–4), 207–213.
- Beşiktepe, Ş. (1991). Some Aspects of the Circulation and Dynamics of the Sea of Marmara (Doktora Tezi). ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli, İÇEL.
- Beşiktepe, Ş., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T. (2000). Marmara Denizi'nin hidrografisi ve dolaşımı. B. Öztürk, M. Kadioğlu, H. Öztürk (Ed.), *Marmara Denizi 2000 Sempozyumu Bildirimler Kitabı* (s. 314-326). İstanbul: Tüdev Yayınları.
- Beşiktepe, Ş.T., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T., Ünlüata, Ü. (1994). The circulation and hydrography of Marmara Sea. *Progress in Oceanography*, 34 (4), 285-333.
- Chiggiato, J., Jarosz, E., Book, J.W., Dykes, J., Torrisi, L., Poulain, P.M., Gerin R., Horstmann J., Beşiktepe, Ş. (2012). Dynamics of the circulation in the Sea of Marmara: numerical modeling experiments and observations from the Turkish straits system experiment. *Ocean Dynamics*, 62, 139–159.
- Çağatay, M., Uçarkuş, G., Eriş, K., Henry, P., Gasperini, L., Polonia, A. (2015). Submarine canyons of the Sea of Marmara. *CIESM Monograph*, 47, 123 -135.
- D'Ortenzio, F., Marullo, S., Santoleri, R., (2000). Validation of AVHRR Pathfinder SSTs over the Mediterranean Sea, *Geophysical Research Letters*, 27 (2), 241–244.
- E.U. Copernicus Marine Service Information. (2018). Karadeniz yüzey suyu sıcaklık eğilimi. Erişim adresi: <https://marine.copernicus.eu/access-data/ocean-monitoring-indicators/black-sea-anomaly-time-series-sea-surface-temperature>
- Ginzburg, A., Kostianoy, A., Sheremet, N. (2004). Seasonal and interannual variability of the Black Sea surface temperature as revealed from satellite data (1982– 2000). *Journal of Marine Systems*, 52 (1–4), 33–50.
- Griggs, D., Houghton, J.T., Ding, Y., Noguer, M., Van Der Linden, P.J., Dai, X., Maskell K., Johnson, C.A. (Ed.) (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Görür, N., Çağatay, M.N., Sakıncı, M., Sümengen, M., Şentürk, K., Yaltırak, C., Tchapyalga, A., (1997). Origin of the Sea of Marmara as deduced from neogene to quaternary paleobiogeographic evolution of its frame. *International Geology Review*, 39, 342-352.
- Helsel, D.R., Hirsch, R.M. (1992). *Statistical Methods in Water Resources*. New York: Elsevier.

- Hirsch, R.M., Alexander, R.B., Smith, R.A. (1991). Selection of methods for the detection and estimation of trends in water quality. *Water Resources Research*, 27 (5), 803-813.
- Kayısoğlu, M. (2016). Karadeniz ve Marmara Denizi Etkileşiminin Aylık Sıcaklık ve Tuzluluk Zaman Serileri ile İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.
- Lelieveld, J., Berresheim, H., Borrmann, S., Crutzen, P., Dentener, J., Fischer, H., Feichter, J., Flatau, P. J., Heland, J., Holzinger, R., Kormann, R., Lawrence, M. G., Levin, Z., Markowicz, K. M., Mihalopoulos, N., Minikin, A., Ramanathan, V., De Reus, M., Roelofs, G. J., Scheeren, H. A., Sciare, J., Schlager, H., Schultz, M., Siegmund, P., Steil, B., Stephanou, E. G., Stier, P., Traub, M., Warneke, C., Williams, J., Ziereis, H., (2002). Global air pollution crossroads over the Mediterranean. *Science*, 298, 794–799.
- Lindsey, R., Dahlman, L. (2020). Climate Change: Ocean Heat Content. Erişim adresi: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-ocean-heat-content>
- Mater, B. (2007). Marmara Denizi'nin İklim Özellikleri. L. Artüz (Ed.) Bilimsel Açından Marmara (s. 24-27). Ankara: Türkiye Barolar Birliği Yayınları.
- Meals, D., Spooner, J., Dressing, S., Harcum, J. (2011). Statistical Analysis For Monotonic Trends. National Nonpoint Source Monitoring Program Tech Notes 6. Erişim adresi: https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/tech_notes_6_dec2013_trend.pdf
- NASA, GISS. (2020). Global temperature, climate change. Erişim adresi: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>
- Nykjaer, L (2009). Mediterranean Sea surface warming 1985–2006. *Climate Research*, 39, 11–17.
- Oğuz T., Dippner J.W., Kaymaz Z. (2006). Climatic regulation of the Black Sea hydro-meteorological and ecological properties at interannual-to-decadal time scales. *Journal of Marine Systems*, 60, 235-254.
- Oğuz T. (2017). Physical Oceanography. M. Sezgin, L. Bat, D. Ürkmez, E. Arıcı, B. Öztürk (Ed.), Black Sea Marine Environment: The Turkish Shelf (s. 1-13). İstanbul: Tüdev Yayınları.
- Özsoy, E., Beşiktepe, Ş., Latif, M.A. (2000). Türk boğazlar sisteminin fiziksel oşinografisi. B. Öztürk, M. Kadioğlu, H. Öztürk (Ed.), Marmara Denizi 2000 Sempozyumu Bildirimler Kitabı (s. 293-313). İstanbul: Tüdev Yayınları.
- Özyalvaç, M. (2009). İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında Akıntı Rejimi, Su Kütlesi Değişimi ve Kontrol Mekanizmaları (Doktora Tezi). İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.
- Pink, J. (2018). 5 ways that climate change affects the ocean. Erişim adresi: <https://www.conservation.org/blog/5-ways-that-climate-change-affects-the-ocean>
- Sakıncı, M., Yaltırak, C., Oktay, F.Y. (1999). Palaeogeographical evolution of the Thrace Neogene basin and the Tethys-Paratethys relations at northwestern Turkey (Thrace). *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 153, 17-40.
- Shaltout, M., Omstedt, A. (2014). Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Mediterranean Sea. *Oceanologia*, 56 (3), 411–443.

- Skliris, N., Sofianos, S., Gkanasos, A., Axaopoulos, P., Mantziafou, A., Vervatis, V. (2011). Long-term sea surface temperature variability in the Aegean Sea. *Adv. Oceanography and Limnology*, 2 (2), 125–139.
- Skliris, N., Sofianos, S., Gkanasos, A., Mantziafou, A., Vervatis, V., Axaopoulos, P., Lascaratos, A. (2012). Decadal scale variability of sea surface temperature in the Mediterranean Sea in relation to atmospheric variability. *Ocean Dynamics*, 62, 13–30.
- Theocharis, A. (2008). Do we expect significant changes in the Thermohaline Circulation in the Mediterranean in relation to the observed surface layers warming? F. Briand (Ed.), *Climate Warming and Related Changes in Mediterranean Marine Biota* (s. 25–30). Monaco: CIESM.
- Troupina C., Bartha A., Sirjacobs D., Ouberdousa M., Brankartd J.-M., Brasseur P., Rixene M., Alvera-Azcarate A., Belounisa M., Capeta A., Lenartza F., Toussainta M.-E., Beckersa J.-M. (2012). Generation of analysis and consistent error fields using the Data Interpolating Variational Analysis (Diva). *Ocean Modelling*, 52-53, 90-101.
- Ünlüata, Ü., Oğuz, T., Latif, M.A., Özsoy, E. (1990). On the physical oceanography of the Turkish straits. L.J. Pratt, (Ed.), *The Physical Oceanography of Sea Straits* (s. 25-60). NATO/ASI series, Dordrecht: Kluwer.
- Vargas-Yanez, M., García, M.J., Salat J., García-Martínez, M.C., Pascual, J., Moya, F. (2008). Warming trends and decadal variability in the Western Mediterranean shelf. *Global and Planetary Change*, 63, 177–184.
- Ward, P. D. (2014). *Yerküre Sulara Gömülürken*. İstanbul: Tübitak Yayınları.



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK RAPORU UYGUNLUK FORMU



ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI : KUBILAY DÖKÜNCÜ
ÖĞRENCİ NO : 300149002
ÖĞRETİM YILI : 2020-2021
ANABİLİM DALI / BİLİM DALI : FİZ.ÖĞİ VE DEN.Bİ.Y. A.B.D. / FİZİKSEL OŞİNOGRAFI B.D.
PROGRAM TÜRÜ : YÜKSEK LİSANS ☒ DOKTORA ☐
TEZ DANIŞMANI ÜNVANI ADI SOYADI : DOÇ.DR. HÜSNE ALTIOK
II. TEZ DANIŞMANI ÜNVAN ADI SOYADI : -
TEZ BAŞLIĞI : MARMARA DENİZİ DOĞUSU OŞİNOGRAFİK FAHATLARINA İKLİM DEĞİŞİMİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın Kapak sayfası, Türkçe ve İngilizce özet, giriş ve amaç, genel bilgiler, materyal-metot, bulgular, tartışma, sonuç ve kaynaklar bölümlerinden oluşan toplam 82 sayfalık kısmına ilişkin, 31.03/2021 tarihinde Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünün kullandığı TURNİTİN programı ile, *Lisansüstü Tezlerle ait Benzerlik Raporlarının Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esaslarının* Sinci madde ikinci fıkrasında belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış nihai rapora göre benzerlik oranı % 4 'dir.

Tezimin benzerlik oranı, 06/122017 tarih ve 20 sayılı *Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Yönetim Kurul Kararıyla Tezin intihal kapsamı dışında değerlendirilmesi için kabul edilmiş olan üst sınır benzerlik oranını* aşmamaktadır.

İntihal programı ile raporlanan Tezime ait Benzerlik oranım Üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu beyan ederim.

Gereğini arz ederim.

KUBILAY DÖKÜNCÜ İmza
Öğrenci Ad-Soyadı
Tarih: 31.03.2021

EK: TURNİTİN Benzerlik Nihai Raporu ilk sayfa çıktısı

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR / UYGUN DEĞİLDİR

(Ünvan, Ad Soyadı, İmza)

Doç. Dr. Hüsne Altıok

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM VE ÖĞRETİM YÖNETMELİĞİ (08.09.2016/29825)

(Yüksek Lisans) MADDE 36 – (2) Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihai raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir.

(Doktora) MADDE 50 – (4) Öğrenci, doktora tezinin savunmasından önce tezini, düzeltme verilen tezlerde ise düzeltilmiş tezini danışmanına sunar. Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihai raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir

Marmara Denizi Doğusu Oşinografik Şartlarına İklim Değişimi Etkisinin İncelenmesi

Yazar Kubilay Dökümcü

Gönderim Tarihi: 30-Mar-2021 03:50PM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 1546326671

Dosya adı: kubilay-dokumcu-yl.docx (303.27K)

Kelime sayısı: 13740

Karakter sayısı: 85499

Marmara Denizi Doğusu Oşinografik Şartlarına İklim Değişimi Etkisinin İncelenmesi

ORIJINALLIK RAPORU

%**4**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**3**

İNTERNET
KAYNAKLARI

%**0**

YAYINLAR

%**1**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

Submitted to Mimar Sinan Guzel Sanatlar
University

Öğrenci Ödevi

%**1**

2

polen.itu.edu.tr

İnternet Kaynağı

%**1**

3

tudav.org

İnternet Kaynağı

<%**1**

4

tbbyayinlari.barobirlik.org.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

5

candandostluk.wordpress.com

İnternet Kaynağı

<%**1**

6

Submitted to The Scientific & Technological
Research Council of Turkey (TUBITAK)

Öğrenci Ödevi

<%**1**

7

www.yumpu.com

İnternet Kaynağı

<%**1**

8

www.sozcu.com.tr

9

cdn.istanbul.edu.tr

İnternet Kaynağı

<%1

10

www.tandfonline.com

İnternet Kaynağı

<%1

11

www.kocaelihaberdunyasi.com

İnternet Kaynağı

<%1

12

www.ulusaltezmerkezi.net

İnternet Kaynağı

<%1

13

Submitted to Marmara University

Öğrenci Ödevi

<%1

14

Neslihan Balkis, Muharrem Balci, Antonia Giannakourou, Amalia Venetsanopoulou, Petra Mudie. "Dinoflagellate resting cysts in recent marine sediments from the Gulf of Gemlik (Marmara Sea, Turkey) and seasonal harmful algal blooms", Phycologia, 2019

Yayın

<%1

15

dspace.ucuenca.edu.ec

İnternet Kaynağı

<%1

16

wg2ar5gate.wordpress.com

İnternet Kaynağı

<%1

17

Ufuk Utku Turuncoglu. "Identifying the sensitivity

<%1

of precipitation of Anatolian peninsula to
Mediterranean and Black Sea surface
temperature", Climate Dynamics, 2014

Yayın

18

itudergi.itu.edu.tr

İnternet Kaynağı

<%1

19

manchesterpost.com

İnternet Kaynağı

<%1

20

www.akademikbilgisistemi.com

İnternet Kaynağı

<%1

21

www.researchgate.net

İnternet Kaynağı

<%1

22

E.E. Fullerton, D.T. Margulies, N. Supper, Hoa
Do, M. Schabes, A. Berger, A. Moser.

"Antiferromagnetically coupled magnetic
recording media", IEEE Transactions on
Magnetics, 2003

Yayın

<%1

23

UZUN, Ahmet, EMSEN, Ö. Selçuk,
YALÇIKAYA, Ömer and HÜSEYİNİ, İbrahim.
"Toplam elektrik üretimi ve ekonomik büyüme
ilişkisi: Türkiye örneği (1980-2010)", Atatürk
Üniversitesi, 2013.

Yayın

<%1

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi :

Doğum Yeri :

Lise : (2002-2006), Deniz Lisesi

Lisans : (2006- 2010), Deniz Harp Okulu

Çalıştığı Kurumlar : (2010- devam ediyor), Deniz Kuvvetleri Komutanlığı

