

T.C
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ ve İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

KARADENİZ ve MARMARA DENİZİ ETKİLEŞİMİNİN
AYLIK SICAKLIK ve TUZLULUK ZAMAN
SERİLERİ ile İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Melih KAYIŞOĞLU
Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Hüsne ALTIOK

OCAK, 2016

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

Melih KAYIŞOĞLU tarafından hazırlanmış ve sunulmuş “KARADENİZ ve MARMARA DENİZİ ETKİLEŞİMİNİN AYLIK SICAKLIK ve TUZLULUK ZAMAN SERİLERİ ile İNCELENMESİ” başlıklı tez FİZİKSEL OŞİNOGRAFI ve DENİZ BİYOLOJİSİ Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Hüsne ALTIOK



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Dilek EDİGER



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Bedri ALPAR



Jüri Üyesi

Doç. Dr. A.Edip MÜFTÜOĞLU



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Bilge TUTAK



Tez Savunma Tarihi: 06.01.2016

ÖNSÖZ

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada temel olarak İstanbul Boğazı'nın Karadeniz ve Marmara Denizi çıkışlarındaki üst ve alt tabaka su kütlelerinin zamana bağlı değişimi incelenerek, atmosferik ve oşinografik olaylarla ilişkisi araştırılmıştır.

Tez konumun seçiminden, verilerin doğru bir şekilde analiz edilip bulguların değerlendirilmesine kadar çalışmanın tüm evrelerinde bana yol gösterici olan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Hüsne ALTIOK' a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarımın düzenlenmesinde ve sunumunda desteklerini esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma ve çalışmamı tamamlamam için beni sürekli teşvik eden sevgili eşim Aysun KAYIŞOĞLU' ya teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
I. GİRİŞ	1
1.1.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2.İstanbul Boğazı ve Yakın Çevresinin Morfolojisi.....	3
1.3.İstanbul Boğazı Marmara ve Karadeniz Yaklaşım Suları Genel Oşinografisi	5
II. MATERYAL ve METOD.....	8
2.1. Sıcaklık ve Tuzluluk Verileri.....	8
2.2. 1997-2010 Yılları Arası Toplanan Sıcaklık ve Tuzluluk Verilerinin Kontrolü	10
2.2.1. Kayıp veri problemi.....	11
2.2.1.1. Tamamen rassal olarak kayıp veri (Missing Completely Random)	11
2.2.1.2. Rassal olarak kayıp veri.....	11
2.2.1.3 Rassal olmayan kayıp/İhmal Edilemez Kayıp (Missing not at Random/Non-ignorable Missing)	12
2.2.2. Kayıp veri tayini.....	12
2.2.2.1. Uygun interpolasyon seçimi.....	15
III. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	20
3.1. Atmosferik Koşullar.....	20
3.2. Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi İstasyonları Oşinografik Gözlemler.....	22
3.2.1. Karadeniz ve Marmara Denizi etkileşimi üst tabaka suyu.....	33
3.2.2. Karadeniz ve Marmara Denizi etkileşimi alt tabaka suyu.....	47
IV.SONUÇLAR.....	61

ÖZET

KARADENİZ VE MARMARA DENİZİ ETKİLEŞİMİNİN AYLIK SICAKLIK VE TUZLULUK ZAMAN SERİLERİ İLE İNCELENMESİ

MELİH KAYIŞOĞLU

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, İstanbul Boğazı'nın Karadeniz ve Marmara Denizi çıkışlarında bulunan istasyonlarda, 1997-2010 yılları arasında aylık toplanan CTD (Conductivity, Temperature, Depth) verileri değerlendirilerek iki deniz arasındaki etkileşimin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Karadeniz kökenli üst tabaka suyu ile Akdeniz kökenli alt tabaka suyu için zaman serileri oluşturularak bu su kütlelerinin zamana karşı değişimi, atmosferik koşullarla ve birbirleriyle ilişkileri incelenmiştir. Bu zaman serileri içindeki eksik veriler kayıp veri tayini yöntemiyle tamamlanmıştır.

Üst tabaka suyu sıcaklık değerleri İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında 2,33-27,05°C, Marmara Denizi çıkışında 4,99-27,8°C değerleri arasında mevsimsel olarak değişmektedir. Her iki bölgede de aylık ortalama sıcaklık değerlerine göre Şubat aylarında en düşük, Ağustos aylarında en yüksek sıcaklık değerleri gözlemlenmiştir. Üst tabaka tuzluluk değerleri ise, boğazın Karadeniz çıkışında genellikle 17-18 psu, Marmara Denizi çıkışında üst tabakadaki tuzluluk değerleri ise 18,5-29 psu arası değişmektedir. Düşük tuzluluk değerleri aylık ortalamalarda ve zaman serilerinde Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında görülmektedir. Akdeniz kökenli alt tabaka suları aylık ortalamalara göre Şubat ve Mart aylarında en düşük sıcaklık ve tuzluluk değerleri alırken, Ekim ve Kasım aylarında en yüksek sıcaklık ve tuzluluk değerleri gözlemlenmiştir. Boğaz'ın Marmara girişinde alt tabaka suyu çok az değişim gösterir (T:14,5-15,9°C, S:38,35- 38,75 psu), sıcaklık, yaz aylarında düşük, kış aylarında yüksek olarak belirlenmiştir. Bölgeler arasındaki sıcaklık ve tuzluluk korelasyonları boğazdaki blokajların mevsimsel değişime etkisi olduğunu göstermektedir.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF BLACK SEA AND MARMARA SEA ENTRANCE WITH MONTHLY TEMPERATURE AND SALINITY TIME SERIES

MELİH KAYIŞOĞLU

This study, which is prepared as a master's thesis at the Department of the Physical Oceanography and Marine Biology of the Institute of Marine Science and Management at Istanbul University, mainly aim to investigate the interaction between the Black Sea and the Marmara Sea by collecting monthly CTD (conductivity, temperature, depth) data at the station located on the Black Sea and Marmara Sea entrances of the Istanbul Strait during the period of between 1997 and 2010. In this scope, time series were obtained for the upper layer water originated from the Black Sea and lower layer water originated from the Mediterranean Sea and their temporal variations and interactions each other as well as relations with atmospheric conditions were investigated. Missing data in this time series have been generated based on missing data determination method.

The temperature of the upper layer, changes seasonally, is in the range of 2,33-27,05°C at the Black Sea exit, and in the range of 4,99-27,8°C at the Marmara Sea exit. The minimum temperature is found in February and the maximum is found in August at two regions. The upper layer salinity is in the range of 17-18psu at the Black Sea exit, and in the range of 18,5-29psu at the Marmara Sea exit. Lower salinity values in the monthly mean and time series were observed in May, June and July. According to monthly mean lower layer temperature and salinity, the minimum values were found in February and March, and the maximum values were found in October and November. The lower layer indicate less variations in the Marmara entrance of the strait (T: 14,5-15,9°C, S:38,35- 38,75 psu), lower layer temperature was less in the summer, higher in the winter months. The correlations between the regions indicated that the blockages in the strait have effects on seasonal changes in temperature and salinity.

TABLO LİSTESİ**Sayfa**

Tablo 1.	Marmara Denizi M8, M11, M14, M23, İstanbul Boğazı B2 ve Karadeniz K0 ve K2 istasyonları konum bilgileri	10
Tablo 2.	Tüm istasyonlara ait aylık veri listesi	13
Tablo 3.	K0 istasyonuna ait farklı yıllarda alınan gözlem değerleri.....	18
Tablo 4.	Tüm istasyonlar maksimum sıcaklık ve tuzluluk ile minimum sıcaklık ve tuzluluk değerleri.....	32
Tablo 5.	Tüm istasyonlar sıcaklık (°C) gözlem değerleri aylık istatistik verileri (5 metre)	38
Tablo 6.	Tüm istasyonlar tuzluluk (psu) gözlem değerleri aylık istatistik verileri (5 metre)	39
Tablo 7.	Tüm istasyonlar sıcaklık (°C) gözlem değerleri aylık istatistik veriler (10 metre)	40
Tablo 8.	Tüm istasyonlar tuzluluk (psu) gözlem değerleri aylık istatistik verileri (10 metre)	41
Tablo 9.	K0 istasyonu ile diğer istasyonlar arasındaki istatistiksel sonuçlar.....	47
Tablo 10.	Tüm istasyonlar sıcaklık (°C) gözlem değerleri istatistik verileri (Dip-1).....	52
Tablo 11.	Tüm istasyonlar tuzluluk (psu) gözlem değerleri istatistik verileri (Dip-1).....	53
Tablo 12.	Tüm istasyonlar sıcaklık (°C) gözlem değerleri istatistik verileri (Dip-2).....	54
Tablo 13.	Tüm istasyonlar tuzluluk (psu) gözlem değerleri istatistik verileri (Dip-2).....	55
Tablo 14.	M8 istasyonu ile diğer istasyonlar arasındaki istatistiksel sonuçlar.....	60

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.	Marmara Denizi morfolojisi (SHOD -Özyalvaç, M., 2009 alınmıştır)	4
Şekil 2.	İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışı batimetrisi (Di lorio ve Yüce 1997).....	5
Şekil 3.	İstanbul Boğazından çıkan alt tabaka suyunun düşey yayılımı (Özsoy ve Ünlüata 1997)	7
Şekil 4.	İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü R/V ARAR gemisi seyir ve CTD ölçüm cihaz fotoğrafı	8
Şekil 5.	İstanbul Boğazı ve ölçüm istasyonları konum haritası genel görünüm (WGS-84 koordinat sisteminde Google Earth programında çizilmiştir).	9
Şekil 6.	K0 İstasyonu 5 metre su derinliği gözlem değerleri	16
Şekil 7.	K0 İstasyonu 5 metre su derinliği aylık sıcaklık zaman serisi, Matlab tek boyutlu interpolasyon yöntemleri karşılaştırma (aynı grafikte).	16
Şekil 8.	K0 İstasyonu 5 metre su derinliği aylık sıcaklık zaman serisi, Matlab tek boyutlu interpolasyon yöntemleri karşılaştırma (farklı grafiklerde).....	17
Şekil 9.	K0 İstasyonu 5 metre su derinliği aylık interpolasyon aralığı ile kübik interpolasyon gösterimi.....	18
Şekil 10.	K0 İstasyonu 5 metre su derinliği günlük interpolasyon aralığı ile kübik interpolasyon gösterimi.....	19
Şekil 11.	Meteoroloji İstasyonları Konum Haritası (WGS-84 koordinat sisteminde Google Earth programında çizilmiştir).	20
Şekil 12.	Kumköy meteoroloji istasyonu hava sıcaklığı ve atmosfer basıncı gözlem değerleri zaman serisi.	21
Şekil 13.	Florya meteoroloji istasyonu hava sıcaklığı ve atmosfer basıncı gözlem değerleri zaman serisi	22
Şekil 14.	K0 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi.....	23
Şekil 15.	K0 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi	23
Şekil 16.	K2 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi.....	25
Şekil 17.	K2 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi	25
Şekil 18.	B2 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi	26
Şekil 19.	B2 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi	26

Şekil 20.	M8 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi	27
Şekil 21.	M8 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi	27
Şekil 22.	M11 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi	28
Şekil 23.	M11 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi	28
Şekil 24.	M14 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi	29
Şekil 25.	M14 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi	29
Şekil 26.	M23 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi	30
Şekil 27.	M23 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi	30
Şekil 28.	K2, K0, B2, M8 istasyonları sıcaklık zaman serisi (5metre)	33
Şekil 29.	M11, M14, M23 istasyonları sıcaklık zaman serisi (5metre)	33
Şekil 30.	K2, K0, B2, M8 istasyonları tuzluluk zaman serisi (5metre)	34
Şekil 31.	M11, M14, M23 istasyonları Tuzluluk zaman serisi (5metre)	34
Şekil 32.	K2, K0, B2, M8 istasyonları sıcaklık zaman serisi (10metre)	35
Şekil 33.	M11, M14, M23 istasyonları sıcaklık zaman serisi (10metre)	35
Şekil 34.	K2, K0, B2, M8 istasyonları tuzluluk zaman serisi (10metre)	36
Şekil 35.	M11, M14, M23 istasyonları tuzluluk zaman serisi (10metre)	36
Şekil 36.	Tüm istasyonlar aylık sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları (5 metre)	42
Şekil 37.	Tüm istasyonlar aylık sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları (10 metre)	42
Şekil 38.	K0 istasyonu ile diğer istasyonlar arası sıcaklık dağılımları (5 metre)	44
Şekil 39.	K0 istasyonu ile diğer istasyonlar arası tuzluluk dağılımları (5 metre)	45
Şekil 40.	K0 istasyonu ile diğer istasyonlar arası sıcaklık dağılımları (10 metre)	45
Şekil 41.	K0 istasyonu ile diğer istasyonlar arası tuzluluk dağılımları (10 metre)	46
Şekil 42.	K2, K0, B2, M8 istasyonları sıcaklık zaman serisi (Dip-1)	48
Şekil 43.	M11, M14, M23 istasyonları sıcaklık zaman serisi (Dip-1)	48
Şekil 44.	K2, K0, B2, M8 istasyonları tuzluluk zaman serisi (Dip-1)	49
Şekil 45.	M11, M14, M23 istasyonları tuzluluk zaman serisi (Dip-1)	49
Şekil 46.	M11, M14, M23 istasyonları sıcaklık zaman serisi (Dip-2)	50
Şekil 47.	M11, M14, M23 istasyonları tuzluluk zaman serisi (Dip-2)	50
Şekil 48.	Tüm istasyonlar aylık sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları (Dip-1)	56
Şekil 49.	Tüm istasyonlar aylık sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları (Dip-2)	56
Şekil 50.	Marmara istasyonları aylık sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları (Dip-1)	57

Şekil 51.	Marmara istasyonları aylık sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları (Dip-2).....	58
Şekil 52.	M8 istasyonu ile diğer istasyonlar arası sıcaklık dağılımları (Dip-1).....	59
Şekil 53.	M8 istasyonu ile diğer istasyonlar arası tuzluluk dağılımları (Dip-1).....	59
Şekil 54.	M8 istasyonu ile diğer istasyonlar arası sıcaklık ve tuzluluk dağılımları (Dip-2)	60

KISALTMA LİSTESİ

TBS	:Türk Boğazlar Sistemi
SHOD	:Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı
CIL	:Cold Intermediate Layer (Soğuk Ara Tabaka)
SAT	:Soğuk Ara Tabaka
CTD	:Conductivity, Temperature, Depth – İletkenlik, Sıcaklık, Derinlik

I. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı ile beraber Türk Boğazlar Sistemini (TBS) oluşturmaktadır. TBS birbirinden oldukça farklı özellikli büyük su ve kara kütleleri arasında yer alan, çevresine karşı görece küçük fakat dinamik bir sistemdir. Kelime anlamı olarak boğaz; iki farklı su kütesini birbirine bağlayan, iki kara parçası arasındaki dar geçit olarak tarif edilir. Boğazlar meteoroloji gibi dış etkenlerin de etkisi altında olan, iki su kütesi arasındaki etkileşimin ve su bütçelerinin incelendiği yerlerdir. TBS 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 Havzasına taşınmasını sağlar. Bu büyük yoğunluk farklılıklarının bulunduğu ortamlarda gerçekleşen su ve madde alışverişleri nedeni ile TBS, komşu olduğu denizlere de önemli etkiler yapabilmektedir.

TBS, oşinografik dönüşümlerin anlaşılması için bir laboratuvar olmakla beraber stratejik açıdan da oldukça önemlidir. Karadeniz'i Akdeniz'e bağlayan tek su yolu olarak sadece ülkemizin değil, Karadeniz'e kıyısı olan diğer ülkelerin de gerek ekonomisi, gerek askeri güvenliği açısından hayati önem taşır. Karadeniz ülkelerini dünya piyasalarına bağlayan ana ticaret güzergahıdır.

Ayrıca TBS, Marmara Denizi ve Karadeniz arasında su alış veriş i ile birlikte materyal taşınımı sağlayarak her iki denizin ekosisteminde değişikliklere neden olabilmektedir. Batı Karadeniz'de birincil üretim nehir girdilerinden dolayı oldukça yüksektir (Sorokin, 1983; Cociascu v.d., 1997; Yılmaz v.d., 1998). İki deniz arasındaki organik karbon ve besin elementleri alış veriş i İstanbul Boğazı'nın sahip olduğu iki tabakalı akış sistemi ile sağlanmaktadır. Karadeniz'den kış aylarında üst tabaka akıntısıyla gelen besin elementleri sonbahar aylarında gelen miktarın yaklaşık 2-3 katıdır (Polat ve Tuğrul, 1995, Tuğrul v.d.

2002). Bu artışta debi miktarıyla birlikte su kütlesindeki besin elementlerinin konsantrasyon değerlerinin mevsimsel değişimi de etkilidir.

Marmara Denizi'nde sıcaklık ve tuzluluğun uzun yıllara göre değişimi iklim değişikliği araştırmalarında ve ekosistemdeki olumsuz değişimlerin açıklanmasında oldukça yardımcı olabilmektedir. Danovaro ve arkadaşları (2009) iklim değişikliğinin neden olduğu yüzey suyu ısınması ile Akdeniz ve Marmara Denizi'nde musilaj oluşumlarının ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Marmara Denizi'nde 2007 Ekim ayında oldukça yoğun musilaj oluşumu gözlenmiştir (Aktan v.d., 2008; Tüfekçi v.d., 2010; Yılmaz, 2014). Dorofeyev ve arkadaşları (2012) da Karadeniz kalıcı haloklin tabakasının tuzluluğu ile boğazdan çıkan alt tabaka suyunun tuzluluğu arasında bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Tsimplis ve arkadaşları (2004) buna benzer bir ilişkinin Karadeniz 50m derinliğin altındaki tuzluluk artışı ile Akdeniz tuzluluğu arasında olduğunu bulmuşlardır. İklimsel değişikliklere bir başka örnek de Ginzburg ve arkadaşları (2004) tarafından 1982-2000 yılları arasında yerinde ve uydu verileriyle birlikte yapılmış bir araştırmaya dayanmaktadır. Bu çalışmaya göre Karadeniz yüzey suyu sıcaklığının yılda 0.09°C'lik bir eğimle artmış olduğu tespit edilmiştir.

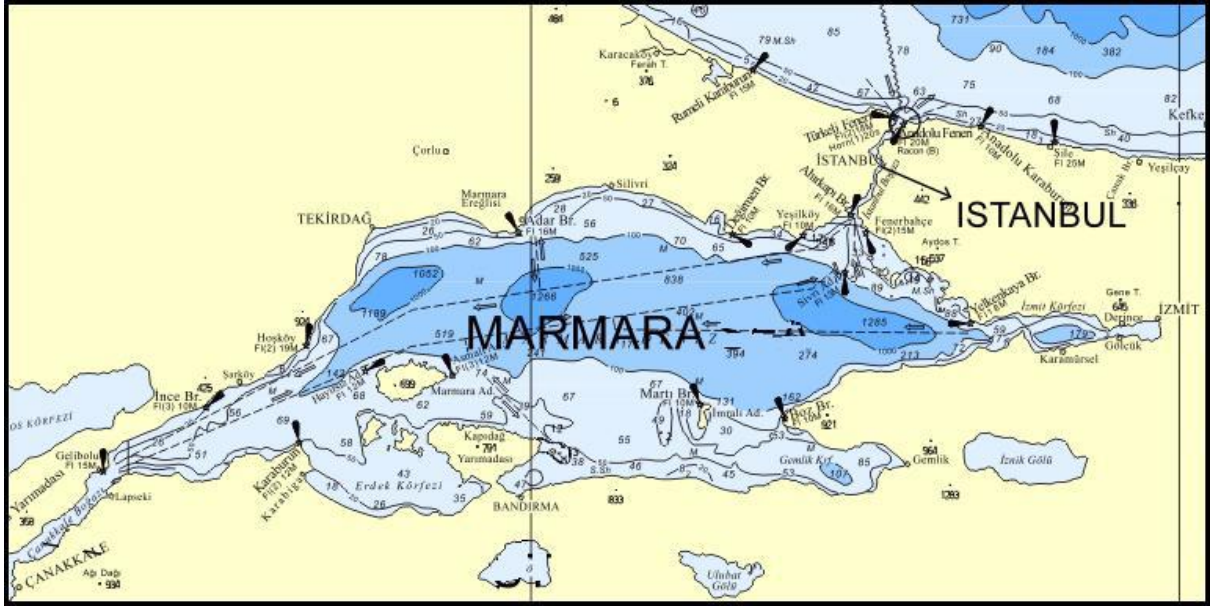
Günümüze kadar TBS ve komşu denizlerde yapılan çalışmalar ile bölgenin temel oşinografik yapısı tanımlanmıştır. Bu tez çalışmasında amaç, İstanbul Boğazı ve yakın çevresindeki istasyonlarda sistematik olarak toplanan CTD (Conductivity, Temperature, Depth- İletkenlik, Sıcaklık, Derinlik) verilerini zaman serisi halinde inceleyerek, Karadeniz ve Marmara Denizi etkileşimini sıcaklık ve tuzluluk açısından belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda 1997-2010 yılları arasında, İstanbul Boğazı'nda ve Boğaz'ın Karadeniz ve Marmara Denizi çıkışlarında bulunan istasyonlarda, aylık toplanan sıcaklık ve tuzluluk verileri değerlendirilerek, boğaza giren ve çıkan suların ilişkileri analiz edilmiştir.

Giriş kısmında çalışma alanının genel olarak fiziksel yapısı ve çevresi ile olan ilişkileri incelenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda bölgenin morfolojisine ve fiziksel oşinografik karakterine genel bir bakış yapılmıştır. Materyal ve metot bölümünde, 13 yıl boyunca aylık olarak toplanan sıcaklık ve tuzluluk verilerinin uygun yöntemler ile zaman serisi halinde nasıl sunulabileceği anlatılmıştır. Veri içerisinde bulunan kayıp bilgilerin atanmasının öneminden bahsedilerek, doğru kayıp atama yönteminin seçilmesinin ve uygulanmasının önemi

vurgulanmıştır. Veriler zaman serisi oluşturacak süreklilikte atandıktan sonra bulgular bölümünde, toplanan verilerin analizi gerçekleştirilmiştir. İstasyon bölgelerinin birbiri ile olan etkileşimleri incelenmiş ve tezin asıl amaçlarından biri olan üst tabaka Karadeniz suyu ile alt tabaka Akdeniz suyunun zamansal olarak nasıl benzerlikler veya farklılıklar gösterdiği tartışılmıştır. Tartışma ve sonuç kısmında ise, bulgular bölümünde gözlemlenen değerlerin bölgenin genel oşinografik yapısı ile karşılaştırması yapılmış, saptanan anamolilerin sebepleri ve etkileri tartışılmıştır.

1.2. İstanbul Boğazı ve Yakın Çevresinin Morfolojisi

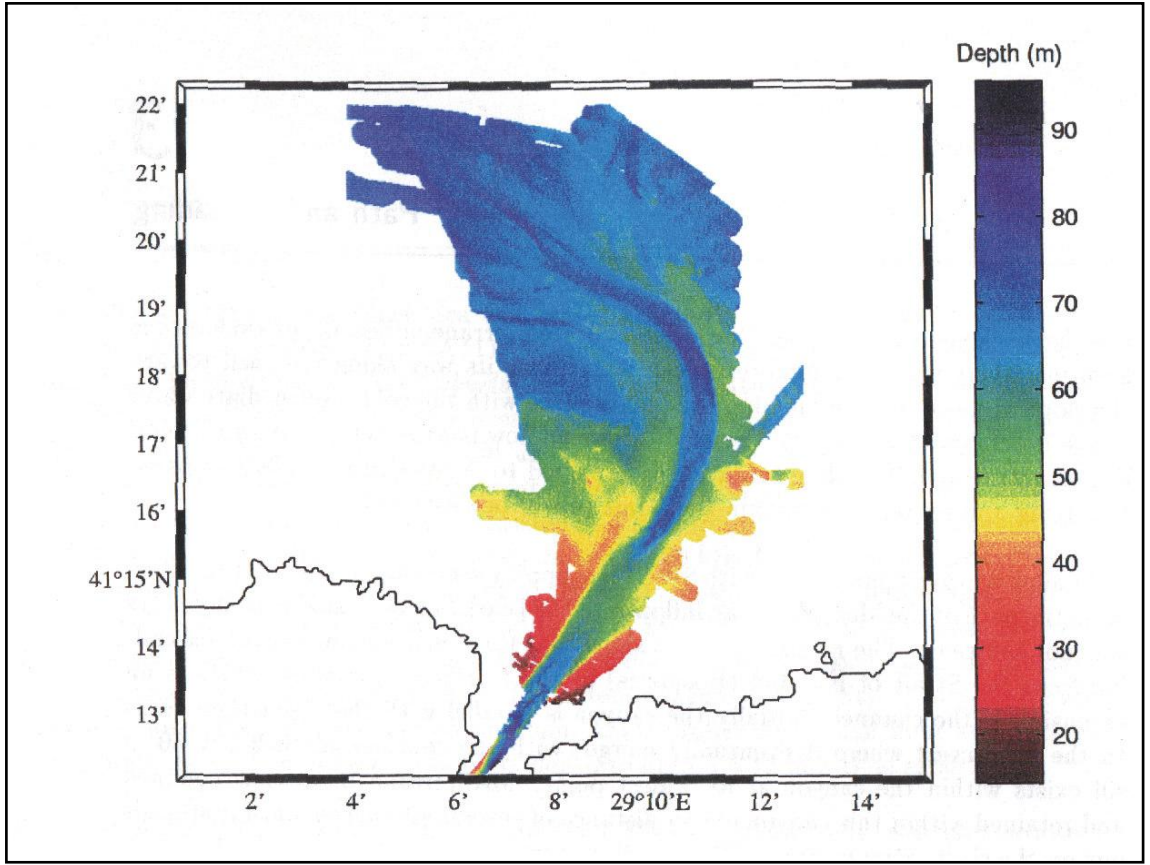
Marmara denizi, Akdeniz ve Karadeniz arasında yer alan çevresindeki su kütlelerine göre oldukça küçük (yaklaşık 70 km x 250 km boyutlarında, 11.500 km² yüzey alanına sahip) bir basendir (Beşiktepe v.d. 2000). Kuzey-doğusundan İstanbul Boğazı üzerinden Karadeniz ile güney-batı istikametinden Çanakkale Boğazı vasıtası ile Ege Denizi ile dolayısı ile Akdeniz ile irtibatlıdır. Marmara Denizi'nin batimetrisine bakıldığında (Şekil 1) güney yarısındaki 100m derinliğe sahip geniş kıta sahanlığı ve kuzey yarısında bulunan doğudan batıya doğru uzanan derin üç depresyon 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 eğim ile ayrılmaktadır (Beşiktepe v.d. 2000).



Şekil 1. Marmara Denizi morfolojisi (SHOD - 2009)

İstanbul boğazı yaklaşık 30 km uzunluğunda, en dar yeri Arnavutköy civarında 0.7 km, en geniş yeri 3.4 km olan, maksimum derinliği kandilli açıklarında yaklaşık 110 metre olan kıvrımlı bir kanaldır. Boğazın güneyinde bulunan dar kıta sahanlığından Sarayburnu önlerine kadar ilerleyen 60-70m derinliğinde dar bir kanal, Haliç'in güneyinde son bulmaktadır ve Beşiktaş yakınlarında her iki tarafından 40-50m derinlikte kanallar geçen 35m derinliğinde bir tümsek bulunmaktadır (Özsoy v.d. 2000).

İstanbul Boğazı'nın Karadeniz çıkışı, morfoloji açısından oldukça ince ayrıntılara sahiptir. Akdeniz sularının Karadeniz'deki ilerleme yolunu bu morfolojik yapılar ile anlayabiliriz. Akdeniz suyu İstanbul Boğazı'nı çıktıktan sonra boğazın devamı görünümünde olan bir kanal içerisinde ilerleyerek Karadeniz kıta yamacına ulaşır (Latif v.d. 1991). Yapılan detaylı sismik ve batimetrik çalışmalara göre kanalın genişliği 650-1950m arasında değişmektedir (Yüce (1996a). Şekil 2' de İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışına ait çok bimli iskandil (multi-beam echosounder) ile ölçülmüş batimetri sunulmuştur.



Şekil 2. İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışı batimetrisi (Di lorio ve Yüce 1997)

1.3. İstanbul Boğazı Marmara ve Karadeniz Yaklaşım Suları Genel Oşinografisi

Karadeniz ve Marmara Denizi arasında su alışverişini sağlayan İstanbul Boğazı, geometrik özelliklerinden dolayı hidrolik etkilere tesir eden üç coğrafi lokasyona sahiptir. Bunlar güneyden kuzeye doğru sırası ile Üsküdar açıklarındaki sığlıktan oluşan sırt, Kandilli bölgesinde kanalın dar bölgesi ile geniş bölgesinin kesişim noktası olan kıvrımlı geçit ve son olarak boğazın Karadeniz çıkışındaki sığlıktır (Özyalvaç, 2009). Karadeniz ve Marmara Denizi arasındaki su seviyesi farkı, rüzgar ve basınç boğazdaki akıntıların değişken olmasına sebep olmaktadır (Ünlüata v.d. 1990). Karadeniz su seviyesinin arttığı dönemlerde kuzeyli rüzgarlar alt tabakanın bloke olmasına neden olurken, su seviyesinin azaldığı dönemlerde güneyli rüzgarlar ise üst tabakanın bloke olmasına neden olmaktadır (Latif v.d. 1991).

Karadeniz su kolonu mevsimsel olarak değişen üst tabaka, soğuk ara tabaka (SAT) ve alt tabakadan oluşmaktadır. Üst tabaka 50m tabaka kalınlığına kadar mevsimsel karışımın etkisindedir. Sıcaklığın artmaya başladığı ilkbahar ve yaz aylarında mevsimlik termoklin oluşur, sonbaharda bu derinlik 50m derinliğe kadar ulaşır. Sıcaklığı 8°C'den küçük olan soğuk ara tabaka (SAT) bu karışım tabakasının altında yer alır ve alt sınırı kalıcı haloklin ile aynı derinliktedir (Tolmazin, 1985a; Stanev, 1990; Ivanov v.d. 1997). Düşük tuzlulukta Tuna etkisindeki suların İstanbul Boğazına girmesinde Batı Karadeniz kıyı akıntısının önemli rolü vardır. Özellikle sonbahar ve kış aylarında kıyıyı takip ederek düzgün bir akışa sahip olduğu dönemlerde, düşük tuzluluğa sahip suların boğaza girdiği, genellikle yaz aylarında türbülanslı yapıların oluştuğu dönemlerde ise boğaza giren suyun tuzluluğunun ~18psu değerine sahip Karadeniz orta havza sularının olduğu söylenebilir.

Karadeniz' den Akdeniz' e doğru olan yüzey akıntısı İstanbul Boğazı'ndan Marmara Denizi' ne bir yüzey jeti şeklinde girmekte ve kuvvetli bir şekilde, rüzgar etkilerinin az olduğu durumlarda güneye doğru ilerlemektedir. Bu jet akımı güneyde Bozburun yarımadasına çarparak batıya dönmektedir (Özsoy v.d. 2000). İstanbul Boğazı'ndan gelen Karadeniz kökenli az tuzlu sular (~18psu) Marmara Denizi' nde, -25 m derinlikte yer alan keskin bir ara yüzey ile Akdeniz kökenli çok tuzlu (~38psu) sularla iki tabakalı bir yapı oluşturur (Beşiktepe v.d. 1994). 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 v.d. 1994).

Marmara Denizi alt tabaka suyu 14.5 °C sıcaklığı 38.5psu 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 v.d. 1994). 50m civarında oluşan sıcaklık maksimumu sonbahar aylarında Çanakkale Boğazı' ndan havzaya giren Ege sularından kaynaklanır. Derine inildikçe su sıcaklığının düşüşü de kış aylarında Çanakkale' den havzaya giren suların tabana çökmesi nedeni ile oluşur. Sıcaklık maksimumunun değeri ve hacmi, Ege Denizi' nden sonbahar aylarında gelip havzanın doğusuna ulaşan suların zamanı ve miktarı konusunda fikir verir (Beşiktepe, 2000).

II. MATERYAL ve METOD

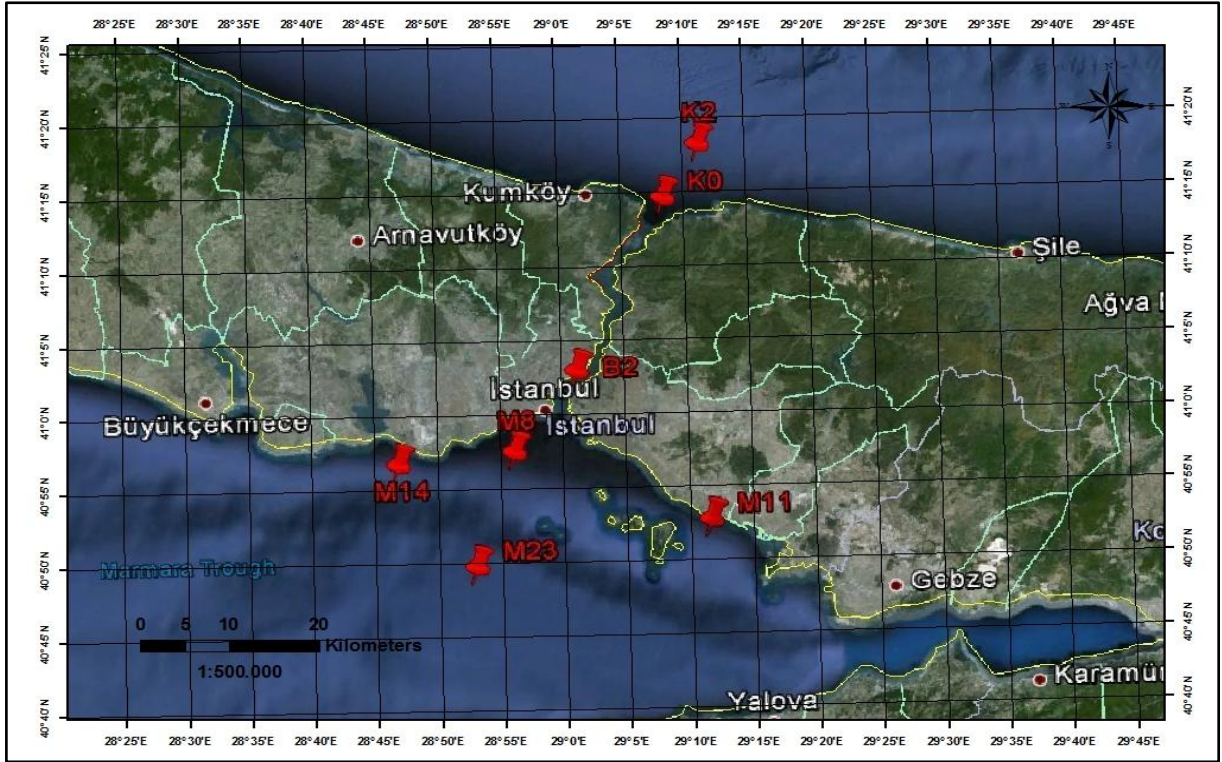
2.1. Sıcaklık ve Tuzluluk Verileri

Bu çalışmada, 1997 Ocak ve 2010 Ocak tarihleri arasında toplanan, İstanbul Boğazı ve boğazın Marmara Denizi ve Karadeniz çıkışı etrafında yer alan istasyonlara ait aylık olarak toplanan sıcaklık ve tuzluluk verileri kullanılmıştır. Ölçüm seferleri İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü' ne ait R/V ARAR gemisi ile yürütülmüştür. 2009 Ekim ayı seferine ait saha ve cihaz resmi Şekil 4' de sunulmuştur. R/V ARAR gemisi ile yapılan bu ölçümlerde SBE25 ve SBE9/11 CTD sistemleri ve çok az bir kısmında Rosemount Salinometre kullanılmıştır. SBE25 ve SBE9/11'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, H., 2001). Bu farklar, bu çalışmada izlenen sıcaklık ve tuzluluk değişimlerine göre ihmal edilebilir miktarlardadır.



Şekil 4. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü R/V ARAR gemisi seyir ve CTD ölçüm cihaz fotoğrafı

İstanbul Boğazı ve boğazın Karadeniz ve Marmara Denizi yaklaşım sularında bulunan istasyonlara ait konum haritası Google Earth resmi olarak Şekil 5’ de verilmiştir. İstasyonların mevki bilgileri ise tablo halinde sunulmuştur (Tablo 1). Burada M8, M11, M14 ve M23 İstanbul Boğazı Marmara Denizi yaklaşım sularına ait, B2 İstanbul Boğazı’na, K0 ve K2 de boğazın Karadeniz yaklaşım sularına ait istasyonlardır.



Şekil 5. İstanbul Boğazı ve ölçüm istasyonları konum haritası genel görünüm(WGS-84 koordinat sisteminde Google Earth programında çizilmiştir).

Tablo 1. Marmara Denizi M8, M11, M14, M23, İstanbul Boğazı B2 ve Karadeniz K0, K2 istasyonları konum bilgileri

İstasyon Adı	Konum (WGS-84)	Ölçüm Sıklığı	Başlangıç ve Bitiş Tarihi
K0	41° 13.500'K - 29° 08.000'D	Aylık	1997 Ocak – 2010 Ocak
K2	41° 17.100'K - 29° 10.900'D	Aylık	1997 Ocak – 2010 Ocak
B2	41° 01.830'K - 29° 00.750'D	Aylık	1997 Ocak – 2010 Ocak
M23	40° 48.700'K - 28° 52.500'D	Aylık	1997 Ocak – 2010 Ocak
M14	40° 55.620'K - 28° 46.410'D	Aylık	1997 Ocak – 2010 Ocak
M11	40° 51.670'K - 29° 11.160'D	Aylık	1997 Ocak – 2010 Ocak
M8	40° 56.400'K - 28° 55.660'D	Aylık	1997 Ocak – 2010 Ocak

Bu çalışmada kullanılan meteorolojik veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Çalışma bölgesini kapsamı açısından, boğazın Karadeniz çıkışı için Kumköy Meteoroloji İstasyonu, Marmara çıkışı için ise Florya Meteoroloji İstasyonuna ait veriler kullanılmıştır. Bu meteoroloji istasyonuna ait veriler sıcaklık ve tuzluluk verileri ile aynı zaman serisini oluşturacak şekilde 1997 Ocak ve 2010 Ocak tarihleri arasında aylık ortalama hava sıcaklığı ve atmosfer basıncı olarak temin edilmiştir.

2.2. 1997-2010 Yılları Arası Toplanan Sıcaklık ve Tuzluluk Verilerinin Kontrolü

Genel olarak veri elde etmenin problemlerinden biri olan veri kaybı özellikle zamansal olarak ölçülen verilerde araştırmacının karşılaştığı oldukça önemli bir sorundur. Oşinografik veri toplamada, karşılaşılan iklimsel zorluklar, ulaşım, ölçüm cihazında yaşanan sorunlar, maliyet vb. gibi olumsuzluklar zaman serisinde veri kayıplarına sebep olmaktadır. 13 yıl boyunca aylık olarak toplanan sıcaklık ve tuzluluk verilerinde istasyon bazında bazı aylarda sefere çıkılmamasından dolayı veri kayıpları bulunmaktadır. Bu çalışmada, kayıp veriler uygun yöntemler kullanılarak tayin edilmeye çalışılmış ve zaman serileri oluşturulmuştur.

2.2.1. Kayıp veri problemi

Kayıp verilerin oluşum mekanizmasını bilmek kayıpların elde edilmesinde kullanılacak yöntemler açısından oldukça önemlidir (Schafer, 1997). Günümüzde kullanılan kayıp veri terminolojisi ilk kez Little ve Rubin tarafından kullanılmıştır (Little & Rubin, 1987) ve çalışmalarında kayıp verileri sınıflandırmışlardır. Tamamen Rassal Olarak Kayıp (Missing Completely Random), Rassal Olarak Kayıp (Missing at Random) ve Rassal Olmayan Kayıp/İhmal Edilemez Kayıp (Missing not at Random/Non-ignorable Missing) olarak üç sınıfa ayırmışlardır (Little & Rubin, 1987). Bu varsayımların temelinde verilerin gözlemlenen diğer verilerle olan ilişkisi yer almaktadır. Çünkü verilerin tayininde genellikle gözlemlenen diğer değişkenlerden başka bilgi bulunmamaktadır.

2.2.1.1. Tamamen rassal olarak kayıp veri (Missing Completely Random)

Bu tür kayıplarda verinin kayıp olma olasılığı gözlenen ya da gözlenemeyen değerlere bağlı değildir. Bu durumda eksik veriler ile tam veriler arasında ayrım yapılamaz. Yani kayıpların olasılıksal dağılımı veri kümesinde yer alan diğer değişkenlerden bağımsız olmaktadır. Bu varsayım ile yapılacak olan veri analizi yansız olacaktır (Baygül, 2007).

2.2.1.2. Rassal olarak kayıp veri

X ve Y gibi değişkenler arasından X' in yanıt olasılığının Y' ye bağlı fakat Y' nin yanıt olasılığının X' e bağlı olmaması halindeki kayıp veri rassal kayıp veri olarak adlandırılır (Allison, (2001). Bu durumda kayıp verinin olasılık dağılımı gözlenen değişkenler bilgisi ile ifade edilebilir. Bu tür durumlarda kayıplar ele alınmadan yapılan analizler yanlı olacaktır.

2.2.1.3 Rassal olmayan kayıp/İhmal Edilemez Kayıp (Missing not at Random/Non-ignorable Missing)

Kayıp olma durumu X ya da Y değişkenlerine bağlı olabilir, yani verinin kayıp olma olasılığı gözlenemeyen değere bağlıdır. Bu durumda diğer değişkenlerden yola çıkarak kayıp veriyi tahmin etmek hatalara yol açabilir.

2.2.2. Kayıp veri tayini

1970' li yıllara kadar kayıp verilerin göz ardı edilmesi gereken olgular olarak değerlendirildiğini ya da basit yaklaşımlar ile ele alındığını görmekteyiz. Araştırmacılar kayıp veriler ile ilgili karşılaştıkları güçlükleri çalışmalarında yansıtmadıkları için böyle bir sorunun varlığı uzunca bir süre bilim insanlarının dikkatini çekmemiştir. Kayıp veri etkisi altında yapılan analizlerin yanlı olduğu aşıkardır. Doğru ve güvenilir analizlerin eksiksiz gözlemlere ihtiyacı vardır. Eksik veri oranının düşük olduğu ve veri hacminin büyük olduğu durumlarda eksik verinin göz ardı edilmesi nispeten yansız sonuçlar verebilir (Yozgatlıgil vd. 2010). Dempster, Laird & Rubin tarafından 1977 yılında, kayıp verilere dair ilk kapsamlı çalışma yayınlanmıştır. Çalışmada temel olarak kayıp veri içeren veri kümesinde parametre tahmini yapabilmenin yöntemini geliştirmek amaçlanmıştır. Sonuçta kayıp veri analizinde aşağıdaki 2 yöntemden bahsedebiliriz (Yozgatlıgil v.d. 2010)

1. Kayıp veri silme/göz ardı etme yöntemleri (Case Deletion)
2. Kayıp veri atama yöntemleri (Imputation Methods)

Kayıp veriyi silme yanlı sonuçlara yol açtığından pek çok durumda güvenilir bulunmaz. Kayıp veriyi atama yöntemleri ise oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bunlardan bazıları arasında, Beklenti Maksimizasyonu, Yapay Sinir Ağları Modelleri, Destek Vektör Regresyonları, Temel Bileşenler Analizi, İnterpolasyon Fonksiyonları, Spektral Analiz, Bayensen İstatistik v.b. bir çok hesaplama yönü ağır olan yöntemler yer alır (Yozgatlıgil v.d. 2010). Şu da bilinmelidir ki bu güne dek belirgin bir yöntemin üstünlüğü kanıtlanamamıştır.

Neticede 1997-2010 yılları arası aylık toplanan sıcaklık ve tuzluluk değerlerini zaman serisi olarak analiz edebilmek için, eksik olan verilere, kayıp atama yöntemlerinden biri uygulanmalıdır. Tablo 2’ de istasyonlara göre verinin olmadığı ay listesi bulunmaktadır.

Tablo 2. Tüm istasyonlara ait aylık veri listesi

İstasyonlar	Yıllar	AYLAR											
		OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
K0	1997	+	+	+	+	+	++	++	++	++	+	+++	+
K2		-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	++	+
B2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	++	+
M23		-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	++
M14		-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+
M11		-	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	++
M8		-	+	-	-	++	+	+	+	+	-	+	+
K0	1998	++	+	+	+++	++	++	++	++	+	-	-	++
K2		+	+	-	+	++	+	+	+	+	-	-	++
B2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	++
M23		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
M14		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
M11		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
M8		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
K0	1999	-	+	+	+	+	+	+	++	++	++	+	+
K2		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B2		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M23		-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M14		-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
M11		-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
M8		-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
K0	2000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
K2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M23		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M14		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M11		+	+	+	+	+	+	+	+	++	+	+	+
M8		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
K0	2001	+	+	++	-	+	+	+	+	-	++	+	+
K2		-	+	+	-	+	+	+	+	-	++	+	+
B2		+	+	+	-	+	+	+	+	-	++	+	+
M23		+	-	++	-	+	+	+	+	-	+	+	+
M14		+	-	++	-	+	+	+	+	-	++	+	+
M11		+	-	++	-	+	+	+	+	-	++	+	+
M8		+	-	++	-	+	+	+	+	-	++	+	+
K0	2002	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
K2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M23		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M14		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M11		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M8		+	+	+	+	+	+	+	+	++	+	+	-
K0	2003	+	+	-	+	+	-	++	+	+	+	+	+
K2		+	+	+	+	+	-	++	+	-	+	+	-
B2		+	+	+	+	+	-	++	+	+	+	+	+
M23		+	+	+	+	+	-	+	++	+	+	+	+
M14		+	+	+	+	+	-	+	++	+	+	+	+
M11		+	+	+	+	+	-	+	++	+	+	+	+
M8		+	+	+	+	+	-	+	++	+	+	+	+

Tablo 2' nin devamı

K0	2004	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
K2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
M23		+	-	++	+	+	+	+	+	-	++	-	++
M14		+	-	++	+	+	+	+	+	+	+	-	++
M11		+	-	++	+	+	+	+	+	-	++	-	++
M8		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	++
K0	2005	+	+	+	+	+	-	+	++	+	+	+	+
K2		+	+	+	+	+	-	+	++	+	+	+	-
B2		+	+	+	+	+	-	+	++	+	+	+	+
M23		+	+	+	+	-	+	+	++	+	+	+	+
M14		+	+	+	+	-	+	+	++	+	+	+	+
M11		+	+	+	+	-	+	+	++	+	+	+	+
M8		+	+	+	+	+	-	+	++	+	+	+	+
K0	2006	-	+	++	+	+	+	+	+	-	++	+	+
K2		-	+	++	+	+	+	+	+	-	++	+	+
B2		-	+	++	+	+	+	+	+	-	++	+	+
M23		-	+	+	++	+	+	+	+	-	+	++	+
M14		-	+	+	++	+	+	+	+	-	+	++	+
M11		-	+	++	-	+	+	+	+	-	+	++	+
M8		-	+	+	++	+	+	+	+	-	+	++	+
K0	2007	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
K2		+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-
B2		+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
M23		+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-
M14		+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
M11		+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
M8		+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
K0	2008	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+
K2		+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+
B2		+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+
M23		+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+
M14		+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+
M11		+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+
M8		+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+
K0	2009	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
K2		+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-
B2		+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M23		+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M14		-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M11		+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M8		-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
K0	2010	+											
K2		-											
B2		+											
M23		+											
M14		-											
M11		+											
M8		+											

*Veri toplanan aylar “+” işareti ile veri kaybı olan aylar “-“ işareti ile gösterilmiştir. ”+” bir ay içerisinde bir gün, “+ +” iki farklı gün, “+ + +” ise üç farklı günde veri toplandığını gösterir.

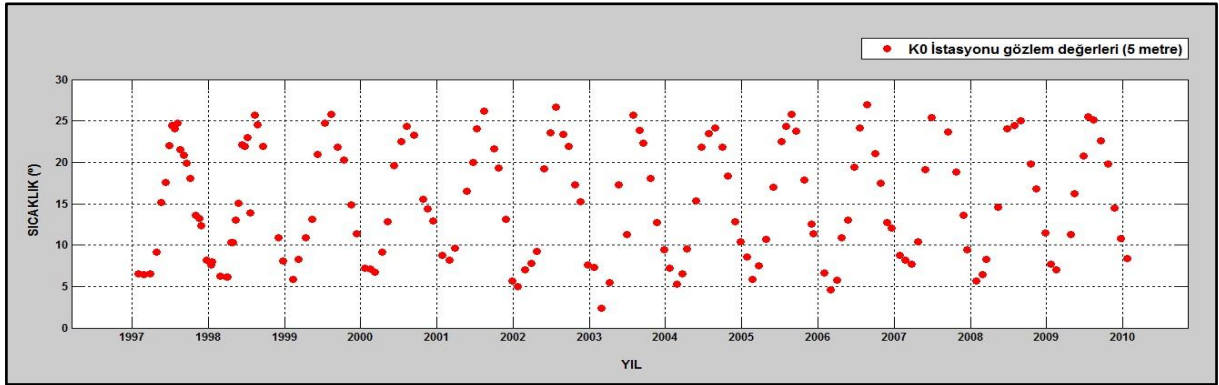
Zaman serilerinde kayıp verilerin göz ardı edilmesi veya basit yöntemler ile elde edilmesi (öngörü, ortalama değer kullanımı, kümeleme v.b) analizlerde yanlış sonuçlara yol açabilir. Bu tez çalışmasında, aylık bazda zaman serisi oluşturmak amacı ile toplanan sıcaklık ve tuzluluk bilgilerinin kayıp verileri interpolasyon yöntemi uygulanarak tamamlanmıştır.

2.2.2.1. Uygun interpolasyon seçimi

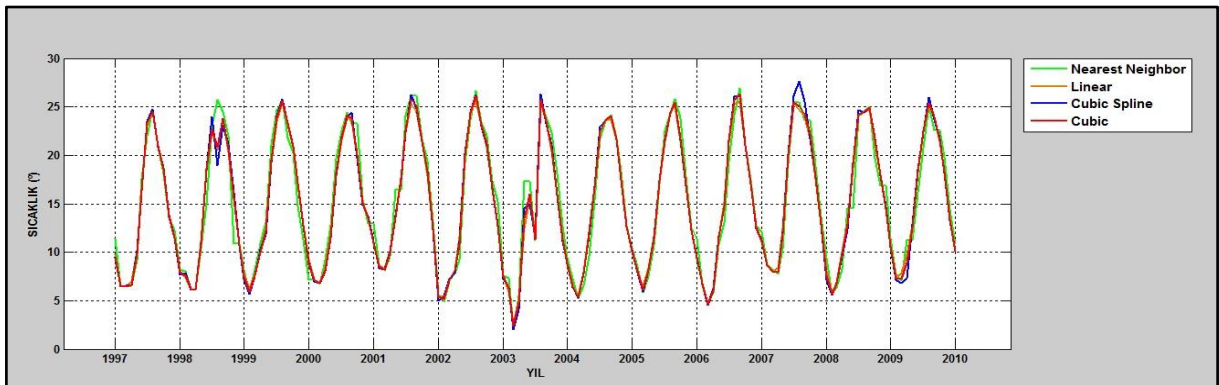
İnterpolasyon kelimesi, temel olarak bir fonksiyonun tablo halinde verilmiş değerlerinden hareketle, bu fonksiyonun bu aralıkta bilinmeyen değerlerini hesaplama işlemidir. İnterpolasyon aynı zamanda ara değer olarak da bilinen bir bilimsel terimdir ve bu işlem bilinen değerlerden bilinmeyen ara değerlerin ya da değerlerin bulunması işlemi olarak da tanımlanabilir. İnterpolasyon esas olarak verilerin kapsadığı aralık dahilinde yapılır (Tapramaz, 2002). İnterpolasyon yöntemleri, rasyonel interpolasyon, polinom tipi interpolasyon, spline interpolasyon ve trigonometrik interpolasyon şeklinde sınıflandırılır (Stoer ve Bulirsch, 1992).

Bu çalışmada toplanan sıcaklık ve tuzluluk verileri, sabit istasyonlarda, derinlik profili olarak aylık örnekleme aralıklarında toplanmıştır. Kayıp verinin atamasında kullanılacak uygun interpolasyon yöntemini belirlemek için, toplanan verinin interpolasyon yöntemine uygun bir girdi olması gerekmektedir. Girdi olarak sunulacak veride değişkenleri X ve Y olarak tanımlarsak, X sıcaklık ve tuzluluğu tanımlarken, Y zaman, mekan veya veri olabilir. Y değişkeninin zaman olarak seçilmesi, sıcaklık ve tuzluğun zamansal olarak en yakın verilerden atanmasını, mekan olarak seçilmesi, mekansal olarak (spatial) yakın olan istasyonlardaki verilerden atanmasını, veri olarak seçilmesi ise, farklı yıllarda aynı ayda toplanan diğer verilerden atanmasını sağlar. Burada Y değişkenini veri olarak seçmek çalışmanın amaçları içerisinde olan yıllık değişimleri inceleme kısmına ters düşmektedir ve yanlış bir değer atanmasına sebep olabilir. Y değişkenini mekan olarak seçmek ise, istasyonların mekansal olarak birbirlerine görece uzak olması ve bundan önemlisi kayıp verinin bulunduğu ayların istasyonlara dağılımının genelde aynı olmasıdır. Özellikle sefere çıkılmadığı için kayıp veri oluşumu olan aylarda çoğu istasyondan veri alınamamıştır. Dolayısı ile bu çalışmada oluşan kayıp verilerin atanmasında Y değişkeninin zaman olarak seçilmesi uygun görülmüştür.

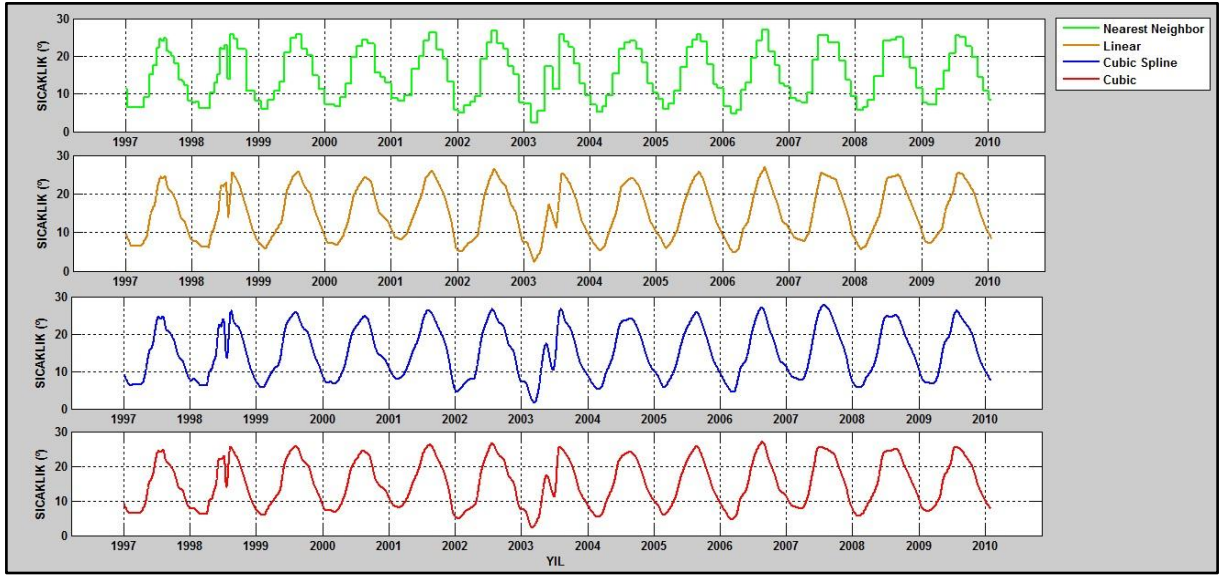
Kayıp verilerin atanmasında kullanılacak interpolasyon için Matlab programı kullanılmıştır. Matlab tek boyutlu, iki boyutlu ve n boyutlu interpolasyon seçenekleri sunar. Çalışmada kullanılan veri seti tek boyutlu interpolasyon yöntemine uygundur. Matlab tek boyutlu interpolasyon yöntemlerinde, en yakın komşu interpolasyonu (nearest neighbor interpolation), liner interpolasyonu (linear interpolation), kübik eğri interpolasyonu (cubic spline interpolation) ve kübik interpolasyonu (cubic interpolation) mevcuttur. Aşağıda, K0 istasyonunun 5 metre su derinliğindeki, aylık sıcaklık zaman serisi için gözlem değerleri ve bu değerlerden zamana göre Matlab programının gerçekleştirdiği tek boyutlu interpolasyon yöntemlerince atanan değerlere ait grafikler sunulmuştur (Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8).



Şekil 6. K0 İstasyonu 5 metre su derinliği gözlem değerleri



Şekil 7. K0 İstasyonu 5 metre su derinliği aylık sıcaklık zaman serisi, Matlab tek boyutlu interpolasyon yöntemleri karşılaştırma (aynı grafikte).



Şekil 8. K0 İstasyonu 5 metre su derinliği aylık sıcaklık zaman serisi, Matlab tek boyutlu interpolasyon yöntemleri karşılaştırma (farklı grafiklerde).

Şekil 7 ve Şekil 8’ den görüldüğü gibi K0 istasyonuna ait 5 metre su derinliğindeki sıcaklık verilerine, gözlem değerlerinde görülen boşlukları (kayıp verileri) doldurmak için, en yakın komşu, liner, kübik eğri ve kübik interpolasyonu uygulanmıştır. En yakın komşu interpolasyonunda geçişlerin oldukça keskin ve merdiven şeklinde olduğu gözlemlenmektedir. Yine liner interpolasyonda geçişlerin keskinliğinden söz edebiliriz. Kübik eğri ve kübik interpolasyonlarda ise geçişlerin daha yumuşak ve eğrisel (smooth) olduğu söylenebilir. Bu çalışmada kayıp verileri atamak için kübik (cubic) interpolasyon yöntemi seçilmiştir.

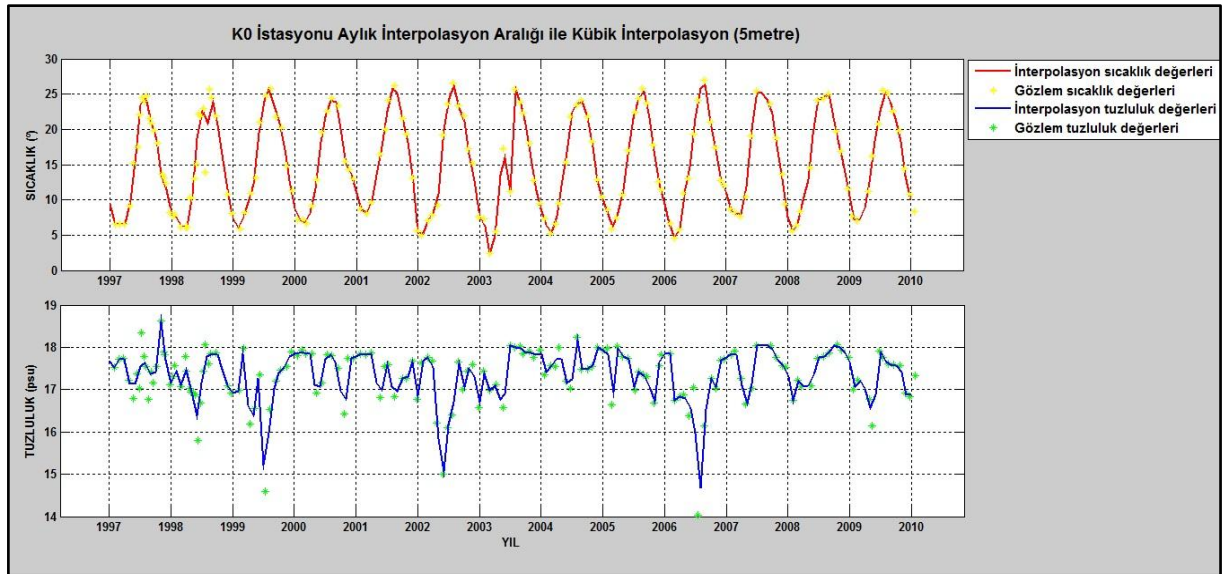
Kayıp verileri atamak için kübik istasyonun belirlenmesinin ardından, interpolasyon aralığı seçiminin yapılması gerekmektedir. Toplanan verilerin ölçüm sıklığı aylık olmasına rağmen, iki gözlem değeri arasında zamanın tam bir ay olması çok mümkün olmamaktadır. Bu zaman farkının 30 güne yakın olduğu gözlem verileri çoğunlukta olmakla beraber, 45-50 güne çıkan veya 15-20 güne inen zaman farklılıkları da olabilmektedir. Özellikle kayıp verinin olduğu aylar bu zaman farkları değişmektedir. Tablo 3’ te K0 istasyonuna ait farklı yıllarda alınan gözlem değerleri örneği verilmiştir. Bu tablodan görüleceği 2000 yılında ayların ortalarında alınan gözlem zamanları çoğunlukta fakat 2001 yılında gözlem zamanları ayın sonlarına doğru oluşmakta ve kayıp veri etkisi ile farklı zaman aralıklarına

kaymaktadır. 2002 yılında ise ay sonlarında olan düzenli bir aylık fark söz konusudur. Yine 2003 yılında kayıp verilerin etkisinde düzensiz bir zaman aralığı farkı oluşmuştur.

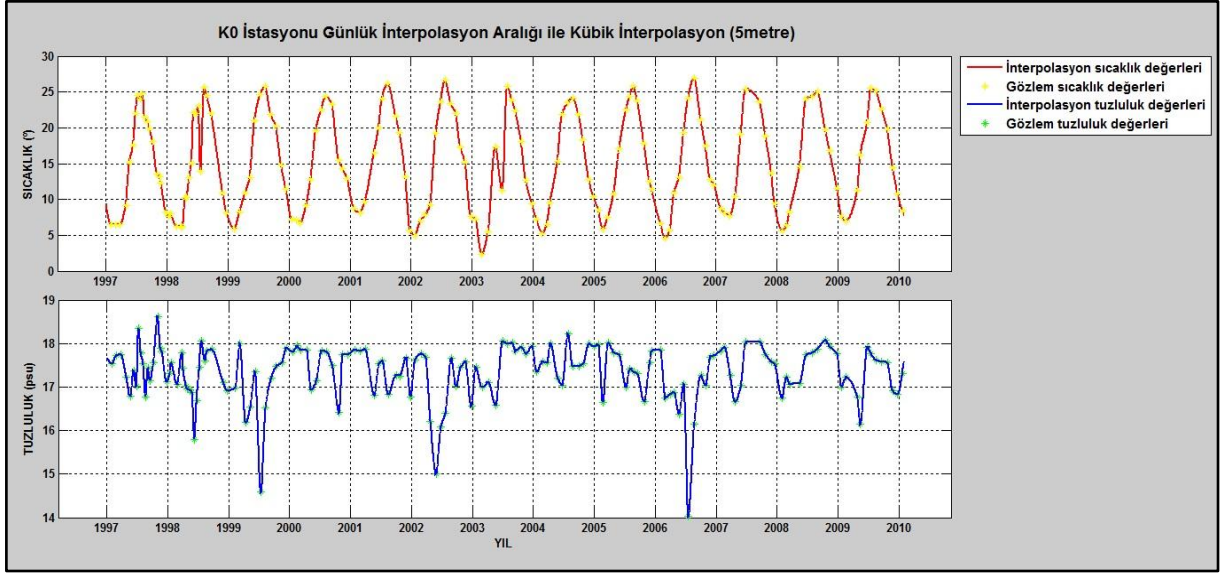
Tablo 3. K0 istasyonuna ait farklı yıllarda alınan gözlem değerleri

K0 İstasyonu gözlem verilerinin farklı yıllarda ay içerisindeki dağılımına örnek													
2000	Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	Veri Günü	19	16	9	13	10	10	12	9	13	25	15	13
2001	Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	Veri Günü	24	28	29	-	24	21	11	15	-	1 ve 24	29	27
2002	Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	Veri Günü	23	27	27	25	29	27	24	28	26	23	20	26
2003	Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	Veri Günü	22	28	-	8	21	-	2 ve 31	28	17	22	19	25

Böyle bir zaman serisine uygulanacak interpolasyon için, zamansal olarak bir interpolasyon aralığı seçilmesi gerekmektedir. Bu aralık, veriler aylık olarak toplandığı için her aya bir değer olacak şekilde seçilebilir. Bu durum gözlem değerlerinin zaman serilerinde devamlılığını bozacağı gibi aslında gün olarak toplanan verilerde az da olsa yanlış bir sonuç oluşturacaktır. Bu maksatla interpolasyon aralığı gün olarak seçilmiştir ve zaman serisi içinde her bir gün için veri atanarak asıl gözlem değerleri korunmuştur. Şekil 9’ da interpolasyon aralığı aylık ve günlük olarak seçilen iki farklı zaman serisi gösterilmiştir. Şekillerden



Şekil 9. K0 İstasyonu 5 metre su derinliği aylık interpolasyon aralığı ile kübik interpolasyon gösterimi.



Şekil 10. K0 İstasyonu 5 metre su derinliği günlük interpolasyon aralığı ile kübik interpolasyon gösterimi.

de görüleceği gibi aylık interpolasyon aralığı ile kübik interpolasyon yapılan zaman serilerinde özellikle ani değişen tuzluluk değerlerinin olduğu zamanlarda gözlem değerleri interpolasyon eğrisinin dışında kalmaktadır. Günlük interpolasyon aralığı ile kübik interpolasyon yapılan zaman serilerinde ise, interpolasyon eğrisi tüm gözlem değerlerinden geçmektedir. Sonuç olarak bu çalışmada zaman serisi analizlerinde günlük interpolasyon aralığı ile kübik interpolasyon yapılarak interpolasyon eğrileri elde edilmiş ve kayıp veriler atanmıştır.

III. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Atmosferik Koşullar

Bu çalışmada su kolonunda 1997-2010 yılları arasında toplanan CTD verileriyle aynı tarihler arasında Meteoroloji Genel Müdürlüğü' ne ait, İstanbul Boğazı Karadeniz yaklaşım sularını temsilen Kumköy Meteoroloji İstasyonu, Marmara Denizi yaklaşım sularını temsilen ise Florya Meteoroloji istasyonundan elde edilen hava sıcaklığı ve atmosfer basıncı verileri incelenmiştir. İstasyonlara ait konum haritası aşağıda sunulmuştur (Şekil 11).

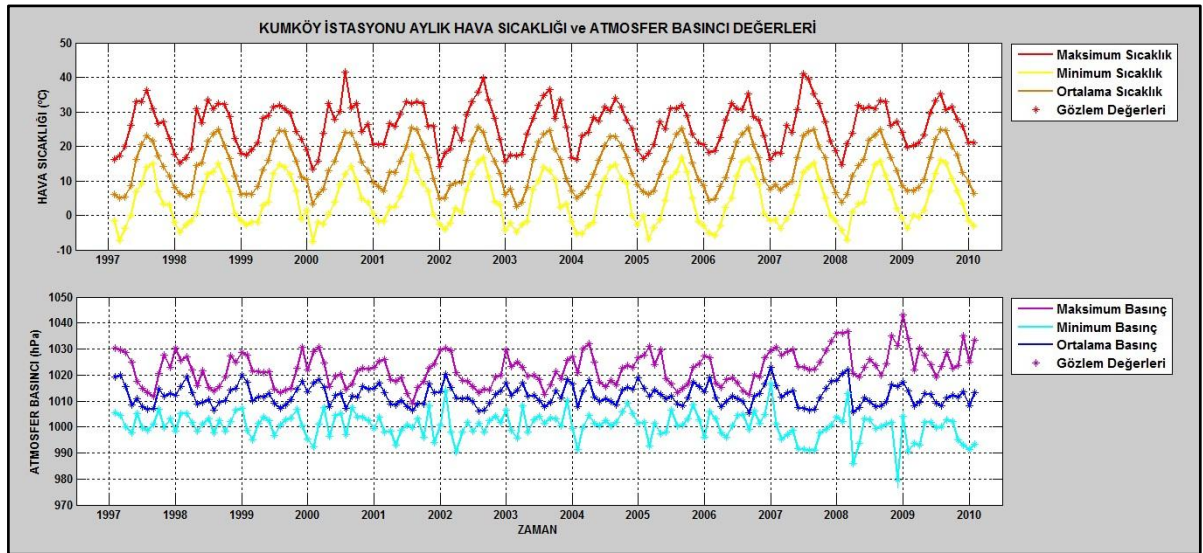


Şekil 11. Meteoroloji İstasyonları Konum Haritası (WGS-84 koordinat sisteminde Google Earth programında çizilmiştir).

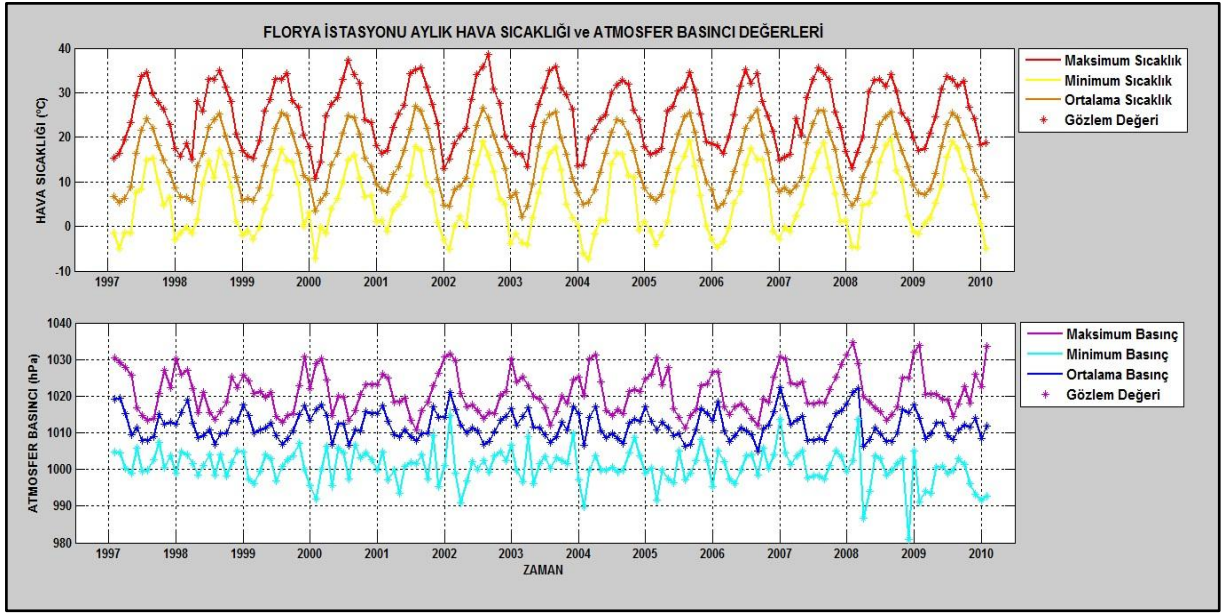
İstasyonlardaki değerler incelendiğinde, genel olarak en düşük hava sıcaklıklarının ocak ve şubat aylarında, en yüksek hava sıcaklıklarının temmuz ve ağustos aylarında gerçekleştiğini söyleyebiliriz. 1997-2010 yılları arası Kumköy İstasyonu en düşük hava sıcaklığı 2000 yılı ocak ayı içerisinde -7,5°C olmuştur, 1997 Şubat -7,3°C ve 2008 Şubat -7,0°C ile düşük sıcaklık değerinin gözlemlendiği aylardır. En yüksek hava sıcaklığı ise 41,4°C

olarak 2000 yılı Temmuz ayı içerisinde gözlemlenmiştir, 2007 yılı Haziran ayında 41°C ve Temmuz ayında 39,6°C ile sıcak bir yaz olmuştur. 2002 Ağustos 39,8 ile sıcak aylar arasındadır. Florya istasyonuna baktığımızda ise, en düşük hava sıcaklığı 2004 yılı içerisinde şubat ayında -7,2°C olmuştur, 2000 Ocak ayında ise -7,0°C gibi düşük sıcaklık değerine ulaşılmıştır. En yüksek hava sıcaklığı ise 2002 yılında Ağustos ayı içerisinde 38,5°C olarak gözlemlenmiştir, 2000 Temmuz ayı 37,4°C ile sıcak aylar arasındadır. 2007 yılı ise Kumköy istasyonunda olduğu gibi sıcak bir yaz olarak gözlemlenmiştir. İki istasyon arasında yerel farklılıklar gözükse de, genel itibari ile hava sıcaklıklarında benzer eğilimler gözlemlenmiştir. Aylık ortalama sıcaklık değerlerine göre ise en düşük sıcaklık her iki istasyonda da Şubat 2003 tarihinde gerçekleşmiştir. En yüksek sıcaklıkta geçen ay ise Temmuz 2001 ve 2002 yılları olmuştur.

Aynı tarihler arasında atmosfer basıncı değerlerine baktığımızda, aylık maksimum ve ortalama basınç değerlerinin yaz aylarında düştüğünü, kış aylarında ise arttığını söyleyebiliriz. Fakat minimum basınç değerlerinde aynı periyodiklikten söz etmek mümkün değildir. Atmosfer basıncı ve hava sıcaklığına ait, maksimum, minimum ve ortalama zaman serisi grafikleri Şekil 12' de ve Şekil 13' de sunulmuştur.



Şekil 12. Kumköy meteoroloji istasyonu hava sıcaklığı ve atmosfer basıncı gözlem değerleri zaman serisi.

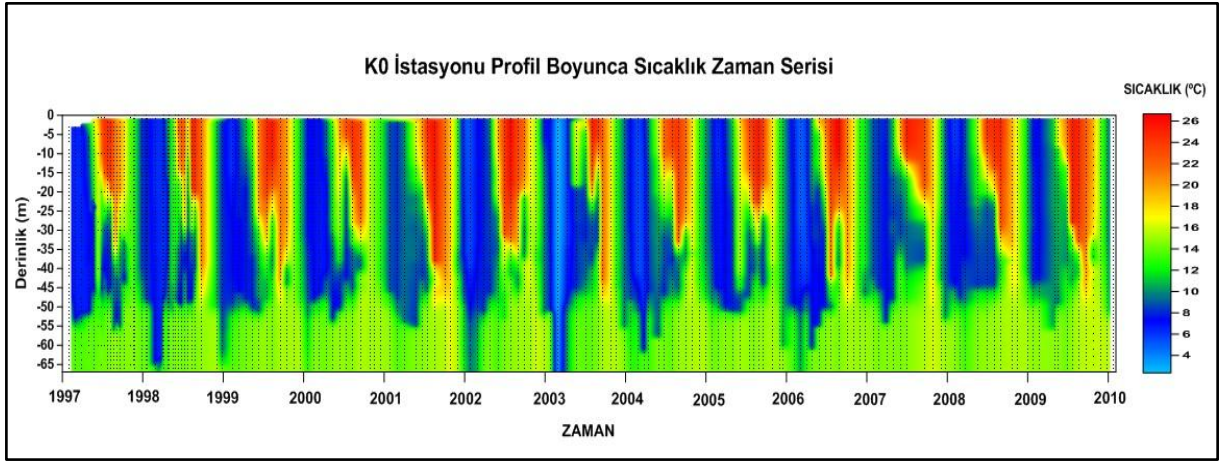


Şekil 13. Florya meteoroloji istasyonu hava sıcaklığı ve atmosfer basıncı gözlem değerleri zaman serisi

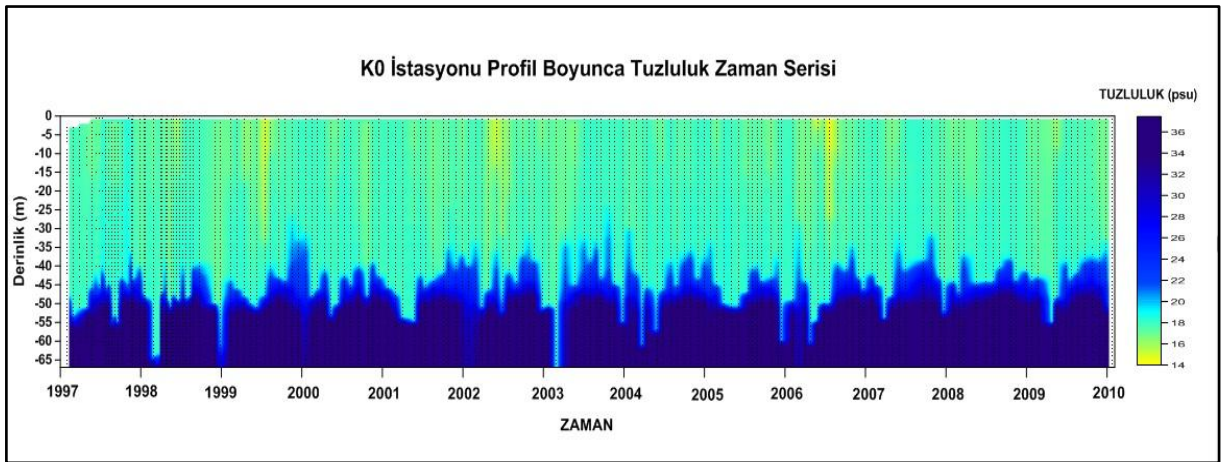
Bölgenin genel rüzgar etkisine bakarsak, sonbahar aylarında siklonik karakterli alçak basınç sistemlerinin geçişleri sırasında şiddetli güneyli rüzgarların (Lodos) etkisi altındadır. Bu dönemde kuzeydoğu sektöründen esen Poyraz rüzgarları da aynı sıklıkla etkilidir. Lodos ve Poyraz rüzgarları Aralık-Mart dönemlerinde toplam rüzgarın %35' lik bölümünü oluşturmaktadır. Yıllık ortalamaya göre ise poyraz rüzgarları tüm yönler arasında %60 oranında bir bölümü kapsar (Büyükcay, 1989).

3.2. Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi İstasyonları Oşinografik Gözlemler

1997 Ocak ayı itibari ile aylık olarak toplanan ve 2010 Ocak ayı itibari ile sonlandırılan sıcaklık ve tuzluluk verilerini analiz etmeden önce, bu verileri genel olarak profil boyunca zaman serileri halinde her bir istasyon için sunmak oldukça faydalı olacaktır. Aşağıdaki şekillerde Karadeniz, Boğaz ve Marmara Denizi'ne ait istasyonlarda 13 yıl boyunca aylık olarak toplanan sıcaklık ve tuzluluk profilleri zaman serisi şeklinde sunulmuştur. Bu şekillerden sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin aylara göre nasıl değiştiğini gözlemleyebiliriz. Aynı zamanda bu süre içerisindeki maksimum ve minimum değerleri belirleyebiliriz.



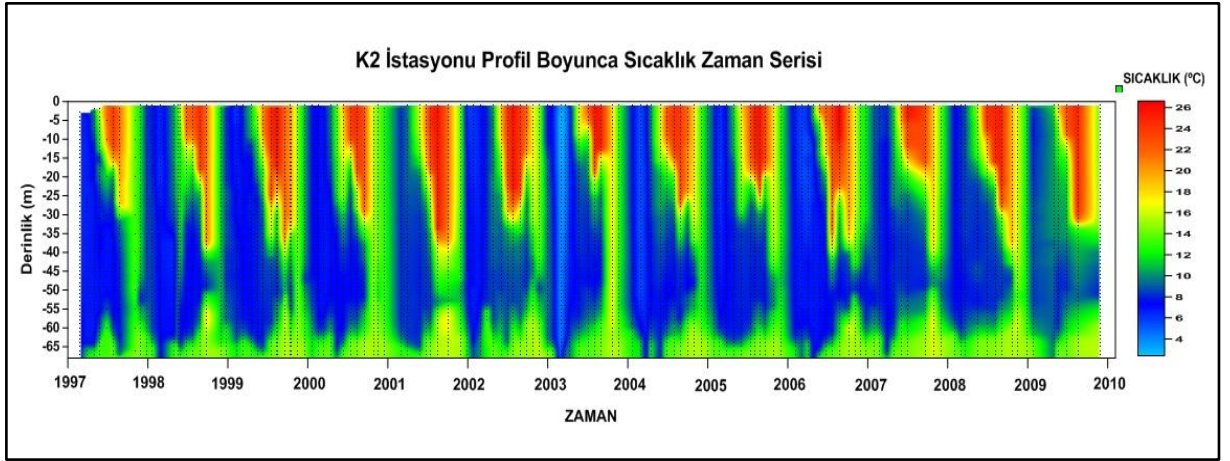
Şekil 14. K0 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi



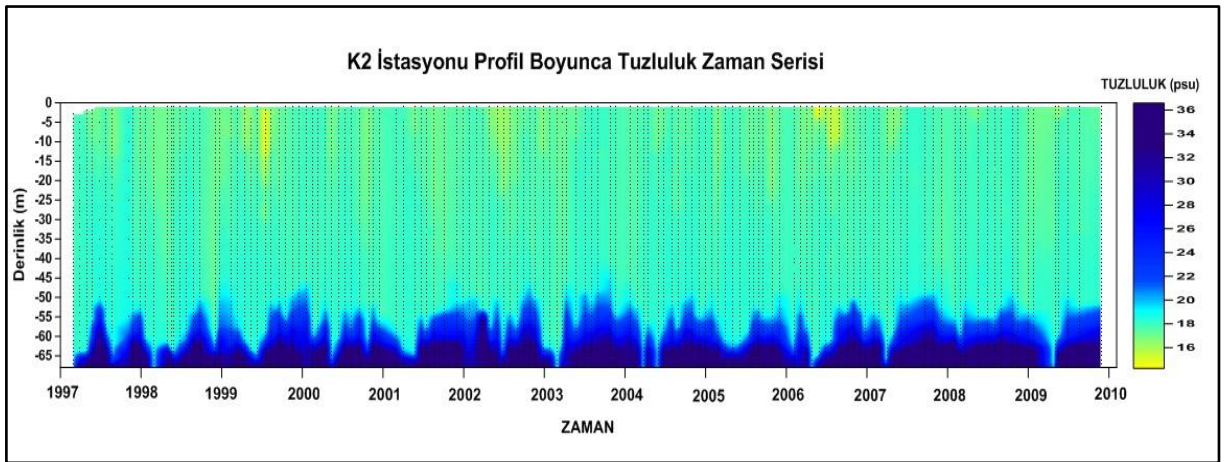
Şekil 15. K0 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi

K0 istasyonunun konumu İstanbul Boğazı'nın Karadeniz çıkışıdır. Bu nedenle bu istasyonda Karadeniz kökenli üst tabaka ve Akdeniz kökenli alt tabaka olmak üzere iki tabakalı akış söz konusudur. Bu istasyonun sıcaklık ve tuzluluk verilerini zamansal olarak incelediğimizde bu iki tabakanın kalınlıkları hakkında yorum yapmak mümkündür (Şekil 14 ve 15). Mevsime göre sıcaklığı değişen ve az tuzlu olan üst tabaka suyu yaklaşık 50m'lik bir tabaka oluşturmaktadır. Sıcak ve tuzlu olan alt tabaka suyu ise yaklaşık 50m su derinliklerinde başlayıp deniz tabanına kadar devam etmektedir. Tabaka kalınlıkları, mevsim şartları ve diğer oşinografik koşulların etkisinde farklılık göstermektedir. Hatta nadir de olsa Akdeniz kökenli suyun İstanbul Boğazı'nı geçip Karadeniz'e ulaşmadığı durumlar söz konusudur. Mesela 2003 Şubat tarihli sıcaklık ve tuzluluk değerlerine bakılarak Akdeniz kökenli suyun K0 istasyonuna ulaşmadığı gözlemlenmektedir. Bu tarihte sıcaklık değerleri su

kolonu boyunca 2,33-3,2°C arasında değişirken, tuzluluk değerleri yaklaşık 17 psu olarak gözlemlenmiştir. Bu durum Akdeniz kökenli suyun bu tarihte blokaja uğradığını göstermektedir. Yine 1998 şubat ve 1998 Aralık ayı gözlemlerinde Akdeniz kökenli suyun blokaja uğradığını fakat çok az bir tabaka kalınlığı olarak Karadeniz'e giriş yaptığını söyleyebiliriz. Bütün zaman serisine bakıldığında K0 istasyonu için en düşük sıcaklık değeri 2003 şubat ayında üst tabakada 2,33°C olarak, en yüksek sıcaklık değeri ise 27,05°C olarak 2002 Temmuz ayında üst tabakada gözlemlenmiştir. En düşük tuzluluk değeri ise 2006 Temmuz ayında üst tabakada 13,94 psu olarak, en yüksek tuzluluk ise 1997 Kasım ayında 37,7 psu olarak alt tabakada gözlemlenmiştir.

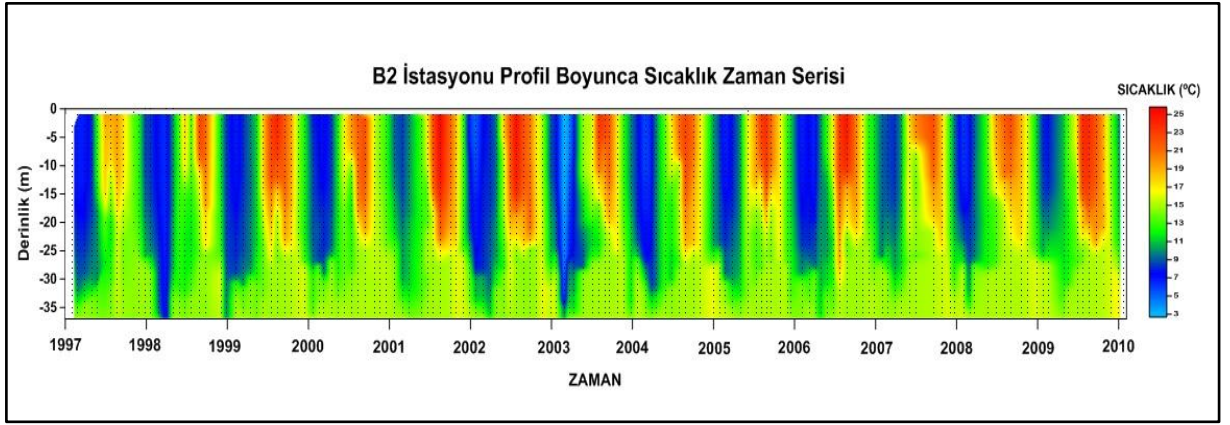


Şekil 16. K2 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi

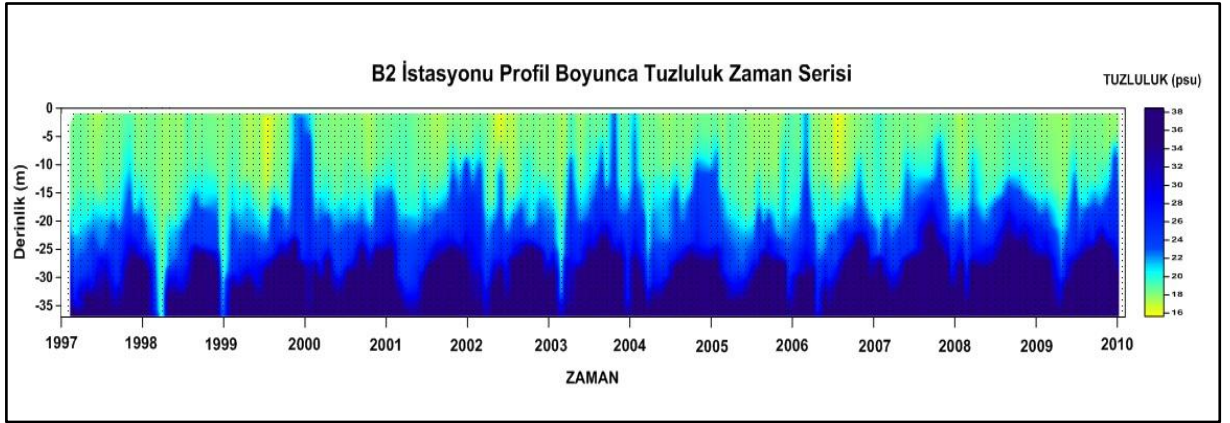


Şekil 17. K2 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi

K0 istasyonunda gözlemlenen 1998 ve 2003 Şubat blokajlarının etkisi K2 istasyonunda da net bir şekilde görülmektedir. Buna ek olarak 2004 Mart ve Mayıs, 2006 Nisan ve 2009 Nisan aylarında Akdeniz kökenli su K2 istasyonuna ulaşamamıştır. Zaman serisi genelinde en düşük sıcaklık K0 istasyonunda olduğu gibi 2003 Şubat ayında üst tabakada gözlemlenmiştir ve değeri 2,38°C' dir. En yüksek sıcaklık ise 2002 Temmuz ve 2006 Ağustos ayında üst tabakada 27°C olarak gözlemlenmiştir. En düşük tuzluluk 2006 Mayıs ayında üst tabakada 13,94 psu olarak, en yüksek tuzluluk ise 2008 Ağustos ayında alt tabakada 36,59 psu olarak gözlemlenmiştir. K0 istasyonunda tuzluluğun en yüksek olduğu 1997 Ağustos ayında ise 36,15 psu olarak gözlemlenmiştir.



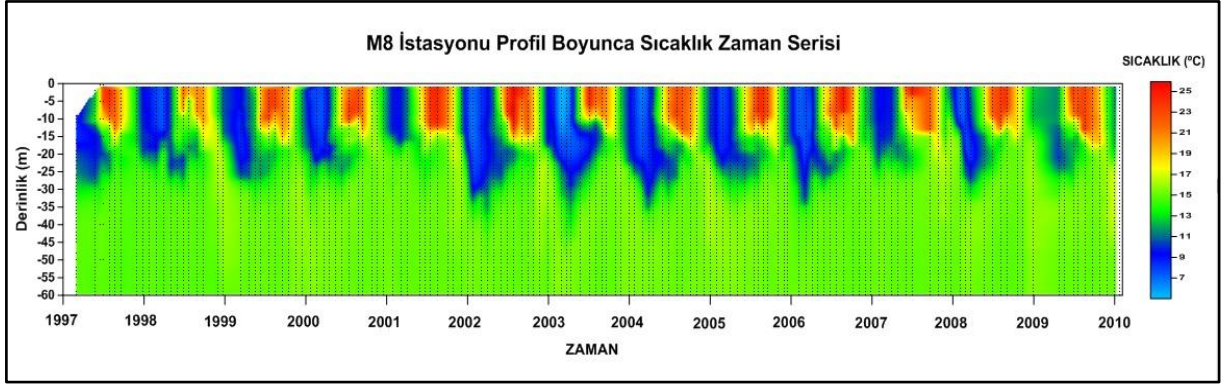
Şekil 18. B2 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi



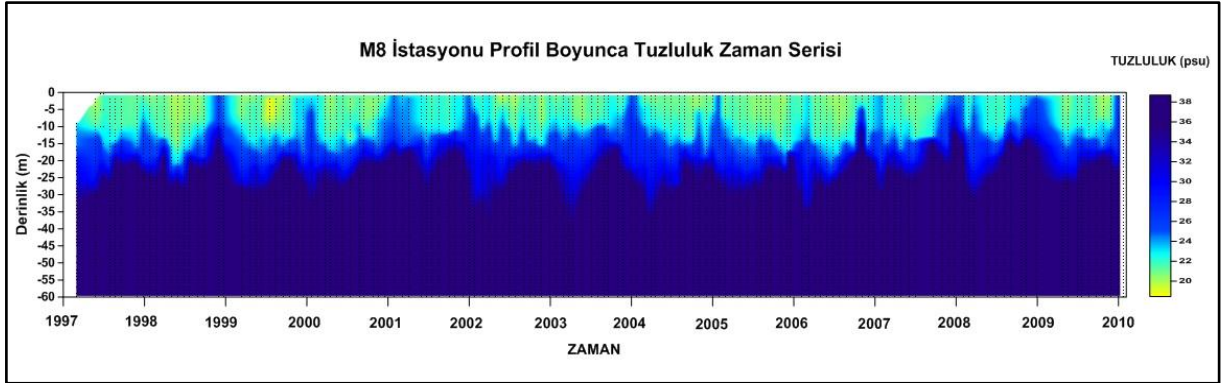
Şekil 19. B2 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi

B2 istasyonu İstanbul Boğazı'nın Marmara Denizi çıkışına yakın bir istasyondur. Dolayısıyla alt tabaka bu istasyonda etkilidir. K0 ve K2 istasyonlarında etkili olan 2003 Şubat Akdeniz kökenli suyun blokajı bu istasyonda da etkilidir, fakat Akdeniz suyu ince bir tabaka olarak bu tarihte görülmektedir. B2 tuzluluk grafiği incelendiğinde 1998 Mart ve 1998 Aralık aylarında Akdeniz suyu B2 istasyonuna ulaşamamıştır. Buna karşılık Karadeniz kökenli suyun ise 1999 Kasım, Aralık ve 2000 Ocak ayı gibi uzun bir sürede B2 istasyonunda blokaja uğradığı gözlemlenmiştir. Yine B2 istasyonu tuzluluk grafiği (Şekil 19), 2003 Ekim ve 2006 Mart aylarında Karadeniz suyunun bu istasyonda blokaja uğradığını gösterir. Zaman serisi boyunca değerleri incelediğimizde, en düşük sıcaklık yine 2003 Şubat ayına aittir ve değeri üst tabakada 2,66°C' dir. En yüksek sıcaklık değeri ise 2001 Ağustos ayında üst tabakada 25,89°C olarak gözlemlenmiştir. Tuzluluk değerlerinde ise en düşük değer 1999 Temmuz

atında üst tabakada 15,49 psu olarak, en yüksek değer ise K0 istasyonunda olduğu gibi 2008 Ağustos ayında alt tabakada gözlemlenmiştir ve değeri 38,48 psu’ dur.



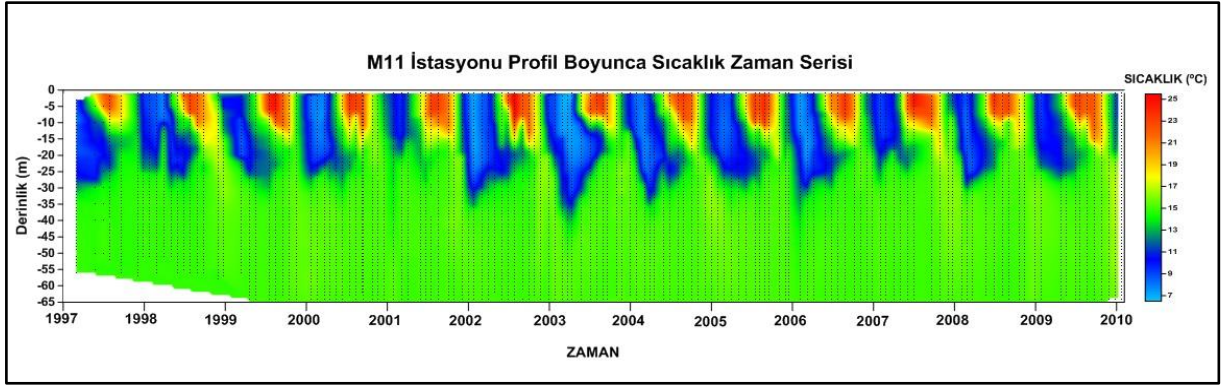
Şekil 20. M8 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi



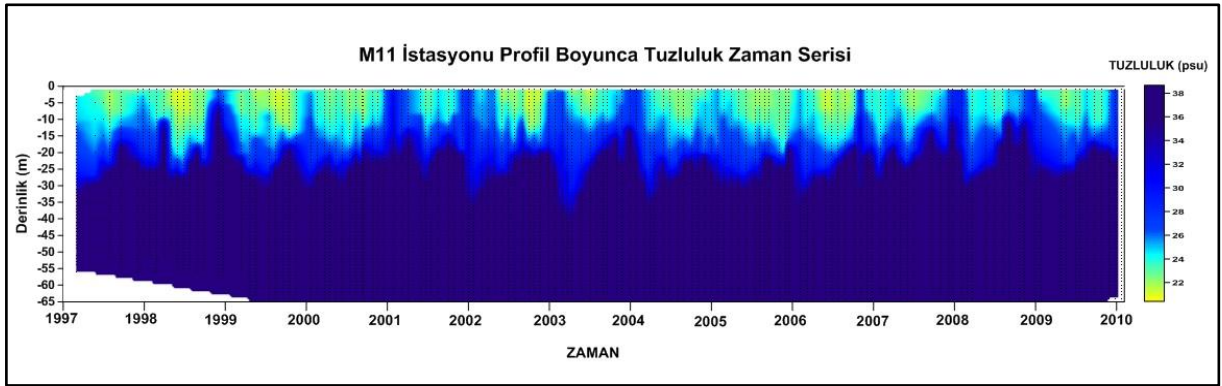
Şekil 21. M8 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi

M8 istasyonu Boğaz’ ın Marmara çıkışına yakın bir istasyondur, dolayısı ile profil zaman serisini incelendiğinde alt tabakanın etkililiğini görebiliriz (Şekil 20 ve 21). Tuzluluk grafiği ise bize bu istasyonda Karadeniz suyunun ne kadar etkin olduğunu gösterir. Tuzluluk değeri, 1999 Kasım ve Aralık, 2001 Ocak ve Aralık, 2002 Aralık ve 2004 Ocak, 2005 Ocak, 2007 Kasım ve Aralık, 2008 Aralık ve 2009 Aralık ayları gözlemlerinde minimum 24 psu değerini almaktadır ki bu değer M8 istasyonunda bu tarihlerde Karadeniz suyu girdisinin azaldığını göstermektedir. Zaman serisindeki genel dağılıma baktığımızda ise en düşük sıcaklık incelenen diğer istasyonlarda olduğu gibi 2003 Şubat ayında üst tabakada gözlemlenmiştir ve değeri 4,99°C’ dir. En yüksek sıcaklık ise K0 ve K2 istasyonlarında gözlemlendiği gibi 2002 Temmuz ayında üst tabaka da 26,41°C olarak gözlemlenmiştir. Tuzluluk verilerine bakarsak, en düşük tuzluluk değeri B2 istasyonunda olduğu gibi 1999

Temmuz ayında gözlemlenmiştir ve değeri üst tabakada 18.33 psu’ dur. En yüksek tuzluluk ise K0 ve B2 istasyonlarında olduğu gibi 2008 Ağustos ayında gözlemlenmiştir ve değeri alt tabakada 38,69 psu’ dur.



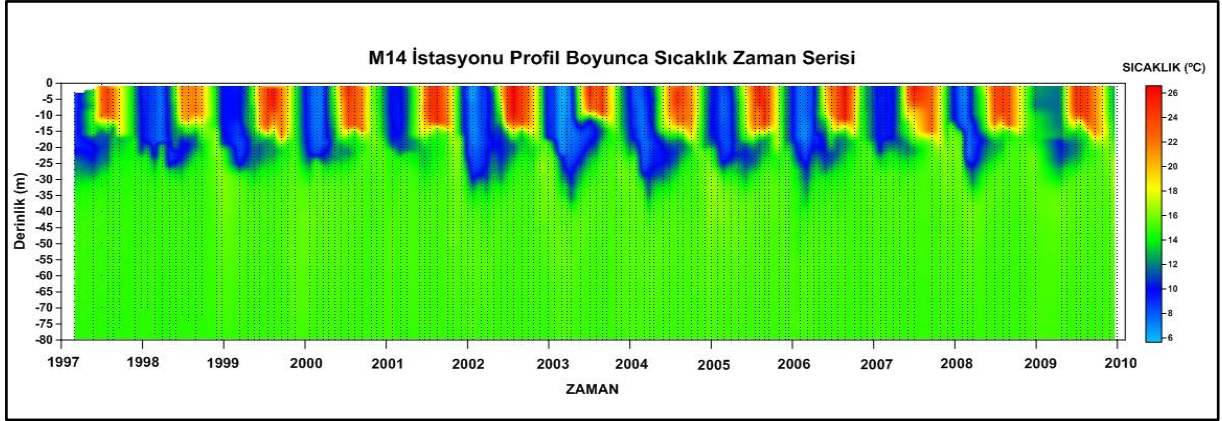
Şekil 22. M11 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi



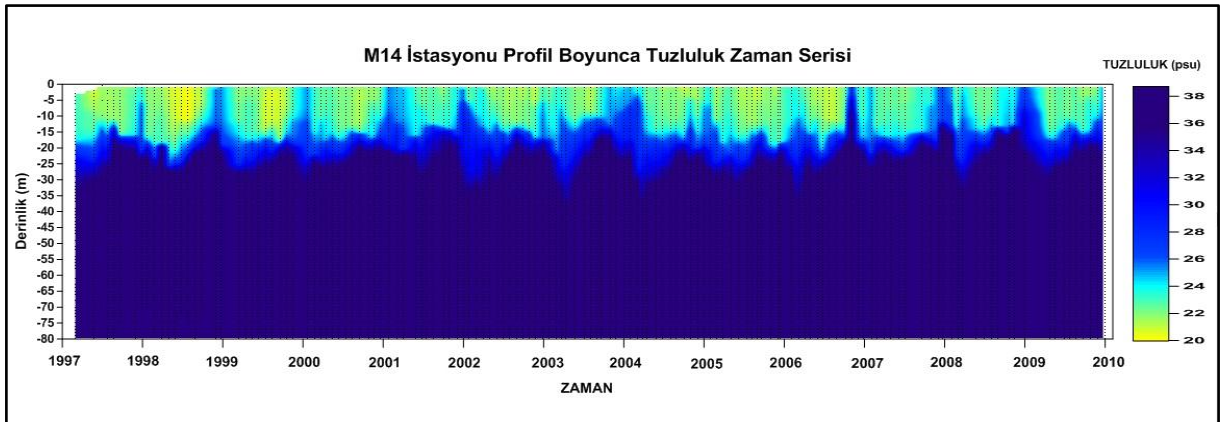
Şekil 23. M11 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi

M11 istasyonu İstanbul Boğazı Marmara çıkışının güneydoğusunda yer almaktadır. Akdeniz kökenli alt tabaka suyunun etkinliğini Şekil 22 ve 23’ den gözlemleyebiliriz. Tuzluluk değerleri, 1998 Kasım, 2001 Ocak, Şubat, Mart ve Aralık, 2002 Aralık, 2003 Aralık, 2004 Ocak, 2006, Kasım, 2007 Aralık, 2008 Ocak, 2009 Aralık ve 2010 Ocak tarihlerinde en düşük 26 psu değerini göstermektedir. Bu değer M8’ de olduğu gibi bu tarihlerde Karadeniz yüzey suyu girdisinin azaldığını göstermektedir. Zaman serisi genelinde ise en düşük sıcaklık değeri diğer istasyonlardan farklı olarak 2003 Nisan ayında üst tabakada 6,41°C olarak, en yüksek sıcaklık değeri Karadeniz istasyonları ve M8’ de olduğu gibi 2002 Temmuz ayında üst tabakada 25,9°C’ olarak gözlemlenmiştir. Tuzluluk değerleri ise, en düşük 1998 Haziran

ayında üst tabakada 20,39 psu olarak, en yüksek 1998 Kasım ayında alt tabakada 38,66 olarak gözlemlenmiştir.



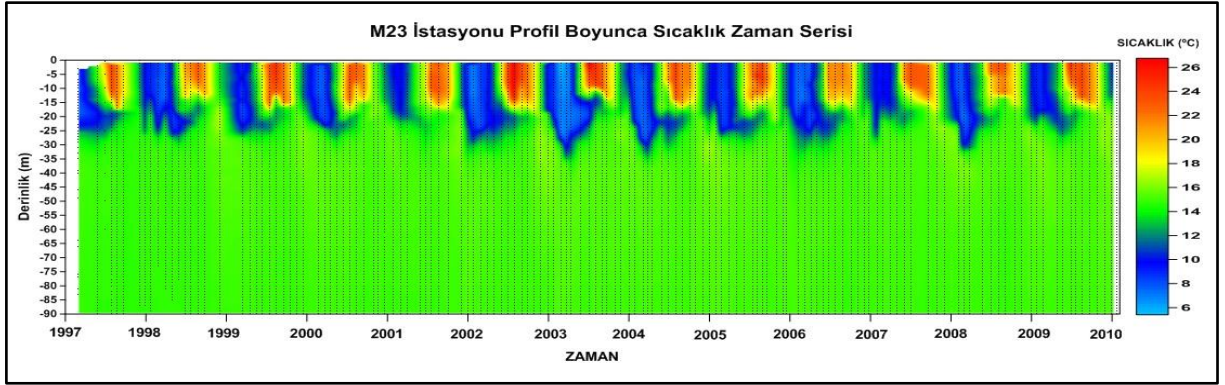
Şekil 24. M14 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi



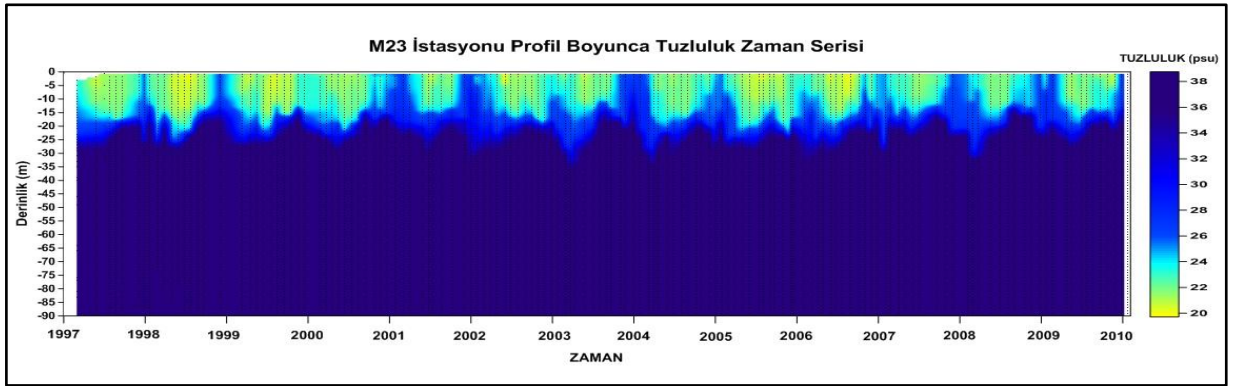
Şekil 25. M14 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi

M14 istasyonu İstanbul Boğazı'nın güneybatı çıkışında yer almaktadır. M8 ve M11 istasyonlarında olduğu gibi alt tabaka suyu etkinliği söz konusudur (Şekil 24 ve 25). Tuzluluk grafiğine bakarak Karadeniz kökenli suyun ne kadar tabaka kalınlığında bu istasyona geldiğini zaman serisi şeklinde gözlemleyebiliriz. 1998 Kasım ve Aralık, 2000 Ocak, 2001 Ocak ve Aralık, 2006 Kasım, 2007 Aralık, 2008 Ocak ve Aralık aylarında tuzluluk değeri en düşük 25 psu değerinde gözlemlenmiştir. Bu değere göre M14 istasyonuna bu tarihlerde Karadeniz kökenli yüzey suyunun ulaşamaması söz konusudur. Zaman serisi değerlerine bakılırsa, en düşük sıcaklık diğer istasyonlarda olduğu gibi 2003 Şubat ayında gözlemlenmiş ve değeri üst tabakada 5,6°C dir. En yüksek sıcaklık değeri yine diğer istasyonlarda gözlemlendiği gibi 2002 Temmuz ayında üst tabakada 27,08°C dir. En düşük tuzluluk

değerleri ise diğer istasyonlardan farklı olarak 1998 Temmuz ayında gözlemlenmiştir ve değeri üst tabakada 19,96 psu dur. En yüksek tuzluluk ise diğer istasyonlardan farklı olarak 1997 Haziran ayında gözlemlenmiştir ve değeri alt tabakada 38,7 psu dur.



Şekil 26. M23 istasyonu profil boyunca sıcaklık zaman serisi



Şekil 27. M23 istasyonu profil boyunca tuzluluk zaman serisi

M23 istasyonu incelenen istasyonlar arasında su derinliği en çok olandır. Konumu Boğaz çıkışındaki su jetini takip edecek şekilde çıkıştan 205 derece yönünde yaklaşık 23 km uzaklıkta bulunmaktadır. Bu istasyonda alt tabaka kalınlığı artışı oldukça nettir (Şekil 26 ve 27). Tuzluluk grafiğine bakarsak 1998 Kasım, 2001 Mart, Kasım ve Aralık, 2003 Kasım ve Aralık, 2004 Ocak, 2007 Kasım, 2008 Aralık ve 2009 Şubat aylarında tuzluluk değeri en düşük 26 psu olarak gözlemlenmiştir. Bu tarihlerde Karadeniz suyunun M23 istasyonuna ulaşamadığını söyleyebiliriz. Zaman serisine bakarsak en düşük sıcaklık diğer tüm istasyonlarda olduğu gibi 2003 Şubat ayıdır ve değeri 5,36°C' dir. En yüksek sıcaklık ise yine 2002 Temmuz ayında gözlemlenmiştir ve değeri 27,15°C' dir. Tuzluluk ise, 2002 Mayıs ayında en düşük değerini almıştır ve üst tabakada 19,57 psu olarak gözlemlenmiştir, en

yüksek tuzluluk ise M14' de gözlemlendiği gibi 1997 Haziran ayındadır ve değeri alt tabakada 38,76 psu' dur. Tablo 4' de incelenen tüm istasyonların maksimum ve minimum değerleri sunulmuştur.

Profil boyunca sunulan sıcaklık ve tuzluluk zaman serileri, istasyonlar arasındaki ilişkiyi genel olarak göstermektedir. Üst tabaka suyu olarak belirtilen Karadeniz suyunun K2,K0,B2,M8,M11,M14 ve M23 istasyonlarındaki dağılımını takip edebilmek için, zaman serisi halinde oluşturulan sıcaklık ve tuzluluk değerlerini karşılaştırabiliriz. Florya ve Kumköy meteoroloji istasyonlarında en düşük ortalama aylık hava sıcaklığının gözlemlendiği 2003 Şubat ayındaki düşük sıcaklık değeri M11 hariç bütün istasyonlarda aynı ay içerisinde görülmüştür, M11 istasyonunda ise 2 ay sonra 2002 Nisan ayında en düşük sıcaklık değeri görülmektedir.

B2 istasyonu hariç tüm istasyonlarda en yüksek sıcaklık değeri aynı ay içerisinde 2002 Temmuz' da gözlemlenmiştir. Kumköy ve Florya meteoroloji istasyonlarına ait aylık ortalama hava sıcaklığına göre de Temmuz 2002 en sıcak geçen aydır. En düşük ve en yüksek deniz suyu sıcaklıklarının hava sıcaklığı ile uyumlu olması atmosferik ısınma ve soğuma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. B2 istasyonunda üst tabaka sıcaklığının farklı bir eğilim göstermesi İstanbul Boğazı'nın dinamik yapısı ile ilişkilidir. İstanbul Boğazı'nda üst tabaka suyu boğazın güney çıkışında boğazın daralmasından dolayı hızlanarak lineer olmayan bir akış haline gelir ve burada iki tabaka arasındaki karışım artar (Oğuz ve diğ., 1990). Yaz aylarında Karadeniz'den üst tabakayla birlikte gelen soğuk ara tabaka karışımından dolayı 5 ve 10m derinlikteki suyun sıcaklığını azaltmıştır.

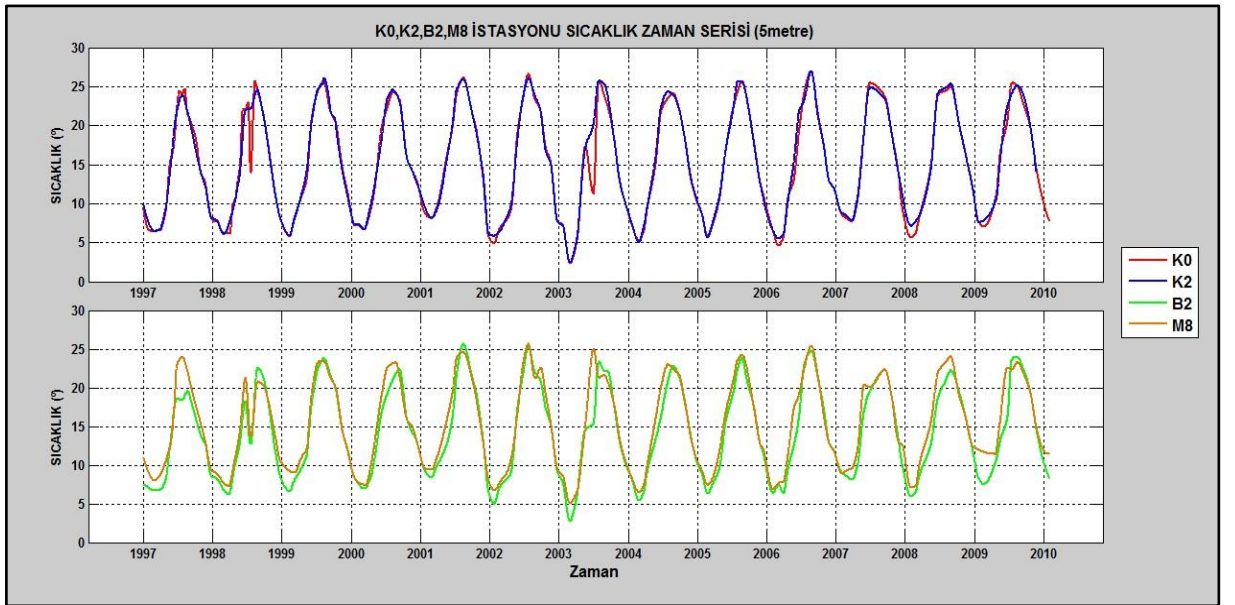
M8,B2 ve K2 istasyonlarının maksimum tuzluluk değerlerinin aynı ayda gözlemlenmesi (2008 Ağustos) ve bu ayda K0 istasyonun da maksimuma yakın değer alması (37,33 psu), alt tabaka suyunun M8 ve K2 arasında etkileşimde olduğunu gösterir.

Tablo 4. Tüm istasyonlar maksimum sıcaklık ve tuzluluk ile minimum sıcaklık ve tuzluluk değerleri.

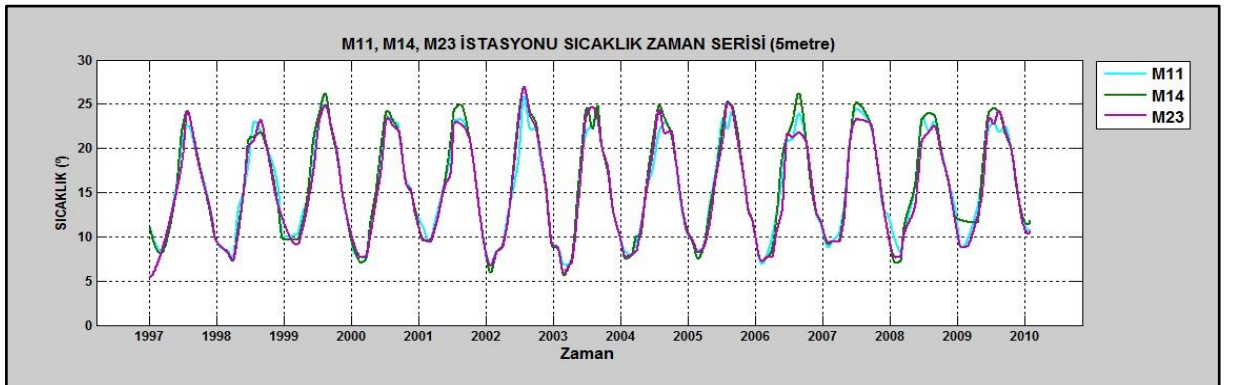
İstasyon Adı	Tarih	İstatistik	Değer	Tabaka
K0	2002 Temmuz	Maksimum Sıcaklık (°C)	27,05	Üst
	2003 Şubat	Minimum Sıcaklık (°C)	2,33	Üst
	1997 Kasım	Maksimum Tuzluluk (psu)	37,7	Alt
	2006 Temmuz	Minimum Tuzluluk (psu)	13,94	Üst
K2	2002 Temmuz	Maksimum Sıcaklık (°C)	27	Üst
	2003 Şubat	Minimum Sıcaklık (°C)	2,38	Üst
	2008 Ağustos	Maksimum Tuzluluk (psu)	36,59	Alt
	2006 Mayıs	Minimum Tuzluluk (psu)	13,94	Üst
B2	2001 Ağustos	Maksimum Sıcaklık (°C)	25,89	Üst
	2003 Şubat	Minimum Sıcaklık (°C)	2,66	Üst
	2008 Ağustos	Maksimum Tuzluluk (psu)	38,48	Alt
	1999 Temmuz	Minimum Tuzluluk (psu)	15,49	Üst
M8	2002 Temmuz	Maksimum Sıcaklık (°C)	26,41	Üst
	2003 Şubat	Minimum Sıcaklık (°C)	4,99	Üst
	2008 Ağustos	Maksimum Tuzluluk (psu)	38,69	Alt
	1999 Temmuz	Minimum Tuzluluk (psu)	18,33	Üst
M11	2002 Temmuz	Maksimum Sıcaklık (°C)	25,9	Üst
	2003 Nisan	Minimum Sıcaklık (°C)	6,41	Üst
	1998 Kasım	Maksimum Tuzluluk (psu)	38,66	Alt
	1998 Haziran	Minimum Tuzluluk (psu)	20,39	Üst
M14	2002 Temmuz	Maksimum Sıcaklık (°C)	27,8	Üst
	2003 Şubat	Minimum Sıcaklık (°C)	5,6	Üst
	1997 Haziran	Maksimum Tuzluluk (psu)	38,7	Alt
	1998 Temmuz	Minimum Tuzluluk (psu)	19,96	Üst
M23	2002 Temmuz	Maksimum Sıcaklık (°C)	27,15	Üst
	2003 Şubat	Minimum Sıcaklık (°C)	5,36	Üst
	1997 Haziran	Maksimum Tuzluluk (psu)	38,76	Alt
	2002 Mayıs	Minimum Tuzluluk (psu)	19,37	Üst

3.2.1. Karadeniz ve Marmara Denizi etkileşimi üst tabaka suyu

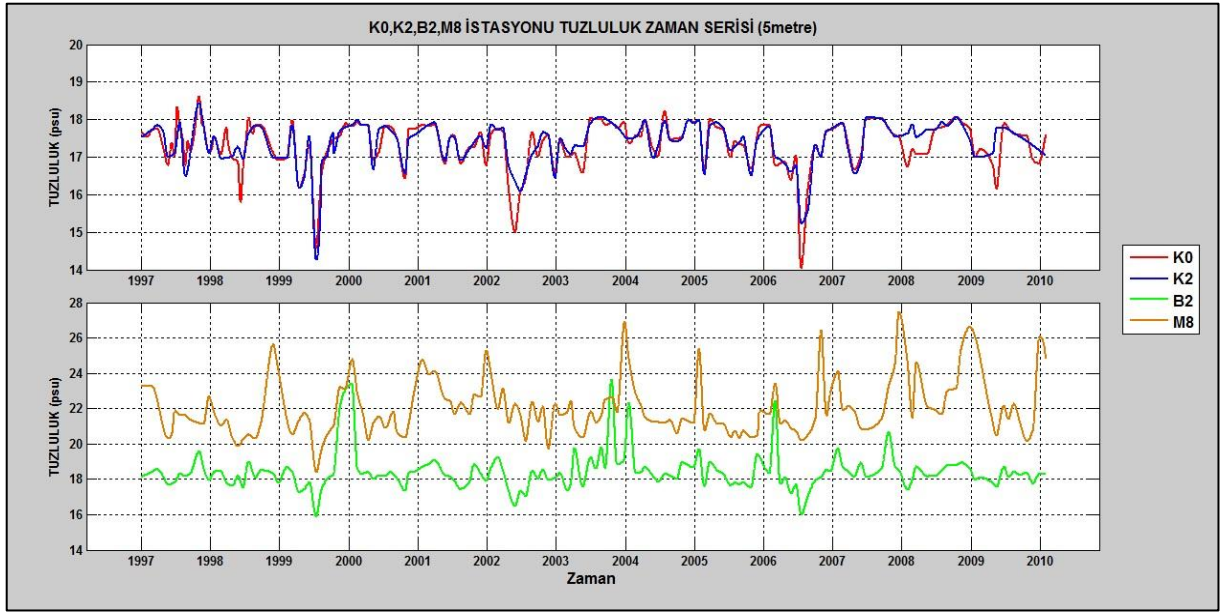
Karadeniz ve Marmara Denizi yaklaşım suları ile İstanbul Boğazı'nda bulunan istasyonların profil zaman serileri bölüm 3.2 de sunulmuştur ve genel olarak üst tabaka Karadeniz suyunun bütün bu istasyonlar ile etkileşimde olduğu belirtilmiştir. Bu etkileşimi daha ayrıntılı incelemek için üst tabaka suyu, sabit derinlikte zaman serisi şeklinde her bir istasyon için oluşturulmuştur. Bu derinlik değeri, üst tabakayı karakterize etmesi açısından 5m ve 10m seçilmiştir. Bölüm 2.1.2.1' de anlatıldığı gibi kayıp verileri analiz etmek için kübik interpolasyon yöntemi uygulanmıştır ve interpolasyon aralığı gün olarak belirlenmiştir.



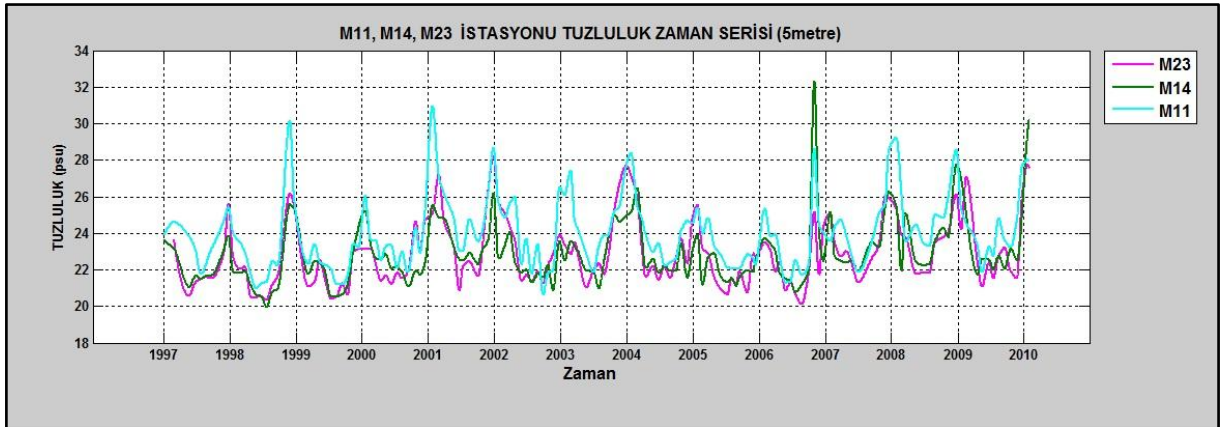
Şekil 28. K2, K0, B2, M8 istasyonları sıcaklık zaman serisi (5metre)



Şekil 29. M11, M14, M23 istasyonları sıcaklık zaman serisi (5metre)



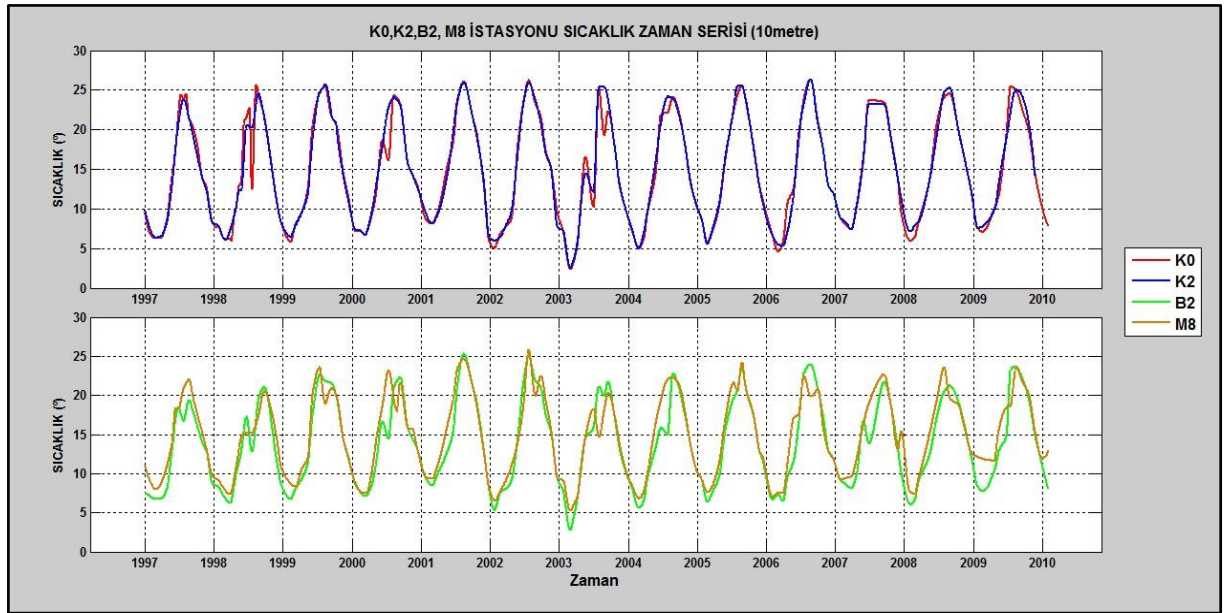
Şekil 30. K2, K0, B2, M8 istasyonları tuzluluk zaman serisi (5metre)



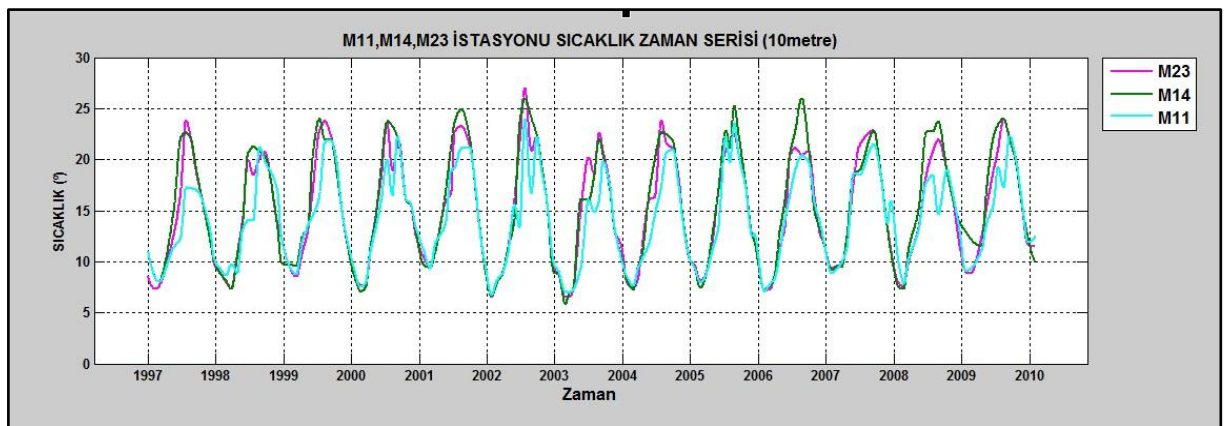
Şekil 31. M11, M14, M23 istasyonları Tuzluluk zaman serisi (5metre)

Üst tabaka suyunun 5 metre su derinliğindeki sıcaklık ve tuzluluk zaman serileri Şekil 28, 29, 30 ve 31’ de gösterilmiştir. Serilerin daha iyi anlaşılabilmesi ve çizimlerin karışmaması için istasyonlar sınıflandırılmıştır. K2, K0, B2 ve M8 istasyonları bir şekilde ikili çizimler ile, M11, M14, M23 istasyonları ayrı bir şekilde tek bir grafikte sunulmuştur. Buna göre beş metre üst tabaka suyunun istasyonlardaki sıcaklık değerlerini zaman serisi olarak incelediğimizde, mevsimsel şartların etkisinde yerel olarak değişebilen fakat genel olarak tüm istasyonlarda aynı periyodiklikte ve yakın değerlerde olan bir ilişki söz konusudur. K0 istasyonunda sıcaklık değeri 1998 Temmuz ayında ani bir düşüşle 13,9 °C gözlemlenmiştir. Bu tarihte B2 ve M8 istasyonlarında da ani bir sıcaklık düşüşü görülmektedir. Yine K0

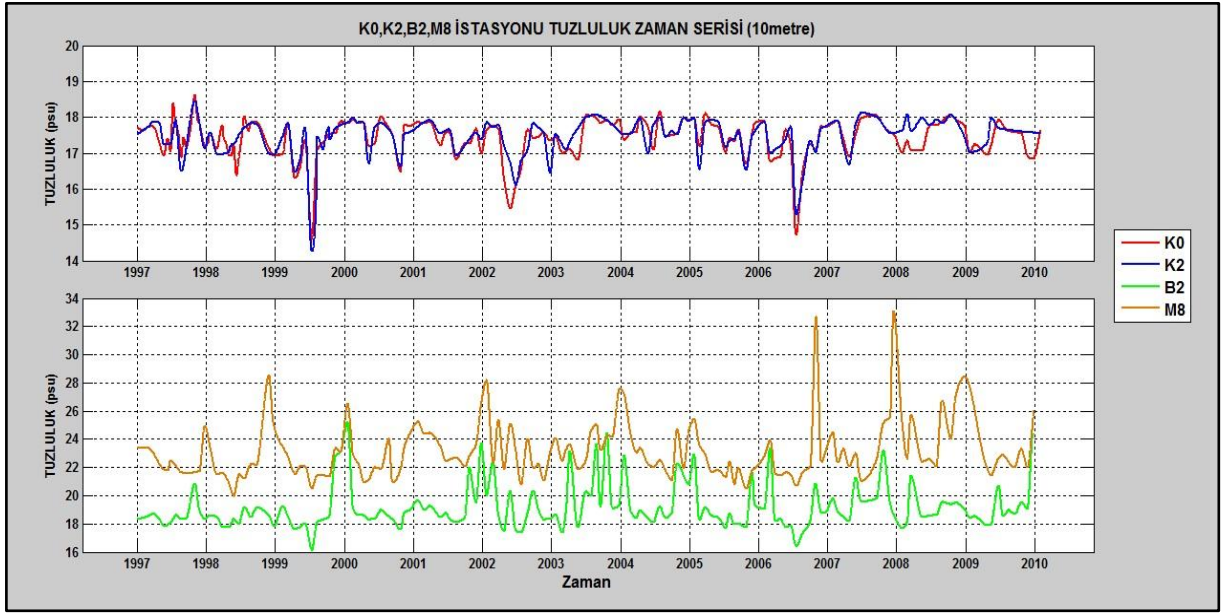
istasyonunda 2003 Temmuz ayında ani bir sıcaklık düşüşü gözlemlenmiştir fakat bu etki B2 ve M8 istasyonlarında görülmemiştir. Beş metre tuzluluk zaman serisine baktığımızda, K2 ile K0 ve B2, M8, M11, M14, M23 arasındaki benzer etkileşimleri görebiliriz. Tuzluluk değerlerinde ise ani düşüş ve artış olarak yoğun bir tuzluluk anomalisi söz konusudur. Özellikle 1999 ve 2006 yıllarında Temmuz ayında K0 ve K2 istasyonlarında gözlemlenen ani tuzluluk düşüşünün etkisi, B2 ve M8 istasyonlarında da net bir şekilde görülmektedir. M11 ve M14 istasyonlarında ise ani tuzluluk artışları göze çarpmaktadır.



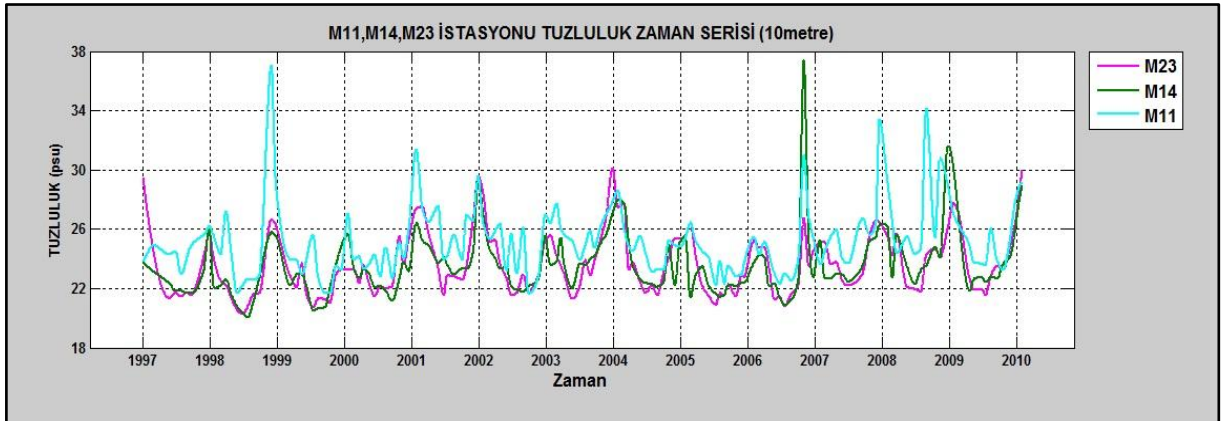
Şekil 32. K2, K0, B2, M8 istasyonları sıcaklık zaman serisi (10metre)



Şekil 33. M11, M14, M23 istasyonları sıcaklık zaman serisi (10metre)



Şekil 34. K2, K0, B2, M8 istasyonları tuzluluk zaman serisi (10metre)



Şekil 35. M11, M14, M23 istasyonları tuzluluk zaman serisi (10metre)

Tüm istasyonlar on metre su derinliği zaman serileri sıcaklık değerlerinde, beş metre de gözlemlendiği gibi K0 istasyonunda ani bir düşüş görülmektedir. Bu düşüşün etkisi B2 istasyonunda gözlemlenebilirken M8 istasyonunda görülmemektedir. Bunun yanı sıra K0 istasyonunda 2000 Temmuz ayında gözlemlenen ani sıcaklık düşüşü ilgi çekicidir. Bu sıcaklık düşüşü aynı tarihli beş metre su derinliğinde görülmemektedir ve yine B2 istasyonunda gözlenip M8 istasyonunda gözlemlenememiştir. Tuzluluk on metre değerlerinde ise, beş metrede K0 ve K2 istasyonlarında gözlemlenen 1999 ve 2000 yılı Temmuz ayı ani tuzluluk düşüşlerinin B2 ve M8 istasyonlarına olan etkisi az da olsa gözlemlenmektedir. Diğer anomalilerde beş metre tuzluluk zaman serisindeki etkileşimi göstermektedir. Tablo 5, 6, 7 ve

8, tüm istasyonlar için 5 ve 10 metre su derinliklerindeki aylık sıcaklık ve tuzluluk gözlem değerlerinin istatistik verilerini göstermektedir. Bu tablolarda gözlem değerlerinin aylık maksimum, minimum, ortalama, medyan ve standart sapmaları hesaplanmıştır. 5 ve 10m su derinliğinde, K2, K0 ve B2 istasyonları en yüksek sıcaklık değerlerini Ağustos ayında alırken, M8, M11, M14 ve M23 istasyonları Temmuz ayında almaktadır. En düşük sıcaklık değeri ise M11 istasyonu hariç diğer istasyonlar için şubat ayı (2003) olmuştur. M11 istasyonu Ocak ayı sıcaklık değeri 5m' de şubat ayına çok yakın, 10m' de ise şubat ayından düşüktür. Tuzluluk değerleri ise 5 ve 10m' lerde farklı aylarda maksimum ve minimum değerleri göstermiştir. Minimum tuzluluk değerlerine yaz aylarında ulaşılırken, maksimum tuzluluk değerlerine kış aylarında ulaşılmaktadır.

Tablo 5. Tüm istasyonlar sıcaklık (°C) gözlem değerleri aylık istatistik verileri (5 metre)

Yüzey 5 Metre		İstasyon Adı						
Aylar	İstatistik Değerler	K0	K2	B2	M23	M14	M11	M8
Ocak	En Yüksek Sıcaklık	8,76	8,86	9,22	10,30	9,54	10,98	11,42
	En Düşük Sıcaklık	4,94	5,84	4,96	6,69	5,93	6,86	6,68
	Ortalama Sıcaklık	7,39	7,55	7,89	8,74	8,26	8,98	8,70
	Medyan Sıcaklık	7,48	7,49	8,26	8,86	8,75	8,78	8,76
	S.Sapma	1,21	0,88	1,31	1,10	1,20	1,17	1,31
Şubat	En Yüksek Sıcaklık	8,18	8,52	8,65	9,49	9,43	9,51	9,26
	En Düşük Sıcaklık	2,34	2,45	2,71	5,85	5,66	6,83	5,02
	Ortalama Sıcaklık	6,35	6,37	6,70	7,94	7,65	8,11	7,37
	Medyan Sıcaklık	6,47	6,50	6,71	8,02	7,51	8,39	7,52
	S.Sapma	1,47	1,62	1,47	0,98	1,06	0,83	1,11
Mart	En Yüksek Sıcaklık	9,59	9,30	9,93	10,29	11,06	10,52	10,21
	En Düşük Sıcaklık	5,19	3,58	3,97	6,61	6,44	6,85	5,75
	Ortalama Sıcaklık	7,30	7,21	7,33	8,56	8,73	8,96	8,35
	Medyan Sıcaklık	7,49	7,68	7,30	8,74	8,85	8,81	8,53
	S.Sapma	1,22	1,54	1,48	1,17	1,40	1,30	1,38
Nisan	En Yüksek Sıcaklık	11,25	11,04	10,75	12,32	13,19	13,62	11,89
	En Düşük Sıcaklık	5,48	5,80	6,28	7,13	7,38	7,44	6,64
	Ortalama Sıcaklık	9,60	9,86	9,16	10,62	11,15	11,92	10,41
	Medyan Sıcaklık	9,56	10,21	9,63	11,00	11,49	12,84	10,77
	S.Sapma	1,61	1,46	1,20	1,54	1,62	2,00	1,52
Mayıs	En Yüksek Sıcaklık	19,19	19,21	17,50	21,04	20,87	21,24	20,38
	En Düşük Sıcaklık	12,82	13,11	11,27	13,05	14,66	13,92	12,13
	Ortalama Sıcaklık	15,64	15,63	13,69	15,38	16,76	16,09	15,64
	Medyan Sıcaklık	15,36	15,23	13,01	14,87	16,74	15,73	15,52
	S.Sapma	2,15	1,95	1,98	2,16	1,83	1,85	2,17
Haziran	En Yüksek Sıcaklık	25,45	24,87	21,85	23,56	25,16	24,45	22,95
	En Düşük Sıcaklık	19,36	18,11	16,28	16,76	17,09	17,52	19,03
	Ortalama Sıcaklık	21,59	22,05	17,93	20,04	21,78	20,24	20,60
	Medyan Sıcaklık	20,98	21,99	18,06	19,97	21,27	19,33	20,08
	S.Sapma	2,03	1,93	1,75	2,46	2,14	2,34	1,42
Temmuz	En Yüksek Sıcaklık	26,62	26,07	25,41	26,96	26,83	25,89	25,67
	En Düşük Sıcaklık	18,44	22,18	12,62	21,04	21,31	21,02	13,59
	Ortalama Sıcaklık	23,86	23,91	20,62	23,17	24,09	22,96	22,55
	Medyan Sıcaklık	24,21	23,95	20,76	23,22	24,28	22,97	23,11
	S.Sapma	2,09	1,17	3,27	1,67	1,32	1,24	3,07
Ağustos	En Yüksek Sıcaklık	26,96	26,99	25,67	24,89	26,24	25,02	25,39
	En Düşük Sıcaklık	23,10	21,80	19,60	21,67	21,80	21,84	20,79
	Ortalama Sıcaklık	24,83	24,92	22,82	23,17	24,04	23,01	23,00
	Medyan Sıcaklık	25,04	25,23	22,73	22,99	23,89	23,05	23,30
	S.Sapma	1,13	1,33	1,63	1,14	1,42	0,92	1,43
Eylül	En Yüksek Sıcaklık	23,79	23,71	22,42	22,86	23,20	22,60	22,86
	En Düşük Sıcaklık	20,35	21,72	17,63	18,77	19,14	18,87	19,39
	Ortalama Sıcaklık	22,36	22,52	21,31	21,53	21,62	21,54	21,44
	Medyan Sıcaklık	22,15	22,08	21,57	22,13	21,76	22,17	21,52
	S.Sapma	1,03	0,82	1,40	1,29	1,26	1,34	1,07
Ekim	En Yüksek Sıcaklık	20,47	21,57	20,27	21,07	21,10	20,76	20,91
	En Düşük Sıcaklık	15,50	15,47	15,57	15,84	15,86	16,25	15,57
	Ortalama Sıcaklık	18,62	18,56	18,38	18,90	18,63	18,80	18,54
	Medyan Sıcaklık	18,58	18,55	18,70	19,29	18,76	19,01	18,64
	S.Sapma	1,42	1,74	1,36	1,63	1,51	1,47	1,52
Kasım	En Yüksek Sıcaklık	16,83	16,75	16,69	16,70	16,53	16,67	16,64
	En Düşük Sıcaklık	12,56	12,43	12,57	12,21	12,32	12,16	12,55
	Ortalama Sıcaklık	13,86	13,82	13,89	14,23	13,96	14,32	14,00
	Medyan Sıcaklık	13,38	13,66	13,14	14,49	13,68	14,50	13,84
	S.Sapma	1,31	1,22	1,30	1,44	1,34	1,47	1,31
Aralık	En Yüksek Sıcaklık	12,97	12,61	13,00	12,36	12,88	12,87	13,00
	En Düşük Sıcaklık	5,66	6,04	6,44	8,36	8,31	8,71	7,87
	Ortalama Sıcaklık	10,02	9,89	10,41	10,96	10,82	11,24	11,14
	Medyan Sıcaklık	10,37	10,50	10,41	11,51	11,32	11,56	11,88
	S.Sapma	2,01	2,24	1,77	1,31	1,49	1,35	1,59

Tablo 6. Tüm istasyonlar tuzluluk (psu) gözlem değerleri aylık istatistik verileri (5 metre)

Yüzey 5 Metre		İstasyon Adı						
Aylar	İstatistik Değerler	K0	K2	B2	M23	M14	M11	M8
Ocak	En Yüksek Tuzluluk	17,97	17,99	23,40	27,75	25,53	30,95	25,67
	En Düşük Tuzluluk	16,75	16,99	17,40	22,63	21,86	23,56	21,61
	Ortalama Tuzluluk	17,49	17,63	19,28	25,18	24,16	26,61	24,17
	Medyan Tuzluluk	17,49	17,63	18,55	25,19	25,15	26,07	24,78
	S.Sapma	0,36	0,31	1,82	1,54	1,47	2,28	1,41
Şubat	En Yüksek Tuzluluk	17,94	17,99	19,26	27,09	23,72	27,46	23,25
	En Düşük Tuzluluk	16,64	16,53	17,36	22,04	21,17	23,52	20,74
	Ortalama Tuzluluk	17,44	17,50	18,37	23,79	22,73	24,88	21,95
	Medyan Tuzluluk	17,58	17,73	18,41	23,46	23,14	24,62	21,83
	S.Sapma	0,44	0,48	0,51	1,40	0,89	1,29	0,81
Mart	En Yüksek Tuzluluk	18,02	17,92	20,10	25,92	25,21	26,61	24,59
	En Düşük Tuzluluk	16,79	16,97	17,77	21,08	21,78	22,33	20,53
	Ortalama Tuzluluk	17,60	17,60	18,59	23,29	23,39	24,35	22,47
	Medyan Tuzluluk	17,74	17,78	18,45	23,07	23,25	24,64	22,15
	S.Sapma	0,40	0,36	0,62	1,33	1,25	1,24	1,22
Nisan	En Yüksek Tuzluluk	18,00	17,99	19,77	23,53	22,97	25,98	21,89
	En Düşük Tuzluluk	16,18	16,18	17,26	20,47	21,10	0,00	20,21
	Ortalama Tuzluluk	17,07	17,20	18,17	22,03	22,30	21,22	21,13
	Medyan Tuzluluk	17,11	17,10	18,14	21,90	22,38	23,36	21,20
	S.Sapma	0,62	0,60	0,70	0,92	0,55	7,54	0,53
Mayıs	En Yüksek Tuzluluk	17,74	17,78	18,94	23,19	23,16	24,72	22,53
	En Düşük Tuzluluk	15,00	16,35	16,48	20,49	20,62	20,97	19,87
	Ortalama Tuzluluk	16,71	17,05	17,85	21,58	22,13	22,80	21,15
	Medyan Tuzluluk	16,82	16,97	18,03	21,53	22,40	22,77	21,16
	S.Sapma	0,65	0,49	0,62	0,84	0,76	1,16	0,82
Haziran	En Yüksek Tuzluluk	18,04	18,06	18,72	22,43	22,57	23,71	22,41
	En Düşük Tuzluluk	16,09	16,10	17,36	20,55	20,55	21,26	20,27
	Ortalama Tuzluluk	17,21	17,33	17,96	21,38	21,87	22,79	21,39
	Medyan Tuzluluk	17,20	17,53	17,87	21,35	21,92	23,04	21,32
	S.Sapma	0,62	0,56	0,37	0,49	0,54	0,88	0,64
Temmuz	En Yüksek Tuzluluk	18,23	17,97	19,02	22,22	22,51	23,31	21,84
	En Düşük Tuzluluk	14,03	14,25	15,88	20,35	19,97	21,32	18,39
	Ortalama Tuzluluk	17,08	17,08	17,82	21,37	21,54	22,24	20,83
	Medyan Tuzluluk	17,76	17,63	18,15	21,50	21,68	22,11	21,05
	S.Sapma	1,39	1,26	1,03	0,69	0,79	0,58	0,98
Ağustos	En Yüksek Tuzluluk	18,01	18,06	19,82	23,47	23,56	25,00	23,01
	En Düşük Tuzluluk	16,14	15,60	17,05	20,13	20,53	21,18	19,67
	Ortalama Tuzluluk	17,35	17,21	18,17	21,71	21,84	23,14	21,44
	Medyan Tuzluluk	17,55	17,39	18,19	21,59	21,74	23,01	21,52
	S.Sapma	0,58	0,72	0,73	0,92	0,88	1,31	1,00
Eylül	En Yüksek Tuzluluk	18,04	18,01	18,64	23,21	23,52	23,86	22,51
	En Düşük Tuzluluk	17,01	17,11	17,83	21,24	20,66	20,63	20,57
	Ortalama Tuzluluk	17,51	17,52	18,24	21,99	21,86	22,45	21,15
	Medyan Tuzluluk	17,49	17,48	18,15	21,93	21,65	22,18	21,13
	S.Sapma	0,32	0,31	0,28	0,68	0,97	1,13	0,57
Ekim	En Yüksek Tuzluluk	18,07	18,07	23,68	25,37	25,03	25,23	23,28
	En Düşük Tuzluluk	16,42	16,51	17,34	20,62	21,20	21,67	20,17
	Ortalama Tuzluluk	17,40	17,38	18,96	22,68	22,84	23,51	21,66
	Medyan Tuzluluk	17,50	17,44	18,36	22,25	22,67	23,39	21,49
	S.Sapma	0,48	0,52	1,79	1,54	1,13	1,27	1,11
Kasım	En Yüksek Tuzluluk	18,11	18,14	21,96	26,55	28,18	30,19	25,64
	En Düşük Tuzluluk	16,92	17,31	17,76	21,55	20,89	21,94	19,73
	Ortalama Tuzluluk	17,67	17,68	18,89	24,18	23,70	25,09	22,57
	Medyan Tuzluluk	17,68	17,64	18,64	23,43	23,40	25,41	22,23
	S.Sapma	0,30	0,24	1,13	1,80	2,02	2,34	2,00
Aralık	En Yüksek Tuzluluk	17,94	17,89	23,07	28,24	27,76	28,71	27,48
	En Düşük Tuzluluk	16,57	16,44	17,92	22,75	22,29	22,25	21,22
	Ortalama Tuzluluk	17,44	17,35	18,79	24,97	24,44	25,98	24,13
	Medyan Tuzluluk	17,72	17,44	18,45	24,33	24,42	25,90	23,10
	S.Sapma	0,50	0,47	1,35	1,82	1,88	2,14	2,10

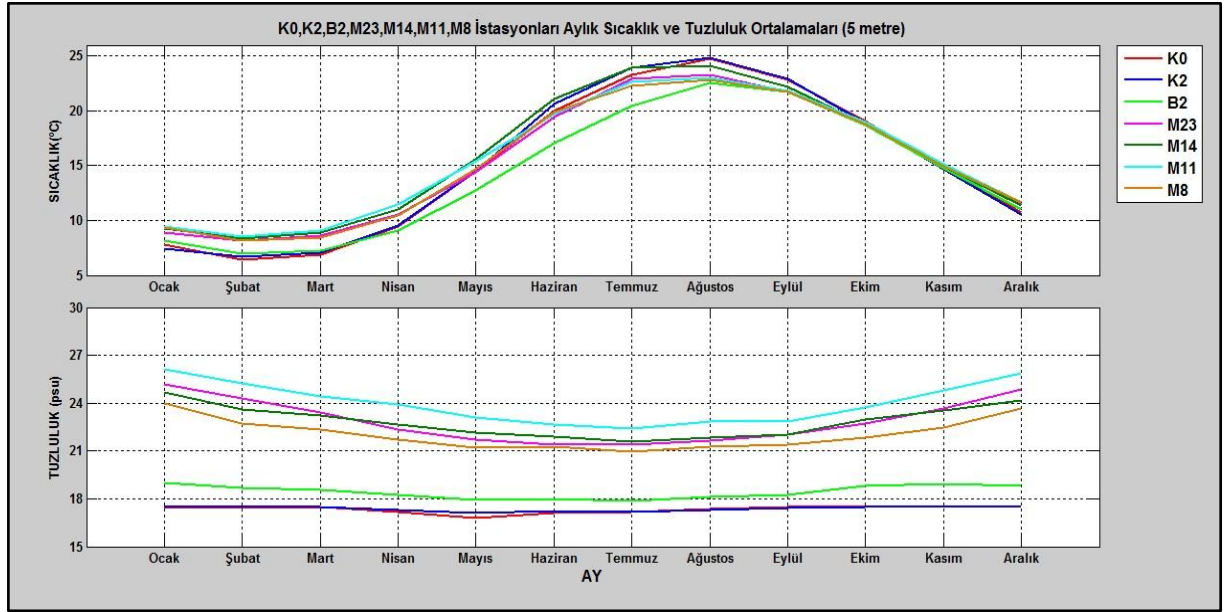
Tablo 7. Tüm istasyonlar sıcaklık (°C) gözlem değerleri aylık istatistik veriler (10 metre)

Yüze y 10 Metre		İstasyon Adı						
Aylar	İstatistik Değerler	K0	K2	B2	M23	M14	M11	M8
Ocak	En Yüksek Sıcaklık	8,77	8,86	9,47	11,46	9,65	12,13	12,31
	En Düşük Sıcaklık	5,04	5,98	5,28	6,56	6,60	6,75	6,51
	Ortalama Sıcaklık	7,44	7,59	8,03	8,97	8,48	9,34	9,00
	Medyan Sıcaklık	7,46	7,52	8,38	9,01	8,75	9,09	9,16
	S.Sapma	1,15	0,84	1,29	1,38	0,96	1,38	1,48
Şubat	En Yüksek Sıcaklık	8,18	8,41	8,71	9,51	9,43	9,18	9,40
	En Düşük Sıcaklık	2,36	2,54	2,72	6,53	5,84	7,03	5,21
	Ortalama Sıcaklık	6,34	6,42	6,82	7,91	7,63	7,95	7,50
	Medyan Sıcaklık	6,57	6,52	6,76	7,80	7,38	7,98	7,60
	S.Sapma	1,48	1,60	1,50	0,84	0,99	0,71	1,07
Mart	En Yüksek Sıcaklık	9,57	9,30	9,98	10,29	10,79	10,57	10,22
	En Düşük Sıcaklık	5,18	3,58	4,48	6,55	6,90	6,99	6,13
	Ortalama Sıcaklık	7,20	7,07	7,43	8,44	8,66	8,91	8,35
	Medyan Sıcaklık	7,30	7,41	7,41	8,52	8,58	8,76	8,36
	S.Sapma	1,23	1,55	1,41	1,17	1,26	1,05	1,21
Nisan	En Yüksek Sıcaklık	10,87	10,76	10,77	12,62	12,54	12,10	11,97
	En Düşük Sıcaklık	5,49	5,84	6,84	7,09	7,13	7,24	7,13
	Ortalama Sıcaklık	9,26	9,24	9,22	10,88	11,07	10,44	10,45
	Medyan Sıcaklık	9,46	9,70	9,51	11,08	11,37	11,01	10,79
	S.Sapma	1,47	1,49	1,06	1,51	1,59	1,50	1,39
Mayıs	En Yüksek Sıcaklık	18,26	17,34	16,75	17,79	18,65	18,65	17,15
	En Düşük Sıcaklık	11,73	11,39	11,28	12,75	13,33	9,39	12,02
	Ortalama Sıcaklık	14,40	14,14	13,36	14,77	15,59	13,45	15,27
	Medyan Sıcaklık	13,76	13,74	13,04	14,68	15,65	13,38	15,28
	S.Sapma	2,05	2,00	1,68	1,53	1,59	2,23	1,49
Haziran	En Yüksek Sıcaklık	23,69	23,43	21,71	21,48	23,37	18,96	20,46
	En Düşük Sıcaklık	18,42	17,80	13,88	16,30	16,85	12,42	15,17
	Ortalama Sıcaklık	20,66	20,29	16,91	18,61	20,73	15,57	18,66
	Medyan Sıcaklık	20,80	19,77	16,71	18,39	20,63	15,80	18,68
	S.Sapma	1,87	1,75	2,09	1,84	1,85	2,23	1,43
Temmuz	En Yüksek Sıcaklık	26,27	25,91	25,05	27,03	25,99	23,97	25,83
	En Düşük Sıcaklık	16,12	18,75	12,79	18,50	16,01	14,01	15,23
	Ortalama Sıcaklık	22,91	23,12	19,37	22,21	22,64	18,60	21,57
	Medyan Sıcaklık	23,99	23,57	20,05	21,98	22,80	18,71	22,26
	S.Sapma	3,11	2,08	3,94	2,24	2,38	2,71	2,91
Ağustos	En Yüksek Sıcaklık	26,38	26,40	25,34	23,96	26,02	21,74	24,64
	En Düşük Sıcaklık	19,30	21,61	19,40	18,90	20,14	14,61	16,49
	Ortalama Sıcaklık	24,30	24,77	21,88	21,62	23,05	18,84	20,44
	Medyan Sıcaklık	24,77	25,16	21,87	21,76	23,23	20,41	19,87
	S.Sapma	1,88	1,29	1,83	1,52	1,68	2,75	2,54
Eylül	En Yüksek Sıcaklık	23,47	23,66	22,30	22,83	22,90	22,32	22,66
	En Düşük Sıcaklık	20,36	20,86	17,58	18,76	19,14	17,02	19,31
	Ortalama Sıcaklık	22,24	22,30	21,06	21,41	21,55	20,84	21,17
	Medyan Sıcaklık	22,13	21,99	21,33	21,87	21,85	21,51	21,04
	S.Sapma	0,97	1,03	1,34	1,24	1,19	1,72	1,03
Ekim	En Yüksek Sıcaklık	20,46	21,57	20,04	21,21	20,82	19,98	20,79
	En Düşük Sıcaklık	15,46	15,49	15,57	15,87	15,91	16,02	15,63
	Ortalama Sıcaklık	18,60	18,57	18,28	18,98	18,60	18,66	18,57
	Medyan Sıcaklık	18,56	18,54	18,59	19,24	18,81	18,96	18,70
	S.Sapma	1,43	1,71	1,33	1,63	1,46	1,33	1,54
Kasım	En Yüksek Sıcaklık	16,83	16,76	16,61	16,70	16,51	17,01	16,31
	En Düşük Sıcaklık	12,54	12,39	12,55	12,24	12,44	12,26	12,54
	Ortalama Sıcaklık	13,84	13,82	13,94	14,32	14,11	14,76	14,17
	Medyan Sıcaklık	13,36	13,66	13,16	14,50	13,75	14,80	14,23
	S.Sapma	1,31	1,23	1,29	1,44	1,42	1,65	1,32
Aralık	En Yüksek Sıcaklık	12,98	12,62	13,07	12,55	13,72	15,97	15,40
	En Düşük Sıcaklık	5,91	6,38	7,91	8,69	8,65	9,19	8,11
	Ortalama Sıcaklık	10,17	9,93	10,61	11,18	11,08	11,92	11,39
	Medyan Sıcaklık	10,36	10,49	10,40	11,46	11,33	11,91	11,88
	S.Sapma	1,85	2,17	1,55	1,16	1,59	1,70	1,90

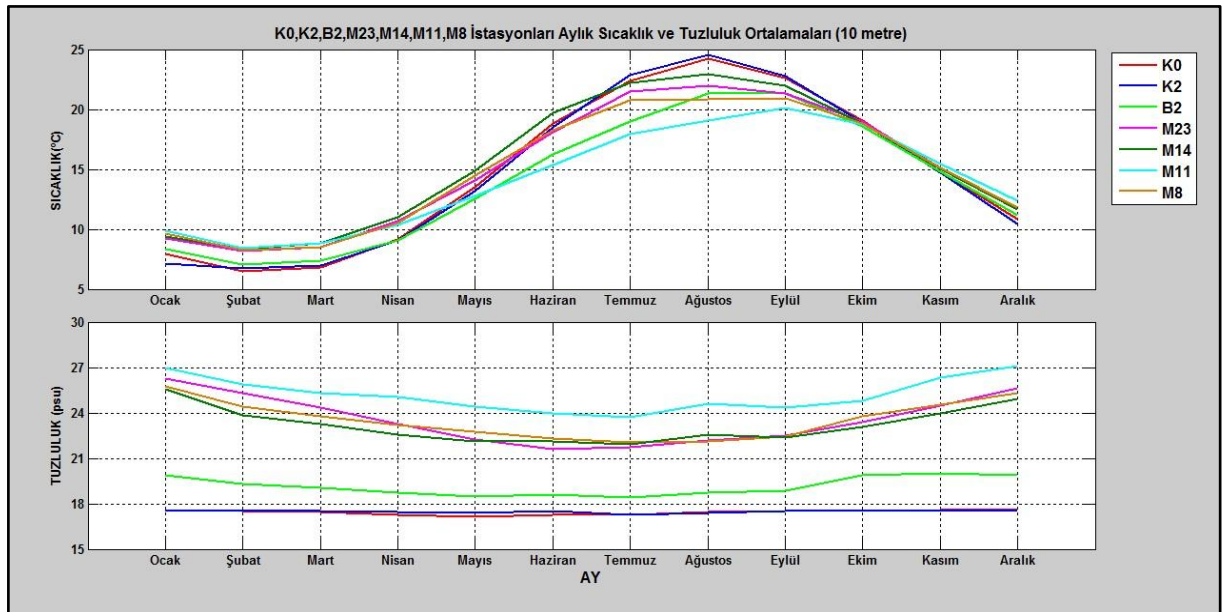
Tablo 8. Tüm istasyonlar tuzluluk (psu) gözlem değerleri aylık istatistik verileri (10 metre)

Yüzey 10 metre		İstasyon Adı						
Aylar	İstatistik Değerler	K0	K2	B2	M23	M14	M11	M8
Ocak	En Yüksek Tuzluluk	17,97	17,99	25,23	28,76	27,99	31,42	29,08
	En Düşük Tuzluluk	17,02	17,02	17,71	23,96	22,00	23,64	23,47
	Ortalama Tuzluluk	17,54	17,65	20,07	26,54	25,52	27,26	25,92
	Medyan Tuzluluk	17,54	17,63	19,19	26,48	25,69	27,07	25,41
	S.Sapma	0,32	0,29	2,34	1,60	1,80	2,18	1,81
Şubat	En Yüksek Tuzluluk	17,94	18,09	22,45	27,16	24,58	27,73	24,27
	En Düşük Tuzluluk	16,98	16,55	17,38	22,52	21,40	23,93	21,48
	Ortalama Tuzluluk	17,50	17,58	18,92	24,76	23,05	25,45	22,82
	Medyan Tuzluluk	17,58	17,72	18,82	24,78	23,14	25,32	22,74
	S.Sapma	0,37	0,46	1,17	1,37	0,94	1,24	0,78
Mart	En Yüksek Tuzluluk	18,11	17,92	21,41	26,67	26,46	27,21	25,69
	En Düşük Tuzluluk	16,81	17,05	17,78	22,21	22,24	23,96	21,60
	Ortalama Tuzluluk	17,61	17,62	19,06	24,23	24,01	25,38	23,50
	Medyan Tuzluluk	17,74	17,83	18,66	24,09	24,09	25,37	23,30
	S.Sapma	0,38	0,34	1,03	1,48	1,46	1,06	1,26
Nisan	En Yüksek Tuzluluk	18,02	17,99	23,16	24,11	23,59	26,38	23,62
	En Düşük Tuzluluk	16,29	16,47	17,47	21,19	21,45	0,00	20,94
	Ortalama Tuzluluk	17,14	17,34	18,62	22,98	22,97	22,32	21,96
	Medyan Tuzluluk	17,11	17,30	18,30	23,25	23,25	24,52	21,77
	S.Sapma	0,57	0,51	1,58	0,95	0,74	7,90	0,90
Mayıs	En Yüksek Tuzluluk	17,74	17,99	21,29	23,73	23,72	27,56	25,13
	En Düşük Tuzluluk	15,47	16,69	17,71	20,55	20,77	21,64	19,95
	Ortalama Tuzluluk	17,09	17,39	18,55	22,12	22,69	24,18	22,15
	Medyan Tuzluluk	17,18	17,41	18,34	22,22	22,79	23,82	21,86
	S.Sapma	0,60	0,48	1,07	0,91	0,79	1,57	1,24
Haziran	En Yüksek Tuzluluk	17,97	18,12	20,73	22,18	24,11	25,71	23,25
	En Düşük Tuzluluk	16,10	16,12	17,52	20,29	20,41	22,23	21,03
	Ortalama Tuzluluk	17,28	17,56	18,51	21,56	22,17	23,92	22,10
	Medyan Tuzluluk	17,27	17,72	18,10	21,52	22,15	24,09	22,06
	S.Sapma	0,56	0,52	0,91	0,47	0,86	0,98	0,62
Temmuz	En Yüksek Tuzluluk	18,17	18,02	20,14	22,86	23,68	25,61	22,88
	En Düşük Tuzluluk	14,60	14,25	16,13	20,74	20,02	22,21	20,50
	Ortalama Tuzluluk	17,17	17,14	18,28	21,59	22,01	23,48	21,75
	Medyan Tuzluluk	17,76	17,70	18,57	21,63	22,03	23,07	21,97
	S.Sapma	1,27	1,25	1,18	0,69	1,16	0,97	0,82
Ağustos	En Yüksek Tuzluluk	17,97	18,06	23,70	24,29	23,79	34,18	26,79
	En Düşük Tuzluluk	16,50	16,25	17,37	21,34	20,65	22,51	21,42
	Ortalama Tuzluluk	17,43	17,30	18,90	22,32	22,09	25,12	22,94
	Medyan Tuzluluk	17,55	17,41	18,44	21,87	21,82	24,77	22,34
	S.Sapma	0,45	0,57	1,60	0,93	0,98	3,34	1,66
Eylül	En Yüksek Tuzluluk	18,06	18,01	20,35	23,73	24,16	26,76	23,23
	En Düşük Tuzluluk	17,30	17,11	18,02	21,26	20,71	21,64	20,92
	Ortalama Tuzluluk	17,60	17,64	18,91	22,31	22,33	23,65	21,87
	Medyan Tuzluluk	17,54	17,61	18,77	22,10	22,32	23,54	21,94
	S.Sapma	0,25	0,29	0,73	0,90	1,02	1,64	0,68
Ekim	En Yüksek Tuzluluk	18,07	18,07	24,46	25,54	25,20	26,27	25,21
	En Düşük Tuzluluk	16,49	16,51	17,61	21,05	22,05	21,66	20,50
	Ortalama Tuzluluk	17,42	17,41	20,14	23,43	23,53	24,17	22,92
	Medyan Tuzluluk	17,54	17,53	19,52	23,29	23,33	24,22	22,46
	S.Sapma	0,46	0,52	2,23	1,65	1,28	1,56	1,50
Kasım	En Yüksek Tuzluluk	18,11	18,14	22,76	26,66	31,32	37,06	28,54
	En Düşük Tuzluluk	16,92	17,50	18,30	22,93	22,39	22,88	21,08
	Ortalama Tuzluluk	17,68	17,71	19,70	24,81	24,72	26,84	24,19
	Medyan Tuzluluk	17,71	17,64	19,36	24,76	24,10	26,46	23,60
	S.Sapma	0,30	0,21	1,34	1,58	2,34	4,21	2,49
Aralık	En Yüksek Tuzluluk	17,94	17,89	24,41	30,13	31,64	33,45	33,10
	En Düşük Tuzluluk	16,83	16,45	18,19	22,76	22,37	23,23	21,90
	Ortalama Tuzluluk	17,52	17,37	20,08	25,77	25,83	27,12	25,45
	Medyan Tuzluluk	17,72	17,44	19,04	25,27	25,84	26,98	24,96
	S.Sapma	0,39	0,46	2,21	2,29	2,73	2,77	3,02

5 ve 10 metre sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin istasyonlara göre maksimum ve minimum değerlerini, genel istatistik analizinde bize yanlı sonuç çıkarabilir, zaman serilerinde oluşan anomaliler bu değerleri oldukça etkilemektedir. Bu maksatla her bir istasyon için 13 yıl boyunca toplanan verilerin ortalama aylık değerlerden oluşan grafikleri elde edilmiştir ve Şekil 36 ve 37’ de sunulmuştur.



Şekil 36. Tüm istasyonlar aylık sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları (5 metre)



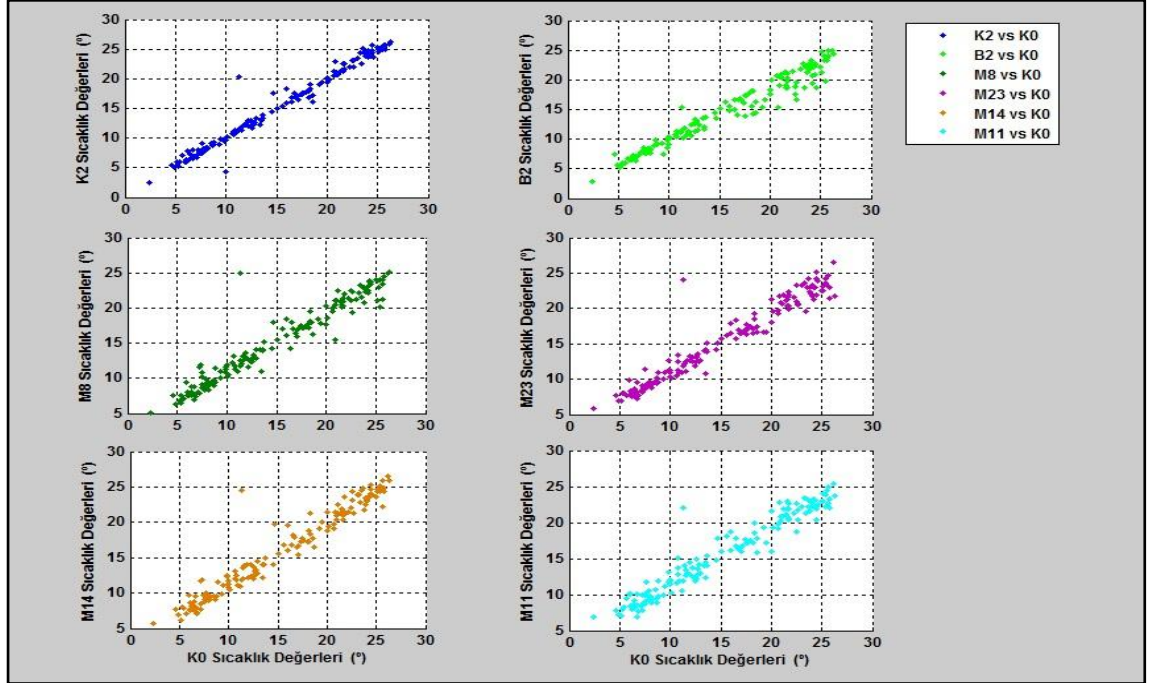
Şekil 37. Tüm istasyonlar aylık sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları (10 metre)

5 metre ortalama aylık sıcaklık değerlerini incelediğimizde (Şekil 36), Ocak, Şubat, Mart aylarında K2, K0 ve B2 istasyonları ile Marmara Denizi istasyonları, M8, M11, M14 ve M23' ün ayrı gruplar oluşturduğunu görebiliriz. K2, K0 ve B2, Marmara istasyonlarından daha düşük sıcaklıklara sahiptir. Nisan ayı ile beraber B2 istasyonunun diğer tüm istasyonlardan ayrılması net bir şekilde gözlemlenmektedir. Yaz aylarında ise K2 ve K0 istasyonlarındaki sıcaklık artışının Marmara istasyonlarına göre daha fazla olduğu ve daha yüksek değerler aldığı görülmektedir. Ekim Kasım ve Aralık aylarında ise tüm istasyonlarda birbirlerine yakın değerler gözlemlenmiştir. 5 metre ortalama aylık tuzluluk değerlerinde ise yine Karadeniz ve Marmara Denizi istasyonları arasındaki gruplaşma keskin bir şekilde görülürken aralarında B2 istasyonu bulunmaktadır. Özellikle Marmara istasyonlarının tuzluluk değerlerinin yaz aylarında düşük kış aylarında yüksek olduğu bu grafikte net bir şekilde görülmektedir. Karadeniz istasyonlarında mevsimsel tuzluluk farkı çok daha azdır.

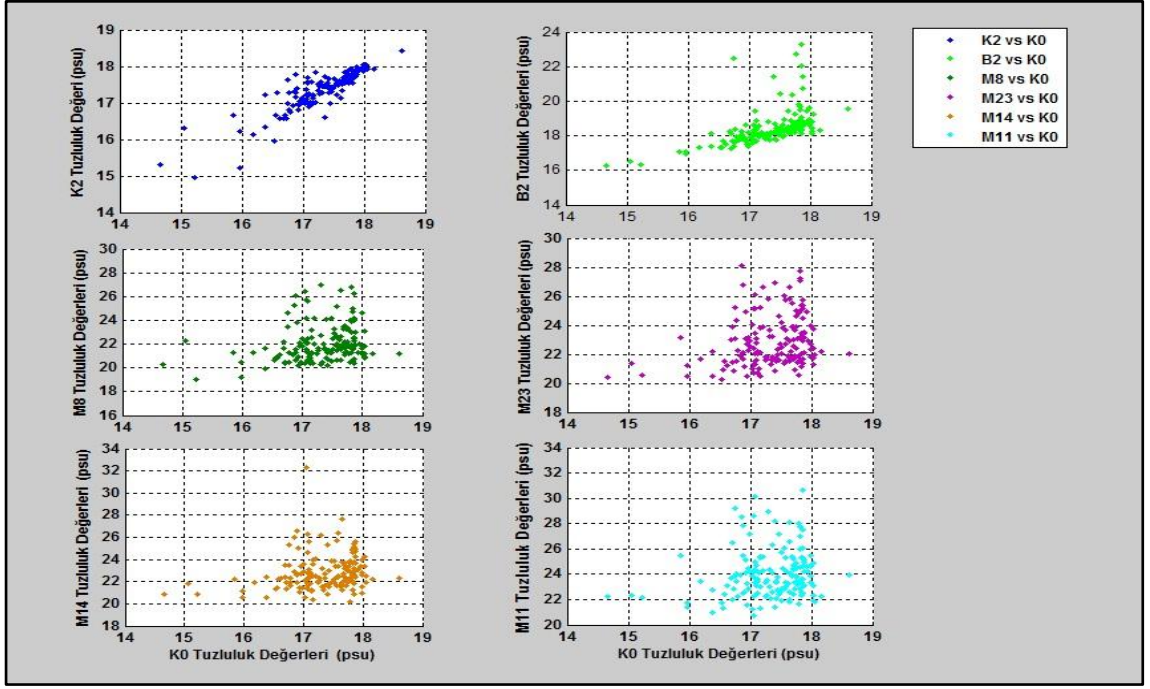
10 metre ortalama aylık sıcaklık değerlerinde, 5 metrede olduğu gibi Ocak, Şubat ve Mart ayları iki farklı gruplaşma söz konusudur ve Nisan ayı ile beraber B2 istasyonu ayrılmaktadır. Burada ilgi çekici gözlem M11 istasyonunun diğer istasyonlardan farklı bir yönelim sergileyip sıcaklık değerlerinin B2 istasyonun da altına düşmesidir. Yaz aylarında yine K2 ve K0 istasyonları sıcaklık artışı söz konusudur ve Ekim, Kasım, Aralık ayları tüm istasyon sıcaklık değerleri birbirine yakın değerler almıştır. 10 metre ortalama aylık tuzluluk değerlerini incelediğimizde 5 metre ile aynı gözlemleri yapabiliriz, sadece M11 istasyonu tuzluluk değerlerinin diğer Marmara istasyonlarından farkı biraz daha net gözlemlenmiştir.

5 ve 10 metrelerde oluşturulan sıcaklık ve tuzluluk zaman serileri ile bu serilerin istatistik sonuçları, üst tabaka suyunun Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizindeki yayılımını anlamamıza yardımcı olmaktadır. Zaman serilerinin ve istatistik sonuçların benzerliği, incelenen istasyonların birbirlerini etkilediğini gösterir. Bu analizleri desteklemek amacı ile istasyonların birbiri ile olan korelasyonları incelenmiştir. Üst tabaka suyunun istasyonlar arasındaki etkileşimini incelemek için K0 istasyonunun diğer istasyonlar ile korelasyonuna bakılmıştır. Bu kapsamda ilk önce aynı zaman serisinde K0 istasyonu ile diğer istasyonların sıcaklık ve tuzluluk dağılım grafikleri (scatter) incelenmiş, (Şekil 38, 39, 40 ve 41) daha sonra korelasyon katsayılarına bakılmıştır (Tablo 9). Dağılım grafikleri oluşturulurken zaman serisini oluşturan interpolasyon aralığı günlük yerine aylık olarak

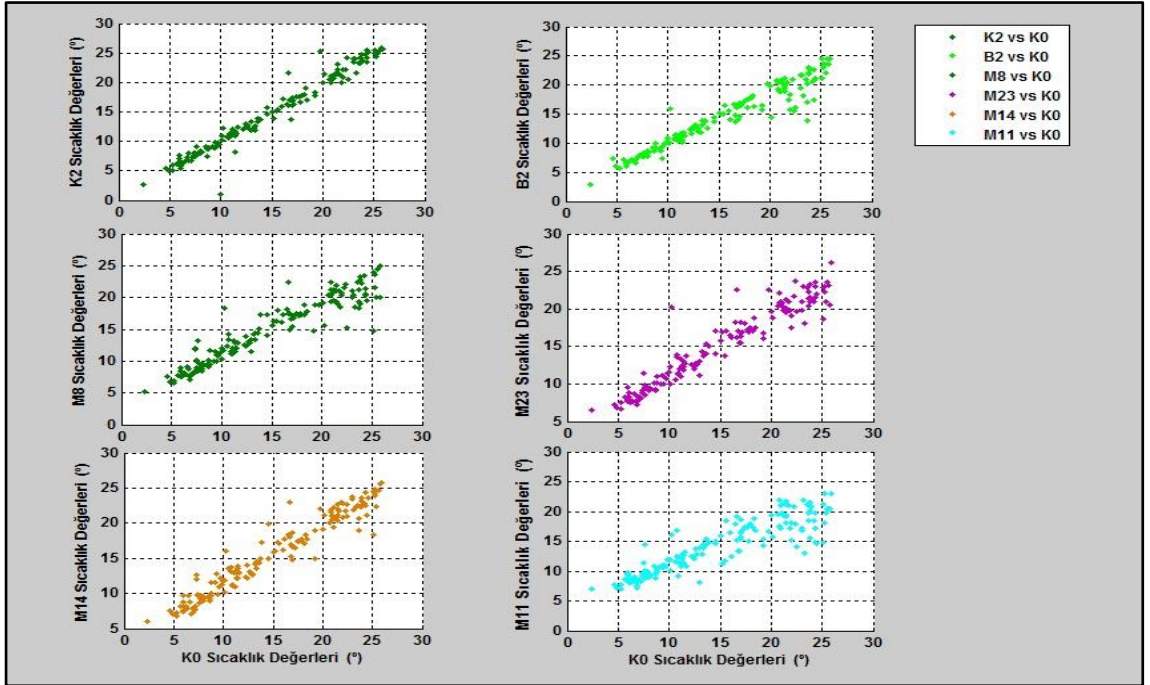
seçilmiştir. Günlük interpolasyon aralığının asıl gözlem değerini göstermesi gibi olumlu etkisinin yanında, tek bir anomali değerini bir zamana yayması da olumsuz yön olarak karşımıza çıkmaktadır.



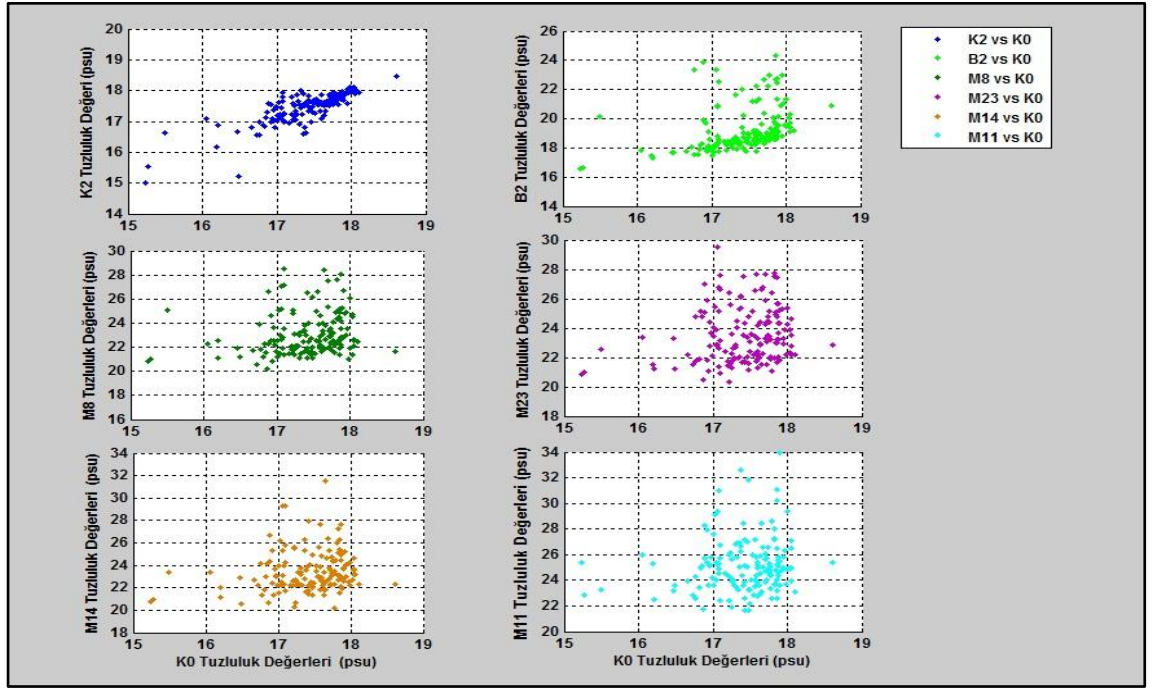
Şekil 38. K0 istasyonu ile diğer istasyonlar arası sıcaklık dağılımları (5 metre)



Şekil 39. K0 istasyonu ile diğer istasyonlar arası tuzluluk dağılımları (5 metre)



Şekil 40. K0 istasyonu ile diğer istasyonlar arası sıcaklık dağılımları (10 metre)



Şekil 41. K0 istasyonu ile diğer istasyonlar arası tuzluluk dağılımları (10 metre)

interpolasyon aralığının asıl gözlem değerini göstermesi gibi olumlu etkisinin yanında, tek bir anomali değerini bir zamana yayması da olumsuz yön olarak karşımıza çıkmaktadır.

K0 istasyonuna göre üst tabaka suyunun sıcaklığı (5 ve 10m) diğer bütün istasyonlarla korelasyonu 0.9'un üzerinde bulunmuştur. Üst tabaka tuzluluk korelasyon değerlerinde sadece K0 ile K2 istasyonu arasında 0.9 değerinde bulunmuşken diğer istasyonlarla uzaklığa bağlı olarak korelasyon katsayıları azalmaktadır. 5 metre derinliğin korelasyon katsayıları 10m derinliğe göre nispeten biraz daha yüksektir. Üst tabaka korelasyon katsayıları Karadeniz kökenli suyun Marmara Denizi'ne girdikten sonra daha çok hangi bölgede yayılım yaptığına dair bilgi vermiştir. Buna göre M8 en fazla etki altında olan bölge iken M11, özellikle 10m derinlikteki sıcaklık ve tuzluluğun K0 istasyonu ile korelasyonunun diğer Marmara istasyonlarına göre daha düşük olduğunu söylemek mümkündür.

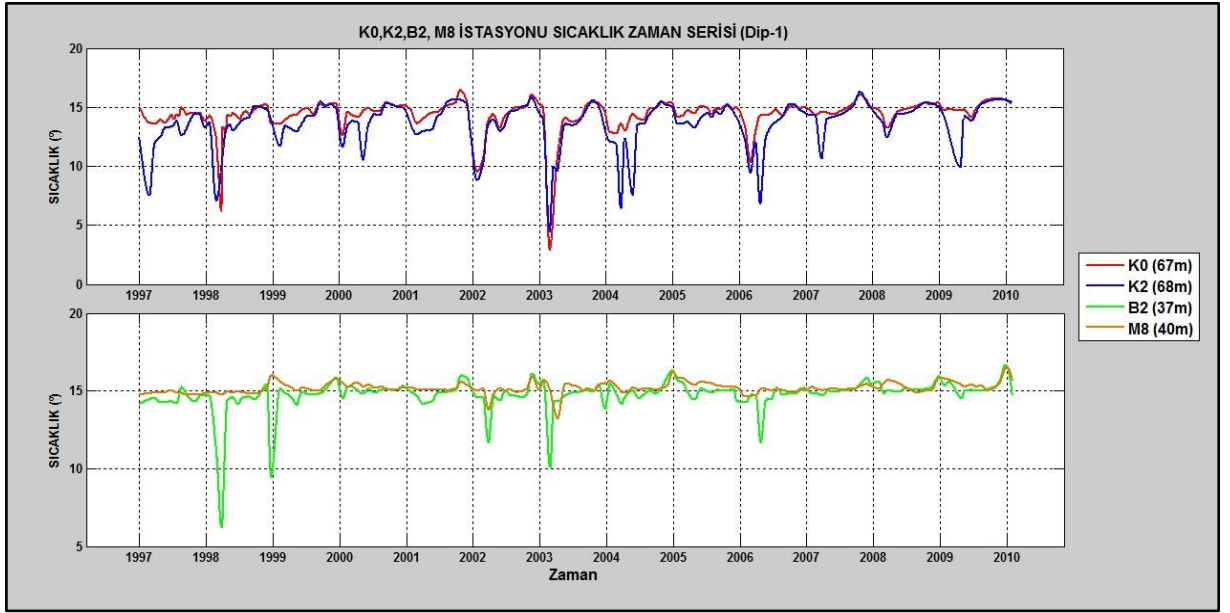
Tablo 9. K0 istasyonu ile diğer istasyonlar arasındaki istatistiksel sonuçlar

İstasyon Adı	5 Metre						10 Metre					
	Sıcaklık			Tuzluluk			Sıcaklık			Tuzluluk		
	R	R ²	P	R	R ²	P	R	R ²	P	R	R ²	P
K2 vs K0	0,990	0,980	0	0,887	0,786	0	0,988	0,976	0	0,836	0,699	0
B2 vs K0	0,979	0,959	0	0,538	0,289	0	0,966	0,934	0	0,402	0,162	1,4514E-181
M8 vs K0	0,968	0,937	0	0,264	0,070	1,47E-75	0,964	0,929	0	0,177	0,031	3,05485E-34
M23 vs K0	0,969	0,939	0	0,261	0,068	4,12E-74	0,963	0,927	0	0,213	0,045	2,92092E-49
M14 vs K0	0,973	0,946	0	0,231	0,053	7,61E-58	0,967	0,935	0	0,169	0,029	1,94345E-31
M11 vs K0	0,970	0,941	0	0,184	0,034	6,11E-37	0,904	0,817	0	0,106	0,011	3,38394E-13

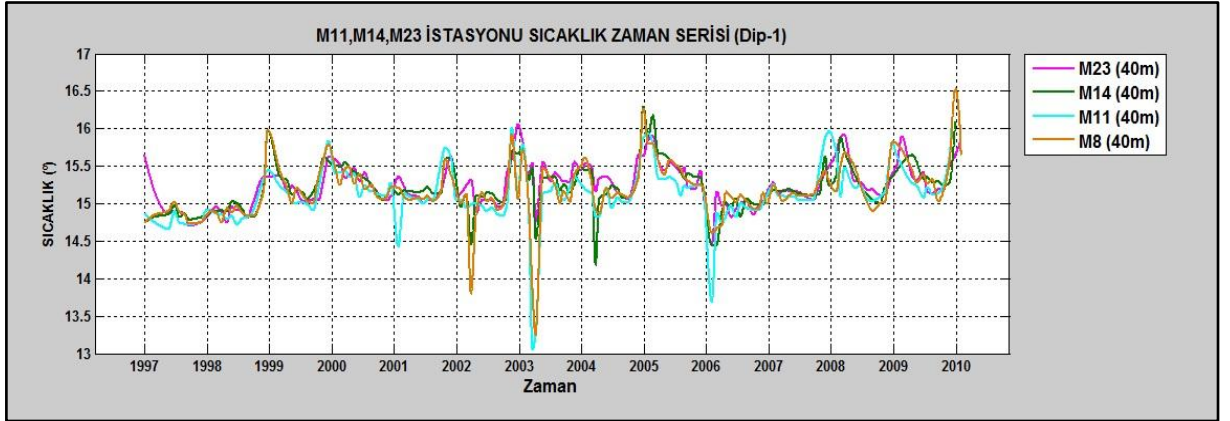
***Not:** R korelasyon katsayısı, R² belirleme katsayısı P anlamlılık simgesidir. P<0.001 olması çok yüksek istatistiksel anlamlılığı ifade eder. (Kul, 2014)

3.2.2. Karadeniz ve Marmara Denizi etkileşimi alt tabaka suyu

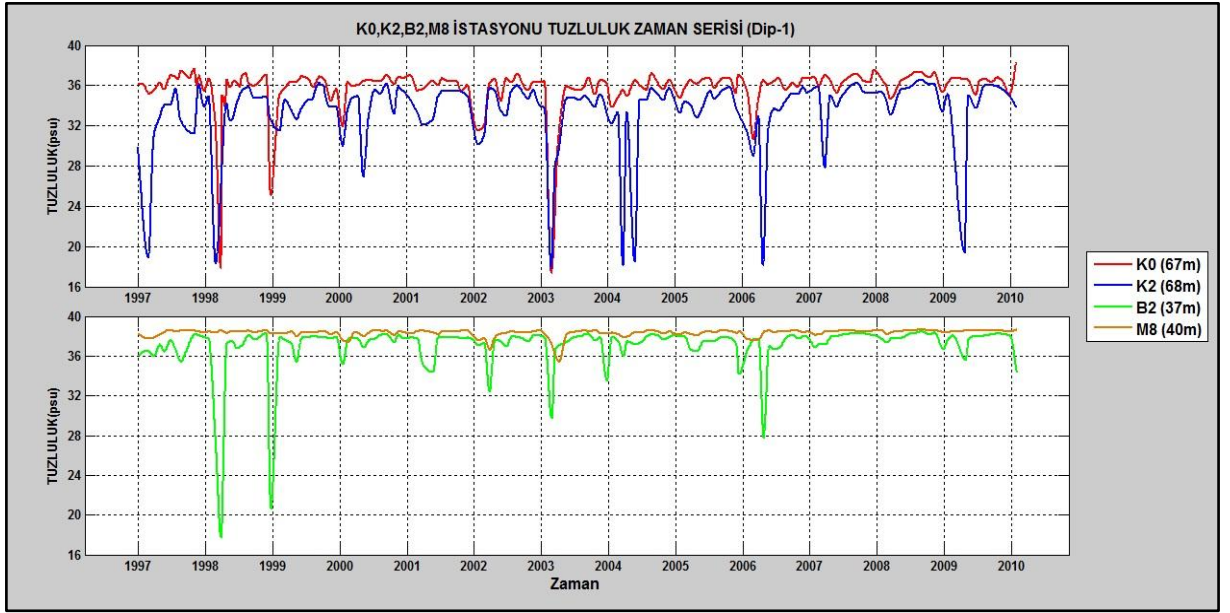
Bölüm 3.2.1’ de üst tabakanın Karadeniz ve Marmara Denizi arasındaki etkileşimi sıcaklık ve tuzluluk değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu bölümde de alt tabaka suyu olan Akdeniz kökenli suyun Marmara Denizin’ den Karadeniz’ e olan etkileşimi incelenmiştir. Üst tabaka zaman serilerinde olduğu gibi alt tabakada da sabit derinlik değerleri seçilmiştir. Alt tabaka suyunu incelemek için Karadeniz ve Boğaz istasyonlarında deniz tabanına yakın tek bir derinlik değeri seçilmiştir ve bu değerler “Dip-1” derinlik sınıfı olarak isimlendirilmiştir. K2, K0 ve B2 istasyonu için Dip-1 derinlik değerleri sırasıyla 68m, 67m ve 37m’ dir. Marmara Denizi istasyonları için ise, mevsimsel değişimlerin etkisinde olan üst tabakanın bittiği ve alt tabakanın başladığı derinlik değerlerine yakın bir değer olan 40m ile deniz tabanına yakın değerler olan M8, M11, M14 ve M23 için sırasıyla 60m, 65m, 80m ve 90m olan derinlik değerleri seçilmiştir. 40m derinlik değeri “Dip-1” derinlik sınıfında değerlendirilirken, deniz tabanına yakın değerler ise “Dip-2” sınıfı olarak ayrı bir kategoride incelenmiştir.



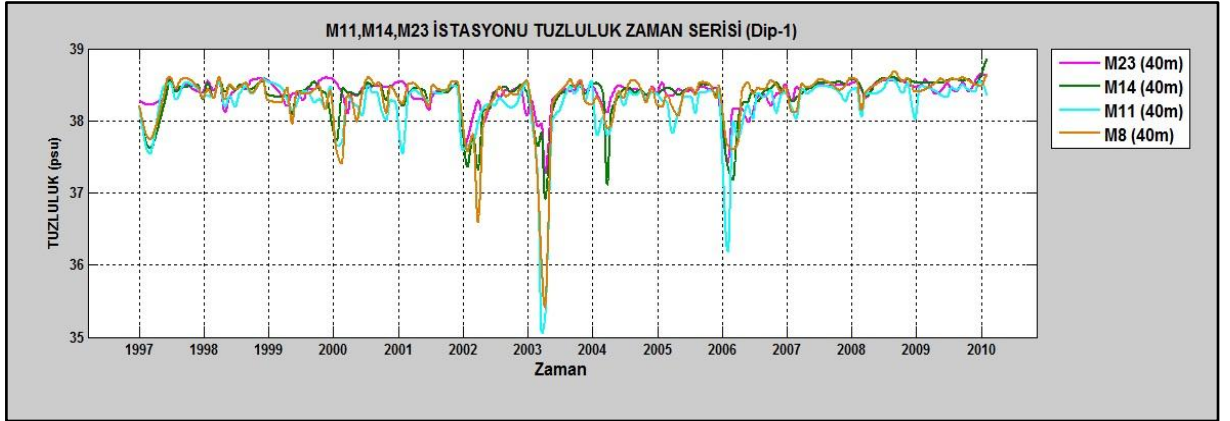
Şekil 42. K2, K0, B2, M8 istasyonları sıcaklık zaman serisi (Dip-1)



Şekil 43. M11, M14, M23 istasyonları sıcaklık zaman serisi (Dip-1)



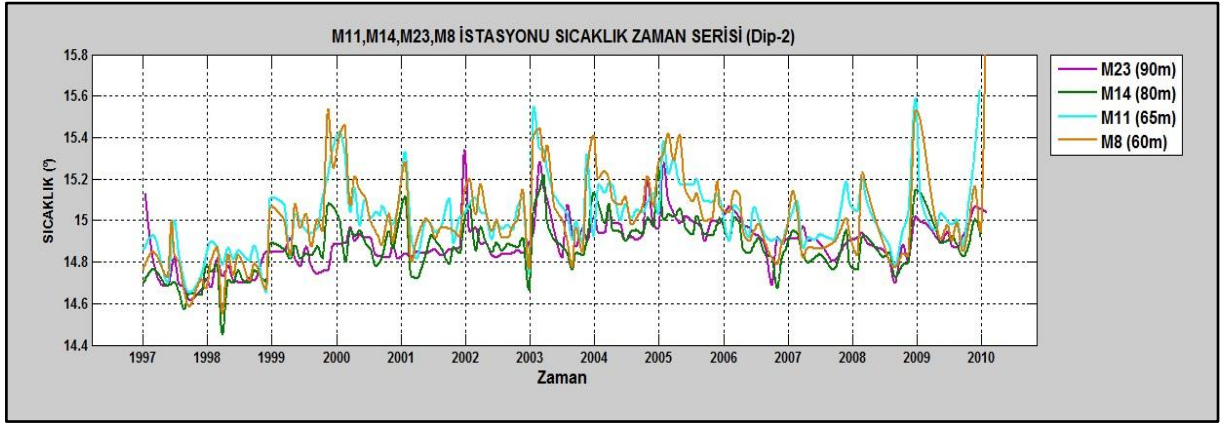
Şekil 44. K2, K0, B2, M8 istasyonları tuzluluk zaman serisi (Dip-1)



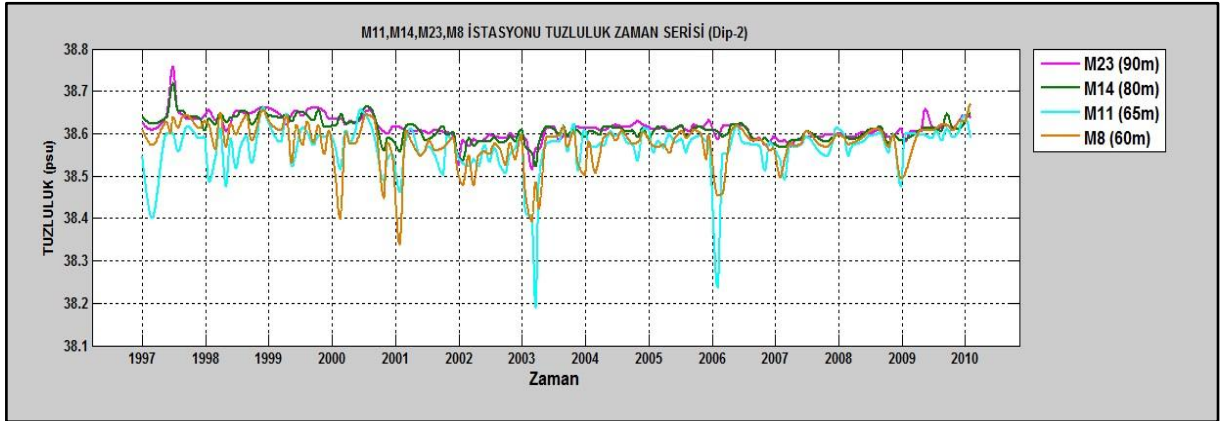
Şekil 45. M11, M14, M23 istasyonları tuzluluk zaman serisi (Dip-1)

Karadeniz istasyonlarındaki alt tabaka suyunu Dip-1 derinliklerinde incelediğimizde K0 ve K2 istasyonlarındaki benzer etkileşimleri görmek mümkündür. Aynı şekilde B2 istasyonu Dip-1 derinliğinde K0 ve K2 istasyonlarındaki anomalilerin etkisi gözlemlenmektedir. Buna karşın M8 istasyonu Dip-1 derinliğinde B2, K0 ve K2 istasyonlarından farklı etkileşimler sergilemektedir. Dip-1 derinliklerinde 1998 ve 2003 yılı Şubat aylarında K0 ve K2 istasyonlarında gözlemlenen ani sıcaklık düşüşü, etkisini B2 istasyonun da göstermiştir. Marmara denizi sıcaklık değerleri ise zaman serisi içerisinde benzer etkileşimler göstermişlerdir. 2003 ve 2006 yılı Şubat aylarında gerçekleşen ani sıcaklık düşüşleri Marmara istasyonlarının hepsinde görmek mümkündür. Tuzluluk değerlerine baktığımızda, K0, K2 ve

B2 etkileşimi ile Marmara istasyonlarının birbiri ile olan etkileşimlerini gözlemlemek mümkündür. Buna artı olarak 2003 Şubat anomali bütün istasyonlarda etkisini göstermektedir.



Şekil 46. M11, M14, M23 istasyonları sıcaklık zaman serisi (Dip-2)



Şekil 47. M11, M14, M23 istasyonları tuzluluk zaman serisi (Dip-2)

Dip-2 derinlik değerlerinde Marmara Denizi istasyonları sıcaklık zaman serilerini incelediğimizde, 14,5°C ile 15,8°C arasında sıcaklık değerleri, 38,2 psu ile 38,75 psu arası tuzluluk değerleri gözlemleriz. Özellikle sıcaklık değerlerinde gerçekleşen anomaliler Marmara istasyonlarının bütününde etkilidir. Tuzluluk değerlerinde ise M11 istasyonun ani düşüşleri göze çarpmaktadır.

5 ve 10 metrelerde olduğu gibi Dip-1 ve Dip-2 derinlikleri sıcaklık ve tuzluluk değerleri için istatistiki sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 10, 11, 12 ve 13). İstatistik sonuçlarına göre en

yüksek Dip-1 derinliklerinde en yüksek sıcaklıklar kış aylarında gerçekleşirken, en düşük sıcaklıklar Şubat, Mart aylarında gerçekleşiyor. Burada dikkat çeken M8 istasyonun en düşük sıcaklığının Nisan ayında gerçekleşmiş olması ve M14 istasyonunun en düşük ve en yüksek sıcaklıklarının Şubat ayında gerçekleşmiş olmasıdır. Dip-1 tuzluluk değerlerinde ise Şubat, Mart ve Nisan aylarında en düşük tuzluluklar görülürken, Ağustos ayında yüksek tuzluluklar görülmüştür, bunun yanında M14 ve M23 istasyonunda aralık ayında maksimum tuzluluğun görülmesi dikkat çekicidir. Dip-2 değerinde ise standart sapmalarında anlaşılabileceği gibi çok küçük değer değişiklikleri söz konusudur. Dolayısı ile maksimum ve minimum değerler değişik mevsimlerde görülebilmektedir.

Tablo 10. Tüm istasyonlar sıcaklık (°C) gözlem değerleri istatistik verileri (Dip-1)

Dip-1		İstasyon Adı						
Aylar	İstatistik Değerler	K0 (67m)	K2 (68m)	B2 (37m)	M23 (40m)	M14 (40m)	M11 (40m)	M8 (40m)
Ocak	En Yüksek Sıcaklık	15,41	14,33	15,72	15,86	15,90	16,64	16,16
	En Düşük Sıcaklık	9,54	8,81	14,33	14,88	14,89	14,42	14,90
	Ortalama Sıcaklık	13,91	12,94	15,10	15,49	15,35	15,45	15,43
	Medyan Sıcaklık	14,46	13,72	15,15	15,53	15,37	15,40	15,38
	S.Sapma	1,61	1,83	0,50	0,32	0,35	0,59	0,40
Şubat	En Yüksek Sıcaklık	14,81	14,32	15,56	15,90	16,18	15,80	15,80
	En Düşük Sıcaklık	2,92	4,44	10,05	14,46	14,44	13,68	14,61
	Ortalama Sıcaklık	12,70	11,05	14,26	15,35	15,26	14,96	15,15
	Medyan Sıcaklık	13,63	12,06	14,73	15,31	15,16	15,00	15,13
	S.Sapma	3,14	3,12	1,65	0,47	0,54	0,57	0,34
Mart	En Yüksek Sıcaklık	14,74	13,81	15,26	15,92	15,71	15,48	15,68
	En Düşük Sıcaklık	6,19	6,38	6,23	14,90	14,45	13,06	13,79
	Ortalama Sıcaklık	13,05	11,78	13,71	15,35	15,15	14,94	14,93
	Medyan Sıcaklık	13,82	12,48	14,62	15,33	15,17	15,10	15,04
	S.Sapma	2,43	2,24	2,53	0,27	0,45	0,66	0,64
Nisan	En Yüksek Sıcaklık	14,72	13,99	15,01	15,44	15,66	15,35	15,49
	En Düşük Sıcaklık	10,34	6,83	11,65	14,75	14,53	13,25	13,24
	Ortalama Sıcaklık	13,80	12,07	14,31	15,12	15,18	14,90	14,95
	Medyan Sıcaklık	14,27	13,16	14,54	15,16	15,15	15,08	15,02
	S.Sapma	1,24	2,30	0,92	0,26	0,35	0,65	0,64
Mayıs	En Yüksek Sıcaklık	15,10	14,41	15,14	15,57	15,56	15,40	15,58
	En Düşük Sıcaklık	13,26	7,57	14,08	14,81	14,86	14,66	14,89
	Ortalama Sıcaklık	14,35	12,80	14,66	15,18	15,18	15,06	15,20
	Medyan Sıcaklık	14,38	13,25	14,68	15,20	15,14	15,07	15,16
	S.Sapma	0,47	1,87	0,33	0,24	0,21	0,20	0,22
Haziran	En Yüksek Sıcaklık	14,94	14,45	15,18	15,55	15,59	15,35	15,39
	En Düşük Sıcaklık	14,06	13,34	14,17	14,90	14,98	14,72	14,97
	Ortalama Sıcaklık	14,47	13,74	14,79	15,16	15,20	15,01	15,13
	Medyan Sıcaklık	14,46	13,56	14,92	15,16	15,18	15,00	15,07
	S.Sapma	0,29	0,39	0,36	0,21	0,17	0,18	0,15
Temmuz	En Yüksek Sıcaklık	14,97	14,62	15,22	15,48	15,51	15,26	15,51
	En Düşük Sıcaklık	13,89	13,58	14,18	14,88	14,82	14,74	14,89
	Ortalama Sıcaklık	14,56	14,14	14,82	15,13	15,16	15,05	15,14
	Medyan Sıcaklık	14,72	14,29	14,86	15,10	15,18	15,06	15,12
	S.Sapma	0,40	0,40	0,27	0,19	0,22	0,17	0,18
Ağustos	En Yüksek Sıcaklık	15,32	15,44	15,24	15,45	15,38	15,19	15,41
	En Düşük Sıcaklık	14,33	12,63	14,61	14,80	14,82	14,82	14,84
	Ortalama Sıcaklık	14,75	14,41	14,92	15,11	15,11	15,03	15,07
	Medyan Sıcaklık	14,66	14,35	14,97	15,09	15,07	15,04	15,04
	S.Sapma	0,33	0,70	0,18	0,19	0,17	0,13	0,18
Eylül	En Yüksek Sıcaklık	15,61	15,47	15,10	15,30	15,41	15,21	15,31
	En Düşük Sıcaklık	14,52	14,43	14,45	14,71	14,78	14,72	14,73
	Ortalama Sıcaklık	15,08	15,07	14,87	15,07	15,11	14,99	15,04
	Medyan Sıcaklık	15,07	15,10	14,91	15,05	15,14	15,04	15,06
	S.Sapma	0,34	0,33	0,23	0,18	0,20	0,16	0,16
Ekim	En Yüksek Sıcaklık	16,09	16,31	15,53	15,42	15,37	15,64	15,39
	En Düşük Sıcaklık	14,52	15,08	14,78	14,86	14,99	14,91	15,17
	Ortalama Sıcaklık	15,33	15,43	15,11	15,15	15,17	15,20	14,93
	Medyan Sıcaklık	15,30	15,31	15,06	15,18	15,15	15,16	15,18
	S.Sapma	0,42	0,37	0,23	0,15	0,13	0,21	0,15
Kasım	En Yüksek Sıcaklık	16,03	15,84	16,12	15,63	15,70	16,02	15,94
	En Düşük Sıcaklık	14,51	14,44	14,49	15,01	14,82	14,96	14,75
	Ortalama Sıcaklık	15,29	15,17	15,40	15,37	15,32	15,45	15,30
	Medyan Sıcaklık	15,32	15,23	15,43	15,43	15,28	15,36	15,31
	S.Sapma	0,42	0,41	0,47	0,22	0,28	0,33	0,32
Aralık	En Yüksek Sıcaklık	15,65	15,07	16,69	16,06	16,09	16,61	16,53
	En Düşük Sıcaklık	12,16	12,00	12,43	14,78	14,83	14,84	14,84
	Ortalama Sıcaklık	14,80	14,32	15,12	15,38	15,45	15,48	15,48
	Medyan Sıcaklık	15,06	14,65	15,29	15,41	15,35	15,28	15,31
	S.Sapma	0,93	1,03	1,12	0,35	0,38	0,48	0,48

Tablo 11. Tüm istasyonlar tuzluluk (psu) gözlem değerleri istatistik verileri (Dip-1)

Dip-1		İstasyon Adı						
Aylar	İstatistik Değerler	K0 (67m)	K2 (68m)	B2 (37m)	M23 (40m)	M14 (40m)	M11 (40m)	M8 (40m)
Ocak	En Yüksek Tuzluluk	37,02	35,73	37,94	38,63	38,56	38,48	38,58
	En Düşük Tuzluluk	31,51	30,00	35,14	37,73	37,36	37,55	37,56
	Ortalama Tuzluluk	35,40	33,39	37,14	38,39	38,19	38,07	38,18
	Medyan Tuzluluk	36,34	33,76	37,68	38,51	38,26	38,17	38,22
	S.Sapma	1,95	2,19	0,97	0,26	0,41	0,36	0,36
Şubat	En Yüksek Tuzluluk	36,71	35,90	38,05	38,57	38,46	38,33	38,37
	En Düşük Tuzluluk	17,35	17,77	27,68	37,43	37,36	36,18	37,15
	Ortalama Tuzluluk	33,70	29,48	36,10	38,22	38,04	37,67	37,89
	Medyan Tuzluluk	35,19	32,44	37,32	38,35	38,31	37,70	37,97
	S.Sapma	5,10	6,88	3,35	0,34	0,44	0,66	0,40
Mart	En Yüksek Tuzluluk	37,08	35,77	37,82	38,56	38,59	38,55	38,61
	En Düşük Tuzluluk	17,79	18,14	17,78	37,97	37,18	35,03	35,99
	Ortalama Tuzluluk	33,94	30,93	34,89	38,27	38,09	37,93	37,90
	Medyan Tuzluluk	35,63	32,10	36,66	38,32	38,34	38,36	38,25
	S.Sapma	5,48	5,00	5,60	0,16	0,49	1,00	0,86
Nisan	En Yüksek Tuzluluk	36,66	35,51	37,94	38,44	38,52	38,41	38,53
	En Düşük Tuzluluk	30,88	18,07	27,72	37,27	36,91	35,27	35,41
	Ortalama Tuzluluk	35,65	42,62	36,29	38,17	38,17	37,88	37,95
	Medyan Tuzluluk	36,30	33,54	37,26	38,26	38,35	38,19	38,18
	S.Sapma	1,68	35,62	2,92	0,35	0,47	0,99	0,92
Mayıs	En Yüksek Tuzluluk	36,63	35,59	37,99	38,53	38,52	38,48	38,58
	En Düşük Tuzluluk	34,47	18,53	34,35	37,98	38,09	38,03	37,95
	Ortalama Tuzluluk	36,07	31,97	36,96	38,33	38,33	38,30	38,35
	Medyan Tuzluluk	36,37	33,47	37,39	38,34	38,35	38,34	38,40
	S.Sapma	0,63	4,58	1,04	0,15	0,15	0,13	0,20
Haziran	En Yüksek Tuzluluk	36,89	35,76	38,21	38,60	38,59	38,52	38,60
	En Düşük Tuzluluk	35,04	32,96	36,68	38,12	38,27	38,03	38,20
	Ortalama Tuzluluk	36,36	34,17	37,54	38,41	38,45	38,28	38,43
	Medyan Tuzluluk	36,40	34,14	37,62	38,43	38,42	38,27	38,41
	S.Sapma	0,53	0,85	0,55	0,15	0,09	0,16	0,13
Temmuz	En Yüksek Tuzluluk	37,31	36,28	38,31	38,56	38,59	38,57	38,60
	En Düşük Tuzluluk	35,52	33,50	36,60	38,29	38,26	38,17	38,37
	Ortalama Tuzluluk	36,49	35,14	37,63	38,41	38,45	38,38	38,49
	Medyan Tuzluluk	36,57	35,45	37,87	38,41	38,45	38,39	38,47
	S.Sapma	0,51	0,77	0,53	0,08	0,09	0,10	0,08
Ağustos	En Yüksek Tuzluluk	37,32	36,58	38,46	38,56	38,60	38,56	38,69
	En Düşük Tuzluluk	35,50	32,46	35,43	38,37	38,39	38,23	38,33
	Ortalama Tuzluluk	36,52	35,19	37,82	38,44	38,46	38,38	38,50
	Medyan Tuzluluk	36,54	35,34	38,04	38,43	38,46	38,39	38,51
	S.Sapma	0,60	1,07	0,78	0,04	0,06	0,09	0,10
Eylül	En Yüksek Tuzluluk	37,22	36,23	38,28	38,56	38,55	38,53	38,60
	En Düşük Tuzluluk	35,97	34,75	36,39	38,41	38,39	38,18	38,37
	Ortalama Tuzluluk	36,64	35,61	37,83	38,48	38,49	38,38	38,49
	Medyan Tuzluluk	36,76	35,52	37,97	38,48	38,49	38,37	38,48
	S.Sapma	0,46	0,60	0,55	0,05	0,05	0,11	0,08
Ekim	En Yüksek Tuzluluk	36,81	36,12	38,28	38,55	38,58	38,49	38,57
	En Düşük Tuzluluk	35,10	33,19	37,42	38,21	38,28	38,01	38,11
	Ortalama Tuzluluk	36,21	35,00	37,84	38,44	38,45	38,35	38,44
	Medyan Tuzluluk	36,27	35,27	37,80	38,44	38,44	38,39	38,48
	S.Sapma	0,58	0,92	0,30	0,10	0,08	0,14	0,15
Kasım	En Yüksek Tuzluluk	37,30	36,17	38,35	38,59	38,58	38,58	38,59
	En Düşük Tuzluluk	34,49	33,69	37,01	38,38	38,34	38,18	38,16
	Ortalama Tuzluluk	36,30	35,12	37,95	38,49	38,47	38,36	38,44
	Medyan Tuzluluk	36,44	35,37	38,09	38,49	38,49	38,37	38,48
	S.Sapma	0,77	0,87	0,36	0,07	0,07	0,13	0,13
Aralık	En Yüksek Tuzluluk	37,53	35,47	38,09	38,64	38,62	38,56	38,58
	En Düşük Tuzluluk	31,10	32,34	29,47	37,60	37,94	37,59	38,03
	Ortalama Tuzluluk	35,54	34,07	36,55	38,37	38,40	38,35	38,38
	Medyan Tuzluluk	35,66	33,93	37,88	38,47	38,39	38,39	38,40
	S.Sapma	1,75	0,96	2,63	0,30	0,18	0,27	0,15

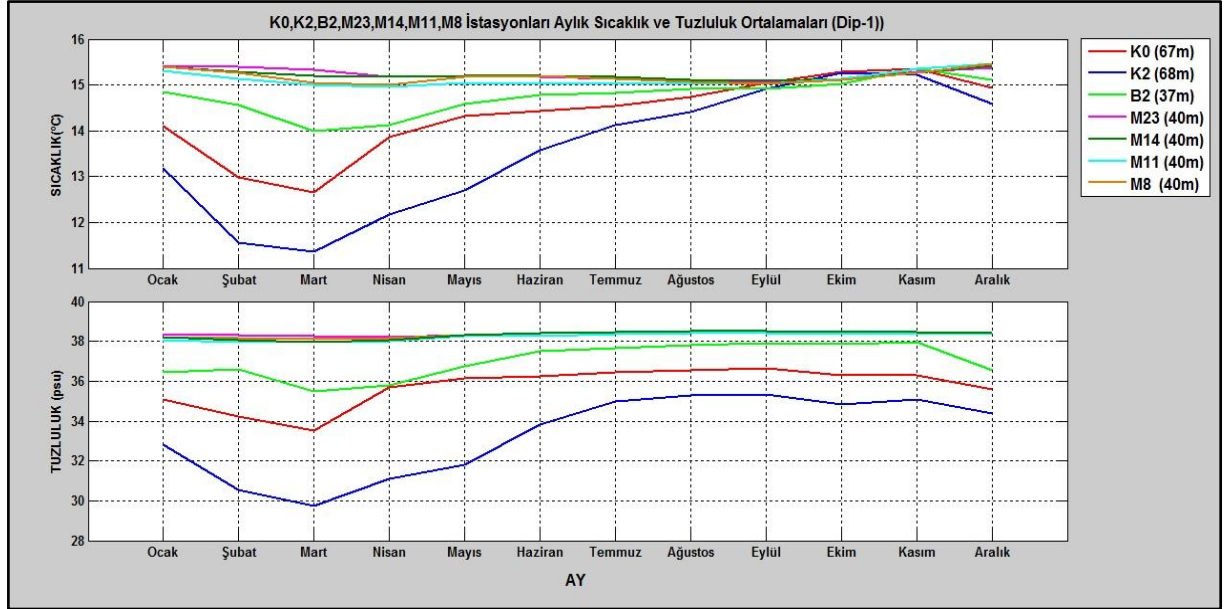
Tablo 12. Tüm istasyonlar sıcaklık (°C) gözlem değerleri istatistik verileri (Dip-2)

Dip-2		İstasyon Adı			
Aylar	İstatistik Değerler	M23 (90m)	M14 (80m)	M11 (65m)	M8 (60m)
Ocak	En Yüksek Sıcaklık	15,28	15,12	15,96	15,65
	En Düşük Sıcaklık	14,68	14,75	14,90	14,80
	Ortalama Sıcaklık	14,95	14,98	15,27	15,23
	Medyan Sıcaklık	14,94	15,00	15,18	15,24
	S.Sapma	0,15	0,13	0,30	0,26
Şubat	En Yüksek Sıcaklık	15,29	15,15	15,34	15,46
	En Düşük Sıcaklık	14,81	14,76	14,87	14,85
	Ortalama Sıcaklık	14,98	14,91	15,11	15,16
	Medyan Sıcaklık	14,95	14,90	15,11	15,14
	S.Sapma	0,14	0,13	0,18	0,23
Mart	En Yüksek Sıcaklık	15,15	15,22	15,34	15,29
	En Düşük Sıcaklık	14,73	14,45	14,79	14,55
	Ortalama Sıcaklık	14,94	14,91	15,06	15,05
	Medyan Sıcaklık	14,97	14,96	15,06	15,14
	S.Sapma	0,12	0,20	0,17	0,23
Nisan	En Yüksek Sıcaklık	15,10	15,06	15,24	15,41
	En Düşük Sıcaklık	14,78	14,71	14,82	14,83
	Ortalama Sıcaklık	14,94	14,90	15,04	15,07
	Medyan Sıcaklık	14,92	14,92	15,03	15,04
	S.Sapma	0,09	0,10	0,15	0,21
Mayıs	En Yüksek Sıcaklık	14,98	14,95	15,12	15,15
	En Düşük Sıcaklık	14,68	14,69	14,70	14,73
	Ortalama Sıcaklık	14,86	14,85	14,95	14,97
	Medyan Sıcaklık	14,88	14,86	14,98	14,99
	S.Sapma	0,09	0,08	0,11	0,14
Haziran	En Yüksek Sıcaklık	15,02	14,96	15,17	15,11
	En Düşük Sıcaklık	14,70	14,70	14,86	14,84
	Ortalama Sıcaklık	14,87	14,86	15,01	14,96
	Medyan Sıcaklık	14,87	14,89	15,00	14,96
	S.Sapma	0,08	0,07	0,09	0,09
Temmuz	En Yüksek Sıcaklık	15,00	14,95	15,17	15,09
	En Düşük Sıcaklık	14,69	14,65	14,83	14,79
	Ortalama Sıcaklık	14,85	14,85	14,97	14,93
	Medyan Sıcaklık	14,87	14,87	14,97	14,95
	S.Sapma	0,09	0,09	0,10	0,10
Ağustos	En Yüksek Sıcaklık	15,01	15,00	15,17	15,09
	En Düşük Sıcaklık	14,68	14,57	14,78	14,67
	Ortalama Sıcaklık	14,84	14,82	14,97	14,89
	Medyan Sıcaklık	14,83	14,84	14,97	14,91
	S.Sapma	0,10	0,12	0,11	0,12
Eylül	En Yüksek Sıcaklık	14,93	14,93	15,09	15,07
	En Düşük Sıcaklık	14,62	14,65	14,65	14,58
	Ortalama Sıcaklık	14,80	14,83	14,93	14,90
	Medyan Sıcaklık	14,83	14,83	14,96	14,93
	S.Sapma	0,10	0,09	0,13	0,14
Ekim	En Yüksek Sıcaklık	15,07	15,01	15,11	15,22
	En Düşük Sıcaklık	14,69	14,79	14,89	14,82
	Ortalama Sıcaklık	14,88	14,87	15,02	14,96
	Medyan Sıcaklık	14,86	14,84	15,04	14,96
	S.Sapma	0,11	0,07	0,07	0,11
Kasım	En Yüksek Sıcaklık	15,07	15,08	15,33	15,54
	En Düşük Sıcaklık	14,76	14,64	14,65	14,67
	Ortalama Sıcaklık	14,89	14,87	15,08	15,01
	Medyan Sıcaklık	14,88	14,88	15,11	14,97
	S.Sapma	0,08	0,13	0,20	0,25
Aralık	En Yüksek Sıcaklık	15,34	15,15	15,64	15,53
	En Düşük Sıcaklık	14,70	14,67	14,74	14,67
	Ortalama Sıcaklık	14,96	14,94	15,11	15,07
	Medyan Sıcaklık	14,97	14,94	15,08	15,07
	S.Sapma	0,16	0,15	0,27	0,24

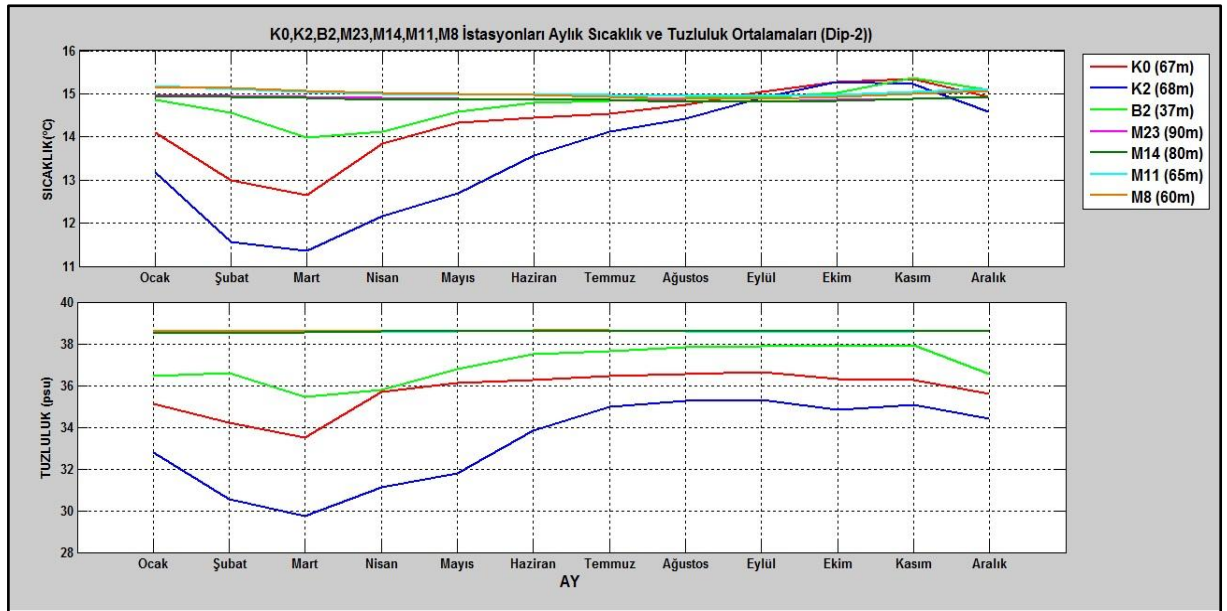
Tablo 13. Tüm istasyonlar tuzluluk (psu) gözlem değerleri istatistik verileri (Dip-2)

Dip-2		İstasyon Adı			
Aylar	İstatistik Değerler	M23 (90m)	M14 (80m)	M11 (65m)	M8 (60m)
Ocak	En Yüksek Tuzluluk	38,66	38,64	38,62	38,66
	En Düşük Tuzluluk	38,58	38,54	38,41	38,34
	Ortalama Tuzluluk	38,61	38,59	38,54	38,53
	Medyan Tuzluluk	38,61	38,60	38,56	38,54
	S.Sapma	0,03	0,03	0,06	0,09
Şubat	En Yüksek Tuzluluk	38,64	38,65	38,59	38,57
	En Düşük Tuzluluk	38,51	38,56	38,24	38,39
	Ortalama Tuzluluk	38,59	38,60	38,47	38,51
	Medyan Tuzluluk	38,60	38,61	38,51	38,54
	S.Sapma	0,03	0,03	0,11	0,07
Mart	En Yüksek Tuzluluk	38,64	38,65	38,61	38,65
	En Düşük Tuzluluk	38,57	38,52	38,19	38,46
	Ortalama Tuzluluk	38,61	38,60	38,54	38,56
	Medyan Tuzluluk	38,61	38,60	38,57	38,58
	S.Sapma	0,03	0,03	0,12	0,06
Nisan	En Yüksek Tuzluluk	38,63	38,65	38,65	38,64
	En Düşük Tuzluluk	38,56	38,58	38,48	38,42
	Ortalama Tuzluluk	38,60	38,61	38,56	38,57
	Medyan Tuzluluk	38,61	38,61	38,57	38,57
	S.Sapma	0,02	0,02	0,06	0,06
Mayıs	En Yüksek Tuzluluk	38,66	38,64	38,62	38,63
	En Düşük Tuzluluk	38,58	38,58	38,52	38,53
	Ortalama Tuzluluk	38,62	38,61	38,58	38,59
	Medyan Tuzluluk	38,62	38,62	38,58	38,59
	S.Sapma	0,02	0,02	0,03	0,03
Haziran	En Yüksek Tuzluluk	38,76	38,72	38,66	38,62
	En Düşük Tuzluluk	38,59	38,58	38,52	38,55
	Ortalama Tuzluluk	38,63	38,62	38,58	38,60
	Medyan Tuzluluk	38,62	38,61	38,59	38,60
	S.Sapma	0,05	0,04	0,04	0,02
Temmuz	En Yüksek Tuzluluk	38,65	38,66	38,64	38,64
	En Düşük Tuzluluk	38,59	38,59	38,56	38,57
	Ortalama Tuzluluk	38,62	38,62	38,59	38,60
	Medyan Tuzluluk	38,62	38,61	38,58	38,61
	S.Sapma	0,02	0,03	0,02	0,02
Ağustos	En Yüksek Tuzluluk	38,66	38,66	38,62	38,65
	En Düşük Tuzluluk	38,58	38,58	38,52	38,56
	Ortalama Tuzluluk	38,62	38,62	38,58	38,61
	Medyan Tuzluluk	38,61	38,61	38,58	38,61
	S.Sapma	0,03	0,03	0,03	0,03
Eylül	En Yüksek Tuzluluk	38,66	38,65	38,62	38,64
	En Düşük Tuzluluk	38,59	38,58	38,51	38,53
	Ortalama Tuzluluk	38,62	38,61	38,57	38,59
	Medyan Tuzluluk	38,62	38,62	38,57	38,58
	S.Sapma	0,03	0,02	0,04	0,03
Ekim	En Yüksek Tuzluluk	38,66	38,66	38,63	38,62
	En Düşük Tuzluluk	38,59	38,56	38,49	38,45
	Ortalama Tuzluluk	38,61	38,60	38,57	38,58
	Medyan Tuzluluk	38,61	38,59	38,56	38,58
	S.Sapma	0,02	0,03	0,04	0,05
Kasım	En Yüksek Tuzluluk	38,66	38,66	38,66	38,66
	En Düşük Tuzluluk	38,57	38,58	38,51	38,53
	Ortalama Tuzluluk	38,61	38,61	38,58	38,58
	Medyan Tuzluluk	38,60	38,61	38,58	38,58
	S.Sapma	0,03	0,02	0,04	0,04
Aralık	En Yüksek Tuzluluk	38,64	38,65	38,64	38,64
	En Düşük Tuzluluk	38,52	38,55	38,48	38,49
	Ortalama Tuzluluk	38,61	38,60	38,59	38,58
	Medyan Tuzluluk	38,62	38,60	38,60	38,60
	S.Sapma	0,03	0,02	0,04	0,05

Üst tabaka suyu 5 ve 10 metrelerinde incelenen 13 yıllık ortalama aylık sıcaklık ve tuzluluk değerleri, alt tabaka için Dip-1 ve Dip-2 derinliklerinde oluşturulmuştur (Şekil 48, 49).



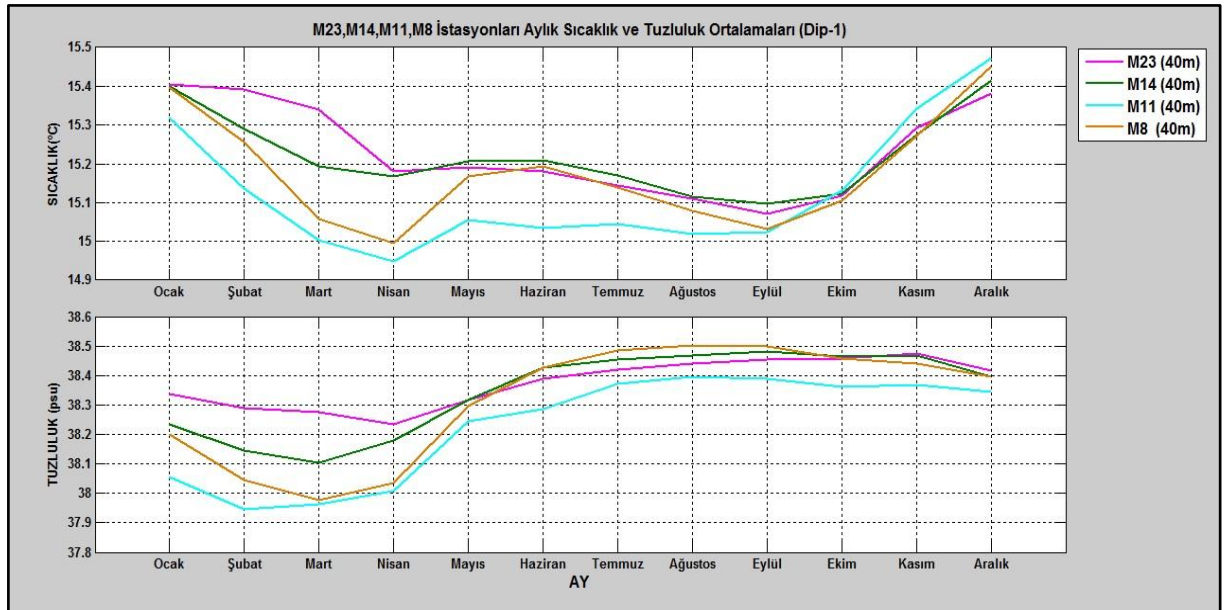
Şekil 48. Tüm istasyonlar aylık sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları (Dip-1)



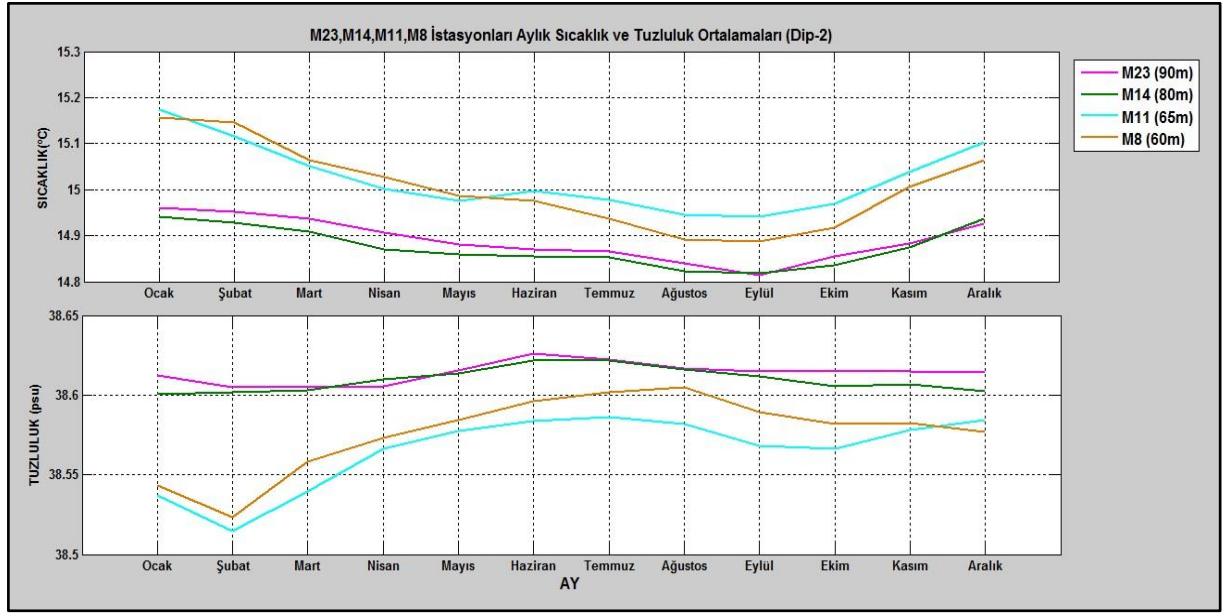
Şekil 49. Tüm istasyonlar aylık sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları (Dip-2)

Dip-1 derinliklerinde ortalama aylık sıcak değerleri incelendiğinde özellikle Karadeniz istasyonlarında yüksek bir sıcaklık değişimi söz konusudur. B2 istasyonunda da Marmara

istasyonlarına göre yüksek bir sıcaklık değişimi görülmektedir. Marmara istasyonlarında ise Dip-1 derinliğinde sabit bir sıcaklık doğrultusundan söz etmek mümkündür. Ancak Ekim, Kasım ve Aralık aylarında diğer istasyonlara göre oldukça azda olsa bir sıcaklık artışı, Ocak, Şubat ve Mart aylarında da sıcaklık düşüşü görülmektedir. Bu durumu daha iyi açıklamak için Marmara istasyonları ayrı bir grafikte çizilmiştir (Şekil 50, 51). Dip-1 tuzluluk grafiği de sıcaklık grafiğini yansıtmaktadır ve değişken Karadeniz ve B2 istasyonlarına karşın, sabit bir Marmara istasyonları tuzluluk değişimi görülmektedir. Ancak Şekil 50 incelendiğinde Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında tuzluluk değerlerinde düşüş eğilimi gözlemlenirken, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında artış eğilimi gözlemlenmiştir. Şekil 49 Dip-2 derinliği ortalama aylık sıcaklık ve tuzluluk grafiğine baktığımızda Marmara istasyonlarının diğer istasyonlara göre değişimi sabit bir doğru denebilecek kadar azdır. Fakat Şekil 51’ de çok azda olsa değişimler göze çarpmaktadır. Ortalama aylık sıcaklık değişimlerinin Ocak ayından Ağustos ayına kadar düşüş eğiliminde, Eylül ayından tekrar Ocak ayına kadar da artış eğiliminde olduğunu gözlemlenmektedir. Ortalama aylık tuzluluk değerlerinde ise M14 ve M23 istasyonunun, M8 ile de M11 istasyonunun eğilimin ilişkisi benzerdir. M14 ve M23 oldukça sabit bir eğilim oluştururken, M8 ve M11 istasyonlarında ortalama aylık tuzluluk değerleri yaz aylarında artış gösterirken kış aylarında düşüş eğilimi göstermişlerdir.

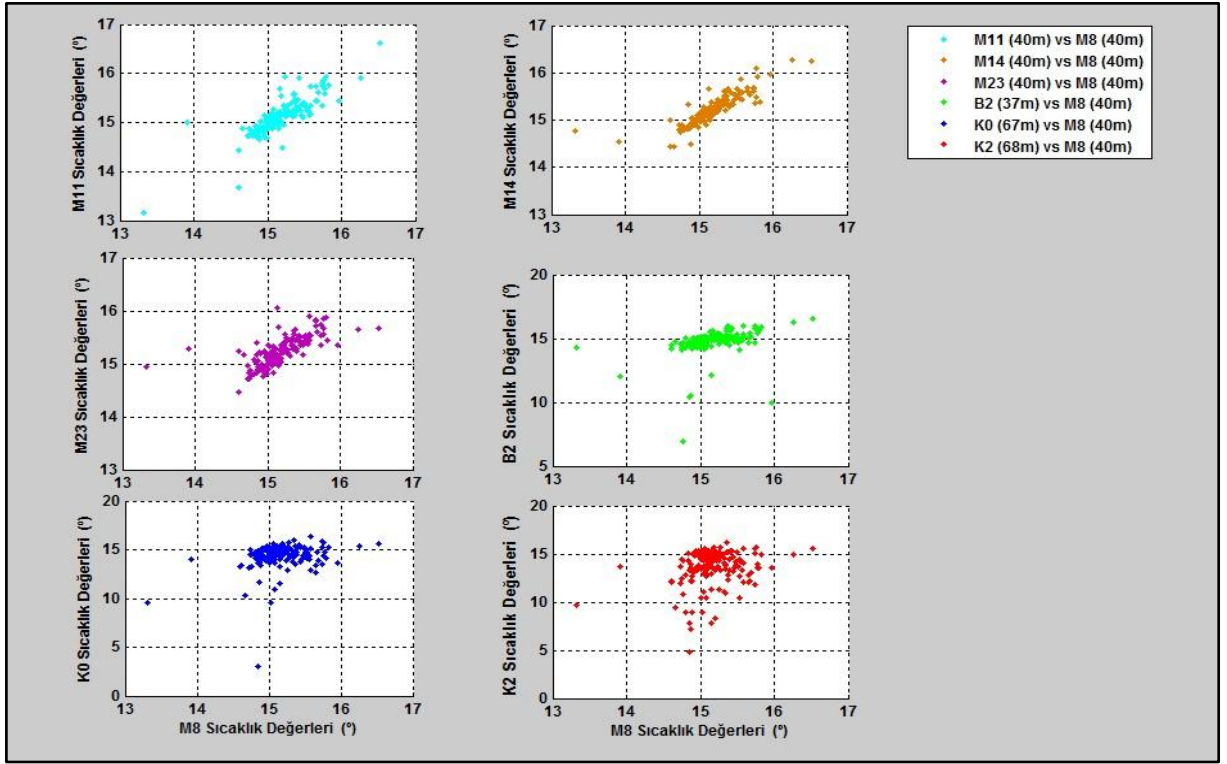


Şekil 50. Marmara istasyonları aylık sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları (Dip-1)

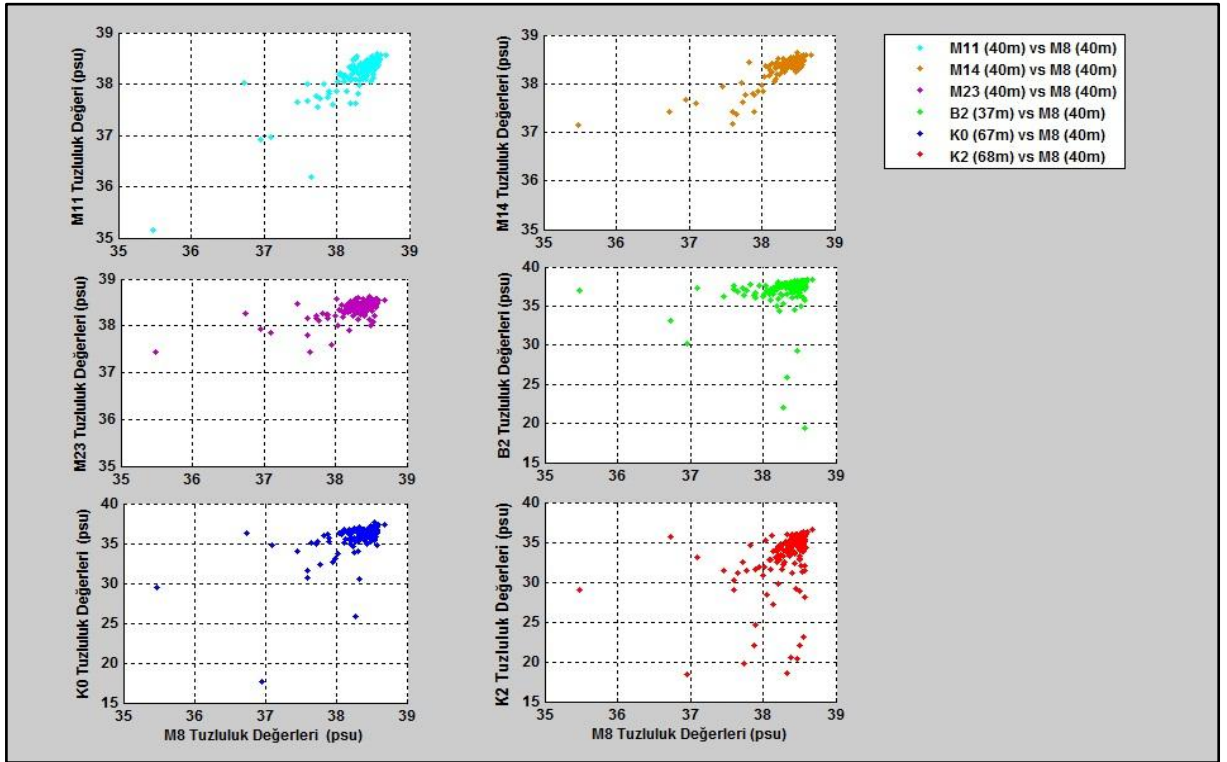


Şekil 51. Marmara istasyonları aylık sıcaklık ve tuzluluk ortalamaları (Dip-2)

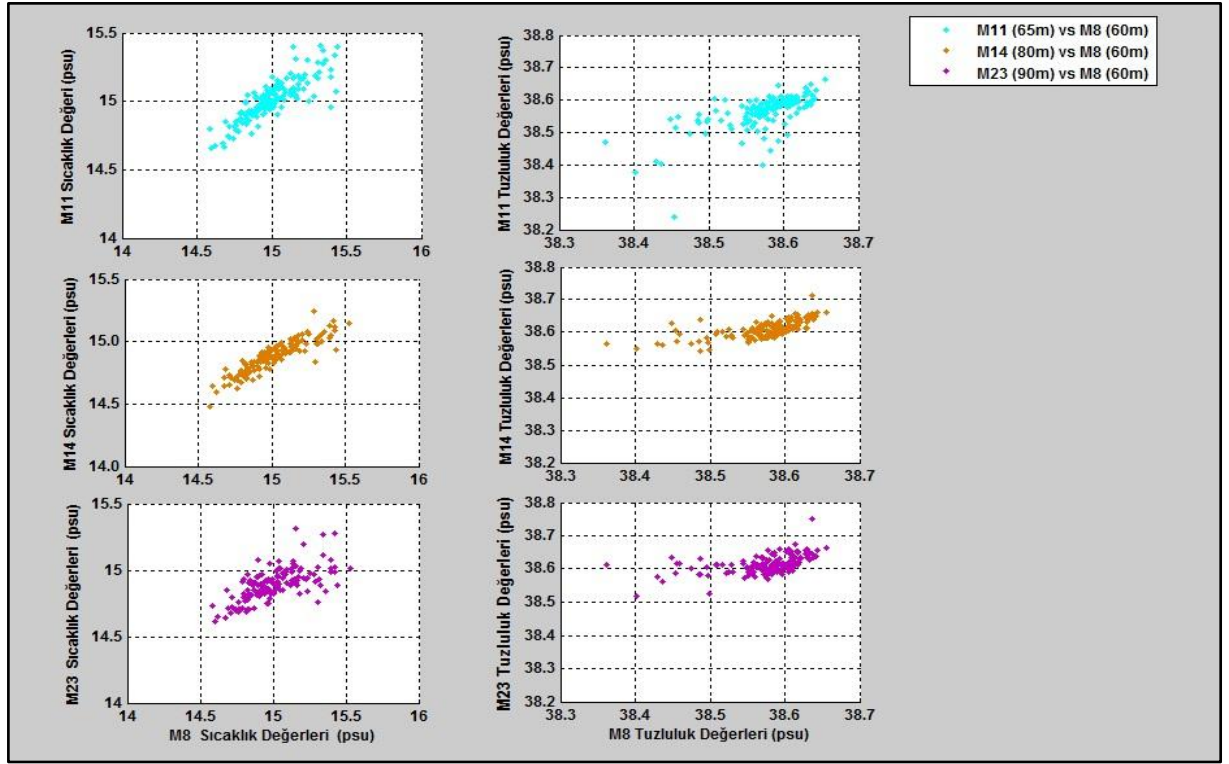
Yine üst tabaka suyunda olduğu gibi alt tabaka suyunun da istasyonlar arası etkileşimini ilişkilendirebilmek için M8 istasyonu ile diğer istasyonların dağılım grafiklerine (scatter) bakılmış ve korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Bu grafikler Şekil 51, 52 ve 53' te, korelasyon tablosu ise Tablo 14' te sunulmuştur. Alt tabaka (Dip-2) sıcaklık ve tuzluluk verilerinin istasyonlar arası korelasyon katsayıları karşılaştırıldığında M8 ile diğer Marmara Denizi istasyonları arasında korelasyonun daha güçlü olduğu görülmektedir. Dip-1 verilerinde boğazdaki ve Karadeniz'deki istasyonlarla M8 arasında korelasyon katsayıları nispeten daha düşüktür. Bunların arasında özellikle B2 istasyonu ile korelasyon katsayısının çok düşük olması B2 istasyonunun sığ olması ve blokaj gibi olaylara çok sık rastlanmasındandır.



Şekil 52. M8 istasyonu ile diğer istasyonlar arası sıcaklık dağılımları (Dip-1)



Şekil 53. M8 istasyonu ile diğer istasyonlar arası tuzluluk dağılımları (Dip-1)



Şekil 54. M8 istasyonu ile diğer istasyonlar arası sıcaklık ve tuzluluk dağılımları (Dip-2)

Tablo 14. M8 istasyonu ile diğer istasyonlar arasındaki istatistiksel sonuçlar

İstasyon Adı	DİP-1						DİP-2					
	Sıcaklık			Tuzluluk			Sıcaklık			Tuzluluk		
	R	R ²	P	R	R ²	P	R	R ²	P	R	R ²	P
M11 vs M8	0,828	0,686	0	0,867	0,751	0	0,988	0,869	0	0,642	0,412	0
M14 vs M8	0,830	0,688	0	0,829	0,687	0	0,966	0,885	0	0,639	0,409	0
M23 vs M8	0,655	0,429	0	0,656	0,430	0	0,964	0,630	0	0,493	0,243	7,9E-287
B2 vs M8	0,305	0,093	6,4E-102	0,151	0,023	2,43E-25	-	-	-	-	-	-
K0 vs M8	0,319	0,102	1,2E-111	0,497	0,247	6,5E-292	-	-	-	-	-	-
K2 vs M8	0,246	0,061	7,3E-66	0,341	0,116	4,3E-128	-	-	-	-	-	-

*Not1: Dip 1, K0-67m, K2-68m, B2-37m, M İstasyonları 40 metredir. Dip2, M8-60m, M11-65m, M14-80m ve M23 90 metredir.

*Not2: R korelasyon katsayısı, R² belirleme katsayısı P anlamlılık simgesidir. P<0.001 olması çok yüksek İstatistiksel anlamlılığı ifade eder. (Kul, 2014)

IV.SONUÇLAR

Bu çalışmada Ocak 1997 ile Ocak 2010 tarihleri arasında on üç yıllık CTD verileri değerlendirilerek İstanbul Boğazı'nın Karadeniz ve Marmara Denizi çıkışlarında üst ve alt tabakanın zamana bağlı değişimi, atmosferik ve oşinografik olaylarla ilişkisi araştırılmıştır. Bunun için üst ve alt tabakayı temsil eden ikişer derinlik seçilerek aylık zaman serisi oluşturulmuştur. Elde edilen zaman serilerinin istatistik incelenmesi yapılarak bölgeler arasında korelasyonlar araştırılmıştır. İstanbul Boğazı'nın Karadeniz ve Marmara Denizi çıkışlarındaki üst tabaka suyu sıcaklığı Şubat aylarında en düşük, Ağustos aylarında en yüksek sıcaklık değerlerini almaktadır. Üst tabaka suyu sıcaklık değerleri İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında 2,33-27,05°C, Marmara Denizi çıkışında 4,99-27,8°C değerleri arasında mevsimsel olarak değişmektedir. Üst tabaka tuzluluk değerleri ise, boğazın Karadeniz çıkışında genellikle 17-18 psu arasındadır. Düşük tuzluluk değerleri aylık ortalamalarda ve zaman serilerinde Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında görülebilmektedir (<17psu). Boğazın Marmara Denizi çıkışında üst tabakadaki tuzluluk değerleri ise 18,5-29 psu arası değişmektedir. M11 istasyonunda ise diğer istasyonlardan farklı olarak yüksek üst tabaka tuzluluk değerleri gözlemlenmiştir (>30 psu). Genel olarak Marmara istasyonlarında kış aylarında yüksek, yaz aylarında düşük üst tabaka tuzluluk değerleri olduğu söylenebilir.

Üst tabaka suyu mevsimsel değişimlerin etkisinde olmakla beraber, özellikle düşük tuzluluk değerlerine Tuna Nehri etkisinde ulaşmaktadır. Boğaz'ın Karadeniz çıkışına gelen hatta boğaza giren düşük tuzluluktaki Tuna suları, Batı Karadeniz Bölgesindeki diğer tatlı su girdileri ile beraber bu bölgedeki düşük tuzluluk değerlerini oluşturur (<17 psu). Batı Karadeniz akıntı yapısı Tuna suyunu bu bölgeye taşımada oldukça önemlidir. Marmara Denizi Boğaz çıkışı sularındaki tuzluluk değerlerindeki düşüş ise bol miktarda Karadeniz suyu girdisi ile açıklanabilir. Bu durum kuzeyli rüzgarların etkisinde, Karadeniz' in su seviyesinin arttığı dönemlerde etkisini gösterir.

Akdeniz kökenli alt tabaka suları boğazın Karadeniz çıkışında sıcaklığını ve tuzluluğunu büyük oranda kaybetmektedir. Yıllık dağılıma göre Şubat ve Mart aylarında en düşük sıcaklık değerleri alırken, Ekim ve Kasım aylarında en yüksek sıcaklık değerleri gözlemlenmiştir. Bu mevsimsel değişimde 1998, 2002 ve 2003 yıllarında Şubat ayında

gözlenen Akdeniz kökenli alt tabaka suyunun İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında blokaja uğraması etkili olmuştur.

Boğaz' ın Marmara çıkışında alt tabaka suyu çok az değişim gösterir. Yine de bu az değişim yaz aylarında düşük, kış aylarında yüksek su sıcaklığı olarak eğilim gösterir. Genel olarak 14,5-15,9°C arası sıcaklık değeri alır. Tuzluluğa baktığımızda ise ilkbahar aylarında düşük, sonbahar aylarında yüksek değerler görülmektedir. Tuzluluk 38,35 psu-38,75 psu arası değerler almıştır

Üst ve alt tabakayı temsil eden ikişer adet su derinliğinde gerçekleştirilen istatistiksel ve grafiksel incelemeler sonucunda,

- Üst tabaka suyunun istasyonlar arası korelasyon katsayıları, sıcaklığının bütün istasyonlarda güçlü bir bağlantı olduğunu tuzluluğunun ise K0 istasyonuna olan uzaklığa bağlı olduğunu göstermiştir.
- Karadeniz kökenli üst tabaka suyunun M8 ve M23 istasyonunda etkili olduğu M14 istasyonunun M11 istasyonuna göre biraz daha fazla bu etki altında kaldığı tespit edilmiştir.
- 1998, 2002 ve 2003 yıllarında Şubat ayında Akdeniz kökenli alt tabaka suyu İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında blokaja uğramıştır.
- Alt tabaka suyunun istasyonlar arası korelasyon katsayılarına bakıldığında, M8 istasyonunun diğer Marmara istasyonlarında etkin olduğu fakat Boğaz ve Karadeniz istasyonlarında bu etkinin blokaj olayları gibi durumlardan dolayı düştüğü gözlemlenmiştir

Farklı istasyonlarda aylık olarak profil boyunca toplanan sıcaklık ve tuzluluk verileri, Marmara Denizi ve Karadeniz arasındaki etkileşimi daha iyi inceleyebilmemizi ve anlamamızı sağlamıştır. Fakat zaman serisi oluşturacak verilerin örnekleme aralığının sıklığı, kayıp veri analizini azaltacağı gibi, günlük değişim gösteren atmosferik olayların etkisindeki verileri daha iyi analiz etmemizi sağlayacaktır. Bu maksatla verilerin sürekli toplanması ve iletilmesi prensibine dayalı (real-time) sistemlerin kullanılması oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- AKTAN, Y., DEDE, A., ÇİFTÇİ, P.S. (2008): Mucilage event associated with diatoms and dinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey. *Harmful Algae News*, 36, 1–3.
- ALTIOK, H. (2001): İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışında su kütlelerinin mevsimsel değişimi, Doktora Tezi, Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, 2001.
- BAYGÜL, A. (2007): Kayıp veri analizinde sıklıkla kullanılan etkin yöntemlerin değerlendirilmesi, Arzu Baygül, Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, 2007.
- BEŞİKTEPE, Ş.T., SUR, H.I., ÖZSOY, E., LATİF, M.A., OĞUZ, T., ve ÜNLÜATA, Ü. (1994): The curculation and hydrography of Marmara Sea Prog. *Oceanog.* 34, (4), 285-333.
- BEŞİKTEPE, T.Ş., ÖZSOY, E., LATİF, M.A., ve OĞUZ, T. (2000) : Marmara Denizi' nin hidrografisi ve dolaşımı. Marmara Denizi 2000 Sempozyumu Bildirimler Kitabı, 11-12 Kasım 2000, 314-326, İstanbul.
- BÜYÜKAY, M. (1989): The surface and internal oscillations in the Bosphorus, related to meteorological forces, Msc Thesis, Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, 169 pp.
- COCIASU, A., DIACONU, V., POPA, L., NAE, I., BUGA, L., DOROGAN, L., and MALCIU, V. (1997): Nutrient Stock of the Romanian Shelf of the Black Sea in the Last Three Decades", In: "Özsoy, E., and Mikaelyan, A. (eds.), Sensitivity to Change: Black Sea, Baltic and North Sea, NATO ASI Series, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 27, 49-63, 1997.
- DANOVARO, R., FONDA UMANI, S., PUSCEDDU, A. (2009): Climate Change and the Potential Spreading of Marine Mucilage and Microbial Pathogens in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE* 4(9): e7006. doi:10.1371/journal.pone.0007006

- Dİ IORİO, D., ve YÜCE, H. (1997): Observation of Mediterranean flow into the Black Sea, Saclant Undersea Reserch Centre Report, SR269.
- DOROFEYEV, V. L. OGUZ, T., SUKHÍKH, L. I., KNYSH, V. V., KUBRYAKOV, A. I. ve KOROTAEV, G. K. (2012): Modeling long-term changes of the Black Sea ecosystem characteristics. Ocean Sci. Discuss., 9, 2039–2080
- GINZBURG, A. I., KOSTIANOY, A. G., SHEREMET, N. A. (2004): Seasonal and interannual variability of the Black Sea surface temperature as revealed from satellite data (1982–2000) Journal of Marine System. 52 (1-4), 33-50
- IVANOV, L.I., BEŞİKTEPE, Ş., ÖZSOY, E. (1997): The Black Sea cold intermediate layer. Sensitivity to Change: Black Sea, Baltic Sea and North Sea, E. Özsoy and A. Mikealyan (ed.), NATO-ASI Series, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 253-264.
- J.STOER ve R. BULIRSCH. (1992): Introduction to Numerical Analysis, Amsterdam.
- KUL, S. (2014): İstatistik sonuçlarının yorumu: P değeri ve Güven Aralığı nedir, Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Bioistatistik Anabilim Dalı, Gaziantep, Türkiye.
- LATİF, M.A., ÖZSOY, E., OĞUZ, T., ve ÜNLÜATA, Ü. (1991): Observation of the Mediterranean inflow into the Black Sea, Deep Sea Research 38, 711-723.
- LITTLE, R.J.A., RUBIN, D.B. (1987): Statistical analysis with missing data.
- OĞUZ, T., ÖZSOY, E., LATİF, M., SUR, H. I. AND ÜNLÜATA, Ü. (1990): Modeling of Hydraulically Controlled Exchange Flow in the Bosphorus Strait. Journal of Physical Oceanography, 20, 945-965.
- ÖZSOY, E., ve ÜNLÜATA, Ü. (1997) : Oceanography of the Black Sea: A review of some recent results, Earth-Science Reviews 42 (4), 231-272.
- ÖZYALVAÇ, M. (2009) : İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında akıntı rejimi, su kütlesi değişimi ve kontrol mekanizmaları, Mustafa Özyalvaç, Doktora Tezi, Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, 2009.

- POLAT, S.Ç., ve TUĞRUL, S. (1995) : Quantitative comparison of the influxes of nutrients and organic carbon into the sea of Marmara both from anthropogenic sources and from the Black Sea, *Water Science and Technology*, 32 (2), pp. 115-121.
- SCHAFER, J.L. (1997) : Analysis of incomplete multivariate data, Chapman and Hall / CRC Press, London.
- SOROKİN YU. I. (1983) : The Black Sea. In: *Estuaries and Enclosed Seas: Ecosystem of the World*, B. H. Ketchum, editor, Elsevier, Amsterdam, 253-291.
- STANEV, E.V. (1990): On the mechanisms of the Black Sea circulation. *Earth-Science Rev.*, 28, 285-319.
- TAPRAMAZ, R. (2002) : Sayısal çözümleme, Literatür Yayınları No: 76, İstanbul, 410s.
- TOLMAZIN, D. (1985): Changing coastal oceanography of Black Sea. *Progr. II: Mediterranean Effluent. Prog. Oceanog.*, 15, 227-316.
- TSIMPLIS, M. N., JOSEY, S. A., RIXEN, M. ve STANEV, E. V. (2004): On the forcing of sea level in the Black Sea, *J. Geophys. Res.*, 109, C08015, doi:10.1029/2003JC002185.
- TUGRUL, S., BEŞİKTEPE, Ş.T., SALİHOĞLU, İ. (2002): Nutrient exchange fluxes between the Aegean and Black Seas through the Marmara Sea. *Mediterr. Mar. Sci.* 3 (1), 33-42.
- TÜFEKÇİ, V., BALKIS, N., POLAT-BEKEN, Ç., EDİGER, D. ve MANTIKÇI, M. (2010): Phytoplankton composition and environmental conditions of a mucilage event in the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Biology*, 34, 199-210.
- ÜNLÜATA, Ü., OĞUZ, T., LATİF, M.A., ve ÖZSOY, E. (1990): On the physical oceanography of the Turkish Straits, L.J. Pratt (ed), *The physical oceanography of sea straits*, Kluwer Academic Publishers, 25-60.
- YILMAZ, A., TUĞRUL, S., POLAT, Ç., EDİGER, D., ÇOBAN, Y., ve MORKOÇ, E. (1998): On the Production, Elemental Composition (C,N,P) and Distribution of Photosynthetic Organic Matter in the Southern Black Sea", *Hydrobiologia*, 363, 141-156.

YILMAZ, I. N. (2014): Collapse of zooplankton stocks during "Liriope tetraphylla" (Hydromedusa) blooms and dense mucilaginous aggregations in a thermohaline stratified basin. Marine Ecology. doi:10.1111/maec.12166

YOZGATLIGİL, C., ASLAN, S., İYİGÜN, C., BATMAZ, İ., TÜRKEŞ, M., ve TATLI, H. (2010): Zaman serilerinde kayıp veri tamamlama yöntemlerinin karşılaştırılması, Türkiye iklim verileri üzerine bir uygulama, Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 30. Ulusal Kongresi, 30 Haziran – 2 Temmuz 2010, Sabancı Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, p.127 – 128.

YÜCE, H. (1996a): Mediterranean water in the Strait of Istanbul (Bosphorus) and the Black Sea exit, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 43, 597-616.

YÜCE, H. (1996b): On the variability of Mediterranean water flow into the Black Sea, Continental Shelf Research, 16/11, 1399-1413.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi : 25.11.1984

Doğum yeri : Çorum

Lise : (1999-2003), Çorum Anadolu Lisesi

Lisans : (2004-2009), Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine
Mühendisliği (Anadal), Elektrik-Elektronik Mühendisliği (Yandal)

Sertifika : (2010) IHO - B (International Hydrography Organization)

Çalıştığı kurum : (2009- devam ediyor), Denar Deniz Araştırmaları A.Ş