

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

İZMİT KÖRFEZİ'NDE TABAKALAŞMANIN GÜNLÜK DEĞİŞİMİ

DOKTORA TEZİ

Yük. Müh. Lalehan CANDEMİR
Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı

Danışman
Doç. Dr. Hüsne ALTIOK

AĞUSTOS, 2022

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

İZMİT KÖRFEZİ'NDE TABAKALAŞMANIN GÜNLÜK DEĞİŞİMİ

DOKTORA TEZİ

Yük. Müh. Lalehan CANDEMİR
Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı

Danışman
Doç. Dr. Hüsne ALTIOK

AĞUSTOS, 2022

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

LALEHAN CANDEMİR tarafından hazırlanmış ve sunulmuş “İZMİT KÖRFEZİ’NDE TABAKALAŞMANIN GÜNLÜK DEĞİŞİMİ” başlıklı tez FİZİKSEL OŞİNOGRAFI VE DENİZ BİYOLOJİSİ Ana Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Hüsne ALTIOK

Jüri Üyesi:

Prof. Dr. Dilek EDİGER

Jüri Üyesi:

Prof. Dr. Seyfettin Taş

Jüri Üyesi:

Doç. Dr. Mehmet Ilıcak

Jüri Üyesi:

Dr. Öğr. Üyesi Bilge TUTAK

Tez Savunma Tarihi: 26.08.2022

ETİK BEYAN

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırladığım “İZMİT KÖRFEZİ’NDE TABAKALAŞMANIN GÜNLÜK DEĞİŞİMİ” başlıklı DOKTORA tez çalışmasında bilimsel etik ve akademik kurallara riayet ettiğimi;

- Çalışma konusunun özgün olduğunu,
 - Tez içinde sunduğum tüm veri ve belgeleri bilimsel etik ve ahlak kuralları çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Çalışmanın bulgularında tahrifat yapmadığımı ve yanlış davranmadığımı,
 - Tez kapsamında yararlandığım tüm eserlere ve doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya atıfta bulunduğumu,
 - Yararlandığım tüm eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu,
 - Kullandığım veri ve belgelerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
 - Patent ve telif haklarını ihlal etmediğimi
- bildirir, aksinin vuku bulması durumunda yasal sonuç/sonuçları ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabul ettiğimi beyan ederim.

26/08/2022

Lalehan CANDEMİR

ÖNSÖZ

2008 yılında bir heyecanla başlayan SUKOT projemizin bir çıktısı olan bu doktora çalışmamda beni destekleyen herkese teşekkürlerimi sunmak isterim.

Hem Ar-Ge hem de doktora çalışmalarında bana her daim bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, fiziksel oşinografi konusunda bilgi birikimimi arttırabilmek için bana sabırla yol gösteren ve motive eden değerli danışman hocam Doç. Dr. Hüsne ALTIOK’a,

Bu tez çalışmasında kullandığım verilerin büyük kısmının elde edildiği “Günlük Yüzey Suyu Sıcaklığı Değişimi ve Atmosferik Koşulların Su Kolonunda Tabakalaşmaya Etkisinin Belirlenmesi” isimli 110Y244 numaralı projeye verdiği destek için TUBİTAK’a,

Aynı projede birlikte çalıştığım araştırmacı Sabri Mutlu’ya,

Oşinografik verilerle eş zamanlı meteorolojik verilerin temin edildiği Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne,

SUKOT projesi kapsamında verilerin elde edilmesi için kullanılan şamandıranın ölçüm noktasına taşınması ve yerleştirilmesi sırasında tüm yardımları için R/V Alemdar 2 gemisi personeline,

Bana manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma içtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	viii
KISALTMA LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.2. Önceki Çalışmalar	3
1.2.1. İzmit Körfezi'nin oşinografisi	3
1.2.2. Günlük yüzey deniz suyu değişimi	5
1.2.3. Tabakalı sistemlerde karışım mekanizmaları	8
2. MATERYAL VE METOD	9
2.1. Veri Analizinde Kullanılan Yöntemler	14
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	16
3.1. Atmosferik Veriler	16
3.1.1. SUKOT şamandıra verileri	16
3.1.2. Yalova, Gebze ve Çınarcık meteoroloji istasyonlarının verileri	40
3.2. Su Kolonundaki Veriler	46
3.2.1. SUKOT şamandıra verileri	46
3.3. SUKOT Şamandırası Verilerinin Özet Analizi	50
3.4. Saatlik CTD verilerinin analizi	51
3.5. Tchain Verileri	55
3.6. ADCP Verileri	57
3.7. Karışım ve Adveksiyon Parametreleri	61
3.8. Atmosferik Koşulların Aratabakaya Etkisi	64
3.8.1. Sıcaklık profiline rüzgarın etkisi	64
4. SONUÇLAR	69

ÖZET

İZMİT KÖRFEZİ'NDE TABAKALAŞMANIN GÜNLÜK DEĞİŞİMİ

LALEHAN CANDEMİR

Bu çalışmada, İzmit körfezinin iki tabakalı yapısının, atmosferik koşullarla nasıl etkileştiği, bu koşulların tabakalaşmayı nasıl ve ne süreyle etkilediğini araştırılmıştır. Bu amaçla, körfezin kuzey doğu girişinde farklı zamanlarda şamandıralı bir sistem ile ölçülmüş olan saatlik veri setlerinden elde edilmiş oşinografik ve bölgeye en yakın hava istasyonlarından temin edilen atmosferik veriler analiz edilmiştir. Yapılmış olan çalışmalarda, bölgede normal hava koşullarında yüzey suyu tabakasının mevsimsel olarak ve günlük güneşlenmeye uygun şekilde davranışı gözlenmiştir. Yaz aylarında yüzeyde gece ile gündüz arasında daha aşağıdaki derinliklere göre sıcaklık farkları tespit edilmiştir. Ayrıca bölgede gerçekleşen şiddetli kuzeyli rüzgarların tabakalı yapının bozulma dinamikleri ve rüzgarların kesilmesi sonrasında eski yapısına geri dönüşü analiz edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, şiddetli kuzeyli rüzgarları, ölçüm yapılan bölgede üst tabakadaki suyun körfezin dışına doğru taşınmasına ve buna bağlı olarak kuzeyde alt tabakaların yükselmesine neden olmuştur. Böylece tabakalaşma neredeyse kaybolmuş ve su kolonunda akıntı hızının arttığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Marmara Denizi gibi iki tabakalı sistemlerin hidrografik yapılarının anlaşılabilmesi için yüksek frekanslı atmosferik ve oşinografik ölçümler yapılmasının önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: İzmit Körfezi, tabakalaşma, sıcaklık zinciri verisi, zaman serileri, günlük değişimler, rüzgar uyarımlı karışım, Richardson sayısı

ABSTRACT

THE DIURNAL CHANGES IN STRATIFICATION OF IZMIT BAY

LALEHAN CANDEMİR

In this study, the two-layered structure of the Izmit Bay was studied with respect to the atmospheric conditions and the effect of conditions on the stratification in the bay was investigated. With this aim, various hourly oceanographic datasets obtained from the buoy which was placed at the Northeast entrance of the bay and the atmospheric datasets obtained from the nearest meteorological stations were analyzed. In the study, although the observation of the seasonal behavior of the surface water layer as well as the daily solar flux effects was possible. The higher differences of the surface temperature then the deeper layers in the water column were noticed in summer period for the day and night conditions. The mechanism of how the stratification dynamics change during the strong northerly winds that blows for long times and how it returned to the original state was analyzed.

According to the results, the strong northerly winds cause the water masses to be carried out of the bay and water levels to rise on the northern shores. As a result of this, the stratification is almost lost and current speed is increased in the water column.

The results obtained in this study, shows the importance of the high frequency measurements in understanding the hydrographic processes the two layered systems.

Keywords: İzmit Bay, stratification, temperature-chain data, time series, diurnal changes, wind induced mixing, Richardson number

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Veri seti özeti.....	12
Tablo 2. Veri seti ölçüm tarihleri ve açıklamaları	13
Tablo 3. SUKOT şamandırası meteorolojik verilerin değişim aralıkları.....	46



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. İzmit Körfezi'nin konumu.	2
Şekil 2. İzmit Körfezi'nin batimetrisi, (Altıok ve diğerleri (2020)'den alınmıştır).....	3
Şekil 3. Şamandıra sisteminin bileşenleri, sensör dizisi ve şamandıranın özellikleri (SUKOT).	10
Şekil 4. İzmit Körfezi batimetrisi ve ölçüm şamandırasının konumu.	11
Şekil 5. (A) SUKOT şamandırası ve (B) T-Chain şamandırası.....	11
Şekil 6. Saatlik hava sıcaklığı değişimi (Kasım 2013).	18
Şekil 7. Saatlik bağıl nem değişimi (Kasım 2013).	18
Şekil 8. Saatlik atmosferik basınç değişimi (Kasım 2013).	19
Şekil 9. Saatlik rüzgar hızı ve yönü değişimi (Kasım 2013).	19
Şekil 10. Rüzgar yönü histogramı (Kasım 2013)	20
Şekil 11. Saatlik hava sıcaklığı değişimi (Şubat 2014).	21
Şekil 12. Saatlik güneş ışınlamı değişimi (Şubat 2014).	22
Şekil 13. Saatlik bağıl nem değişimi (Şubat 2014).	22
Şekil 14. Saatlik atmosferik basınç değişimi (Şubat 2014).	23
Şekil 15. Saatlik rüzgar hızı ve yönü değişimi (Şubat 2014).	23
Şekil 16. Rüzgar yönü histogramı (Şubat 2014).	24
Şekil 17. Saatlik hava sıcaklığı değişimi (Mart 2014).	25
Şekil 18. Saatlik güneş ışınlamı değişimi (Mart 2014).	26
Şekil 19. Saatlik bağıl nem değişimi (Mart 2014).	26
Şekil 20. Saatlik atmosferik basınç değişimi (Mart 2014).	27
Şekil 21. Saatlik rüzgar hızı ve yönü değişimi (Mart 2014).	27
Şekil 22. Rüzgar yönü histogramı (Mart 2014).	28
Şekil 23. Saatlik hava sıcaklığı değişimi (Ağustos 2014).	29
Şekil 24. Saatlik güneş ışınlamı değişimi (Ağustos 2014).	29
Şekil 25. Saatlik bağıl nem değişimi (Ağustos 2014).	30
Şekil 26. Saatlik atmosferik basınç değişimi (Ağustos 2014).	30
Şekil 27. Saatlik rüzgar hızı ve yönü değişimi (Ağustos 2014).	31
Şekil 28. Rüzgar yönü histogramı (Ağustos 2014).	31
Şekil 29. Saatlik hava sıcaklığı değişimi (Eylül-Ekim 2014).	33
Şekil 30. Saatlik güneş ışınlamı değişimi (Eylül-Ekim 2014).	33
Şekil 31. Saatlik bağıl nem değişimi (Eylül-Ekim 2014).	34
Şekil 32. Saatlik atmosferik basınç değişimi (Eylül-Ekim 2014).	34
Şekil 33. Saatlik rüzgar hızı ve yönü değişimi (Eylül-Ekim 2014).	35
Şekil 34. Rüzgar yönü histogramı (Eylül Ekim 2014).	35
Şekil 35. 2013 ve 2014 yılı Kasım ayı sıcaklık verisi karşılaştırması.	37
Şekil 36. Saatlik hava sıcaklığı değişimi (Kasım 2014- Ocak 2015).	37
Şekil 37. Saatlik güneş ışınlamı değişimi (Kasım 2014- Ocak 2015).	38
Şekil 38. Saatlik bağıl nem değişimi (Kasım 2014- Ocak 2015).	38
Şekil 39. Saatlik atmosferik basınç değişimi (Kasım 2014- Ocak 2015).	39
Şekil 40. Saatlik rüzgar hızı ve yönü değişimi (Kasım 2014- Ocak 2015).	39
Şekil 41. Rüzgar yönü histogramı (Kasım 2014 - Ocak 2015).	40

Şekil 42. Saatlik hava sıcaklığı (Altıok ve diğerleri (2020)'den alınmıştır).....	42
Şekil 43. Saatlik hava basıncı (Altıok ve diğerleri (2020)'den alınmıştır).....	42
Şekil 44. Yalova istasyonu deniz suyu seviyesi (m) (Altıok ve diğerleri (2020)'den alınmıştır).....	43
Şekil 45. Saatlik DB yönü rüzgar şiddeti (Altıok ve diğerleri (2020)'den alınmıştır).....	43
Şekil 46. Saatlik KG yönü rüzgar şiddeti (Altıok ve diğerleri (2020)'den alınmıştır).....	44
Şekil 47. Rüzgar yönü histogramı (Çınarcık İstasyonu).....	44
Şekil 48. Rüzgar yönü histogramı (Gebze İstasyonu).....	45
Şekil 49. Rüzgar yönü histogramı (Yalova İstasyonu).....	45
Şekil 50. Saatlik yüzey deniz suyu sıcaklığı (Kasım 2013).....	48
Şekil 51. Saatlik yüzey deniz suyu sıcaklığı (Şubat 2014).....	49
Şekil 52. Saatlik yüzey deniz suyu sıcaklığı (Şubat 2014).....	50
Şekil 53. Saatlik ölçülen CTD verilerinden elde edilen sıcaklık, tuzluluk ve sigma-t profilleri.....	52
Şekil 54. Zamana bağlı sıcaklık değişimi.....	53
Şekil 55. Zamana bağlı tuzluluk değişimi.....	54
Şekil 56. Zamana bağlı sigma-t değişimi.....	54
Şekil 57. Saatlik yüzey suyu sıcaklık değişimi.....	55
Şekil 58. Saatlik yüzey suyu tuzluluk değişimi.....	55
Şekil 59. Sıcaklık zaman serisi.....	56
Şekil 60. Rüzgarın kuzey ve güney yönlü bileşeni (renkli çizgiler) ve 14 °C sıcaklık derinliğinin zaman serisi (siyah çizgi).....	57
Şekil 61. Saatlik akıntı şiddeti değişimi (Şubat-Nisan 2015).....	58
Şekil 62. Saatlik akıntı yönü değişimi (Şubat-Nisan 2015).....	58
Şekil 63. Derinliğe göre akıntı gülü grafiği, (A) 8,2 m, (B) 10,2 m, (C) 12,2 m, (D) 14,2 m.....	59
Şekil 64. Derinliğe göre akıntı gülü grafiği, (A) 16,2 m, (B) 18,2 m, (C) 20,2 m, (D) 22,2 m.....	59
Şekil 65. Derinliğe göre akıntı gülü grafiği, (A) 24,2 m, (B) 26,2 m, (C) 28,2 m, (D) 30,2 m.....	60
Şekil 66. Derinliğe göre akıntı gülü grafiği, (A) 32,2 m, (B) 34,2 m, (C) 36,2 m, (D) 38,2 m.....	60
Şekil 67. Derinliğe göre akıntı gülü grafiği, (A) 40,2 m, (B) 42,2 m, (C) 44,2 m.....	61
Şekil 68. 4 – 7 Şubat 2015 tarihleri arasında (A) kesme, (B) kaldırma frekansı.....	63
Şekil 69. 4 – 7 Şubat 2015 tarihleri arasında ölçülen ve hesaplanan (A) akıntı şiddeti (cm/s), (B) R_i sayısı (eşdeğerçizgileri, poligonların içi $R_i < 0,25$) ve sigma-t (renk skalası).....	63
Şekil 70. Fırtınalı günlerde sıcaklık profilinin değişimi: (A) 1'den 8'e kadar numaralandırma 8 – 15 Şubat saat 12:00 ölçümleri, (B) 1'den 6'ya kadar numaralandırma 6 – 11 Mart saat 12:00 ölçümleri, (C) 1'den 5'e kadar numaralandırma 8 – 12 Nisan saat 12:00 ölçümleri.....	66
Şekil 71. Rüzgar ve ara tabaka derinliği arasındaki zaman gecikmesi (Altıok ve diğerleri (2020)'den alınmıştır).....	68
Şekil 72. Spektral analiz.....	68

SEMBOL LİSTESİ

'	: Dakika
"	: Saniye
°	: Derece
C	: Celsius
s	: Saniye
dk	: Dakika
m	: Metre
cm	: Santimetre
km	: Kilometre
psu	: Practical salinity unit
cm/s	: santimetre/saniye
mS/cm	: miliSiemens/santimetre
g	: yerçekimi sabiti
ρ	: Yoğunluk
Ri	: Richardson Sayısı
mbar	: Basınç birimi
δ	: Türev işareti

KISALTMA LİSTESİ

SUKOT	: “Yüzey Suyu Sıcaklığı Değişimi ve Atmosferik Koşulların Su Kolonunda Tabakalaşmaya Etkisinin Belirlenmesi” isimli TÜBİTAK 1001 projesi
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
GPRS	: General Packet Radio Service
CTD	: Conductivity, Temperature, Depth kelimelerinin karşılığı olan İletkenlik, Sıcaklık ve Derinliği ifade eden kelime
ADCP	: Akustik Doppler Akım Profilleyicisi
TChain	: Ölçüm Zinciri
DB	: Doğu – Batı
KG	: Kuzey – Güney
DYSS	: Deniz yüzey suyu sıcaklığı
TUDES	: Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

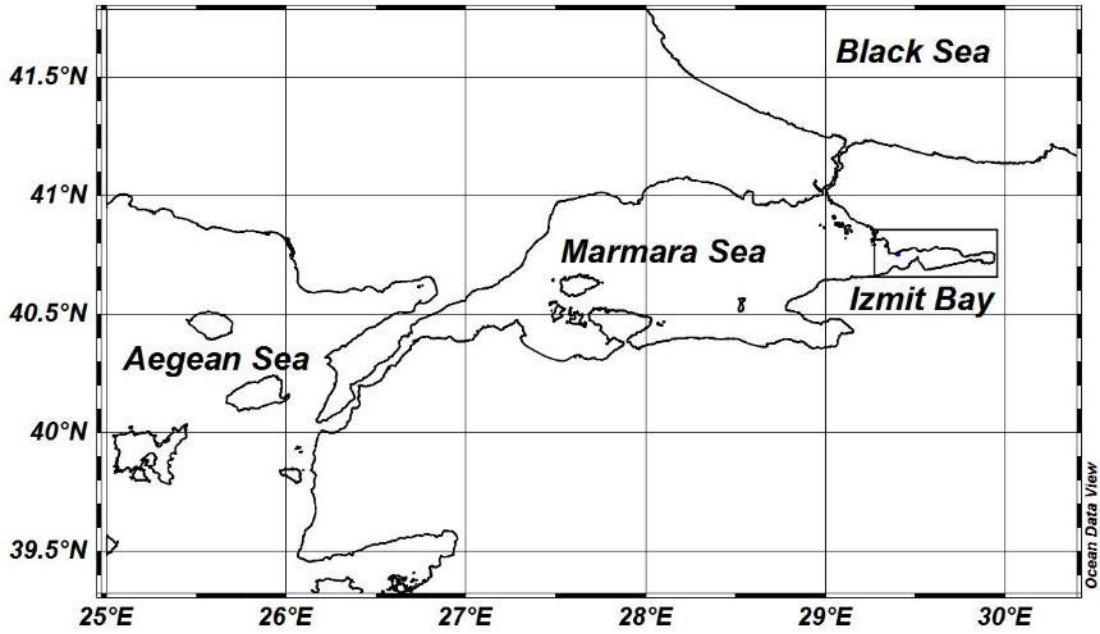
Marmara Denizi, coğrafi konumu dolayısıyla ülkemiz için önem arz etmektedir. İki tabakalı bir sistem olan bu iç denizimizin atmosferik koşullara verdiği tepkinin bilinmesi ekosistem dinamiklerinin ortaya çıkarılmasında önemlidir. Bu tez kapsamında yapılan çalışmada Marmara Denizi'nde yüzey deniz suyu sıcaklığının ve su kolonunda tabakalaşmanın günlük döngüsünün ortaya çıkarılması ve atmosferik parametrelerle olan etkileşimin araştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, kısa aralıklı, yerinde (in-situ) ve eş zamanlı ölçümlerle güneşlenme süresi, bulutluluk, rüzgar hızı, hava sıcaklığı gibi atmosferik parametrelerle, yüzey deniz suyu sıcaklığı, tuzluluk ve akıntı gibi oşinografik parametrelerin atmosfer-deniz etkileşimindeki rolleri araştırılmıştır. Gün içerisindeki yüzey deniz suyu sıcaklığının değişimi atmosfer deniz arasındaki ısı alışverişi açısından, öğleden sonra etkisinin belirlenmesi açısından ve su kolonuna etkisi açısından önemlidir.

Ülkemiz karasularında bu konuda doğrudan denizde ölçülmüş verilerle yapılan detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Karada bulunan meteoroloji istasyonlarında ölçülen parametrelerle atmosfer deniz arasındaki ısı alışverişi yaklaşık olarak hesaplanabilmiştir. Bu projede bir iç denizimiz olan Marmara Denizi'nde dünyanın pek çok denizlerinde yapılmış olan bu tür hesaplamaları yapacak uygun verilerin elde edilmesi ve atmosfer deniz etkileşiminin incelenmesi hedeflenmiştir. Bir iç denizimiz olan Marmara Denizi'nde ekosistem ve akustik yayılım gibi modellerde diğer disiplinlerdeki araştırmacılar tarafından kullanılmak üzere eş zamanlı, sık aralıklı ve hassas bir veri seti sağlanması da önemli bir hedef olarak gözetilmiştir. Yüzey deniz suyu sıcaklığı güneşlenme miktarına bağlı olarak gün içerisinde değişim gösterir. Buna ek olarak da rüzgar şiddeti atmosfer – deniz arasındaki ısı alışverişini arttırarak aynı zamanda da itme gücü sayesinde su kolonunda yatay ve düşey hareketlere neden olarak su sıcaklığına etki eder. Tabakalı denizlerde, üst tabakadaki değişimler için, atmosfer yüzey suyu ayrımı gibi alt tabaka üst tabaka arasındaki geçiş bölgesi de bir sınır oluşturur.

Marmara Denizi de Ege Denizi ve Karadeniz'den gelen farklı iki su kütlelerinin bir arada olduğu bir deniz olarak iki tabakalı yapısı sebebiyle birçok bilimsel araştırmaya konu olmuştur. Şekil 1'de görüleceği gibi, Marmara Denizi'nin kuzeydoğusunda yer alan ve doğal bir liman

olan İzmit Körfezi iki tabakalı yapısı ve yarı kapalı bir sistem olması dolayısıyla iki tabakalı sistemlerin davranışlarının araştırılması amacına uygun bir bölgedir.

Bu çalışmada, İzmit Körfezi'nin çalışma bölgesi olarak seçilmesinin diğer sebepleri ise şamandıra yerleştirilebilmesi için uygun derinlik yapısının olması, sahile erişimin belirli mesafelerden sağlanabilmesi ve bölgenin İstanbul ve İzmit şehirlerinden ulaşım kolaylığı sayesinde şamandıranın düzenli olarak kontrol edilebilmesi olasılığı olmuştur.



Şekil 1. İzmit Körfezi'nin konumu.

Yapılan bu çalışmada, İzmit Körfezi'ndeki tabakalı yapının değişen atmosferik koşullar karşısında davranışı ve tabakalar arasındaki etkileşimi yüksek frekanslı sıcaklık ve akıntı verisiyle araştırılmaktadır. Tabakalı yapının oşinografik ve meteorolojik koşullara tepkisinin ortaya konulabilmesi sadece hidrodinamik modeller için değil aynı zamanda tabakalar arası madde ve su taşınımı için de önem taşımaktadır.

Bu doğrultuda daha önceki yıllarda İstanbul Üniversitesi Deniz İşletmeciliği Enstitüsü Fiziksel Oşinografi bölümünde yapılmış olan 1001 projesi kapsamında İzmit Körfezi'nin kuzey kıyısında Marmara Denizi çıkışına yakın ve yaklaşık 50 m taban derinliğine sahip bir konuma yerleştirilen bir şamandıra üzerinde yer alan sensör zincirinden CTD verileri ve atmosferik sensörler ile meteorolojik veriler ölçülmüştür. Bu ölçüm çalışmasında 3 Kasım 2013 ile 27

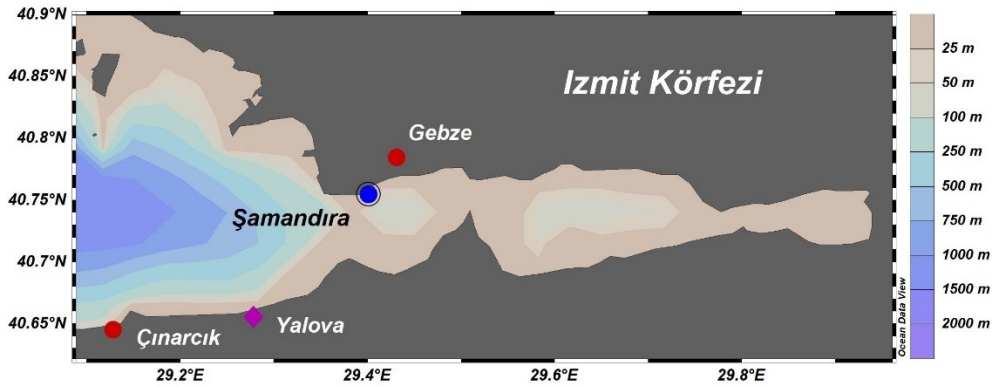
Ocak 2015 tarihleri arasında ölçüm verisi elde edilmiştir. Marmara denizinde 27 Ocak 2015 tarihinde yaşanan şiddetli lodos sonrasında bu şamandıra ve ölçüm zinciri zarar görmüştür. Ölçüm alınabilmiş olan tarihler materyal kısmında yer almaktadır.

Ardından 4 Şubat 2015 tarihinde yine bu bölgeye yerleştirilen ikinci şamandıra ile sıcaklık ve akıntı değerleri ölçülmüştür. 24 adet sıcaklık sensörünün (RBR, XR-420 model) 1,5 m aralıklarla yerleştirilmesiyle elde edilen sıcaklık dizini ile yüzeyde 4,5 m'den başlayarak dipte 39 m derinliğe kadar 10 dk. aralıklarla sıcaklık ölçümü gerçekleştirilmiştir. Şamandıra sisteminin hemen altına yerleştirilen ADCP (Workhorse Sentinel 300 Khz) ile de dip izleme yöntemiyle saatlik akıntı hızı ve yönü ölçülmüştür. Bu çalışma sayesinde 4 Şubat 2015-24 Nisan 2015 tarihleri arasında sürekli ölçüm yapılarak veri seti oluşturulmuştur. Ayrıca bu çalışmanın başlangıcında aynı noktada 4 gün boyunca saatlik CTD ölçümü de yapılmıştır.

1.2. Önceki Çalışmalar

1.2.1. İzmit Körfezi'nin oşinografisi

İzmit Körfezi 50 km uzunluğunda 2- 10 km genişliğinde uzun ve dar bir yapıdadır. Doğu, orta ve batı olmak üzere 3 kısımdan oluşur. Doğu baseni en fazla 30 m derinliğe sahip sığ bir bölgedir. Orta basen ile 2 km genişliğinde dar bir boğaz ile birleşir. Orta basende güney kıyıya daha yakın 160 m ve 200 m derinliklere sahip iki çukur bulunmaktadır. Bu nedenle güney kısmında daha dik bir eğimle bu derinliklere ulaşılır. Orta ile batı baseni yaklaşık 50 m derinlikte dar ve kısa bir boğaz ile birbirlerine bağlanır. Batı baseni ortalama 50m derinliktedir ve Marmara Denizi'ne doğru derinleşerek hızla 200 m derinliğe ulaşır (Şekil 2).



Şekil 2. İzmit Körfezi'nin batimetrisi, (Altıok ve diğerleri (2020)'den alınmıştır).

Marmara Denizi'nin doğusunda yer alan İzmit Körfezi'nde, iki tabakalı yapı yıl boyunca korunmaktadır. Yaklaşık 15 - 20 m derinlikte bulunan ara tabaka atmosferik koşullara göre yaz ve kış aylarında farklılıklar göstermektedir. Üst tabaka sıcaklığı hava sıcaklığına paralel olarak yıl içerisinde değişirken tuzluluk kış aylarında yüksek, yaz aylarında düşük değerlerdedir. Akıntı ölçümleri ve model sonuçları İzmit Körfezi'nde rüzgara bağlı akıntı örüntülerinin oluştuğunu göstermektedir (Oğuz ve Sur, 1986; Altıok ve diğerleri, 1996; Algan ve diğerleri, 1999; Müftüoğlu, 2008).

İzmit Körfezi'nde yaz ve kış sirkülasyonlarının farklılık gösterdiği hidrodinamik modellerle ortaya konmuştur (Oğuz ve Sur, 1986). Modele göre kış koşullarında üst tabakadan körfez dışına doğru bir akıntı bulunurken alt tabakadan da tersi yönde körfez içine doğru akıntı oluşmaktadır. Yaz koşullarında ise akıntı yönleri tersine dönmektedir. Bununla beraber batı rüzgarları körfezdeki akıntılar üzerinde etkilidir ve kış koşullarındaki akıntıyı oluşturmaktadır. İzmit Körfezi'nin basenleri arasındaki su alış-verişinde daralan bölgelerin etkisinin olduğu ve sirkülasyonu etkilediği de görülmektedir. En dış körfezin kuzeyinde akıntı yönü her iki tabaka için aynı yönlü olması batimetri etkisini göstermektedir. İzmit Körfezinin dar ve uzun bir yapıda olmasından ve körfezin iç kısımlarının 30m civarında olmasından dolayı ara tabakanın zaman zaman kalınlaştığı ve iki tabaka arasında karışımın arttığı gözlenmiştir (Tuğrul ve diğerleri, 1986; Algan ve diğerleri, 1999). Körfezin orta kısmındaki derin çukurda ise akıntı hızının yavaşlaması buradaki suyun yenilenmesini geciktirdiğinden en derin kısımlarda hidrojen sülfürlü sulara rastlanmıştır (Balkıs, 2003). Türkiye'nin en kalabalık ve yoğun sanayi bölgesinde bulunan İzmit Körfezi'nde su kalitesi 80'li yıllardan itibaren hızla kötüleşmiş ve bu konuda pek çok araştırmanın konusu olmuştur.

Kirliliğin tipi ve miktarı ve kimyasal oşinografik karakteristikler, asimilasyon kapasitesi ve birincil üretimi sınırlayan besinler Baştürk ve diğerleri (1985) tarafından belirlenmiştir. Tuğrul ve diğerleri (1986) su kalitesi, atıksu yükleri ve İzmit Körfezi'ndeki kaynakları ile ilgili bazı sonuçları paylaşmıştır. Okay ve diğerleri (2001) ve Karakoç ve diğerleri (2002) endüstriyel kirliliği deniz suyu, sediment ve midyelerdeki polisiklik aromatik hidrokarbonları (PAH) ve poliklorlu bifenil (PCB) üzerinden araştırmıştır. 1999 depreminin İzmit Körfezi'nde sebep olduğu kirlilik etkileri de Balkıs (2003) ve Morkoç ve diğerleri (2007) tarafından araştırılmıştır. Yüksek miktarlardaki endüstriyel atığın sebep olduğu bir anoksik durum ve bu durumun sebep

olduğu üst tabakada birincil üretim ve bunu takiben alt tabakalarda yüksek miktarda döküntü gözlenmiştir. Tolun ve diğerleri (2012) İzmit Körfezi'ndeki hızla düşen su kalitesine dayanarak entegre kıyı yönetim sistemi tabanlı evsel atıksu arıtma tesislerinin önemini vurgulamıştır. Secchi disk derinliğinin uzun vadeli azalması ve daha sık zararlı alg aşırı çoğalmalarının yanı sıra İzmit Körfezi'nde gerçekleşen musilaj oluşumlarını Okay ve diğerleri (2001), Tüfekçi ve diğerleri (2010) göz önünde tutmuşlardır. Ergül ve diğerleri (2018) kuzey doğulu fırtınalardan sonra meydana gelen dip sedimentin yeniden suya karışmasının sonucunda ortaya çıkan besinler yüzünden fitoplankton çoğalması rapor etmiştir.

İzmit Körfezi iki tabakalı yapısı ve Marmara Denizi'yle olan kısıtlı su alış verişinden dolayı kirlilik başta olmak üzere pek çok sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır. Secchi disk derinliğinin azalması ve zararlı alg çoğalmaları buna en iyi örneklerdir. Sahip olduğu iki tabakalı yapının özelliklerinin yıllara göre ve mevsimsel değişimi pek çok araştırmanın konusu olmuştur. Ancak zararlı alg çoğalmaları gibi atmosferik koşulların etkin olduğu durumlarda iki tabakalı yapının da etkisini belirlemek alt tabakadan üst tabakaya çıkan besin yüklerinin boyutunu ve neden olduğu sonuçların anlaşılabilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma ile yüksek frekanslı veri analiz edilerek ortam şartlarının hangi sıklıkla değiştiği araştırılmıştır.

İki tabakalı yapının hidrodinamik özellikleri ve atmosferik koşulların etkisinin gözlenebilmesi açısından İzmit Körfezi girişi kuzey sahiline yakın bölgeye yerleştirilen şamandıralı ölçüm sisteminden elde edilen verilerin körfezin oşinografik yapısıyla birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Aslında seçilen konum sadece iki tabakalı yapının günlük değişimini göstermesi açısından uygun olmakla beraber bu karmaşık yapıdan dolayı bazı zorlukları da içermektedir. Körfezin genel akıntı örüntüsü yaz ve kış koşullarında ve ayrıca şiddetli rüzgarlara göre de değişmektedir. Üst ve alt tabakanın zıt yönlerde olması (Oğuz ve Sur, 1986) ancak şamandıranın olduğu konumda her iki tabakanın da aynı yönde akıyor olması körfezin pek çok noktasında yapılacak eş zamanlı ölçümlerle değerlendirilebilir. Bu tez çalışmasında körfezin dinamiğinden çok şamandıranın bulunduğu konumdaki dinamik özellikler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

1.2.2. Günlük yüzey deniz suyu değişimi

Atmosfer ve deniz; aralarında ısı, momentum ve ara yüzeyinde de su değişimi olan ikili bir sistem oluşturur. Bu ikili sistemi anlamamanın temelini, deniz hava arasındaki ısı, nem,

momentum ve partikül değişimi oluşturur. Atmosfer deniz etkileşimi, küresel ölçekte, doğrudan güneşlenme miktarı ile yakından ilişkilidir. Atmosfer deniz arasındaki ısı alışverişinin oluşturduğu ısı akısının çift yönlü etkisi, deniz yüzey suyu ve hemen üzerindeki havanın yoğunluğunu değiştirerek meteorolojik ve oşinografik oluşumlara neden olur. Bu durumda deniz yüzeyinde sıcaklık değişimleri, termodinamiğin ilkeleri ve momentum korunum ilkesine göre elde edilen ısı ve momentum denklemleri yardımıyla belirlenir (Kraus, 1972; Gill, 1982). Sıkıştırılmaz deniz suyu için zamana ve konuma bağlı ısı denklemi;

$$\frac{\delta T}{\delta t} = \kappa \frac{\delta^2 T}{\delta x_i^2}$$

κ , termal difüzyon katsayısıdır. Isının hava deniz ara yüzeyinde farklı formlardaki transferi de;

$$\begin{aligned} u' \omega &= -\kappa_m \frac{\delta u}{\delta z} \\ \theta' \omega &= -\kappa_h \frac{\delta \theta}{\delta z} \\ q' \omega &= -\kappa_e \frac{\delta T}{\delta z} \end{aligned}$$

denklemleri ile elde edilir. Burada κ_m : eddy transfer katsayısı, κ_h : algılanabilir ısı transfer katsayısı, κ_e : buharlaşma ısı transfer katsayısıdır.

Deniz yüzeyindeki ısı akısı, su kolonunda daha derinlere doğru difüzyon ve rüzgar etkisiyle ulaşır. Bu şekilde oluşan karışım tabakasının kalınlığı ısının denize etki edebildiği derinliği göstermektedir. Atmosfer-deniz arasındaki ısı, nem ve momentum alışverişi anlık olarak çok değişken ve düzgün olmayan bir akıdır. Bu parametreler atmosfer-deniz arasındaki transfer denklemlerinden yola çıkılarak elde edilen ve “bulk formüller” yardımıyla hesaplanabilmektedir (Fairall ve diğerleri, 2003).

Günlük deniz yüzey suyu sıcaklık (DYSS) değişimleri büyük ölçüde güneşlenme miktarı, rüzgar şiddeti ve akıntılara bağlıdır. En yüksek sıcaklık ve tabaka kalınlığına öğleden sonra ulaşılmışından dolayı “öğleden sonra etkisi” adı verilen ve günlük bir döngü içerisinde gerçekleşen bu oluşum ile ilgili yapılan çalışmalar seksenli yıllara kadar dayanmaktadır. Güneşlenme miktarının çok yüksek olduğu tropik bölgelerde Price ve diğerleri (1986)

tarafından yapılan bir çalışmada atmosferden denize giren ısı transferi ve oluşan üst tabaka kalınlığı ile ilgili bir model geliştirmiştir. Bu modele göre tropik bölgelerde, açık bir günde düşük rüzgar hızı (1m/sn) 0.7m kalınlığında bir su tabakasında 3,8°C'lik bir artışa neden olurken yüksek rüzgar hızında (7m/sn) ise 0,2°C'lik sıcaklık artışı 19m derinliğe kadar etkili olmaktadır. Brainerd ve Gregg (1995) deniz yüzeyinde oluşan karışım tabakasının günlük değişimini ve atmosferden gelen ısı ile ilişkisini incelemişlerdir. Webster ve diğerleri (1996) tropik bir bölgede yaptıkları araştırmada deniz yüzey suyu sıcaklığının (DYSS) günlük değişim aralığının rüzgar hızıyla etkileşiminin doğrusal olmadığını ve yüzey karışım tabakasından etkilendiğini belirtmişlerdir. Bütün bu çalışmalarda atmosferik ve oşinografik parametreler eş zamanlı olarak yerinde ölçülmüştür. Günlük deniz yüzey suyu sıcaklık değişimi ve yüzey karışım tabakası atmosfer deniz etkileşiminde karşılıklı ısı transferinin en doğru şekilde hesaplanmasında oldukça önemlidir. Bu nedenle günlük sıcaklık değişimleriyle ilgili global ölçümler yapılarak bu mekanizmanın anlaşılmasında önemli adımlar kat edilmiştir. Stuart Menteth ve diğerleri (2003) 10 yıllık küresel uydu verileriyle günlük ısınma miktarlarının tropik bölgelerde olduğu gibi orta enlemlerde de rüzgara ve gelen güneş enerjisine bağlı olarak 14:00-16:00 saatleri arasında en yüksek değerlere ulaştığını belirlemişlerdir. Adriyatik Denizi'nde uydu verileri ve yüzer algılayıcılarla (drifter) bir yıl süreyle yapılan incelemelerde günlük sıcaklık farkının en yüksek değerde bahar ve yaz aylarında olduğu ve rüzgarın hafif olduğu günlerde güneşin en dik açıyla geldiği saatten yaklaşık 2 saat sonra yüzey suyunun en yüksek sıcaklığa ulaşarak 20 - 40 cm'lik bir tabakalaşmaya yol açtığını gözlemlemişlerdir (Notarstefano ve diğerleri, 2006).

Bugüne kadar Marmara Denizi'nde veya İzmit Körfezi'nde yapılan oşinografik çalışmalar arasında günlük deniz yüzey suyu sıcaklığı değişimi araştırılmamıştır. Bu anlamda bu şamandıra ölçümleri bölgede yapılan ilk çalışmadır. Marmara Denizi'ne atmosferden gelen ısı etkisi Özsoy ve diğerleri (1986) tarafından uzun yıllar ortalamasına göre hesaplanmış ve ihmal edilecek düzeyde bulunmuştur. Marmara Denizi kıyısındaki meteoroloji istasyonlarından elde edilen saatlik verilerle Altıok (1992) tarafından günlük ortalamalar şeklinde hesaplandığında ise üst tabaka sıcaklığının yıl boyunca 1-2 °C arttığı hesaplanmıştır. Marmara Denizi'nin doğu ve batısı arasındaki yüzey suyu sıcaklık farkı da bu değerlerin doğru olduğunu göstermektedir (Beşiktepe ve diğerleri, 1994). Atmosfer deniz arasındaki ısı akısı hesapları kısa süreli ölçümlerle yapıldığında uzun yılların ortalama değerlerinin kullanıldığı hesaplamaya

göre daha doğru sonuç vermektedir. Bu çalışmada eş zamanlı atmosferik parametrelerle yüzey deniz suyu sıcaklığı ölçülmesiyle farklı mevsimlerde günlük yüzey deniz suyu değişiminin Marmara Denizi'nde gece gündüz arasında belirgin bir fark olup olmadığı ortaya çıkarılacaktır.

1.2.3. Tabakalı sistemlerde karışım mekanizmaları

Su kolonunda karışım kararsız durumlarda gerçekleşir. Sıcaklık veya tuzluluk farkları ile oluşan difüzyon (Schmitt, 1994; Turner, 1973), kaydırıcı kuvvetlerin (shear force) değişimi (Thorpe, 1978; Munk, 1981) veya iç dalgaların neden olduğu hareketler ana karışım mekanizmalarıdır. Marmara Denizi'nde kararlı ve oldukça keskin bir tabakalı yapı olmasından dolayı karışım daha çok rüzgar ve İstanbul Boğazı'ndan gelen jet akıntısından dolayı oluşur. İzmit Körfezi de Marmara Denizi'nin bir parçası olarak bu karışımlardan etkilenir. Üst ve alt tabakadaki suların özellikleri oldukça dinamik bir sistem olan Marmara Denizi etkisinde belirlenir. Şamandıra ile ölçüm yapılan istasyonda akıntı ölçümü de yapılarak taşınım ile birlikte yerel karışım mekanizmaları da bu tez çalışmasında belirlenmeye çalışılmıştır. Richardson sayısı ($Ri = N^2/S^2$) 0,25 ten küçük olduğu durumda kaydırıcı kuvvetlerin su kolonundaki tabakalaşmaya baskın geldiği ve karışıma neden olduğu bilinmektedir.

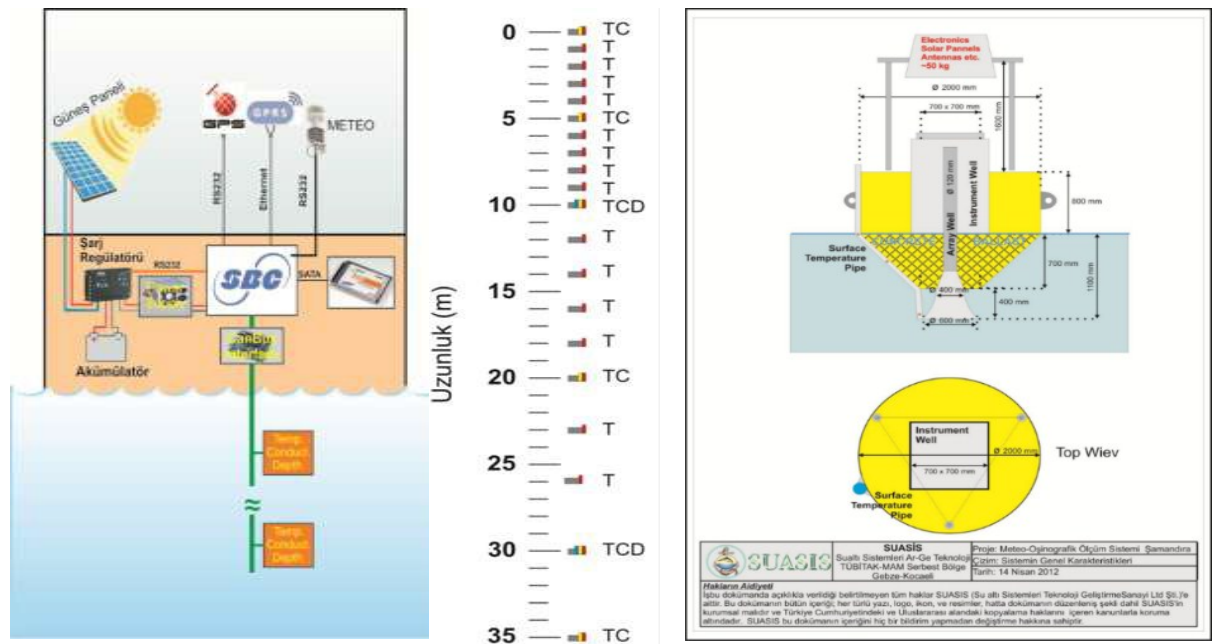
2. MATERYAL VE METOD

Marmara denizinin iki tabakalı yapısının atmosferik değişimlerden nasıl etkilendiğini ortaya koymak için yapılmış olan SUKOT çalışmasının ilk aşamasında kullanılmış olan şamandıranın tasarım çizimleri ve sensr dizilimleri şekil 3’de yer almaktadır.

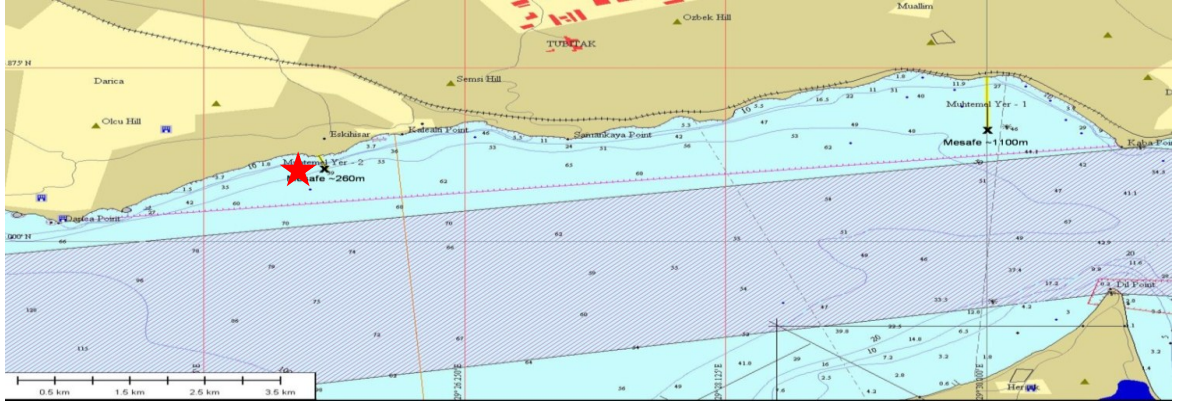
apı 2000 mm, yüksekliği 800 mm olan bir dubanın su üstünde kalan kısmının ortasında, 700x700 mm kesitteki alanda, aküler, işlemci, depolama birimi, konum belirleme cihazı (GPS) ve iletişim ara yüzleri yerleştirilmiş olan dubanın su altında kalan kısmında denge sağlamak ve dalgalara karşı yalpayı azaltmak için beton ve kum ağırlık yerleştirilmiştir. Dubanın su üstündeki kısmına meteoroloji sensörleri, antenler, güneş panelleri ve Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü’nün belirlediği şamandıranın özelliklerini gösteren ışıklandırma ve işaretlendirmeler yerleştirilmiştir. lm şamandırasında, sualtı ve su üstü sensörleri olmak üzere iki farklı sensor gurubu yer almıştır. Oşinografik parametrelerin ölçülmesi için kullanılmış olan sensör dizini, atmosferik etkilere daha açık olması öngörülen yüzey bölgesinde daha sık, derinliğe doğru aralıkları artan bir şekilde yerleştirilmiş olan sıcaklık, tuzluluk ve basınç sensörlerinden oluşturulmuştur ve 1 metre aralıklarla 35 m uzunluğundaki dikey bir dizin üzerine yerleştirilmiştir. şamandıranın st kısmında ise havada rüzgar hızı, rüzgar yönü, hava basıncı ve güneş radyasyon parametreleri gibi meteorolojik verilerin ölçülmesini sağlayacak sensörlerin yanı sıra enerji ihtiyacını karşılamak için gerekli olan güneş panelleri yer almıştır. şamandıranın içerisinde ise sensörlerden gelen verileri işleyerek belirli aralıklarla İstanbul niversitesindeki sunucuya GPRS üzerinden gönderen bir işlemci ve haberleşme nitesi yer almıştır. şamandıra sistemi, şamandıra mekanik yapısı içinde bulunan aküler vasıtasıyla beslenmiştir ve aküler, gün ışığından istifade etmek için, güneş ışığı ile şarj edilmiştir.

şamandırada oşinografik verilerin elde edilmesi için kullanılan sensör dizininde 10 m ve 30 m derinliklerde olmak üzere iki adet basınç sensörü yer almıştır. Her bir basınç sensörü 100 m derinliğe kadar sızdırmazlığa sahip olarak ve -40°C ile +125°C sıcaklıkları arasındaki ortamlarda basınç ölçümü yapabilecek, tam skala znrlğ %0,03 ve ölçüm doğruluğu $\pm\%0,4$ psi olacak şekilde seçilmiştir. Ayrıca 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m, 6 m, 7 m, 8 m, 9 m, 10 m, 12 m, 14 m, 16 m, 18 m, 20 m, 23 m, 26 m, 30 m ve 35 m derinliklerde olmak üzere toplam 19 adet sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Sıcaklık sensörleri -1°C ile +40°C arasında lm

Yukarıda bahsedildiği şekilde inşa ve test edilmiş olan şamandıra, İzmit körfezinde Darıca sahiline yerleştirilmiş olan bir istasyona, Şekil 4’de görülebileceği gibi, konumlandırılmıştır. Şamandıranın şiddetli lodos sonrası batmasını takiben de ikinci ölçüm sistemi kullanılarak veri toplanmıştır. Kullanılmış olan bu şamandıralara ilişkin görseller Şekil 5’de yer almaktadır. Bu yüzden bu tez çalışmasında farklı iki ölçüm sistemiyle ölçülmüş olan veriler kullanılmaktadır. İlk olarak yerleştirilmiş olan şamandıra SUKOT Şamandırası olarak isimlendirilmiş olup aynı konuma yerleştirilerek 2015 yılında Şubat, Mart ve Nisan aylarında veri toplanmış olan şamandıra ise T-Chain olarak isimlendirilmiştir. İkinci şamandıra atıldığı tarihten itibaren 4 gün olmak üzere aynı noktadan CTD ölçümü alınmıştır, şamandıra süresi boyunca da sıcaklık ve akıntı ölçümü alınmıştır. T-Chain şamandırasından beri ölçümü yapıldığı tarihlere denk gelecek atmosferik ölçümler ise Devlet Meteoroloji İşleri’nden ve en yakın üç istasyonun verisi olacak şekilde temin edilerek ölçümlerle ilişkisi araştırılmıştır.



10



Şekil 4. İzmit Körfezi batimetrisi ve ölçüm şamandırasının konumu.



Şekil 5. (A) SUKOT şamandırası ve (B) T-Chain şamandırası.

Bu projede kullanılmış olan ölçüm verilerinin özeti

Tablo 1’de yer almaktadır. Mavi ile işaretli veriler, yapılmış olan ikinci ölçümlerde, T-Chain şamandırası aracılığıyla, elde edilmiştir. Tabloda “*” olarak işaretlenmiş kısımlar ilgili ölçüm seti içerisinde satırda ismi geçen verilerin varlığını, “o” ise verilerin eksik oluşunu ifade etmektedir.

Ölçülen değişkenlerin isimlendirilmesi için ise kolay anlaşılabilir bir yaklaşım uygulanmıştır. Su kolonundaki veriler için ölçülen değişken ve ölçüldüğü derinlik yan yana kullanılacak şekilde isimlendirilmiştir.

Örneğin; Bağlı nem verisi için ölçüm setleri 1 – 8 arasında veri bulunmaktadır. Ancak Sıcaklık_0 verisi, yüzey deniz sıcaklığını ifade ederken bu değişkene ilişkin veriler sadece veri

seti 1'den 6'ya kadar ölçülmüştür. İletkenlik_33 ise 33m'deki iletkenlik değerini ifade ederken, bu veri sadece veri seti 2, 3 ve 4'te yer almaktadır.

Tablo 1. Veri seti özeti

	2013		2014												2015						
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4			
Veri seti no:	1		2	3	4					5	6	7	7	7	8	8	8	9	10	10	10
CTD (saatlik)																	*				
Sıcaklık dizini																	*	*	*		
Akıntı (ADCP)																	*	*	*		
DMİ Atmosferik verileri																	*	*	*		
Şamandıra	*		*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0	
Rüzgar yönü	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0				
Rüzgar hızı	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0				
A. basınç	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0				
Bağıl nem	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0				
Sıcaklık	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0				
G. ışıınımı	0		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0				
Sıcaklık_0	*		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
İletkenlik_0	0		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Sıcaklık_1	*		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Sıcaklık_2	*		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Sıcaklık_3	*		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Sıcaklık_4	*		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Sıcaklık_5	*		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
İletkenlik_5	0		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Sıcaklık_6	*		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Sıcaklık_7	*		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Sıcaklık_8	*		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Sıcaklık_9	0		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Sıcaklık_10	*		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
İletkenlik_10	0		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Basınç_10	*		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Sıcaklık_12	*		*	*	*		*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0				
Sıcaklık_14	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0						
Sıcaklık_16	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0						
Sıcaklık_18	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0						
Sıcaklık_20	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0						
İletkenlik_20	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0	0	0	0	0						

üzerinde bulunan hafıza kartına verileri saklar. Bu sistemle veriler ancak şamandırayı sudan çıkartarak alınabilmektedir. Veri sıklığı 10 dakika aralıklarla yapılmıştır. Veriler alındıktan sonra 33 m’de bulunan sensörün arıza yaptığı ortaya çıkmış, bu veriler ihmal edilmiştir. Güvenlik açısından ilk sensörün yerleştirildiği derinlik 4,5 m’dir.

Akıntı ölçümü RDI Workhorse Sentinel ile aynalar aşağı bakacak şekilde sıcaklık dizini ile birlikte şamandıraya monte edilmiştir. Akıntı ölçerin bulunduğu derinlik 4 m’dir. Dikey çözünürlük 2 metre olarak kurgulanmış ve saatlik ortalama alınmıştır. Akıntı ölçümü bu nedenle yüzeyden 8m aşağıdan başlamaktadır.

Bu ölçüm verileri haricinde destekleyici veri olabilmesi için, bölgede yer alan meteoroloji istasyonlarının ölçüm verileri de temin edilmiştir.

Elde edilmiş olan tüm bu verilerin elde edilmesi ve depolanmasının yanı sıra incelenebilmesi için farklı yazılımlar ve yazılım dillerine ihtiyaç duyulmuştur.

2.1. Veri Analizinde Kullanılan Yöntemler

Şamandıra sisteminden elde edilen veriler üzerinde oldukça kapsamlı çalışma yapılması gerekmiştir. Şamandıra yerleştirilip devreye alındıktan sonra veriler İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünde bulunan bir bilgisayara aktarılmış ve aktarılan verilerin anlık izlenebileceği bir arayüz sayesinde internet üzerinden gözlenebilmiştir. Bu sayede gelen veriler anlık izlenebilmiştir. Ancak zaman zaman bazı sensörlerin çeşitli sebeplerle bozulduğu gözlenmiştir. Bu yüzden büyük ve detaylı bir veri seti elde edilmesi beklenirken kullanılamayacak veriler çıkartılmak zorunda kalınmış ve nispeten küçük ve eksik bir veri seti oluşturulabilmiştir. İkinci şamandıraya ihtiyaç duyulmasının sebebi de budur.

Ölçümler tamamlandıktan sonra veriler, öncelikle kaba bir filtrasyona tabi tutulmuştur. Verilerin var/yok kontrolü esnasında eksikler ve sorunlar tespit edildiği için yazılan bir Matlab programı aracılığıyla bütün parametrelerin olası aralıkları belirlenmiş ve bu değerler dışındaki değerler elenmiştir. Böylece elde edilmiş olan verilerde kullanılabilecek olanlar seçilmiş, etiketlenmiş ve gruplanmıştır. Ayrıca hatalı veriler çıkartıldıktan sonra kalan verilerden çok az sayıda kalan setler de çıkartılmak zorunda kalmıştır. Daha sonra grafikleri hazırlanarak her bir parametredeki zamana bağlı değişimlerde ani değişiklikler izlenmiş eğer bu değişiklikler münferit ise bu değerler de elenmiştir. Bu veri filtrelemesi de yapıldıktan sonra parametrelerin birbirleriyle olan ilişkileri gözetilerek bir filtre daha uygulanmıştır. Örneğin 1m derinliğe ait

sıcaklık ile yüzey ve 2m derinlikteki veriler kontrol edilmiş aynı şekilde değişiklik gösteriyorsa veriler doğru kabul edilmiştir. Hatalı veriler ayıklandıktan sonra da çeşitli interpolasyon yöntemleri kullanılarak zaman serileri elde edilmiştir.

Tek boyutlu interpolasyon yöntemlerinde; lineer interpolasyonu (linear interpolation), en yakın komşu interpolasyonu (nearest neighbor interpolation), kübik eğri interpolasyonu (cubic spline interpolation) ve kübik interpolasyonu (cubic interpolation) yöntemleri kullanılmıştır. Bu hesaplamalar yapılırken veri ayıklama esnasında olduğu gibi Matlab programından faydalanılmıştır.

Tablo 1 ve Tablo 2’de verilen tarihler için oluşturulan veri setlerinin kalite kontrolleri yapıldıktan sonra saatlik ortalamaları alınmıştır. Bu şekilde elde edilen saatlik ortalama değerlerinden her bir veri seti için atmosferik ve oşinografik parametreler ayrı ayrı çizilerek değerlendirilmiştir. Farklı cihaz ve yöntemlerle alınan verilerin kalite kontrolleri tamamlandıktan ve yukarıda bahsedilen uygun interpolasyon teknikleriyle elde edilen zaman serileri ODV (Ocean Data View) programına aktararak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Farklı zamanlarda toplanmış olmasından dolayı SUKOT şamandırası verileri ve Tchain, Sealogger CTD ve ADCP verileri ayrı veri tabanlarında tutulmuştur. SUKOT verileri sadece yüzey deniz suyu (5 m derinliğe kadar) sıcaklığı ile bazı atmosferik parametreleri içerdiğinden bu verilerle diğer veri seti ayrı ayrı değerlendirilmiştir. SUKOT verileri farklı mevsimlerdeki günlük yüzey deniz suyu sıcaklığı değişimini belirlemek amacıyla kullanılmışken diğer veriler su kolonundaki tabakalaşmanın günlük değişimini ve atmosferik etkiyi göstermiştir. Şamandıra sisteminin zarar görüp çalışamaz hale gelmesinden dolayı sadece SUKOT verileri deniz ve atmosferik parametrelerin eş zamanlı alınabildiği bir veri seti olmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde şamandıra sistemiyle ölçülen veriler (SUKOT) ile şamandıra zarar gördükten sonra ikinci bir şamandıra kullanılarak alınmış olan saatlik CTD verileri ayrı başlıklar halinde değerlendirilmiştir.

Bölüm 3.1’de atmosferik parametreler elde edildikleri veri kaynakları bazında incelenmiş olup bölüm 3.1.1 SUKOT şamandırası üzerinden alınan atmosferik verileri, bölüm 3.1.2 ise Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nden temin edilmiş Yalova, Çınarcık ve Gebze istasyon verilerini içermektedir. Bölüm 3.2 ve 3.2.1’de SUKOT şamandırasıyla elde edilen veriler ele alınmıştır. Bölüm 3.3’de ise SUKOT şamandırası ile elde edilen verilerin özet analizi yer almaktadır. Bölüm 3.4’de saatlik CTD verileri değerlendirilmiştir. Bölüm 3.5’te TChain üzerinden alınmış veriler incelenmiştir. Bölüm 3.6’de ADCP verileri incelenirken, bölüm 3.7 karışım ve adveksiyon parametrelerinin analizi yer almaktadır. Son olarak bölüm 3.8’de atmosferik verilerin ara tabakaya etkisi ele alınırken bölüm 3.8.1’de ise rüzgarın sıcaklık profiline etkisi yer almaktadır.

3.1. Atmosferik Veriler

Elde edilen veriler üzerinde yapılan incelemeler, atmosferik koşullardaki değişimlerin tabakalı yapının davranışı üzerinde değişikliğe neden olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin, SUKOT şamandırasından alınan veriler, stabil koşullar altında günlük güneşlenme miktarının suyun yüzey suyu sıcaklığına etkisini ortaya koymaktadır. Ancak, detaylı bir analiz yapılmasını sağlayacak kadar veri alınamamıştır. Aşağıdaki bölümlerde, SUKOT şamandırasından alınan atmosferik veriler ile ikinci şamandıra ölçümleri tarih aralıkları için en yakın meteoroloji istasyonlarından alınan atmosferik veriler ayrı bölümlerde incelenmektedir.

3.1.1. SUKOT şamandıra verileri

Bu kısımda SUKOT şamandırası aracılığıyla alınmış olan verilerin değerlendirilmesi yer almaktadır. Bu şamandıradaki atmosferik veri olarak rüzgar yönü, rüzgar hızı, atmosferik basınç, bağıl nem, sıcaklık ve güneş ışınımı ölçülmüştür. Veri setleri Tablo 2’de açıklandığı şekilde isimlendirilmiş ve bu doğrultuda değerlendirilmiştir. Bu veriler genel olarak tüm setlerde yer alsa da su kolonu verilerindeki eksikler yüzünden veriler beklendiği gibi

kullanılamamıştır. Ayıklanarak seçilmiş olan parametrelerin veri setleri içerisindeki değişim aralıkları ise Tablo 3’de yer almaktadır.

3.1.1.1. Kasım 2013 (Veri seti: 1)

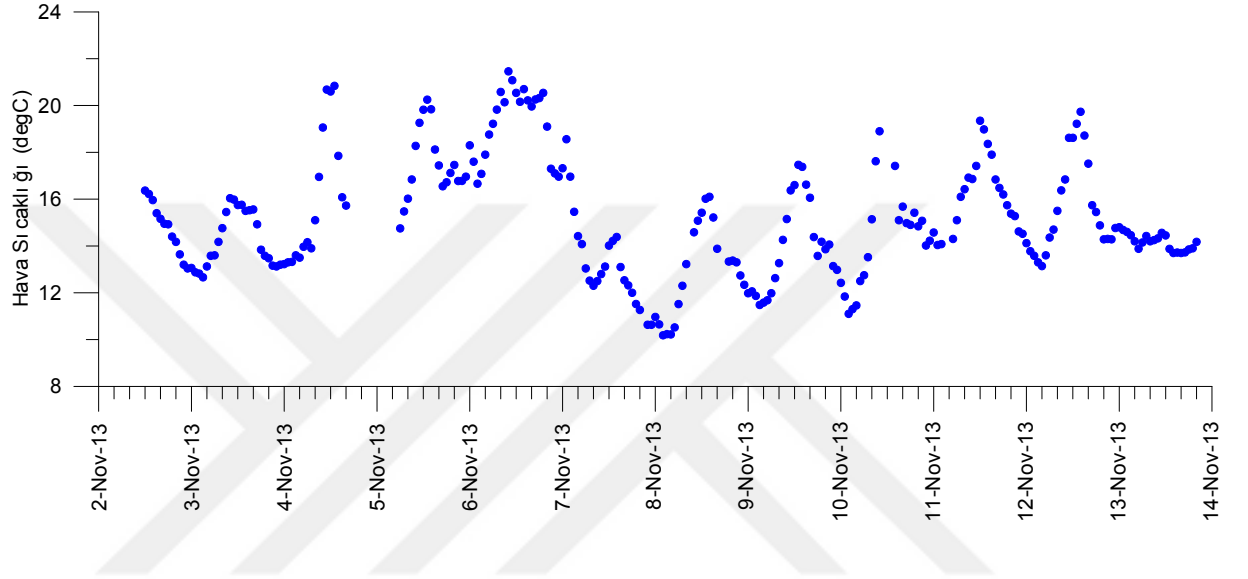
Bu ay için saatlik hava sıcaklığı, bağıl nem, atmosferik basınç, rüzgar hızı ve yönü değişimleri Şekil 7 – Şekil 10’da verilmiştir. Hava sıcaklığı, bu veri seti içerisinde en düşük 8 Kasım 2013 günü saat 03:07’de 9,70 °C olarak, en yüksek sıcaklık da 6 Kasım 2013 Saat 10:44’te 22,30 °C olarak ölçülmüştür. Saat 07:00-18:59 arası 12 saat olarak gündüz ve gündüz ayrıldığında, gündüz sıcaklıkları 11,70 °C - 22,30 °C aralığında değişirken, gece sıcaklıkları 9,70 °C ile 21,20 °C arasında gerçekleşmiştir ve yüksek sıcaklıkların, yine en yüksek hava sıcaklığının ölçüldüğü tarihin akşam saatlerinde ölçüldüğü gözlemlenmiştir. Bağıl nem değişim aralığı ise 32,6% ile 100% arasında ölçülmüştür. Bağıl nemin en düşük olduğu değer 11 Kasım 2013 12:10’da ölçülmüştür. Atmosferik basınç ise 1008,3 - 1024,8 mbar aralığında ölçülmüştür ve en düşük olduğu değer veri seti içerisinde en sıcak gün olarak ölçülen 6 Kasım 2013 tarihinde gerçekleşmiştir. Rüzgar parametreleri incelendiğinde rüzgar hızının 0 ile 7,8 m/s arasında olmak üzere bir tane ölçümde 11,01 m/s ölçülmüştür. Şekil 10’da yer alan rüzgar yönü histogram grafiğine göre rüzgar yönü daha yoğun olarak 52 – 152 derece arasında, doğu ve güney yönleri yaygın olmak üzere güneydoğu yönünden baskın esmiştir. Kasım ayının ilk yarısını kapsayan bu veri seti günlük ani değişimleri içermekle beraber Kasım ayının mevsimlik özelliklerini yansıtmaktadır.

Hava sıcaklığı ve bağıl nem günlük salınımlara sahip olarak gözlenmiştir. 2-7 Kasım 2014 tarihleri arasında hava sıcaklığı yaklaşık 4 - 5 °C’lik gece ve gündüz sıcaklık farklılıkları göstererek hafifçe arttığı ve ortalama 15 °C’den 19 °C’ye çıktığı görülmektedir. 7 Kasım’da ise hava sıcaklığında ani bir düşüş gerçekleşmiş, aynı tarihte atmosferik basıncın da aniden düştüğü gözlenmiştir. Bu tarihte kısa süre şiddetli bir güneybatı (lodos) rüzgarı hakim olmuştur. Bu tarihten itibaren de hava sıcaklığı ortalamasının Kasım ayının ilk günlerine göre daha soğuk olduğu gözlenmiştir.

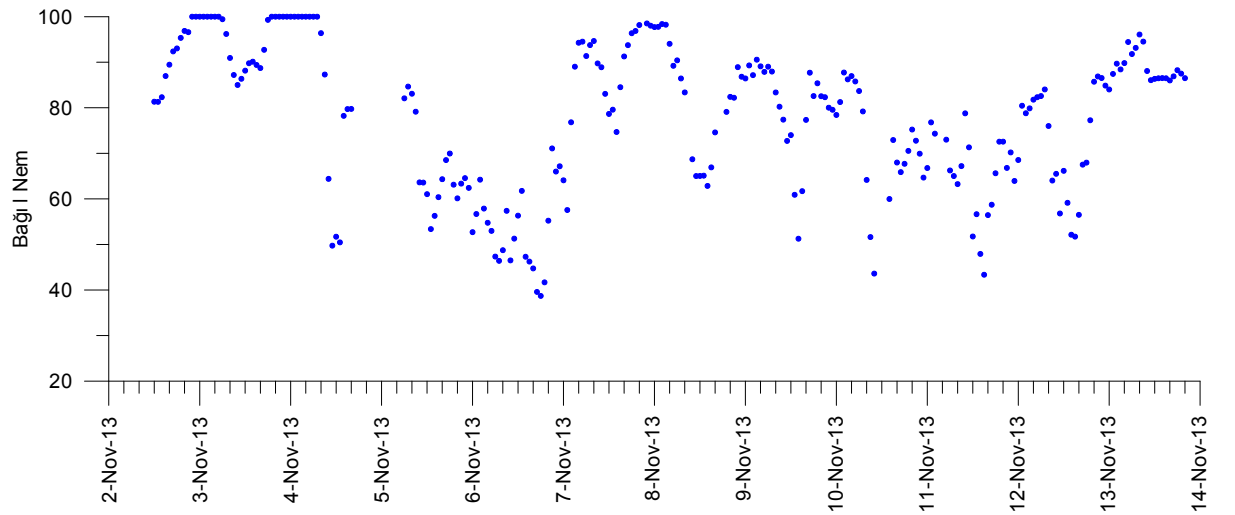
Sıcaklığın keskin bir şekilde azaldığı 7 Kasım tarihinde rüzgar şiddetinin yükselerek şiddetli güneybatı rüzgarın dönüştüğü, 7 Kasım sabahında rüzgar yavaşla da atmosferik basıncın ve bağıl nemim yükseldiği gözlenmiştir. Bu tarihteki bağıl nem değişimi, diğer

günlerde gözlemlenebilen hafif günlük salınımdan farklıdır, ayrıca ay ortasına doğru atmosferik basıncın düştüğü noktalarda paralel olarak bağıl nem de düşmektedir.

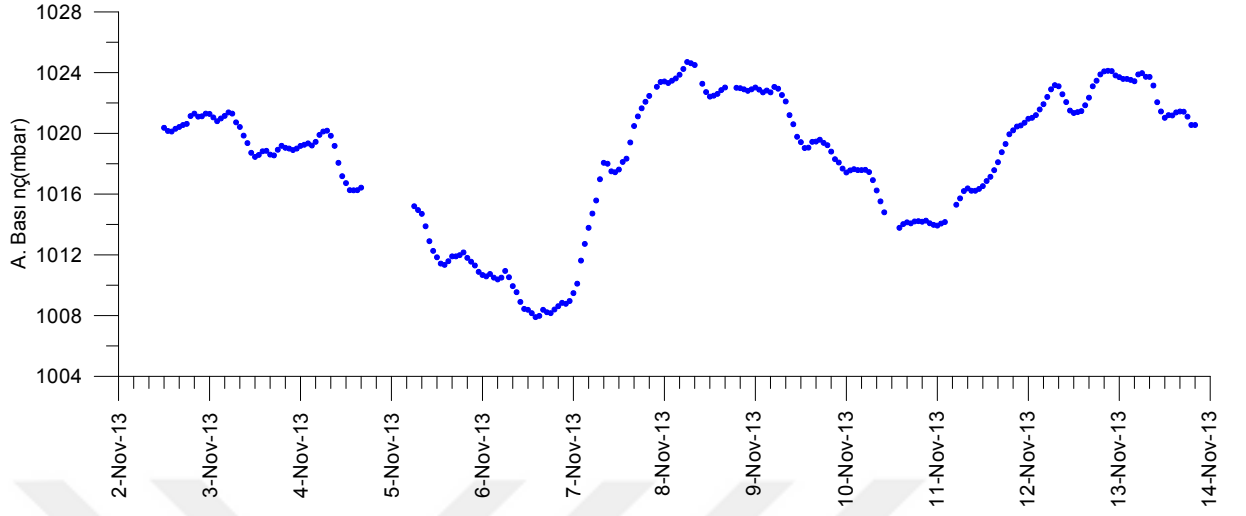
Saatlik rüzgar hızı ve yönüne baktığınızda ise 2 – 5 Kasım arasında kuzeyli ve güneyli rüzgarlar arasında günlük bir döngü varken 6 Kasım’dan itibaren daha baskın olarak güneybatı ve batı rüzgarları gözlenmiştir.



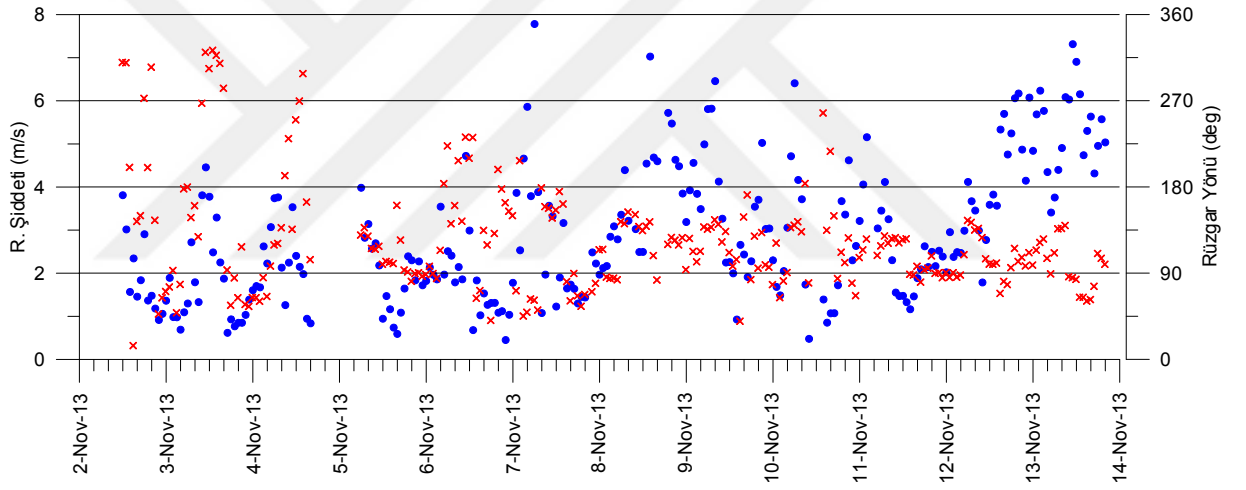
Şekil 6. Saatlik hava sıcaklığı değişimi (Kasım 2013).



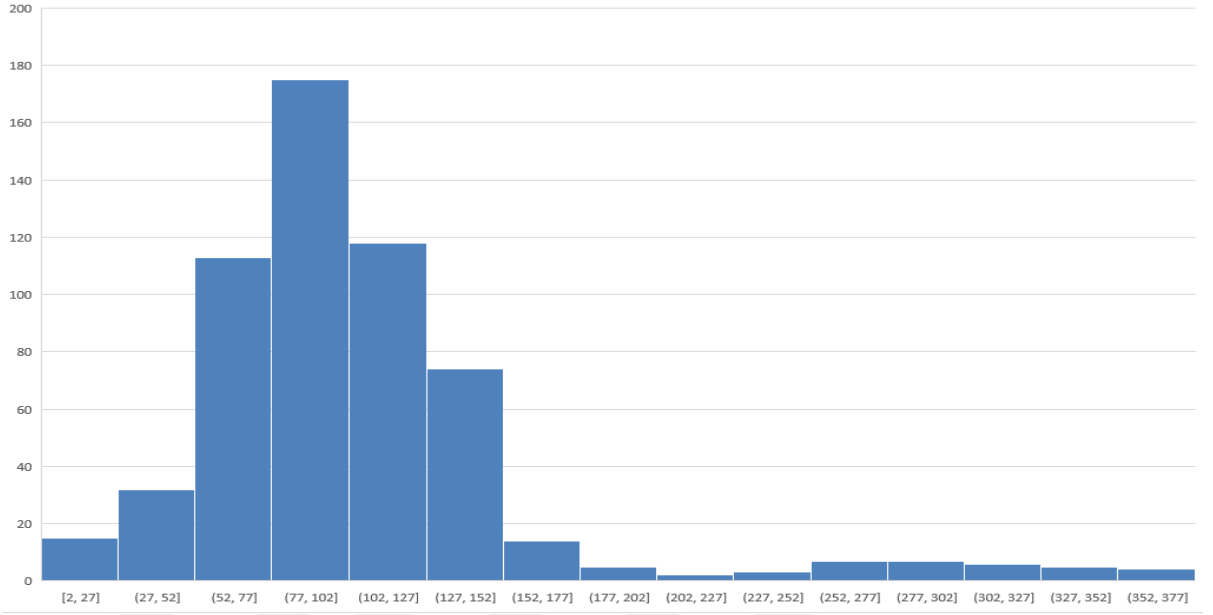
Şekil 7. Saatlik bağıl nem değişimi (Kasım 2013).



Şekil 8. Saatlik atmosferik basınç değişimi (Kasım 2013).



Şekil 9. Saatlik rüzgar hızı ve yönü değişimi (Kasım 2013).

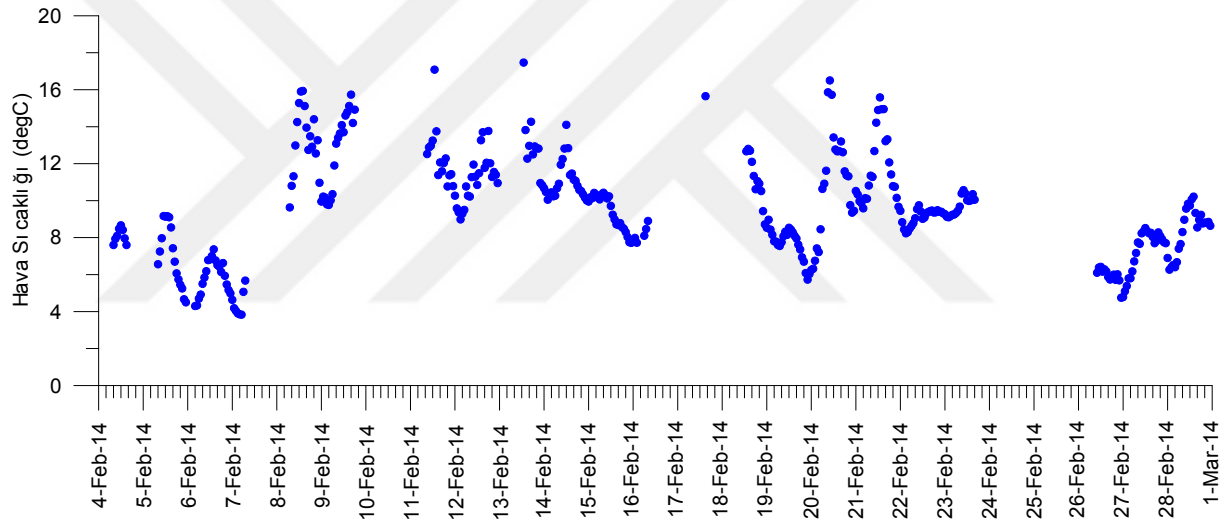


Şekil 10. Rüzgar yönü histogramı (Kasım 2013)

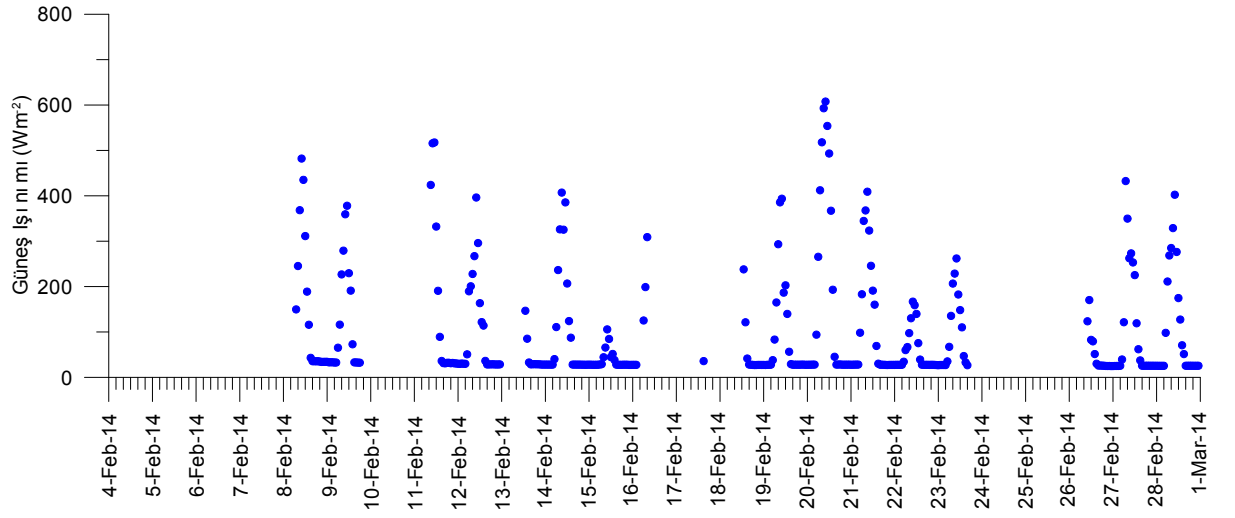
3.1.1.2. Şubat 2014 (Veri seti: 2)

2014 yılı Şubat ayına ait olan ve 3 – 28 Şubat 2014 tarihleri arasındaki ölçümleri kapsayan ikinci veri setine ilişkin saatlik hava sıcaklığı, güneş ışıınımı, bağıl nem, atmosferik basınç, rüzgar hızı ve yönü değişimleri Şekil 11 - Şekil 16’da verilmiştir. Elde edilen verilere göre, bu ölçüm seti içerisinde en düşük hava sıcaklığı 2 Şubat 2014 02:40’ta 3,70 °C olarak ölçülürken en yüksek sıcaklık da 13 Şubat 2014 13:18’de 17,90 °C olarak ölçülmüştür. Saat 07:00-18:59 arası 12 saat olarak gündüz ve gündüz ayrıldığında, gündüz sıcaklıkları 4,80 °C - 17,90 °C aralığında değişirken, gece sıcaklıkları 3,70 °C ile 14,60 °C arasında gerçekleşmiştir. Bağıl nem 43% ile 100% arasında değişmektedir ve en düşük bağıl nem ay süresince en yüksek sıcaklığın gerçekleştiği tarih ve saatte gerçekleşmiştir. Atmosferik basınç ise 1008,6 ile 1028,5 mbar arasında değişmektedir. Veri seti kapsamında ölçülen güneş ışıınımı değerleri ise 24,83 - 618,63 Wm² arasında değişmektedir. Rüzgar hızı ise 0 – 8 m/s arasında değişirken rüzgar yönleri istatistiksel olarak 130-156 dereceler arasında daha yüksek oranda gerçekleşmiş, bunu daha sonra 156-182 derece arası rüzgar takip etmiştir. Rüzgar yönü histogramı Şekil 16’da yer almaktadır. Şubat 2014 veri seti arada bir-iki günlük kesintiler olmasına rağmen bütün ayı kapsamaktadır dolayısıyla Şubat ayının tipik mevsimsel değişimini yansıtmaktadır.

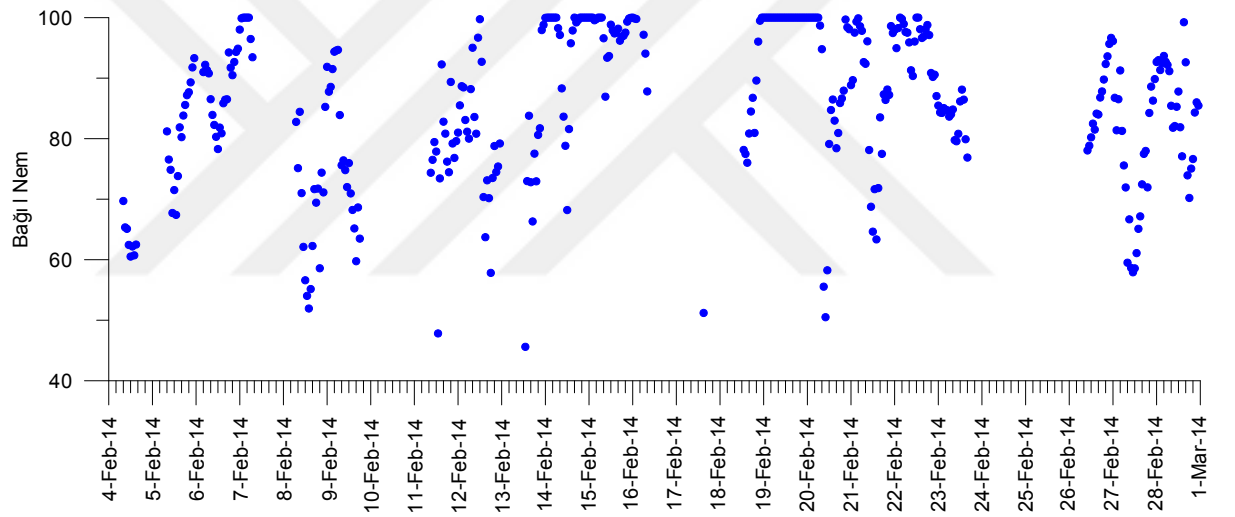
Bu ayda hava sıcaklığı ilk birkaç gün soğuk (ortalama 6°C) geçtikten sonra ayın son günlerine kadar ortalama 12 °C civarında gerçekleşmiştir. Ayın son günlerinde ise yine soğuma gözlenmiş ve sıcaklıklar ortalama 7 °C'ye düşmüş olsa da günlük ortalamada yükseliş trendi gözlenmektedir. Ancak şamandıranın belli aralıklarda arızalanmış olması yüzünden sıcaklık düşüşünün yaşanmasına nelerin etki ettiği gözlenememiştir. Günlük güneşlenme miktarının en yüksek gözlemlendiği 20 Şubat tarihinde ise en yüksek günlük artış gerçekleşmiştir. Günlük salınımlarla hava sıcaklığının ay boyunca hafifçe arttığı görülmektedir. Rüzgarlar açısından daha çok güneyli rüzgarların şiddetli estiği görülmektedir. Bu tarih aralığında en şiddetli rüzgarın 15 - 16 Şubat arasında güneybatı yönünde estiği gözlenmiştir. Atmosferik basınç da bu tarihten bir gün önce en düşük seviyesini ve kesintisiz yükselişi göstermektedir.



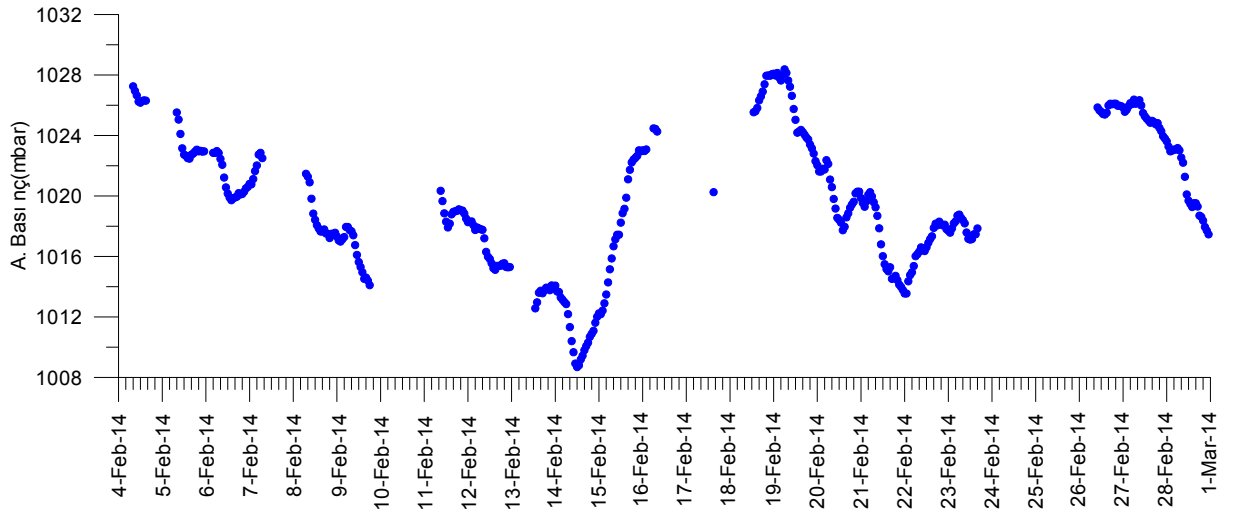
Şekil 11. Saatlik hava sıcaklığı değişimi (Şubat 2014).



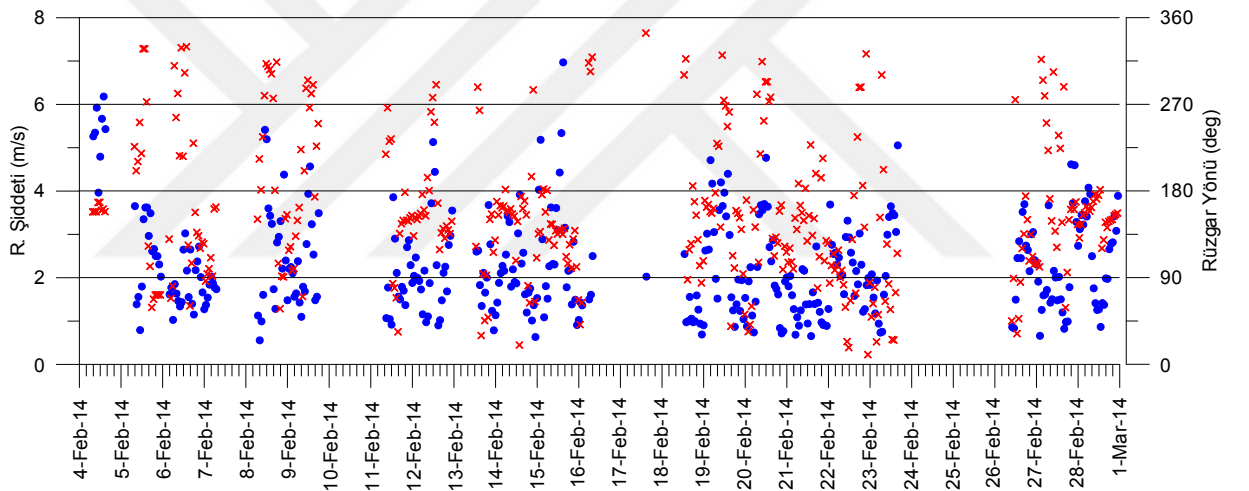
Şekil 12. Saatlik güneş ışı nımı değ iş imi (Şubat 2014).



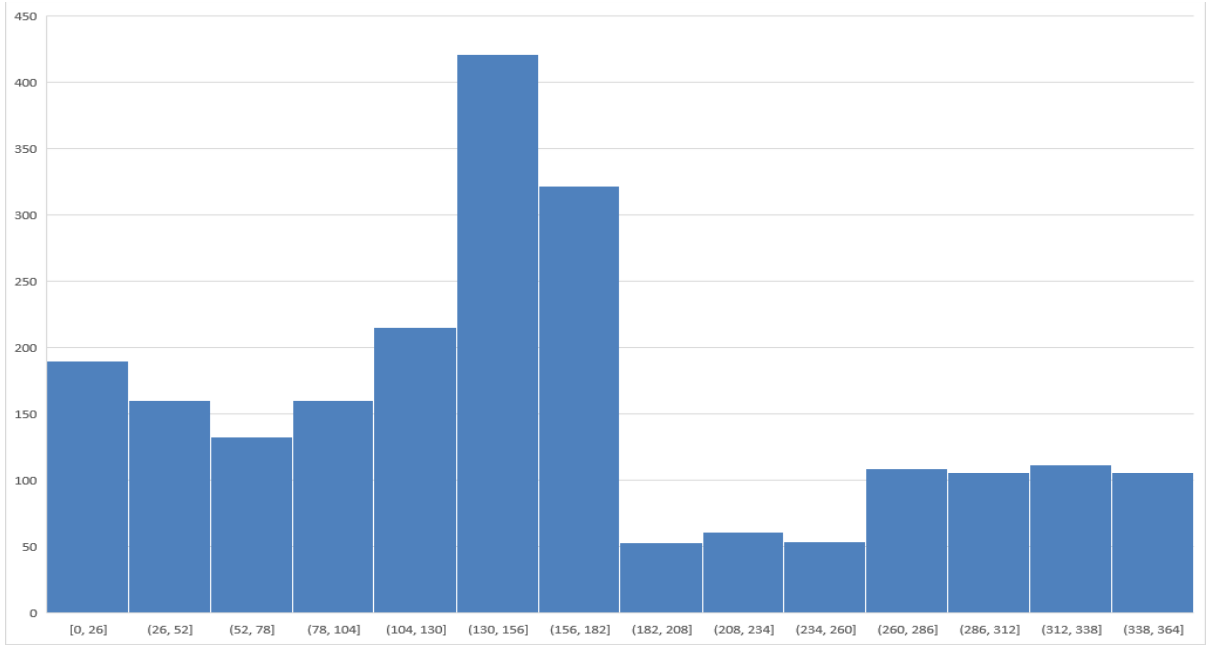
Şekil 13. Saatlik bağı l nem değ iş imi (Şubat 2014).



Şekil 14. Saatlik atmosferik basınç değişimi (Şubat 2014).



Şekil 15. Saatlik rüzgar hızı ve yönü değişimi (Şubat 2014).



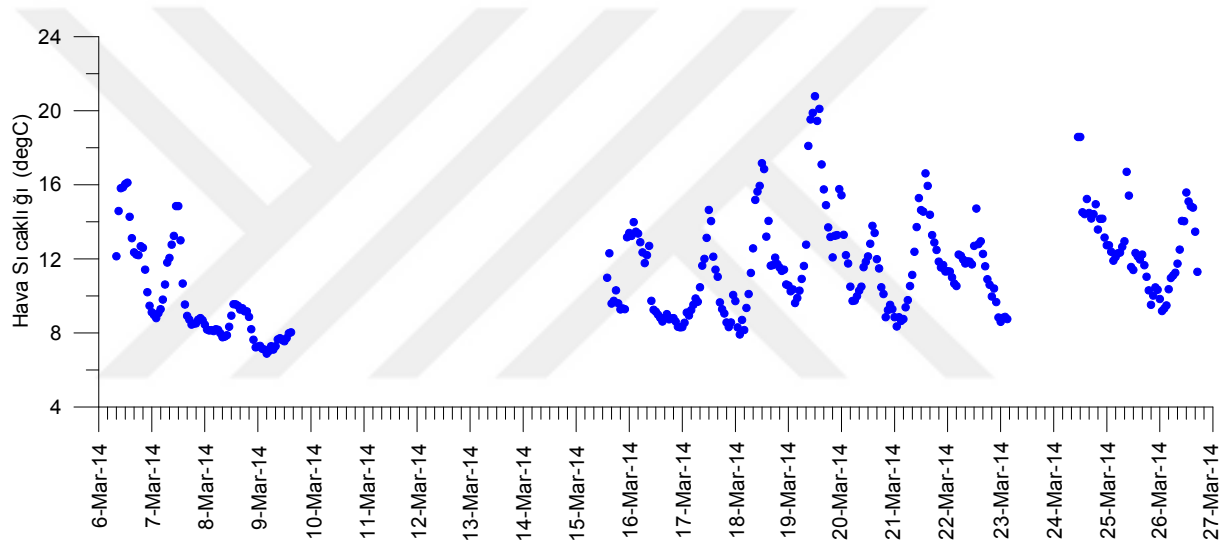
Şekil 16. Rüzgar yönü histogramı (Şubat 2014).

3.1.1.3. Mart 2014 (Veri seti: 3 ve 4)

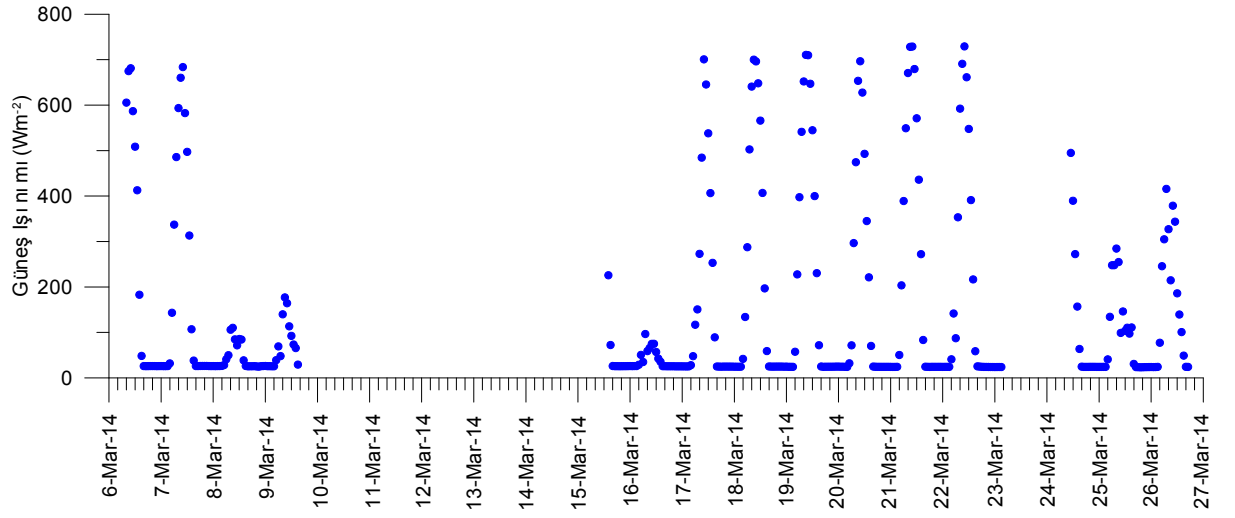
Mart ayına ait saatlik hava sıcaklığı, güneş ışınlamı, bağıl nem, atmosferik basınç, rüzgar hızı ve yönü değişimleri Şekil 17 - Şekil 22’de verilmiştir. Şamandıra, sensör dizini arızası yüzünden bu ay içerisinde de 10 – 15 Mart tarihleri arasında ölçüm alınamamıştır ve Mart 2014 veri seti birkaç günden fazla veri eksikliğinden dolayı iki veri seti halinde incelenmiştir. Alınan ölçümlere göre hava sıcaklığı 6,8 °C ile 22 °C arasında değişmiştir. Saat 07:00-18:59 arası 12 saat olarak gündüz ve gündüz ayrıldığında, gündüz sıcaklıkları 7,00 °C - 22,00 °C aralığında değişirken, gece sıcaklıkları 6,80 °C ile 16,00 °C arasında gerçekleşmiştir. Hava sıcaklığı 19 Mart 2014 11:58’de en yüksek değerinde ölçülmüşken, en düşük sıcaklığın ise 9 Mart 2014 04:30 civarında ölçüldüğü gözlemlenmiştir. Bağıl nem değişim aralığı ise 22,8% ile 100% arasında ölçülmüştür. Bağıl nemin en düşük olduğu değer hava sıcaklığının en yüksek olarak ölçüldüğü 19 Mart 2014 tarihinde 12:17’de ölçülmüştür. Atmosferik basınç ise 1001,5 - 1028,5 mbar aralığında ölçülmüştür. Rüzgar hızı 0 – 11,95 m/s arasında değişmiş, 25 Mart 2014 10:54’te bir kez 14,34 m/s olarak ölçülmüştür. Rüzgar yönüne ilişkin histogram ise Şekil 22’de yer almaktadır ve bu histograma göre yine rüzgar yönü 130-156° ve 156-182° arasında baskın olarak görülmektedir. Bu veri setinde yer alan başka bir değişken olan güneşlenme miktarında

ise değişimin $23 - 848.72 \text{ Wm}^2$ olarak ölçülmüştür. Bu ölçümler, aynı yıl şubat ayında yapılan ölçümlere göre daha yüksek bir ortalamaya sahiptir. Bu değişim aralıklarına göre Mart 2014 verileri Mart ayının mevsimsel özelliklerini yansıtmaktadır.

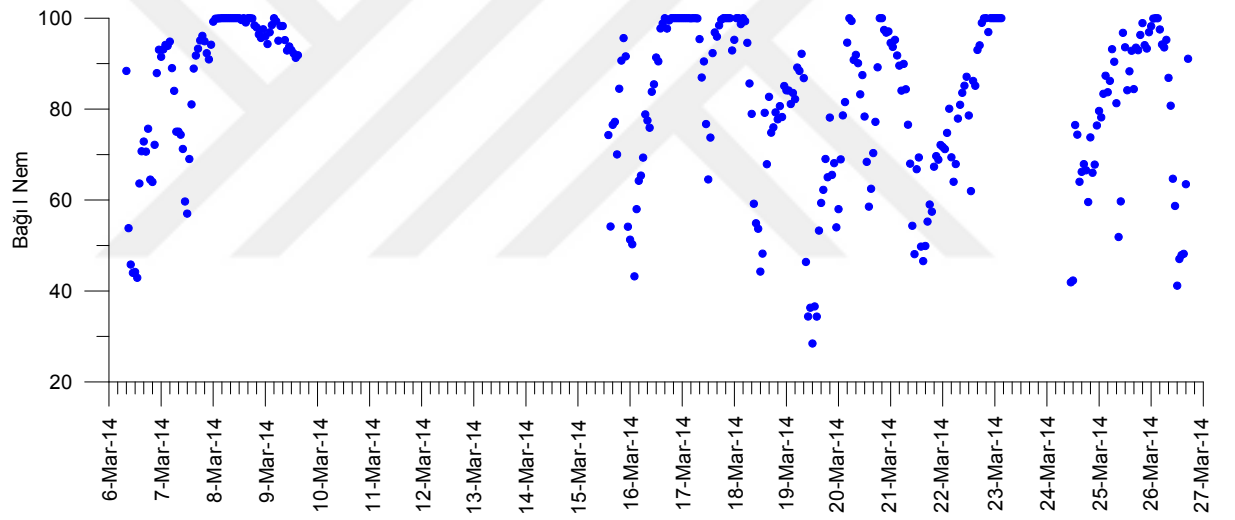
Bu ay bir önceki ay ısınmış olan hava sıcaklığının ayın ilk haftalarında azaldığı, ay ortasından itibaren yeniden ısınmaya başladığı görülmektedir. Güneş ışınımı da bu ayda daha fazla etkili olmuştur. 8 – 9 Mart civarında ortalama $8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye düşen ve günlük sıcaklık farklılıkların $3 - 4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düştüğü hava sıcaklıkları, ayın ikinci yarısı boyunca $8 - 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Atmosferik basıncın düşüp güneyli rüzgarların şiddetli estiği tarihler 7, 16, 20 ve 25 Mart tarihleri olmuştur.



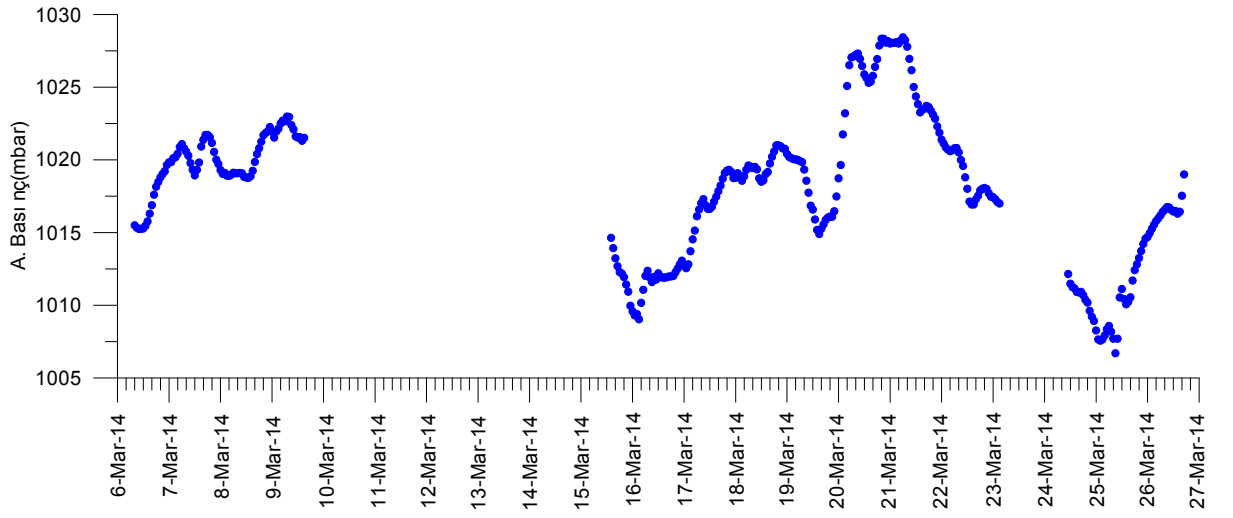
Şekil 17. Saatlik hava sıcaklığı değişimi (Mart 2014).



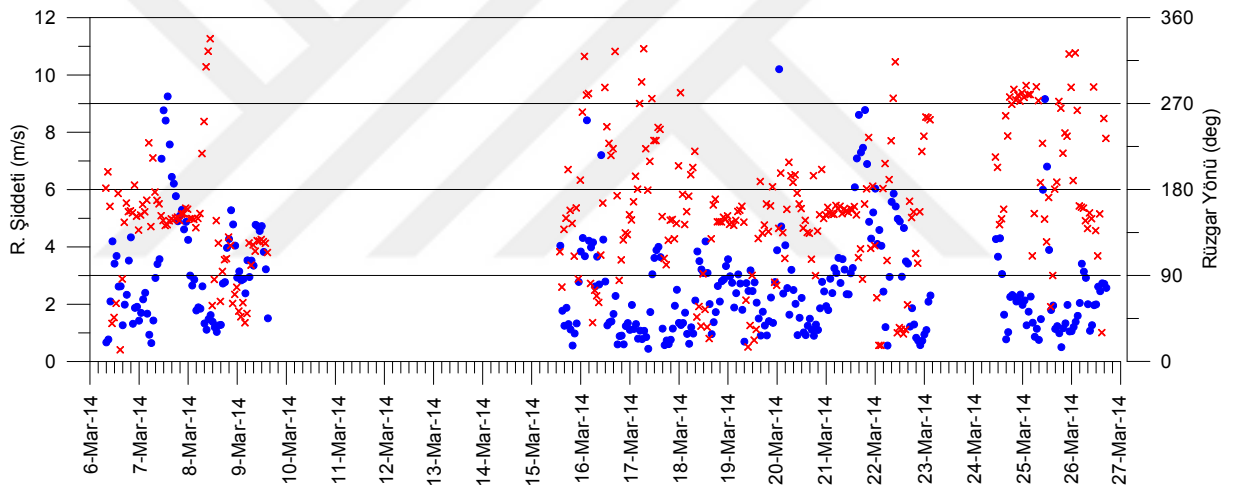
Şekil 18. Saatlik güneş ışı nımı değ iş imi (Mart 2014).



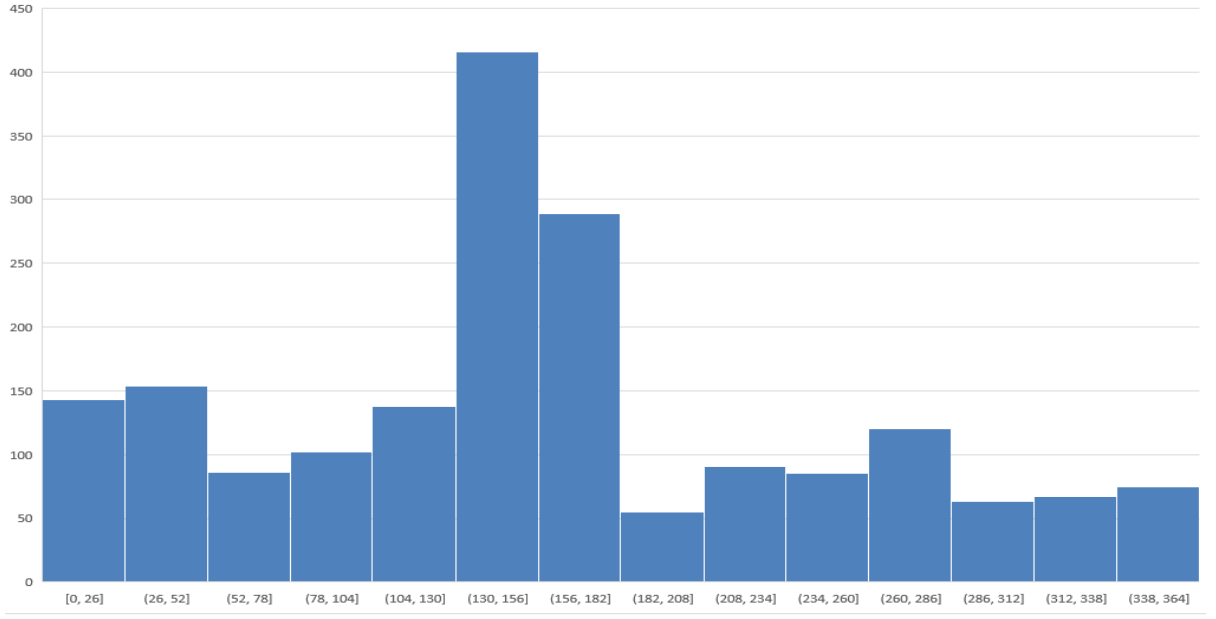
Şekil 19. Saatlik bağı l nem değ iş imi (Mart 2014).



Şekil 20. Saatlik atmosferik basınç değişimi (Mart 2014).



Şekil 21. Saatlik rüzgar hızı ve yönü değişimi (Mart 2014).

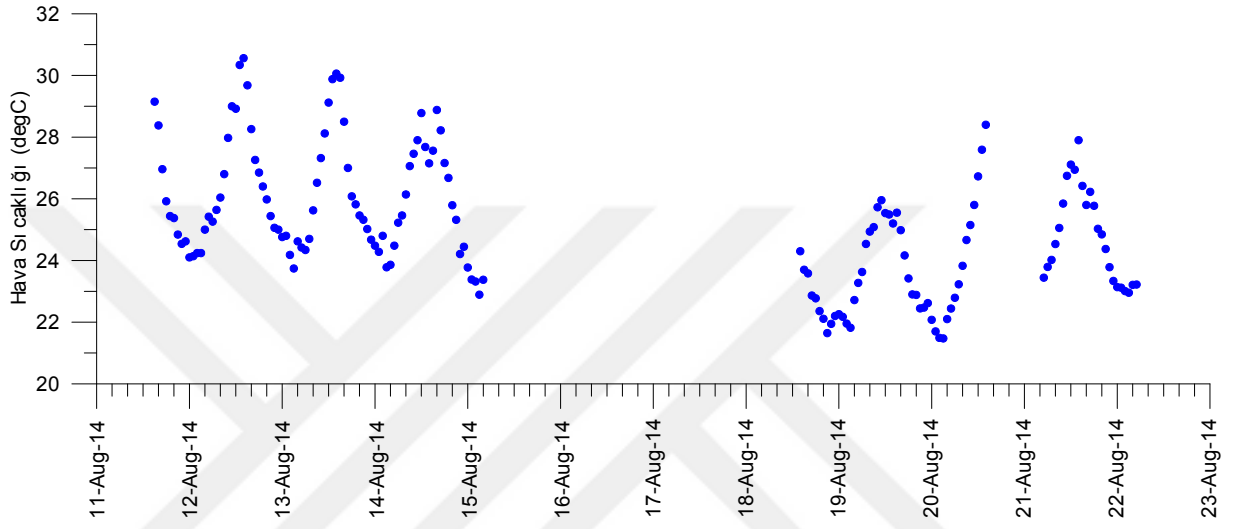


Şekil 22. Rüzgar yönü histogramı (Mart 2014).

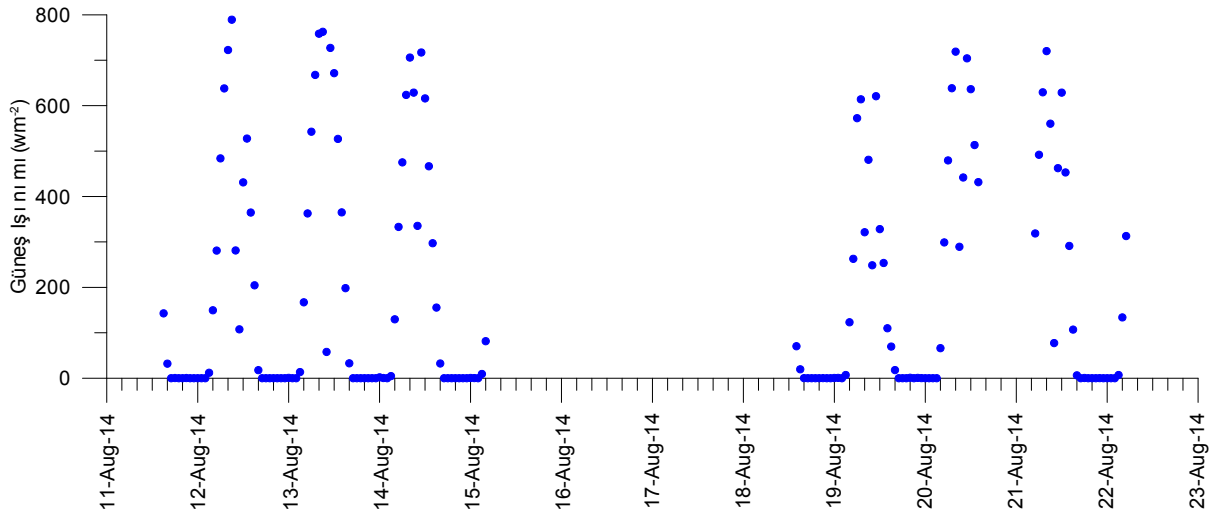
3.1.1.4. Ağustos 2014 (Veri seti:5 ve 6)

Ağustos ayına ait saatlik hava sıcaklığı, güneş ışınlı, bağıl nem, atmosferik basınç, rüzgar hızı ve yönü değişimleri Şekil 23 - Şekil 28’de verilmiştir. Ay içerisinde ölçüm istasyonu arızası sebebiyle 15 – 18 Ağustos tarihleri arasında ölçüm alınamadığı için veri seti 11 – 15 Ağustos ve 18 – 22 Ağustos tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Alınan ölçümlere göre hava sıcaklığı 21,00 °C ile 31,30 °C arasında değişmiştir. Saat 07:00-18:59 arası 12 saat olarak gündüz ve gündüz ayrıldığında, gündüz sıcaklıkları 22,40 °C - 31,30 °C aralığında değişirken, gece sıcaklıkları 21,00 °C ile 27,00 °C arasında gerçekleşmiştir. Hava sıcaklığı 12 Ağustos 2014 13:52’de en yüksek değerinde ölçülmüşken, en düşük sıcaklığın ise 20 Ağustos 2014 03:02 civarında ölçüldüğü gözlemlenmiştir. Hava sıcaklığı bu ay ortalarında ortalama 26 °C iken ayın sonunda 24 °C’ye kadar azalmıştır. Bağıl nem değişim aralığı ise 41,2% ile 100% arasında ölçülmüştür. Bağıl nemin en düşük olduğu değer hava sıcaklığının en yüksek olarak ölçüldüğü 12 Ağustos tarihinde 14:05’te ölçülmüştür ve bağıl nem hava sıcaklığı ve güneş ışınlına paralel bir günlük salınım göstermiştir. Atmosferik basınç ise 1008,6 - 1018,9 mbar aralığında ölçülmüştür. Rüzgar hızı 0 – 12,18 m/s arasında değişmiştir. Rüzgar yönüne ilişkin histogram ise Şekil 28’de yer almaktadır ve bu ayda histograma göre rüzgar yönü batı-

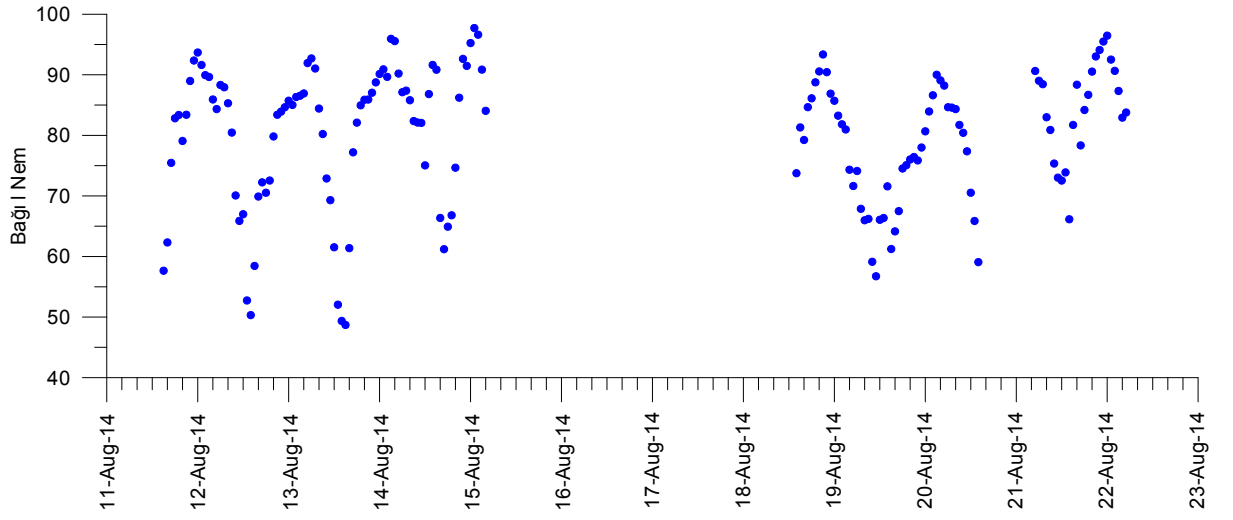
kuzeybatı yönün doğru baskın karakter göstermiş ve 281-309° arasında tepe yapmıştır, bu yüzden bu ay hakim rüzgarlar kuzeybatı yönünden ve şiddetli esmiş diye özetlenebilir. Bu veri setinde yer alan başka bir değişken olan güneşlenme miktarında ise değişimin 0 – 964,87 Wm² olarak ölçülmüştür. Bu ölçümler, beklenildiği şekilde tüm yıl ölçümlere göre daha yüksek bir ortalamaya sahiptir. Ağustos 2014 veri setleri yaz mevsimi özelliklerini yansıtmaktadır.



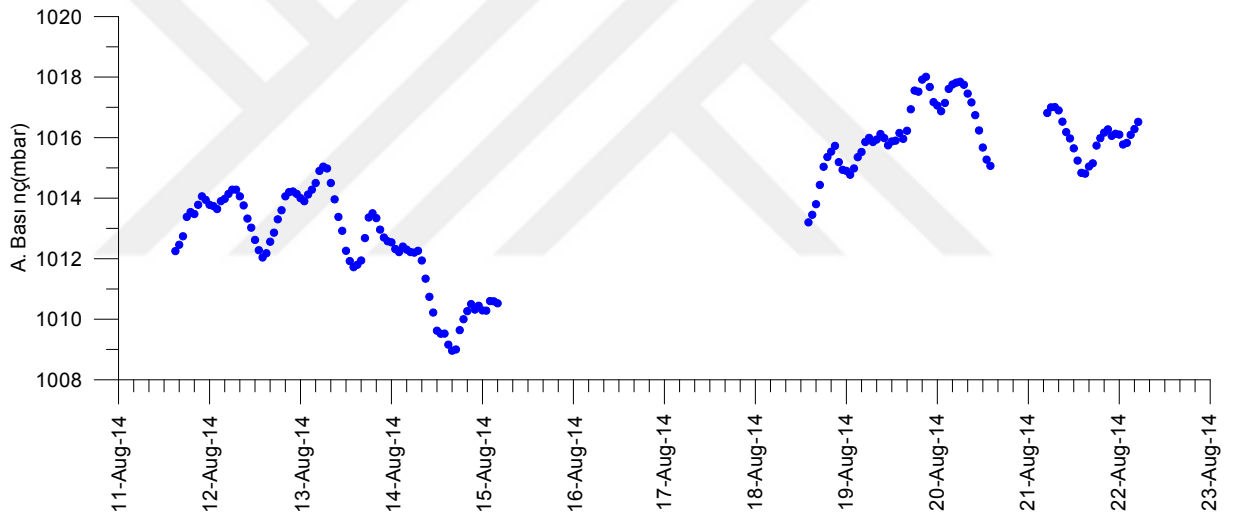
Şekil 23. Saatlik hava sıcaklığı değişimi (Ağustos 2014).



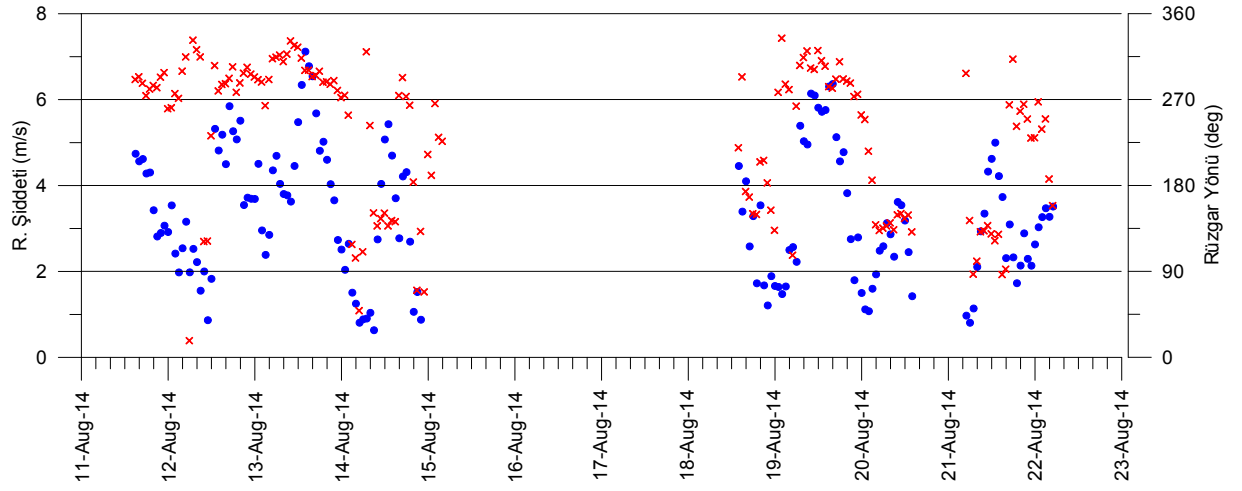
Şekil 24. Saatlik güneş ışıınımı değişimi (Ağustos 2014).



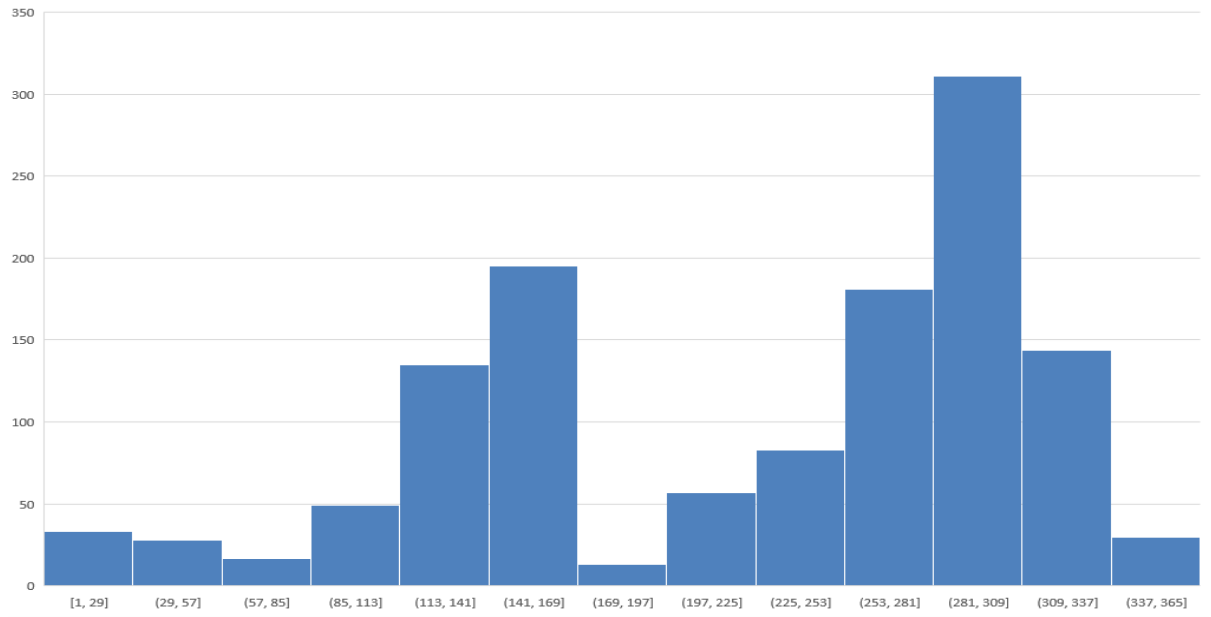
Şekil 25. Saatlik bağıl nem değişimi (Ağustos 2014).



Şekil 26. Saatlik atmosferik basınç değişimi (Ağustos 2014).



Şekil 27. Saatlik rüzgar hızı ve yönü değişimi (Ağustos 2014).



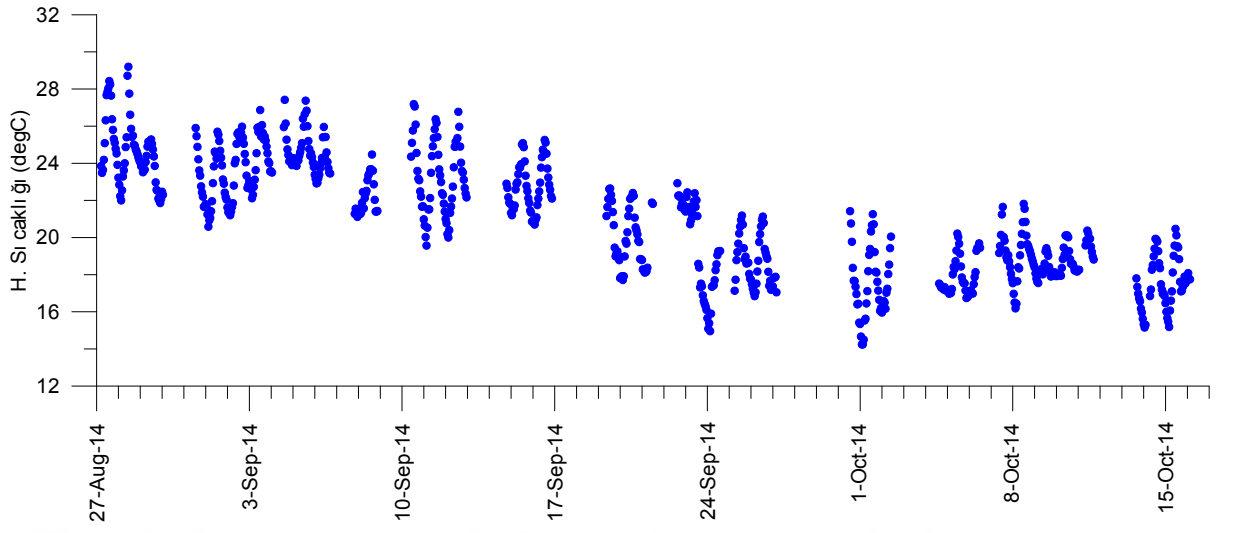
Şekil 28. Rüzgar yönü histogramı (Ağustos 2014).

3.1.1.5. Eylül – Ekim 2014 (Veri seti: 7)

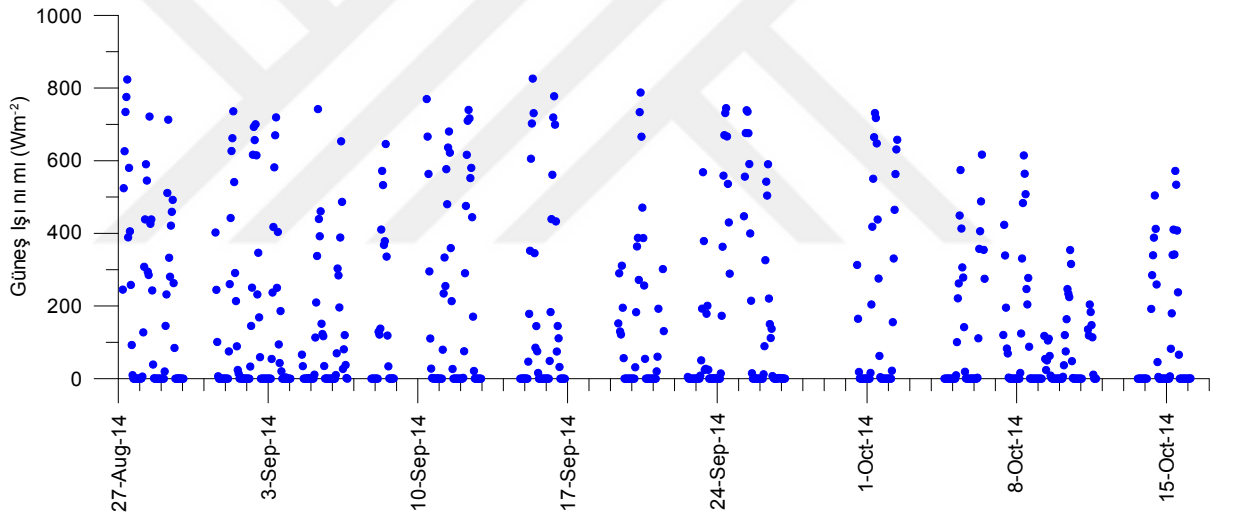
Bu döneme ait saatlik hava sıcaklığı, güneş ışınımı, bağıl nem, atmosferik basınç, rüzgar hızı ve yönü değişimleri Şekil 29 - Şekil 34'de verilmiştir. Bu veri seti 27 Ağustos 2014 – 16 Ekim 2014 tarihleri arasında 5180 adet veriden oluşmaktadır. Alınan ölçümlere göre bu ölçüm aralığında hava sıcaklığı 13,80 °C ile 29,60 °C arasında değişmiştir. Hava sıcaklığı 28 Ağustos

2014 11:03'te en yüksek değerinde ölçölmüşken, en düşük sıcaklığın ise 1 Ekim 2014 04:06 civarında ölçöldüğü gözlemlenmiştir. Hava sıcaklık ortalamalarının Ağustos sonundan Ekim ayına doğru azalması beklenildiğı şekilde gerçekleşmiştir. Bu ölçömler aylar bazında baktığımız zaman ise 27 Ağustos – 31 Ağustos tarihleri arasında sıcaklık 21,70 °C – 29,06 °C, Eylül ayında 14,80 °C – 27,90 °C arasında, Ekim ayında ise 13,80 °C – 22,20 °C arasında ölçölmüştür. Tüm veri setinin sıcaklık değişiminin gece ve gündüz değerleri incelendiğinde ise Saat 07:00-18:59 arası 12 saat olarak gündüz ve gündüz ayrıldığında, Ağustos ayında gündüz sıcaklıkları 21,70 °C - 25,40 °C aralığında değişirken, gece sıcaklıkları 21,70 °C ile 25,40 °C arasında gerçekleşmiştir. Eylül ayında gündüz sıcaklıkları 17,10 °C - 27,90 °C aralığında değişirken, gece sıcaklıkları 14,80 °C ile 25,10 °C arasında gerçekleşmiştir. Ekim ayında gündüz sıcaklıkları 16,00 °C - 22,20 °C aralığında değişirken, gece sıcaklıkları 13,80 °C ile 19,60 °C arasında gerçekleşmiştir. Bağıl nem değişim aralığı ise 58% ile 100% arasında ölçölmüştür. Atmosferik basınç ise 1006,0 – 1025,4 mbar aralığında ölçölmüştür. Rüzgar hızı 0 – 11,88 m/s arasında değişmiştir. Rüzgar yönüne ilişkin histogram ise Şekil 34'de yer almaktadır ve bu ölçüm setine ilişkin aylarda histograma göre rüzgar yönü batı- kuzeybatı yönün doğru baskın karakter göstermiş ve 270-297° arasında tepe yapmıştır ancak genel olarak dağılımda bu yüzden bu ay hakim rüzgarlar kuzeybatı yönünden ve şiddetli esmiş diye özetlenebilir. Bu veri setinde yer alan başka bir değişken olan güneşlenme miktarında ise değişimin 0 – 656,11 Wm² olarak ölçölmüştür. Bu ölçömler, yaz sonu ile sonbahar mevsiminin başlangıç özelliklerini yansıtmaktadır.

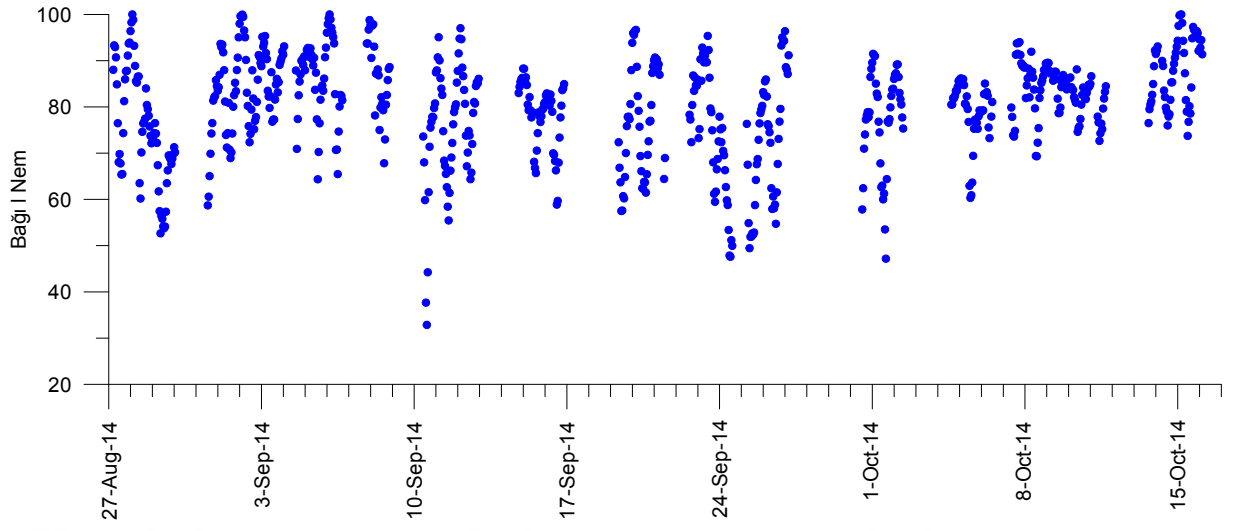
Hava sıcaklığının Ağustos ayı sonundan Ekim ayı ortasında kadar günlük salınımlarla kademeli olarak düştüğü gözlenmektedir. Bu salınımlara bağıl nem de eşlik etmektedir. Güneş ışıınımı değişimi de bu periyotta giderek azalmaktadır. Bu dönemde kuzeybatı yönünden şiddetli rüzgarların hakim olduğı gözlenmiştir. Atmosferik basınç ise genel olarak düzenli ve küçük salınımlarla seyretmiş olsa da 24 Eylül'e doğru ve sonrasında 27 Eylül civarında ani bir düşüş göstermiştir. Rüzgar hızı grafikleri incelendiğı zaman ise ölçüm setinin ilk başında, yani 28 – 29 Ağustos tarihlerinde şiddetli kuzeyli rüzgarlar gözlenmiş, setin geri kalanında günlük salınımlarla yine baskın kuzeyli rüzgarlar gözlenmiştir.



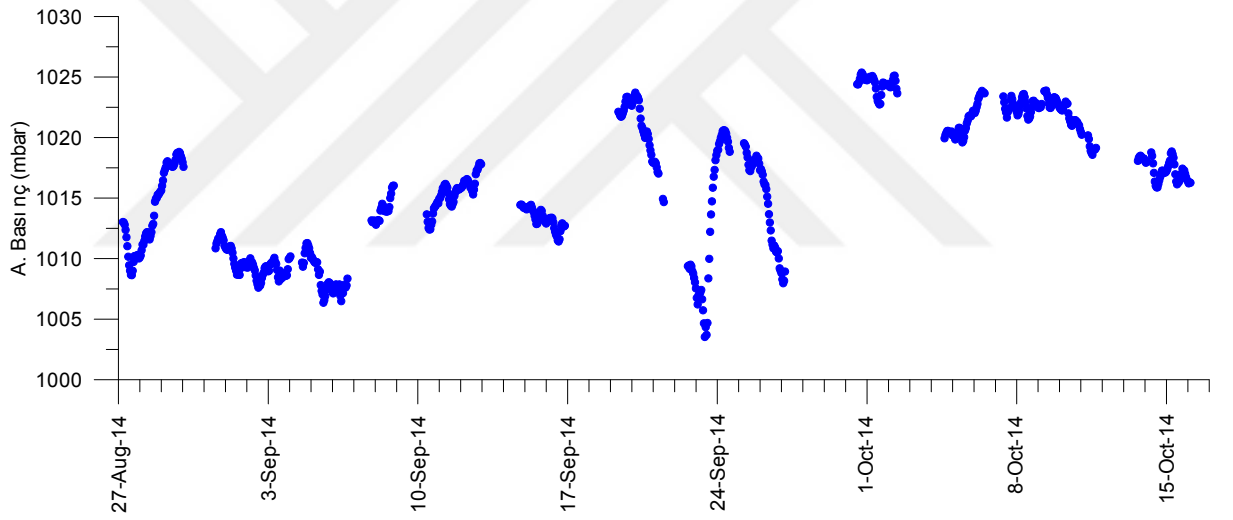
Şekil 29. Saatlik hava sıcaklığı değişimi (Eylül-Ekim 2014).



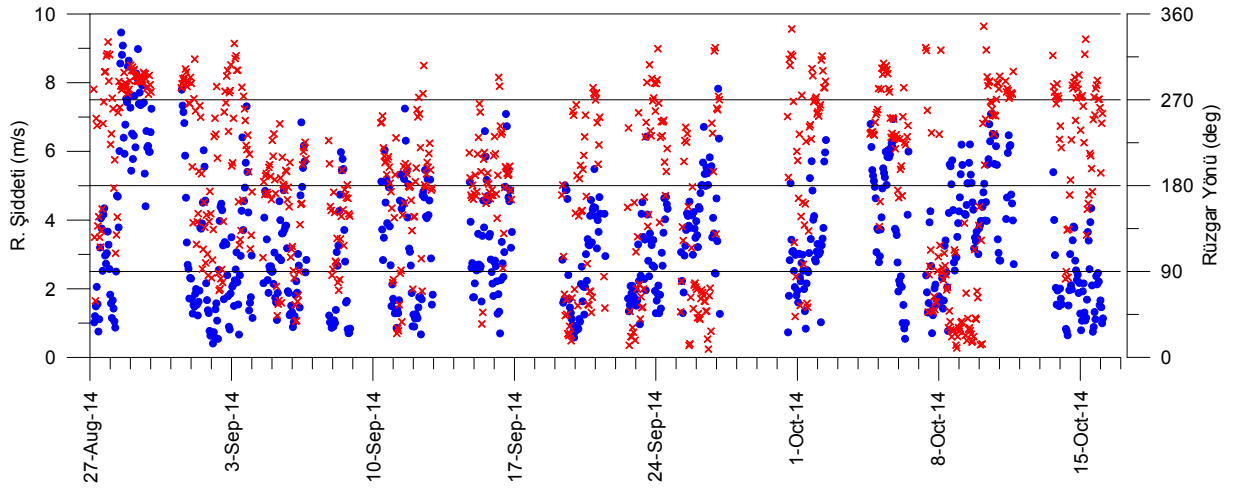
Şekil 30. Saatlik güneş ışı nı mı değişimi (Eylül-Ekim 2014).



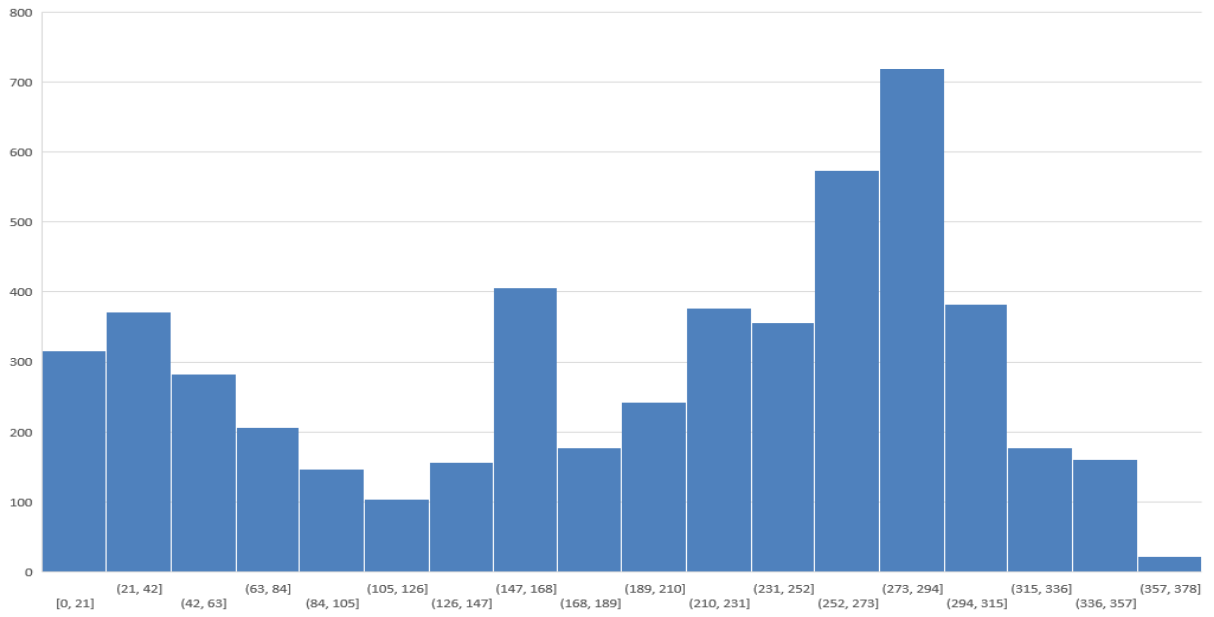
Şekil 31. Saatlik bağıl nem değişimi (Eylül-Ekim 2014).



Şekil 32. Saatlik atmosferik basınç değişimi (Eylül-Ekim 2014).



Şekil 33. Saatlik rüzgar hızı ve yönü değişimi (Eylül-Ekim 2014).



Şekil 34. Rüzgar yönü histogramı (Eylül Ekim 2014).

3.1.1.6. Kasım 2014- Ocak 2015 (Veri seti: 8)

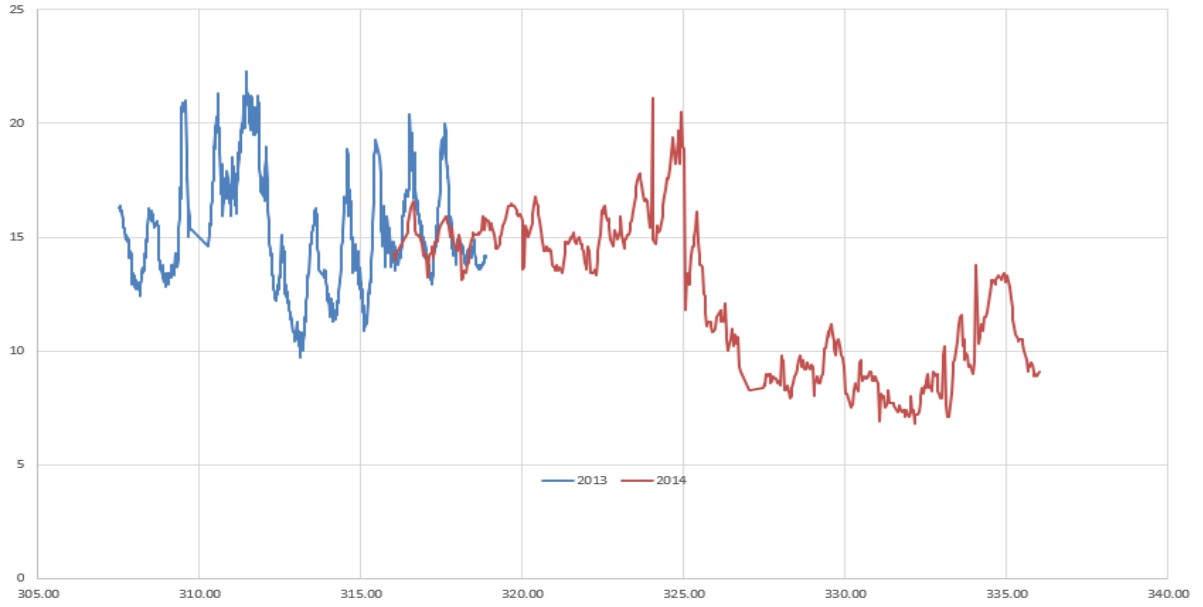
Bu döneme ait saatlik hava sıcaklığı, güneş ışınlamı, bağıl nem, atmosferik basınç, rüzgar hızı ve yönü değişimleri Şekil 36 - Şekil 40'de verilmiştir. Bu veri seti 11 Kasım 2014 – 27 Ocak 2015 tarihleri arasında 2250 adet veriden oluşmaktadır. Alınan ölçümlere göre bu ölçüm aralığında hava sıcaklığı $-3,50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $21,10\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında değişmiştir. Hava sıcaklığı 19 Kasım

2014 00:25'te en yüksek değerinde ölçölmüşken, en düşük sıcaklığın ise 7 Ocak 2015 15:58'de ölçöldüğü gözlemlenmiştir. Hava sıcaklık ortalamalarının Kasım ayından Ocak ayına doğru azalması beklenildiğı şekilde gerçekleşmiştir. Bu ölçömler aylar bazında baktığımız zaman ise 11 – 30 Kasım 2014 tarihleri arasında sıcaklık 6,80 °C – 21,10 °C, Aralık ayında 2,10 °C – 17,70 °C arasında, Ocak ayında ise -3,50 °C – 18,50 °C arasında ölçölmüştür. Tüm veri setinin sıcaklık değişiminin gece ve gündüz değerleri incelendiğinde ise Saat 07:00-18:59 arası 12 saat olarak gündüz ve gündüz ayrıldığında, Kasım ayında gündüz sıcaklıkları 7,30 °C - 19,40 °C aralığında değişirken, gece sıcaklıkları 6,80 °C – 21,10 °C arasında gerçekleşmiştir. Aralık ayında gündüz sıcaklıkları 2,10 °C - 17,60 °C aralığında değişirken, gece sıcaklıkları 2,80 °C ile 17,70 °C arasında gerçekleşmiştir. Ocak ayında gündüz sıcaklıkları -3,50 °C - 18,50 °C aralığında değişirken, gece sıcaklıkları -0,90 °C ile 16,40 °C arasında gerçekleşmiştir. Bağıl nem değişim aralığı ise 27,6% ile 100% arasında ölçölmüştür. Atmosferik basınç ise 1008,8 – 1034,3 mbar aralığında ölçölmüştür. Rüzgar hızı 0 – 14,31 m/s arasında değişmiştir. Rüzgar yönüne ilişkin histogram ise Şekil 34'de yer almaktadır ve bu ölçüm setine ilişkin aylarda histograma göre rüzgar yönü batı- kuzeybatı yönün doğru baskın karakter göstermiş ve genel olarak 200-325° arasına yoğunlaşma gözlenmiştir. Bu veri setinde yer alan başka bir değişken olan güneşlenme miktarında ise değişimin 0 – 642,60 Wm² olarak ölçölmüştür. Bu ölçömler, sonbahar mevsiminin bitip kış mevsiminin başladığı dönemin özelliklerini yansıtmaktadır.

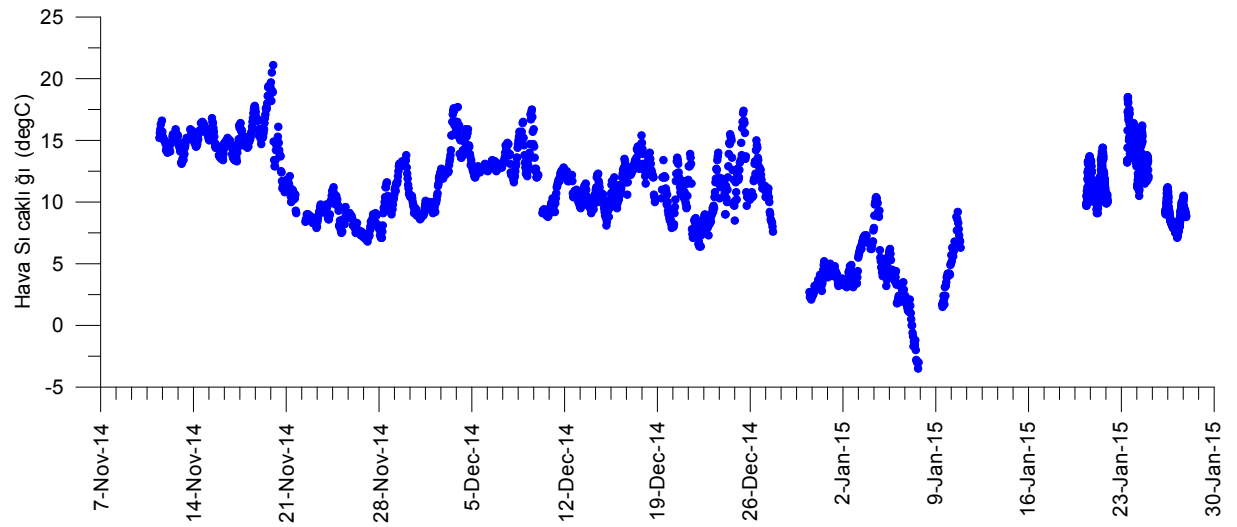
Bu dönemde hava sıcaklığı azalmaya devam etmiş ancak Kasım ayının üçüncü haftasıyla Ocak ayının birinci haftasında ani sıcaklık düşüşleri gözlenmiştir. 7 Ocak civarında gözlemlenen bu sıcaklık düşüşünde sıcaklık -3,50 °C'nin civarına kadar inmiştir. Bu dönemlerde şiddetli kuzeybatı rüzgarların estiğı ve atmosferik basıncın da aniden arttığı gözlenmiştir. Günlük güneşlenme ise Ocak ayının başından itibaren bu tarihe kadar çok düşük seyretmiştir. Ölçüm seti geneline bakıldığında ise dönem boyunca kuzeyli rüzgarlar gözlenmiş ve rüzgar şiddetinin diğer veri setlerinde görölmeyen şiddetlere çıkarak 14-15 m/s hızlara çıktığı gözlenmiştir.

Kasım 2013 ile Kasım 2014 ölçömlerini kıyasladığımızda, 2013 ölçömleri Kasım ayının ilk yarısını, 2014 ölçömleri de ikinci yarısını kapsıyor olsa da iki veri birlikte incelendiğinde alt üst sınırlarda ve çakışma yerlerinde benzer günlük değişim davranışları gözlenmektedir. 2014 yılındaki günlük değişim miktarı daha az olsa da genel olarak alakalı bir tablo

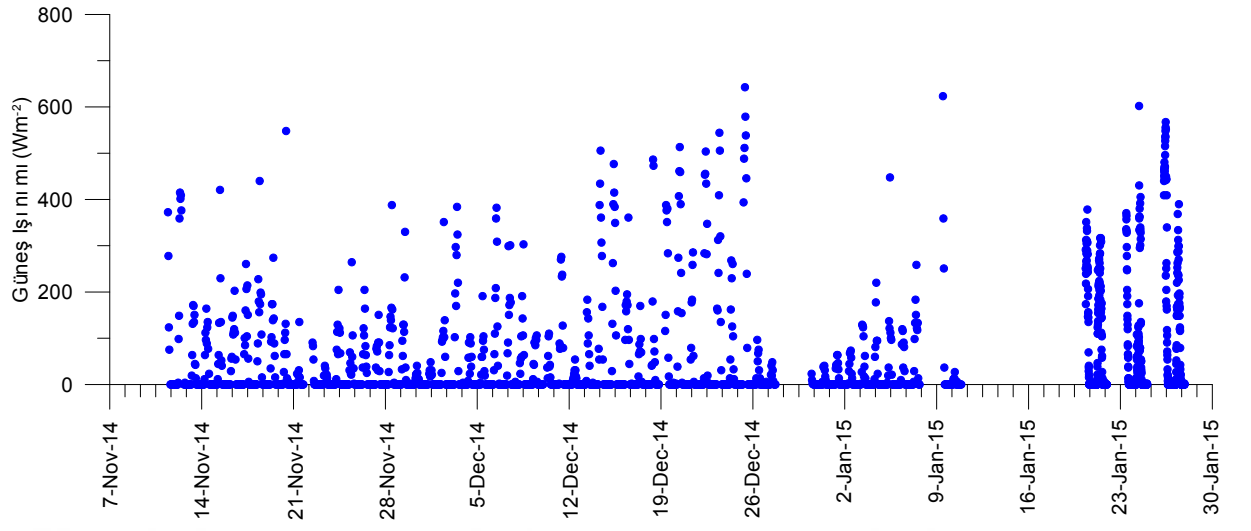
gözlenmektedir. 2014 yılında, Kasım ayının ikinci yarısında, sonbahara da uygun bir şekilde sıcaklık düşüşleri gözlenmektedir.



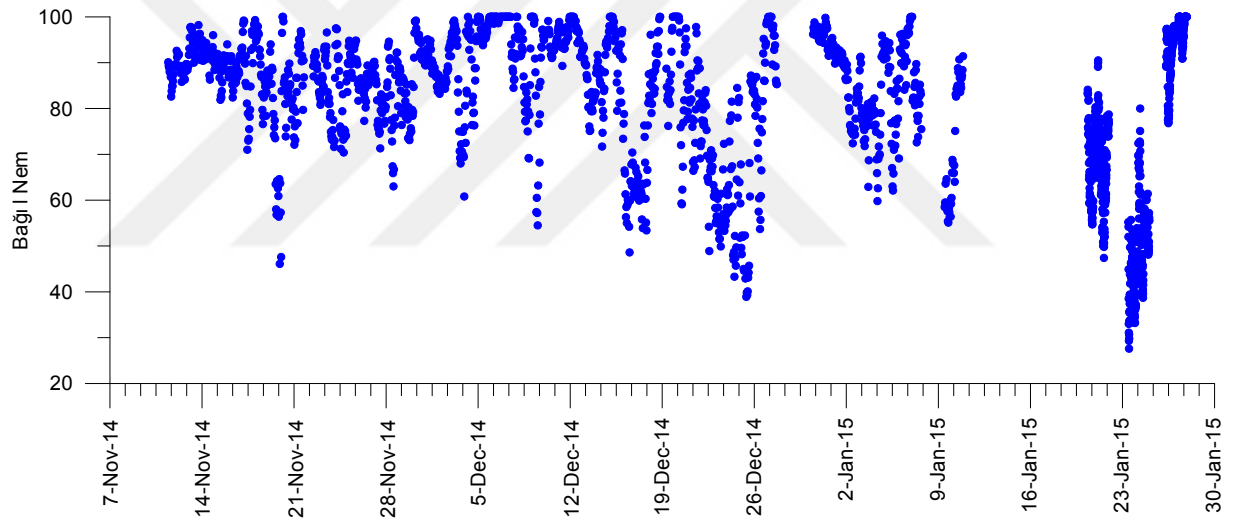
Şekil 35. 2013 ve 2014 yılı Kasım ayı sıcaklık verisi karşılaştırması.



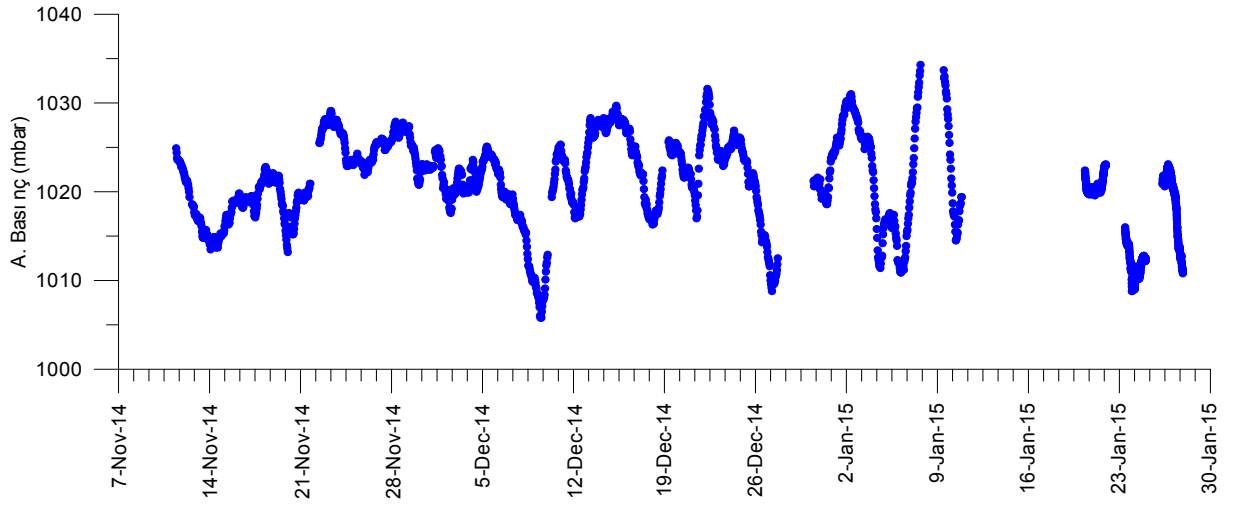
Şekil 36. Saatlik hava sıcaklığı değişimi (Kasım 2014- Ocak 2015).



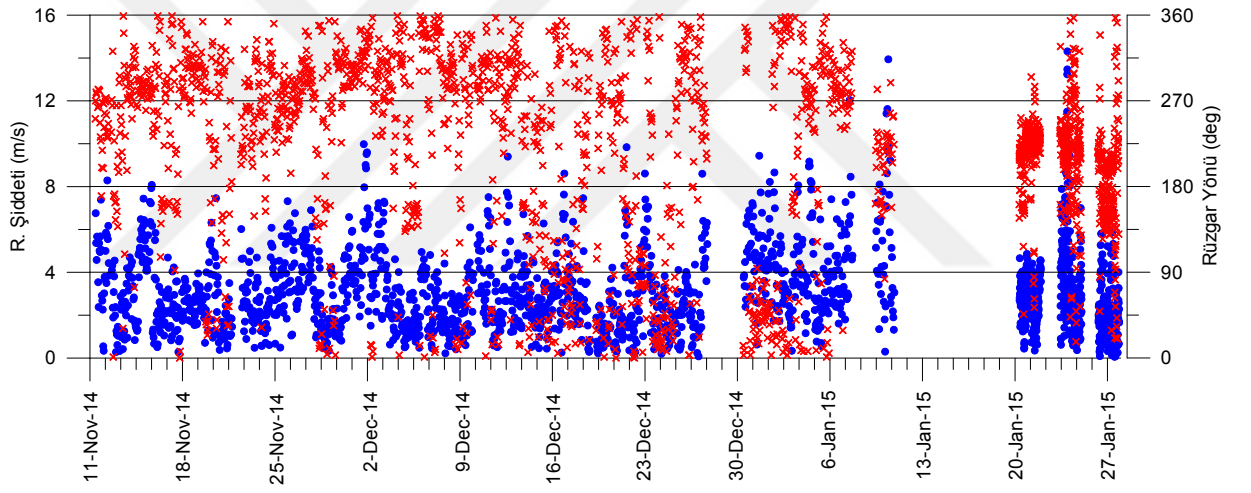
Şekil 37. Saatlik güneş ışı nımını değ iş imi (Kasım 2014- Ocak 2015).



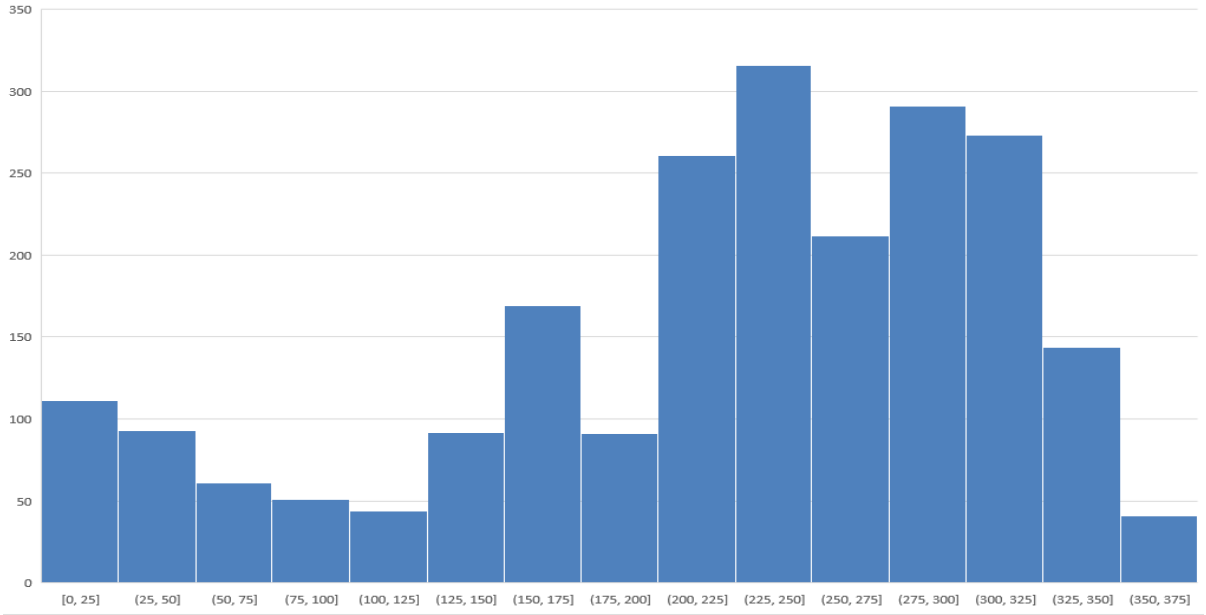
Şekil 38. Saatlik bağı l nem değ iş imi (Kasım 2014- Ocak 2015).



Şekil 39. Saatlik atmosferik basınç değişimi (Kasım 2014- Ocak 2015).



Şekil 40. Saatlik rüzgar hızı ve yönü değişimi (Kasım 2014- Ocak 2015).



Şekil 41. Rüzgar yönü histogramı (Kasım 2014 - Ocak 2015).

3.1.2. Yalova, Gebze ve Çınarcık meteoroloji istasyonlarının verileri

4 Şubat – 24 Nisan arası yapılmış olan oşinografik ölçümler esnasında atmosferik veriler ölçülmediği için ölçüm noktasına en yakın konumda bulunan meteoroloji istasyonlarının verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Ayrıca, TUDES'den Yalova deniz suyu seviyesi bilgileri alınmıştır ve bir referans istasyonuna göre düzeltilmemiştir. Alınmış olan Yalova, Çınarcık ve Gebze istasyon verileri saatlik sıcaklık, atmosferik basınç ile doğu-batı, kuzey-güney rüzgar şiddeti bileşenleri grafikleri Şekil 42 - Şekil 46 arasında, Yalova deniz suyu seviyesi grafiği de Şekil 44'de yer almaktadır.

Veri alınmış olan meteoroloji istasyonlarının konumları Şekil 2'de yer almaktadır. Bu istasyonların deniz seviyesinden yükseklikleri ise Yalova 4 m, Gebze 130 m, Çınarcık 16 m'dir. Bu istasyonlarda ölçülen rüzgar hızı 10 m yükseklikten, sıcaklık 2 m yükseklikten ölçülmüştür ve atmosferik basınç ise deniz suyu seviyesine indirgenmemiştir.

Elde edilen veriler incelendiğinde, Çınarcık istasyonundan alınan verilerin bahsi geçen tarih aralığında en düşük sıcaklığının -0,8 °C olarak 18 Şubat 2015 saat 02:00'de, en yüksek sıcaklık ise 25 °C olarak 18 Nisan 2015 13:00'de ölçülmüştür. Aynı tarih aralığında Gebze istasyonundan alınan verilere göre en düşük sıcaklık 18 Şubat 2015 saat 00:00'da -3,7 °C olarak, en yüksek sıcaklık ise 17 Nisan saat 14:00'de 23,1 °C olarak ölçülmüştür. Yalova

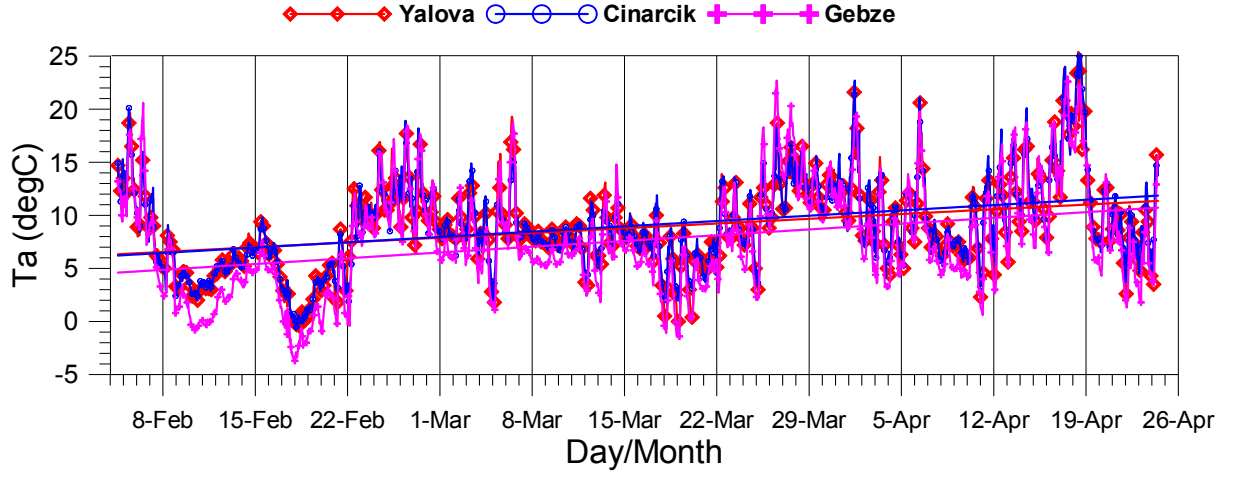
istasyonunda ise yine 18 Şubat 2015 Saat 01:00'de en düşük sıcaklık $-0,7^{\circ}\text{C}$, en yüksek sıcaklık da 18 Nisan 2015 10:00'da $25,4^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür.

Ölçüm istasyonlarından alınan veriler, aktüel basınç için incelendiğinde ise Çınarcık istasyonundan alınan verilerin 999,7 mbar ile 1030,7 mbar arasında değiştiği gözlenmiştir, en düşük basınç 8 Şubat 2015 18:00 tarihinde en yüksek basınç ise 16 Mart 2015 11:00'de ölçülmüştür. Gebze istasyonu verilerine göre ise basınç 979,9 ile 1010,7 mbar arasında değişmiştir, en düşük basınç 8 Şubat 2015 18:00 tarihinde en yüksek basınç ise 16 Mart 2015 07:00'de ölçülmüştür. Yalova istasyonundan alınan verilere göre de gerçekleşen en düşük basınç diğer istasyonlarla aynı tarihte ve 1001,30 mbar olarak, en yüksek basınç ise yine 16 Mart 2015 07:00'de 1032,80 mbar olarak ölçülmüştür.

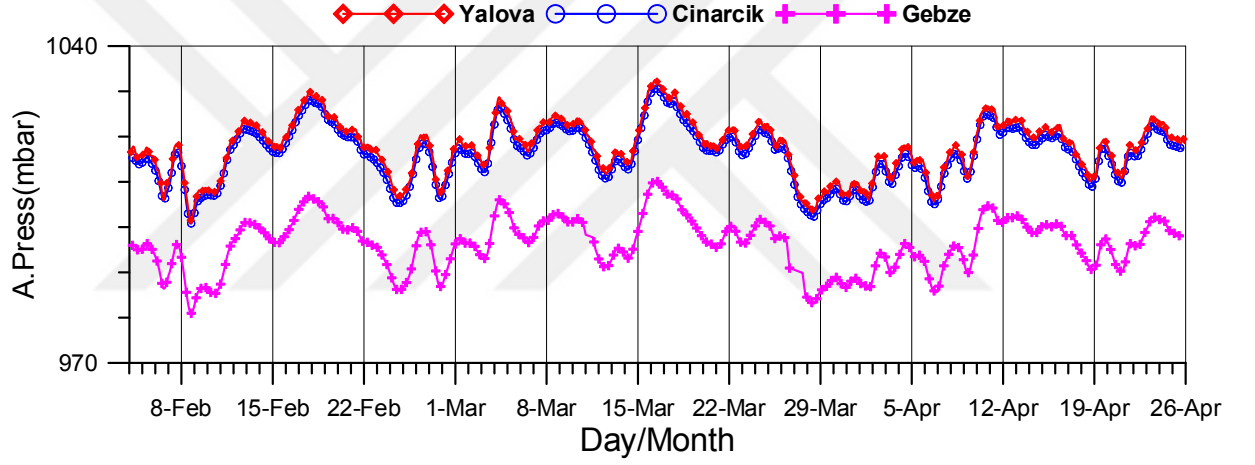
Ölçüm istasyonlarından alınan verilerde en düşük ve en yüksek rüzgar hızları incelendiği zaman Çınarcık istasyonundan alınan rüzgar hızının 0,50 m/s ile 5,30 m/s arasında değiştiği gözlenmiştir, en düşük rüzgar hızı birden fazla ölçülmüşken en yüksek rüzgar hızı 19 Şubat 04:00'de ölçülmüştür. Gebze istasyonu verilerine göre rüzgar hızı 0,50 m/s ile 9,80 m/s arasında değişmiştir ve en yüksek hızlar 9 Nisan 2015 21:00 civarında ölçülmüştür. Yalova istasyonundan alınan verilere göre de gerçekleşen en düşük hız 0,50 m/s iken en yüksek hız 19 Şubat 015 04:00'de 5,60 m/s olarak ölçülmüştür.

Yalova'dan ölçüm alınmış olan ve Şekil 44'de yer alan deniz suyu seviyesi ise atmosferik basınç ile paralel gösterirken kuzeyli rüzgarların estiği durumlarda 20 - 30 cm azalmaktadır.

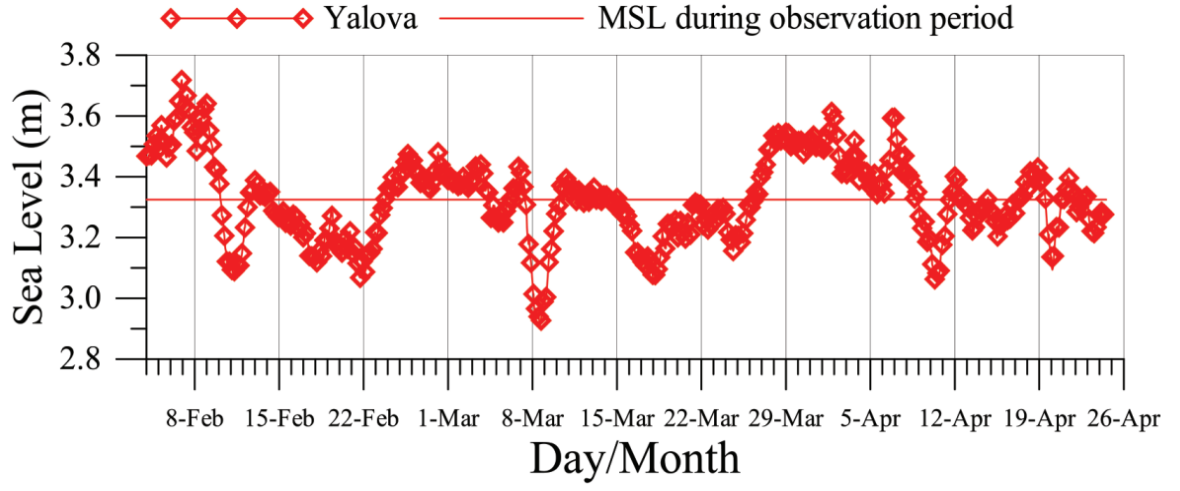
Grafiklerde, rüzgarın kuzey-güney yönündeki bileşeninin şiddetinin artmasının bir zaman ötelemesiyle anlık sıcaklıkları etkilediği belirgin şekilde görülmektedir. Sıcaklıklardaki ani azalış ve artış olmasına rağmen verinin kapsadığı kış sonu ve bahar ayları olması sebebiyle hava sıcaklığında da artış olması beklenmelidir. SUKOT şamandırası Mart 2014 verilerinde yer alan Şekil 18'de yer alan güneş ışıınımı değerleri de bunu ortaya koymaktadır. Bu veriler daha uzun süreyi kapsadığı ve sistematik, düzenli aralıklarla ortalaması alınmış, bir veri seti olduğundan eğilim analizi uygulanarak 3 aylık hava sıcaklığı değişimi tespit edilebilmiştir. Şekil 42'de yer alan sıcaklık ortalamasının trendi mevsimsel sıcaklık artışını ortaya koymaktadır.



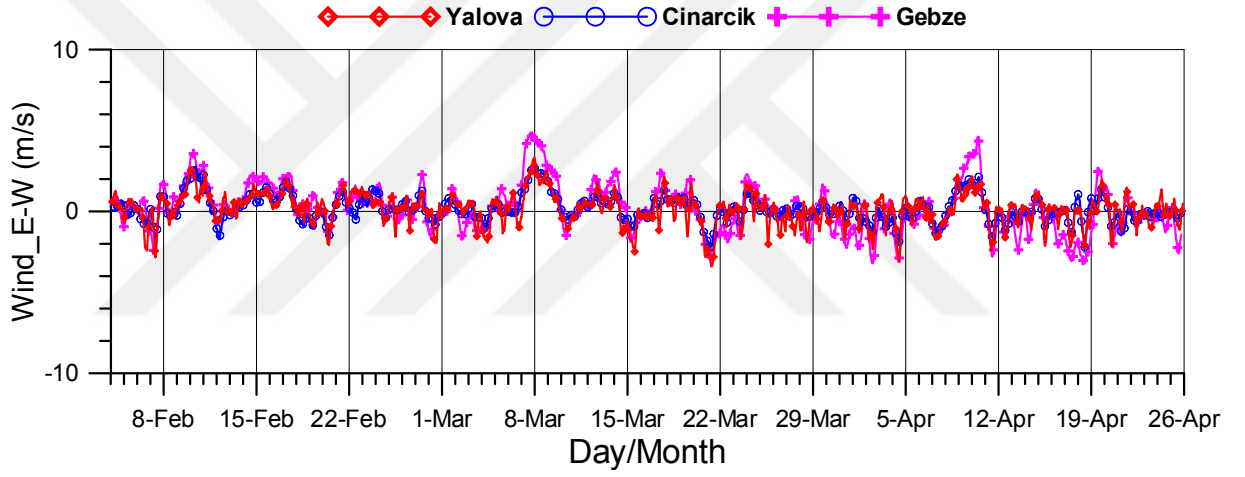
Şekil 42. Saatlik hava sıcaklığı (Altıok ve diğerleri (2020)’den alınmıştır).



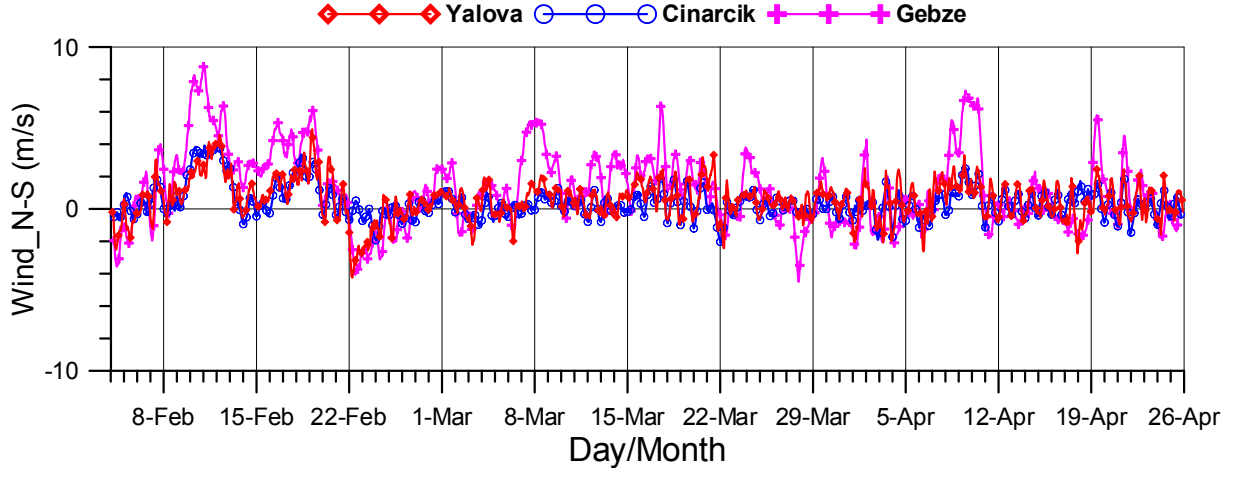
Şekil 43. Saatlik hava basıncı (Altıok ve diğerleri (2020)’den alınmıştır).



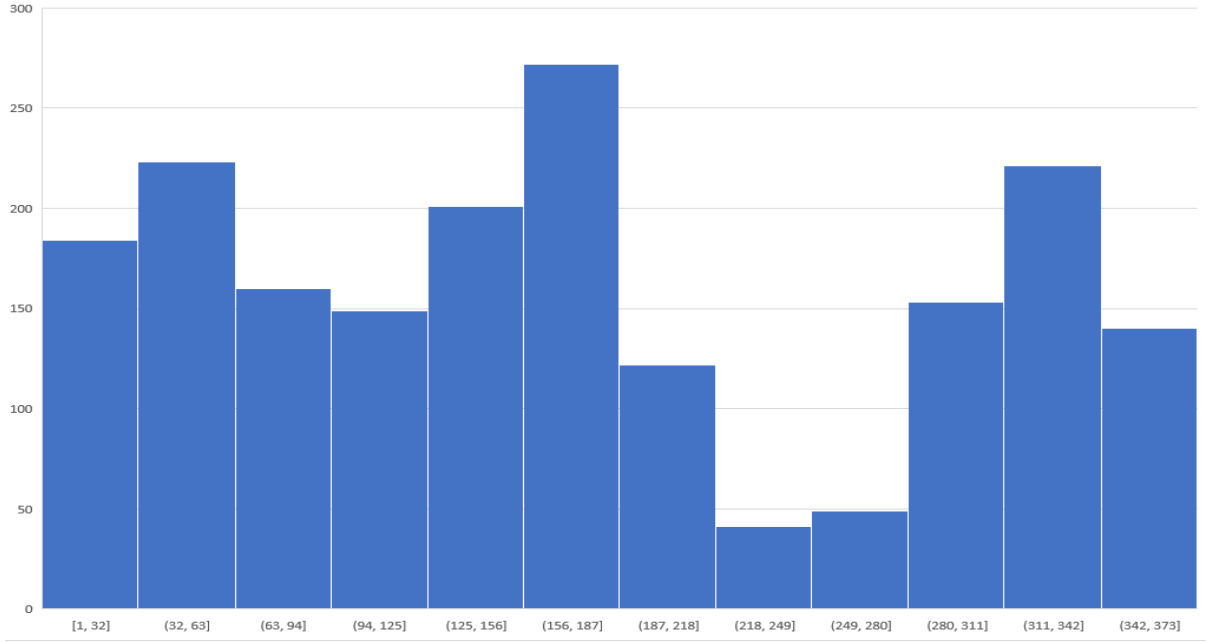
Şekil 44. Yalova istasyonu deniz suyu seviyesi (m) (Altıok ve diğerleri (2020)'den alınmıştır).



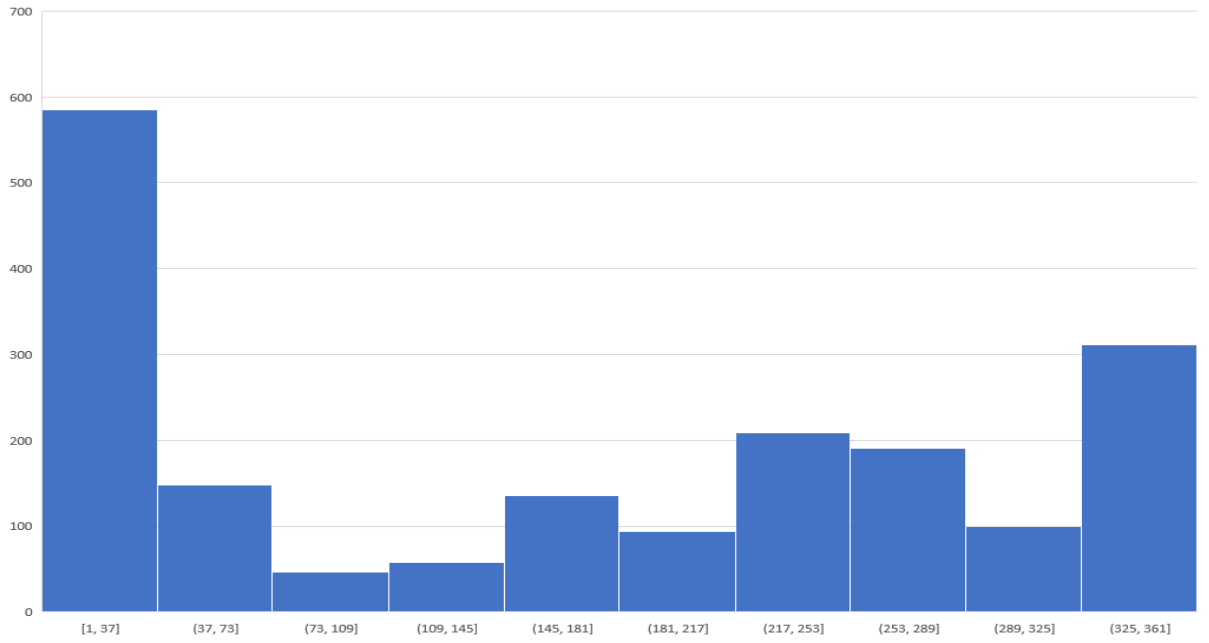
Şekil 45. Saatlik DB yönü rüzgar şiddeti (Altıok ve diğerleri (2020)'den alınmıştır).



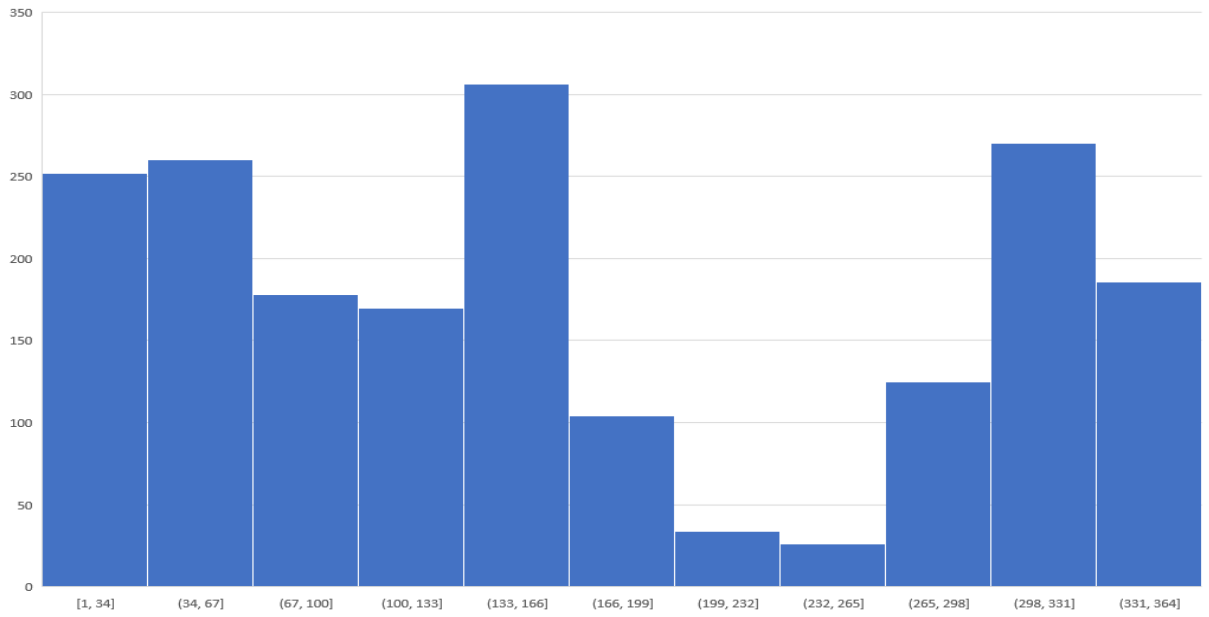
Şekil 46. Saatlik KG yönü rüzgar şiddeti (Altıok ve diğerleri (2020)'den alınmıştır).



Şekil 47. Rüzgar yönü histogramı (Çınarcık İstasyonu).



Şekil 48. Rüzgar yönü histogramı (Gebze İstasyonu).



Şekil 49. Rüzgar yönü histogramı (Yalova İstasyonu).

Marmara Bölgesi'nde hakim rüzgarları Akdeniz ve Karadeniz merkezli siklonik geçişler belirlemektedir. Karadeniz merkezli siklonlar kuzeydoğu (poyraz) rüzgarlarına neden olurken Akdeniz merkezli siklonlar ise güneybatı (lodos) rüzgarlarının esmesine neden olurlar. Yıl bazında hakim rüzgarlar %60 oranında kuzeyli, %20 oranında ise güneylidir (Menteş S. ve

diğ., 2019). Bu tez çalışmasında elde edilen hava sıcaklığı, atmosferik basınç ve rüzgar verileri birlikte değerlendirildiğinde bölgedeki siklonik geçişleri göstermektedir. SUKOT şamandırası ile elde edilen meteorolojik verilerin değişim aralıkları özet olarak Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. SUKOT şamandırası meteorolojik verilerin değişim aralıkları

	Hava sıcaklığı (°C)	Bağıl nem (%)	A. Basınç (mbar)	Güneşlenme miktarı (Wm ²)	Rüzgar şiddeti (m/s)
Kasım 2013	9,70-22,30	32,6-100	1008,3-1024,8	-	0-11,01
Şubat 2014	3,70-17,90	43-100	1008,6-1028,5	24,83-618,63	0-8
Mart 2014	6,8-22	22,8-100	1001,5-1028,5	23-848,72	0-11,95
Ağustos 2014	21-31,30	41,2-100	1008,6-1018,9	0-964,87	0-12,18
Ağustos – Ekim 2014	13,80-29,60	58-100	1006,0-1025,4	0-656,11	0-11,88
Kasım 2014 – Ocak 2015	-3,50-21,10	27,6-100	1008,8-1034,3	0-642,60	0-14,31

3.2. Su Kolonundaki Veriler

Yapılmış olan ölçümlerin su kolonuna verilerine ilişkin değerlendirmeler bu bölümde yapılmıştır. 4-7 Şubat 2015 tarihinde ölçülen CTD verileri de bu bölümde değerlendirilmiştir.

3.2.1. SUKOT şamandıra verileri

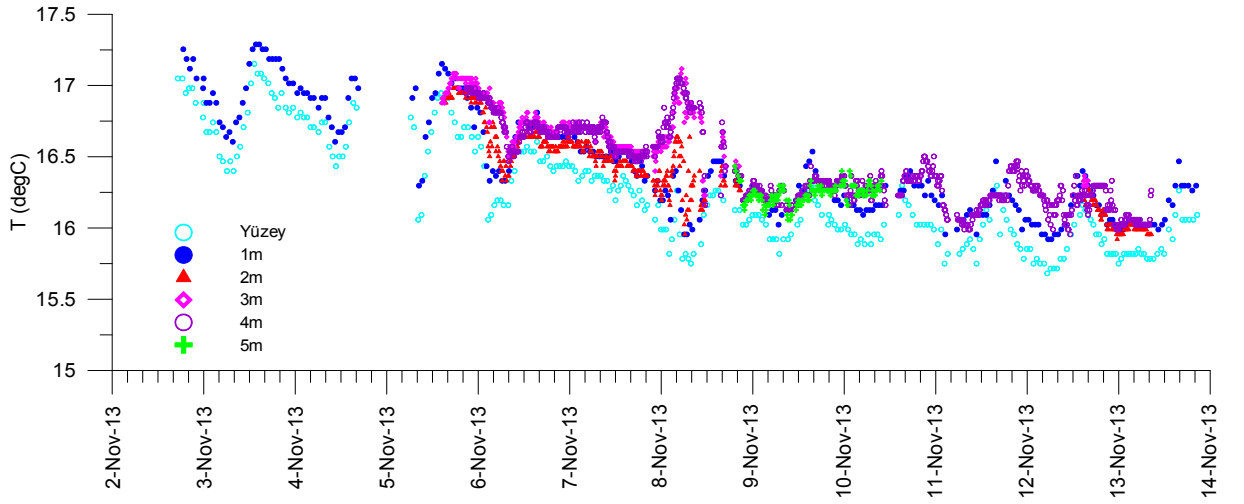
İlk ölçümlerin yapıldığı SUKOT şamandırası aracılığıyla su kolonunda ölçülen verilerde yaşanan sıkıntılardan ve veri kalitesinden dolayı sadece Kasım 2013, Şubat 2014 ve Mart 2014 aylarına ait veriler aşağıda incelenebilmiştir.

3.2.1.1. Kasım 2013 (Veri seti: 1):

Bu aya ait ilk 5 metrenin saatlik sıcaklık değişimleri

Şekil 50. Saatlik yüzey deniz suyu sıcaklığı (Kasım 2013).’de verilmiştir. Kasım ayına ait yüzey deniz suyu sıcaklığı günlük salınımlarla ay başında ortalama 17 °C’den ayın ortasında 16 °C ye kadar azalmıştır. Bu aya ait hava sıcaklığı grafiğinden de görüldüğü gibi ayın 7 sine kadar daha sıcak bir hava varken bu tarihten sonra hava sıcaklığında ani bir azalma görülmüştür.

Atmosferik koşullarda oluşan farklılıklar yzney deniz suyu sıcaklık değişiminde de g3zlenmektedir. Yzney deniz suyu değişiminde diğer g3nlerde g3zlenen gece ve g3nd3z arasındaki sıcaklık farkı bu tarihte oluşmamıştır. Gerek şiddetli lodos r3zgarı gerekse de akıntılardan kaynaklanan sebeplerden dolayı deniz yzneyinde 3st beş metre sabit sıcaklıkta ve homojen bir yapıda olduğu g3zlenmiştir. 8 Kasım tarihinde ise yzney ile 5m derinlik arasındaki sıcaklık farkı yaklaşık 1,5 °C'yi bulmuştur. 8 Kasım ile 14 Kasım tarihleri arasında ise bu ani sıcaklık değişiminin kalıcı olduğu ve bu s3rede gece ile g3nd3z sıcaklıkları 15,5 - 16,5 °C arasında değiştiği g3zlenmiştir. Hava sıcaklığı değerleri ile karşılaştırıldığında ise yzney suyu sıcaklığının 3lç3m3n ilk değerlerinde hava sıcaklığından yaklaşık 1 °C y3ksek olarak seyrettiği g3r3lmektedir. 6 Kasım tarihine yaklaştığımızda, hava sıcaklığı hen3z y3ksek olsa da atmosferik basıncın ve bağıl nemin d3řt3ę3n3, bunun yanı sıra 2, 3 ve 4 m derinlikteki su sıcaklıklarının da ani d3ř3ř g3sterdiği g3zlenmiştir. 7 Kasım'da ise hala hava sıcaklığı y3ksek olsa da şiddetlenen g3neybatı r3zgarıyla birlikte yzney suyu sıcaklığının d3şmeye devam ettiği, yzney ve 2 m derinlikteki su sıcaklığının 1m sıcaklığından daha d3ř3k olduğu 3lç3lm3řt3r. BU noktada su kolonunda 3st tabaka sıcaklıkları birbirine yaklaşmıştır. R3zgar hızı 8 Kasım'da yavaşladığında 3st tabaka su sıcaklıkları tekrar açılmaya başlamış, 3 ve 4 m'deki suyun sıcaklığı tekrar 17 °C seviyesine y3kselmiştir. G3neybatı y3n3nden esen r3zgarın tekrar şiddetlendiği 9 Kasım'da ise 3st tabakadaki su sıcaklığı tekrar azalarak homojenleşmiştir. Kasım ayının ilk g3nlerinde 3st tabaka sıcaklıkları g3n içerisinde değişim g3stermekteyken, r3zgarların şiddetlendiği durumlarda bu 3zelliğini kaybederek homojenleşmiştir. 14 Kasım'a doğru r3zgar zaman zaman şiddetlenerek esmeye devam ettiğinde yzney suyu sıcaklığı, hava sıcaklığı y3kselme eğilimi g3sterse de azalmaya devam etmiştir, ancak derinliğe bağlı sıcaklık farklılığı yeniden oluşmaya başlamıştır.



Şekil 50. Saatlik yüzey deniz suyu sıcaklığı (Kasım 2013).

3.2.1.2. Şubat 2014 (Veri seti: 2):

Bu aya ait ilk 5 metrenin saatlik sıcaklık değişimleri Şekil 51’da verilmiştir. Bu aya ait yüzey deniz suyu sıcaklığı 8,5 – 12 °C arasında değişim göstermektedir. Şubat ayında da günlük salınımlar gözlenmiştir. 4 Şubat ile 7 Şubat tarihleri arasında sıcaklık değerleri ortalama 11,5 °C den 9,5 °C’ye kadar azalmıştır. 8 Şubat’tan 24 Şubat’a kadar gün içerisindeki değişkenlikle sıcaklığın kademeli olarak artmış olduğu ayın son üç gününde ise azalmış olduğu gözlenmiştir.

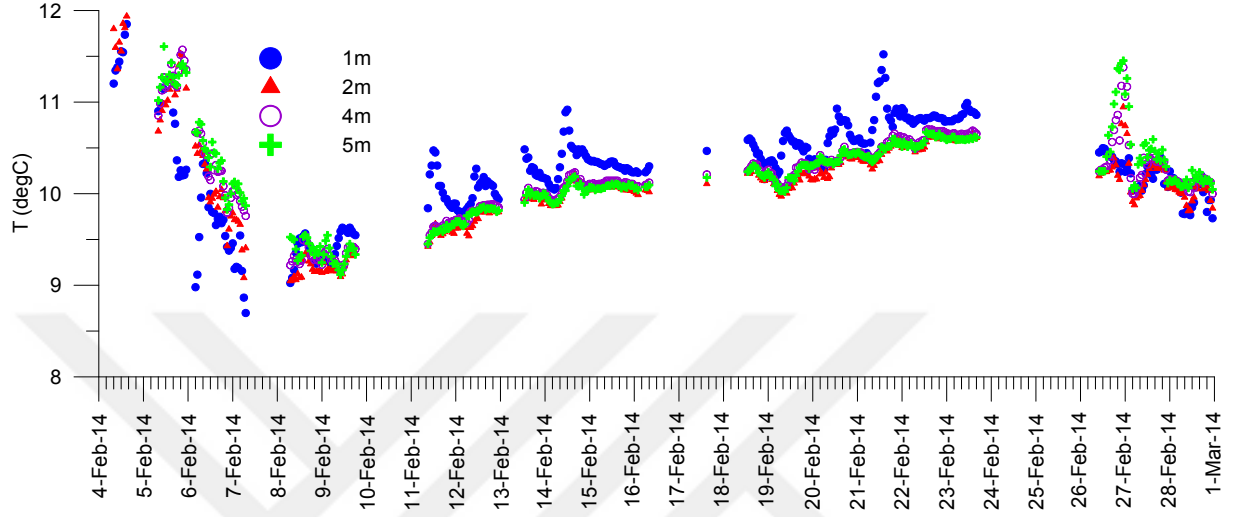
Sıcaklık artışının olduğu tarihlerde hava sıcaklığı da yüksek değerlerde bulunmuştur. Aynı şekilde bu dönemde güneş ışıınımı yüksek değerlerdedir. 1 m’deki sıcaklığın gece ve gündüz değerleri arasındaki fark diğer derinliklere göre belirgin olarak daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Buna karşın, ölçüm setinin ilk başındaki günlerde, hava sıcaklığının düşük olduğu ve alçalma eğimi sergilediği 4 – 7 Şubat tarihleri içerisinde yüzey suyu sıcaklığının diğer derinliklere göre daha soğuk olduğu ve diğer derinliklere nazaran daha hızlı soğuduğu gözlenmiştir. Burada gözlenen durum, nispeten ortalamanın üzerinde ve güneyden esen bir rüzgarın gerçekleşmesidir.

8 – 9 Şubat tarihlerinde yine rüzgar şiddeti yükselmiş olsa da bu günlerde rüzgar kuzeyden esmiştir ve üst tabaka suyu sıcaklığı birbirine yakın hale gelmiştir.

Daha sonraki günlerde, yüzey suyu sıcaklığı hava sıcaklığı ile paralel şekilde bir günlük değişim davranışı sergilemiştir. Ölçüm verilerinde 24 – 26 Şubat tarihleri arasında veri

bulunmadığı için tam sebebi belirlenememekle birlikte 27 Şubat tarihinde hava sıcaklığı önceki günlere göre düşmüş ve su üst tabakasında da sıcaklık davranışı değişmiş, 5m derinlikteki su yüzey suyu sıcaklığından daha yüksek olarak gerçekleşmiştir.

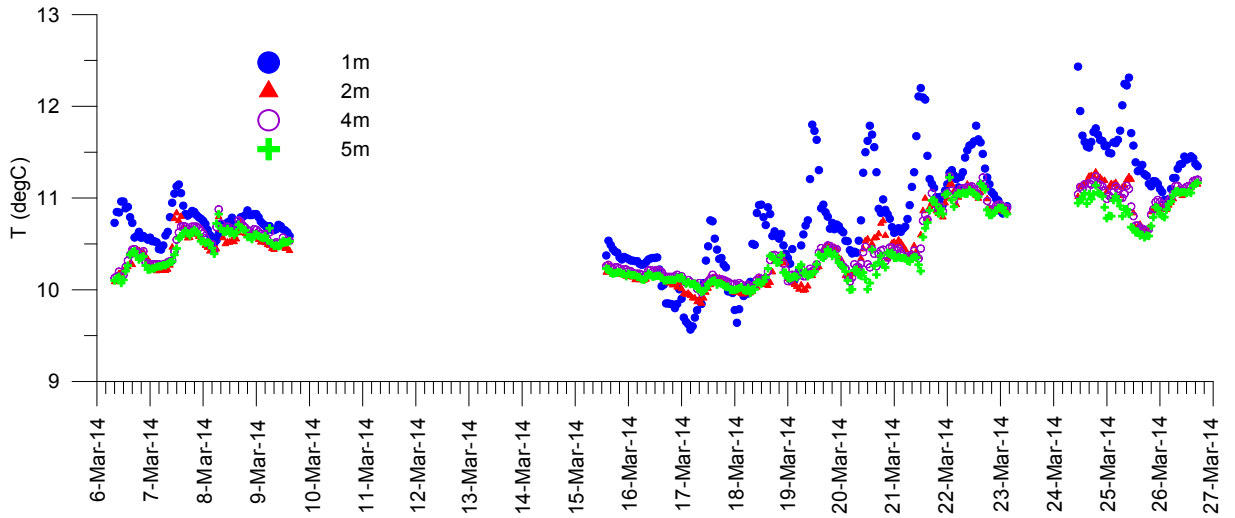


Şekil 51. Saatlik yüzey deniz suyu sıcaklığı (Şubat 2014).

3.2.1.3. Mart 2014 (Veri seti: 3 ve 4):

Bu aya ait ilk 5 metrenin saatlik sıcaklık değişimleri Şekil 52’de verilmiştir. Mart ayına ait yüzey deniz suyu sıcaklık değişimi de atmosferik koşullara bağlı olarak günlük salınımlarla genel bir artış göstermektedir. En düşük sıcaklık 9,5 °C ile en yüksek sıcaklık ayın son günlerinde 12,5 °C arasında değişmektedir. Aynı dönemdeki hava sıcaklığı ve güneş ışıınımı değerleri de bu sıcaklık artışını desteklemektedir.

Üst tabaka sıcaklıkları incelendiğinde, 17 Mart civarında yüzey suyu sıcaklığının alt derinliklere göre daha fazla bir düşüş gösterdiği görülmektedir. İncelendiğinde bu günde şiddetli bir rüzgar yaşanmamasına rağmen günlük güneşlenme miktarının çok düşük gerçekleştiği buna bağlı olarak da hava sıcaklığı ile yüzey suyu sıcaklığının azaldığı gözlenmiştir. Ayın geri kalan günlerinde yüzey suyu sıcaklığı ile hava sıcaklığı paralel bir şekilde yükseliş eğimi dahilinde günlük salınım göstermişlerdir.



Şekil 52. Saatlik yüzey deniz suyu sıcaklığı (Şubat 2014).

3.3. SUKOT Şamandırası Verilerinin Özet Analizi

Şamandıra üzerinden elde edilmiş olan ölçüm veri setleri kendi içlerinde incelendiğinde, yüzey suyu sıcaklığının günlük ortalamalarının mevsimine göre beklenen eğimler içerisinde yer aldığı görülmektedir. Tablo 3’de SUKOT şamandırası meteorolojik verilerinin özeti yer almaktadır ve bu alt üst değerler incelendiğinde, atmosferik olarak da ölçümlerin mevsimsel ortalamalar doğrultusunda gerçekleştiği ve değişimlerin mevsimsel değişim eğilim beklentilerini takip ettiği gözlenmektedir.

Yüzey deniz suyu sıcaklık değişimi de deniz yüzeyindeki atmosfer-deniz etkileşimine uygun bir şekilde havanın ısınmaya başladığı dönemde yüzeyde daha sıcak, 5 m’de daha serin, sonbaharda ise yüzeyde daha soğuk, 5 m’de daha sıcak gerçekleşmektedir. 5 m kalınlıktaki su kütlesi gece saatlerinde daha homojen yapı sergilerken gündüz saatlerinde sonbaharda da bahar aylarında da sıcaklık farkının arttığı gözlemlenmiştir.

Örneğin, havaların soğumaya başladığı Kasım 2013 yılı ölçümlerinde deniz suyu sıcaklığı, hava sıcaklığına paralel olarak azalmaktadır. 7 Kasım 2013 tarihinde gerçekleşen kısa süreli şiddetli lodos rüzgarı sonrasında hava sıcaklıkları ani bir şekilde düşmüştür.

Şubat 2014 yılını incelediğimizde, ayın başında güneş ışıınımı verileri eksik olmakla birlikte ay başında hava sıcaklığının düştüğü ve yüzey su kütlesinde de soğuma gerçekleştiği görülmektedir. Ayın ortasından itibaren güneş ışıınımı ölçümlerinin belirgin bir şekilde azaldığı

gözlendiği, ayın son günlerinde hava sıcaklıklarının da düşüş gösterdiği, buna bağlı olarak da ay boyunca 5 m'lik su kütlesine göre daha sıcak seyreden ve günlük değişimi yansıtan yüzey suyu sıcaklığında ve üst tabaka (0 – 5 m) su kütlesinde yüzey suyu sıcaklığının soğuduğu, 5 m derinlikteki suyun daha sıcak ölçüldüğü görülmektedir.

Mart 2014 yılı ölçümlerinde de Şubat 2014 ölçümlerine paralel bir yapı gözlenmektedir. Güneş ışıınım ölçümlerine paralel olarak hava sıcaklığı da deniz suyu sıcaklığı da artmıştır. Deniz yüzeyinde ölçülen sıcaklık yüzey su kütlesinden daha sıcak seyretmiştir. Ay sonunda güneş ışıınımı miktarının düşmesiyle birlikte yüzey suyu sıcaklığı azalarak su kütlesinin homojen sıcaklığına yaklaşmıştır.

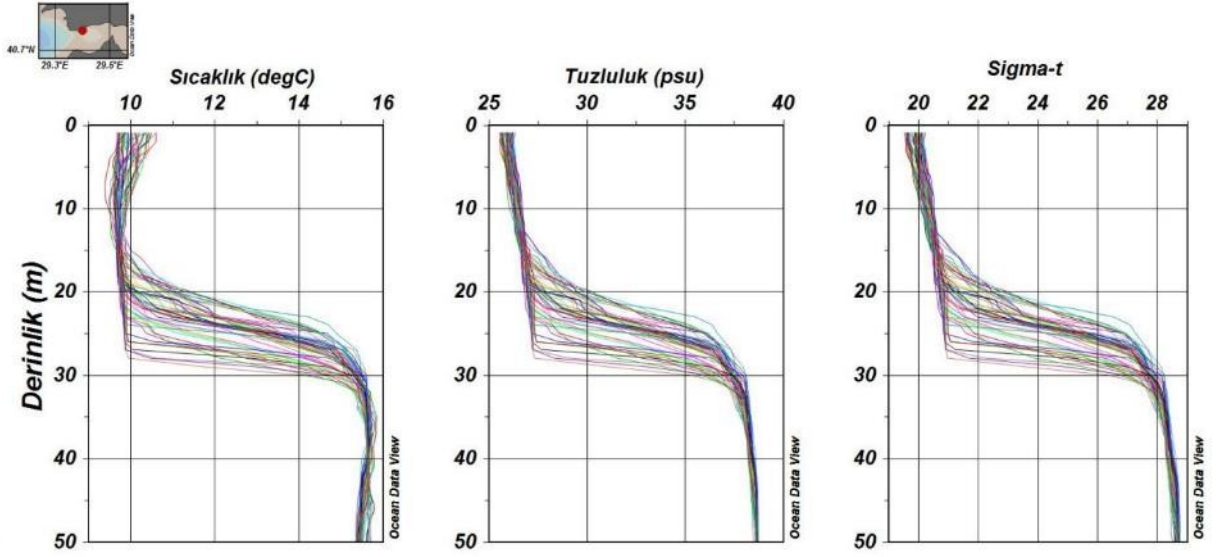
Kasım 2013 ve Kasım 2014 ölçümleri karşılaştırıldığında ise ölçüm tarihleri birebir aynı olmasa da parametrelerin birbirine benzer bir davranışlar sergilediği gözlenmiştir.

Ölçümler esnasında karşılaşılmış olan şiddetli rüzgar gibi istisnai durumlarda, İzmit Körfezinin oşinografisi ile alakalı hava koşullarına bağlı mekanizmaların etkisi söz konusudur.

3.4. Saatlik CTD verilerinin analizi

Günlük yüzey suyu sıcaklığındaki değişimi ve su kolonunda tabakalaşmayı belirleyebilmek amacıyla şamandıra ölçüm sisteminden elde edilen verilere ek olarak saatlik CTD verileri 4-7 Şubat 2015 tarihleri arasında ölçülmüştür.

Şekil 53'de derinliğe karşı sıcaklık, tuzluluk ve sigma-t değerleri bütün ölçümler için üst üste çizilerek verilmiştir. Bütün bu profiller iki tabakalı yapının bu süre içerisinde dahi ne kadar değişken bir yapıda olduğunu göstermektedir. Üst ve alt tabakalar arasındaki geçiş tabakasının 15 m - 16 m derinlikten 28 m derinliğe oldukça geniş bir aralıkta başladığını bitiş derinliğinin ise 25 m ile 32 m derinlikler arasında olduğunu bu profillerden görmek mümkündür. Genel olarak ara tabaka 20 m ile 30 m derinlikler arasında bulunmuştur.

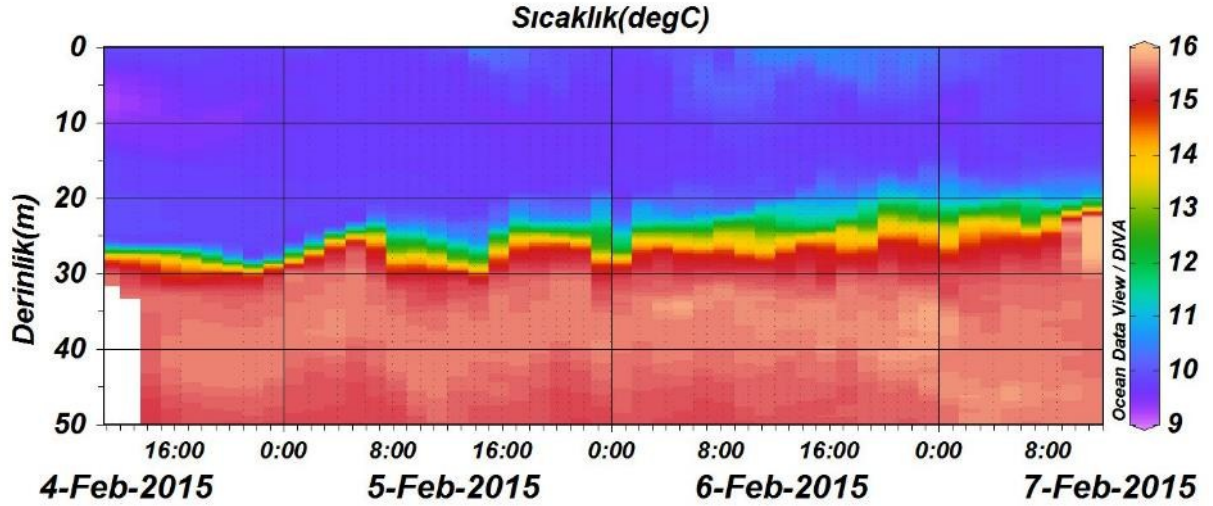


Şekil 53. Saatlik ölçülen CTD verilerinden elde edilen sıcaklık, tuzluluk ve sigma-t profilleri.

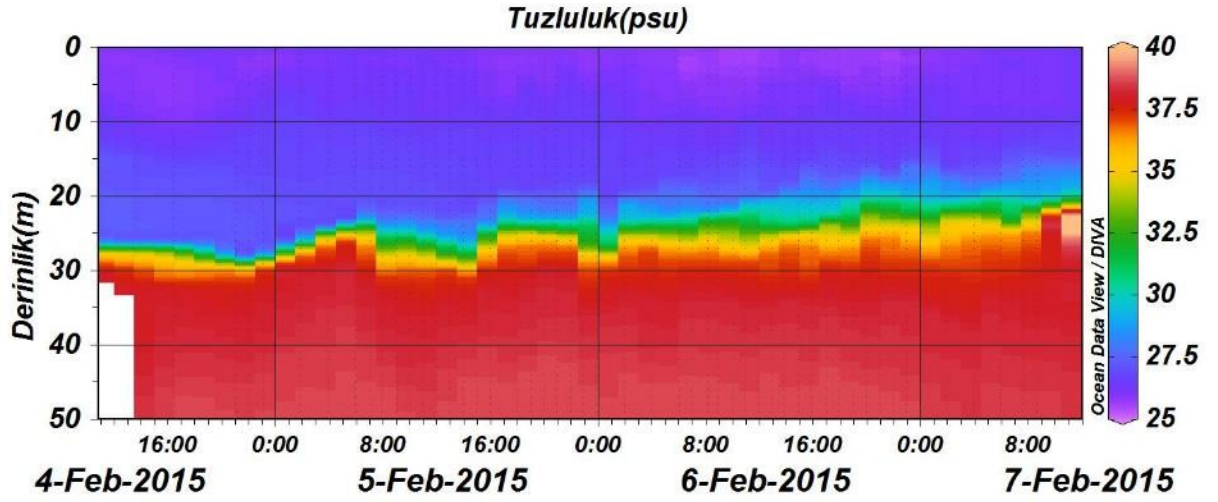
Sıcaklık üst tabakada 10 °C, alt tabakada ise 15,5 °C civarlarında ölçülmüştür. Üst tabaka sıcaklık değerleri alt tabakaya göre daha fazla değişim göstermektedir. Kış şartları olmasına rağmen yüzeyden itibaren sıcaklığın hafifçe artmış olduğu görülmektedir. Tuzluluk değerleri ise üst tabakada 26 psu civarında iken alt tabakada 38,6 psu olarak tespit edilmiştir. Üst tabaka tuzluluk profillerinden tuzluluğun derinlikle yavaşça arttığı görülebilmektedir. Yoğunluk profilleri tuzluluk profilleri ile paralellik göstermektedir.

Derinliğe ve zamana bağlı olarak çizilen saatlik sıcaklık değişimi (Şekil 54) gün içerisindeki değişimi gece ve gündüz arasındaki farkı göstermektedir. 4 Şubat 2015 tarihinde 13:30 dan itibaren ölçülen CTD verilerine göre yüzeyde (yaklaşık ilk 5 metre) hemen altındaki derinliğe göre 0,3 °C kadar daha yüksek sıcaklıkta bir yüzey suyu olduğu görülebilmektedir. En soğuk su 7-8 m civarın bulunmakta ve sıcaklığı 9,5 °C'nin altındadır. Yüzeyde ise sıcaklık 9,8 °C'yi bulmuştur. Gece saat 12:00 olmadan yüzeyin altındaki bu soğuk su kütlesi artık gözlenememektedir ve üst tabakanın sıcaklığı 9,7 °C olarak ölçülmüştür. 2. gün sabah saatlerinde üst tabakanın sıcaklık açısından homojen olduğu ve öğleden sonra 16:00 civarında yüzeyde 5m kalınlıkta göreceli olarak ısınmış (10,3 °C) bir su kütlesinin varlığı gözlenmiştir. Gece ve ertesi gün sabah saatlerinde yüzey suyu sıcaklığının yaklaşık 0,4 °C azaldığı ve 11:00 dan itibaren sıcaklığın yeniden artarak bu kez 10,5 °C ye ulaştığı tespit edilmiştir. Bu çizimden (Şekil 54) görüldüğü gibi yüzey suyu sıcaklığı üst 5 m kalınlıktaki tabakada günlük olarak

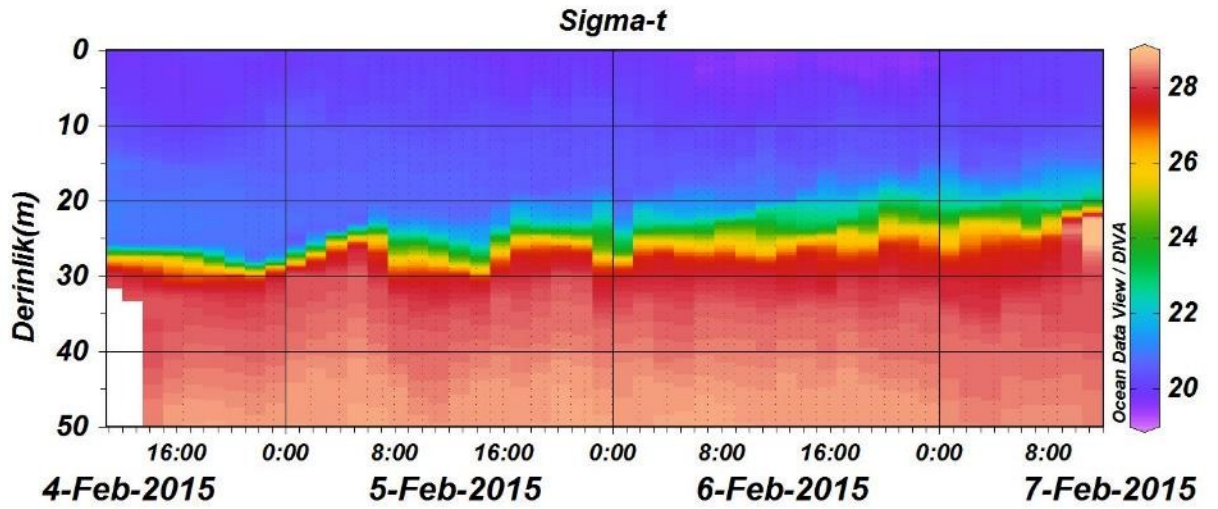
değişmekte ve 10m derinliğe kadar etkisi olmaktadır. Yüzeydeki bu değişimin büyük ölçüde nedeni atmosferik etki olmakla beraber hidrografik özellikleri de birlikte incelemek gerekmektedir. Bu nedenle zamana göre tuzluluk ve sigma-t (Şekil 55 ve Şekil 56) parametreleri de aynı şekilde çizilmiştir. Üst ve alt tabaka kalınlıkları ve ara tabakanın yapısı bize oşinografik koşullar hakkında bilgi vermektedir. Sigma-t'nin zamana bağlı değişimi incelendiğinde üst tabaka kalınlığının bu ölçüm süresince küçük salınımlarla giderek incelendiği görülebilmektedir. Tuzluluk açısından daha homojen olan üst tabakadaki sıcaklık değişimleri sigma-t kesitinde etkisini göstermiştir. 6 Şubat tarihindeki gözlenen en yüksek sıcaklıkların sigma-t değerindeki düşüşle ayırt etmek mümkündür. Bu sürede tuzluluktaki düşüş de dikkat çekmektedir.



Şekil 54. Zamana bağlı sıcaklık değişimi.



Şekil 55. Zamana bağlı tuzluluk değişimi.

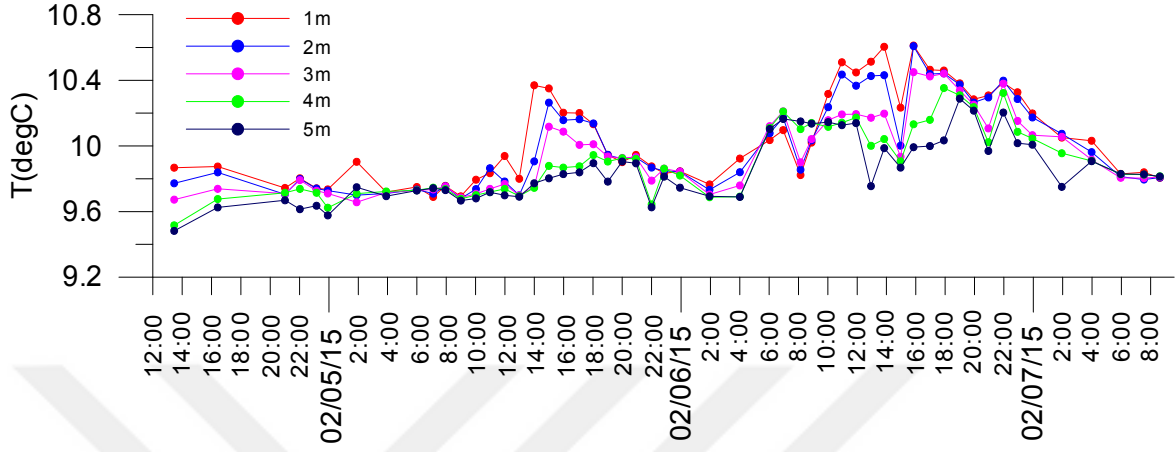


Şekil 56. Zamana bağlı sigma-t değişimi.

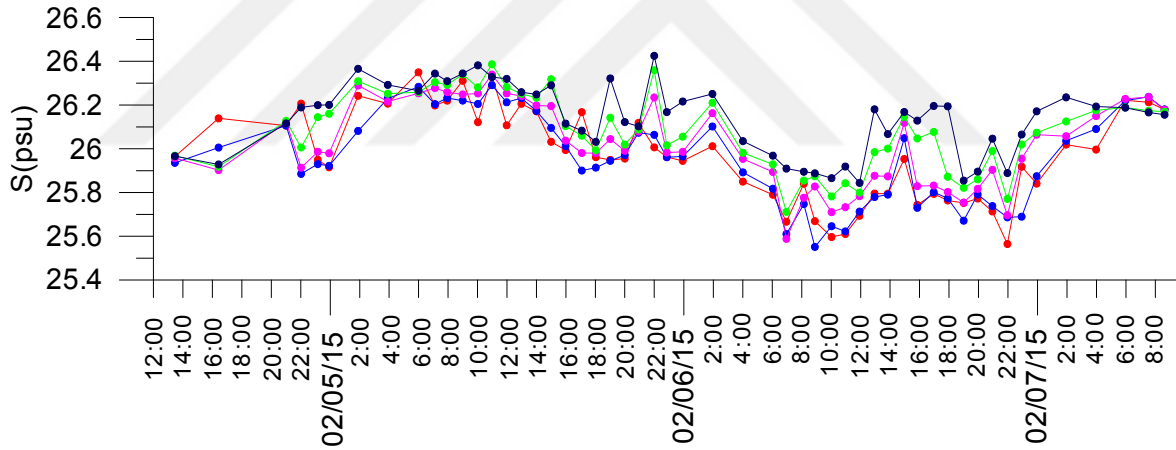
Yüzeyden itibaren ilk 5 metre derinliğe ait sıcaklık ve tuzluluk değerlerindeki değişimi detaylı inceleyebilmek için ayrı bir grafik sunulmuştur (Şekil 57 ve Şekil 58).

Yüzey deniz suyu sıcaklığı, hava sıcaklığı değişimine paralel bir yapı göstermiştir. 5 Şubat'ta hafifçe ısınmış olan yüzey suyu sıcaklığı gece soğumuş 6 Şubat günü öğlen saatlerinden itibaren yeniden 0,5 °C kadar artmıştır. Bununla beraber yüzey tuzluluk değişimleri 6 Şubat'ta tuzlulukta bir azalma olduğunu göstermektedir. Bu da bölgeye taşınım

farklı kökenli bir su girdisi olduğu ihtimalini ortaya çıkartmaktadır. Bu mekanizmalar ancak akıntı ölçümüyle birlikte değerlendirilebilir.



Şekil 57. Saatlik yüzey suyu sıcaklık değişimi.



Şekil 58. Saatlik yüzey suyu tuzluluk değişimi.

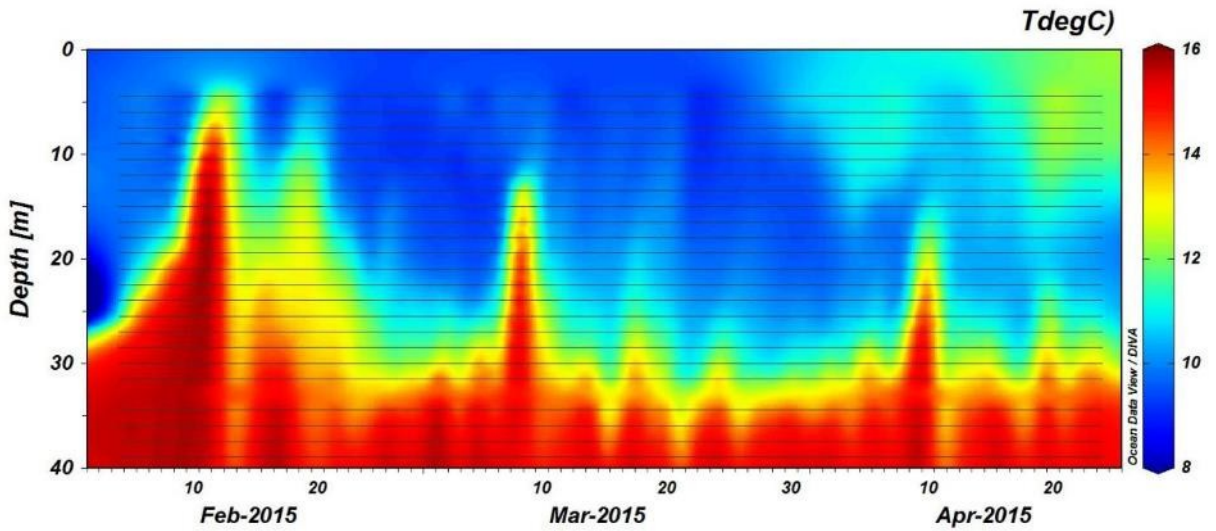
3.5. Tchain Verileri

Bu veri seti ilk sensörün 4,5 m’de olmasından dolayı sadece İzmit Körfezi’ndeki şamandıranın yerleştirildiği bölgede tabakalaşmanın durumu incelenebilecektir. Verilerin elde edilmesinden sonra ve özellikle ikinci veri seti üzerinde yapılmış olan çalışmalarda, sıcaklık profillerinin saatlik değişimi, su kolonunda kısa aralıklarla tabakalaşmada ciddi değişiklikler olduğunu göstermektedir (Şekil 59). Genel olarak 20 – 30 m civarında olan ara tabaka derinliği

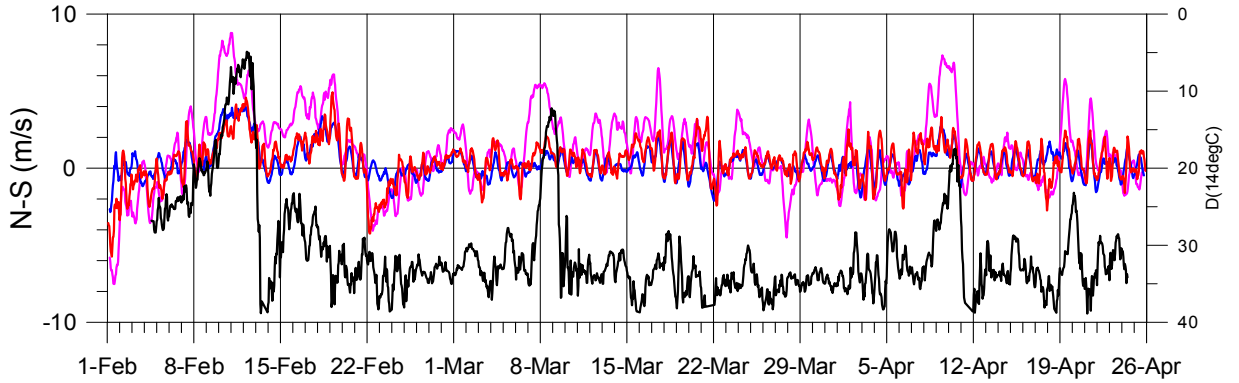
5 m ile 35 m derinliklere kadar değişebilmektedir. Üst tabaka sıcaklığı da Şubat ayı başlarında hafifçe ısınmaya başlamışken ay sonunda ve Mart ayı başlarında yeniden soğuyarak 8 °C’ler seviyesine düşmüş, Nisan ayı başında yeniden artmaya başlamıştır. Ancak Nisan ayının ortasında yeniden bir düşüş görülmektedir. Ayın son günlerinde ise atmosferik ısınma üst tabakada kendini göstermeye başlamıştır.

Su kolonunda saatlik sıcaklık zaman serisi ara tabaka derinliğinin saatler ve günler içerisinde değiştiğini göstermektedir. Müftüoğlu (2008) çalışmasında ayda bir kez yapılmış ölçümler mevsimsel değişimi gösterirken bu çalışmada ara tabakadaki günlük değişimi oldukça ayrıntılı olarak göstermektedir. Ölçüm dönemi boyunca belirgin olarak 3 kez ara tabakanın yukarı hızla yükseldiği ve saatler içerisinde de hızla aşağı doğru indiği görülmektedir. Atmosferik koşullarla birlikte değerlendirildiğinde (Şekil 48) ara tabakadaki bu yükseliş şiddetli kuzeyli rüzgarların estiği dönemde olmuştur.

Sıcaklık zaman serisine göre ara tabaka 14 °C’nin bulunduğu derinlik olarak tespit edilmiştir. Şekil 59’ ara tabaka derinliği ile rüzgarın kuzey-güney bileşeni üst üste çizildiğinde şiddetli rüzgar ile ara tabakanın en üst derinliğe çıkması arasında bir zaman farkı olduğu görülmektedir.



Şekil 59. Sıcaklık zaman serisi.



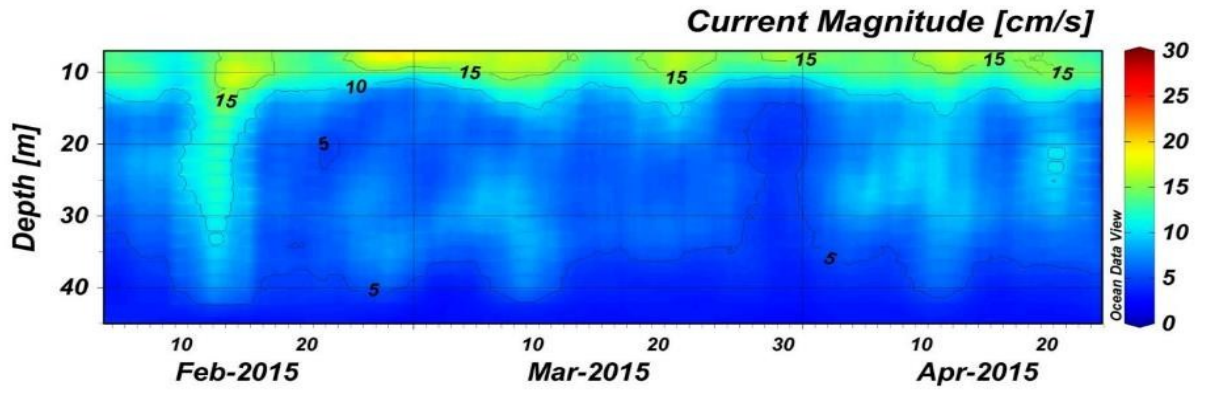
Şekil 60. Rüzgarın kuzey ve güney yönlü bileşeni (renkli çizgiler) ve 14 °C sıcaklık derinliğinin zaman serisi (siyah çizgi).

3.6. ADCP Verileri

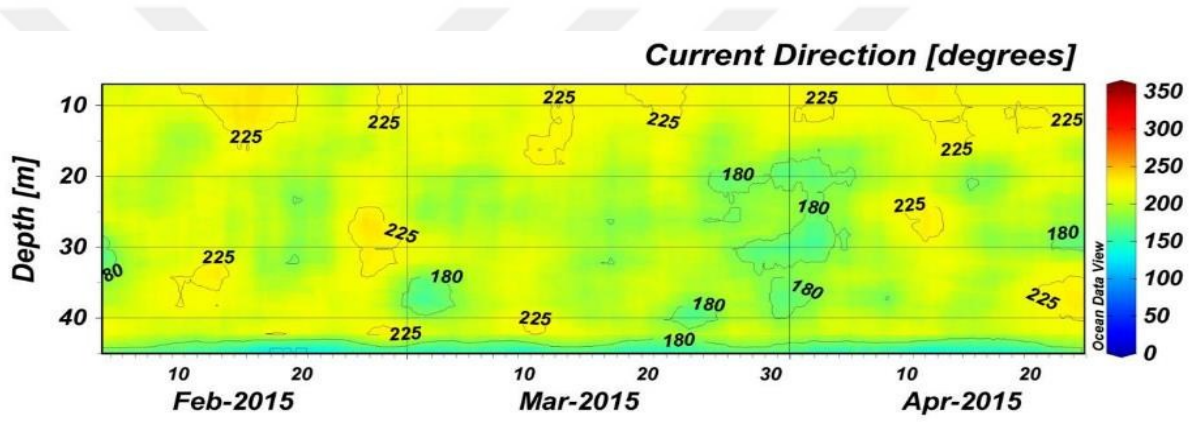
Şamandıra ölçüm sistemiyle su kolonunda yapılan ölçümlerin yetersiz kalmasından dolayı alternatif olarak yine bir şamandıra vasıtasıyla sıcaklık ve akıntı ölçümleri yapılmıştır. Su kolonunda 4 Şubat - 24 Nisan 2015 dönemini kapsayan ve 1,5 metre aralıklı olarak yerleştirilmiş algılayıcılar ile 10 dakika aralıklarla ölçülen sıcaklığın saatlik ortalamaları alınarak zamana karşı değişimi Şekil 59’de verilmiştir. ADCP ile saatlik aralıkta ölçülen akıntı şiddeti ve yönü de sırayla Şekil 61 ve Şekil 62’de verilmiştir. Bu şekillerden net bir şekilde görülebildiği gibi, yüzeyde sürekli 200 – 225 derece arasında değişen yönlerde bir akıntının var olduğu net bir şekilde görülmektedir. Yüzeydeki akıntının şiddeti ise derinliğe bağlı olarak azalmaktadır.

Ancak, 10 Şubat civarında gerçekleşen şiddetli rüzgar esnasında 14 °C ara tabaka yüksekliğinin de kuzeyli rüzgarın esme süresince yükseldiği bölüm 3.5’de anlatılmıştır. Akıntı ölçümlerinde de aynı tarihlerde şiddetli akıntının alt derinliklere kadar indiği gözlenmektedir. Benzer durum 8 Mart, 10-12 Nisan ve 20 Nisan tarihlerinde de gözlenmiştir. Bu grafiklerden yüzey suyu tabakasının rüzgar ile birlikte taşındığı çıkartımı yapılabilir.

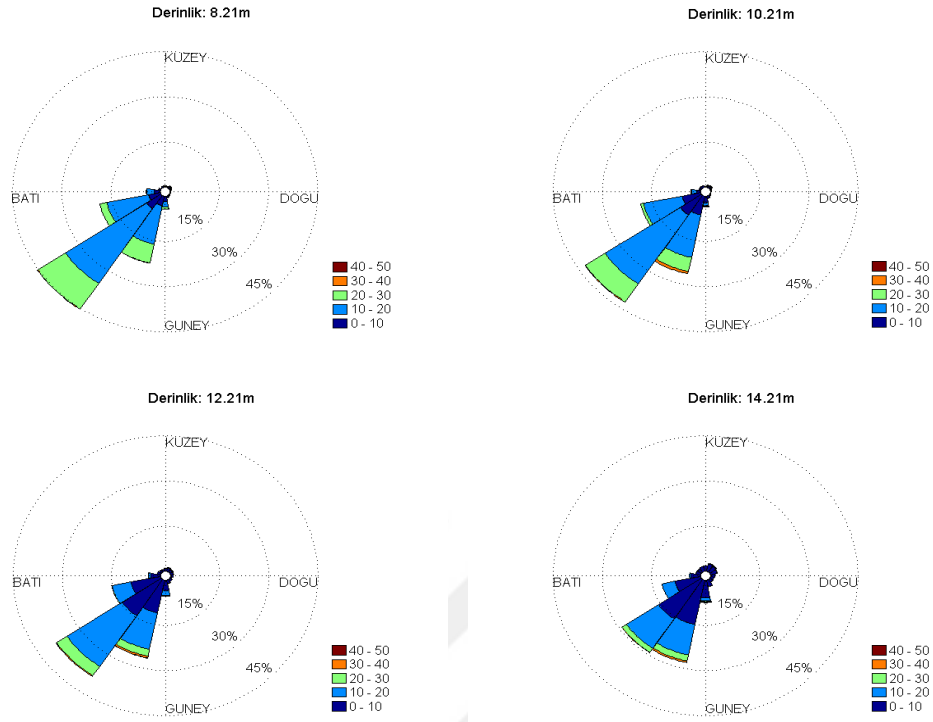
Ayrıca, elde edilen akıntı ölçümlerine ilişkin rüzgar gülü grafikleri de Şekil 63 - Şekil 67 arasında 8.2 m’den itibaren ikişer metre aralıklarla derinliklere bağlı olarak verilmiştir. Bu grafiklerden görülebileceği gibi yüzeye yakın noktalarda daha güneybatı yönlü şiddetli akıntı daha sık görülmektedir. Derin sulara indikçe akıntı yine güneybatı yönlü olsa da düşük şiddette karşımıza çıkmaktadır.



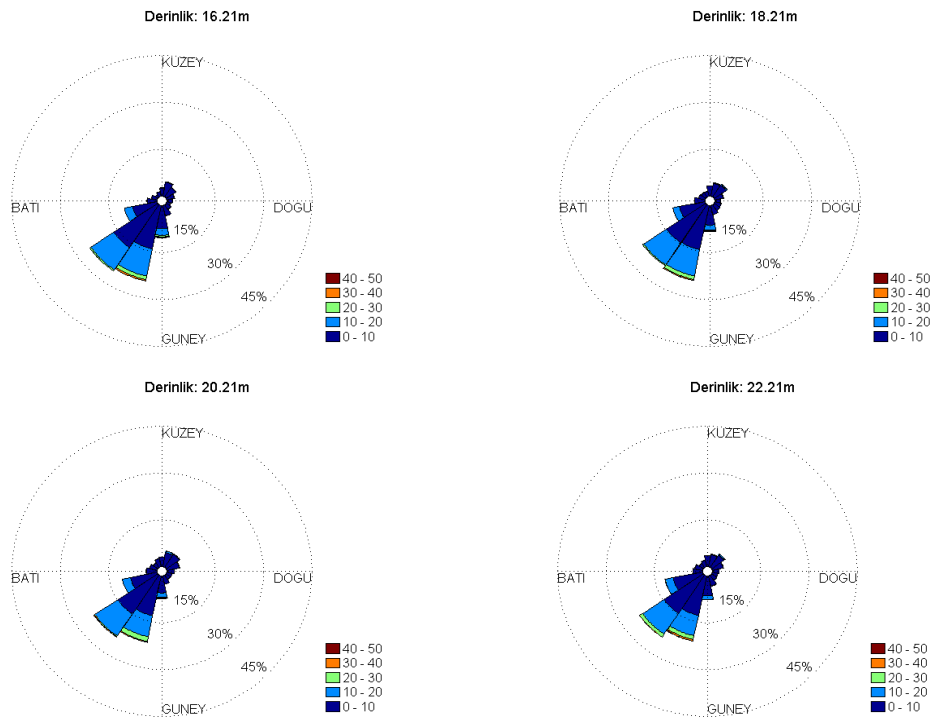
Şekil 61. Saatlik akıntı şiddeti değişimi (Şubat-Nisan 2015).



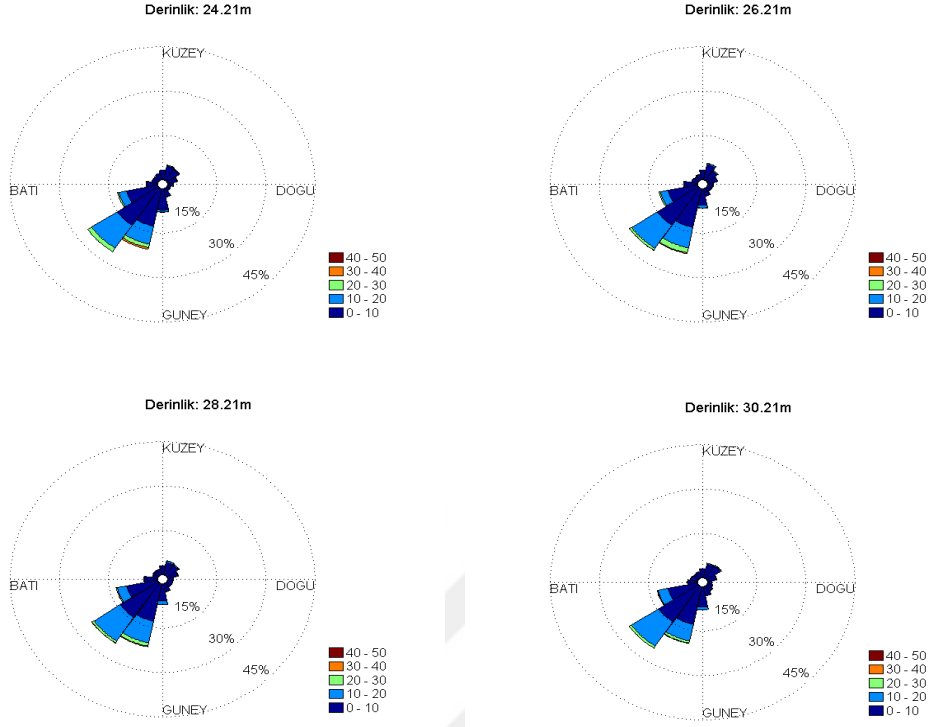
Şekil 62. Saatlik akıntı yönü değişimi (Şubat-Nisan 2015).



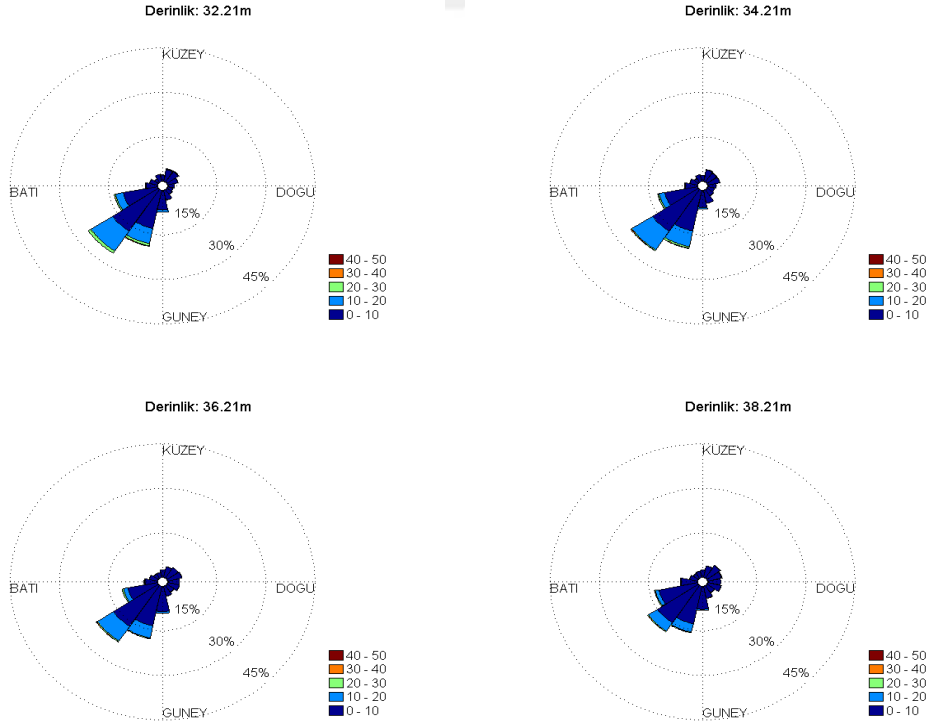
Şekil 63. Derinliğe göre akıntı gülü grafiği, (A) 8,2 m, (B) 10,2 m, (C) 12,2 m, (D) 14,2 m.



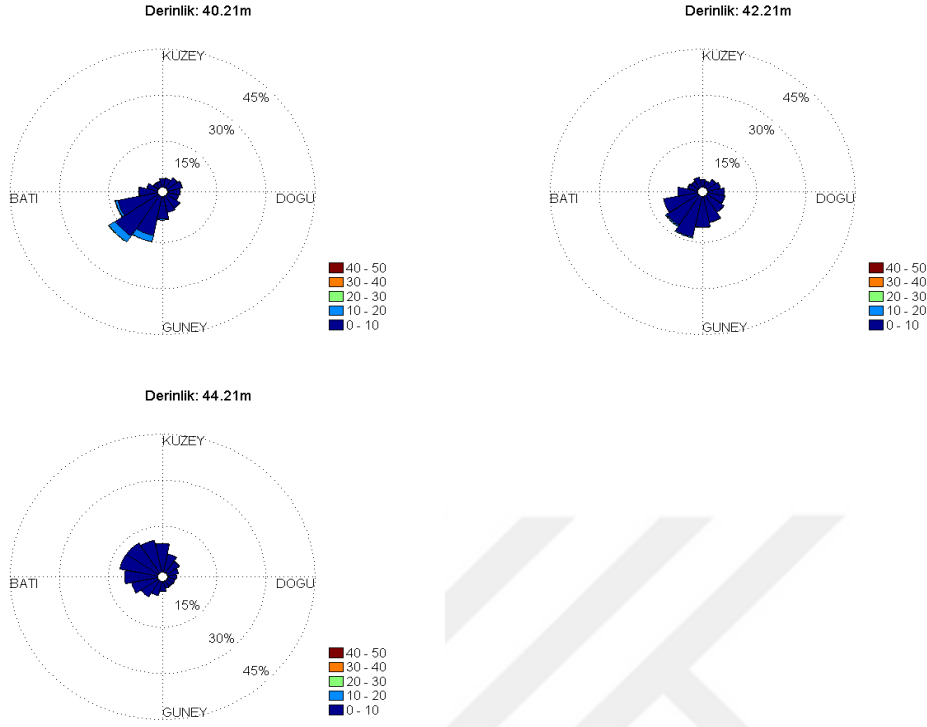
Şekil 64. Derinliğe göre akıntı gülü grafiği, (A) 16,2 m, (B) 18,2 m, (C) 20,2 m, (D) 22,2 m.



Şekil 65. Derinliğe göre akıntı gülü grafiği, (A) 24,2 m, (B) 26,2 m, (C) 28,2 m, (D) 30,2 m.



Şekil 66. Derinliğe göre akıntı gülü grafiği, (A) 32,2 m, (B) 34,2 m, (C) 36,2 m, (D) 38,2 m.



Şekil 67. Derinliğe göre akıntı gülü grafiği, (A) 40,2 m, (B) 42,2 m, (C) 44,2 m.

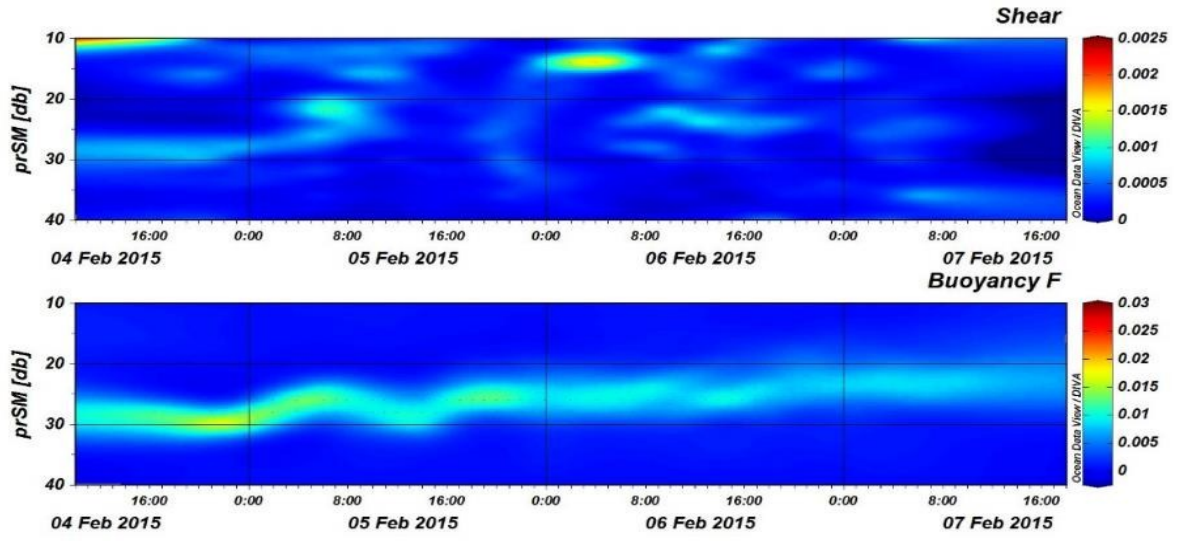
Akıntı şiddeti ve yönünün zamana bağlı değişimi (Şekil 61 ve Şekil 62) bu dönemde akıntı şiddetinin üst tabakada daha yüksek ve 15 cm/s civarında alt tabakada ise 10 cm/s değerinden düşük olduğunu göstermektedir. Akıntı yönü bu dönemde hem üst tabakada hem de alt tabakada güneybatı yönüdür. Ölçüm yapılan bölgede akıntı yönünün her iki tabakada aynı yönlü olması daha önce yapılmış olan çalışmalarda yer alan (Oğuz ve Sur, 1986; Altıok ve diğerleri, 1996; Algan ve diğerleri, 1999; Müftüoğlu, 2008) model sonuçlarıyla uyumludur.

3.7. Karışım ve Adveksiyon Parametreleri

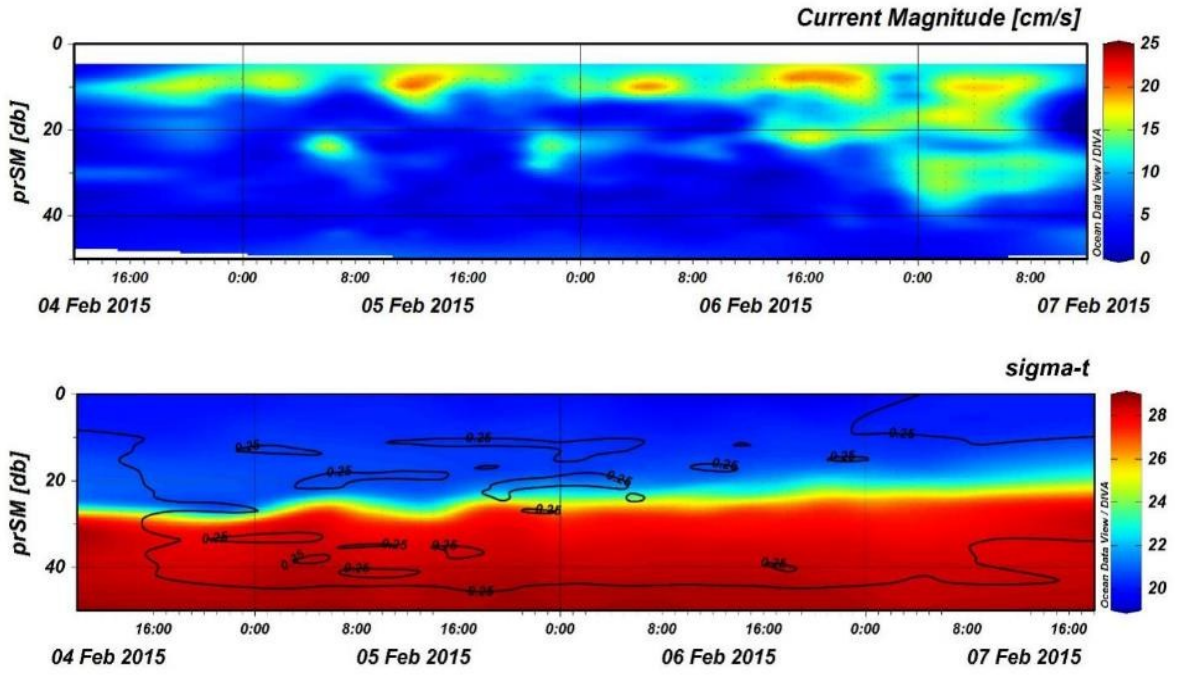
CTD ve ADCP ölçümlerinin eşzamanlı yapılması, ölçüm aralığında geçerli olan ve sıcaklık, tuzluluk ve akıntı hızı ölçümlerine bağlı olarak Richardson sayısının hesaplanmasına imkan tanır. Yatay karışım parametresi olan Richardson sayısı hem suyun kaldırma (buoyancy) hem de kesme frekansını (shear) içermektedir. Suyun kaldırma frekansı (veya Brunt Vaisala frekansı) g' 'nin yer çekimi, ρ' 'un yoğunluk ve z 'nin de derinlik olduğu hesaplanmış yoğunluk stratifikasyonudur ($N^2 = g/\rho \delta\rho/\delta z$). Kesme ise akıntı hızının derinliğe bağlı değişimi olarak

hesaplanır ($S^2=(\delta u/\delta z)^2+(\delta v/\delta z)^2$), bu formülde u ve v yatay hız bileşenleridir. Richardson sayısı ise kaldırmanın kesmeye olan oranı olarak ifade edilir ($R_i=N^2/S^2$). R_i 'nin 0,25'ten büyük olduğu durumlarda dikey yapı kararlıdır, R_i 'nin 0,25'ten küçük olduğu durumlarda ise dikey kesme kuvveti tabakalaşmanın üstesinden gelerek karışım tabakası oluşmaya başlar (Turner, 1973).

Hesaplanmış olan kesme ve kaldırma frekansları Şekil 68'de verilmiştir. Kaldırma frekansı $2 \cdot 10^{-5}$ ve $0,03 \text{ s}^{-1}$ arasında değişirken kesme frekansı da $0,03 \cdot 10^{-5}$ ve $0,005 \text{ s}^{-1}$ arasında değişim göstermektedir. Yüksek değerlerde kaldırma frekansının kesme frekansının 10 katı değerlerde olduğu gözlenmiştir. Diğer bir yandan kesme'nin en düşük olduğu noktadaki değeri kaldırma frekansının 100 katı değerdedir. Yani tabakalaşmanın çok güçlü olduğu durumlarda kaldırma frekansı çok yüksektir ve bu da karışımı çok zorlaştırmaktadır. Akıntı hızının derinliğe bağlı olarak çok değiştiği durumlarda kesme frekansı yüksektir. Bu durumlarda da yüksek yoğunluk farklılıkları olduğu için ($\delta\rho/\delta z$) yüksek Richardson numarası hesaplanır ve karışım tabakası oluşmaz. Diğer bir yandan, akıntı hızı gradyanı ($\delta u/\delta z$), su kolonunun homojen olduğu alt ve üst tabakalarda Richardson sayısının düşmesine neden olur. Düşük Richardson sayılarının hesaplandığı derinlik ve zamanlar ise yoğunluk dağılımı tablosu ile Şekil 69'de yer almaktadır. Şekilden görülebileceği gibi, karışım, tabakanın alt ve üst yüzeylerinde gerçekleşmiştir. Bu bölgeler akıntı hızının derinlikle birlikte değiştiği 15-20 m derinliklerde görülmektedir. Alt tabakalardaki karışım bölgeleri ise 30-40 m derinliklerde gözlenmektedir. Karışım süresi ise birkaç saat ile 7-8 saat arasında değişmektedir (Altıok ve diğerleri, 2020). Bu karışım işlemi sakin hava koşulları altında yoğunluk tabakalaşmasını zayıflatmaya yetecek nitelikte değildir. Diğer bir yandan, ölçüm aralığının üçüncü gününde gözlenen ara tabaka yüzeyinin yukarı doğru hareketinin sebebi, Yalova bölgesindeki deniz suyu yüksekliğinin artışına bağlı değerlendirilebilir. Yalova bölgesindeki hidrografik koşullar da İzmit Körfezi bünyesinin genelinde olduğu gibi Marmara Denizi'nden etkilenmektedir. Yapılmış olan analizler, İzmit Körfezi'nde dikey karışımın ancak zayıf tabakalaşmaya karşın yüksek kesme değeri gerçekleştiğinde olabileceğini göstermiştir.



Şekil 68. 4 – 7 Şubat 2015 tarihleri arasında (A) kesme, (B) kaldırma frekansı.



Şekil 69. 4 – 7 Şubat 2015 tarihleri arasında ölçülen ve hesaplanan (A) akıntı şiddeti (cm/s), (B) R_i sayısı (eşdeğerçizgileri, poligonların içi $R_i < 0,25$) ve sigma-t (renk skalası).

3.8. Atmosferik Koşulların Aratabakaya Etkisi

3.8.1. Sıcaklık profiline rüzgarın etkisi

Yapılan ölçüm boyunca 3 kez en az 3 gün süreyle esen kuvvetli kuzey rüzgarları kaydedilmiştir. Bu rüzgar kayıtlarından ilki 9 – 13 Şubat tarihleri arasında 5 gün gibi uzunca bir süre esmiştir. Bu süre zarfında sıcaklık profiline izlenmesi tabakalaşma üzerinde rüzgar etkisinin gözlenebilmesini sağlamıştır.

Şekil 70, kuvvetli kuzey rüzgarlarının estiği dönem öncesi, sonrası ve sırasında her gün saat 12:00’de alınan sıcaklık profillerinin süperempoze (üst üste) çizimini göstermektedir. Şubat ayı içerisinde ve şiddetli rüzgar öncesinde 18 – 21m derinlik civarında keskin bir tabaka gözlenmekteydi (1 numara) bir gün sonra kuzey rüzgarı başlamış ve buna bağlı olarak daha homojen ve daha soğuk bir üst tabaka 0 – 12m arasında gözlemlenmiştir. Bu arada, ara tabaka kalınlaşmakta (12-24 m) (2 numara) ve üst tabaka sıcaklığı rüzgarla birlikte gelen soğuk havaya bağlı olarak soğumaktaydı. Kuzey rüzgarın baskın olduğu ve fırtınanın birinci günü olarak isimlendirilen gün, termoklin (3 numara) yaklaşık 10 metre yukarı çıkarak 9-15m arasında gözlenmiştir. Bir sonraki günde ise, termoklin son derece keskin bir şekilde ve 5 -8 m derinlikte gözlenmiştir (4 numara). Fırtınanın üçüncü gününde, (5 numara), üst tabaka tamamen kaybolmuştur. Sıcaklık değişimindeki keskin eğim yüzeyden 10 m’de gözlenmektedir. Beş gün boyunca, alt tabaka sıcaklığı 15 °C’den yüksek iken, 6. günde alt tabaka sıcaklığı ve yüzey sıcaklığı sırasıyla 14 °C ve 12 °C’nin altına düşmüştür. Bu Şekil 59’de de görülebileceği gibi tüm su kolonunun karışmış olduğunu göstermektedir. Bu tarihler arasında akıntı hızı da sakin hava koşulları dönemlerine göre daha yüksektir.

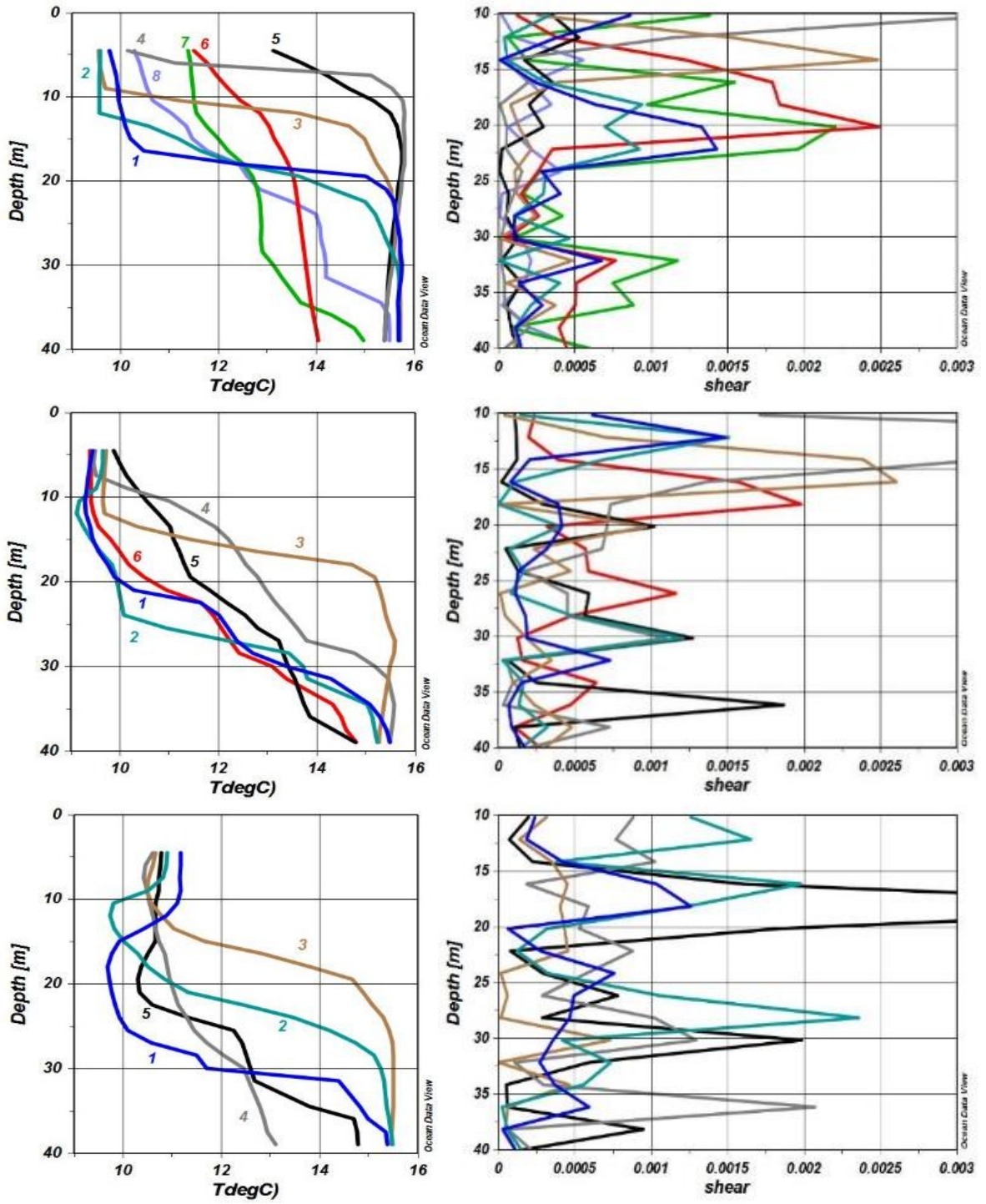
Hesaplanan kesme profilleri sıcaklık profilleri ile birlikte Şekil 70’de yer almaktadır. 1-4 arası numaralandırılmış olan kesme profilleri kesme’nin termoklinde maksimum değerde olduğunu göstermektedir. Ancak, bu dönemde pinoklinde yoğunluk ve akıntı hızı kullanılarak hesaplanan kaldırma frekansı çok yüksek olduğu için bu maksimum değerler bir karışıma yol açamamışlardır. Tuzluluk değerleri bilinmiyor olsa da sıcaklık profili iki kademeli tabakalaşmayı ifade etmektedir. Diğer bir yandan 6 numaralı profil ise su kolonu karışımının 20 metre derinlikte maksimum kesme değerine sahip olduğunu ifade etmektedir. Düşük tabakalaşma ve yüksek kesme olduğu noktada karışımın başladığı söylenebilir. Bu da tüm su kolonunun nasıl birdenbire karışabildiğini ve ayrılabilmesinin açıklanabilmesini sağlar. Rüzgar

baskısının azaldığı ve iki tabakalı sistemin tekrar eski haline dönmeye başladığı 7 ve 8 numaralı profillerden görülmektedir. 7 numaralı profildeki basamaklı yapı ve kesme frekansları taşınımıyla gelen suları göstermektedir.

Kuvvetli kuzey rüzgarları, İzmit Körfezi içerisinde üst tabakadaki suyu körfezin içinden dışarı doğru taşınmasına ve buna bağlı olarak alt tabakanın yükselmesine neden olmuştur. Böylece tabakalaşma neredeyse kaybolmuş ve akıntı hızı bu dönemde de alt derinliklere kadar artmıştır. Fırtına'nın sona ermesi ile birlikte iki tabakalı sistem rüzgar stresinin olmaması sebebiyle yeniden oluşmuştur. Bu süreçte alınan sıcaklık profillerindeki basamaklı yapı da karışım katmanlarının oluşumunu göstermektedir.

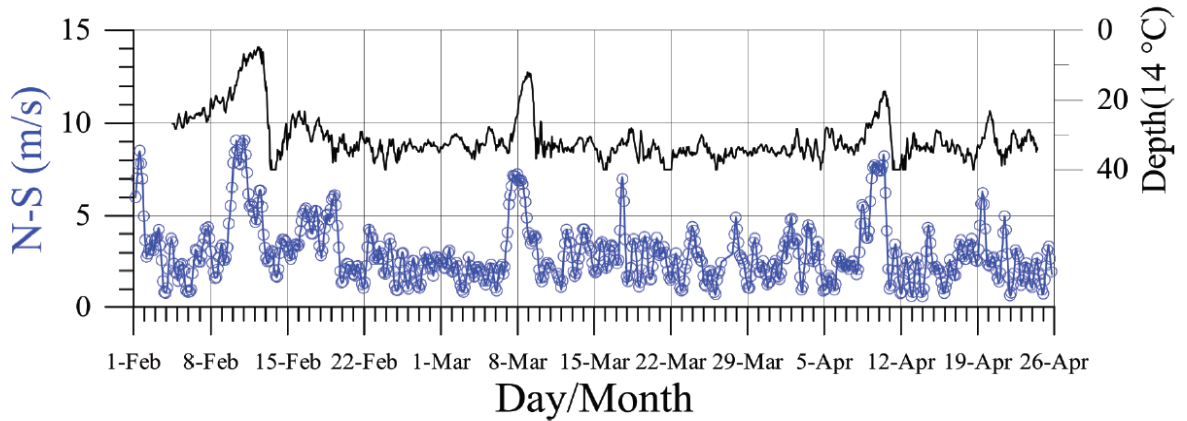
Daha sonra gözlenen kuvvetli rüzgarlar, daha kısa sürmüş olsalar da benzer özellikler sergilemişlerdir. Bu dönemlerin grafikleri de

Şekil 70 b ve c'de yer almaktadır. Eğer kuzey rüzgarları 3 günden fazla sürerse, üst tabaka kalınlığı azalır. Aynı zamanda ara tabaka derinliği yükselir ve kaldırma frekansı zayıf tabakalaşmış su kolonunda azalır. Kesme değeri, Richardson sayısını 0.25'ten küçük yapacak kadar kaldırma frekansından yüksek olduğunda karışım başlar. Kuvvetli rüzgar koşullarındaki sıcaklık profilleri açıkça göstermektedir ki ara tabaka 3 gün süren bir fırtınadan sonra kaybolur. Karışım, sakin günlerdeki değerlere kıyasla daha sıcak bir üst tabakaya ve daha soğuk alt tabakalara yol açar.



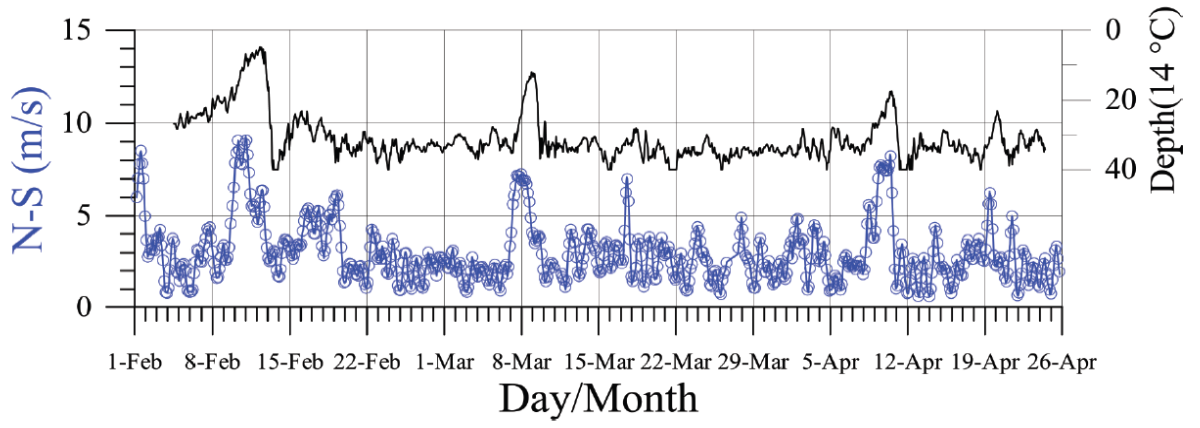
Şekil 70. Fırtınalı günlerde sıcaklık profilinin değişimi: (A) 1'den 8'e kadar numaralandırma 8 – 15 Şubat saat 12:00 ölçümleri, (B) 1'den 6'ya kadar numaralandırma 6 – 11 Mart saat 12:00 ölçümleri, (C) 1'den 5'e kadar numaralandırma 8 – 12 Nisan saat 12:00 ölçümleri.

Ölçüm süresi boyunca, grafiklerden görüldüğü gibi ara tabaka derinliği yüzey ile taban arasında değişmiştir. Bir önceki bölümde açıkladığımız gibi, ara tabaka derinliğinin ekstrem değerleri rüzgar etkilerinin sonucunda oluşmaktadır. CTD ölçümleri incelendiğinde ara tabaka değerini 14 °C olarak tanımlamak mümkündür.

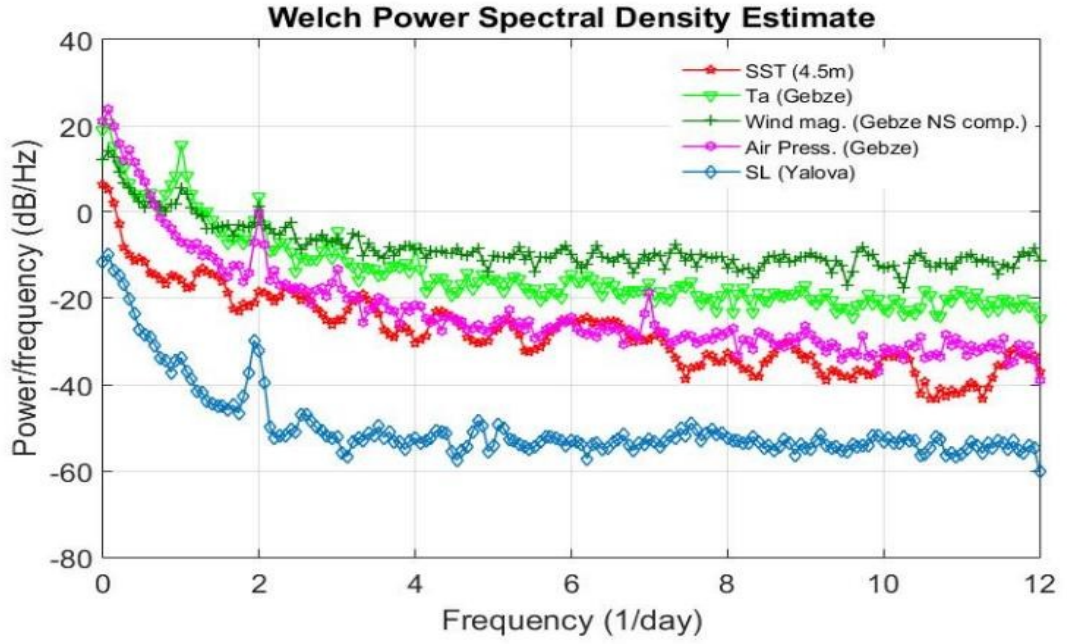


Şekil 71’da yer Gebze istasyonundan alınan rüzgar değerlerinin KG bileşenleri ve ara tabaka derinliği birlikte gösterilmektedir. Bu grafik, rüzgar etkilerinin ara tabaka derinliğine etkilerinin yanı sıra diğer atmosferik parametrelerin günlük değişime etkilerini de net bir şekilde ortaya koymaktadır. Fırtınalı havalarda ara tabaka derinliğinin yüzey ile taban arasındaki dramatik değişimi fırtınanın şiddetine göre etkisini de göstermektedir. Ara tabaka derinliğinin rüzgar hızıyla arasında bir zaman gecikmesiyle birlikte belirgin bir korelasyon vardır. Ara tabaka derinliği ve rüzgar hızının zaman serilerine göre rüzgarın esmeye başlamasından yaklaşık 82 saat (3 gün) sonra minimum tabaka derinliğine ulaşılmaktadır. Üç farklı ölçüm de yüzeye yaklaşan ara tabaka derinliğinden 1 gün sonra ara tabaka derinliğinin su kolonundaki karışımın sonucunda kaybolduğunu göstermektedir.

Tüm parametrelerin ve üst tabaka sıcaklığının karşılaştırılması için spektral analiz yapılmıştır. Şekil 72, meteorolojik parametreler ve deniz yüzey suyu sıcaklığının spektral analiz sonucunu göstermektedir. Rüzgar ve hava sıcaklığı günlük bir döngü göstermektedir. Atmosferik basınç, hava sıcaklığı, rüzgarın KG bileşeni ve Yalova’daki deniz seviyesi de yarı günlük bir döngü göstermektedir. Ancak yüzey sıcaklık değişiminin bir döngüyle değişimine dair bir bulgu yoktur.



Şekil 71. Rüzgar ve ara tabaka derinliği arasındaki zaman gecikmesi (Altıok ve diğerleri (2020)’den alınmıştır).



Şekil 72. Spektral analiz.

4. SONUÇLAR

Gerçekleştirilmiş bu doktora çalışmasında İzmit Körfezi'nin kuzeybatı girişine yerleştirilen şamandıralar üzerinden farklı tarih aralıklarında, farklı sıklıkta ve içeriklerde elde edilen atmosferik ve oşinografik veri setleri analiz edilerek iki tabakalı sistemlerin günlük değişim davranışları ortaya konmaya çalışılmıştır. Yapılmış olan yüksek frekanslı ölçüm sonuçları, iki tabakalı bir yapıya sahip olan İzmit körfezinin oldukça kompleks bir dinamik yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Atmosfere bağlı günlük değişimlerin sadece yüzey deniz suyu sıcaklıklarında değil tabakalaşmayı tamamen ortadan kaldıracak şekilde ve saatler mertebesinde gerçekleştiği gözlenmiştir. İzmit Körfezi etrafındaki yüksek nüfus ve sanayiden dolayı kirliliğe maruz kalmış ayrıca aşırı alg çoğalmaları gibi ekosistem bileşenlerinin yüksek değişkenlik gösterdiği bir ortam olduğu yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Ekosistem bileşenlerinin birbirleriyle ilişkileri ve aralarındaki etkileşimleri daha net anlamak açısından fiziksel koşulların belirlenmesi önemlidir. Bu çalışma fiziksel koşullardaki değişkenliğin zaman ölçeğini daha hassas bir şekilde belirlememize yardımcı olmuştur. Ara tabakanın 3 gün süren şiddetli rüzgarlar sonucu yukarı doğru çıktığı ve daha sonra su kolonunda tamamen karışım sularının olduğu rüzgar baskısı bittiğinde ise iki tabakalı yapıya geçiş esnasında ara tabakada basamaklı bir yapının oluştuğu gözlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların detaylarını vermeden önce yüksek frekanslı ölçümlerle ancak bu tarz değişikliği görebileceğimizi ve birincil üretime neden olan alt tabakadan ışıklı üst tabakaya yüksek besin tuzları girişine neden olan bu tür fiziksel olayları ortaya koyabileceğimizi söylemek mümkündür.

Yerleştirilmiş olan ilk şamandıra aracılığıyla elde edilmiş olan ölçüm sonuçları, yüzey suyu sıcaklıklarının mevsimlerde beklenen şekilde davrandığını ve normal hava koşullarında yüzey suyu sıcaklığının günlük güneşlenme miktarına bağlı olarak günlük salınım göstermiştir. Yüzey suyu tabakası sıcaklığı ise mevsimsel davranışlara uygun şekilde hareket etmiştir. Normal olmayan hava koşullarında ise (şiddetli rüzgar durumlarında) farklı oşinografik mekanizmaların baskın hale geldiği ve tabakalı su yapısının bu etkilerle değiştiği gözlenmiştir.

Rüzgar etkilerinin göz ardı edilebilir olduğu tarihlerde deniz yüzey suyu sıcaklığı ile hava sıcaklığı günlük salınımları mevsimlere göre değişim göstermiştir. Kasım ayında, yani hava sıcaklığının mevsimsel olarak düşme eğiliminde olduğu mevsimde yüzey suyu sıcaklığı

üst tabakada yer alan diğer derinliklerdeki sulardan daha serin olduğu halde Mart ayında bu tam ters gerçekleşmektedir. Kasım ayında hava sıcaklığı günlük 4 – 5 °C arasında değişirken, deniz yüzey suyu sıcaklığı yaklaşık 1 °C'lik bir salınım yapmaktadır. Şubat ayında bu hava sıcaklığında 8 °C'lik bir salınım yaparken, deniz yüzey suyu sıcaklığı yine 1 °C'lik salınım yapar. Mart ayında ise bu biraz değişim gösterirken hava sıcaklığı 10 °C'lik bir salınım yaparken deniz yüzey suyu sıcaklığı ise artık 1,5 °C'lik bir salınım göstermektedir.

SUKOT şamandırası sayesinde elde edilen veriler, rüzgarın ve hava sıcaklığının etkilerini inceleme imkanı verirken, 2015 yılı Şubat-Nisan ayları arasında yapılmış olan ölçümlerle elde edilmiş olan veriler iki tabakalı sistemde karışım süreçlerini ve tabakalaşma üzerindeki rüzgârın etkilerini inceleme ve o zamana ait atmosferik sıcaklık değişimiyle birlikte zaman serisi analizi yapma imkanı sunmuştur. Bu ölçüm aralığında baskın kuzeyli rüzgarların etkisiyle aylık ortalama hava sıcaklığı minimum 5,7 °C'den maksimum 11 °C'ye doğru yükselmiştir. Hava sıcaklığındaki değişim eğilimi günlük 0,07 °C artış gösterirken deniz suyu sıcaklığı ise günlük 0,02 °C artış göstererek ortalama $10,2 \pm 0,8$ °C olarak gerçekleşmiştir. Yine bu dönemde derin su sıcaklığı daha düşük bir varyasyonla $15,2 \pm 0,4$ °C olarak gerçekleşmiştir.

Bu dönem içerisinde iki tabakadaki akıntı yönleri aynı doğrultuda ve güney doğu yönünde gözlenmiştir, ancak üst tabakadaki akıntı hızı alt tabakaya göre daha yüksektir.

Gözlem yapılan bu dönemde 3 defa şiddetli ve sürekli kuzey doğulu rüzgar gözlenmiştir. (9 – 13 Şubat, 7 – 9 Mart ve 9 – 11 Nisan 2015). Kuzeyli rüzgarların estiği dönemlerde ortalama deniz seviyesi 20 – 30 cm alçalmıştır. Bu dönemlerde İzmit körfezindeki tabakalaşma esen şiddetli rüzgarlardan etkilenmiştir ve 20 – 30 m derinlik bölgesinde olan termoklin bu dönemlerde ani değişikliklerle 6m – 35m arasında gözlenmiştir.

3 günlük saatlik CTD ölçüm datası da bize 2 tabakalı su kolonundaki karışım karakteristikleri ile ilgili bilgi vermiştir. Hesaplanan Richardson sayısı ($R_i = N^2/S^2$) suyun kaldırma frekansı ile kesme arasındaki ilişkiyi göstermiştir. Rüzgar tabakalaşmanın bozulmasına ve böylece daha küçük bir N^2 değeri ile karşılaşılmasına neden olmuştur. Bu koşullarda kesme karışım tabakasını şekillendirmiş ve hatta sadece kesme etkisi karışıma neden olmuştur denebilmektedir. Şiddetli rüzgarların esmeye başlaması ile en yüksek ara tabaka derinliğine ulaşılması arasında yaklaşık 82 saatlik (3,4 gün) bir gecikmedir.

Spektral analizden de beklendiği gibi, atmosferik basınç ve hava sıcaklığı, rüzgarın kuzey güney bileşeni ve deniz seviyesi yarı günlük bir döngüye sahiptir. Ancak, üst tabaka

sıcaklığının bir periyodiklik gösterip gösterilmediği yüzey suyu sıcaklığına ilişkin bir veri olmadığı için araştırılamamıştır.

Yüksek frekanslı ölçümler hidrografik süreçlerin neden sonuç ilişkilerinin anlaşılması, açıklaması ve tespit edilmesi ile ilgili önemli bilgiler sağlamaktadır. İlk defa Marmara Denizi İzmit Körfezi'ne yerleştirilen bir şamandıralı sistem ile atmosfer deniz etkileşiminin incelenebileceği bir ölçüm sistemi kullanılmıştır. Ancak bu tür ölçüm sistemlerinin kurulması, idame ettirilmesi bakım ve onarımının yapılması uzman bir ekip ve maliyet gerektirmektedir. Bu tez çalışmasından çıkarılacak ek ama önemli bir sonuç olarak şamandıralı ölçüm sistemlerinin sadece kötü hava koşullarına karşı değil çevresel koşulların her boyutuyla düşünülmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR:

- Algan, O., Altıok, H., Yüce, H. (1999). Seasonal variation of suspended particulate matter in two-layered İzmit Bay, Turkey. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49, 235-250.
- Altıok, H., Can, L., Mutlu S. (2020). Daily variations in stratification in İzmit Bay. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 29, (5), 815-829.
- Altıok, H., Legovich, T., Kurter, A. (1996). A case study of circulation and mixing processes in two-layered water system: İzmit Bay. 8. International Biennial Conference on Physics of Estuaries and Coastal Seas, Netherlands Centre for Coastal Research, September 8-12.
- Balkıs, N. (2003). The effect of Marmara (İzmit) earthquake on the chemical oceanography of İzmit Bay, Turkey. *Marine Pollution Bulletin* 46, 865–878.
- Baştürk, O., Tuğrul, S., Sunay M., Balkas, T., Morkoç, E. (1985). Determination of oceanographic characteristics and assimilation capacity of İzmit Bay. NATO TU-WATER Project, May 1984–May 1985 period. Gebze, Turkey: TÜBİTAK-MAM Publication.
- Beşiktepe, S.T., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T., Ünlüata, U. (1994). The circulation and hydrography of the Marmara Sea. *Progress in Oceanography*, 34, (4), 285-333.
- Brainerd, K.E., Gregg M.C. (1995). Surface mixed and mixing layer depths. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, Volume 42, Issue 9, September 1995, Pages 1521-1543.
- Ergül, H.A., Aksan, S., İpsiroğlu, M. (2018). Assessment of the consecutive harmful dinoflagellate blooms during 2015 in the İzmit Bay (the Marmara Sea). *Acta Oceanologica Sinica*, 37: 91-101. doi: 10.1007/s13131-018-1191-7.
- Fairall, C.W., Bradley, E.F., Hare, J.E., Grachev, A.A., Edson, J.B. (2003). Bulk parameterization of air-sea fluxes: Updates and verification for the COARE algorithm. *J. Climate* 16, 571-591.
- Gill, A.E. (1982). *Atmosphere-Ocean Dynamics*, 662pp. Academic Press, ISBN: 9780122835223.
- Karakoç, F.T., Tolun, L., Henkelmann, B., Klimm, C., Okay, O., Schramm, K.W. (2002). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) distributions in the bay of Marmara Sea: İzmit Bay. *Environmental Pollution*, 119: 383-397.
- Kraus, E.D. (1972) *Atmosphere ocean interaction*, Press. 275pp, Clarendon, Oxford, England.
- Munk, W., (1981) *Internal waves and small-scale processes. Evolution of Physical Oceanography*, V. A. Warren and C. Wunsch, Eds., The MIT Press, 264–291.
- Müftüoğlu, A.E. (2008). Marmara Denizi haliç ve körfezlerinin hidrodinamik yapısı. Doktora Tezi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Morkoç, E., Legoviç, T., Okay, O., Tüfekçi, H., Tüfekçi, V., Tolun, L., Karakoç, F. (2007). Changes of oceanographic characteristics and the state of pollution in the İzmit Bay following the earthquake of 1999. *Environmental Geology*, 53: 103-112. doi: 10.1007/s00254-006-0622-5.
- Notarstefano, G., Mauri, E., Poulain, P.M. (2006). Near-surface thermal structure and surface diurnal warming in the Adriatic Sea using satellite and drifter data. *Remote Sensing of Environment*, 101, 194-211.

- Oğuz, T., Sur, H.I. (1986). A numerical modelling study of circulation in the Bay of İzmit: Final Report. TUBITAK-MRI, Chemistry Department Publication, Gebze-Kocaeli (Turkey) No. 187, 97 pp.
- Okay, O., Tolun, G.L., Telli-Karakoç F., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H. (2001). İzmit Bay ecosystem after Marmara earthquake and subsequent fire: the long-term data. *Marine Pollution Bulletin*, 42:361-369. doi: 10.1016/S0025-326X(00)00163-6.
- Price, J.F., Weller, R.A., Pinkel, R. (1986). Diurnal cycling: Observations and models of the upper ocean response to diurnal heating, cooling, and wind mixing. *Journal of Geophysical Research*, 91(C7), 8411-8427.
- Schmitt, R.W. (1994). Double diffusion in oceanography. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 26, 255–285.
- Stuart-Menteth, A., Robinson, I., Challenor, P. (2003). A global study of diurnal warming using satellite-derived sea surface temperature. *Journal of Geophysical Research*, 108(C5), 951-953.
- Sur, H. (1988). Numerical Modelling Studies of Two-layer Flows in the Dardanelles Strait and the Bay of İzmit. PhD, METU-IMS, Erdemli, İçel, Turkey.
- Thorpe, S.A., (1978). On the shape and breaking of finite amplitude internal gravity waves in a shear flow. *Journal of Fluid Mechanics*, 85, 7–31.
- Tolun, G.L., Ergenekon, S., Murat-Hocaoglu, S., Suha-Donertas, A., Cokacar, T., Husrevoglu, S., Polat-Beken, C., Baban, A. (2012). Socioeconomic response to water quality: a first experience in science and policy integration for the İzmit Bay coastal system. *Ecology and Society* 17(3): 40. doi: 10.5751/ES-04984-170340.
- Tuğrul, S., Sunay, M., Baştürk, Ö., Balkaş, T.I. (1986). The İzmit Bay Case Study. In: Kullenberg, G. (eds) *The Role of the Oceans as a Waste Disposal Option*. NATO ASI Series, vol 172. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-4628-6_13.
- Turner, J.S. (1973). *Buoyancy Effects in Fluids*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Tüfekçi, V., Balkıs, N., Polat-Beken, C., Ediger, D., Mantıkçı, M. (2010). Phytoplankton composition and environmental conditions of a mucilage event in the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Biology*, 34: 199-210.
- Webster, P.J., Clayson, C.A., Curry, J.A. (1996). Clouds, radiation, and the diurnal cycle of sea surface temperature in the tropical western Pacific. *Journal of Climate*, 9, 1712-1730.

ÖZGEÇMİŞ

- Lise** : (1987 - 1994) İzmir Özel Türk Lisesi Anadolu İngilizce Bölümü
- Lisans** : (1994 - 2000), Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Lisans Programı
- Yüksek Lisans** : (2004 - 2007), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Yüksek Lisans Programı
- Doktora** : (2011 - 2022), İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Doktora Programı
- Çalıştığı kurum (lar)** : (2018 - devam ediyor), Honeywell Teknoloji A.Ş.
(2018 - 2018), Atlas Copco Makineleri İmalat A.Ş.
(2012 - 2018), Festo Sanayi ve Tic. A.Ş.
(2002 - 2012), TUBİTAK BİLGEM
(2000 - 2002), İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü



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



ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI : LALEHAN CANDEMİR
ÖĞRENCİ NO : 3002130004
ÖĞRETİM YILI : 2021 - 2022
ANABİLİM DALI / BİLİM DALI : FİZİKSEL OŞİNOGRAFI VE DENİZ
BİYOLOJİSİ
PROGRAM TÜRÜ : YÜKSEK LİSANS ☐ DOKTORA ☒
TEZ DANIŞMANI ÜNVANI ADI SOYADI : DOÇ. DR. HÜSNE ALTIOK
II. TEZ DANIŞMANI ÜNVAN ADI SOYADI :
TEZ BAŞLIĞI : İZMİT KÖRFEZİ'NDE TABAKALAŞMANIN GÜNLÜK
DEĞİŞİMİ

DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın Kapak sayfası, Türkçe ve İngilizce özet, giriş ve amaç, genel bilgiler, materyal-
metot, bulgular, tartışma, sonuç ve kaynaklar bölümlerinden oluşan toplam. 83 sayfalık kısmına ilişkin, 26/07/2022 tarihinde
Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünün kullandığı TURNİTİN programı ile, *Lisansüstü Tezlere ait Benzerlik
Raporlarının Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esaslarının* 5inci madde ikinci fıkrasında belirtilen filtrelemeler
uygulanarak alınmış nihai rapora göre benzerlik oranı % 18'dir.

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

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

Gereğini arz ederim.

Lalehan CANDEMİR

Tarih: 29/08/2022

EK: TURNİTİN Benzerlik Nihai Raporu ilk sayfa çıktısı

DANISMAN ONAYI

UYGUNDUR / ~~UYGUN DEĞİLDİR~~

Doç. Dr. Hüsne ALTIOK

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

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

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

İZMİT KÖRFEZİ'NDE TABAKALAŞMANIN GÜNLÜK DEĞİŞİMİ

Yazar Lalehan Candemir

Gönderim Tarihi: 26-Tem-2022 03:02PM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 1875417904

Dosya adı: ZM_T_K_RFEZ_NDE_TABAKALA_MANIN_G_NL_K_DE_M.docx (24.9M)

Kelime sayısı: 10475

Karakter sayısı: 64881

İZMİT KÖRFEZİ'NDE TABAKALAŞMANIN GÜNLÜK DEĞİŞİMİ

ORJİNALLİK RAPORU

% 1	% 17	% 7	% 11
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

www.duxdiaries.com %
İnternet Kaynağı

 M. Ergin, M.N. Bodur, V. Ediger.
"Distribution of surficial shelf sediments in
the northeastern and southwestern parts of
the Sea of Marmara: Strait and canyon
regimes of the Dardanelles and Bosphorus",
Marine Geology, 1991
Yayın

www.scribd.com %
İnternet Kaynağı

[Submitted to University of Stirling](#) %
Öğrenci Ödevi

www.uq.edu.au %
İnternet Kaynağı

www.stanley-sales.com %
İnternet Kaynağı

castlehillsfirstbaptistchurch.org %
İnternet Kaynağı

8	- docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	%1
9	- nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	%1
10	- acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
11	- www.eems.cc İnternet Kaynağı	<%1
12	- journals.tubitak.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
13	- Submitted to S.P. Jain Institute of Management and Research, Mumbai Öğrenci Ödevi	<%1
14	- ÖZBEK, Arif, YILMAZ, Tuncay, YILMAZ, Alper and BÜYÜKALACA, Orhan. "Adana ilinde yer kaynaklı ısı pompaları için toprak sıcaklıklarının belirlenmesi", Çukurova Üniversitesi, 2008. Yayın	<%1
15	- mafiadoc.com İnternet Kaynağı	<%1
16	- app.trdizin.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
17	- A. C. Stuart-Menteth. "Sensitivity of the diurnal warm layer to meteorological	<%1

- fluctuations part 1: observations", Journal
of Atmospheric and Ocean Science,
9/1/2005

Yayın

18

- Ayşegül Mülayim, Nuray Balkıs,
Hüsamettin Balkıs, Abdullah Aksu.
"Distributions of total metals in the surface
sediments of the Bandırma and Erdek
Gulfs, Marmara Sea, Turkey", Toxicological
& Environmental Chemistry, 2012

Yayın

<%1

19

- dspace.kocaeli.edu.tr:8080

İnternet Kaynağı

<%1

20

- www.scielo.br

İnternet Kaynağı

<%1

21

- www.cheric.org

İnternet Kaynağı

<%1

22

- www.selcukmedj.org

İnternet Kaynağı

<%1

Alıntıları çıkart

üzerinde

Eşleşmeleri çıkar

< 5 words

Bibliyografyayı Çıkart

üzerinde