AKKUYU NÜKLEER GÜÇ SANTRALİ

Akkuyu Sahası Yer Raporu

Üniteler 1, 2, 3, 4

AKU.C.010.&.&&&&&.&&&&.002.HC.0004

Cilt 1

Revizyon 1

Moskova,

Mayıs 2013

AKKUYU NPP POWER GENERATION JOINT STOCK COMPANY

General Director AKKUYU NPP JSC

ELEKTRİK ÜRETİM ANONİM ŞİRKETİ
Farabi Sokak No: 27 Çankaya-ANKARA
Tel: (0312) 442 60 00 Fax: (0312) 442 60 16
Hitit Vergi Dairesi: 031 054 6698

_____ A.I. Superfin

«17» 05 2013

NUCLEAR POWER PLANT AKKUYU

Basic report for «Akkuyu» NPPsite

Units 1, 2, 3, 4

AKU.C.010.&.&&&&&.&&&&.002.HC.0004

Revision1

Volume 1

Director of Planning and Design Branch JSC
"Concern Rosenergoatom"

_____ S.V. Egorov

«___» _____ 2013

Technical Director of
AKKUYU NPP JSC

_____ A.M. Afrov

«15» 05 2013

Moscow,

May 2013

AKKUYU NPP POWER GENERATION JOINT STOCK COMPANY

NUCLEAR POWER PLANT AKKUYU

Basic report for «Akkuyu» NPP site

Units 1, 2, 3, 4

AKU.C.010.&.&&&&&.&&&&.002.HC.0004

Revision 1

Volume 1

Head of Technical Regulation Division

_____I.M. Kogay

«_15_» ___05_____2013

Head of Operation Division

_____V.V. Vdovin

«_15_» ___05_____2013

Chief Specialist for design solutions

_____A.V. Abramov

«_15_» ___05_____2013

Moscow,

May 2013

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ 1-1

2. COĞRAFYA VE NÜFUS 2.1-1

3. CİVARDAKİ SANAYİ TESİSLERİ VE FAALİYETLERİ 3-1

4. METEOROLOJİ 4.1-1

5. HİDROLOJİ 5.1-1

6. JEOLOJİ, JEOFİZİK VE SİSMOLOJİ 6.1-1

7. EKOLOJİK ETKİLER 7-1

8. İNSAN KAYNAKLI DIŞ ETKİLER 8-1

9. TESİSİN RADYOLOJİK ETKİSİ 9-1

10. ACİL DURUM PLANLAMA 10.1-1

11. ELEKTRİK SİSTEMLERİ 11.1-1

12. PROGRAMLAR 12.1-1

13. EK BİLGİLER **13.1-1**

EKLER

Ek A – 1:500 000 Ölçekli Harita..... A-1

Ek B – 1:250 000 Ölçekli Harita..... B-1

Ek C – 1:10 000 Ölçekli Harita..... C-1

Ek D - Yerleşim Yerlerinden NGS Arazisine Mesafeler D-1

Ek E – 1:25 000 Ölçekli Jeoloji Haritası E-1

Ek F – 1:5000 Ölçekli Jeoloji Haritası..... F-1

Ek G - 1:25 000 Ölçekli Hidrojeolojik Haritaya Jeolojik Profiller G-1

Ek H - Güney Bölgesinin Batı Kısmının Stratigrafik Kesimi H-1

Ek J– 1:500 000 Ölçekli Hidrojeolojik Harita J-1

Ek K – 1:2000 Ölçekli Jeoloji Haritası ve Profiller K-1

Ek L - Mikrodepremlerin Araçsal Çalışma Sonuçları L-1

Ek M - Geçmişte Yaşanan Deprem Katalogları M-1

Ek N - ESO Bölgelerinin Koordinatları ve Diğer PSHA/DSHA Parametreleri N-1

1. CİLT İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ 1-1

1.1 SANTRALİN AMACI 1.1-1

1.2 YAKLAŞIK GÜÇ 1.2-1

1.3 BAŞVURU SAHİBİ'NİN VE BAŞVURU SAHİBİ ADINA SAHA ETÜT ÇALIŞMALARINI GERÇEKLEŞTİREN KURUMLARIN TEKNİK KABİLİYETİ, KNOW-HOW VE DENEYİMİNE İLİŞKİN BİLGİ 1.3-1

1.4 REAKTÖR TİPLERİ ARASINDA SEÇİM HAKKINDA BİLGİLER 1.4-1

1.5 AKKUYU NGS İÇİN YERLEŞİM PLANI ALTERNATİFLERİ 1.5-1

2. COĞRAFYA VE NÜFUS 1.5-1

2.1 COĞRAFYA 2.1-1

2.2 NÜFUS 2.2-1

2.3 SONUÇ 2.3-1

3. CİVARDAKİ SANAYİ TESİSLER VE FAALİYETLERİ 3-1

3.1 LOKASYONLAR VE GÜZERGAHLAR 3.1-1

3.2 TESİSLER 3.2-1

3.3 BORU HATLARI 3.3-1

3.4 FAALİYETLER 3.4-1

3.5 DENİZ YOLLARI 3.5-1

3.6 HAVA KORİDORLARI 3.6-1

3.7 SINAİ BÜYÜME PROJEKSİYONU 3.7-1

3.8 SONUÇ 3.8-1

4. METEOROLOJİ 3.8-1

4.1 BÖLGE İKLİM ŞARTLARI 4.1-1

4.2 YEREL METEOROLOJİ 4.2-1

4.3 SAHA METEOROLOJİSİ 4.3-1

4.4 KISA VE UZUN VADELİ ATMOSFERİK DİSPERSİYON ANALİZİ 4.4-1

4.5 METEOROLOJİK OLAYLAR 4.5-1

4.6 METEOROLOJİ DEĞERLERİNİN AŞIRI DEĞERLERİ 4.6-1

5. HİDROLOJİ 4.6-1

5.1 BÖLGENİN GENEL HİDROLOJİK YAPISI 5.1-1

5.2 RADYOAKTİF MATERYALLERİN YAYILIMI 5.2-1

DEĞERLENDİRİLEN DENİZ ALANINDA E_X, E_Y YAYILIM KATSAYILARININ DEĞERLERİ (M^2/S) 5.2-11

5.3 SU KAYNAKLARININ YETERLİLİĞİ 5.3-1

5.4 SEL BASKINI 5.4-1

5.5 SONUÇ 5.5-1

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1/1 – AES-2006 ünitesinin temel teknik özellikleri..... 1.4-2
Tablo 2/1 – Reaktör Merkezleri Koordinat Kataloğu..... 2.1-9
Tablo 2/2 –İlçeler, Köyler, Bucaklar ve Belediyeler..... 2.2-1
Tablo 2/3 – Erkek ve Kadın Ortalama Yaş, Nüfus Yoğunluğu..... 2.2-2
Tablo 2/4 - Acil Durum Planlama Bölgesindeki Nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]..... 2.2-3
Tablo 2/5 - Acil Durum Planlama Bölgesindeki Nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]..... 2.2-3
Tablo 2/6 - 7-9 km yarıçaplı kesit içindeki nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]..... 2.2-4
..... 2.2-4
Tablo 2/7 - 11-13 km yarıçaplı kesit içindeki nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]..... 2.2-4
Tablo 2/8 - 15-17 km yarıçaplı kesit içindeki nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]..... 2.2-4
Tablo 2/9 - 17-20 km yarıçaplı kesit içindeki nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]..... 2.2-5
Tablo 2/10 - 30 km'lik Alan İçindeki Nüfusun Yaş Grubuna Göre Dağılımı (TÜİK, 2010)..... 2.2-5
Tablo 2/11 – Coğrafi Yönlere Göre Nüfus Yoğunluğu..... 2.2-6
Tablo 2/1 2- İlçe Merkezlerindeki Nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]..... 2.2-9
Tablo 2/13 - Kent ve Kırsal Nüfus, kişi (TÜİK, 2010) [2/4]..... 2.2-9
Tablo 2/14 - İlçelerdeki Nüfus, kişi (TÜİK, 2010) [2/4]..... 2.2-9
Tablo 2/15 – Yaş Grupları – Aydıncık, 2010..... 2.2-10
Tablo 2/16 – Yaş Grupları – Gülnar, 2010..... 2.2-10
Tablo 2/17 – Yaş Grupları – Silifke, 2010..... 2.2-11
Tablo 2/18 – Yıllık Nüfus Artışı..... 2.2-11
Tablo 2/19 - 100 km'lik Alan İçindeki İlçelerin Nüfusu (TÜİK, 2010) [2/4]..... 2.2-12
Tablo 2/20 - 100 km alan içinde Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Nüfusu[2/3]..... 2.2-12
Tablo 2/21 – 2010-2011 Yıllarında Mersinde Göç Parametreleri, kişi [2/4]..... 2.2-14
Tablo 2/22 – NGS Sahası Bölgesindeki Engelli Nüfus..... 2.2-15
Tablo 2/23 – Cezaevlerindeki Hükümlü Sayısı..... 2.2-16
Tablo 3/1 – Hat Kesimlerine Göre Tren Kilometre..... 3.2-5
Tablo 3/2 – Mersin Limanında Yükleme ve Boşaltma miktarları (Ton)..... 3.2-6
Tablo 4/2.1 - Referans Mİ Özellikleri..... 4.2-1
Tablo 4/2.2 – Anamur (1970-2010) ve Silifke (1985-2010) İstasyonlarında Ortalama Günlük ve Aylık Güneş Işığı Süresi, Ortalama Solar Yoğunluğu ve Maksimum Günlük Solar Yoğunluk... 4.2-1
Tablo 4/2.3 – Anamur ve Silifke Mİ'da Aylık Ortalama Rüzgar Hızları..... 4.2-2
Tablo 4/2.4 - Silifke ve Anamur'da 1975-2009 için Yıllık Maksimum Rüzgar Hızları (m/s) ve Karşılık Gelen Rüzgar Yönleri (Derece)..... 4.2-6

Tablo 4/2.6 - 1975-2009 Yılları arasında Saat 7:00, 14:00 ve 21:00'de Bağıl Hava Nemi, Ortalama ve Minimum Hava Nemi 4.2-9
Tablo 4/2.7 – 1975-2010 Dönemi için Anamur ve Silifke İstasyonlarında %30'dan düşük ve %80'den yüksek Aylık Ortalama Bağıl Nem Değerleri 4.2-9
Tablo 4/2.10 – Aylara ve Yıllara göre Yağışlı Günlerin Sayısı, 1975-2009 Dönemi 4.2-12
Tablo 4/2.11 - Kar Örtüsü Özellikleri, 1975-2009 ..... 4.2-12
Tablo 4/2.12 – Anamur ve Silifke İstasyonlarında Aylık ve Yıllık Ortalama Bulutluluk (1975-2010) 4.2-13
Tablo 4/2.13 - Açık, Bulutlu ve Kapalı Günlerin Ortalama Sayısı, 1975-2009 ..... 4.2-13
Tablo 4/2.14 – Aylık Ortalama Hava Sıcaklığı 1975-2009 ..... 4.2-13
Tablo 4/2.15 – Hava Sıcaklığının Aşırı Değerleri ve Gözlem Tarihleri, 1975-2009 ..... 4.2-14
Tablo 4/2.16 – Günlük Sıcaklığın Maksimum Genliği 1975-2009 ..... 4.2-14
Tablo 4/2.17 – 1981-2010 Gözlem Döneminde Toprak Sıcaklığının Özellikleri 4.2-15
Tablo 4/2.18 – Derinlikte Ortalama ve Minimum Toprak Sıcaklıkları , m 4.2-15
Tablo 4/2.19 – Anamur ve Silifke İstasyonlarında 1970-2000 arası Aylık ve Yıllık Ortalama, Maksimum ve Minimum Ortalama Atmosfer Basıncı (hPa) 4.2-16
Tablo 4/3.1 - 60 m Direkte Ölçülen Meteoroloji Parametreleri, Ekipman Adı ve Ölçüm Yükseklikleri 4.3-1
Tablo 4/3.2 - Meteroloji Ekipmanı, Türü ve Modeli ve ANGS Sahasında Kurulu Spesifikasyonlar 4.3-2
Tablo 4.3.3 –SODAR-XFAS Sisteminin Spesifikasyonları 4.3-5
Tablo 4/3.4 – NGS Sahasındaki Verilerden Elde Edilen Ortalama Hava Sıcaklığı ve Sapması, 2009-2010 Yılları 4.3-10
Tablo 4/3.5 – NGS Sahasındaki Verilerden Elde Edilen Ortalama Hava Bağıl Nem ve Sapması, 2009-2010 Yılları 4.3-11
2010 yılında Anamur ve Silifke Mİ'de ortalama 4.3-13
Tablo 4/3.6 - İstasyonlarda Ortalama Günlük Rüzgar Hızı ve Sahadaki Verilerden Farkı, 2010 Yılı 4.3-13
Tablo 4/3.7 - Silifke Mİ, Saha'da Ortalama Rüzgar Hızı, 2009-2010 Yılları 4.3-13
Tablo 4/3.8 – ANGS Sahasında Ölçülen Aylık Toplam Solar Radyasyonu Parametreleri 4.3-14
Tablo 4/3.9 – Mevsim ve Yıla göre Rüzgar Yönlerinin Sıklığı. NGS Sahası, Yükseklikler 10, 25 ve 60 m, Kasım 2009 - Ekim 2010 ..... 4.3-15
Tablo 4/3.10 - Mevsimler ve Yıllara göre Ortalama Rüzgar Hızı, Ölçüm Periyoduna Bakılmaksızın NGS Sahası, Yükseklikler 10, 25 ve 60 m, Kasım 2009 - Ekim 2010 ..... 4.3-15
Tablo4/3.15 – 5 Ağustos-11 Ekim 2011 arası döneminde Akkuyu NGS Sahasında Yüksekliklerde

Aylık Ortalama Rüzgar Hızı..... 4.3-23
Tablo 4/3.16 – Farklı Yüksekliklerde 8 kertede Rüzgar Yönünün Tekrarı, Ağustos-Ekim 2011... 4.3-24
Tablo 4/4.2 - Akkuyu NGS İnşaatına Ayrılan Bölgenin Sınırlarında χ / Q Özellikleri, Ortalama Süre 1 saat 4.4-8
Tablo 4/4/3 - 100 m Yükseklikte Havalandırma Bacasından Farklı Mesafelerde $\chi / Q * 10^7$ Ortalama Yıllık atmosferik dispersiyon çarpanları, Z0=0.5 m 4.4-9
Tablo 4/5.1– Anamur ve Silifke Mİ'da Sis, Dolu ve Donlu Günlerin Ortalama Sayısı 4.5-1
Tablo 4/5.3 – Akkuyu NGS'in 150 km içindeki Kasırga Olayları (1981-2006)[4/13]..... 4.5-4
Tablo 4/5.4 – Genişletilmiş Fujita Kasırga Yoğunluk Sınıflandırması ([4/13] ve [4/14]) 4.5-6
Tablo 4/6.1 – Silifke ve Anamur Mİ Verilerine göre Rüzgar Hızının Tasarım Maksimumları, 1975-2009..... 4.6-2
Tablo 4/6.2 – Belirli Olasılığın Tasarım Yıllık Yağış Miktarı, 1975-2009 Dönemi..... 4.6-3
Tablo 4/6.3 - Mevsim Ortası Aylar için Tasarım Toplam Yağış Miktarı..... 4.6-4
Tablo 4/6.4 – Referans Mİ'de Belirli Olasılığın Aşırı Tasarım Günlük Yağış Miktarı..... 4.6-5
Tablo 4/6.5 – Anamur ve Silifke İstasyonlarında Hava Sıcaklığının Ölçülen Aşırı Değerleri 1975-2009..... 4.6-6
Tablo 4/6.11 – Farklı Olasılığa Sahip En Sıcak On Yılların Sıcaklıkların Tasarım Değerleri, 1975-2009..... 4.6-12
Tablo 5/1.6 - Sahada Tasarım Olasılıklarının Su Akışı Tahliyesi..... 5.1-11
Tablo 5/1.7 - Sipahili Irmağının Hesaplanan Aylık Akışları, m^3/s [5/24]..... 5.1-14
Tablo 5/1.8 - Kurucak Irmağının Hesaplanan Aylık Akışları [5/24]..... 5.1-15
Tablo 5/1.9 - Sipahili Irmağından Alınan Su Numunelerinin Kimyasal Analiz Sonuçları 5.1-18
Tablo 5/2.1 – Kd Katsayısının Tavsiye Edilen Değer Dağılım Katsayısı [5/1]..... 5.2-10
Tablo 5/3.1 - Erdemli – II Deniz Seviyesi Ölçüm Verilerinden Alınan Başlıca Gelgit Bileşenleri (30.05.2003 – 16.09.2011) 5.3-3
Tablo 5/3.4 - Aylık Minimum Deniz Seviyeleri (m) (TUDKA-99 Verileri))..... 5.3-5
Tablo 5/3.5 - 30.05.2003 - 16.09.2011 Arasında Gözlemlenen Yıllık Maksimum ve Minimum Deniz Seviyeleri (m) (TUDKA-99 Verileri)..... 5.3-5
Tablo 5/3.6 İlgili Dönüş Süreleri için En Yüksek Deniz Seviyeleri..... 5.3-7
Tablo 5/3.7 Aşma Olasılıkları için Tasarım Deniz Seviyeleri 5.3-7
Tablo 5/3.8, Seçilen İstasyonlarda En Sıcak 10 Güne Ait Su Sıcaklığının Günlük Davranışı... 5.3-14
Tablo 5/3.9 - En Sıcak 10 Günlük Dönem için Tasarım Su Sıcaklıkları..... 5.3-15
Tablo 5/3.10 - En Sıcak 5 Günlük Dönem için Tasarım Su Sıcaklıkları..... 5.3-15

Tablo 5/3.12 – Akkuyu Deniz Suyundaki BOD_5, Klorofil-A, Toplam Petrol Hidrokarbonları, Toksisite, Fenol ve Amonyum Konsantrasyonları 5.3-18
Tablo 5/3.15 - Çalışma Bölgesinin Deniz Çökeltilerinde Ölçülen Radyoaktivite (Bq/L) 5.3-20
Tablo 5/3.16 – Akdeniz'de Çözünmüş Oksijen (DO) Konsantrasyon Aralıkları 5.3-21
Tablo 5/4.1 - Etkili Kabarma Uzunluğu (km) 5.4-11
Tablo 5/4.2 - Dalga İstatistikleri Sonuçları (Derin Su) 5.4-12
Tablo 5/4.3 - Aşırı Dalga İstatistikleri Sonuçları (Derin Su) 5.4-14
Tablo 5/4.4 - Rüzgar Kaynaklı Alçalma Hesaplamaları 5.4-17
Tablo 5/4.5 - Proje Alanı için Seçilen Fırtına Olayları Senaryoları için Derin Su Dalga Özellikleri ve Yüksek Su Seviyesi Hesaplamaları 5.4-20
Tablo 5/4.6 - B Yerinde Seçilen Fırtına Olayı Senaryoları için Kıyıya Yakın Dalga Özellikleri ile Dalga Kabarması ve Tırmanma Hesaplamaları 5.4-21
Şekil 5/4.8 –Akkuyu NGS Sahasında Aylık Gelgit 5.4-23
Tablo 5/4.9 1979 ODTÜ çalışmasının Tsunamijenik kaynak parametreleri [5/19] 5.4-28
Tablo 5/4.11 – Farklı Akkuyu NGS Sahası çalışmalarıyla belirlenen Tsunami Parametrelerinin Karşılaştırmalı Tablosu 5.4-44
Tablo 5/4.12 - Bulanıklık Ölçümlerinin Sonuçları 5.4-57

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1/1 – Akkuyu NGS Proje Sahası Haritası 1.1-2
Şekil 1/2 – VVER-1200 Reaktör Tipi Santralinin Ana Ekipmanı..... 1.4-3
Şekil 1/3 – Genel Vaziyet Planı..... 1.5-2
Şekil 2/1 – Türkiye Bölgeler Haritası 2.1-1
Şekil 2/2 – Akkuyu NGS Sahası'nın Konumu..... 2.1-2
Şekil 2/3 - Akkuyu NGS Sahası Yerleşim Bölgesinin Genel Haritası 2.1-5
Şekil 2/4 – 5,4 km'lik Akkuyu NGS Sahası Civar Alanı 2.1-6
Şekil 2/5 – Akkuyu NGS Alanının Kadastro Haritası 2.1-7
Şekil 2/6 –Akkuyu NGS Sahası'nın Yerleşim Planı 2.1-10
Şekil 2/7- Proje Sahası'nın Civarında Tarım Üretimini Gösteren Harita..... 2.1-15
Şekil 2/8 – Acil Durum Planlama Bölgesinin Kesitlere Bölünmüş Haritası 2.2-7
Şekil 2/9 – 20-km'lik Alanın Kesitlere Böünmüş Haritası..... 2.2-8
Şekil 2/10 - 100 km'lik Yarıçapı Kapsayan Tampon Bölge..... 2.2-13
Şekil 2/11 – 2020, 2050 Yılları İçin Türkiye'nin Yaş Piramidi..... 2.2-18
Şekil 3/1 – Saha Civarının Arazi Yapısı 3.1-2
Şekil 3/2 –Akkuyu NGS Sahası Etrafındaki Lokasyon ve Güzergahlar..... 3.1-3
Şekil 3/3 – 10-km Yarıçapındaki Alan ve Petrol Arama Ruhsat Alanı 3.2-2
Şekil 3/4 – NGS İnşaat Sahası Civarındaki Tesisler..... 3.2-4
Şekil 3/5 – Sivil Uçaklarının Hava Koridorları 3.6-2
Şekil 4/1.1 – Akkuyu NGS Sahası Bölgesi 4.1-1
Şekil 4/2.1 – Anamur ve Silifke'de Uzun Vadeli Rüzgar Gülleri..... 4.2-3
Şekil 4/2.2 –Anamur ve Silifke için Kertelerde Uzun Vadeli Ortalama Rüzgar Hızları 4.2-4
Şekil 4/2.3 – Anamur ve Silifke'de Kuru ve Yağışlı Mevsimler için Rüzgar Gülleri 4.2-5
Şekil 4/2.4 – 1975-2009 yıllarında Anamur ve (mavi çizgi - 1) ve Silifke'de (kırmızı çizgi - 2) Aylık Ortalama Rüzgar Hızlarındaki Zamansal Değişme 4.2-6
Şekil 4/2.5 – 1970-2009 yıllarında Anamur ve (mavi çizgi - 1) ve Silifke'de (kırmızı çizgi - 2) Bağıl Hava Neminin Zamana Bağımlılığı 4.2-10
Şekil 4/3.1 – Akkuyu NGS Sahası Civarındaki Meteoroloji İstasyonlarının Yeri..... 4.3-1
Şekil 4/3.2 – 2009-2010 Periyodu için NGS sahası (Vak), Anamur ve Silifke (Va, Vs) arasında Günlük Ortalama Rüzgar Hızı(m/s) İlişkileri 4.3-7
Şekil 4/3.3 – 2009-2010 Periyodu için NGS Sahası (*Tak*), Anamur ve Silifke (Ta, Ts) arasında Günlük Ortalama Sıcaklık (°C) İlişkileri 4.3-9
Şekil 4/3.4 – 2009-2010 Periyodu için NGS Sahası (*Fak)*, Anamur ve Silifke (Fa, Fs) arasında Günlük Ortalama Bağıl Nem (%) İlişkileri 4.3-10

Şekil 4/3.5 – 2009-2010'da ANGS Sahasında Ölçülen 10, 25 ve 60 M Rüzgar Yönü Verilerinin Rüzgar Gülü Şeması.....4.3-16
Şekil 4/3.6 - ANGS Sahasında 10, 25 ve 60 M Yüksekliklerde Yöne Bağlı Rüzgar Hızı Değişiklikleri 4.3-17
Şekil 4/3.7 – Akkuyu NGS Sahası ve Anamur Mİ'da Hava Sıcaklığı ve Bağıl Nemin Ortalama Aylık Değerlerinin Yıllık Değişimi 4.3-18
Şekil 4/3.8 – Akkuyu NGS Sahası, Anamur ve Silifke İstasyonlarında Kasım 2009 - Ekim 2010 Döneminde Bağıl Nemin Aylık Değişimi.....4.3-19
Şekil4/3.9 – 2009 & 2010 Yıllarında Anamur ve Silifke Meteoroloji İstasyonlarında P-G İstikrar Kategorilerinin Tekrarı.....4.3-20
Şekil 4/3.10 – 5 Ağustos - 11 Ekim 2011 Döneminde Alt 2000-m Atmosfer Katmanının Radyoakustik Sondaj Verilerininden Elde Edilen Ortalama Rüzgar Hızlarının Profilleri - 4.3-24
Şekil 4/3.11 – Akkuyu NGS Sahasında 5 Ağustos-11 Ekim 2011 Döneminde Saatlik Radyoakustik Verileri için Rüzgar Gülleri.....4.3-25
Şekil 4/3.12 – 5 Ağustos - 11 Ekim 2011 Periyodu Boyunca RASS Ek Verileriyle Saatlik SODAR XFAS'dan Elde Edilen Ortalama Hava Sıcaklığı Dikey Hava Profilleri, Akkuyu NGS Sahası 4.3-26
Şekil 4/4.1 - Anemometre Seviyesinde (10 m) Akkuyu NGS Sahasında Rüzgar Yönlerinin Tekrarı 4.4-4
Şekil 4/4.2 - Atmosfer İstikrar Kategorilerinin Tekrarı 4.4-5
Şekil 4/4.3 – NGS Havalandırma bacası etrafında tasarım değerlerinin dağılımı $\chi / Q(x, y)$ 4.4-7
Şekil 4/5.1 – Akdeniz'in Doğu Kesimi üzerinde 4 Nisan 2003'teki Toz Fırtınası.....4.5-3
Şekil 4/6.1 - Farklı Bağımlılıklar ile Silifle (A) ve Anamur (B) Mİ'da Rüzgar Hızının Mutlak Maksimumlarının Yakınlaştırılması, 1975-2009.....4.6-1
Şekil 4/6.2 - Anamur ve Silifke'de Rüzgar Hızı ve Zaman Trendinin Mutlak Maksimumlarının Zaman Varyasyonu 4.6-3
Şekil 4/6.3 - Gumbell Dağılımı (2) ve Lineer Bağımlılığa (3) göre Yıllık Yağış Miktarı Yakınlaştırması (1).....4.6-4
Şekil 5/1.1 – Hidrolojik Etüt Alanının Haritası-Planı.....5.1-2
Şekil 5/1.2 – Proje Alanındaki Irmak Havzaları.....5.1-3
Şekil 5/1.3 - Rasyonel Yöntemde Suyun Birikme Süresi ve Bu Döneme Karşılık Gelen Yağış Miktarı Yoğunluğu Ölçeği [5/29].....5.1-9
Şekil 5/1.6 - Sipahili Irmağının Akdeniz'e döküldüğü noktanın gerisindeki otoyol köprüsünden görünümü.....5.1-12
Şekil 5/1.7 - Sipahili Irmağının otoyol altındaki görünümü.....5.1-12
Şekil 5/1.8 - Akkkuyu NGS Sahası Konaklama Bölgesindeki Yüzey Doğal Kaynak suyunun Su

Numune Alma Planı..... 5.1-18
Şekil 5/2.1 – Düşünülen Metodolojinin Geçerli Olduğu Radyonüklitler İçeren Atık Tahliyesi Şeması [5/1]..... 5.2-3
Şekil 5/2.2 – Sudaki Radyonüklit Faaliyeti Hacmini Hesaplamanın Mantık Prosedürü..... 5.2-5
Şekil 5/2.3 - Akkuyu NGS'in 3-km'lik Alanında Akdeniz Deniz Alanı Planı 5.2-7
Şekil 5/3.1 - Ana Gelgit Bileşenleri..... 5.3-3
Şekil 5/3.2 – Aylara Göre Aylık Ortalama Deniz Seviyelerinde Değişim (30.05.2003 – 16.09.2011 arasında Erdemli-II Deniz Seviyeleri Ölçüm Verileri, TUDKA-99 Verisi)..... 5.3-4
Şekil 5/3.3 – Yıllara Göre Aylık Ortalama Deniz Seviyelerinde Değişim (30.05.2003 – 16.09.2011 arasında Erdemli-II Deniz Seviyeleri Ölçüm Verileri, TUDKA-99 Verisi)..... 5.3-4
Şekil 5/3.4 - 30.05.2003 – 16.09.2011 tarihleri arasında Yıllık Maksimum Deniz Seviyesi Verileri için En Yüksek Değer İstatistiği (TUDKA-99 Verileri)..... 5.3-7
Şekil 5/3.5 - 30.05.2003 – 16.09.2011 tarihleri arasında Yıllık Minimum Deniz Seviyesi Verileri için En Yüksek Değer İstatistiği (TUDKA-99 Verileri)..... 5.3-8
Şekil 5/3.6 – CTD Konumları 5.3-11
Şekil 5/3.7 – Günlük Sıcaklık Ölçümü İstasyonları, WAVE, WLMS, RDCP Yerleri..... 5.3-13
Şekil 5/3.8 – Deniz Suyu ve Çökelti Numunesi Alım Noktalarının Yerleri..... 5.3-16
Şekil 5/4.1 –Elde Edilen Derinlik-Süre Eğrisi 5.4-2
Şekil 5/4.2 - Akkuyu NGS Sahası için PMF Su Yüzeyi Profili..... 5.4-3
Şekil 5/4.3 - Yıllık Rüzgar Gülü, ECMWF (1983-2010) 5.4-9
Şekil 5/4.4 - Rüzgar Hızı Sınıfı Sıklık Histogramı (Tüm Yönler; ECMWF, 1983-2010)..... 5.4-10
Şekil 5/4.5 - Proje Sahasından Kabarma Yönleri..... 5.4-11
Şekil 5/4.6 - Uzun Süreli Dalga İstatistikleri 5.4-12
Şekil 5/4.7 – Aşırı Dalga İstatistiği (Derin Su) 5.4-15
Şekil 5/4.8 - Proje Alnının Yakın Kıyı Batimetrisi 5.4-16
Şekil 5/4.9 - Ortalama Su Seviyesinde Değişim (OCDI, 2002)..... 5.4-18
Şekil 5/4.10 – Akkuyu Körfezi ve Erdemli Konumu 5.4-23
Şekil 5/4.11 Kuzey Doğu Akdeniz ve Akkuyu NGS Sahası [5/11] 5.4-25
Şekil 5/4.12 – Tsunami Çalışması için Doğu Akdeniz ve Model Alanları , [5/19]..... 5.4-26
Şekil 5/4.13 – Karnik tarafından Değerlendirilen Bölge Özellikleri [5/41]..... 5.4-27
Şekil 5/4.14 – AKKUYU NGS Sahası için Doğu Akdeniz Bölgesinde Seçilen Tsunami Kaynaklarının Yerleri, [5/19]..... 5.4-28
Şekil 5/4.15 - RUN-I, Ege Takım Adaları Güney Doğusunun Tsunami zaman geçmişi, [5/19] 5.4-30
Şekil 5/4.16 - Tarihsel tsunamijenik depremler, kaynak [5/17]..... 5.4-35
Şekil 5/4.17 - B Alanından GEBCO görüntüsü (üst) ve D Alanının uydu görüntüleri (alt) [5/17] 5.4-

37

Şekil 5/4.18 - Rosetta eğiminde MTD'nin alan dağılımlarını gösteren harita. Beyaz, gri ve siyah çevre çizgisi renkleri, sırasıyla tip 1, tip 2 ve tip 3 MTD'leri ifade etmektedir. Kırmızı renkli SL1, herhangi bir MTD tipiyle ilişkili değildir. MD04-2728, MD04-2725 ve NLK13 lokasyonlarının çekirdeği sırasıyla SL2, SL7 ve SL6'dan toplanmaktadır. 5.4-40
Şekil 5/4.19 – 1/500 ve 1/1000 Ölçek için Grafik Adları ve Dağılımı 5.4-47
Şekil 5/4.20 - Sığ Bölgede Taban Gradyanının Değerlendirilmesi için Profiller..... 5.4-49
Şekil 5/4.21 – Batı Profili Boyunca Taban Gradyanı (Wbay)..... 5.4-50
Şekil 5/4.22 - Temmuz 2011 ile Ekim 2011 Arasında Batimetri ve Topografi Değişikliğinin Yakın Görünümü (Kırmızı Alanlar Birikim ve Mavi Alanlar Erozyon Alanlarıdır)..... 5.4-52
Şekil 5/4.23 – 21 Aralık 1977, saat 15:15-16:20'de 10-15 Knot ile NE'den Rüzgar Altında Bir Örnek Akış Düzeni..... 5.4-54
Şekil 5/4.23 – Akkuyu Körfezinin Akım Özellikleri; Yüzeyin Altında 0.5 m (A), Tabanın 1 m Üzerinde (B) (ODTÜ, 1979a) [5/35] 5.4-55
Şekil 5/4.24 – RDCP-1, RDCP-2, RDCP-3 Akım Ölçüm İstasyonlarının Yeri..... 5.4-56

KABUL EDİLEN KISALTMALAR

Aİ	Aeroloji İstasyonu
BOD5	Biyolojik Oksijen Gereksinimi
CERC	Kıyı Mühendisliği Araştırma Merkezi
CTD	İletkenlik, Sıcaklık, Yoğunluk
DBFL	Tasarıma Esas Su Taşkını Seviyesi
DERINSU	DERİNSU Su Altı Mühendislik & Danışmanlık Şirketi
DGPS	Diferansiyel Küresel Konum Belirleme Sistemi
DL	Tasarım Kısıtlatı
DO	Çözünmüş Oksijen
E	Doğu/ Doğuya Hareket
ECCS	Acil Durum Ana Soğutma Sistemi
ECMWF	Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri Merkezi
EF	Verimlilik Katsayısı
ÇED	Çevre Etki Değerlendirmesi
ENVY	ENVY Energy and Environmental Investments Inc
ESO	Deprem Kaynağı
EUR	Avrupa Nükleer Santral İşletmecileri Gerekleri
FA	Yakıt Demeti
HAT	En Yüksek Astronomik Gelgit Seviyesi
HMC	Yüksek-Mg kalsit
HWL	Yüksek su seviyesi
UAEA	Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
ISO	Uluslararası Standartlaştırma Örgütü
JSC	Anonim Şirket
AKKUYU NGS A.Ş.	Akkuyu NGS'nin elektrik üretimi için kurulmuş Anonim Şirket - NGS Sahibi
km	Kilometre
LAT	En Alçak Astronomik Gelgit Seviyesi
LTD	Limited Şirket
m	Metre
MB	Çok ışın demetli
MDL	Yöntem Tespit Limiti
MHHW	Ortalama Daha Yüksek Üst Su

mI	iyodin molekül formu
MLLW	Ortalama Daha Düşük Alt Su
MM (MMI)	Modifiye Mercalli Şiddet Skalası
Mİ	Meteoroloji İstasyonu
MSL	Ortalama Deniz Seviyesi
MW	Megavat
ND	Tespit Edilmedi
N	Kuzey / Kuzeye Doğru
NGS	Nükleer Güç Santrali
OJSC	Halka Açık Anonim Şirket
P-G SC	Pasquill-Gifford Kararlılık Sınıflandırması
PM	Önleyici bakım
PMT	Olası Maksimum Tsunami
ÖGAR	Ön Güvenlik Analizi Raporu
PWR	Basınçlı Su Reaktörü
RDCP	Doppler Akım Profil Kaydı
RP	Reaktör Tesisi
RTK	Gerçek Zamanlı Kinematik
S	Güney
SHODB	Türk Deniz Kuvvetleri Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı
SPM	Kıyı Koruma El Kitabı
TAEK	Türk Atom Enerjisi Kurumu (Kurum)
TSS	Toplam Askıda Katı Madde
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
UPMPZ	Acil Koruyucu Eylem Planlama Bölgesi
UTC	Koordine Evrensel Saat
UTM	Evrensel Çapraz Mercator
VVER	Su Soğutmalı ve Su Yavaşlatıcılı Nükleer Reaktör
W	Batı
WD	Su Derinliği
WGS84	Dünya Jeodezik Sistemi- 1984
WLMS	Su Seviyesi Ölçüm İstasyonu
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü

1. GİRİŞ

12 Mayıs 2010 tarihinde Türkiye Cumhuriyeti ve Rusya Federasyonu Hükümetleri arasında imzalanan iki taraflı antlaşmaya istinaden [1/1], "Akkuyu NGS Elektrik Üretim Anonim Şirketi" adlı Proje Şirketi, önerilen Akkuyu Nükleer Güç Santralini, yap-sahip ol-işlet (YSİ, BOO-Built Own and Operate) modeli ile inşa etmek, işletmek ve işletmeden çıkarmak üzere kurulmuştur. Anlaşmaya göre [1/1], Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ), 1976 yılında verilen Akkuyu NGS Yer Raporu ile birlikte Proje Şirketi'ne tahsis edilen arazinin sahibidir.

Akkuyu Yer Lisansı, Türkiye Elektrik Kurumunca yapılan başvuru üzerine30.06.1976 tarihinde Atom Enerjisi Komisyonu (AEK) tarafından 1975 tarihli Nükleer Reaktör Tesislerine ve Diğer Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük hükümlerine istinaden verilmiştir.

Akkuyu Yer Lisansı'nın verilmesine temel teşkil eden teknik esas 1976 Nisan'da hazırlanan NED-I-16 sayılı Yer Raporuna dahil edilmiştir [1/6] . Yer Raporu, Akkuyu NGS Sahası için daha önce yapılan etütlere dair detaylı bilgiler içermektedir.

Akkuyu NGS'ye ait ilk "Yer Raporu" Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) tarafından hazırlanmıştı. Aşağıdaki kuruluşlar, şirketler ve üniversiteler, raporun hazırlanmasına katkıda bulunmuştu:

Suiselectra (İşviçre), CAAA (Fransa), Emch and Berger (İsviçre), Basler and Hoffman (İsviçre)' şirketlerinden oluşan Danışmanlık ve Mühendislik Konsorsiyumu (genel danışmanlık hizmetleri)

Türk Hava Kuvvetleri Komutanlığı ve Devlet Havalimanları İşletmesi (uçak kazalarına ilişkin tehlikeler ile ilgili araştırmalar)

Kültür ve Turizm Bakanlığı, Devlet Planlama Teşkilatı, İmar ve İskan Bakanlığı Bölge Planlama Daire Başkanlığı ve İller Bankası (nüfus dağılımı ile ilgili araştırmalar)

Türkiye İstatistik Kurumu (arazi kullanımına dair araştırmalar)

Karayolları Genel Müdürlüğü (karayolları taşımacılığı)

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (meteoroloji etüt çalışmaları)

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü (hidroloji etüt çalışmaları)

Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) (hidroloji, jeoteknik, jeofizik ve batimetrik araştırmalar)

İstanbul Üniversitesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü (oşinografi araştırmaları)

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) (jeoloji araştırmaları)

Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) (Jeoteknik araştırma ve sismik risk analizi)

1976 yılında Türkiye'nin ilk nükleer güç santrali inşaatı için Akkuyu'nun seçilmesinin ana nedenleri aşağıdaki gibidir:

Yüksek miktarda soğutma suyu gerekliliği ve Türkiye'de ağır ekipmanların karayolu ile taşınması sorunlar teşkil ettiğinden dolayı, santralin deniz kıyısındaki bir araziye kurulması gerekmektedir.

1968 yılından beri yürütülen saha seçimine ilişkin çalışmalar, Türkiye'de saha seçimi açısından en kritik faktörün deprem riski olduğunu göstermiştir. Saha olarak seçilen Akdeniz kıyısının Akkuyu bölgesi, deprem riski açısından Türkiye'nin en güvenli bölgelerinden biri olduğu kabul edilmektedir.

Akkuyu Sahası ve civarı, Türkiye'de en düşük nüfus yoğunluğuna sahip yerlerden biri olmakla beraber, turistik, tarım veya sanayi faaliyetlerin geliştirilmesi için elverişli değildir.

Söz konusu kıyı bölgesindeki olumlu meteoroloji koşullarından dolayı, mahalin olumlu atmosferik dağılım koşullarına sahip olması beklenmektedir.

Tsunami ve diğer herhangi bir su taşkınının; maksimum taşkın seviyesinin 6 metreyi aşması beklenmediğinden ve Sahanın topografyasının, çeşitli kotlarında inşaata uygun olduğu kabul edildiğinden dolayı, tesis için önemli bir tehlike arz etmeyeceği düşünülmüştür.

Akkuyu Sahasındaki yüzey ve yeraltı sularının doğal akış yönü denize doğrudur ve Saha dışı kuyularını büyük bir olasılıkla etkilemeyecektir. .

Yukarıdaki hususlar dikkate alındığında, Akkuyu Sahasının özellikleri, sınırları dahilinde bir nükleer güç tesisinin kurulmasına imkan tanımaktadır.

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), Yer Lisansının geçerliliğini teyit etmiş ve Akkuyu NGS Projesi kapsamında zorunlu olan Akkuyu NGS Yer Lisansı Geçerlilik Koşullarını [1/5] 13.10.2011 tarihinde yayınlamıştır. Söz konusu Lisans geçerlilik koşullarından biri, saha için bilgilerin güncellenmesi ve güncellenmiş bir Yer Raporu'nun hazırlanmasıdır.

Akkuyu NGS için Güncellenmiş Yer Raporu, 13.10.2011 [1/5] tarihli Akkuyu NGS Yer Lisansı için Lisans Geçerlilik Koşullarının [1/5] 5. Maddesi ve 21.03.2009 tarih ve 27126 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 'Nükleer Güç Santrali Sahalarına İlişkin Yönetmeliğe dayanarak hazırlanmıştır. İşbu Rapor, 2011 yılında gerçekleştirilen öncelikli mühendislik etütlerine ilişkin ilave sonuçlar dikkate alınarak Akkuyu NGS Sahası hakkında yeni veriler içermektedir [1/7].

Bu Raporun formatı ve içeriği, 19.01.2012 tarihli TAEK yazısında [1/9] tanımlanan Güncellenmiş Yer Raporu'na ilişkin gerekler, 19.12.1983 tarih ve 18256 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzüğün [1/2] 9. Maddesi ve 10.12.2009 tarih ve GK-GR-01 kod ve sayılı Nükleer Güç Santralleri İçin Yer Raporu Biçim ve İçeriği Kılavuzu [1/4] hükümlerine uygundur. .

Ayrıca, Güncellenmiş Yer Raporuyla ilgili olarak TAEK beklentilerini netleştirmek için Şubat 2012 tarihinde bir toplantı düzenlenmişti. Buna istinaden, Güncellenmiş Yer Raporunun odak noktasının sahanın uygunluğuna ilişkin hususların olacağı vurgulanmıştı (Sahanın yakın

çevresindeki aktif fayların mevcudiyeti, saha koşulları dikkate alındığında acil durum planlarının uygulanabilirliği vs.). Sahaya ilişkin tasarıma esas parametrelerle ilgili olarak, veri tabanı ve metodolojinin Güncellenmiş Yer Raporu kapsamında açık bir şekilde tanımlanması beklenmekte olup , söz konusu parametrelerin Güncellenmiş Yer Raporu dahilinde değil, daha sonraki aşamada TAEK'e sunulması öngörülmektedir.

1.1 SANTRALİN AMACI

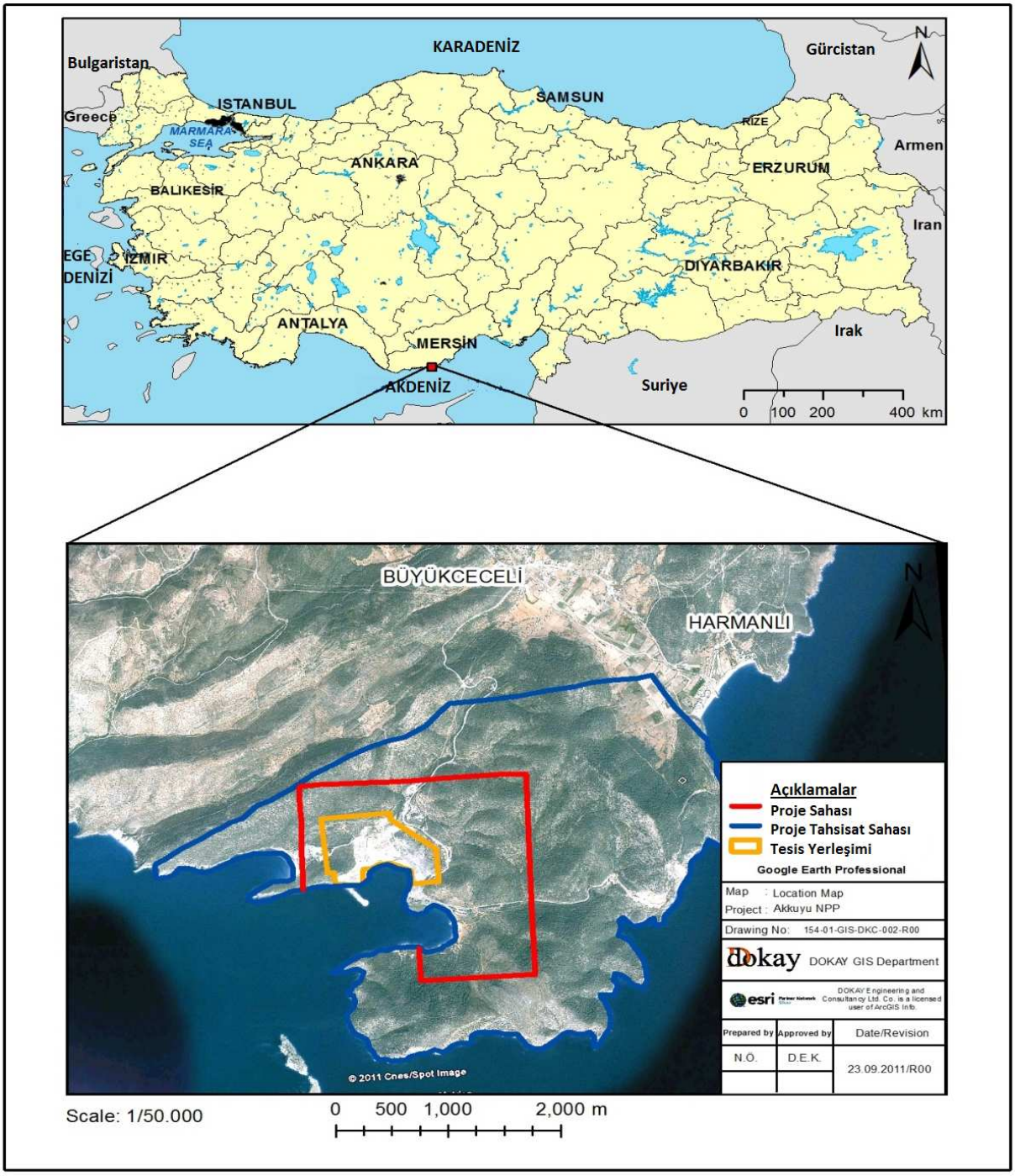
Hükümetlerarası Anlaşmaya [1/1] göre, VVER-1200 (V-509) tipi reaktörlere sahip dört adet AES-2006 tasarımı NGS güç ünitesi Akkuyu Sahasında inşa edilecektir. Akkuyu NGS, elektrik ve termal güç üretimi sayesinde bölgeye güvenilir enerjinin sağlanması amacıyla tasarlanmıştır. Akkuyu NGS Sahası, Silifke ilçesinin yaklaşık 47 km güneybatısında ve Mersin şehrinin yaklaşık 140 km güneybatısında, Mersin ilinin Gülnar ilçesinde yer almaktadır. Sahanın konumu Akkuyu NGS Proje alanı haritasında gösterilmektedir (Şekil 1/1).

Akkuyu Sahasının toplam alanı (çevrilen arazinin alanı) yaklaşık 986 hektardır. NGS'nin konumlandırılması planlanan zemin, deniz seviyesine göre yaklaşık 9,5 m'lik kotlarında olup, şebeke sistemine bağlantısı için şalt tesislerinin yerleştirileceği zemin kotu yaklaşık 19,5 m [1/8] seviyededir.

Akkuyu NGS güç ünitelerinin işletmeye alınması, Türkiye Cumhuriyeti'nin sosyal, ekonomik ve çevre ile ilgili görevlerinin yerine getirilmesi açısından önemli bir rol oynamaktadır. NGS'nin işletimi; ek istihdam sağlanması, elektrik tarifelerinin kontrol altında tutulması, fosil yakıtlarının yakılmasından kaynaklanan karbondioksit salımları ve zararlı maddelerinin çıkışlarını azaltarak olumsuz çevresel etkilerin düşük seviyede tutulmasına olanak sağlamanın yanı sıra, radyasyon etkisinin izin verilen sınırlar altında tutulmasını mümkün kılar.

Projenin başlıca sosyal ve ekonomik faydaları, bölgenin elektrik talebini karşılamak ve ana tüketicilere güvenilir elektrik temin etmek için sürdürülebilir koşulların yaratılmasını kapsamaktadır.

Bunun yanı sıra, Proje sayesinde bölgenin bilimsel potansiyeli de önemli düzeyde artacaktır. Bilim ve eğitim kurumları NGS faaliyetlerinin desteklenmesine katkıda bulunacak ve sadece NGS için değil diğer ilgili sektörler için personel yetiştirecektir.



Şekil 1/1 – Akkuyu NGS Proje Sahası Haritası

1.2 YAKLAŞIK GÜÇ

NGS ünitesinin anma gücü (baz yük) nominal şartlarda jeneratör terminallerinde üretilen aktif elektrik gücü olarak tanımlanır.

Nominal şartlarda Akkuyu NGS'nin her bir güç ünitesi için beklenen anma gücü (brüt) (reaktör tesisinin termal gücü 3212 MW olup soğutma suyu sıcaklığı 20,70C'dir) yaklaşık olarak 1198 MW'tır. Ancak, saha ihtiyaçları ve kullanma (soğutma) suyu tüketimi dikkate alındığında her bir NGS ünitesinin yardımcı ekipmanlarının toplamda tükettiği elektrik enerjisi üretilen enerjinin %7'sine tekabül etmektedir [1/8]. Bu nedenle, nominal şartlarda Akkuyu NGS'nin her bir güç ünitesi için beklenen anma elektrik gücü (net) yaklaşık 1114 MW'tır.

Akkuyu NGS üniteleri, nihai artık ısının alıcı ortamı olan Akdeniz'in deniz suyunu tek bir çevrimle dolaştıran tek yönlü bir servis (soğutma) suyu temin sistemini kullanmaktadır. Soğutma suyu sıcaklığı 250C derece iken, NGS'nin her bir ünitesi için türbin kondansatörlerine giden soğutma suyu akışı yaklaşık 200160 m3/saat'tir . Yardımcı ekipmanların çalışması da hesaba alındığında türbin kondansatörlerine giden toplam soğutma suyu akışı bir NGS ünitesi için 216136 m3/saat iken, NGS'nin dört ünitesi için 864544 m3/saat'tir [1/8].

NGS'nin dört güç ünitesi baz yük güçte çalışırken elektrik üretim miktarının yılda 34.790 milyon kW/saat'e ulaşacağı beklenmektedir [1/8].

Her bir güç ünitesinin ısıtma tesisinin toplam termal gücü 300 MW'a kadar ulaşmaktadır [1/8]. Türbin buharının ısıtma tesisine ve rejenerasyon sistemine çıkışı için NGS ünitesinin anma gücünde tutulması şart değildir [1/8].

1.3 BAŞVURU SAHİBİ'NİN VE BAŞVURU SAHİBİ ADINA SAHA ETÜT ÇALIŞMALARINI GERÇEKLEŞTİREN KURUMLARIN TEKNİK KABİLİYETİ, KNOW-HOW VE DENEYİMİNE İLİŞKİN BİLGİ

1.3.1 AKKUYU NGS PROJESİNİN SAHİBİ (BAŞVURU SAHİBİ) VE YATIRIMCISI

Akkuyu NGS inşaat ve işletme projesinin Sahibi (Başvuru Sahibi) ve Yatırımcısı olan Proje Şirketi, Akkuyu NGS Elektrik Üretim Anonim Şirketi (APŞ), Hükümetlerarası Anlaşmaya [1/1] uygun olarak ve Türkiye Cumhuriyeti kanun ve düzenlemeleri kapsamında Anonim Şirket şeklinde kurulmuştur. Proje Şirketi, Türkiye sınırları dahilinde (Ankara'da ve Akkuyu NGS inşaatının yapılacağı Sahaya yakın Büyükeceli beldesinde) idari ofis/birimler, Rusya Federasyonu'nda ise bir temsilcilik (Moskova'da) açmıştır.

Proje Şirketi, Akkuyu NGS'nin sahibidir. Başlangıçta, Rus Tarafınca (Rusya Federasyonu Devlet Atom Enerjisi Kuruluşu Rosatom) yetkilendirilen şirketler doğrudan veya dolaylı olarak Proje Şirketinin hisse payının %100üne sahiptir. NGS inşaatının tamamlanmasından sonra, Proje Şirketi, nükleer santralin işletimine 60 yıl boyunca devam edecek ve çoğunluk hissesine (%51) sahip olacaktır. Geri kalan azınlık hisseleri (%49) yatırımcılara satılabilir. Rus Yetkili Kuruluşların Proje Şirketindeki toplam payları, hiçbir zaman %51'den az olmayacaktır. Proje Şirketinin geride kalan azınlık hisselerinin dağıtımı, her zaman, ulusal güvenlik ve ekonomik alanlarında olmak üzere ulusal çıkarların korunması amacıyla Rus ve Türk Taraflarının rızasına tabi olacaktır. Proje Şirketinin şirket yönetimine ilişkin konular Türk Tarafının (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) rızasına tabidir.

Akkuyu NGS Projesinin yatırım ve işletim dönemlerini kapsayan risklerin sigortalanması sorumluluğu Proje Şirketine aittir.

Akkuyu NGS tarafından üretilen elektriğin alım ve satımı, Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. (TETAŞ) ve Proje şirketi arasında imzalanacak ayrı bir sözleşmeye istinaden yapılacaktır. Her bir güç ünitesi için Elektrik Satın Alma Anlaşmasının sona erme tarihlerinden sonra, ancak her bir güç ünitesinin ticari işletmeye giriş tarihinden sonra 15 yıldan daha erken olmamak kaydıyla, Proje Şirketi, NGS ömrü boyunca, NGS Ünite 1, Ünite 2, Ünite 3 ve Ünite 4 için, yıllık bazda Türk Tarafına Proje Şirketinin net karının %20'sini verecektir.

Akkuyu NGS Sahibi (Başvuru Sahibi); Akkuyu NGS Projesinin mevcut aşamasında, , ön tasarım ve tasarım dokümantasyonunun geliştirilmesi, lisans ve izinlerin alınması için gerekli belgelerin hazırlanmasına ilişkin organizasyon ve kontrol ile Sahada etüt çalışmalarının yürütülmesi ve denetiminin yanı sıra, Türkiye Cumhuriyeti'nin tüm ilgili kamu kurumları, bakanlıklar ve düzenleyici kurumlar ile koordinasyonu sağlamaktadır. Proje Şirketinin tüm faaliyetleri, Rus ana hissedarlarının desteği ile yürütülmektedir: Rosenergoatom Concern OJSC, JSC Atomstroyexport,

JSC InterRAO UES, bilimsel, araştırma, tasarım ve mühendislik şirketleri, ekipman üreticileri ve NGS lisanslama, inşaat, işletmeye alma ve işletim aşamalarında hizmet sağlayan diğer alt yüklenici- şirketler. Nükleer yakıt üretimi ve tedariki, Rus JSC TVEL şirketi tarafından sağlanacaktır.

2011 yılında, Proje Şirketi, Hükümetlerarası Anlaşmaya göre [1/1], NGS inşasının başlaması için gerekli tüm ilgili belgeler, izinler, lisanslar, rızalar ve onayları almak üzere başvuruda bulunmuştur. Ayrıca, Proje Şirketi, Akkuyu NGS Sahasında öncelikli mühendislik etüt çalışmalarını koordine etmiş, Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) ile Üretim Lisansı başvurularını yapmış ve geçerli Yer Lisansı kapsamında Güncellenmiş Yer Raporunun hazırlanması için gerekli olan materyalleri hazırlamıştır.

2012 yılında, Proje Şirketi, Sahanın, nihai tasarıma esas parametrelerinin belirlenmesi için gerekli olan tüm mühendislik etütlerini ve çalışmalarını tamamlamış, Akkuyu NGS için Ön Güvenlik Analizi Raporu (ÖGAR), Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu ve tasarım dokümantasyonunu hazırlamaya başlamıştı.

1.3.2 AKKUYU NGS TASARIMI İÇİN TEKNİK İŞVEREN

Akkuyu NGS Tasarımının Teknik İşvereni olan Rosenergoatom Concern OJSC, nükleer santrallerin elektrik ve termal elektrik üretimi alanında faaliyet gösteren bir Rus şirketidir.

Rosenergoatom Concern OJSC, 7 Eylül 1992 tarihinde Rus Federasyonu Cumhurbaşkanlığı Kararı ile kurulmuştur. 8 Eylül 2001 tarihinde ise Hükümet Kararı uyarınca, Rosenergoatom Concern OJSC, faaliyet ve inşaat aşamasındaki tüm Rusya Federasyonu'ndaki nükleer santralleri ile santrallere işletme, onarım, bilimsel ve mühendislik destek sağlayan kuruluşları çatısı altında toplayan bir üretim şirketi olarak yeniden yapılandırılmıştır.

Halihazırda, Rosenergoatom Concern OJSC bünyesinde; şube statüsünde faaliyet gösteren 10 nükleer santrali ve inşaat aşamasında olan 7 nükleer santralinin yanı sıra, Rostov NGS İnşaat Müdürlüğü, Yüzen NGS İnşaat Müdürlüğü, NGS Acil Durum İşleri Bilim ve Mühendislik Merkezi, Proje ve Tasarım Şubesi, Teknoloji Şubesi ve NGS Mühendislik Merkezi bulunmaktadır.

Rosenergoatom Concern OJSC ana faaliyetleri:

- Nükleer santrallerin inşaatı, işletilmesi ve işletmeden çıkarılması
- İşletme kuruluşunun ekonomik, finansal ve ticari desteği;
- Üretilen elektriğin tek noktadan satışı;
- Yatırım faaliyetleri;
- NGS'lerin güvenlik parametrelerinin iyileştirilmesi alanında uluslararası işbirliği;
- Personel eğitimi ve vasıflandırması.

Rosenergoatom Concern OJSC, tüm Rus NGS'lerin işletme kuruluşu olarak, ciddi iş deneyimine ve kabiliyetine sahip olup, Rus Federasyonu'nda yeni NGS'lerin inşaatı ve işletimi için İşveren (Başvuru Sahibi) konumunda yer almaktadır. Rosenergoatom Concern OJSC, ayrıca, Rus NGS'lerin inşaatı ve modifikasyonları alanında da proje- tasarımcısı olarak ciddi bir deneyime sahiptir.

Rusya Federasyonu'nda faaliyet gösteren 10 nükleer güç santralinde toplam 33 güç ünitesi işletilmektedir. Bunların arasında;

- 17 basınçlı su reaktörü: 11 VVER-1000 ve 6 VVER-440;
- 15 kaynar sulu reaktör: 11 RBMK-1000 ve 4 EGP-6;
- 1 hızlı nötron reaktörü: BN-600.

Rosenergoatom Concern OJSC, kurulduğundan bu yana, yapımlarına daha önce başlanmış NGS'lerin inşaatını tamamlamış ve sırada belirtilen güç ünitelerini elektrik iletim şebekesine bağlantısını sağlamıştır: Balakovo NGS ünite 4 (1993), Rostov NGS ünite 1 (2001), Kalinin NGS ünite 3 (2004), Rostov NGS ünite 2 (2010) ve Kalinin NGS ünite 4 (2011).

AES-2006 tasarımı VVER-1200 reaktörlere sahip yeni NGS üniteleri Novovoronezh NGS-2, Baltık NGS ve Leningrad NGS-2 sahalarında inşaat aşamasındadır, yeni BN-800 reaktörüne sahip Beloyarsk NGS'nin 4. güç ünitesinin inşaatı ise tamamlanma aşamasındadır. .

Rosenergoatom Concern OJSC NGS Sahibine (Başvuru Sahibi) Akkuyu NGS tasarımı ve işletimi konusunda destek sağlayacaktır.

Akkuyu NGS Projesinin Teknik İşvereni olarak, Rosenergoatom Concern OJSC, NGS tasarımına ilişkin teknik gereklilikleri belirler, NGS Sahibi (Başvuru Sahibi) adına tasarım, mühendislik ve uygulama dokümantasyonunun tasdik ve onayını sağlar. Kuruluş, yukarda belirtilenlerin yanı sıra, JSC Atomenergoproekt (NGS'nin genel tasarımcısı), OKB Gidropress (Reaktör ünitesinin ana tasarımcısı) ve Ulusal Araştırma Merkezi Kurchatov Institute (Proje bilimsel danışmanı) gibi başlıca bilimsel, araştırma, tasarım ve mühendislik kuruluşları arasında koordinasyon fonksiyonunu da üstlenir.

1.3.3 AKKUYU NGS İNŞASI İÇİN GENEL YÜKLENİCİ

Hükümetlerarası Antlaşmaya göre [1/1], yurtdışında nükleer güç tesislerinin inşaatı alanında faaliyet gösteren Rus mühendislik şirketi JSC Atomstroyexport, Akkuyu NGS inşaası için Genel Yüklenicidir .

JSC Atomstroyexport, nükleer güç tesislerinin inşaatı alanında uluslararası işbirliği konusunda 25 yıllık deneyime sahip iki büyük Rus kuruluşunun birleşmesi ile 1998 yılında kurulmuştur. Ciddi bir tecrübe birikiminin neticesi olarak bu zaman dilimi içerisinde Doğu Avrupa ve diğer bölgelerde yaklaşık 30 güç ünitesi ve 10 nükleer bilim ve araştırma merkezi kurulmuştur.

Günümüzde, JSC Atomstroyesxport, mühendislik, ekipman ve malzeme tedariki, inşaat, işletmeye alma ve proje yönetimi dahil "anahtar teslim" sözleşmelerine dayalı VVER reaktörlere sahip yeni nesil NGS'lerin yapımı konusunda ciddi teknik beceri, bilgi birikimi ve deneyime sahip bir Kuruluştur. Yeni NGS yapımı deneyimi aşağıdakileri kapsamaktadır:

- Tianwan NGS (AES-91 tasarımı), Ünite 1, 2 (Çin), – 2007 yılından beri işletmededir;
- Buşehir NGS, ünite1 (İran), işletmeye alınma aşamasındadır (deneme işletmesi ve tam güçte çalışma);
- Kudankulam NGS (AES-92 tasarımı), ünite 1, 2 (Hindistan), ()- işletmeye alınma aşamasındadır (yakıt yükleme, kritikalite ve deneme işletmeleri);
- Belene NGS (AES-92 tasarımı), ünite 1, 2 (Bulgaristan), - tasarım aşamasındadır (lisans başvurusu);
- Tianwan NGS (AES-91 tasarımı), ünite 3, 4 (Çin), ()– tasarım aşamasındadır.

Bunun yanı sıra, Ukrayna'da Khmelnistsky NGS ünite 3, 4 ve Beyaz Rusya'da AES-2006 tasarımı Ostorevtsk NGS ünite 1, 2 inşaatı için sözleşmeler imzalanmıştır.

2011 yılında, JSC Atomstroyexport, Genel Tasarımcı JSC Atomenergoproekt ve Türk şirketi ENVY Enerji ve Çevre Yatırım A.Ş alt yüklenicilerinin desteği ile Akkuyu NGS Sahasında öncelikli mühendislik etütlerini gerçekleştirmiştir. Öncelikli mühendislik etütleri programı, tasarım dokümanlarının hazırlanması için gerekli olan Akkuyu NGS Sahasında doğal ve insan kaynaklı tehlikelerle ilgili girdi verilerin tanımlanmasını sağlamıştır. Öncelikli mühendislik etütleri; Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) tarafından onaylanmış Akkuyu NGS lisanslanması sürecinde esas alınacak Mevzuat, Kılavuz ve Standartlar Listesine dahil edilmiş, Türkiye Cumhuriyeti ve Rusya Federasyonu ilgili mevzuat gerekleri ve Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (UAEA) güvenlik standartlarına uygun bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

1.3.4 DANIŞMANLAR

Proje uygulaması sırasında, lisanslama, Çevresel Etki Değerlendirme, mühendislik etütleri ve değerlendirmeleri, kamu kurum ve kuruluşları ile uluslararası kuruluşlarla (-UAEA) ilişkiler alanlarında AKKUYU NGS A.Ş'ye destek sağlamak amacıyla, Worley Parsons Nuclear Services JSC (WPNS) ve Inter RAO-Worley Parsons LLC 2011 yılında danışman şirket olarak görevlendirilmiştir. Bu şirketler nükleer enerji, mühendislik ve proje yönetimi alanında kapsamlı deneyime sahiptir.

1.3.4.1 WorleyParsons Nuclear Services JSC

WorleyParsons 55 yıldan uzun bir süre nükleer enerji sektöründe aktif bir şekilde faaliyet göstermektedir. 2003 yılında WorleyParsons, Bulgaristan Sofya'da WorleyParsons Nuclear Services

JSC (WPNS) adlı bir nükleer merkez kurmuştur. Nükleer enerji alanında sunulan hizmetler, tam program yönetimi, tasarım hizmetleri, lisanslama desteği ve nükleer enerji projesi gerçekleştirmenin tüm aşamalarında inşaat denetimini kapsamaktadır.

WorleyParsons Nuclear Services JSC; saha seçimi ve onayı, teknoloji değerlendirme ve analizleri, güvenlik değerlendirme ve analizi, çevresel etki değerlendirmeleri, radyoaktif atık değerlendirmesi ve yönetimi, işletmeden çıkarma stratejisi, kapsamlı fizibilite çalışmaları, takvim oluşturma, maliyet tahmini, ekonomik analiz ve mali yapılandırma, sözleşme stratejisi geliştirme ve risk değerlendirmeleri, teklif şartnamelerinin hazırlanması ve güncel Avrupa İşletmecileri Gerekleri (EUR) ile UAEA gereklerine uygun bir şekilde tekliflerin kapsamlı değerlendirmeleri olmak üzere birçok alanda hizmet sağlama konusunda engin bir deneyime sahiptir.

1.3.4.2 InterRAO-WorleyParsons LLC

InterRAO-WorleyParsons LLC (IRWP), Rus enerji holdingi JSC InterRAO UES ve WorleyParsons EA Holdings Pty Limited mühendislik şirketinin ortak girişimi olarak 2010 yılında kurulmuş bir Rus Şirketidir. IRWP, Rusya ve yurtdışında nükleer ve termik santrallerinin yanı sıra kömür- kimya tesislerinin inşaatı ve yenilenmesi için mühendislik, danışmanlık ve yönetim hizmetleri sunmaktadır.

IRWP Şirketi'ne, nükleer güç santrallerinin inşaatı için mühendislik ve yönetim hizmetlerinin alanında yetkilendirilmesi amacıyla, Rus Çevre, Teknoloji ve Nükleer Denetim Federal Ajansı (ROSTECHNADZOR) tarafından nükleer güç santrallerinin inşaatı ve İşleticilere hizmet sağlama kapsamında ЦО-02-101-6907 No'lu ruhsat verilmiştir.

Proje Danışmanlarına hizmet desteğini sağlamak amacıyla WPNS tarafından istihdam edilen taşeron şirketler aşağıda sıralanmıştır:

Paul C. Rizzo Associates Inc, Fugro Oceansismica S.p.A., Anadolu Jeofizik Mühendislik Hizmetleri Ltd.Şti., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Geopet Jeolojik Jeoteknik Etütler Maden Petrol Arama Ltd. Şti., Dokay-CED Çevre Mühendisliği Ltd. Şti. Mühendislik etütlerinin ana paydaşları olan şirketlerle ilgili detaylı bilgiler aşağıda verilmektedir.

1.3.5 BAŞVURU SAHİBİ ADINA TESİS ÇALIŞMALARI YAPAN KURULUŞLAR

2011 yılında, JSC Atomenergoproekt, ENVY Enerji ve Çevre Yatırımları A.Ş (ENVY), JSC WorleyParsons Nuclear Services ve alt yüklenicileri Paul C. Rizzo Associates (RIZZO), Fugro Oceansismica (FUGRO), Anadolu Jeofizik Mühendislik Hizmetleri Ltd.Şti.ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Akkuyu NGS Sahası ve Saha bölgesinde Başvuru Sahibi adına öncelikli mühendislik etütlerini tamamlamışlardır.

JSC Atomenergoproekt, mühendislik etüt çalışmalarında yer almış, yüklenicilerin faaliyetlerini koordine etmiş, ENVY ile diğer Türk alt yükleniciler tarafından yürütülen çalışma sonuçlarının teknik denetimini/analizini gerçekleştirmiştir. Projenin Genel Yüklenicisi, bu faaliyet için gerekli yetkileri JSC Atomenergoproekt şirketine vermiştir.

ENVY'nin, Akkuyu NGS Sahası ve Sahanın bulunduğu bölgede sözleşme kapsamında yürüttüğü mühendislik etütlerine ilişkin işlerin kapsamı aşağıdaki gibidir:

- Mühendislik-Jeodezi Etütleri;
- Mühendislik-Jeolojik Etütleri (Yüzey ve Sondaj Jeofiziksel Etütler);
- Sismolojik ve Sismotektonik Etütler;
- Hidro-Meteorolojik Etütler;
- Mühendislik- Çevre ve Ekolojik Etütler (Deniz/Yüzey Hidrolojisi);
- Antropojenik Şartların Değerlendirilmesi.

ENVY, aşağıda belirtilen Akkuyu NGS Sahasında mühendislik etütlerinin kapsamındaki işler için diğer Türk kuruluşlarını da istihdam etmiştir:

- TOKER/Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) - Sondaj-Kazma İşleri/Mühendislik Jeolojisi;
- BELİRTİ / BAYAR –Yüzey Jeofiziksel İş/Sondaj Jeofiziksel İşler;
- KANDİLLİ Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü - Sismolojik ve Sismotektonik Çalışmalar;
- DERİNSU Underwater Engineering- Deniz Hidroloji Çalışmaları;
- ELİTE/Hacettepe Üniversitesi - Meteorolojik ve Aerolojik Çalışmalar;
- DÜZEN/TAEK Laboratuvarları – Toprak ve Su Numunesi Analizi.

WorleyParsons alt yüklenicileri olarak, RIZZO, sözleşmeleri kapsamındaki Saha ve bölgedeki mühendislik etüt ve değerlendirmelerine ilişkin çalışmalar gerçekleştirmiştir:

- Sismik tehlikenin UAEA SSG-09'a uygun olarak yeniden değerlendirilmesi;
- Diğer doğal dış olayların (tsunami ve şiddetli rüzgarlar hariç sel taşkınları) UAEA SSG-18 (2011)'e uygun bir şekilde yeniden değerlendirilmesi;
- İnsan kaynaklı dış olayların yeniden değerlendirilmesi;
- Acil durum planlamasının (radyolojik çevresel etki dahil) uygulanabilirliği dahil atmosferik salımlar ve sıvı deşarjlar açısından arazi koşullarıyla ilgili olarak nüfus için dış alan gereklerinin değerlendirilmesi.

FUGRO ve Anadolu Jeofizik, kıyı açıklarında fay kabiliyetiyle ilgili olarak Saha uygunluğunun teyidi amacıyla Sahadan 15 km'lik yarıçapta bir ağ üzerinde kıyı jeofiziksel araştırmalar gerçekleştirmiştir. Sahanın güney batısında kıyı açıklarında daha önce yapılan araştırmalarda tespit edilen şüpheli faya özel bir önem verilmiştir.

ODTÜ - İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kıyı ve Liman Mühendisliği Laboratuvarı, tsunami tehlikesinin yeniden değerlendirilmesi için Akkuyu NGS Saha çalışmalarını UAEA SSG-18 (2011)'e uygun bir şekilde gerçekleştirmiştir.

1.3.5.1 “Atomenergoproekt” JSC

JSC Atomenergoproekt, 1951 yılından beri eski Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği, Rus Federasyonu ve yurtdışında nükleer güç tesislerinin inşaatı, işletmeye alınması ve işletilmesi için kompleks tasarım ve tasarımcı denetimi alanlarında ciddi bir deneyime sahip Rus tasarım, etüt ve bilimsel araştırma enstitüsüdür.

JSC Atomenergoproekt, diğer bilim, araştırma, tasarım ve mühendislik kuruluşlarının işbirliği ile NGS'nin Genel Tasarımcısı görevini yerine getirmekte ve enerji makine ve ekipman imalatçılarının teknik şartnamelerini hazırlamaktadır. Bunun yanı sıra, JSC Atomenergoproekt, Sahada mühendislik etütlerinin yapılması ve NGS tasarımı geliştirmenin yanı sıra inşaat ve montaj işleri, ekipman ve malzemelerin tedariki ve proje yönetimi gibi fonksiyonlarını üstlenerek Akkuyu NGS için referans santral olan Novovoronezh NGS-2 inşaatı (AES-2006 tasarımı) için olduğu gibi Genel Yüklenici görevleri konusunda da geniş bir deneyime sahiptir.

JSC Atomenergoproekt mühendislik etütlerinin onaylanması için aşağıda belirtilen ruhsatlara sahiptir:

- Jeodetik etüt çalışmaları için Rusya Federal Jeodezi ve Haritacılık Ajansı tarafından verilen doküman MOG-07045G (- 6 Ağustos 2014 tarihine kadar geçerlidir);
- Haritacılık faaliyetleri için Rusya Federal Jeodezi ve Haritacılık Ajansı tarafından verilen doküman MOG-07046G (6 Ağustos 2014 tarihine kadar geçerlidir);

JSC Atomenergoproekt geçerlilik tarihi ve uluslararası geçerliliğe sahipSRO-I-002-00022/1-10112010 No'lu "Soyuzatomgeo” Özerk Kuruluş sertifikasına sahiptir. Bu sertifika, bina zemini ve yapı temellerinin incelenmesi kapsamında her türlü jeodezi, jeoloji, hidro-meteoroloji, ekoloji, jeoteknik mühendislik etütleri ve çalışmalarını yürütüme yetkisini verir.

JSC Atomenergoproekt Kalite Yönetim Sistemi sertifikasyonunu tamamlamıştır:

- TÜV SÜD Management Service GmbH (Almanya) belgelendirme kuruluşu, JSC Atomenergoproekt’in, mühendislik etütleri, bilim ve araştırma, tasarım ve mühendislik, yol verme çalışmaları, nükleer ve diğer güç santralleri ve inşaat sahalarına ekipman tedarikinde Kalite Yönetim Sistemini uyguladığına dair sertifika vermiştir. Denetimin

bir sonucu olarak (Rapor No 70004173) ISO 9001:2008 gerekliliklerinin karşılandığına dair onay alınmıştır. 1210013667 TMS Seri Numaralı sertifika verilmiştir;

- Rusya Federal Teknik Düzenleme ve Metroloji Kurumu, nükleer enerji tesisleri, elektrik ve termal tesisler ve diğer enerji tesislerinde tedarik, işletmeye alma işleri dahil etüt, bilim ve araştırma, tasarım ve mühendislik işleri, mühendislik hizmetleri ve inşaat çalışmalarının yürütülmesi için geçerli olan "Atomenergoproekt" JSC Kalite Yönetim Sisteminin GOST R ISO 9001-2008 (ISO 9001:2008) gerekliliklerini karşıladığını onaylamıştır. ROSS RU.FK41.K00029 Seri Numaralı sertifika verilmiştir.

1.3.5.2 ENVY Enerji ve Çevre Yatırımları A.Ş.

ENVY Enerji ve Çevre Yatırımları A.Ş. adlı Türk Şirketi, enerji ve çevre alanlarında mühendislik, danışmanlık ve denetim hizmetleri sağlamak amacıyla 1999 yılında Ankara'da kurulmuştur. ENVY, deneyimli kadrosuyla, birçok ulusal ve uluslararası şirketin işbirliğiyle kısa bir sürede dünya çapında bilinen projelerin altına imzasını atmıştır.

Türkiye'nin önde gelen mühendislik ve danışmanlık şirketlerinden biri olarak, ENVY Enerji ve Çevre Yatırımları A.Ş. aşağıdaki alanlarda hizmet sağlayan çok sayıda prestijli projelerde yer almıştır:

- Elektrik Piyasası Hizmetleri;
- Doğal Gaz ve Boru Hattı Mühendisliği;
- Çevre Mühendislik ve Danışmanlık Hizmetleri;
- Coğrafi Bilgi Sistemleri Hizmetleri;
- Lisanslar;
- Yer Bilimleri.

ENVY aşağıdaki kalite, çevre ve sağlık ve güvenlik sistemi sertifikalarına sahiptir:

- ISO 9001:2000 – Kalite Yönetim Sistemi;
- ISO 14001 – Çevre Sistemi Belgesi;
- OHSAS 18001 - İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistem Belgesi.

ENVY ayrıca aşağıdaki sertifikalara sahiptir:

- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından verilen Yapım ve Hizmet Sertifikası;
- Yüksek basınçlı doğal gaz boru hatları için mühendislik ve danışmanlık çalışmalarını gerçekleştirme yeterliliğini gösteren ve BOTAŞ tarafından verilen Sertifika;
- Çevre ve Ormancılık Bakanlığı tarafından verilen ÇED Yeterlik Belgesi.

Ayrıca, ENVY, aşağıda sıralanan Mühendislik Odaları tarafından verilmiş Serbest Mühendislik Müşavirlik Büro Tescil Belgelerine sahiptir:

- Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Makine Mühendisleri Odası;
- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası;
- TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası;
- TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası;
- TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası;

1.3.5.3 Paul C. Rizzo Associates

Paul C. Rizzo Associates (RIZZO), barajlar ve su kaynakları, elektrik üretimi sektörü, tünel açma, madencilik ve inşaat mühendisliği ile yer bilimleri kapsamındaki diğer alanlarda uzmanlığa sahip 1984 yılında kurulmuş bir Amerikan şirketidir.

RİZZO, 25 yılı aşkın bir süre , aşağıdaki alanlarda hizmet sunarak dünya çapında benzersiz, zorlu ve özel bir teknik donanım gerektiren projelerde yer almıştır:

- İnşaat Mühendisliği Tasarımı;
- İnşaat Yönetimi;
- Nükleer Güç Santrali Saha Çalışmaları;
- Sismik ve Özel Yapılar;
- Çevre, Jeoteknik, Jeofizik & Sismoloji;
- Jeoloji & Hidrojeoloji;
- Hidroloji ve Hidrolik Mühendisliği.

RIZZO, şirketleri bünyesinde ISO 9001:2008 ve ISO 14001:2004 standart gereksinimlerini karşılamaktadır .

Nükleer alanda RİZZO; AREVA, Westinghouse, MHI, Sargent & Luncy ve PBMR gibi şirketler ile Ameren Missouri, UniStar Nuclear Energy, ve Birleşik Arap Emirlikleri'ndeki the Emirates Nuclear Energy Corporation (ENEC) gibi işletmeci kuruluşlara a nükleer güvenliğe ilişkin analiz ve tasarım hizmetleri sunan onaylı bir tedarikçidir.

1.3.5.4 Fugro Oceansismica S.p.A.

Fugro Oceansismica S.p.A. (FUGRO) başta Akdeniz, Kafkaslar, Kızıl ve Karadeniz bölgeleri üzerinde uzmanlaşmış, Avustralya ve Antartika hariç tüm kıta sularında 30 yıldan uzun bir süre açık deniz petrol arama ve alan geliştirmesini destekleyen bir İtalyan şirketidir.

Fugro faaliyetlerini kıyıda, açık denizde ve havadan dünya çapında gerçekleştirmektedir ve öncelikli olarak petrol ve gaz , inşaat , madencilik sektörleri ile kamu sektörüne üç alanda hizmetler sunmaktadır: Jeoteknik, Etüt ve Jeoloji Bilimleri.

FUGRO, ISO 9001:1008, OHSAS 18001:2007 ve ISO 14001'ye uygun olarak Kalite ve İş Sağlığı ve Güvenliğine ilişkin Bütünleşik bir Yönetim Sistemini geliştirmiş ve uygulamıştır.

1.3.5.5 Anadolu Jeofizik

Anadolu Jeofizik, baraj inşaatı, nükleer enerji tesisleri, konut ve ticari tesislerin yapım sahalarında jeoteknik saha etütlerine ilişkin hizmetler sunmak üzere 2001 yılında kurulmuş bir Türk şirketidir. Jeofizik verilerinin yorumlanmasında ve aktif kırıkların varlığından şüphelenildiği bölgelerde fay kırıklarının değerlendirilmesi konusunda uzman kuruluştur.

1.3.5.6 Orta Doğu Teknik Üniversitesi

ODTÜ - İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kıyı ve Liman Mühendisliği Laboratuvarı, eğitim ve araştırma programları için deneysel tesisler sağlar (ocean.ce.metu.edu.tr).

ODTÜ Kıyı ve Liman Mühendisliği Laboratuvarının başlıca araştırma alanları; rüzgar dalgaları, gelgit dalgaları ve akıntılarının oluşumu ve dönüşümü, geçmişteki dalga verilerinin kullanılarak geçmişe ait dalga karakteristiklerinin tahmini, dalga istatistiği, dalga kuvvetleri, tsunami, dalga-yapı etkileşimi sorunları, kıyı yapılarının tasarımı, liman planlama ve tasarım, kıyı kirliliği, kıyı sedimantasyonu, açık deniz mühendisliği, bütünleşik kıyı alanı yönetimi, deniz seviyesinin yükselmesi ve deniz tehlikelerinden oluşmaktadır.

ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, 1994 yılında ABET (Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Kurulu) tarafından akredite edilmiş ve her 5 yılda bir yenilenmiştir. Laboratuvarda tsunami tehlike analizi konusunda yetkili profesör, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansında bilirkişi olarak birçok nükleer enerji tesisi projesi için danışmanlık ve eğitim hizmetleri sağlamıştır.

1.4 REAKTÖR TİPLERİ ARASINDA SEÇİM HAKKINDA BİLGİLER

1976 yılında hazırlanan yer raporu [1/6] kapsamında, AKKUYU NGS tesisi için basınçlı su reaktörleri (PWR), kaynar su reaktörleri (BWR) ve basınçlı ağır su reaktörleri(PHWR veya CANDU) üreticileri arasında herhangi birine ait teknolojiyi seçme olanağı öngörülmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti ile Rusya Federasyonu hükümetleri arasında Akkuyu NGS inşaatı ve işletimine ilişkin 12 Mayıs 2010 tarihli iki taraflı antlaşma [1/1] uyarınca, üçüncü nesil AES-2006 tasarımı VVER-1200 reaktör tipi seçilmiştir. VVER reaktörleri, nötron yavaşlatıcısı ve soğutucu olarak hafif suyun kullanıldığı hafif su reaktörleridir. VVER reaktörü, dünyadaki en güvenli reaktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Nükleer sektörün tüm tarihi boyunca Rusya, Ukrayna, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Macaristan, Doğu Almanya, Finlandiya, Hindistan, Ermenistan ve Çin'de 50'den fazla VVER tipi reaktör inşa edilmiştir.

AES-2006 tasarımı VVER-1200 tipi reaktörler, sahip oldukları modern teknoloji, ekonomik verimlilik ve yüksek güvenlik seviyesi sayesinde modern güç santrali konseptini ortaya koymaktadır.

AES-2006 tasarımı, NGS güvenlik ilkesinin evrimsel gelişiminin bir sonucudur. Akkuyu NGS güvenliği, iyonlaştırılmış radyasyon ve radyoaktif maddelerin çevreye salımını önlemek için çoklu bariyer sisteminin yanı sıra bariyerlerin hizmet verme kabiliyeti ve personel ile yerel nüfusun korunması için teknik ve organizasyonel tedbirleri kapsayan derinlemesine savunma konseptinin beş seviyesini tatbik etmek suretiyle temin edilir.

Akkuyu NGS tasarımı için referans santral olarak VVER-1200 reaktörlü Novovoronezh NPP-2 tasarımı seçilmiştir.

Akkuyu NGS tasarımı, Akkuyu NGS Projesi için Lisanslama sürecinde esas alınacak Mevzuat, Kılavuz ve Standartlar[1/10], EUR ve UAEA tarafından belirlenen NGS güvenlik gereklerine uygun olarak hazırlanmıştır.

VVER-1200, 3200 MW termal güce sahip dört dolaşım devreli basınçlı su reaktörüdür. Her bir NGS ünitesinin anma gücü yaklaşık olarak 1198 MW'a (brüt) eşittir [1/8].

Tasarıma esas kaza ve tasarım ötesi kazalar için amaçlanan koruyucu güvenlik sistemleri aktif ve pasif fonksiyonlarla donatılmıştır. Güvenlik sistemi tasarımı; tek arıza ilkesi, ayırım, fiziksel ayırım, pasiflik ve yedeklik ilkelerine dayanmaktadır.

AES-2006 tasarımında iki koruma seviyesi öngörülmektedir. Birincil (iç) koruma kabı (binası) öngerilmeli betonarmeden ve ikincil koruma (dış) kabı ise döküm betonarmeden yapılmaktadır. Birincil koruma kabının tabanında, ağır kaza yönetimi için tasarlanmış bir kor tutucu bulunmaktadır.

Santral, normal işletim , öngörülen işletme sorunları ve tasarıma esas kazalar sırasında çevre üzerindeki radyasyon etkisinin, yasal sınırlarının altında ve mümkün ve makul olan en düşük seviyede tutulacak şekilde tasarlanmaktadır. Normal işletim sırasında, bacadan gaz-aerosol salınımları çevreye radyonüklit salınımlarının kaynağı olup herhangi bir işletme modu için izin verilen sınırları aşmayacaktır.

VVER-1200 reaktör tipi santralin tasarım esası, geliştirilmiş VVER teknolojisine dayanmaktadır.

AES-2006 ünitesinin temel teknik özellikleri, Tablo 1/1'de [1/8] verilmektedir:

- ana ekipmanın 60 yıllık hizmet ömrü;
- kanıtlanmış teknik çözümlerin maksimum kullanımı;
- 2 kanallı aktif güvenlik sistemleri;
- güç kaynağı ve operatör müdahalesi olmadan işleyen pasif güvenlik sistemleri;
- reaktör kalbi ve yakıt havuzundan acil durum ısı çekişi.

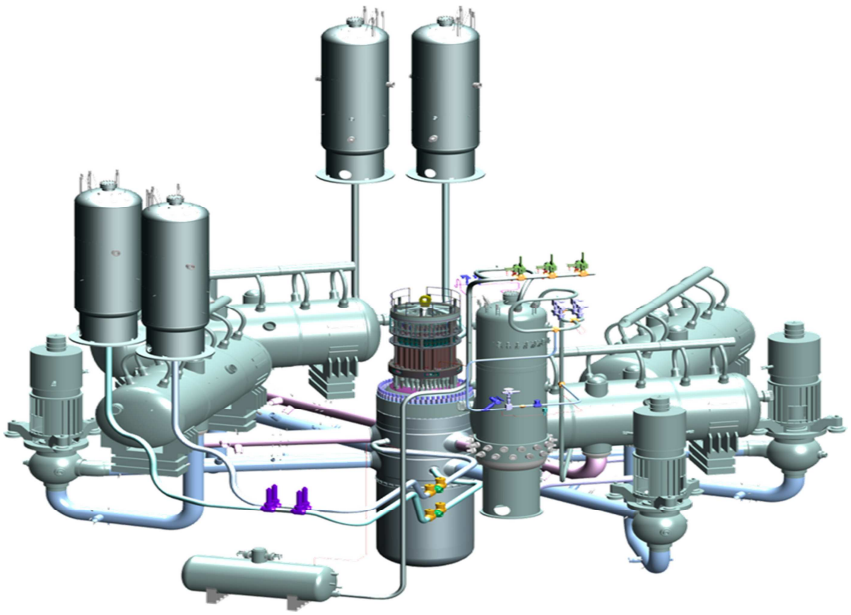
Tablo 1/1 – AES-2006 ünitesinin temel teknik özellikleri

№	Parametre	Değer
1	Reaktör santralinin hizmet ömrü, yıl	60
2	Reaktörün minimum termal gücü, MW	3200
3	Min. Kapasitesi, MW	1200
4	Reaktör dolaşım devre sayısı	4
5	Ana devre parametreleri:	
	Çekirdek çıkışında soğutucu basıncı, MPa (abs.)	16.2 ± 0,3
	reaktör girişinde soğutucu sıcaklığı, oC	298.2 +2-4
	reaktör çıkışında soğutucu sıcaklığı, oC	328.9 ± 5
	çevrimin “soğuk kısmında” soğutucu akışı, m3/h	21500 ± 1000
	reaktörde soğutucu akışı, m3/h	86000 ± 2900
6	U-235 izotopu için ortalama yakıt zenginleştirme oranı, %	3.6
7	Yakıt ikmali aralığı, ay	12
8	Reaktör çekirdeğinde yakıt çevrim süresi, yıl	4
9	Reaktör çekirdeğinde yakıt demeti (FA) sayısı	163
10	Koruma kabı türü:	

№	Parametre	Değer
	birincil (iç) koruma kabı ikincil (dış) koruma kabı	çelik astarlı ön gerdirmeli betonarme döküm betonarme
11	Birincil koruma kabının iç çapı, m	44

VVER-1200 tipi reaktör santraline sahip AES-2006 ünitesinin (Figure 1/2) ana ekipmanları aşağıdaki bileşenleri [1/8] içermektedir:

- Basınçlı Su Reaktörü VVER-1200:
- Dört yatay buhar jeneratörü PGV-1000MKR;
- Dört reaktör soğutucu pompa ünitesi GTsNA-1391;
- Basınçlandırıcı ve ECCS Hidrolik akümülatörlere sahip dört dolaşım devresi;
- Alternatif akım jeneratörüne sahip buhar türbin tesisi.



Şekil 1/2 – VVER-1200 Reaktör Tipi Santralinin Ana Ekipmanı

Reaktör, buhar jeneratörleri ve ana devrenin diğer ekipmanları, çift donatılı betonarme koruma kabının içinde yer almaktadır. Çift koruma kabı aşağıdakileri içermektedir:

- Kaza lokalizasyon alanındaki ortamın acil durum parametrelerine dayanacak şekilde tasarlanmış öngerilmeli betonarmeden yapılmış birincil koruma kabı ;
- Doğal ve insan kaynaklı dış etkilere karşı koruma sağlamak ve kaza sırasında birincil koruma kabından radyoaktif sızıntılarının lokalizasyonu ve filtrelenmesi için koruma kapları arasında halka şeklinde sızdırmaz ara boşluğu izole etmek için tasarlanmış döküm betonarmeden yapılmış ikincil koruma kabı.

Günümüzde, AES-2006 tasarımı, Rusya'daki Novovoronezh NGS-2 Sahası, Baltic NGS Sahası ve Leningrad NGS-2 Sahasında yeni güç ünitelerinin yapımında bir esas alınmaktadır. Bu tasarımlar arasındaki ana fark, güvenlik sistemlerinin konfigürasyonudur.

1.5 AKKUYU NGS İÇİN YERLEŞİM PLANI ALTERNATİFLERİ

Akkuyu NGS yerleşim planı, VVER-1200 reaktörlerine sahip dört güç ünitesi için geliştirilmiştir. Önerilen santral için konum seçilirken, NGS'nin sahada iki yerleşim alternatifi değerlendirilmiştir [1/8].

Kullanma suyu sisteminde soğuk su alımı ve sıcak su deşarjını optimize etmek amacıyla iki tepe arasında bulunan sahanın güney doğu kesimindeki NGS yerleşim alternatifi düşünülmüştür. Bu alternatif, büyük miktarlarda kaya/toprak kazı çalışması gerektirmektedir. Mevcut alanın deniz seviyesinden yüksekliği 140 metre olduğundan dolayı, bu alandaki kazı kapasitesi NGS'nin güney batı konumu için belirlenen tesviye yapılacak arazinin kazı çalışmaları kapasitesinden birkaç kat daha yüksek olacaktır. Ayrıca, elektrik nakil hattı koridorları ve baca salınımlarına ilişkin dağılımının ayarlanması ile bağlantılı olarak şevler ve yağmur suyu tahliyesiyle ilgili bazı sorunlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle, olabilecek en iyi çözüm, NGS ünitelerini Akkuyu körfezindeki sahanın güney batı kısmına yerleştirmektedir.

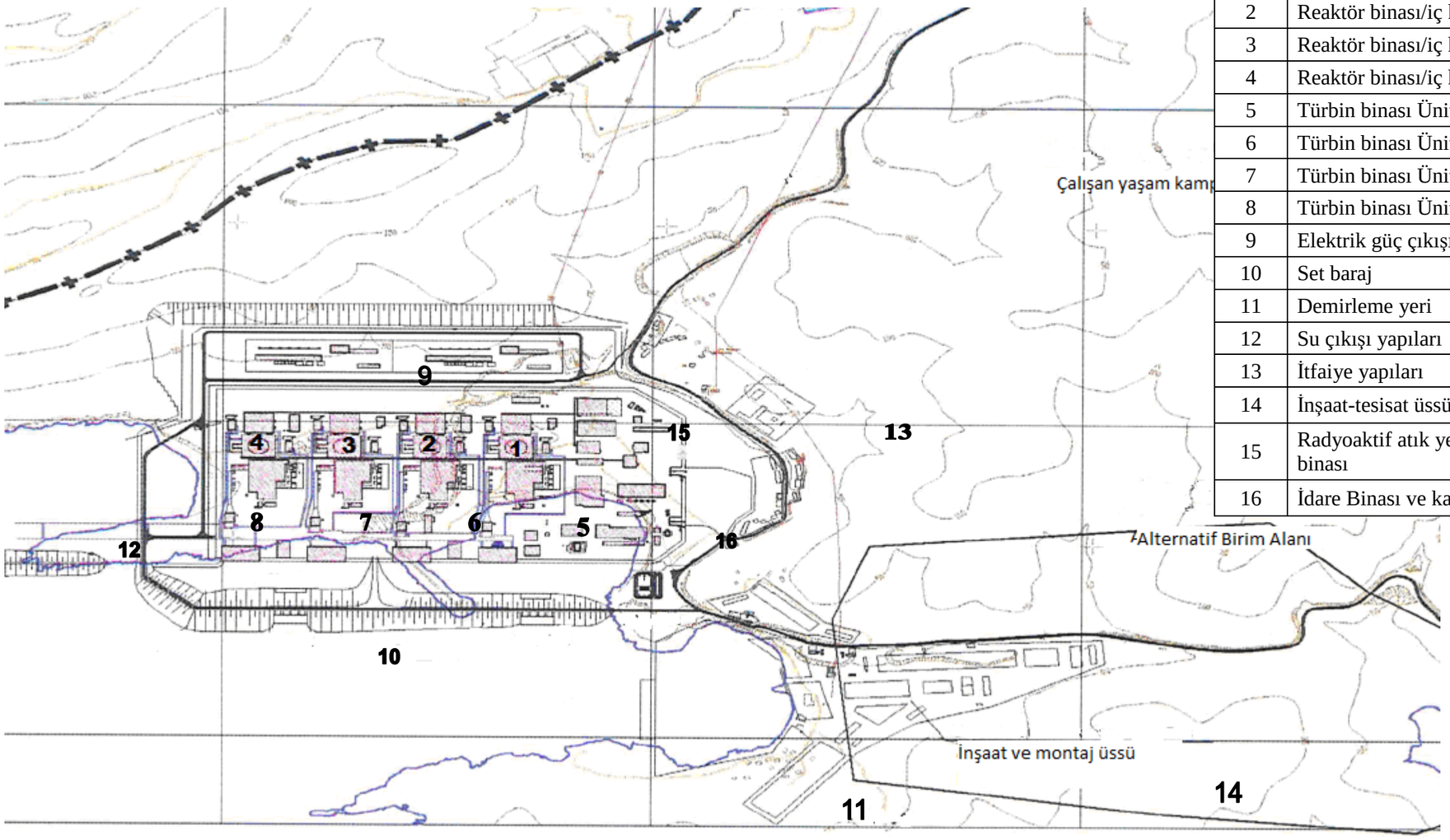
NGS üniteleri ve yardımcı binaların yerleşim planının iki alternatifi de, sahanın güney batı kısmındaki NGS'nin yerleşim opsiyonunun değerlendirilmesi esnasında düşünülmüştür. NGS üniteleri ve yardımcı binalarının temel yerleşim planı, ana girişin santralin doğu kısmındaki ana ulaşım yolu tarafından olmak suretiyle, dört güç ünitesinin doğudan batıya doğru yerleştirilmesini öngörmektedir. Söz konusu yerleşim planına göre , Ünite 1 ve 2, halihazırda düzleştirilmiş arazide yer alacak ki bu da inşaat öncesi hazırlık dönemini önemli ölçüde kısaltabilir.

NGS'nin ikinci alternatif yerleşim planı, NGS'nin ortak binalarının, yapılarının ve santrale bitişik alanın, santralin batı tarafında kalacak şekilde, güç ünitelerinin batıdan doğuya doğru konumlandırılmasını öngörmektedir.

İkinci alternatif yerleşim planının en önemli eksikliği, NGS'in batı kısmındaki kısıtlı koşullardır. Ortak santral binaları, yapılar ve aralarındaki iletişim koridorları için alanı önemli düzeyde sınırlandıran batıya doğru uzanan dört servis suyu deşarj kanalları bulunmaktadır. Ayrıca, Ünite 1'in yol verme kompleksine dahil edilmesi gereken atık bertaraf sahası için uygun alanın da bu konumda ayrılması mümkün değildir. İkinci alternatif yerleşim planı, Ünite 1 ve 2'nin, yüksekliği 54 metreye ulaşan ufak tepelerden oluşan zemini hazırlanmamış bir araziye yerleştirilmesini öngörmektedir.

NGS'nin ikinci alternatif yerleşim planı, Ünite 1 ve 2'nin işletilmesi sırasında santrale bitişik alana makul bir erişime sahip değildir. Bu durumda, otobüsler, inşa edilmekte olan Ünite 3 ve 4'ün güç çıkışı için yapı kompleksi ve iletim hatlarından geçecektir.

Yukarıdaki gerekçelerden dolayı, tasarımın geliştirilmesi için dört ünitenin doğudan batıya doğru konumlandırılmasını öngören Akkuyu NGS'nin genel yerleşim planı benimsenmiştir.
NGS'nin genel yerleşim planı Şekil 1/3'te gösterilmektedir.



№	Yapı adı
1	Reaktör binası/iç koruma Ünite 1
2	Reaktör binası/iç koruma Ünite 2
3	Reaktör binası/iç koruma Ünite 3
4	Reaktör binası/iç koruma Ünite 4
5	Türbin binası Ünite 1
6	Türbin binası Ünite 2
7	Türbin binası Ünite 3
8	Türbin binası Ünite 4
9	Elektrik güç çıkışı için yapı kompleksi
10	Set baraj
11	Demirleme yeri
12	Su çıkışı yapıları
13	İtfaiye yapıları
14	İnşaat-tesisat üssü
15	Radyoaktif atık yeniden işleme ve depolama binası
16	İdare Binası ve kantin

Şekil 1/3 – Genel Vaziyet Planı

REFERANS LİSTESİ

1/1 Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti Arasında Türkiye Cumhuriyeti'nde Akkuyu NGS Sahası'nda Nükleer Bir Güç Santralinin Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Antlaşma, 12.05.2010

1/2 19.12.1983 tarih ve 18256 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük, TAEK

1/3 21.03.2009 tarhi ve 27176 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Nükleer güç Santrali Sahalarına İlişkin Yönetmelik, TAEK

1/4 GK-GR-01 kod ve sayılı Nükleer Güç Santralleri İçin Yer Raporu Biçim ve İçeriği Kılavuzu, Rev. 1, yayım tarihi 10.12.2009, TAEK

1/5 Akkuyu NGS Yer Lisansı Geçerlilik Koşulları, 13.10.2011 tarih ve 14074 sayılı TAEK Yazısı

1/6 Revize Yer Raporu, NED-I-16, Nisan 1976, Türkiye Elektrik Kurumu

1/7 Akkuyu NGS Üniteleri 1, 2, 3 ve 4. Tasatım öncesi çalışmalar. Akkuyu NGS Sahası'nda Öncelikli Mühendislik Etütleri. Araştırma 4, Ruhsat Alımı İçin Yeterli Miktarda Mühendislik Etüt Materyallerinin Hazirlanması. 4.1 Öncelikli Etütlerinin Sonuçlarına Dayanan Mühendislik Etüt Materyallerinin Hazırlanması. Teknik Rapor, Öncelikli Mühendislik Etütlerinin Sonuçları: Atomstroyexport JSC, Atomenergoproekt JSC Ocak, 2012

1/8 Akkuyu NGS Üniteleri 1, 2, 3 ve 4. Tasarım Öncesi Balgeler. Atomenergoproekt, 2011

1/9 Güncellenmiş Yer Raporu Formatına İlişkin 19.01.2011 tarih ve B.15.1.TAE.0.10.01.00-120.02[ANS.31] -105-0078 sayılı TAEK Yazısı

1/10 Akkuyu NGS Lisanslama Sürecinde Esas Alınacak Mevzuat, Kılavuz ve Standartlar Listesi'ne İlişkin 08.11.2011 tarih ve B.15.1.TAE.0.10.00.00-120.02[ANS.17] -11211 sayılı TAEK Yazısı

2. COĞRAFYA VE NÜFUS

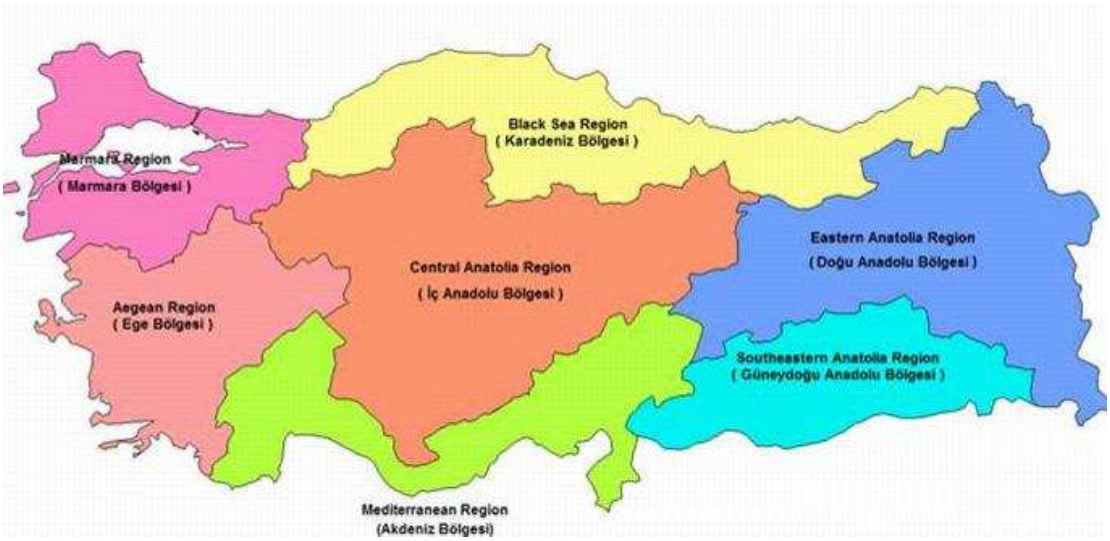
2.1 COĞRAFYA

2.1.1 KONUM

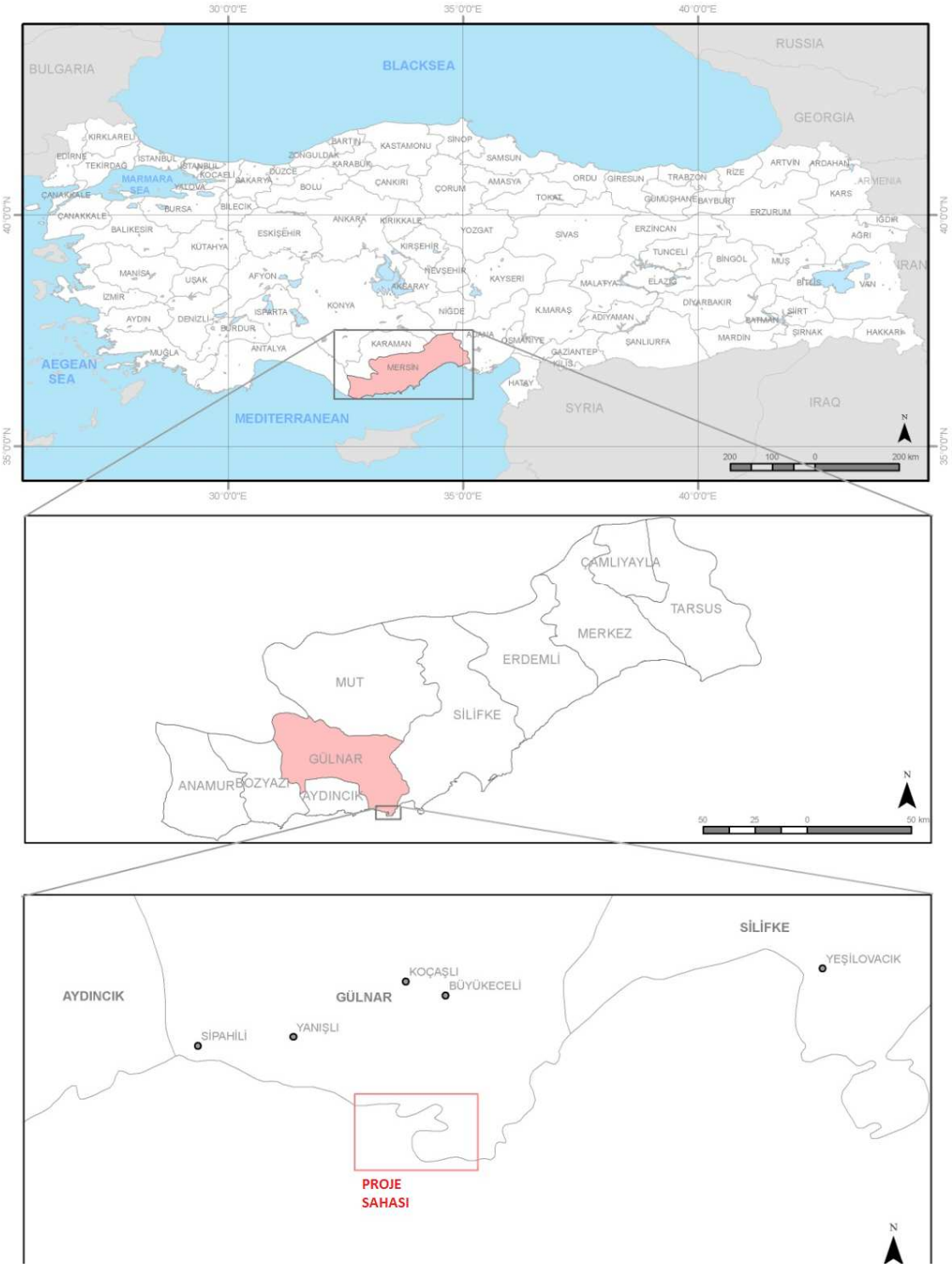
Akkuyu NGS Sahası, Türkiye'nin Güney kesimindeki Akdeniz Deniz kıyısında yarıçapı en az 3 kmye eşit bir alanda yer almaktadır. Saha merkezinin Coğrafi Koordinatları 36°08′ n.l. ve 33°32′ e.l.'dir.

Akkuyu NGS Sahası, Suriye sınırının yaklaşık 250 km batısında ve Kıbrıs Adasının yaklaşık 90 km kuzeyinde bulunmaktadır.

Çalışma bölgesi, Gülnar Belediyesi (Gülnar, kuzey-kuzey batı yönünde yaklaşık 25 km'lik bir mesafede ve otoyolu ile 35 km'lik bir mesafede bulunan bir ilçe merkezidir), Mersin İl (kuzey batı yönünde yaklaşık 110 km'lik mesafede, otoyol ile 140 km'lik bir mesafede bulunan bir şehir merkezidir) sınırları içindedir. Mersin İli, Türkiye'nin güney kesiminde Akdeniz kıyısı üzerinde Antalya ile Adana arasında ve Akdeniz bölgesinde bulunmaktadır (Şekil 2/1-2/2).



Şekil 2/1 – Türkiye Bölgeler Haritası



Şekil 2/2 – Akkuyu NGS Sahası'nın Konumu

2.1.2 BÖLGE VE SAHA CİVARI HARİTALARI

Akkuyu NGS Sahasının etrafı 200 m yüksekliğe kadar tepeler ile çevrilmiştir. Bu tepeler NGS sahasının doğal sınırını oluşturmaktadır. Saha, GB yönünde Aksaz ve Akkuyu-Çamalanı Koylarına bakmaktadır.

Sahanın zemin kotu deniz seviyesi üzerinde 0 ile 50 m arasında değişmektedir.

Akkuyu NGS Sahası, topografik koşullar açısından iki kısma ayrılmaktadır:

kıyı kesimi, çakıl taşlı topraklar ve kaya çıkıntıları ile açık bir alan; bölgenin eğimi 2-3º'yi aşmamaktadır;

Akdeniz çamları ve çalılıklardan oluşan orman örtüsü ile kaplı, yüzeylenen kayaların olduğu dağ etekleri, eğimler 20°'ye ulaşmaktadır.

Türk mevzuatı çerçevesinde yapılan risk değerlendirme sonuçlarına göre, 10 km yarıçaplı alanda güvenlik bölgeleri ve kontrollü alanların bulunmadığı belirlenmiştir (22.11.2011 tarih ve 965 sayılı Akkuyu NGS A.Ş. Yazısı).

Planlanan Akkuyu NGS Sahası bölgesinde büyük sanayi, ticari veya eğlence tesisleri bulunmamaktadır. Akkuyu NGS'den 30-km'lik alan içerisinde sadece taş ocakları ve civar yerleşimlerdeki ve su arıtma tesisleri bulunmaktadır. Kağıt fabrikası (SEKA) sahanın 35 km kuzey-doğusundaki Taşucu ilçesinde bulunmaktadır. Diğer sanayi işletmeleri, sahadan 80 km'den fazla uzaklıkta Mersin ve Adana arasında yoğunlaşmıştır.

NGS sahası civarında düzenli olarak sıvı deşarj veya gaz salımlarının yapıldığı askeri tesis veya yapılar bulunmamaktadır.

Akkuyu Sahası, en yakın konaklama alanı olan Hayat Moteline3,5 km mesafede, Pine Park Oteline e ise 8,14 km mesafededir. Santral sahası içerisinde doğal koruma veya doğal sit alanı bulunmamaktadır.

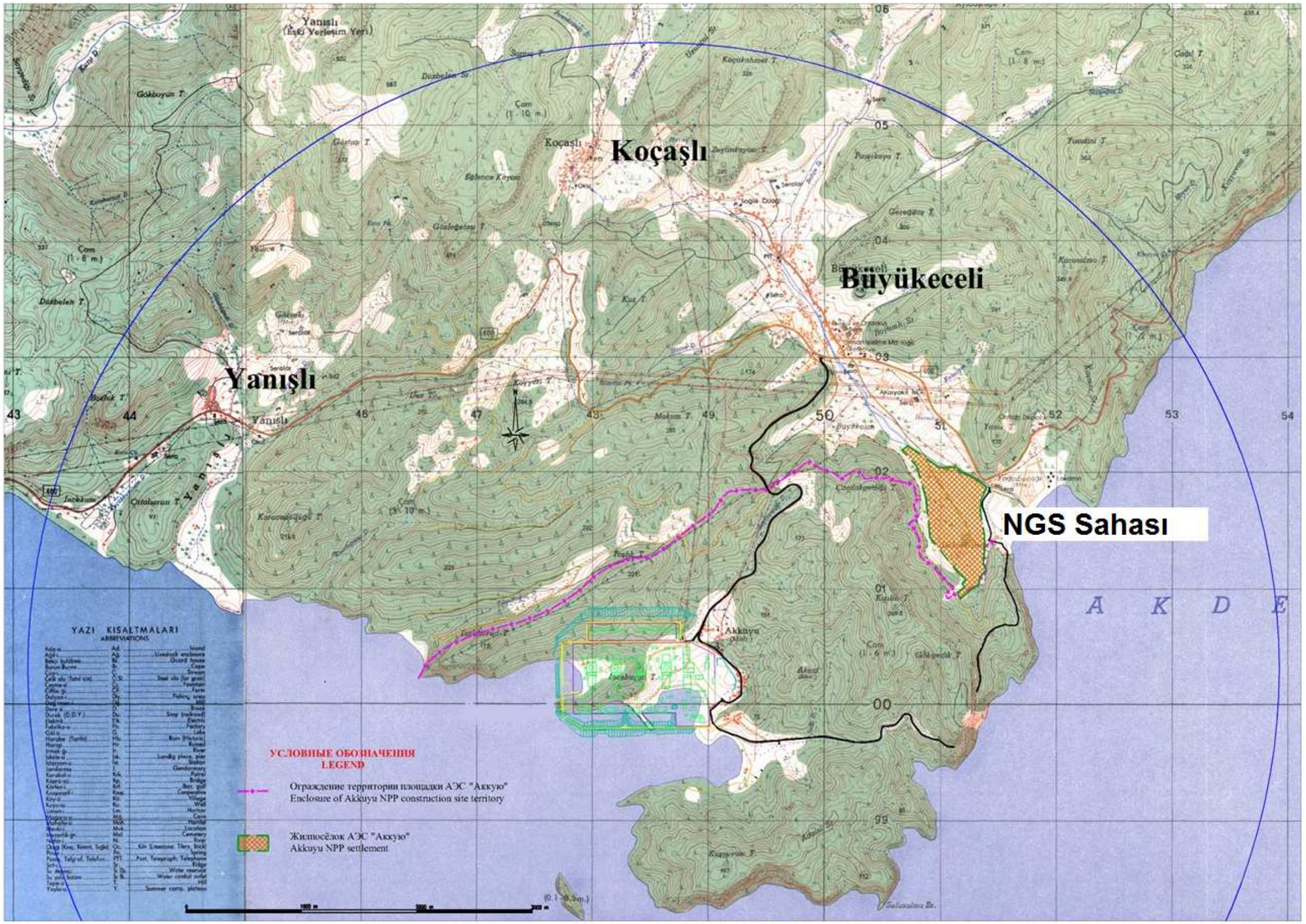
Büyük kurumuş nehir yatakları, sahanın kuzey doğusunda yaklaşık 3 km'lik mesafede Büyükeceli köyünden geçmektedir. En yakın devamlı akarsu Sipahili'dedir (Babadil deresi). Babadıl deresiDKD yönünde 7 km boyunca uzanmaktadır. Göksü Nehri, tesis sahasının 30 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır.

En yakın limanlar Mersin ve Taşucu limanlarıdır. Sahaya en yakın büyük havalimanı, yaklaşık 200 km uzakta Adana şehrinde bulunmaktadır. En yakın tren istasyonu Mersin şehrinde bulunmaktadır.

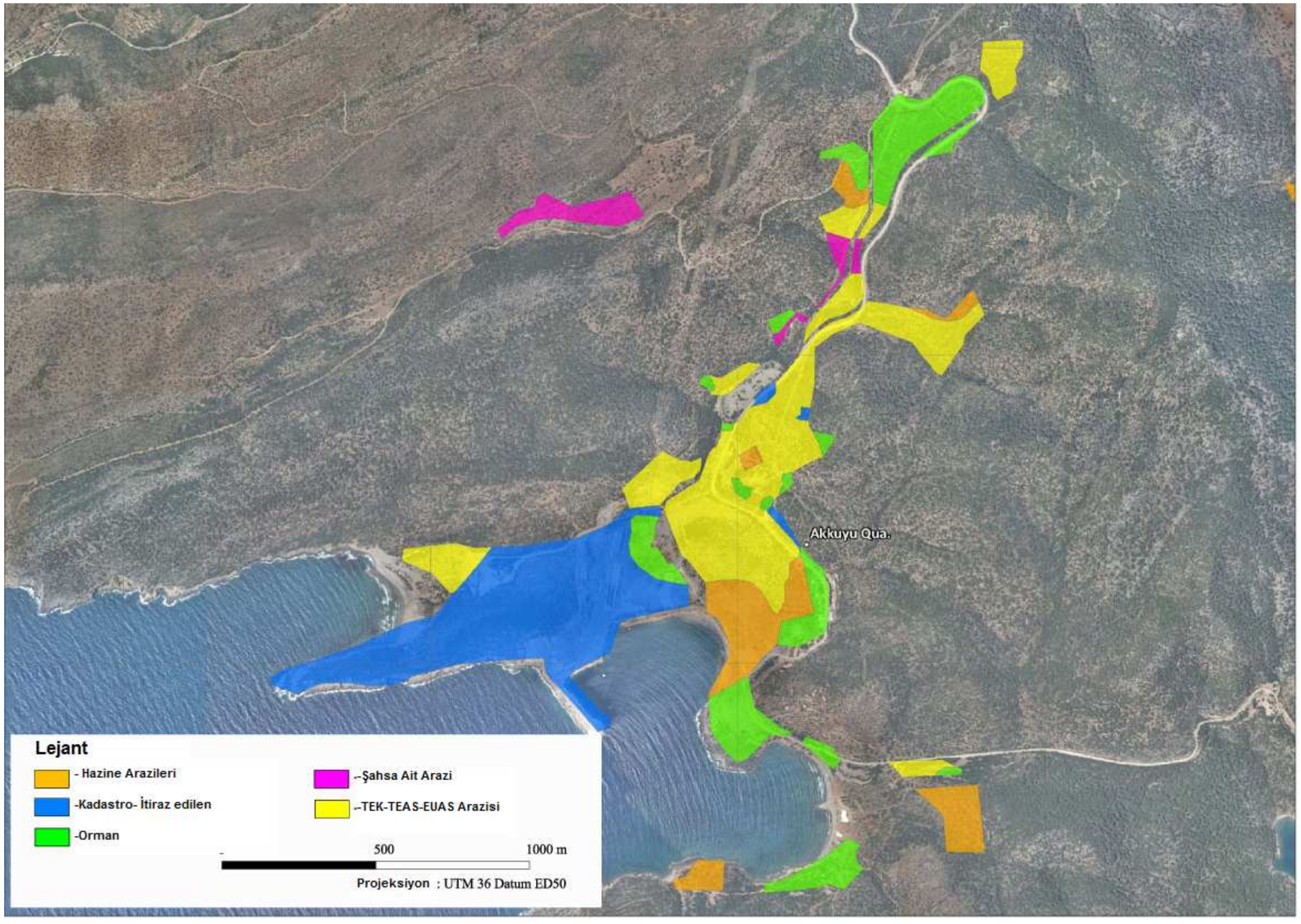
En önemli otoyolu Adana-Antalya otoyoludur. Akkuyu NGS Sahası 4,5 km’lik bir yol üzerinden bu otoyola bağlanır. Saha, Büyükeceli köyüne de bağlanır (asfalt yol üzerinden). Büyükeceli Köyü sahanın 3 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır.

1/500.000 ölçekli harita Ek A'da verilmektedir. 1/250.000 ölçekli harita Ek B'de verilmektedir. 1/10.000 ölçekli harita Ek C'de verilmektedir. Akkuyu NGS bölgesinin genel haritası, büyük yerleşimler ve düzenli deniz taşımacılığı rotaları dahil trafik yolları Şekil 2/3'de gösterilmektedir. 30-km'lik bölgedeki yerleşim yerlerine mesafeler Ek D'de verilmektedir. Saha civarının fiziki haritası Şekil 2/4'te gösterilmektedir. Şekil 2/5, kara alanlarının çizilmiş sınırları ile kadastral haritasını göstermektedir.

Şekil 2/3 - Akkuyu NGS Sahası Yerleşim Bölgesinin Genel Haritası



Şekil 2/4 – 5,4 km'lik Akkuyu NGS Sahası Civar Alanı



Şekil 2/5 – Akkuyu NGS Alanının Kadastro Haritası

Akkuyu NGS'nin planlanan yaşam alanı sahası, NGS Sahasına bitişik bölgededir. Mevcut çitler içindeki arazinin alanı 1022 ha'dır. NGS inşaat sahası alanı 225 ha'dır. TEK-TEİAŞ-EUAŞ'ın mülkiyetinde olan toplam arazi alanı 37 ha'dır. Geliştirilmiş ve kullanılan bölgeler yaklaşık 20 ha'dır.

Şekil 2/6 Akkuyu NGS Sahasının yapı ve bina yerleşim düzenini sunmaktadır.

NGS sahası alanı, kıyı şeridi boyunca sahanın güney batı kısmında bulunmaktadır. İnşaat sahasına, biri sahanın kuzey kısmından, diğeri doğu kısmından olmak üzere iki ulaşım yolu öngörülmektedir. .

Çit dahilindeki NGS sahası alanı, sınırlı erişim alanı çevresi dahil olmak üzere76 ha'dır.

Güç çıkışı yapıları kompleksinin ayrı çitlerle çevrilmiş 14 ha'lık teraslama alanı üzerinde inşaat alanının kuzey kısmında yer alması öngörülmektedir.

Personelin barınacağı yaşam alanının, sahanın 2,4 km kuzey doğusuna yerleştirilmesi planlanmaktadır. Akkuyu NGS Eğitim Merkezi, yaşam alanını sınırları içinde kurulacaktır. Şekil 2/6, işletme personelinin gelecekteki yerleşim yerinin koordinatlarını sunmaktadır.

NGS sahası genel yerleşim planı tasarımının temel şeması dört güç ünitesi için hazırlanmıştır.

Genel yerleşim şemasının mevcut versiyonunda, NGS güç ünitelerinin inşaatının doğudan batıya doğru, sahaya ana girişinin ise otoyola erişimin olduğu doğu tarafında olması öngörülmektedir. Monoblok ünitelerin NGS sahasının merkezinde konumlandırılması öngörülmektedir. Güç ünitelerinin yönü, reaktör binaları itibarıyla kuzeye doğru, türbin binalarının yönü ise deniz yönünde güneye doğru olacaktır. Üniteler arasındaki mesafeler, 215 m'ye eşit kabul edilmekte olup, üniteler arasındaki fenni ve sıhhi şebekeleri ile ulaşım hatlarının geçirilmesi ve ünitelerin yardımcı tesisler vasıtasıyla çalıştırılması için elverişli bir alan sağlar.

Yardımcı binalar ve yapılar, dört ünite için ortak olup, NGS sahasının doğu kısmında 1. Ünite'nin yan tarafında yer alacaktır.

Kontrollü geçiş binaları ve yapıları, 1 güç ünitesinin reaktör binası tarafında sahanın kuzey batı yönünde konumlandırılacaktır.

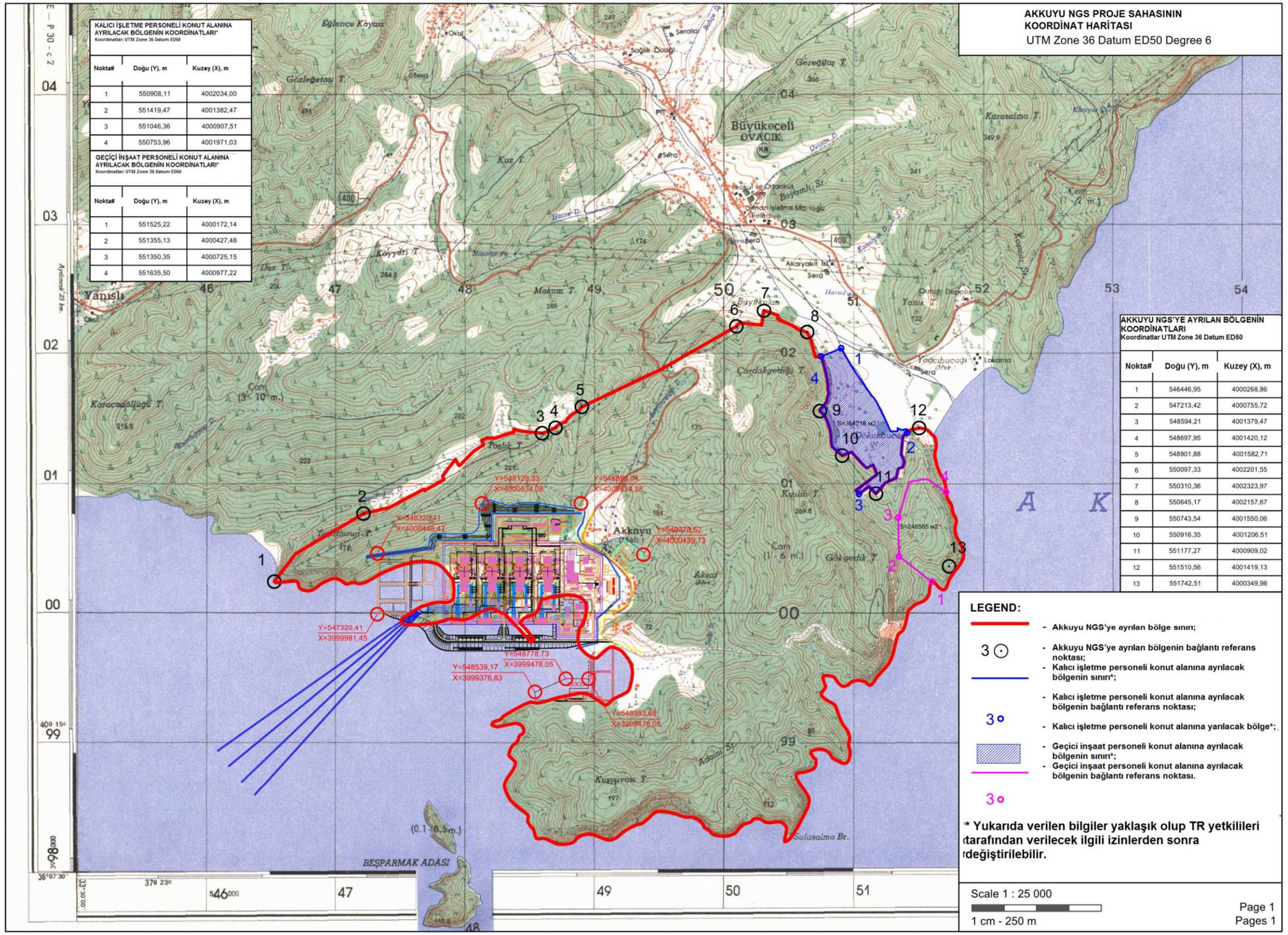
Kontrolsüz geçiş binaları ve yapıları, türbin binası tarafında NGS sahasının güney doğu kısmında yer almaktadır.

Yangın müdahale sisteminin su tankları pompa istasyonlarıyla birlikte, sahaya kullanma (soğutma) suyu varış noktasının tarafından güç çıkış yapılarının batısında yer almaktadır. Akkuyu NGS Eğitim Merkezi, sahadan 2,4 km mesafede NGS yaşam фдфтш sınırları içinde yer alacaktır.

UTM Zone 36 Datum ED50'de Reaktör Merkezlerinin Koordinat Kataloğu Tablo 2/1'de verilmektedir.

Tablo 2/1 – Reaktör Merkezleri Koordinat Kataloğu

Reaktör No.	X	Y
10UJA	548638.8	4000315.2
20UJA	548423.9	4000313.8
30UJA	548208.9	4000312.4
40UJA	547993.9	4000311.0



Şekil 2/6 –Akkuyu NGS Sahası'nın Yerleşim Planı

2.1.3 SAHA ÜZERİNDE YETKİ

28.10.2011 tarih ve B.18.4.İÇO.4.33.00.06-445.01.02/1219-8774 sayılı Mersin Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'nün yazısına göre, saha Önemli Doğa Alanı sınırları içerisinde kalmaktadır.

29.05.2012 tarih ve B.16.0.KVM.4.01.00.03/33.03.107-1791 sayılı Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Adana Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü'nün yazısı Ekinde iletilen Adana Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Kararı'na göre, Akkuyu NGS sahası sınırları içinde "1. Derece Arkeolojik Sit Alanı " kayıt altına alınmıştır.

Adana Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu'nun 27.01.2009 tarihli 4607 sayılı kararına göre, Beşparmak adası "soyu tükenmekte olan Akdeniz fokunun yaşama ve üreme alanını korumak için 1. Derece Koruma Bölgesi" olarak kabul edilmektedir.

Sahadaki arazi, EÜAŞ, Maliye Bakanlığı ve Orman ve Su İşleri Bakanlığına aittir.

EUAŞ

22.04.2011 tarihli 23-134 Sayılı ve 22.07.2011 tarihli 36-247 Sayılı EUAŞ Yönetim Kurulu Kararları ile 109 saha Akkuyu NGS A.Ş'ye verilmiştir. Akkuyu NGS A.Ş. tarafından bu sahaların mülkiyeti Gülnar ilçesi Tapu İdaresine kaydedilmiştir. İnşaat amacıyla bu sahaları kullanma hakkı, İrtifak Hakkı Sözleşmesi çerçevesinde verilmelidir. Halihazırda, bu sözleşmenin bir taslağı hazırlanmaktadır.

Maliye Bakanlığı

Maliye Bakanlığı ve Akkuyu NGS A.Ş. arasında, Maliye Hazinesi taşınmazları üzerinde 1 (bir) yıl süreliğine Akkuyu NGS A.Ş. lehine ön izin verilmesi amacıyla 06.07.2011 tarihli Ön İzin Sözleşmesi imzalanmıştır (4 yıla kadar yenileme hakkı ile). "Kesin İzin" ve nihayetinde Akkuyu NGS A.Ş. lehinde irtifak hakkı, Ön İzin Sözleşmesi koşullarının Akkuyu NGS A.Ş tarafından yerine getirilmesi üzerine Maliye Bakanlığı tarafından tesis edilecektir.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı

Akkuyu NGS A.Ş 24 ay süre ile ön izin verilen sahada gerekli etütlerin yapılması amacıyla Orman ve Su İşleri Bakanlığı (mülga Çevre ve Orman Bakanlığının selefi)'na hitaben 04.07.2011 tarihinde "Ön İzin Taahhüt Senedi" imzalamıştır. "Kesin İzin" ve nihayetinde Akkuyu NGS A.Ş. lehinde üst hakkı, Ön İzin koşullarının Akkuyu NGS A.Ş tarafından yerine getirilmesi üzerine Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından tesis edilecektir.

Deniz Alanı

Sahaya bitişik deniz alanı, Akkuyu NGS A.Ş.'ye devredilmemektedir. Bu alanı tahsis hakkı Maliye Bakanlığına aittir. Akkuyu NGS A.Ş. kıyı ve hidrolik yapıların proje alanının onaylanması üzerine tahsisatını talep etmek ve denizdeki açı koordinatlarını belirlemek amacıyla Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı/Maliye Bakanlığına başvurmaktadır. .

2.1.4 ARAZİ KULLANIMI

Alanda bulunan tüm tarıma elverişli arazilerden, susuz tarıma elverişli arazinin alanı 512.84 km^2, sulu tarıma elverişli alan - 6.39 km^2'dir. Az miktarda sebze ve meyve hariç, ürünler yerel çiftçiler tarafından tüketilmek üzerine yetiştirilmektedir. Arazide en çok yetiştirilen mahsul buğdaydır. Tarımla uğraşan kesim kendi ihtiyacı için ve yerel nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak üzere çeşitli mahsuller yetiştirmektedir. 1999 verilerine göre, çoğunlukla yerli cins buğdayın yetiştirildiği 18 km^2'lik alan verimli olmayan arazilerden oluşmaktadır. Ayrıca, buğdayın yetiştirilmediği, rekoltenin düşük olduğu veya dağlık arazilerde arpa yetiştirilmektedir. Hayvan yemi için yetiştirilen mahsuller arasında, arpa buğdaydan sonra ikinci sıradadır. Diğer mahsuller söz konusu olduğunda, mısır için buğday ve arpanın aksine sulak ve bataklık araziler tercih edilmektedir. Mısır yerel pazar için yetiştirilmektedir; ilaveten, tarımla uğraşan her aile, kendi tüketimi için mısır yetiştirmektedir. Ana mahsul olan buğdaya ek olarak, nohut ve mısır da yetiştirilmektedir. Baklagiller; nohut, fasulye, mercimek, bakla ve korungadan oluşmaktadır. Bu mahsullerin arasında, fasulyelerin özel bir yeri bulunmaktadır. Bu kapsamda, fasulye kuru veya taze olarak yerel pazarda satılmak üzere yetiştirilmekte olup fiyat ve yetiştirme şekli itibarıyla, nohuda benzemektedir. Fasulye, genelde sebze bahçelerinde ve sulak verimli arazilerde yetiştirilmektedir. Diğer fasulye türleri (alfalfa, bakla ve korunga), başlıca hayvan yemi olarak oldukça yakın zamanda bu alanda yetiştirilmeye başlamıştır.

Büyükeceli, Babadıl, Yanışlı köyleri civarında seralarda sebze ve meyve yetiştirilmektedir. Bu kapsamda, turunçgiller (portakal, mandalina vs.) yetiştirilmektedir. Bölgedeki meyve yetiştiriciliğine baktığımızda, domatein ana mahsul olduğunu görebiliriz. Bahçelerde, çoklu yetiştirme yöntemi ile; domates, biber, patlıcan, soğan, kabak, bamya ve sarımsak ilkbaharda yetiştirilmektedir. Havuç, lahana, ıspanak, marul, turp gibi kış sebzeleri ise sonbaharda yetiştirilmektedir. Bostan ve diğer bahçeler için ayrılan araziler, düzenli veya dağınık olabilmektedir. Bahçelerde en çok yetiştirilen meyve elmadır; bunu üzüm, kayısı, badem, erik, limon, portakal, antep fıstığı, zeytin, kiraz, incir, fındık, armut, şeftali vb. takip etmektedir. Bölge merkezinin etrafındaki arazilerde, elma ve badem yetiştiriciliği oldukça gelişmiştir. Akova, Demirözü etrafının büyük bir kısmında elma ağaçları bulunmaktadır. Yeraltı sularının seviyesinin

yüksek olması nedeniyle elma ağaçları sulamaya ihtiyaç duyulmadan yetiştirilebilmektedir. Elmaya ek olarak, üzüm yetiştiriciliği de önemlidir. Üzüm yetiştiriciliği, bazı aileler için tek geçim kaynağıdır. Tarıma elverişli arazilerde her bir ürünün hasadı 1/15 ve 1/10'dur. Kayısı, Zeyne Belediyesi ve etrafındaki alanlarda yetiştirilmekte olup, Göksu vadisine doğru yoğunlaşmaktadır. Mahsulün büyük bir kısmı ihraç edilmektedir. Yabani zeytin ağaçları ve yabani karkas ağacı aşılanmakta olup son yıllarda zeytinyağı ve antep fıstığı üretiminde artışa neden olmuştur. Özellikle, Kuskan, Arıkuyusu ve civarında antep fıstığı üretiminde gözle görülür bir artış yaşanmıştır. Kıyı bölgesinde, pamuk ve keçiboynuzu önemli tarım ürünleri arasındadır.

Arazi kullanımı açısından, Gülnar bölgesindeki önemli bir zirai faaliyet, esas olarak otlak, çayır ve düz yaylalarda yapılan hayvancılık olarak belirtilebilir. Bölgenin her bölümünde hayvancılık yapılmaktadır. Keçiler, küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde başı çeken hayvandır. İklim ve coğrafi yapı, keçi yetiştiriciliği için çok elverişlidir. Bununla birlikte son yıllarda, sığır yetiştiriciliği azalmakta ve yerini koyun yetiştiriciliği almaktadır. Keçilerle karşılaştırıldığında, koyunlar ovalar ve benzeri arazilerde otlamaktadır. Genel olarak, koyun ve keçiler, esas olarak dağ ve yaylalarda otlamaktadır. Bu hayvanlar, daha çok Köşeçobanlı, Kayrak, İsaklar, Kuskan, Örtülü ve Arıkuyusu köylerinde otlamaktadır. Büyükbaş hayvanların büyük bir kısmını inekler oluşturmaktadır. Büyükbaş hayvan yetiştiriciliği, bu bölgede, daha çok yaylalarda gerçekleşmektedir. Otlak olarak kullanılan araziler, önceki yıllara göre oldukça azalmaktadır.

Tarım alanlarının sürekli artışı gözlemlenmekte ve devlet tarafından ağaç dikimi ve yaşam standartlarının artması Sarıkeçili, Karatekeli, Karakoyunlu, Gebzeli'de yaşayan Yörüklerin göçebe kültürü ve yaşam tarzını değiştirmiştir. Bölge sınırları içinde, Sarıkeçili aşiretinin 200 hanesi göçebe yaşam tarzlarına devam etmektedir. Yıl boyunca çadırlarda yaşayan ve keçi ve koyun yetiştiren, Sarıkeçili aşiretinin üyeleri, hava ısındığında kıyıdan yaylalara doğru göç etmektedir. Genel olarak, Sarıkeçili aşiretinin üyeleri kışları Gülnar'ın kıyı alanlarında ve Anamur Silifke civarlarında geçirmekte olup; yaz mevsiminde, Konya, Seydişehir, Beyşehir yaylalarında yaşamaktadırlar. Kış aylarını geçirdikleri ve ilkbaharda göç ettikleri yerler, hayvanlar için daha iyi koşulların olduğu yerlere bağlıdır. Sarıkeçili belediyeden izin almaktadır. İzin alınmadığında, geçici iskan için başka bçlgelere geçiş yapmaktadır. Kıyıdan yaylalara göçleri Nisan ayında başlamakta ve 3-5 ay sürmektedir. Sıcak yaz günlerini Seydişehir, Beyşehir, Ermenek platolarında geçirmektedirler. Platolardan dönüş Ekim ve Kasım aylarında gerçekleşmekte ve yine kıyıya dönmektedirler. Göksu vadisi, kışlık mesken ve plato boyunca yol olarak kullanılmaktadır. Gülnardan Bozkıra güzergah Çukurasma, Arıkuyusu, Zeyne (Sütlüce), Mut, Karaman, Bozkır'a kadar uzamaktadır. Kış

otlaklarından yaz otlaklarına sürü geçişi, Köseçobanlı, Kuskan, İsaklar, Kayrak civarlarında yoğunlaşmaktadır. Hayvan yetiştiriciliğiyle birlikte süt ve süt ürünleri üretilmektedir. Zeyne (Sütlüce)'de bir süt fabrikası bulunmaktadır. Yakın köylerden toplanan süt, burada ve Mut'ta bulunan süt çiftliklerine teslim edilmektedir.

Böylece, göçebe toplumun yaşama alanının acil durum planlama bölgesinin 5,4 km uzağında olduğu sonucuna varılabilir. Göçebe toplumun acil durum planlama bölgesinden geçişi idari tedbirler ile düzenlenebilir.

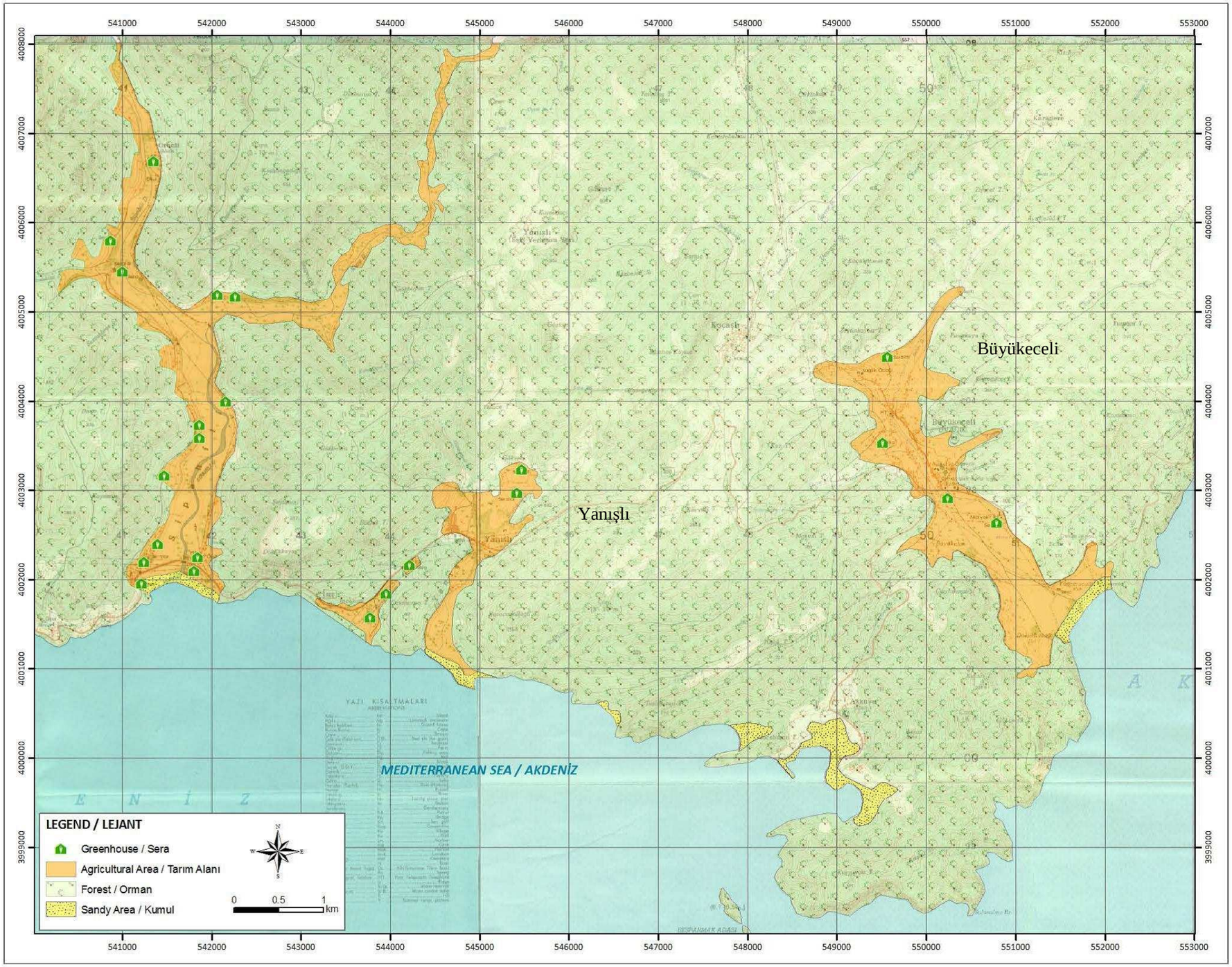
İlkel yöntemlerle üretilen, tereyağı, peynir ve kaymak yerel pazar için üretilmektedir. Bölgedeki arazi tarım için uygundur. Bölgedeki yüksek rakım, bitki çeşitliliği ve farklı doğal özellikleri nedeniyle, 1650 standart ve 400 ilkel (basit) arı kovanı bulunmaktadır. Yıllık bal üretimi, 9 ton olup bir kısmı arı kovanı sahipleri tarafından kullanılıp diğer kısmı Gülnar, Bardat gibi yerel pazarlarda satılmaktadır. Her ne kadar, kümes hayvan yetiştiriciliğinde ilkel yöntemler kullanılsa da, miktarı artmaktadır. Kümes hayvanları çiftçiliğinde tavuk ve hindi baskındır. Her aile kendi yumurta ve et ihtiyaçlarını karşılamak için kümes hayvanları yetiştiriciliğiyle uğraşmakta ve kalanı pazarda satmaktadır.

Proje sahasının etrafındaki 5-8 km alan içindeki tarım arazilerinde yetiştirilen tarım ürünü türleri Şekil 2/7'de verilen haritada sunulmaktadır. Bu alandaki büyük tarımsal üretim, bostan, sebze bahçeleri ve sebze seralarına dayanmaktadır. Topoğrafyanın eğimli ve özellikle ormanlar için elverişli olmasından dolayı, birçok sebze türü özellikle nehir kenarlarında yetiştirilmektedir. Arazinin büyük bir kısmı halihazırda ormanlarla kaplıdır. Nispeten düz ve sulama için uygun olan alanlar (nehre yakın) sebze bahçeleri ve bostanlar ile kaplanmıştır. Baskın olarak; domates, kavun, karpuz, limon ve mandalina gibi turunçgil ağaçları, patlıcan, yonca, sakız kabağı, biber, antep fıstığı, zeytin, ceviz, badem, elma vs. bölgede yetiştirilen ana ürünlerdir. Bu alanda buğday, arpa ve yulaf üretimi yapılmamaktadır.

Farklı tarım türleri, hayvan üretimi ve balıkçılık alanları, hayvan çiftlikleri, arazi kullanımındaki olası değişiklik tahminleri ve ayrıca 10 km'lik alanda çeşitli nüfus grupları dikkate alınmak suretiyle besin zinciri dahil, olası radyasyon maruziyet yolları hakkında detaylı bilgiler, , yapılacak özel araştırmalar neticesinde sunulacaktır.

2 No'lu deniz ürünleri üretim alanı, 10 km’lik bölgede; ancak NGS'in tüm üniteleri için oluşturulan 5,4 km'lik acil koruyucu eylem planlama bölgesinin sınırları dışında yer almaktadır.

10 km'lik alan içinde süthaneler bulunmamaktadır.



Şekil 2/7- Proje Sahasının Civarında Tarım Üretimini Gösteren Harita

2.2 NÜFUS

NGS inşaatı Mersin İli, Büyükeceli beldesi yakınındaki Akkuyu bölgesinde planlanmaktadır. Büyükeceli beldesi, Akdeniz kıyısına 3 km mesafede bulunmakta olup Mersin İlinin Gülnar ilçesine bağlıdır. Saha, Mersin-Antalya otoyolunun yakınında bulunmaktadır. Saha, otoyol ile Gülnar'a 35 km ve Mersin'e 140 km mesafededir. Gülnar ilçesi Toros Dağlarının yüksek bir düzlüğünde 32 km iç kesimde bulunmaktadır. Orta Anadolu'dan Anamur'a doğru Akdeniz kıyısından yol Gülnar'dan geçmektedir. Mersin İli, Türkiye'nin güneyinde, Akdeniz kıyısı üzerinde Antalya ile Adana arasında bulunmaktadır.

Mersin Vilayetinin yüzölçümü 15853 km^2'dir. Daha önce vilayetin adı İçel'di. 2002 yılında vilayet, idari merkezinin adını alarak Mersin olarak değişmiştir. Mersin; Karaman, Niğde, Konya, Antalya ve Adana vilayetleri ile çevrilmiştir. Bugün Mersin ili büyük bir şehirdir ve 13 ilçe, 55 belediye ve 510 köyden oluşmakta olup, ülke nüfusu sıralamasında 9. sırada yer almaktadır. 2020 yılında yapılan nüfus sayımına göre, Mersin ilinin nüfusu 1647899'dur. Nüfusun %78'i (1281048) kent nüfusu, %22'si (366851 kişi) kırsal nüfustur.

Bozyazı ve Aydınlık 1987 yılında, Çamlıyayla 1990 yılında; Mersin büyükşehir sınırlarındaki Akdeniz, Mezitli, Toroslar ve Yenişehir 2008 yılında ilçe olmuştur. Tablo 2/2, Mersin vilayeti sınırları içindeki ilçeleri, mahalleleri, belediyeleri ve yerleşim yerlerini göstermektedir.

Tablo 2/2 –İlçeler, Köyler, Bucaklar ve Belediyeler

İlçe	Köy	Bucak	Belediye	Bağlı Belediyenin Adı
Akdeniz	8	-	1	Akdeniz
Mezitli	15	2	3	Mezitli, Fındıkpınarı, Tepeköy
Toroslar	32	5	6	Toroslar, Arslanköy, Ayvagediği, Güzelyayla, Gözne, Soğucak
Yenişehir	8	1	2	Yenişehir, Değirmençay
Anamur	37	2	3	Anamur, Çarıklar, Ören
Aydıncık	10	-	1	Aydıncık
Bozyazı	14	2	3	Bozyazı, Tekmen, Tekeli
Çamlıyayla	10	1	2	Çamlıyayla, Sebil
Erdemli	50	10	11	Erdemli, Arpaçbahşiş, Ayaş, Çeşmeli, Esenpınar, Kargıpınarı, Kızkalesi, Kocahasanlı, Kumkyu, Limonlu, Tömük
Gülnar	41	4	5	Gülnar, Büyükeceli, Köseçobanlı, Kuskan, Zeyne
Mut	90	1	2	Mut, Kuskan
Silifke	66	8	9	Silifke, Akdere, Atakent, Arkum, Atayurt, Narlıkuyu, Taşucu, Uzuncaburç, Yeşilovacık

İlçe	Köy	Bucak	Belediye	Bağlı Belediyenin Adı
Tarsus	129	5	6	Tarsus, Atalar, Bahşiş, Gülek, Yenice, Yeşiltepe
Toplam	510	41	54	

Mersin vilayetinde yaşayan nüfusun ortalama yaşı 29,9 yaş olup nüfus yoğunluğu 106 kişi/km^2'dir (Tablo 2/3).

Tablo 2/3 – Erkek ve Kadın Ortalama Yaş, Nüfus Yoğunluğu

Vilayet	Ortalama Yaş	Erkek	Kadın	Nüfus Yoğunluğu, kişi/km^2
Mersin	29.9	29.5	30.4	106

Nüfus ve demografik özelliklere dair veriler, [2/1], [2/2]'de verilen ikincil kaynaklardaki veri analizine dayanmaktadır. Bu araştırmada kullanılan ikincil kaynaklar arasında nüfus sayımı verileri, coğrafi veriler (haritalar dahil), devlet ve yerel resmi istatistikler, sivil toplum kuruluşu ve yerel kuruluşların belgeleri ve gazete raporları bulunmaktadır.

Bu raporda verilen bilgilerin önemli bir kısmı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından sağlanmıştır. Türkiye nüfusu hakkındaki veriler, sürekli değiştiğinden dolayı periyodik olarak güncellenmektedir. TÜİK tarafından verilen bilgilerin en son veriler olmasına rağmen birtakım eksiklikleri mevcuttur. TÜİK'ten alınan veriler esasen Mersin'den gelen bilgilere dayanmaktadır. Bununla birlikte, santral sahasının doğrudan civarında bulunan ilçeler ve köylerle ilgili olarak TÜİK'ten ek veriler talep edilmiştir.

Vilayetler, ilçeler, belediyeler ve bucakların nüfusu, yürürlükteki yönetmelikler ve idari kütüklere göre Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü (NVİGM) tarafından Ulusal Adres Veri Tabanında (UAVT) kayıt altına alınan idari kimlik, tüzel kişiler ve adlarda değişiklik yapılmak suretiyle belirlenmektedir.

2.2.1 ACİL DURUM PLANLAMA BÖLGESİ

Acil Durum Planlama Bölgesi (acil koruyucu eylem bölgesi) Akkuyu NGS etrafındaki 5,4 km yarıçaplı daire olarak tanımlanmaktadır. Büyükeceli, Koçaşlı, Yanışlı yerleşim yerleri ve planlanan NGS yaşam alanı bu bölgede bulunmaktadır.

Acil Durum Planlama Bölgesi Şekil 2/4'te gösterilmektedir. Acil Durum Planlama Bölgesi, yerleşim yerleri ve ayrıca bölgenin topoğrafik özelliklerini gösteren sektörlere bölünmüş harita Şekil 2/8'de yer almaktadır.

Acil Durum Planlama Bölgesindeki toplam nüfus, 2010 yılı TÜİK verilerine göre 1882 kişidir (Tablo 2/4).

Tablo 2/4 - Acil Durum Planlama Bölgesindeki Nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]

İlçe	Bucak	Köy	Toplam sayı	Erkek	Kadın
Gülnar	Ovacık	Koçaşlı	72	32	40
		Yanışlı	133	71	62
		Büyükeceli	1677	859	818
Toplam			1882	962	920

NGS yaşam alanı (4500 kişi) faaliyete geçtiğinde, 2017-2018 yıllarında toplam nüfus sayısı 5950-6000'e yükselecektir.

Büyükeceli köyünün yakınında, yazlıkların bulunduğu Mavi Çini, Konyalılar, Tanya, Baha vs. gibi siteler bulunmaktadır. Proje sahası, güzel deniz manzarasıyla ünlü olup turizm için açıktır. Bu nedenle, Ankara, Konya, Mersin, Karaman gibi kentlerde oturanlar bu alanın etrafında yazlık konutlar inşa etmiş olup tatillerini geçirmek üzere yaz mevsiminde ziyaret etmektedir.

Büyükeceli ve Yanışlı plajları, dinlenme ve turizm için elverişli bir ortam sağlamakta olup Acil Durum Planlama Bölgesinde bulunmaktadır. Bahse konu plajlar Şekil 2/7'de gösterilmektedir.

Ana tahliye rotası, Akdeniz sahil şeridi boyunca uzanan D400 Adana-Antalya karayoludur. Antalya iç kesimlerine kadar giden karayolları ve ayrıca deniz yolları tahliye amacıyla kullanılabilir.

Acil Durum Planlama Bölgesinde bulunan okul, hastane, hapishane gibi yapılar ve kuruluşların yanı sıra 5 yıllık aralık ile gelecekteki 50 yıl boyunca nüfusun tahmini dağılımı, bölgede bulunan yapılar ve kuruluşlardaki nüfus değişim tahminleri, ilgili araştırmalar yapıldıktan sonra sunulacaktır.

2.2.2 20-KM'LİK ALAN İÇİNDE NÜFUS

Proje sahasından 20 km'lik alanlar içindeki nüfus, 2010 yılı TÜİK verilerine göre Tablo 2/5-2/9'de verilmektedir.

Tablo 2/5 - Acil Durum Planlama Bölgesindeki Nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]

İlçe	Bucak	Köy	Toplam sayı	Erkek	Kadın
Gülnar	Ovacık	Koçaşlı	72	32	40
		Sipahili	400	200	200
		Yanışlı	133	71	62
		Büyükeceli	1677	859	818
	Merkez	Tepe	118	58	60
Toplam			2400	1220	1180

NGS'den 5-7 km'lik kesit içinde herhangi bir yerleşim bulunmamaktadır.

Tablo 2/6 - 7-9 km yarıçaplı kesit içindeki nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]

İlçe	Köy	Saha merkezine mesafe, km	Nüfus sayımı
Gülnar	Sipahili	7.68	400
	Tepe	8.27	118
Toplam			518

NGS'den 9-11 km'lik kesit içinde herhangi bir yerleşim bulunmamaktadır.

Tablo 2/7 - 11-13 km yarıçaplı kesit içindeki nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]

İlçe	Köy	Saha merkezine mesafe, km	Nüfus sayımı
Gülnar	Beydili	11.12	86
Silifke	Hirmanli	12.07	245
	Ovacık	12.54	979
	Keslitűrkmenli	12.66	251
Toplam			1561

NGS'den 13-15 km'lik sektör için herhangi bir nüfus yoktur.

Tablo 2/8 - 15-17 km yarıçaplı kesit içindeki nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]

İlçe	Köy	Saha merkezine mesafe, km	Nüfus sayımı
Gülnar	Dedeler	15.08	423
	Çavuşlar	16.02	345
Silifke	İsikli	16.68	927
Toplam			1695

Tablo 2/9 - 17-20 km yarıçaplı kesit içindeki nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]

İlçe	Köy	Saha merkezine mesafe, km	Nüfus sayımı
Gülnar	Emirhacı	17.03	63
	Tırnak	18.52	108
Silifke	Uşakpınarı	19.67	247
Aydıncık	Eskiyűrűk	17.26	416
	Hacıbahattin	17.80	121
	Yeniyürük	19.81	113
Toplam			1068

20 km yarıçaplı bölge, 2010 yılındaki TÜİK verilerine göre, 9050 kişiden oluşan nüfusu ile Aydıncık kent yerleşimini de kapsamaktadır. Bu nedenle, gelecekteki NGS yaşam alanı ile birlikte nüfus artışı dikkate alınmaksızın, 20 km yarıçaplı bölgede 2010 yılı nüfusu yaklaşık 15774'tü. Dağ vadilerinde birçok ufak yerleşim yeri bulunmaktadır. Buradaki nüfusun %10'luk bir kesim olduğu kabul edilmektedir.

Bazı yerleşim birimleri için nüfus dağılımı verileri bulunmamakla birlikte 30 km'lik alan içindeki yerleşim birimlerinde yaşayan nüfusun yaş dağılımı Tablo 2/10'da gösterilmektedir. Tablo, yüzde olarak yetişkin nüfusunun (65 yaş ve üzeri) yaşını göstermektedir.

Tablo 2/10 - 30 km'lik Alan İçindeki Nüfusun Yaş Grubuna Göre Dağılımı (TÜİK, 2010)

İlçe	Köy	Yaş grubu (%)													
		0 - 4	5 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49	50 - 54	55 - 59	60 - 64	65+
Gülnar	Çavuşlar	*	19	24	32	*	*	*	17	23	30	18	30	25	87
	Çukurasma	27	38	66	77	38	37	33	47	41	54	50	44	37	106
	Dedeler	25	27	38	30	18	26	32	33	21	23	20	23	21	86
	Kayrak	46	60	62	70	43	47	48	47	38	52	34	38	42	116
	Şeyhömer	46	59	53	56	22	33	25	54	34	42	22	25	23	100
	Ulupınar	17	25	42	34	*	23	20	24	16	23	*	18	*	54
Silifke	İmambekirli	23	27	37	35	*	15	23	28	25	32	*	20	24	44
	Kargıcak	29	31	27	22	27	18	34	30	34	26	28	26	36	90
	Pelitpınarı	22	17	17	24	*	17	18	22	18	18	16	16	*	27
Aydıncık	Duruhan	21	15	26	31	18	30	*	24	*	20	17	18	32	90
	Eskiyürük	19	28	26	33	16	18	20	36	22	24	24	25	29	96

İlçe	Köy	Yaş grubu (%)													
		0 - 4	5 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49	50 - 54	55 - 59	60 - 64	65+
	Karadere	15	19	22	31	21	18	*	22	18	26	*	*	*	25
	Yenikaş	40	48	59	64	68	48	60	64	48	75	47	60	44	112

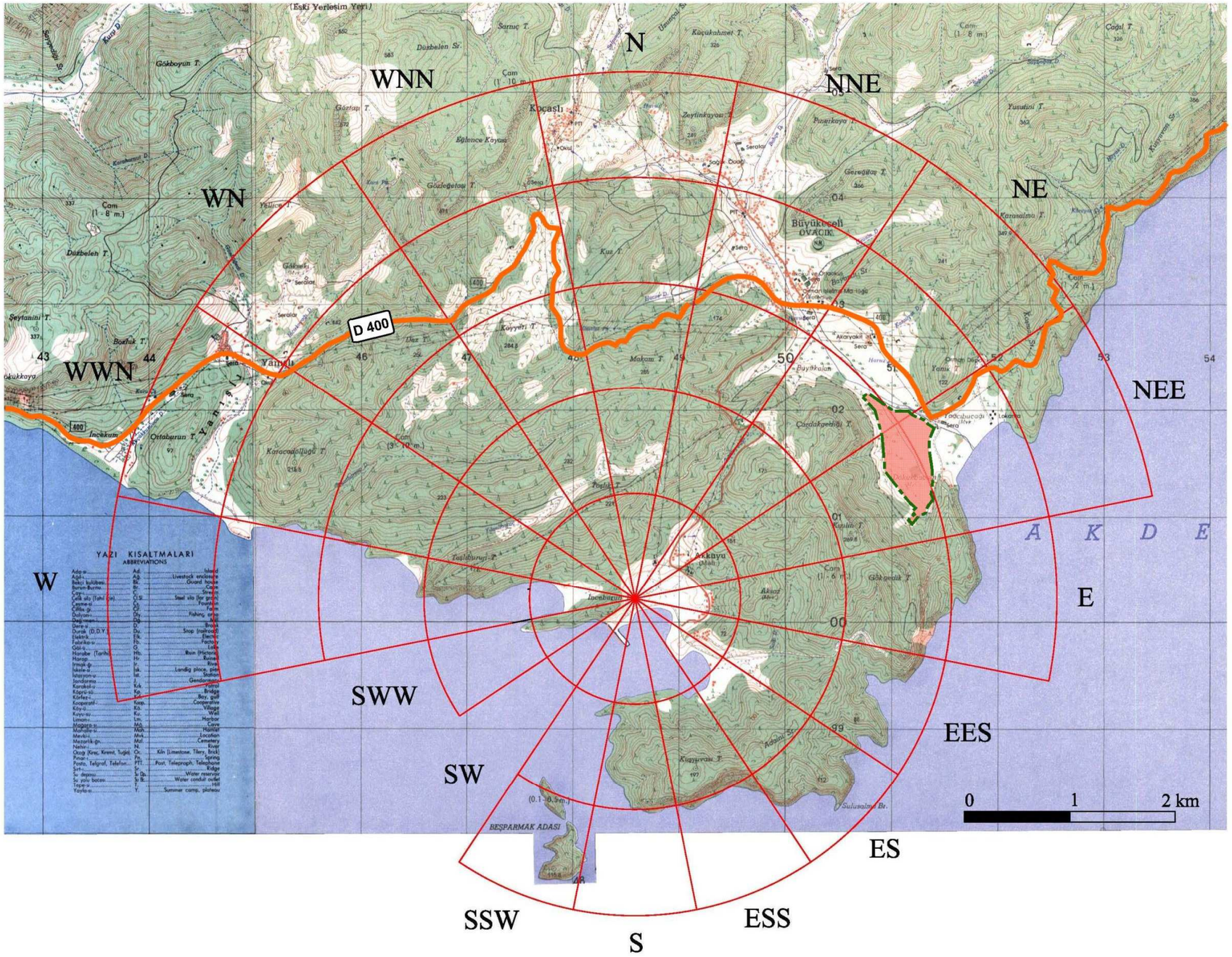
20 km bölgede sahadan uzaklık ve yöne bağlı olarak nüfus yoğunluğu Tablo 2/11'de verilmektedir.

Tablo 2/11 – Coğrafi Yönlere Göre Nüfus Yoğunluğu

Mesafe, km	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE
0 - 10	-	27.1	-	-	9.7	85.4	-	-
10 - 15	-	-	-	3.5	-	-	10.0	39.9
15 - 20	3.5	4.6	12.1	11.4	18.4	12.3	27.0	-

Proje sahasının 0-5 km, 5-7 km, 7-9 km, 9-11 km, 11-13 km, 13-15 km, 15-17 km ve 17-20 km yarıçaplı alanlarındaki yerleşim dağılımı Şekil 2/9'da gösterilmektedir.

Acil durum tedbirleri planlanırken dikkate alınması gereken bina ve kuruluşlar, 5 yıllık aralıklar ile gelecekteki 50 yıl için nüfusun tahmini dağılımı, özel araştırmalar yapıldıktan sonra sunulacaktır.



Şekil 2/8 – Acil Durum Planlama Bölgesinin Kesitlere Bölünmüş Haritası

Şekil 2/9 – 20-km'lik Alanın Kesitlere Bölünmüş Haritası

2.2.3 NÜFUS MERKEZİ

Mersin ilinin Aydıncık, Gülnar ve Silifke ilçelerinin bir kısmı NGS'ye 20-km'lik mesafedeki alanda yer almaktadır. Bu ilçe merkezlerindeki nüfusla ilgili veriler Tablo 2/12'de verilmektedir.

Tablo 2/1 2- İlçe Merkezlerindeki Nüfus (TÜİK, 2010) [2/4]

İlçe Merkezi	Erkek	Kadın	Toplam
Gülnar	4043	4035	8078
Silifke	26492	26659	53151
Aydıncık	4610	4440	9050

İlçeler ve köylerdeki nüfusun ilçe merkezlerinin nüfusuna oranı Tablo 2/13'de gösterilmektedir.

Tablo 2/13 - Kent ve Kırsal Nüfus, kişi (TÜİK, 2010) [2/4]

İlçe	İlçe Merkezi	İlçeler ve köyler	Toplam
Aydıncık	9050	2835	11885
Gülnar	8078	20473	28551
Silifke	53151	60951	114102

İlçelerdeki erkek ve kadın nüfusunun toplam nüfus içindeki oranı Tablo 2/14'de verilmektedir.

Tablo 2/14 - İlçelerdeki Nüfus, kişi (TÜİK, 2010) [2/4]

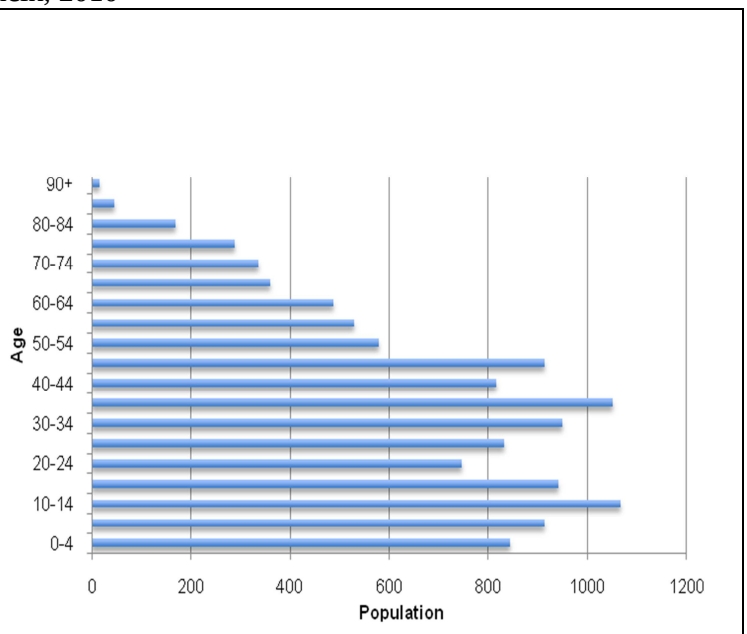
İlçe	Erkek	Kadın	Toplam
Aydıncık	6031	5854	11885
Gülnar	14221	14330	28551
Silifke	57208	56894	114102

NGS sahasına en yakın nüfus merkezi (25000'den fazla nüfusa sahip) sahanın 42 km kuzeydoğusunda bulunan Silifke'dir.

Tablo 2/15, 2/16 ve 2/17; Aydıncık, Gülnar, Silifke ilçe merkezlerindeki nüfusun yaş grubuna göre dağılımını göstermektedir.

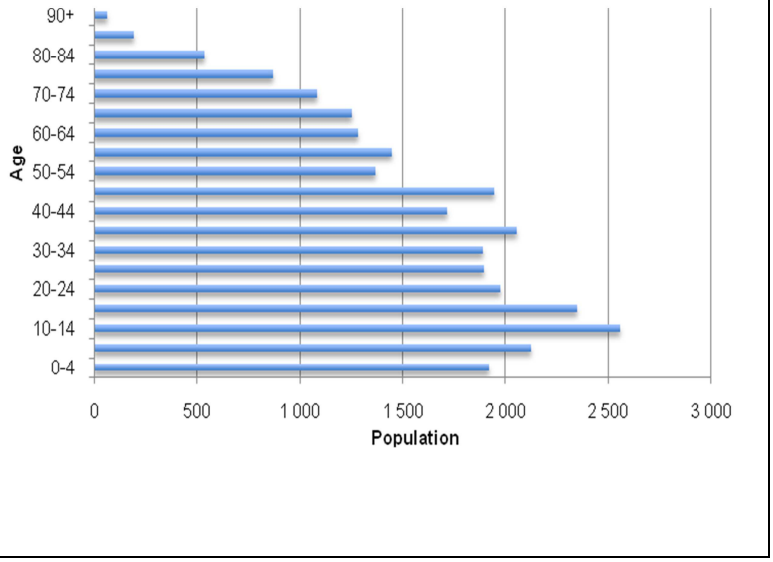
Tablo 2/15 – Yaş Grupları – Aydıncık, 2010

Yaş grubu	Nüfus
0 - 4	844
5 - 9	914
10 - 14	1067
15 - 19	942
20 - 24	746
25 - 29	832
30 - 34	949
35 - 39	1051
40 - 44	817
45 - 49	914
50 - 54	580
55 - 59	530
60 - 64	487
65 - 69	359
70 - 74	336
75 - 79	289
80 - 84	168
85 - 89	45
90+	15
Toplam	11885



Tablo 2/16 – Yaş Grupları – Gülnar, 2010

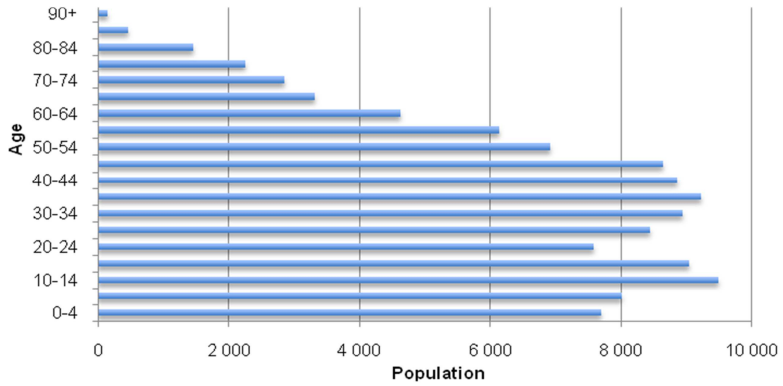
Yaş grubu	Nüfus
0 - 4	1923
5 - 9	2126
10 - 14	2559
15 - 19	2352
20 - 24	1977
25 - 29	1897
30 - 34	1892
35 - 39	2058
40 - 44	1717
45 - 49	1945
50 - 54	1368
55 - 59	1450
60 - 64	1283
65 - 69	1254
70 - 74	1084
75 - 79	872
80 - 84	537
85 - 89	193



90+	64	
Toplam	28551	

Tablo 2/17 – Yaş Grupları – Silifke, 2010

Yaş grubu	Nüfus
0 - 4	7697
5 - 9	8018
10 - 14	9499
15 - 19	9041
20 - 24	7588
25 - 29	8444
30 - 34	8944
35 - 39	9220
40 - 44	8859
45 - 49	8642
50 - 54	6925
55 - 59	6141
60 - 64	4622
65 - 69	3317
70 - 74	2846
75 - 79	2245
80 - 84	1461
85 - 89	456
90+	137
Toplam	114102



Köyler için yıllık nüfus artışı (‰) negatiftir; ancak Silifke, Aydıncık gibi ilçe merkezleri için pozitiftir (Tablo 2/18).

Tablo 2/18 – Yıllık Nüfus Artışı

İlçe	Nüfus			Yıllık nüfus artışı (‰)		
	Toplam	İlçe merkezleri	Beldeler ve köyler	Toplam	İlçe Merkezleri	Beldeler ve köyler
Aydıncık	11885	9050	2835	19.9	122.8	- 251.9
Gülnar	28551	8078	20473	- 64.1	- 34.0	- 75.7
Silifke	114102	53151	60951	6.1	28.0	- 12.5

2.2.4 100 KM'LİK ALAN İÇİNDEKİ NÜFUS

Proje sahasından 100 km alan içinde Mersin ilçelerine ait nüfus, Tablo 2/19'da gösterilmektedir. 100 km yarıçapındaki 100 binden fazla nüfusa sahip yerleşim yerleri, Mersin İli Silifke ve Erdemli ilçeleridir. Erdemli'nin büyük bir kısmının 100 km yarıçap içinde bulunduğunu belirtmek önemlidir. En büyük nüfuslu yerleşim alanları üç ilin sınırları içindedir (Mersin, Antalya ve Karaman). Tablo 2/19'da gösterildiği gibi Mersin ili toplam 434.477 kişilik nüfusu olan yedi ilçeye sahiptir. Antalya ili, toplam 48.525 kişilik nüfusu olan bir ilçeye sahiptir. Karaman ili ise toplam 48.536 kişilik nüfusu olan üç ilçeye sahiptir.

Tablo 2/19 - 100 km'lik Alan İçindeki İlçelerin Nüfusu (TÜİK, 2010) [2/4]

İl	İlçe	Toplam sayı	Erkek	Kadın
Mersin	Anamur	63062	31750	31312
	Erdemli	126538	63233	63305
	Gülnar	28551	14221	14330
	Mut	63607	31683	31924
	Silifke	114102	57208	56894
	Aydıncık	11885	6031	5854
	Bozyazı	26732	13429	13303
Karaman	Başyayla	4665	2361	2304
	Ermenek	30585	15434	15151
	Sarıevliler	13286	6759	6527
Antalya	Gazipaşa	48525	24484	24041
Toplam		531538	266593	264945

Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti adasının bazı kısımları 100 km'lik alan dahilindedir. Bu bölge, Girne, Gazimağusa yerleşim yerleri ile Kıbrıs Adasının kuzeydoğu kesimini kapsamakadır (Tablo 2/20).

Tablo 2/20 - 100 km alan içinde Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Nüfusu[2/3]

Yerleşim Yeri	Toplam sayı	Erkek	Kadın
Gazimagusa	63603	33781	29822
Girne	57902	32433	25469
Toplam	121505	66214	55291

Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti dahil 100 km'lik etki alanı Şekil 2/10'de gösterilmektedir.

Şekil 2/10 – 100 km Yarıçaplı Tampon Bölge

2.2.5 GÖÇ

Köy bazında nüfus hareketi hakkında bilgi mevcut değildir. Mersin İli, ülkenin her bölgesinden ve özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu'dan yoğun göç almıştır. Bu durum, Mersin nüfus yoğunluğunu arttırmakla kalmamış, aynı zamanda kent gelişimini olumsuz etkilemiş ve yerel hizmet ve gerekliliklere olan ihtiyacı arttırmıştır.

Türkiye'deki iç göçün en önemli faktörleri arasında; yüksek nüfus artışı, sanayileşme, tarımsal üretimin makineleşmesi, arazi mülkiyetindeki değişimler, yetersiz eğitim ve sağlık hizmetleri, kırsal alanların geleneksel sosyal baskılarından ve kan davalarından kopma arzusunun yanı sıra daha fazla ulaştırma ve iletişim imkanları gibi faktörler ileri sürülebilir. 1990'lar ile birlikte, büyük ölçüde Doğu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde artan istikrarsızlık, güvenlik endişeleri ve zorunlu göçten dolayı, köylerdeki nüfus ilk önce bölgelerdeki yakın kent merkezlerine ve sonra Adana, Mersin, İstanbul, İzmir ve Bursa gibi batıdaki büyük kent merkezlerine göçmeye başlamıştır. Mersin'in göç alan bir il olarak görünmesine rağmen, göç eden nüfus sayısı, son nüfus sayımına göre önemli düzeyde düşmüştür. Aslında, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden göç, adım adım gerçekleşmektedir: örneğin, Adana, 1995-2000 dönemine kadar göç alan bir il olarak değerlendirilirken, son dönemde göç veren bir il haline gelmiştir. Tablo 2/21'de 2010-2011 döneminde Mersin için göç alma/verme oranı gösterilmektedir.

Tablo 2/21 – 2010-2011 Yıllarında Mersinde Göç Parametreleri, kişi [2/4]

İl	Nüfus	İç göç	Dış göç	Net göç	Net göç oranı
Mersin	1667939	51328	54630	-3302	-0.98 (%)

Şehir, ilçe ve köylerin nüfusu ve nüfus hareketleri yukarıda sunulmaktadır. Genel nüfus eğilimleri hariç, il ve ilçe nüfusunda herhangi bir artış olması beklenmemektedir. Proje bölgesi nüfusunda bir artış olacağı aşikardır. Projenin inşaat veya işletim aşaması yerel halkın demografik yapısını etkileyebileceği düşünülmektedir. Gelişim seviyesi, nüfus artışı ve iş kapasitesinde değişiklik gözlemlenebilir. Bu artış, inşaat ve işletim süreçlerine göre şekillenecektir. Projenin inşaat süresi boyunca yaklaşık olarak 10.000 insan gücüne ihtiyaç duyulacaktır. Proje bölgesinde yaşam alanının kurulacağı ve köy nüfusunun projenin işletim süresi boyunca yaklaşık olarak 3400 olacağı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, bölgede yaşayan insanların ihtiyaçlarını karşılamak için bazı yeni işyerlerinin açılacağını ve nüfusun artacağını söylemek mümkündür.

Aşağıdaki demografik süreçlerin meydana geleceği tahmin edilmektedir:

- Göç alma: Diğer bölgelerde yaşayanların yeni fırsatları değerlendirmek üzere bölgeye taşınması;

– Geçici iş gücü akışı: Projenin inşaat aşaması sırasında kısa süreli inşaat işçisi akışı olacaktır. Dikkate alınacak diğer önemli bir faktör, yüksek işsizlik seviyesiyle birlikte Türkiye'de herhangi bir yeni proje insanların bölgeye akınına yol açacaktır. Bu nedenle, büyük bir olasılıkla bölge iş ve yeni fırsatlar arayan insanların akınına uğrayacaktır.

5 ve 10 km yarıçaplı bölgeler içindeki dinlenme ve turizm alanlarının kapasitesi ile ilgili mevsimsel göç hususunda, daha sonraki aşamalarda tahminler yürütülecektir.

2.2.6 ENGELLİ NÜFUSU

Engelli nüfus hakkında çok yeterli veriler mevcut değildir. 2002 yılında, engelli nüfus oranı, Akdeniz bölgesindeki toplam nüfusun %12,16'sını oluşturmaktaydı. Bu bölgede, kas-iskelet sistemi bozukluğu sonucu bedensel yetersizlikleri olan ve görme, işitme, konuşma engellilerinin yanı sıra zihinsel engellilerin oranı %2,60 olup kronik hastalık sonucu engelli nüfusun oranı %9,56'dır (TÜİK, 2010) [2/4]. Tablo 2/22, NGS sahası bölgesinde yaşayan engelli kişilerin sayısına ilişkin verileri sunmaktadır. Fiziksel engelli nüfusun sayısı, diğer engelli nüfusun sayısına oranla daha yüksektir.

Tablo 2/22 – NGS Sahası Bölgesindeki Engelli Nüfus

Yerleşim Yeri	Engelli nüfus															
	Görme engelli		İşitme engelli		Dil ve Konuşma Engelli		Bedensel Engelli		Zihinsel Engelli		Diğer		Birkaç Sağlık Sorunu Olan		Bilinmiyor	
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın
Duruhan	5	1	5	1		1	8	2	1	1	1	3				1
Eskiyürük	8	2	1				4	6	1	3	7	6	5	8		
Hacıbahattin	1						2	1								
Karadere					1		2	1		3						
Teknecik			1													
Yenikaş	6	3	2	1			8	4	2	3	1	1	3		1	1
Yeniyörük							3		1				2			1
Beydili							2								1	
Bozağaç	2							3	2	2	1		1			
Çavuşlar	3	1	1				4	4		5	2		1	1		
Çukurasma	2	3	2	1	1		6	1	3						1	1
Dedeler	3	3	4				8	7	2		1		2	1	1	
Delikkaya	4	1		1				3	1		2					1
Emirhacı	1	1					2	2					1	1		
Kavakoluğu					1											
Kayrak	4	2	2				7	4	1	3	1		1	1		
Korucuk	2	1					1		3	2	3	4				

Yerleşim Yeri	Engelli nüfus															
	Görme engelli		İşitme engelli		Dil ve Konuşma Engelli		Bedensel Engelli		Zihinsel Engelli		Diğer		Birkaç Sağlık Sorunu Olan		Bilinmiyor	
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın
Mollaömerli								1	1	1						
Şeyhömer	3	1			2		3	1	2			1				
Tepe	3	1					5	1	1				1			
Tırnak	4			1												
Ulupınar	1	2					2	1	1	2	2				2	
Yassıbağ	1						2	1	1		2	1		2		
Yenice													1	1		
Koçaşlı	1						2	4		2						
Sipahili	1	1					1	3					1	2		
Yanışlı		1			1		2									
Büyükeceli	5	2	2		1		15	9	3	2	2	3	1	3		2
Gökbelen							5	1	1			1		2		2
İmambekirli	1	2				1	1				2	1				
Kargıcak	2		2				3	2	1		2		1			
Pelitpınarı		1					2	1							1	

2.2.7 CEZA EVLERİNDEKİ HÜKÜMLÜLERİN SAYISI

TÜİK verilerine göre, ceza evlerindeki kişilerin sayısı oldukça düşüktür. (Tablo 2/23). Bu kapsamda, elde edilebilecek resmi veriler çok sınırlıdır.

Tablo 2/23 – Cezaevlerindeki Hükümlü Sayısı

Yıl	Toplam	Kapalı cezaevi	Açık tutukevi	Çocuk Ceza ve Islah Evleri
2001	7	7	-	-
2002	7	7	-	-
2003	7	7	-	-
2004	7	7	-	-
2005	6	6	-	-
2006	6	6	-	-
2007	6	6	-	-
2008	6	6	-	-

Kaynak: TÜİK, Bölgesel Göstergeler 2010, TR62 Adana, Mersin

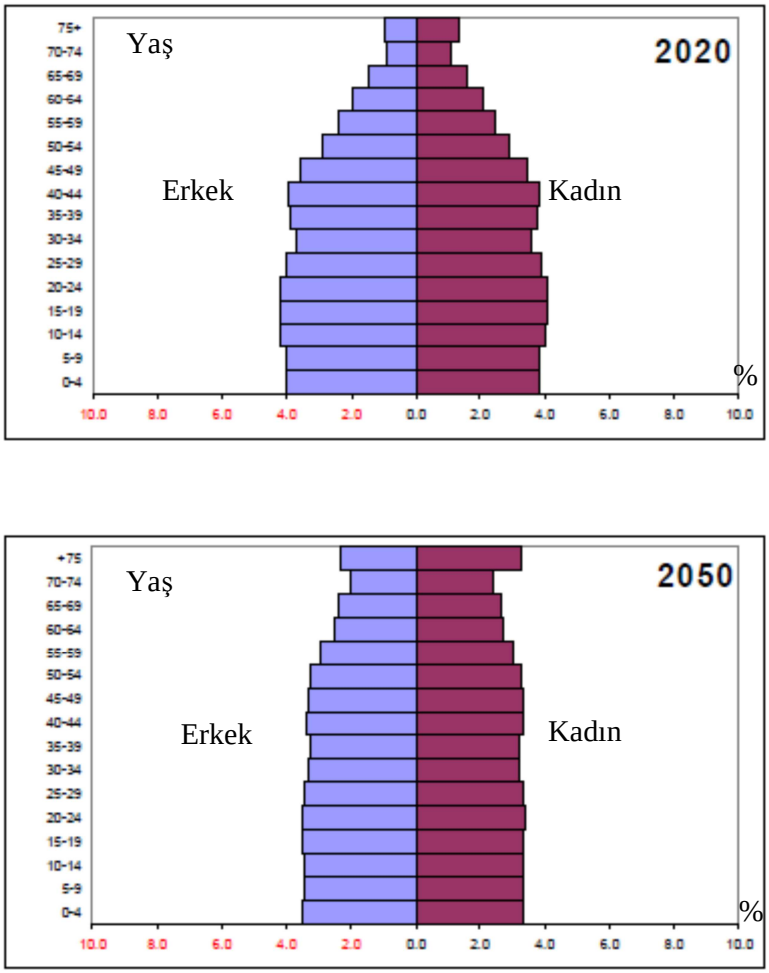
2.2.8 DEMOGRAFİK DURUM TAHMİNİ

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) köy bazında nüfus öngörüleri hakkındaki verileri sağlamamaktadır. Saha çalışmaları esnasında toplanan bilgilerin mevcut olması suretiyle, öngörülen

NGS bölgesinde geleceğe yönelik tahminler detaylı değerlendirme gerektirmektedir. TÜİK'in ileriye dönük öngörüleri gelecekteki nüfus hakkında genel bir fikir vermektedir. Hesaplamalar, güncel demografik eğilimlerin devam edeceği varsayımına dayanmaktadır. Nüfusun yaş yapısındaki değişiklik ile birlikte, yaşlı nüfusunun sosyal, demografik ve ekonomik endeksler açısından Türkiye'de önem kazanacağı tahmin edilmektedir. 2000 yılı nüfus sayımına göre 3,9 milyon kişi olarak hesaplanan yaşlı nüfusu, 2050 itibariyle tahmini olarak toplam nüfusun %19'unu oluşturacaktır. Şekil 2/11, nüfus sayımı yıllarına göre yaş gruplarının yüzde dağılımı ve Türkiye İstatistik Kurumunun ileriye dönük tahminlerini göstermektedir. 2000 ile 2050 yılları arasındaki dönem boyunca nüfus içindeki yaş gruplarının yüzde değişikliği, yaşlı nüfusta diğer yaş gruplarına nazaran önemli bir artışın gözlemleneceğini göstermektedir. 2050 yılında, Türkiye'nin yaşlı nüfusu yaklaşık 16 milyon olacaktır [2/5].

NGS inşaatı ile birlikte civar bölgede nüfus artışı beklenmektedir. Bu artışın, NGS çalışanları (yaklaşık 4500 kişi) ve beraberinde gelişecek olan sosyal tesislerin işletiminden kaynaklanmaktadır (15000 kişiye kadar).

20 km'lik bölgede gelecekteki turizm gelişimi sonraki aşamalarda değerlendirilecektir.



Şekil 2/11 – 2020, 2050 Yılları İçin Türkiye'nin Yaş Piramidi

2.3 SONUÇ

NGS inşaatına engel teşkil edecek herhangi bir faktör tespit edilmemiştir.

REFERANS LİSTESİ

2/1 Akkuyu NGS Projesi, Nükleer Güç santral Sahası ve Bölgesinde Antropojenik Koşulların Değerlendirilmesi, Aşama III, ENVY, Kasım 2011

2/2 Akkuyu NGS Projesi, Mühendislik Çevre Etütleri, Tasarım Aşaması, Aşama II, ENVY, Eylül 2012

2/3 A.Atasay, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetin'nin Nüfus Coğrafyası, Mustafa Kemal University-Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 8, Baskı, 15, 2011, s.29-62.

2/4 http://tuik.gov.tr

2/5 Türkiye'de Yaşlı İnsanların Durumu ve Yaşlanma için Ulusal Eylem Planı, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara, 2007

3. CİVARDAKİ SANAYİ TESİSLER VE FAALİYETLERİ

Bu bölüm, Türk mevzuatı olan Nükleer Güç Santrali Sahalarına ilişkin Yönetmelik[3/1] ve GK-GR-01 kod ve sayılı Nükleer Güç Santralleri İçin Yer Raporu Biçim ve İçeriği Kılavuzu [3/2]'e uygun bir şekilde hazırlanmıştır. Bu bölümün amacı, Akkuyu NGS'ye yönelik olarak insan faaliyetlerinden kaynaklanan potansiyel dış kaynaklı tehlikeleri tespit etmektir.

"Öncelikli Mühendislik Etüt Sonuçları. NGS Sahası ve Bölgesinin Antropojenik Koşulları, (Cilt 6)" adlı Teknik Rapor, [3/3] bu Bölüm için girdi verilerinin ana kaynağı olarak kullanılmıştır.

Bu Bölümde bahsi geçen tesisler hakkında güncel bilgiler elde etmek amacıyla, ilgili Türk yetkili mercileri, ticari ve sanayi işletmeleri ile kamu kuruluşlarına yazılı bilgi talebinde bulunulmuştur. Kamu kurum ve kuruluşlardan gelen yanıtlar ise Bölüm 3'te yansıtılmıştır.

Bölüm 3, tasarım belgelerinin hazırlanması için gerekli olan ve ruhsat başvurusu için yeterli bir miktarda olan Akkuyu NGS Sahasının doğal ve antropojenik koşullarına dair ön bilgileri sunmaktadır.

3.1 LOKASYONLAR VE GÜZERGAHLAR

3.1.1 SAHA

Akkuyu NGS Sahası, 2-3 km genişliğinde doğal çember bir vadinin içinde deniz kıyısında yer almaktadır ve etrafındaki bölgelerden, 150 m (dağ geçitlerinde) ile 200-250 m ve üstü yüksekliklere çıkan dağlık bir arazi ile ayrılmış vaziyettedir.

Bu arazinin yapısı, kaynağı vadi dışında olan dış etkilere karşı NGS'nin doğal koruması (Şekil 3/1) olup Sahaya giden yolların ulaşımı konusunda kolay bir kontrol sağlar. 2-3 km genişliğindeki bu doğal vadi Saha sınırları dahilinde bulunmaktadır.

Vadi içinde, katı, sıvı, gaz, yüksek patlayıcı, yanıcı, toksik veya aşındırıcı madde depoları, petrol ve gaz boru hatları veya yanıcı, patlayıcı madde, toksik ve aşındırıcı sıvıların taşınabileceği tren yolları veya transit kara yolları bulunmamaktadır.

Vadinin jeolojik ve doğal iklim koşulları kömür ve turba tortularının mevcudiyetini kapsamamaktadır.

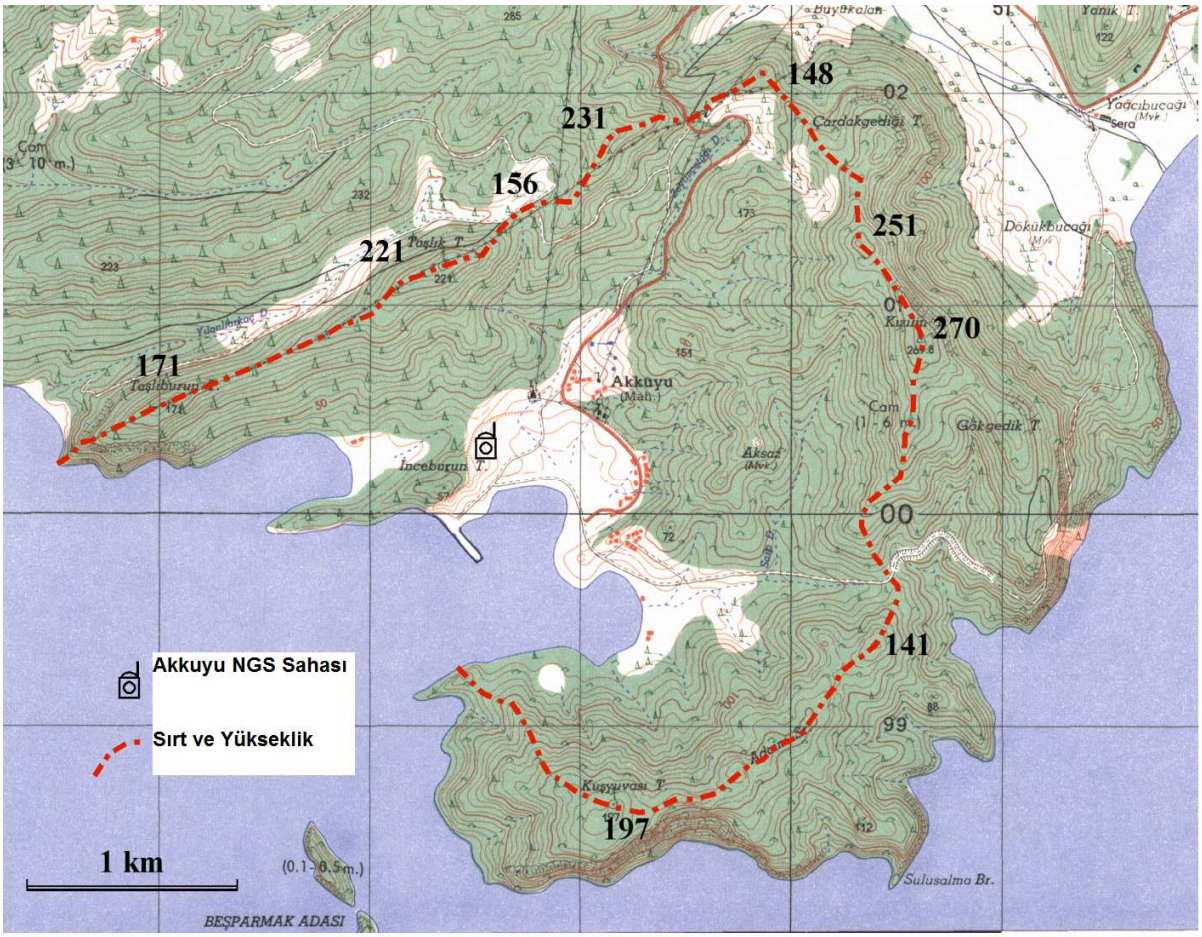
İç patlama veya yangın tehlikesinin olduğu, tehlikeli teknolojilerin kullanıldığı, toksik veya aşındırıcı sıvı sızıntılarının mümkün olduğu askeri üsler, havalimanları, sanayi tesisleri ve konut alanları bulunmamaktadır.

Vadinin jeolojik ve doğal iklim koşulları, kömür ve turba yataklarının bulunma olasılığını ortadan kaldırmaktadır.

Değerlendirilen alanda, ne gaz boru hatları veya gaz depoları, ne de gaz veya aerosollerin oluşumuna neden olabilecek kimyasal aktif madde depoları mevcuttur.

Sahanın bulunduğu alanda ne gaz veya gaz oluşumuna neden olan kimyasal aktif maddeler kullanan işletmeler, ne de gaz veya gaz oluşumuna neden olabilecek kimyasal aktif maddelerin taşınması için güzergahlar bulunmaktadır.

D400 devlet karayolu NGS'den yaklaşık 2,5–-3,0 km'lik mesafeden geçmektedir. Bir dizi tepe, bu yolu sahadan ayırmaktadır. Saha, yaklaşık 4,5 km'lik bir asfalt yol ile bu transit otoyola bağlanmaktadır.



Şekil 3/1 – Saha Civarının Arazi Yapısı

3.1.2 SAHA CİVARI

Yukarda tanımlanan vadinin dışında yaklaşık 10 km'lik yarıçap içerisindeki alanda sanayi tesis bulunmamaktadır [3/3]. Saha civarında elektromanyetik alan, elektromanyetik darbe üreteci veya vorteks akımlarının herhangi bir kaynağı bulunmamaktadır.

Sahadan 10 km'lik mesafedeki bölgeden Hacıishaklı (120+000 km) - Yanışlı (139+000 km) üzerinden Mersin-13 Bl Hd (D400 otoyolu) devlet karayolu geçmektedir[3/14]. Bu devlet karayolu Silifke ve Anamur üzerinden Adana'yı Antalya'ya bağlamaktadır. 2010 yılı itibariyle trafik yoğunluğu günlük ortalama 2000 araç olup otomobil sayısı yaklaşık 1200'dür [3/15]. Şekil [3/2]'de, Akkuyu NGS Sahası civarındaki lokasyon ve güzergahlar gösterilmektedir.

10 km'lik alan içinde tren yolu ve ilişkili istasyon, depo, yol kavşakları bulunmamaktadır [3/16]. 10 km'lik alan içinde deniz limanı bulunmamaktadır[3/22].

NGS'ye 10 km'lik mesafe içinde askeri tesis bulunmamaktadır.

Şekil 3/2 –Akkuyu NGS Sahası Etrafındaki Lokasyon ve Güzergahlar

3.1.3 SAHA BÖLGESİ

Mersin (il merkezi) Sahanın 140 km doğusunda, Gülnar ilçesi ise Sahanın 37 km kuzeyinde yer almaktadır.

En yakın nehir, Göksü nehri, tesis Sahasının 30 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır. En yakın limanlar Mersin ve Taşucu'nda bulunmaktadır. Sahaya en yakın havalimanı, yaklaşık 200 km mesafede Adana şehrinde bulunmaktadır.

3.2 TESİSLER

3.2.1 SAHA CİVARI

Ocak 2012 tarihinde [3/4-3/32] Türk yetkili mercileri tarafından iletilen bilgilere göre, NGS Sahası civarında (yaklaşık 10 km'lik yarıçap içerisindeki alanda) herhangi bir sanayi tesisi bulunmamaktadır.

10 km'lik alan sınırları içinde, Koçaşlı taş ocağı bulunmaktadır. Toplam olarak, 10 km'lik alan sınırları içinde, madencilik faaliyetleri için ruhsatlandırılmış 13 saha bulunmakta olup bunlardan biri işletilmekte diğer üçünde ise çalışmalar planlanmaktadır. 64 saha, maden arama faaliyetlerinin farklı aşamalarındadır [3/6].

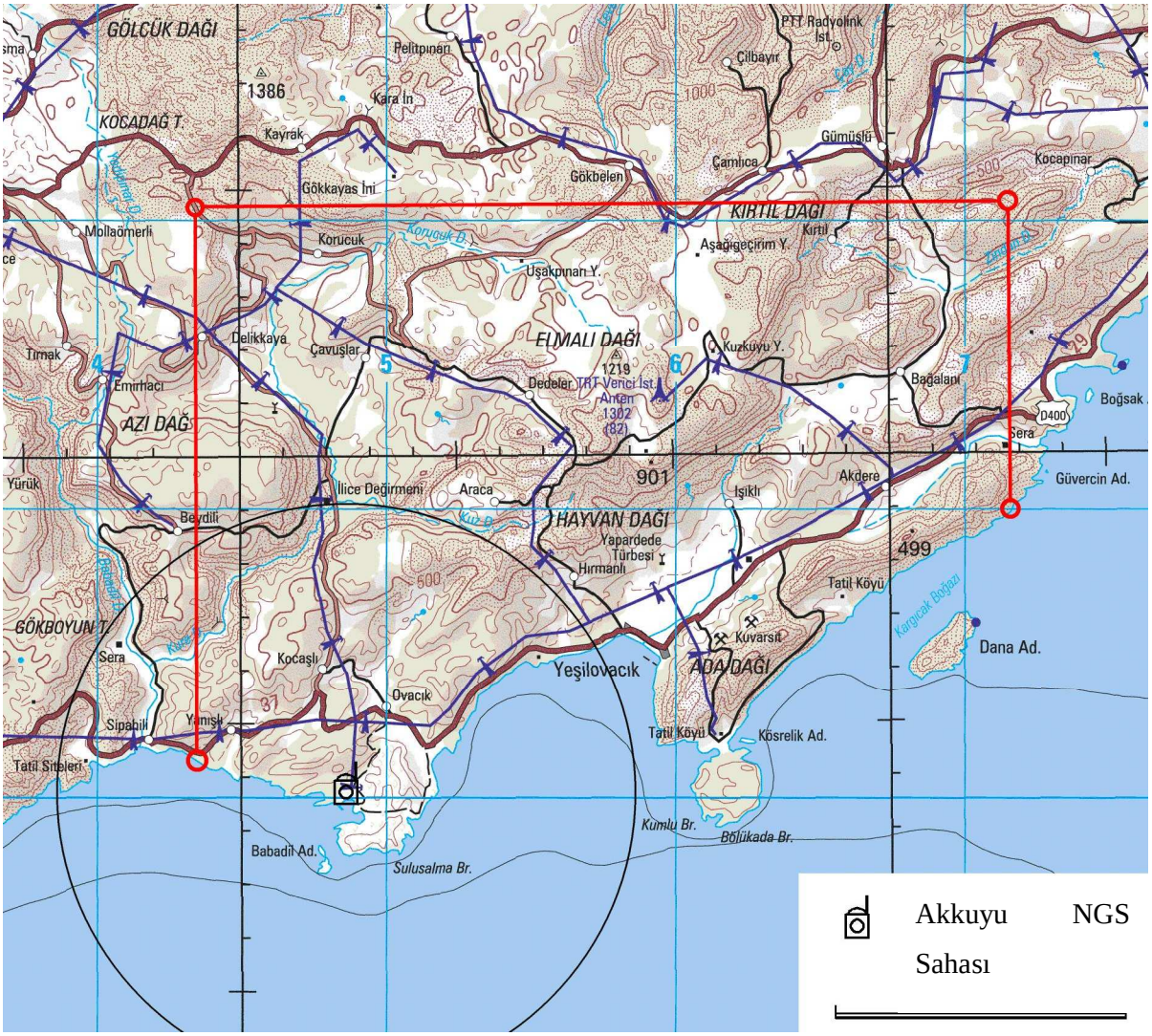
Sahanın çevresindeki 10 km yarıçaplı bir alan içinde, sanayi tesisi, gaz ve akaryakıt deposu bulunmamaktadır ve mevcut tesislerin faaliyetlerinin genişletilmesi veya yeni tesislerin inşaatı için herhangi bir çalışma yapılmamaktadır [3/107, 3/118, 3/9].

Sahadan 10 km'lik mesafede yer alan ve tehlike oluşturma potansiyeline sahip sondaj tesisleri, petrol kuyuları veya benzeri yapılar bulunmamaktadır [3/10]. Ancak, AR/ATL/4847 nolu bir petrol arama ruhsatı verilmiş olup ilgili çalışmalar devam etmektedir [3/11]. AR/ATL/4847 no.lu ruhsat ile arama sahasının, 10 km'lik alana göre konumu Şekil 3/3'de gösterilmektedir[3/12]. NGS sahası için tahsis edilen alan içinde kalan kısmı (çit içinde) için ise ruhsat, askıya alınmıştır [3/13].

NGS sahasının yakınında, Spektrum İzleme Dairesine ait üç üs bulunmaktadır. [3/19]. Söz konusu üsler, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının yetkisi altındadır [3/20]. Ancak, saha civarında elektromanyetik alan, elektromanyetik sinyal ve girdap akımı kaynakları bulunmamaktadır [3/28, 3/29, 3/30, 3/31, 3/32].

Sahadan 10 km'lik mesafedeki alan içinde kaynaklar, geçici dereler ve bir dizi nehir bulunmakta olup bunlar arasında önemli olan Babadıl veya Sipahili deresidir . Gülnar ve Sipahili arasındaki alan için bir arazi ıslah ve su kontrolü planı hazırlanmıştır [3/5].

Babadıl deresi vadileri ve Büyükeceli köyündeki geçici dereler Sahadan bir dizi tepe ile ayrılmakta olup, Saha alanını etkilememektedir. Aynı şey Sipahili barajı için de geçerlidir.

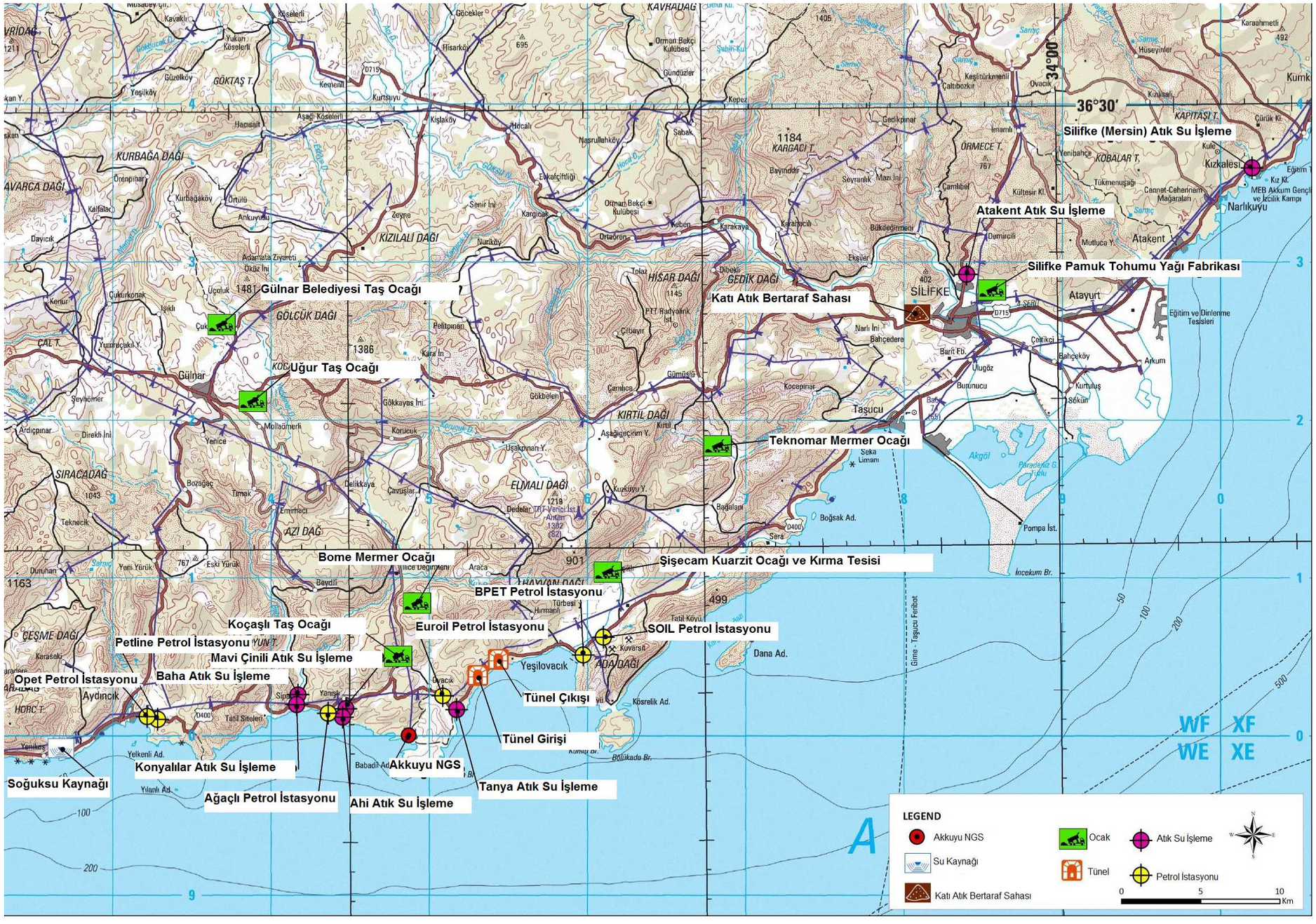


Şekil 3/3 – 10-km'lik Alan ve Petrol Arama Ruhsat Alanı

3.2.2 SAHA BÖLGESİ

Bölgedeki mevcut sanayi faaliyetlerine dair bilgiler, Mersin Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğünden talep edilmişti. 2006-2011 yılları arasında, bu bölgede bir dizi sanayi tesisi kurulmuştur. Bu tesisler arasında çoğunlukla taş, mermer ve kuvarsit ocakları yer almaktadır. Bunlara ek olarak, atık su arıtma tesisleri (biri Atakent, diğeri Silifke'de Atık Sahasında), bir pamuk tohumu yağ üretim tesisi ve bir hazır beton tesisi inşa edilmiştir. Ancak, bu tesislerden hiçbiri

NGS’ye 10 km'lik mesafe içinde bulunmamaktadır. Akkuyu NGS Sahası civar alanı Şekil [3/4]'de gösterilmektedir.



Şekil 3/4 – NGS İnşaat Sahası Civarındaki Tesisler

Sahaya 30 km'lik mesafedeki alan içinde yer alan sanayi tesisleri arasında sadece yerleşim yerlerindeki taş ocakları ve su arıtma tesisleri mevcuttur. En yakın önemli sanayi tesisi, Taşucu kasabasında Sahanın 35 km kuzeyinde bulunan selüloz ve kağıt fabrikasıdır (SEKA). Bu sanayi işletmelerinin çoğu Mersin ve Adana şehirleri arasında Sahadan 90 km'den daha fazla mesafede yer almaktadır.

Sahanın etki alanı içerisinde üretilmiş, depolanmış ve nakledilmiş tehlikeli madde ve arıza durumunda santral Sahasına ulaşabilecek döner parçalara sahip herhangi bir ekipman bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu tesislerle ilgili olarak Akkuyu NGS'yi etkileyebilecek insan kaynaklı tehlike unsurları bulunmamaktadır.

Son beş yılda atık salımı için izin almış olan Silifke, Gülnar ve Aydıncık'ta bulunan tesislerin listesi, Mersin ili Çevre ve Şehircilik Müdürlüğünden Çevre ve Mühendislik Çalışmaları kapsamında talep edilmiştir. Resmi kurumdan alınan yanıta göre, bu tesisler aşağıdaki gibidir:

- Şişecam Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş;
- Uğur Soğutma Mak. Teks. Serigrafi Baskı Maden ve Mermer San. Ve Tic. A.Ş. A.Ş;
- Silifke Yağ Küspe Gıda Tarım Petrol Ürünleri İnş. San. E Tic. Ltd;
- Teknomar Mermer Madencilik San. ve Tic. Ltd. Şti. (IR: 7718);
- Teknomar Mermer Madencilik San. ve Tic. Ltd. Şti. (IR: 62462);
- Çimsa Çimento Sanayi ve Tic. A.Ş. Silifke Hazır Beton Tesisi;
- Teknomar Mermer Mad. San. ve Tic. Ltd. şirketine ait 62462 numaralı Ruhsat Sahası;
- Gülnar Belediye (Kalker Ocağı).

En yakın tren istasyonu Mersin şehrinde bulunmaktadır. Yenice üzerinden geçen demiryolu, Mersin'i Adana'ya, daha sonra İskenderun'a, Türkiye'nin Güney Doğu Anadolu illerine, Suriye ve Irak'a bağlamaktadır. Yenice üzerinden geçen diğer demiryolu hattı ise, İç Anadolu'yu Mersin'e ve Türkiye'nin iç illerine bağlamaktadır. Mersin-Yenice kesimindeki demiryolu taşımacılığı hakkında bilgiler Tablo 3/1'de verilmektedir.

Tablo 3/1 – Hat Kesimlerine Göre Tren Kilometre

	Hat uzunluğu, km	Banliyö	Toplam yolcu	Anahat yolcu	Karma tren	Yük	İş trenleri	Toplam
Yenice-Mersin	43.2	0	837888	837888	0	106239	129	944256

Kaynak: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları2006-2010İstatistik Yıllığı

Demiryolu Mersin limanına malların taşınmasını mümkün kılmaktadır. Mersin Limanı, yolcu ve yük taşımacılığının dünyadaki tüm büyük limanlara yapıldığı Akdeniz ve Türkiye'nin en büyük limanlarından biridir. Bunun yanı sıra,, Ataş Petrol Rafinerisi, Serbest Ticaret Bölgesi, Petrol Şirketi ve Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü (NATO) tarafından işletilen özel limanlar bulunmaktadır. Taşucu Limanı üzerinden Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'ne yolcu ve yük taşımacılığı yapılmaktadır.

Liman, dökme yük, konteyner, Ro-Ro ve petrol terminallerine sahiptir. 2011 yılında toplam 21.031.100 ton mal yüklenmiş ve boşaltılmıştır (bakınız tablo 3/2).

Tablo 3/2 – Mersin Limanında Yükleme ve Boşaltma miktarları (Ton)

Yıl	Yükleme	Boşaltma	Toplam
2003	5 689 433	9 539 723	15 229 156
2004	5 335 867	11 186 599	16 522 466
2005	5 445 221	10 281 852	15 727 073
2006	6 676 683	9 406 697	16 083 380
2007	7 400 012	10 490 090	17 890 102
2008	7 668 196	7 057 519	14 725 715
2009	7 381 461	7 462 683	15 294 144
2010	9 454 114	8 956 183	18 410 296
2011	8 996 348	12 034 752	21 031 100

Kaynak: http://www.mesbas.com.tr/Economical-Structure&59.html

En yakın askeri üs, yaklaşık 150 km uzaklıkta Adana yakınında bulunmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Milli Savunma Bakanlığı ANT Doğu Bölge 1. İşletme Müdürlüğüne bağlı TF-33 Tank Çiftliği Mersin'de Sahanın yaklaşık 80 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır [3/9]. NATO askeri gemiler için rıhtım Sahanın 30 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır.

3.3 BORU HATLARI

Sahadan 10 km'lik mesafede petrol ve gaz boru hattı veya yüksek patlayıcı veya yanıcı madde boru hatları bulunmamaktadır [3/107, 3/118, 3/9, 3/17].

3.4 FAALİYETLER

Sahadan 10 km’lik mesafede sanayi tesisi, gaz ve akaryakıt depoları bulunmamaktadır ve mevcut tesislerin genişletilmesi veya yeni tesislerin kurulmasına yönelik herhangi bir faaliyet yürütülmemektedir. Söz konusu alanda, iç patlamalar veya yangın tehlikesi oluşturma potansiyeline sahip tehlikeli teknolojilerin kullanıldığı veya yanıcı veya toksik gaz bulutlarının oluşumuna neden olabilecek sanayi tesisleri bulunmamaktadır.

Sahaya en yakın iki petrol dolum istasyonu Büyükeceli ve Yanışlı'da bulunmaktadır [3/18]. Bu istasyonlar tepelerin arkasında bulunmakta olup Sahayı etkileme potansiyeline sahip değildir.

3.5 DENİZ YOLLARI

10 km'lik bölgedeki su alanı balıkçı tekneleri, turistik tekneler, ticari yatlar ve yüksek hızlı motorlu tekneler tarafından aktif bir şekilde kullanılmaktadır.

Türkiye ile Kıbrıs Adası arasındaki körfezden sevkiyatların büyük bir kısmı, Orta Doğu bölgesinden veya İskenderun petrol rafinerisine ait petrol tankerleri ile gerçekleştirilmektedir. Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı, Deniz Ulaştırması Genel Müdürlüğünün resmi Yazısına [3/21] göre, halihazırda tehlikeli madde ve deniz taşımacılığı yapılmamakta olup, Akkuyu NGS Sahasından 10 km'lik alan içinde herhangi bir kıyı tesisi bulunmamaktadır.

Sahanın yaklaşık 11,8 km doğusunda yöre balıkçıları tarafından aktif olarak kullanılan Yeşilovacık Balıkçı Barınağı bulunmaktadır [3/25]. Balıkçı Barınağı, bir konveyör bandı ve gemi yanaşma yerinin (tahmil/tahliye için) yanı sıra malzeme yükleme-boşaltma alanlarını içermektedir. Toplam alan 2.125m^2[3/22]'dir.

Sahanın 19,5 km batısında Aydıncık Balıkçı Barınağı yer almakta olup, söz konusu alan yoğun olarak balıkçı gemileri, surat tekneleri ve turizm maksatlı yolcu motorları tarafından kullanılmaktadır. [3/22].

Kıyı açığında ve 10 km'lik kıyı alanı içerisinde yer alan ve demirleme yeri, eğitim ve atış alanı, su altı boru hattı ve kabloları gibi tehlike oluşturma potansiyeline sahip tesisler bulunmamaktadır. [3/4].

3.6 HAVA KORİDORLARI

NGS Sahasının yakınında sivil veya askeri havalimanı bulunmamaktadır.

Akkuyu NGS Sahasından 10 km'lik mesafede ne havaalanı ne de hava trafiğine hizmet veren bir istasyon bulunmaktadır. [3/23]. En yakın ticari sivil havalimanı, NGS'nin yaklaşık 180 km doğusunda Adana'da bulunmaktadır. Sahanın 110 km batısında Gazipaşa'da da bir hava sahası bulunmaktadır.

W84/UW84, N135/UN135, UT38 (Şekil 3/5); 10 km'lik etki alanını etkileyen hava koridorlarıdır [3/28].

Hava koridorları 24 saat sürekli olarak aletli uçuşlarda çoğunlukla Airbus ve Boeing tipi geniş gövdeli sivil yolcu uçakları tarafından kullanılmaktadır.

Akkuyu NGS'nin 10 km yarıçapındaki alanını kapsayan bu koridorların koordinatlarına dair bilgiler (WGS84 formatında) ve ayrıca minimum yol irtifaları aşağıda verilmektedir[3/25]:

a) W84/UW84 koridorları için:

TARSU noktası 36° 37' 32" Kuzey - 34° 31' 14" Doğu

MERAM noktası 36°02' 11" Kuzey - 33° 17' 13" Doğu

Minimum yol irtifası FL100 (yerel basınç değeri dikkate alınarak fark- deniz seviyesinin üzerinde ortalama yaklaşık 10000 fit (3048m)).

b) N135/UN135 koridorları için:

NEKES noktası 36° 09' 13" Kuzey - 33° 17' 05" Doğu

VESAR noktası 35° 54' 56" Kuzey - 34° 00' 58" Doğu

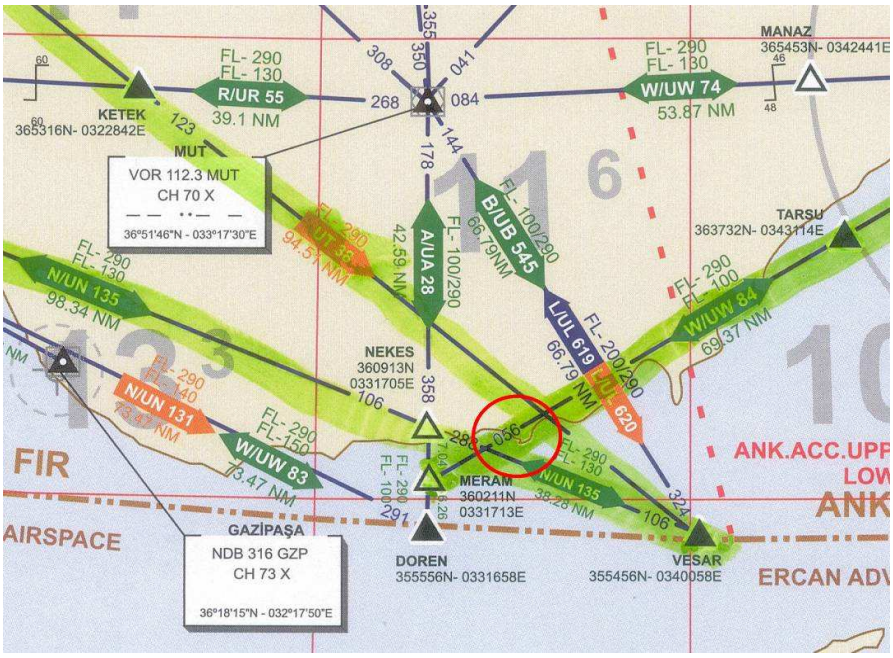
Minimum yol irtifası rakımı FL130 (yerel basınç değeri dikkate alınarak fark - deniz seviyesinin üzerinde ortalama yaklaşık 13000 fit (3962,4 m)).

c) UT38 koridoru için:

KETEK noktası 36° 53' 16" Kuzey - 32° 28' 42" Doğu

VESAR noktası 35° 54' 56" Kuzey - 34° 00' 58" Doğu

Minimum yol irtifası FL290 (yerel basınç değeri dikkate alınarak fark - deniz seviyesinin üzerinde ortalama yaklaşık 29000 fit (8839,2 m)).



Şekil 3/5 – Sivil Uçakların Hava Koridorları

Türkiye Cumhuriyeti Genel Kurmay Başkanlığından alınan bilgiler doğrultusunda, 30 km'lik bölgeden geçen askeri hava koridorları hakkındaki bilgiler 3/26'da verilmektedir.

3.7 SINAİ BÜYÜME PROJEKSİYONU

Yeşilovacık balıkçı barınağındaki ana dalgakıranın üzerine ve dış kısmına olacak şekilde 510 m uzunluğunda iskele inşaatı talebi onaylanmıştır [3/22].

D400 Devlet otoyolu yenilenmekte, şerit sayısı arttırılmakta ve bazı alanlar tesviye edilmekte olup dağlarda tüneller açılmaktadır. Ancak, ilerleyen dönemlerde iki şeritli dağ yolu kısımları kullanacağından, NGS inşaatı sırasında D400 otoyolunun kullanımı minimum seviyede olacaktır.

Ankara-Konya-Silifke-Mersin Demiryolu Projesi, Altyapı Yatırımları (DHL) Genel Müdürlüğüne ait bir proje olup, 1980'lerdeinşaatına dair değerlendirmeler yapılmasına rağmen a günümüze kadar bu projenin gerçekleştirilmesi amacıyla herhangi bir çalışma yapılmamıştır [3/27].

Akkuyu NGS alanından 10 km'lik alan içinde herhangi bir ek hava rotası ve AST koridoru planlanmamaktadır[3/23].

3.8 SONUÇ

Akkuyu NGS Sahasında dış etkilere bağlı olarak tehlike oluşturabilme potansiyeline sahip tesisler ve faaliyetler değerlendirildiğinde, sanayi tesisleri ve ulaşımdan dolayı insan kaynaklı tehlikeler açısından Akkuyu Saha koşullarının bir NGS inşaatı için uygun olduğu ifade edilebilir.

REFERANS LİSTESİ

3/1 21.03.2009 tarih ve 27176 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Nükleer Güç Santrali Sahalarına İlişkin Yönetmelik.

3/2 Nükleer Güç TAEK GK-GR-01 kod ve sayılı Nükleer Güç Santralleri İçin Yer Raporu Biçim ve İçeriği Kılavuzu, Rev. 1, yayım tarihi 10.12.2009, TAEK

3/3 Akkuyu NGS Projesi. Ön Tasarım Aşaması. Nükleer Güç Santral Alanı ve Sahasında Antropojenik Koşulların Değerlendirilmesi. Aşama III. ENVY, Kasım 2011

3/4 Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığının 11.10.11 tarih ve 3600-237 - 11/Osi.S sayılı Yazısı

3/5 Ormancılık ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Etüt, Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığının 01.08.2011 tarih ve B.23.1.DSI.0.10.02.00-110-[17.03]-284654 sayılı Yazısı

3/6 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Maden İşleri Genel Müdürlüğünün 02.08.2011 tarih ve B.15.0.MGM.0.02.01.04 514035 sayılı Yazısı

3/7 Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ), Doğal Gaz İşletmeleri Bölge Müdürlüğü 10.08.2011 tarih ve B.15.2.BOT.1.02.15.00-405.02-24461 sayılı Yazısı

3/8 Mersin Bilim, Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğünün 19.08.2011 Tarih ve B.14.4.İLM.4.33.00.03.045/01-288 sayılı Yazısı

3/9 Milli Savunma Bakanlığı, Akaryakıt İkmal ve NATO POL Tesisleri İşletme Başkanlığının 04.01.2012 tarih ve B.04.2.ANT.0.10.02.00/755.01/13-43 sayılı Yazısı

3/10 Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğünün 15.08.2011 tarih ve B.15.2.TRA.0.10.00.00/3408 sayılı Yazısı

3/11 Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Arama ve Üretim Daire Başkanlığının 22.07.2011 tarih ve B.15.1.PİG.0.10.04.00/125-99 4961 sayılı Yazısı

3/12 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Petrol İşleri Genel Müdürlüğünün 03.01.2012 tarih ve B.15.1.PİG.0.10.01.00/218-99 sayılı Yazısı

3/13 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Petrol İşleri Genel Müdürlüğünün 19.01.2012 tarih ve B.15.1.PİG.0.10.04.00/99 330 sayılı Yazısı

3/14 Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Devlet Karayolları Genel Müdürlüğünün 17.08.2011 tarih ve B.11.1.TCK.0.09.01-31/045-3667 sayılı Yazısı

3/15 Otoyollar ve Devlet Yolları Trafik Hacim Haritası 2010 // Karayolları Genel Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, 2011 *http://www.kgm.gov.tr*

3/16 Devlet Demiryolları İşletmesi Genel Müdürlüğü, Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Dairesi Başkanlığının 25.07.2011 tarih ve B.11.2.DDY.0.65.07.00-754-16201 sayılı Yazısı

3/17 Gülnar Kaymakamlığı'nın 16.08.2011 tarih ve B.05.4.VLK.0.33.46.00-529-1174 sayılı Yazısı

3/18 Büyükeceli Belediyesi'nin 10.08.2011 tarih ve M.33.8.BÜY-2011/484 sayılı yazısı

3/19 Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Spektrum İzleme Dairesi Başkanlığının 23.01.2012 tarih ve B.23.1.BTK.0.12.303.03/5847/2658 sayılı Yazısı

3/20 Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığının 25.01.2012 tarih ve B.11.0.SGB.0.05.619.99-240 sayılı Yazısı

3/21 Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı, Deniz Ulaştırması Genel Müdürlüğünün 15.07.2011 tarih ve B.02.01.DNM/0.06.01.01/125.01.57/21181 sayılı Yazısı.

3/22 Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Deniz ve İçsular Düzenleme Genel Müdürlüğünün 20.02.2012 tarih ve B.02.1.DNM/0.06.01/125.01.57/1324 sayılı Yazısı

3/23 Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü, Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Daire Başkanlığının 22.07.2011 tarih ve B.11.2.DHM.0.65.04.00-602–49728 sayılı Yazısı

3/24 Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğünün 19.10.2011 tarih ve B.11.0.SHG.0.12.02.04/2258-13758 sayılı Yazısı

3/25 Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğünün 19.01.2012 tarih ve B.11.1.SGH.0.12.02.04/44-332 sayılı Yazısı

3/26 Türkiye Genel Kurmay Başkanlığının 08.02.2012 tarih ve 3640-266-12/Kom.Kont.D.Hv.Svn.Ş.(2)33423215 sayılı Yazısı

3/27 Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü, Ankara, mühendislik ve risk değerlendirme faaliyetlerine dair 06.01.12 tarih ve B.11.0.DLH.0.11.00.01/343 sayılı Yazısı

3/28 Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Genel Müdürlüğünün mühendislik ve risk değerlendirmesine ilişkin 03.01.12 tarih ve B.14.0.SGM.0.10.00.01/103-01 sayılı Yazısı

3/29 Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü, Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Daire Başkanlığının Akkuyu NGS Projesi'ne ilişkin 22.07.2011 tarih ve B.11.2.DHM.0.65.04.00-602-12076 sayılı Yazısı

3/30 Kara Ulaştırması Genel Müdürlüğünün mühendislik ve risk değerlendirmesine ilişkin 09.01.2012 tarih ve B.11.0.KUG.0.13.00.02-719/574 sayılı Yazısı.

3/31 Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Deniz ve İçsular Düzenleme Genel Müdürlüğünün mühendislik ve risk değerlendirmesine ilişkin 12.01.2012 tarihli B.02.1.DNM.0.65.04.619/930 sayılı Yazısı

3/32 Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Devlet Karayolları Genel Müdürlüğünün mühendislik ve risk değerlendirmesine ilişkin 06.01.2012 tarih ve B.11.1.TCK.077.03.00-710.05-0023 sayılı Yazısı

4. METEOROLOJİ

4.1 BÖLGE İKLİM ŞARTLARI

Akkuyu Nükleer Enerji Santrali (ANGS) sahası, Türkiye'nin Akdeniz boyunca uzanan güney doğu kesiminde bulunmaktadır. Saha, Mersin İlinin sınırları içinde bulunmaktadır. Silifke'nin yaklaşık 45 km batısında ve Anamur'un 66 km doğusundadır. Akkuyu NGS sahası, küçük tepeler ile çevrili deniz vadisine doğru inmektedir. Bölge, batıdan doğuya Bolkar Dağlarını, Aladağ Dağlarını ve Tahtalı Dağlarını kapsamaktadır. Sahanın enlemi 36° 08’ N ve boylamı 33° 32' E'dir. Komşu alanla birlikte sahayı gösteren bir harita şekil 4/1.1'de sunulmaktadır.

Şekil 4/1.1 – Akkuyu NGS Sahası Bölgesi

Akdeniz bölgesinde genel hava özellikleri rüzgarlı, ılıman ve yağışlı kış mevsimi ve nispeten sakin, sıcak ve kuru yaz bir mevsimidir. Mevsimsel özellikler, Atlantik, Avrasya ve Afrika'nın büyük basınç sistemlerinin hareketi ve gelişimiyle doğrudan ilişkilidir [4/15].

Soğuk mevsimde (Ekim – Mayıs ayları arasında), ana hava akımı, Atlantik veya Avrupa ve Asya kıtalarından arktik ve kutupsal hava kütlelerini getirmektedir. Arktik ve kutupsal hava kütleleri sıcak deniz yüzeylerinde hızla değiştirilmektedir. Akdeniz havasının en önemli özelliği, taşınım bakımından istikrarsız olmasıdır. Türkiye'nin güney kıyılarındaki bu hava kütlelerinden, şiddetli orografik yağış oluşabilir.

Sıcak mevsimde (Haziran – Eylül ayları arasında) Akdeniz havasını oluşturan baskın hava kütlelerinde meydana gelen değişimler, soğuk mevsimden oldukça farklıdır. Akdeniz bölgesine akan hava, aslen kuzeybatı ve kuzeyden gelen, Avrupa Kıtası üzerinden geçerken ısınan ve kuruyan kutup havasıdır. Hareket ettikçe, nispeten serin deniz tarafından soğutulur. Biraz istikrar sağlayan düşük seviyeli bir inversiyon oluşur, ancak bu inversiyonun üzerinde hava taşınım bakımından istikrarsız olup aktif kümelenme sağanakları ve orajlar oluşabilir.

Sahada mevsimsel çevrim iyi tanımlanmaktadır. Temmuz, Ağustos ve Eylül (TAE) ayları subtropikal yüksek Azorlardan uzanan güçlü bir yüksek basınç sırtının bir sonucu olarak havzanın büyük bir kesiminde sıcak ve kuru hava ile karakterize olmaktadır. TAE sırasında, doğu Akdeniz, Hint Denizi yaz musonları depresyonunun uzantısından etkilenmektedir.

Ekim ayında yağmurlu mevsim başlar. Kış, Sibirya yüksek basıncıyla ilişkili olarak doğuda daha yüksek basınç ile Akdeniz'de düşük basınç ve siklonik düzensizlik ile karakterize olmaktadır [4/12].

İlkbahar sırasında, yağmurlu mevsim devam eder. Mayıs itibariyle, kutup ön ve ilişkili güçlü jet akımı, etkisi azalacak şekilde kuzeye yeterince uzaktır ve subtropikal yüksek basınç ve ilişkili sırtları etkilerini daha fazla göstermektedir[4/2-4/4].

4.2 YEREL METEOROLOJİ

4.2.1 METEOROLOJİ ÇALIŞMASI

Akkuyu NES sahası bölgesinin iklim koşullarının özelliklerine esas teşkil eden referans meteoroloji istasyonları, Silifke Mİ ve Anamur Mİ'dir. NES sahasına uzaklık, yükselti, klimatoloji, gözlem süresi, ölçülen parametre içeriği ve mevcut fon verilerinin yeterliliği analizde dikkate alınmıştır. Bu sabit meteorolojik istasyonlar, sürekli gözlem yapmaktadır; Silifke Mİ sahadan 46 km uzakta Doğu-Kuzeydoğu yönünde ve Anamur Mİ sahadan 66 km uzakta Batı-Kuzeybatı yönünde bulunmaktadır. Her iki meteoroloji istasyonunun detaylı özellikleri Tablo 4/2.1'de verilmektedir.

Tablo 4/2.1 - Referans Mİ Özellikleri

İstasyon	Yer	Sahadan mesafe, km	Yükselti, m	Gözlem periyodu, yıl	Gözlem sıklığı
Anamur	36°05'N 32°52'E	66	5	1981-2010	Saatlik, Günlük
Silifke	36°23'N 33°56'E	46	15	1981-2010	Saatlik, Günlük

Her iki meteoroloji istasyonu, bölgenin meteorolojik rejiminin özelliklerinin hesaplanması için meteorolojik veri girdileri veritabanını sağlamak amacıyla kullanılmıştır.

Akkuyu NGS sahasına en yakın meteoroloji ve radyosonda istasyonu Adana'da bulunmaktadır. Hava sondaları günde iki defa yapılmaktadır (00 ve 12 UTC).

Yukarıda belirtilen istasyonların NGS sahasını temsil edişini değerlendirirken, başlıca bilgi kaynakları, 2009-2010 yıllarında Anamur Mİ ve Silifke Mİ'de ve Haziran 2009'dan günümüze kadar Akkuyu geçici Mİ'de gerçekleştirilen saatlik yüzey meteoroloji ölçümleridir [4/1].

4.2.2 SOLAR RADYASYON

Anamur ve Silifke istasyonları için ortalama solar radyasyon yoğunluğu 368 ve 389 cal/cm^2-gün ve ortalama gün ışığı süresi 7:55 ve 8:06 saat/gün'dür (Tablo 4/2.2).

Tablo 4/2.2 – Anamur (1970-2010) ve Silifke (1985-2010) İstasyonlarında Ortalama Günlük ve Aylık Güneş Işığı Süresi, Ortalama Solar Yoğunluğu ve Maksimum Günlük Solar Yoğunluk

Ay	Güneş Işığının Ortalama Günlük Toplam Süresi, saat-dk		Güneş Işığının Ortalama Günlük Toplam Süresi, saat		Ortalama Solar Yoğunluk, cal/cm^2/gün		Maks. Günlük Toplam Solar Yoğunluk, cal/cm^2/dk	
	Anamur	Silifke	Anamur	Silifke	Anamur	Silifke	Anamur	Silifke
Oca.	4:39	05:03	145.4	156.4	184.30	209.60	1.13	1.18
Şub	05:31	05:48	155.4	163.4	256.80	279.10	1.28	1.32

Ay	Güneş Işığının Ortalama Günlük Toplam Süresi, saat-dk		Güneş Işığının Ortalama Günlük Toplam Süresi, saat		Ortalama Solar Yoğunluk, cal/cm^2/gün		Maks. Günlük Toplam Solar Yoğunluk, cal/cm^2/dk	
	Anamur	Silifke	Anamur	Silifke	Anamur	Silifke	Anamur	Silifke
Mar	06:50	07:10	213.2	222.2	354.90	377.50	1.39	1.55
Nis	08:06	08:09	246.5	244.6	441.30	455.50	1.77	1.59
May	09:22	09:30	305.2	294.6	513.00	525.20	1.44	1.67
Haz	10:22	10:46	327.6	323.0	546.70	566.00	1.90	1.49
Tem	10:29	11:09	343.0	345.5	528.50	552.80	1.46	1.46
Ağu	10:27	10:44	336.6	332.9	479.90	503.80	1.25	1.38
Eyl	09:53	09:52	305.4	299.8	417.90	437.60	1.30	1.39
Eki	08:58	08:03	252.5	248.4	315.00	337.30	1.17	1.28
Kas	06:00	06:09	190.4	185.8	215.20	238.50	1.02	1.19
Ara	04:27	04:45	143.9	145.6	164.50	187.40	0.96	1.06
Yıllık	07:55	08:06	247.1	246.8	368.17	389.19	1.34	1.38

4.2.3 RÜZGAR

Rüzgar hızındaki aylık ortalama değişim, Anamur ve Silifke İstasyonlarından elde edilen veri grupları kullanılarak belirlenmiştir. Aylık ortalama rüzgar hızları Tablo 4/2.3'de sunulmaktadır. Görülebildiği üzere, en düşük rüzgar hızı yaz aylarında ve en yüksek rüzgar hızı kış mevsiminde gözlenmektedir.

Tablo 4/2.3 – Anamur ve Silifke Mİ'da Aylık Ortalama Rüzgar Hızları

Periyod, yıl	Rüzgar hızı, m/s			
	Anamur	Silifke	Anamur	Silifke
	1981-2010		1975-2009	
Ocak	2.4	2.8	2.7	3.0
Şubat	2.5	2.8	2.8	3.0
Mart	2.3	2.4	2.5	2.5
Nisan	2.0	1.8	2.2	2.0
May	1.8	1.6	1.9	1.7
Haziran	1.9	1.5	2.0	1.7
Temmuz	1.9	1.7	2.1	1.8
Ağustos	1.9	1.7	2.2	1.9
Eylül	2.1	1.9	2.3	2.1
Ekim	2.1	2.2	2.3	2.4
Kasım	2.2	2.4	2.5	2.6

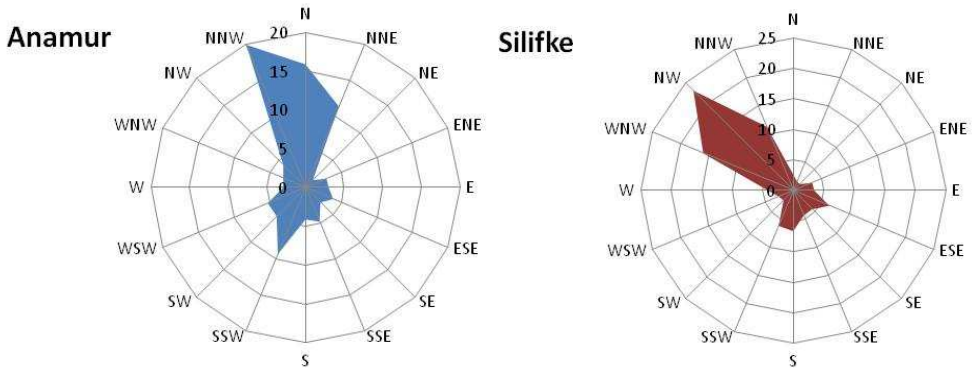
Periyod, yıl	Rüzgar hızı, m/s			
	Anamur	Silifke	Anamur	Silifke
	1981-2010		1975-2009	
Aralık	2.4	2.5	2.6	2.7
Kış	2.4	2.7	2.7	2.9
İlkbahar	2.0	1.9	2.2	2.1
Yaz	1.9	1.6	2.1	1.8
Sonbahar	2.1	2.2	2.4	2.4
Yıl	2.1	2.1	2.3	2.3

Şekil 4/2.1'de verilen rüzgar gülleri, Anamur istasyonundaki rüzgarların çoğunluğunun Kuzey-Kuzeybatı – Kuzey-Kuzeydoğu yönünden estiğini ve Güney-Güneybatı yönünden biraz daha az rüzgar estiğini göstermektedir. Diğer yönlerden esen rüzgarlar en az sıklıktadır. Silifke istasyonu için ise bir farklılık bulunmaktadır. Baskın rüzgar motifi Batı-Kuzeybatı – Kuzey-Kuzeybatı yönünden esmektedir. Baskın rüzgar yönlerindeki farklılıklar, büyük ölçüde yerel topoğrafyadan kaynaklanmaktadır..

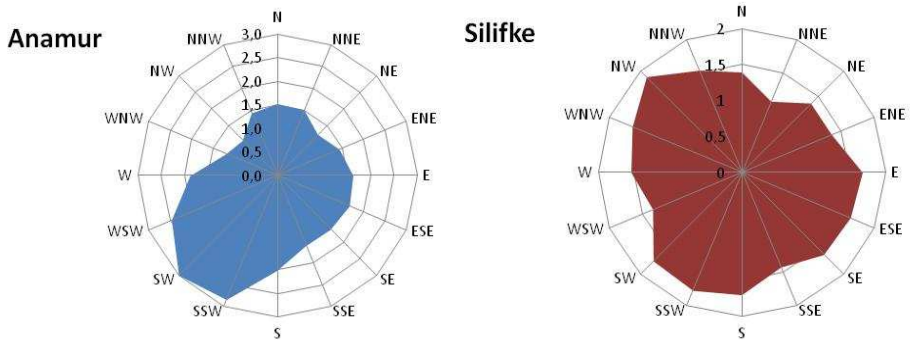
Yönlere göre ortalama rüzgar hızı değişimleri Şekil 4/2.2'de görülebilir. Anamur istasyonunda rüzgar Doğu-Kuzeydoğu – Batı kesimlerinden estiğinde rüzgar hızı 2 m/s'nin üzerinde, geri kalan kesimlerden estiğinde ise 1,5 m/s altındadır. En yüksek rüzgar hızı, Güneybatı rüzgarlarında gözlenmektedir.

Rüzgar hızı, Silifke istasyonunda nispeten düşüktür. Uzun süreli yıllık ortalama rüzgar hızı yaklaşık 2.1 m/s olup tüm rüzgar sektörlerinde neredeyse sabittir.

.



Şekil 4/2.1 – Anamur ve Silifke'de Uzun Vadeli Rüzgar Gülleri.

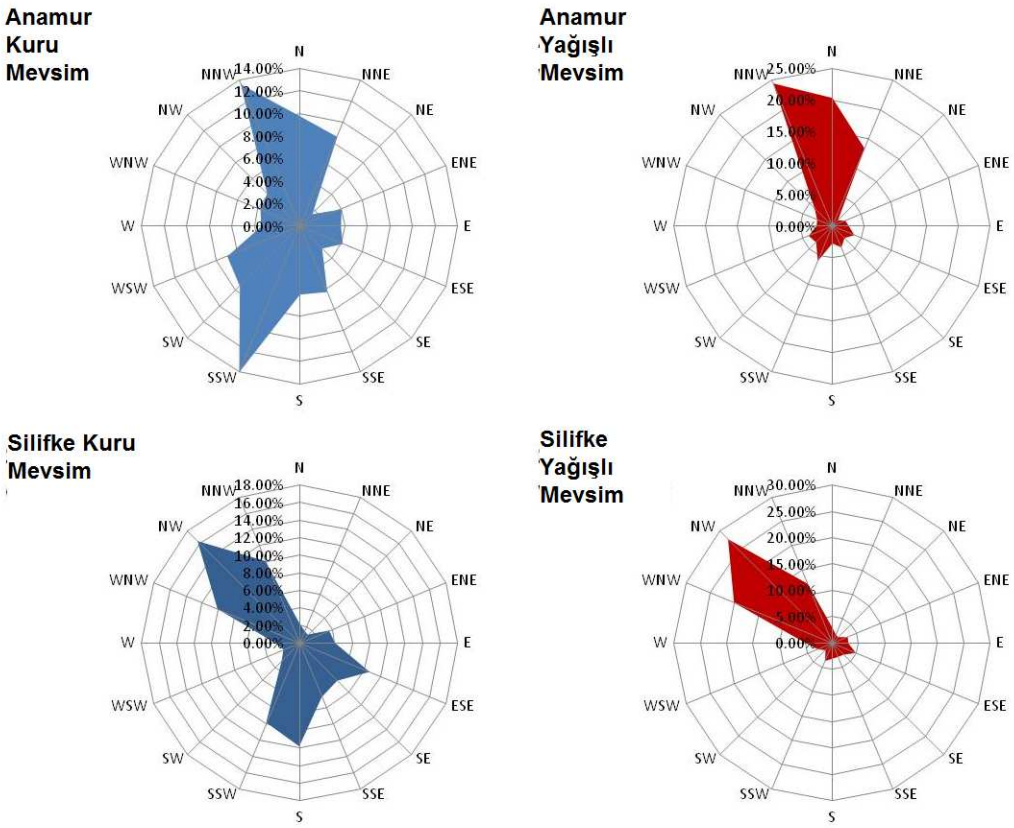


Şekil 4/2.2 –Anamur ve Silifke için Kertelerde Uzun Vadeli Ortalama Rüzgar Hızları .

Kuru ve Yağışlı Mevsimlerde rüzgar gülleri Şekil 4/2.3'de gösterilmektedir.

1970-2010 döneminde kuru mevsim boyunca, Anamur İstasyonunda tüm rüzgarların %36,1'i Kuzeydoğudan Kuzey-Kuzeybatıya ve %28,4'ü Güney-Güneybatıdan Batı-Güneybatıya; Silifke İstasyonunda ise %36,5'i Batı-Kuzeybatıdan Kuzey-Kuzeybatıya ve %34,3'ü Güney-Güneybatıdan Güneydoğuya idi.

Yağışlı mevsim boyunca, baskın rüzgarlar kuzey yönlerindendir. Rüzgarların yaklaşık olarak %60'ı, Silifke İstasyonunda Batı-Kuzeybatıdan Kuzey-Kuzeybatı kesimlerine ve Anamur İstasyonunda Kuzey-Kuzeybatıdan Kuzey-Kuzeydoğu kesimlerine doğrudur.



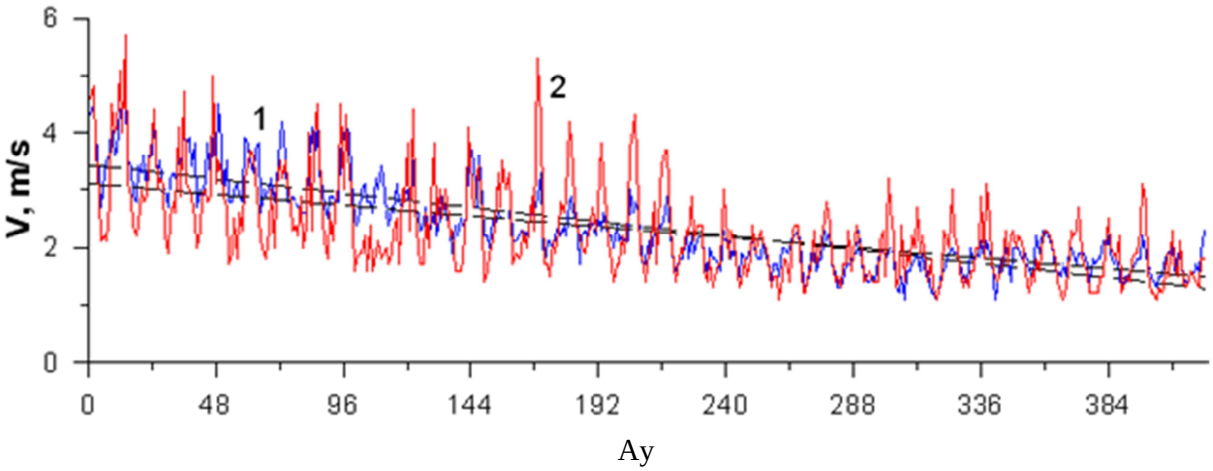
Şekil 4/2.3 – Anamur ve Silifke'de Kuru ve Yağışlı Mevsimler için Rüzgar Gülleri .

Şekil 4/2.4 her iki istasyonda 1975-2009 boyunca zaman içinde rüzgar ivmesindeki değişimleri göstermektedir. Her iki istasyonda rüzgar ivmesi her yıl boyunca senkronize bir şekilde değişmekte: kış mevsiminde artmakta, yaz mevsiminde azalmaktadır.

Son 30 yıllık gözlemler, kuzey orta enlemde rüzgar hızındaki %5-50 azalmanın, ortalama devridaim göstergelerindeki değişimlerden ve sinoptik sistem gücündeki azalmadan kaynaklandığını göstermiştir. Hava istasyonu noktalarında yüzey engebesindeki artış da hava akış ivmesindeki azalmaya katkıda bulunmuştur [4/22].

Y.Ünal, S.İncecik (2012), on Türk şehrinde son 30 yıl boyunca yüzey rüzgarları ve üst rüzgarlar üzerinde çalışmalar yapmış ve ayrıca rüzgar hızında da azalma olduğu sonucuna varmıştır [4/23].

Dönem boyunca rüzgar hızında azalma eğilimi, meteoroloji istasyonları etrafındaki yapılaşmadaki artış ile açıklanmaktadır. Yapılaşma sürecinin tamamlandığı 1995'den başlayarak, meteoroloji istasyonlarındaki rüzgar hızının azalmadığı ve sabit olduğu açık bir şekilde görülebilmektedir.



Şekil 4/2.4 – 1975-2009 yıllarında Anamur (mavi çizgi – 1) ve Silifke'de (kırmızı çizgi – 2) Aylık Ortalama Rüzgar Hızlarındaki Zamansal Değişme

Rüzgar hızının yıllık maksimum değerleri ve günlük verilere göre ilgili rüzgar yönleri Tablo 4/2.4'de verilmektedir.

Tablo 4/2.4 - Silifke ve Anamur'da 1975-2009 için Yıllık Maksimum Rüzgar Hızları (m/s) ve Karşılık Gelen Rüzgar Yönleri (Derece)

Yıl	Silifke MI		Anamur MI	
	V_{max}	D	V_{max}	D
1975	26.3	315.0	29.5	225.0
1976	30.2	337.5	27.4	360.0
1977	26.4	292.5	25.6	337.5
1978	23.9	292.5	32.6	225.0
1979	28.0	292.5	30.0	292.5
1980	24.0	315.0	34.9	202.5
1981	21.0	315.0	25.0	360.0
1982	27.4	315.0	23.2	292.5
1983	24.1	337.5	25.8	22.5
1984	25.8	67.5	24.3	247.5
1985	27.9	337.5	22.8	270.0
1986	24.2	337.5	23.7	270.0
1987	27.0	337.5	17.7	112.5
1988	28.6	337.5	18.8	225.0
1989	28.6	360.0	18.4	337.5
1990	30.3	292.5	24.0	337.5
1991	27.6	315.0	14.7	360.0
1992	22.2	315.0	18.9	360.0
1993	26.2	315.0	18.4	360.0
1994	24.5	315.0	15.6	270.0
1995	20.8	315.0	14.2	247.5

Yıl	Silifke MI		Anamur MI	
	V_{max}	D	V_{max}	D
1996	18.8	270.0	14.5	90.0
1997	19.2	292.5	16.6	90.0
1998	21.1	292.5	18.4	337.5
1999	20.0	315.0	17.8	225.0
2000	21.7	315.0	17.1	315.0
2001	20.3	315.0	16.7	157.5
2002	21.5	315.0	15.6	202.5
2003	26.8	270.0	22.8	360.0
2004	24.2	315.0	18.0	202.5
2005	15.2	315.0	14.4	360.0
2006	17.0	315.0	17.2	202.5
2007	17.9	292.5	20.5	360.0
2008	20.1	292.5	17.2	360.0
2009	15.7	292.5	15.8	360.0

Kaydedilen maksimum rüzgar hızı Anamur İstasyonunda Güney-Güneybatı yönünden 34,9 m/s ve Silifke istasyonunda Batı-Kuzeybatı yönünden 30,3 m/s'dir. 10,8 m/s ve 13,9 m/s'e eşit veya daha yüksek rüzgar hızına sahip aylık ortalama gün sayısı [4/1] Tablo 4/2.5'de verilmektedir.

Tablo 4/2.5 – ≥10,8 ve ≥13,9 m/s Rüzgar Hızına Sahip Günlerin Aylık Ortalama Sayısı

Dönem	≥10.8 m/s rüzgar hızına sahip ortalama gün sayısı		≥13.9 m/s rüzgar hızına sahip ortalama gün sayısı	
	Anamur	Silifke	Anamur	Silifke
Oca.	6	11	3	5
Şub	5	11	2	5
Mar	5	11	2	5
Nis	4	8	1	4
May	3	5	1	3
Haz	3	5	1	3
Tem	3	6	1	4
Ağu	2	6	0	3
Eyl	2	7	0	3
Eki	2	8	1	4
Kas	4	7	2	3
Ara	5	9	2	4
Yıllık	45	92	15	46

2009-2010 yıllarında sakin rüzgar (<0,5 m/s) sıklığı, Silifke'de %6,8 ve Anamur istasyonunda %9,7'dir.

Sakin rüzgarların ortalama ve maksimum süresi, 2009-2010 yılları için saatlik rüzgar verilerinden hesaplanmıştır. Anamur İstasyonunda, sakin koşulların %35'i 1 saat sürmekte, %14'ü

2 saat sürmekte ve %5'i kesintisiz 2 saat sürmekte iken, Silifke istasyonunda karşılık gelen değerler %32 (1 saat), %11,7 (2 saat), %3,6 (3 saat), %2,4 (4 saat)'tür. Sakin rüzgarların maksimum kesintisiz süresi, 2009 ve 2010 yıllarında Anamur istasyonunda 7 saat ve Silifke istasyonunda 12 saattir. 2009 ve 2010 yıllarında, günlük ortalama rüzgar hızı verilerine dayanarak, Anamur ve Silifke istasyonlarında rüzgar hızı seviyelerinin üst %5'i sırasıyla 1,8 m/s ve 1,4 m/s'dir.

Anamur ve Silifke istasyonlarında zamanın yaklaşık yüzde 57-58'inde sakin koşullar (sakin veya zayıf rüzgarlar < 2 m/s) görülmektedir. Sakin ve zayıf rüzgarların en yüksek yüzdesi, yaz mevsiminde ve en düşüğü kış mevsiminde gözlenmiştir.

4.2.4 HAVA NEMİ

Ortalama yıllık bağıl nem Anamur istasyonunda %71 iken Silifke istasyonunda %60'tır.

Gözlem sürelerine göre ortalama aylık bağıl nem Tablo 4/2.6'da verilmektedir.

En yüksek sıcaklığa sahip saatteki (14:00) bağıl nem, Anamur'da ortalama %65 olmak üzere 60-69 arasında değişmekte; Silifke'de ise ortalama %51 olmak üzere 46-57 arasında değişmektedir. Yaz ayları boyunca, günün bu saatinde ortalama bağıl nem, Anamur ve Silifke istasyonlarında sırasıyla %67 ve %57'dir. Kış ayları boyunca, günün en sıcak saatindeki bağıl nem seviyeleri Anamur ve Silifke'de sırasıyla %63’e ve % 49'a kadar düşmüştür.

Tablo 4/2.6 - 1975-2009 Yılları arasında Saat 7:00, 14:00 ve 21:00'de Bağıl Hava Nemi, Ortalama ve Minimum Hava Nemi

Parametre	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Bağıl Nem f, %, Ortalama ve Minimum Hava Nemi Anamur MS												
07:00	75	74	75	77	77	77	76	76	69	67	70	75
14:00	64	64	65	68	69	70	67	68	63	60	61	64
21:00	77	76	78	79	81	78	76	77	73	71	74	77
$\overline{f}$	72	71	73	75	76	75	73	73	69	66	68	72
f_{min}	7	6	13	9	17	14	7	11	15	6	4	13
Bağıl Nem f, %, Ortalama ve Minimum Hava Nemi Silifke MS												
07:00	62	62	65	69	70	67	66	65	59	56	60	62
14:00	50	49	50	53	54	56	57	58	52	47	47	51
21:00	62	63	67	70	72	73	74	74	67	63	62	63
$\overline{f}$	58	58	61	64	65	65	66	66	59	55	56	58
f_{min}	10	5	8	11	13	4	9	12	12	2	7	8

1975-2010 döneminde, Anamur ve Silifke istasyonlarındabağıl nemin %30 ve altında olduğu aylık ortalama gün sayısı Tablo 4/2.7'de gösterilmektedir. %30'dan düşük bağıl nem seviyelerine sahip toplam gün sayısı Anamur ve Silifke istasyonlarında sırasıyla 316 ve 1210 olarak gerçekleşmiştir. Toplam 35 yıllık dönem için %30'dan düşük günlerin ortalama sayısı Anamur istasyonunda 316 gün/35 yıl=9 gün/yıl, Silifke İstasyonunda ise 1210 gün/35 yıl=35 gün/yıl değerindedir.

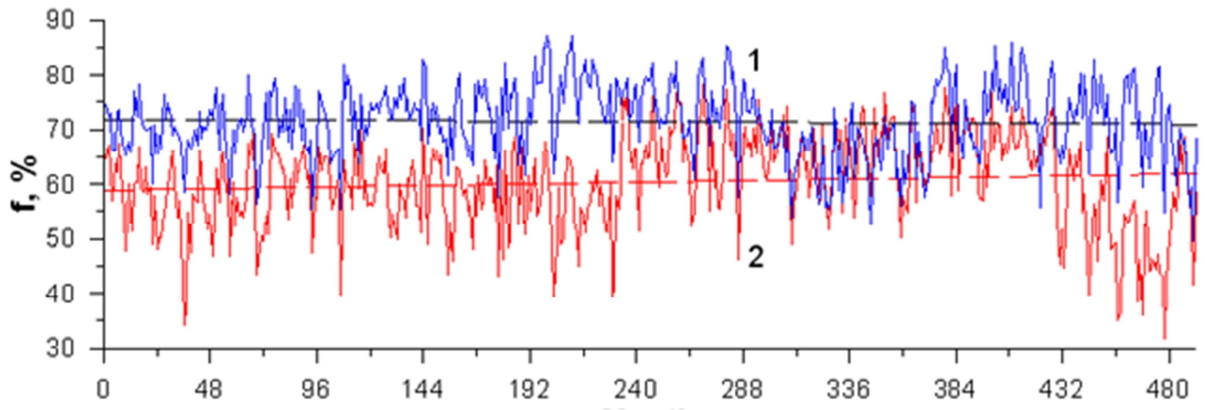
Tablo 4/2.7 – 1975-2010 Dönemi için Anamur ve Silifke İstasyonlarında %30'dan düşük ve %80'den yüksek Aylık Ortalama Bağıl Nem Değerleri

Ay	Bağıl neme sahip günlerin sayısı			
	%30'dan düşük		%80'den yüksek	
	Silifke	Anamur	Silifke	Anamur
Oca	144	47	104	254
Şub	121	33	71	217
Mar	113	16	51	231
Nis	87	15	46	280
May	59	15	22	340
Haz	31	31	8	351
Tem	30	41	3	304
Ağu	29	23	5	267
Eyl	94	8	4	153
Eki	186	22	28	125

Kas	189	28	65	146
Ara	127	37	105	246
Toplam	1210	316	512	2914

Tablo 4/2.7 ayrıca Anamur ve Silifke istasyonları için en sıcak saatte bağıl nemin %80'den yüksek olduğu toplam gün sayısı hakkında bilgiler içermektedir. Bağıl nem seviyeleri Anamur istasyonunda daha yüksek olmuştur. Bağıl nemin %80 veya daha yüksek seviyelerde olduğu günlerin sayısı Silifke istasyonundan önemli ölçüde daha yüksektir. Günün en sıcak saatinde bağıl nemin %80 ve daha yüksek seviyelerde olduğu toplam gün sayısı Anamur ve Silifke istasyonlarında sırasıyla 2914 ve 512'dir. Toplam 35 yıllık dönem için %80'den yüksek günlerin ortalama sayısı Anamur istasyonunda 2914 gün/35 yıl=83 gün/yıl ve Silifke İstasyonunda 512 gün/35 yıl=15 gün/yıl'dır.

1970-2009 yıllarında ortalama aylık bağıl hava neminin zamana bağlılığı Şekil 4/2.5'de gösterilmektedir. Kıyısal Anamur Mİ'deki nem, denizden biraz uzakta bulunan Silifke Mİ'den ortalama olarak daha yüksektir. Doksanların ortasında, her iki istasyondaki nem önemsiz düzeyde farklılık göstermiştir.



Şekil 4/2.5 – 1970-2009 yıllarında Anamur ve (mavı çızgi – 1) ve Silifke'de (kırmızı çizgi – 2) Veri) Bağıl Hava Neminin Zamana Bağımlılığı

4.2.5 YAĞIŞ MİKTARI VE KAR ÖRTÜSÜ

Son 40 yıla ait aylık ortalama ve yıllık toplam yağış miktarı Tablo 4/2.8'de sunulmaktadır.

Tablo 4/2.8 – Referans İstasyonlarında 1970-2010 Dönemi için Aylık Ortalama Yağış Miktarındaki Değişim.

İstasyon	Ay												Yıllık Toplam
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Anamur	186	141	88	53	23	6	1	4	14	73	138	199	926
Silifke	104	80	54	32	24	10	5	4	10	38	88	125	574

Anamur istasyonunda gözlemlenen 199 mm'lik maksimum aylık ortalama yağış miktarı, son 40 yıllık dönem içinde Aralık ayında meydana gelmekte olup, aynı değer Silifke istasyonunda – 125 mm'dir ve yine Aralık ayında yeniden gözlemlenmiştir. 1970'den 2010 yılına kadar ≥0,1 mm yağışlı ortalama gün sayısı Anamur istasyonunda 74,2, Silifke istasyonunda ise 60,8'dir. Anamur istasyonunda yağmurlu günlerin sadece %3,5'i 30 mm'nin üzerinde, Silifke istasyonunda ise yağmurlu günlerin %2'si 30 mm'nin üzerindedir. 0,1, 10, 30 ve 50 mm'ye ulaşan yağmur yoğunluğuna sahip günlerin uzun vadeli aylık sayısı Tablo 4/2.9'da verilmektedir

Tablo 4/2.9 – 1981-2010 dönemi için 0,1, 10, 30 ve 50 mm Yağmurlu Günlerin Aylık Ortalaması ve Anamur ile Silifke'de Maksimum Yağmur Miktarı

Parametre	Oca.	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Anamur İstasyonu												
Maks. yağış miktarı, mm	129.3	91.4	89.7	76.2	94.0	28.9	1.9	13.7	41.6	90.5	150.8	113.4
Yağış miktarının >0.1 mm'den az olduğu ortalama gün sayısı	12.9	11.2	9.2	7.0	3.5	1.4	0.3	0.3	1.6	5.5	8.9	12.4
Yağış miktarının >10 mm'den az olduğu ortalama gün sayısı	5.5	4.4	3.0	1.4	0.6	0.2	-	0.1	0.3	1.9	4.3	5.6
Yağış miktarının >30 mm'den az olduğu ortalama gün sayısı	0.6	0.4	0.2	0.1	0.0	-	-	-	0.0	0.2	0.4	0.7
Yağış miktarının >50 mm'den az olduğu ortalama gün sayısı	0.5	0.3	0.1	0.1	0.0	-	-	-	-	0.2	0.4	0.7
Silifke İstasyonu												
Maks. yağış miktarı, mm	139.5	92.6	56.4	42.1	72.5	25.8	27.2	31.9	39.0	50.3	125.4	127.8
Yağış miktarının >0.1 mm'den az olduğu ortalama gün sayısı	9.8	9.1	7.0	6.2	4.3	1.3	0.5	0.2	1.1	4.7	7.1	9.5
Yağış miktarının >10 mm'den az olduğu ortalama gün sayısı	3.7	2.6	1.6	0.8	0.7	0.2	0.1	0.0	0.3	1.2	3.0	4.1
Yağış miktarının >30 mm'den az olduğu ortalama gün sayısı	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.1	0.3	0.3	0.0
Yağış miktarının >50 mm'den az	0.2	0.1	0.0	-	0.0	-	-	-	-	0.0	0.4	0.4

Parametre	Oca.	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
olduğu ortalama gün sayısı												

24 saatlik yağışınfarklı aralıkta olduğu günlerin sayısı Tablo 4/2.10'da verilmektedir.

Tablo 4/2.10 – Aylara ve Yıllara göre Yağışlı Günlerin Sayısı, 1975-2009 Dönemi

Ay	Yağış miktarı h, mm						
	>0.1	>0.5	>1	>5	>10	>20	>30
Silifke MI							
Oca.	10.4	9.3	8.5	5.6	4.0	1.7	0.6
Şub	9.3	8.2	7.3	4.4	2.7	1.2	0.5
Mar	7.5	6.4	5.7	3.0	1.7	0.7	0.4
Nis	6.5	4.7	3.9	1.7	0.9	0.4	0.1
May	4.2	3.0	2.3	1.2	0.6	0.3	0.1
Haz	1.2	0.8	0.6	0.3	0.2	0.1	-
Tem	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	-	-
Ağu	0.2	0.1	0.1	-	-	-	-
Eyl	1.0	0.7	0.6	0.4	0.2	0.1	-
Eki	4.5	4.0	3.4	2.0	1.3	0.7	0.4
Kas	6.8	5.9	5.3	4.1	2.9	1.6	0.9
Ara	10.1	8.9	8.1	5.5	3.9	2.0	0.9
Yıl	62.3	52.3	46.1	28.4	18.7	8.8	4.1
Anamur MI							
Oca.	13.6	12.1	11.3	7.8	5.9	3.8	2.1
Şub	11.7	10.7	9.7	6.3	4.4	2.6	1.4
Mar	9.6	8.7	7.8	4.7	3.1	1.3	0.7
Nis	7.3	5.9	5.1	2.9	1.6	0.7	0.3
May	3.6	2.7	2.4	1.1	0.6	0.3	0.1
Haz	1.3	0.8	0.7	0.2	0.1	-	-
Tem	0.3	0.1	0.1	-	-	-	-
Ağu	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	-	-
Eyl	1.5	1.1	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1
Eki	5.4	4.6	4.2	2.7	1.9	1.2	0.9
Kas	8.6	7.7	7.2	5.4	4.2	2.3	1.5
Ara	12.9	11.4	10.4	7.6	5.7	3.7	2.4
Yıl	76.1	65.8	60.0	39.3	27.9	16.1	9.3

Kar örtüsüne dair mevcut bilgiler Tablo 4/2.11'de verilmektedir.

Tablo 4/2.11 - Kar Örtüsü Özellikleri, 1975-2009

Parametre	Ay			
	I	II	XI	XII
Anamur MS				
Karlı günlerin sayısı	0.0	0.3	0.0	0.0

Parametre	Ay			
	I	II	XI	XII
Karlı günlerin sayısı	-	0.0	-	-
Kar örtüsünün maksimum kalınlığı, cm	-	3	-	-
Silifke MS				
Kara sahip günlerin sayısı	0.1	0.4	0.1	-
Karlı günlerin sayısı	-	0.1	0.0	-
Kar örtüsünün maksimum kalınlığı, cm	-	2	3	-

4.2.6 BULUTLULUK

Aylık ve yıllık ortalama bulutluluk, Tablo 4/2.12'de verilmektedir. Yüksek değerler kış aylarında, en düşük değerler ise yaz aylarında olmak üzere, hem Anamur hem de Silifke istasyonunda ortalama bulutluluk yaklaşık 2'dir.

Tablo 4/2.12 – Anamur ve Silifke İstasyonlarında Aylık ve Yıllık Ortalama Bulutluluk (1975-2010)

İstasyon	Aylar												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Anamur	3.6	3.6	2.9	2.2	1.4	0.0	0.0	-	0.3	2.4	2.1	3.4	2.0
Silifke	4.1	4.0	3.5	2.9	1.7	1.1	2.2	0.0	0.6	1.4	2.6	3.7	2.3

Açık, bulutlu ve kapalı günlerin ortalama sayısı Tablo 4/2.13'de verilmektedir.

Tablo 4/2.13 - Açık, Bulutlu ve Kapalı Günlerin Ortalama Sayısı, 1975-2009

Gün	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Anamur MI												
Açık	7.4	7.4	9.9	9.9	15.1	22.0	25.5	25.3	23.6	17.3	11.0	7.3
Bulutlu	18.2	17.1	18.5	18.5	15.5	7.9	5.5	5.7	6.4	13.1	16.8	19.4
Kapalı	5.4	3.8	2.6	1.5	0.4	0.1	-	-	0.1	0.6	2.2	4.3
Silifke MI												
Açık	8.3	7.0	9.0	7.3	11.1	18.0	22.2	23.9	21.8	15.7	10.9	7.7
Bulutlu	16.5	16.9	18.9	20.9	19.1	11.9	8.8	7.1	8.1	14.7	16.4	17.9
Kapalı	6.1	4.3	3.1	1.8	0.8	0.1	0.0	-	0.1	0.7	2.7	5.4

4.2.7 HAVA SICAKLIĞI

Hava sıcaklığının Anamur ve Silifke Mİ verilerine göre özetlenmiş özellikleri Tablo 4/2.14-4/2.16'da verilmektedir.

Tablo 4/2.14 – Aylık Ortalama Hava Sıcaklığı 1975-2009

Dönem, saat	Ay											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Anamur MI												
07:00	9.1	9.0	10.7	14.4	18.8	23.2	26.0	25.4	22.1	18.3	13.8	10.7
14:00	14.6	14.8	16.9	19.9	23.6	27.6	30.8	31.4	29.6	25.8	20.4	16.1

Dönem, saat	Ay											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
21:00	10.7	10.8	12.8	16.1	20.1	24.4	27.5	27.5	24.2	20.0	15.4	12.1
Ortalama	11.3	11.4	13.3	16.7	20.7	24.9	27.9	27.9	25.1	21.0	16.2	12.8
Silifke MI												
07:00	8.0	8.3	10.7	14.7	19.2	23.3	25.8	25.4	22.4	18.8	13.5	9.5
14:00	13.7	14.5	17.8	21.6	25.6	29.0	31.6	32.0	30.4	26.7	20.4	15.2
21:00	9.4	10.1	12.8	16.4	20.4	24.5	27.3	27.4	24.5	20.3	14.8	10.8
Ortalama	10.1	10.7	13.5	17.3	21.4	25.3	28.0	28.1	25.4	21.5	15.9	11.6

Tablo 4/2.15 – Hava Sıcaklığının Aşırı Değerleri ve Gözlem Tarihleri, 1975-2009

Parametre	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Anamur MI												
T_{max}	20.7	22.8	26.4	31.2	37.0	41.0	42.0	40.0	38.2	34.6	30.3	23.0
Gün	8	24	21	24	28	30	29	8	27	6	2	8
Yıl	1994	1998	2001	1981	1990	1980	2002	1998	1979	1992	1992	2005
T_{min}	0.3	-0.8	-0.7	3.6	8.6	12.2	16.2	15.8	10.8	1.7	2.3	1.2
Gün	8	21	1	10	1	7	11	20	27	14	25	24
Yıl	2004	1983	1976	1997	1982	1977	1979	1978	1986	2009	1992	1992
Silifke MS												
T_{max}	22.2	23.8	30.3	35.0	38.3	41.3	42.2	42.4	40.0	37.0	31.9	24.8
Gün	12	8	24	24	23	26	30	7	27	2	1	8
Yıl	2003	2002	2008	2008	1995	2007	2007	1998	1979	2007	1992	2005
T_{min}	-0.6	-3.2	-0.3	2.8	8.4	13.0	16.9	18.0	12.8	7.8	1.8	0.7
Gün	8	9	1	10	3	1	2	31	16	29	25	31
Yıl	2004	1976	1985	1997	1987	1991	1992	1988	2004	2003	1995	2008

Tablo 4/2.16 – Günlük Sıcaklığın Maksimum Genliği 1975-2009

	Ay											
İstasyon	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Sıcaklık genliği, ºC												
Anamur	14.5	14.9	16.7	16.6	18.3	20.3	20.4	20.8	21.3	26.2	14.9	12.9
Silifke	14.7	13.5	16.0	19.0	19.3	17.4	18.5	15.2	19.0	18.8	16.4	14.8

Silifke ve Anamur Mİ'de aylık ortalama hava sıcaklığının korelasyon katsayısı 0,99'a ulaşmaktadır, yani her iki istasyonda da sıcaklık pratik olarak aynıdır.

Isınma döneminin ortalama yıllık süresi ve sıcaklığı Anamur Mİ verilerine göre 4 gün ve 7,0^{o}C, Silifke Mİ verilerine göre ise 12 gün ve 6,5^{o}C'dir. En soğuk ay ve periyodun ortalama günlük sıcaklığı Anamur Mİ'de 8,0 ve 6,3^{o}C, Silifke Mİ'de ise 6,3 ve 4,9 ^{o}C'dir.

4.2.8 TOPRAK SICAKLIĞI

Anamur ve Silifke istasyonları için uzun vadeli ortalama ve minimum toprak yüzeyi sıcaklığı ile her ay minimum toprak yüzeyi sıcaklığının eksi 0,1, eksi 3 ve eksi 5^{o}C'den düşük

olduğu ortalama gün sayısı Tablo 4/2.17'de verilmektedir. Anamur istasyonundaki negatif toprak yüzeyi değerleri nadiren Ocak, Şubat, Mart, Kasım ve Aralık aylarında gözlenmiştir. Toprak yüzeyi sıcaklığınıneksi 3,0^{o}C'den düşük olduğu ortalama gün sayısı, Anamur istasyonunda sadece 0,5, Silifke istasyonunda ise 0,1'dir.

Derinlikte ortalama minimum ve minimum toprak sıcaklıkları dağılımı Tablo 4/2.18'de verilmektedir.

Tablo 4/2.17 – 1981-2010 Gözlem Döneminde Toprak Sıcaklığının Özellikleri

Parametre	Oca.	Şub	Mar	Nisan	May	Haziran	Temmuz	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Anamur İstasyonu												
Ortalama Min. Toprak Yüzeyi sıcaklığı, °C	5.7	5.4	6.7	9.9	13.7	17.7	20.9	21.2	17.8	14.1	10.2	7.5
Min. Toprak Yüzeyi sıcaklığı, °C	-3.6	-6.0	-4.2	0.1	5.3	10.0	13.5	12.6	8.1	4.9	-3.3	-4.0
Ortalama gün sayısı < eksi 0.1 C toprak yüzeyi sıcaklığı	1.4	1.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2
Ortalama gün sayısı < eksi 3 C toprak yüzeyi sıcaklığı	0.1	0.3	0.1	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
Ortalama gün sayısı < eksi 5 C toprak yüzeyi sıcaklığı	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silifke İstasyonu												
Ortalama Min. Toprak Yüzeyi sıcaklığı, °C	5.1	5.0	6.8	9.9	13.7	17.7	21.0	21.3	18.2	14.9	10.0	6.5
Min. Toprak Yüzeyi Min. sıcaklık, C	-1.6	-3.2	-1.6	1.1	6.2	10.0	14.4	2.1	10.4	2.0	-1.0	-1.0
Ortalama gün sayısı < eksi 0.1 C toprak yüzeyi sıcaklığı	0.5	1.3	0.1	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1
Ortalama gün sayısı < eksi 3 C toprak yüzeyi sıcaklığı	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama gün sayısı < eksi 5 C toprak yüzeyi sıcaklığı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 4/2.18 – Derinlikte Ortalama ve Minimum Toprak Sıcaklıkları , m

Derinlik, m	Toprak sıcaklığı	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Anamur MI													
0.05	Ortalama	10.6	11.6	15.2	20.5	26.5	31.5	34.6	34.0	29.9	23.4	16.3	12.1
	Minimum	0.5	0.4	1.4	6.8	13.1	18.6	18.6	21.0	17.1	10.7	3.0	1.0
0.1	Ortalama	10.8	11.7	15.2	20.3	26.2	31.1	34.0	33.5	29.7	23.5	16.5	12.3
	Minimum	2.5	1.6	4.0	7.9	14.3	18.5	24.4	23.8	19.0	12.7	5.0	2.2
0.2	Ortalama	11.0	11.8	15.1	20.0	25.6	30.2	32.8	32.5	29.0	23.5	16.7	12.6
	Minimum	4.2	3.8	6.6	11.0	15.2	20.8	25.2	24.4	20.6	14.9	7.4	4.2
0.5	Ortalama	12.5	12.8	15.3	19.4	24.1	28.3	30.7	30.9	28.6	24.3	18.5	14.5
	Minimum	8.5	8.1	10.3	13.8	18.1	17.8	27.8	28.6	24.3	18.4	12.6	9.1
1.0	Ortalama	14.4	14.0	15.5	18.4	21.9	25.3	27.7	28.4	27.2	24.5	20.3	16.6
	Minimum	11.2	11.4	12.1	15.2	17.8	22.1	25.6	26.5	24.7	20.6	15.8	13.2
Silifke MI													

Derinlik, m	Toprak sıcaklığı	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0.05	Ortalama	8.6	10.0	14.2	19.8	25.5	30.6	33.8	33.8	29.9	23.0	15.0	10.0
	Minimum	-0.1	-0.2	-0.2	4.2	11.6	15.8	21.0	20.3	15.2	7.4	0.7	0.8
0.1	Ortalama	8.6	9.8	13.8	19.2	24.6	29.3	32.4	32.6	29.3	23.1	15.3	10.3
	Minimum	1.3	1.0	2.0	6.0	12.8	16.2	21.2	23.3	18.4	10.2	4.5	2.0
0.2	Ortalama	9.0	9.8	13.4	18.6	23.8	28.4	31.4	31.8	28.8	23.3	15.9	10.9
	Minimum	0.8	3.9	4.2	9.6	15.4	18.4	25.0	23.5	22.8	12.1	7.5	4.6
0.5	Ortalama	10.9	10.9	13.4	17.6	22.1	26.5	29.6	30.6	28.7	24.4	18.2	13.3
	Minimum	6.8	7.4	7.6	12.8	12.0	21.5	26.4	28.2	25.3	18.3	12.2	8.4
1.0	Ortalama	13.4	12.6	13.8	16.7	20.2	24.0	27.1	28.6	28.0	25.2	20.7	16.2
	Minimum	10.0	7.4	10.6	12.9	16.8	20.8	24.5	26.5	25.8	21.3	14.9	10.5

4.2.9 ATMOSFER BASINCI

1970 ile 2010 arasındaki verileri kullanarak her bir referans Mİ için deniz seviyesine göre normalleştirilmiş atmosfer basıncının temsili değerleri Tablo 4/2.19'da sunulmaktadır.

Tablo 4/2.19 – Anamur ve Silifke İstasyonlarında 1970-2000 arası Aylık ve Yıllık Ortalama, Maksimum ve Minimum Ortalama Atmosfer Basıncı (hPa)

Dönem	Ortalama Atmosfer Basıncı, hPa		Maksimum Atmosfer Basıncı, hPa		Minimum Atmosfer Basıncı, hPa	
	Anamur	Silifke	Anamur	Silifke	Anamur	Silifke
Oca.	1017	1017	1026	1026	1006	1004
Şub	1016	1015	1024	1024	1004	1003
Mar	1014	1013	1022	1022	1003	1001
Nis	1012	1011	1020	1019	1003	1002
May	1011	1010	1017	1016	1005	1003
Haz	1008	1007	1013	1012	1003	1001
Tem	1005	1004	1009	1008	1001	1000
Ağu	1006	1005	1010	1009	1003	1001
Eyl	1010	1009	1015	1014	1006	1004
Eki	1014	1013	1020	1019	1008	1007
Kas	1017	1016	1024	1023	1008	1006
Ara	1018	1017	1026	1025	1006	1005
Yıllık	1012	1011	1019	1018	1005	1003

4.3 SAHA METEOROLOJİSİ

Akkuyu NGS Sahasında, Şekil 4/3.1'de gösterilen bir yere (Mevcut İstasyon) 60 metrelik bir meteoroloji direği yerleştirilmiştir. 42.00 MSL yüksekliğinde olup kıyı şeridinden 474 m içeride bulunmaktadır. Meteoroloji ekipmanı (rüzgar hızı ve yön sensörleri, sıcaklık sensörü, radyasyon kalkanı, yağmur ölçer) 10, 25 ve 60 m seviyelerinde bir 60 m direk üzerine monte edilmiştir. Parametreler, ekipman tipi ve ölçüm yükseklikleri Tablo 4/3.2'de verilmektedir. ANGS sahasında üç seviyedeki ölçümler 2009 yılının Haziran ayından beri yapılmaktadır.

2011 yılının Ağustos ayında ana girişin yakınında ve Aksaz Koyu – İnceburun konumlarına iki meteoroloji istasyonu kurulmuştur (Şekil 4/3.1). 19 Eylül 2011'den itibaren veriler mevcuttur. İstasyonlarda kullanılan ekipman, türü ve modeli ve hassasiyetleri Tablo 4/3.1'de sıralanmaktadır.

Şekil 4/3.1 – Akkuyu Sahası Civarındaki Meteoroloji İstasyonlarının Yeri

Tablo 4/3.1 - 60 m Direkte Ölçülen Meteoroloji Parametreleri, Ekipman Adı ve Ölçüm Yükseklikleri

Parametre	Ekipman	Yükseklik
Rüzgar Hızı	Met One A14A Rüzgar Hızı Sensörü	10, 25, 60 m
Rüzgar Yönü	Met One A14A Rüzgar Yönü Sensörü	10, 25, 60 m
Sıcaklık	Met One 062 Sıcaklık Sensörü	10, 25, 60 m
Sıcaklık-Nem	Rotronic MP101A Sıcaklık-Nem Sensörü	2 m
Yağış Miktarı	Hidrolojik TB3 Yağış Miktarı Sensörü	2,5 m

Solar Radyasyon	Kipp Zonen NR LITE Net Radyasyon Sensörü	2 m
Atmosfer Basıncı	Setra CS100 Basınç Sensörü	1,5 m

Sodar-Rass sistemine sahip bir Aeroloji İstasyonu (Aİ), alt atmosferde rüzgarın, hava sıcaklığının ve türbülansın uzaktan ölçümü için mevcut 60 metrelik meteoroloji direğinin yanına yerleştirilmiştir. Sodar-Rass sisteminin teknik özellikleri, Tablo 4/3.3'te özetlenmektedir.

Alt 2000-m atmosfer katmanında rüzgar hızının ve yönünün, hava sıcaklığının ve türbülansın dikey profillerine dair veriler 29 Temmuz 2011'den beri mevcuttur.

Tablo 4/3.2 - Meteroloji Ekipmanı, Türü ve Modeli ve ANGS Sahasında Kurulu Spesifikasyonlar

Meteoroloji İstasyonu	Sensör Model No.	Sensör Tipi	Sensör Spesifikasyonu	
Meteoroloji Gözlem Kulesi A (60m)	020C	Rüzgar Yönü Sensörü	Performans Özellikleri Azimut Eşik Lineerlik Hassaslık Sönümleme Oranı Gecikme Mesafesi Sıcaklık Elektrik Özellikleri Giriş Gücü Çıkış*	 Elektrik 0 - 356° Mekanik 0 - 360° 0.6 mph Tam ölçeğin ±½% ±3° 0.4 3 fitten daha az -50 °C ile 85 °C arası 12V DC, 10 mA 0 - 360° için 0 - 5 volt 0 - 360° için 0 - 2,5 volt 0 - 360° için 0 - 1,0 volt
			Çıkış Empedansı Maksimum Kablo Uzunluğu	100 Ohms maksimum 300 fit maksimum (özel kablo ihtiyacı için fabrikaya danışın)
			Fiziksel Özellikler Ağırlık Kaplama Montaj Donatıları Kablolama	 1.1 pound Anodize Alüminyum Crossarm Model 191 veya eşdeğeri ile kullanım 1957-XX Kablosu (XX fit olarak kablo uzunluğudur)

Meteoroloji İstasyonu	Sensör Model No.	Sensör Tipi	Sensör Spesifikasyonu	
			Opsiyonel Aksesuarlar: – Aşırı düşük sıcaklık için harici ısıtıcı donanımı ve güç kaynağı – Alüminyum pervane aksamı – Model 040 Derece Tekerlek Kalibratörü – Model 042 Teleskopik Yönlendirme Donatısı	
Meteoroloji Gözlem Kulesi A (60m)	062	Sıcaklık Sensörü	Maksimum menzil Lineerlik Hassaslık Saat Sabiti Kablo Uzunluğu: Bağlantı elemanı	-50 °C ile 50 °C arası ±0.15°C ±0.1°C 10 saniye 1 fit yok
Meteoroloji Gözlem Kulesi A (60m)	014A	Rüzgar Hızı Sensörü	Performans Özellikleri Maksimum Çalışma Menzili Başlangıç Hızı Kalibre Edilmiş Menzil Hassaslık Sıcaklık Menzili Mesafe Sabiti** Standart (1812 Alüminyum Kupa Aksamı) Standart (1708 Lexan Kupa Aksamı)	0 - 60 metre/sn veya 0 - 125 mph 0.5 metre/sn veya 1 mph 0 - 50 metre/sn veya 0-100 ±1.5% veya 0.25 mph -50 °C ile 85 °C arası 15 fitten daha az 5 fitten daha az
			Elektrik Özellikleri Çıkış Sinyali	Frekansta Temas muhafazası V= (f x 1.7892) + 1 mph
			Fiziksel Özellikler Ağırlık Kaplama Montaj Donatıları Kablolama	1.5 Ibs. Anodize edilmiş. Crossarm Model 191 ile kullanım 2- İletken Kablosu, XX fit olarak kablo uzunluğu
			Opsiyonel Aksesuarlar 1708 Lexan Kupa Aksamı, Hızlı Tepki Türü	

Meteoroloji İstasyonu	Sensör Model No.	Sensör Tipi	Sensör Spesifikasyonu	
Meteoroloji Gözlem Kulesi A (60m)	076B-4	Aspirasyonlu Sıcaklık Kalkanı 12 VDC FAN	Radyasyon Hatası Güç İhtiyacı Sıcaklık Ağırlık Kalkan Kapasitesi Güç Bağlantısı Sinyal Bağlantısı	1.6 gm-cal/cm2/min maksimum solar radyasyon altında 0.05'den daha az 0.450 amp'te 12 VDC (Tipik) -50 °C ile 85 °C arası 5.5 Lbs Her biri 3/8" Çaplı ve bir 3/4" nem probu. Toplam 9 bağlantı Bağlantı parçası MOI ürün kodu 500109 Montajlı Kablo ürün kodu 2423 Bağlantı parçası MOI ürün kodu 500296 Montajlı Kablo ürün kodu 2144
Meteoroloji Gözlem Kulesi B,C (10m)	064-2	Sıcaklık Sensörü	Maksimum menzil Lineerlik Hassaslık Saat Sabiti Kablo Uzunluğu: Bağlantı elemanı	-50 °C ile 50 °C arası ±0.15°C ±0.1°C 10 saniye 1 foot yok
	060A-4		Maksimum menzil Lineerlik Hassaslık Saat Sabiti Kablo Uzunluğu: Bağlantı elemanı	0 °C ile +100 °C arası ±0.21°C ±0.15°C 10 saniye 1 foot yok
	063-1		Maksimum menzil Lineerlik Hassaslık Saat Sabiti Kablo Uzunluğu: Bağlantı elemanı	-50 °C ile 50 °C arası ±0.15°C ±0.1°C 60 saniye 1 foot yok
Meteoroloji Gözlem Kulesi B,C (10m)	063-2		Maksimum menzil Lineerlik Hassaslık Saat Sabiti Kablo Uzunluğu: Bağlantı elemanı	0 °C ile +100 °C arası ±0.21°C ±0.15°C 60 saniye 1 foot yok

Meteoroloji İstasyonu	Sensör Model No.	Sensör Tipi	Sensör Spesifikasyonu	
	083E 593A	Bağıl Nem/ Sıcaklık Sensörü	Bağıl Nem Model Numarası RH Sensör Elemanı Menzil Sıcaklık Çalışma Aralığı Tepki Süresi Hassaslık Sıcaklık Katsayısı Çıkış AutoMet Oto ID	083E İnce film polimer kapasitörü 0 ila 100 %BN -50 °C ila 50 °C (-58°F ila 122°F) 10 sn, 2 m/s aspirasyonlu 0 ila 100 %BN arası %± 2.0 Dahili olarak telafi edilmiş 0 ila 1 VDC standart 0 ila 5.0 VDC opsiyonel Var (Yalnız Model 593A)
			Sıcaklık Sensörü Sıcaklık Sensörü Sıcaklık Menzili Hassaslık Çıkış AutoMet Oto ID	Termistör -50 °C ila 50 °C (-58°F ila 122°F) ±0.10°C (0.18 °F) Resistif Yok
			Genel Giriş Gücü Boyutlar	10 ila 18 VDC @ < 5 mA Uzunluk: 8.5 in (21.59 cm) Çap: 0.75 in (1.91 cm)
** Keskin kenarlı bora sonrasında havanın hareket ettiği mesafe, anemometre hızının yeni hızın %63'üne ulaşmasına neden olmuştur.*				

Tablo 4.3.3 –SODAR-XFAS Sisteminin Spesifikasyonları

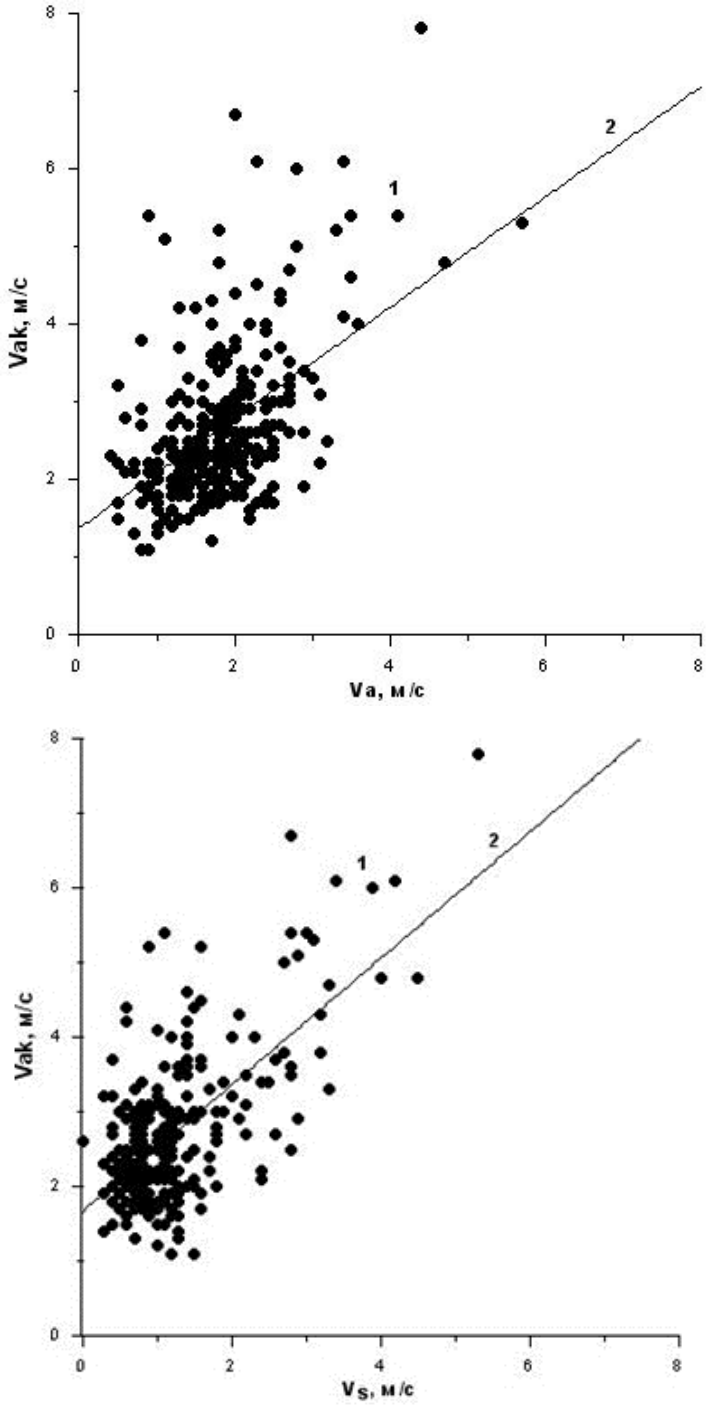
Açıklama	SODAR-RASS XFAS	Açıklamalar
Bileşenlerin Sayısı	52	Tek tek tahrik edilen
Frekans aralığı	825-1375 Hz	Tüm frekanslar kullanıcı tarafından seçilebilir
Elektrik (akustik) çıkış gücü	500 W (35 W)	Maksimum değer kullanıcı tarafından seçilebilir
Çok frekanslı işletim	Var 80 frekansa kadar	Model kullanıcı tarafından seçilebilir
Işın demeti açıları	0° , ±22°, ±29°	Frekanstan bağımsız
Menzil kapılarının sayısı	256	Maks. kullanıcı tarafından seçilebilir
Dikey çözünürlük	20 m	En düşük seçilebilir
Minimum - maks menzil	40- >2000 m	Ayarlara ve atmosfere

		bağlı
Ortalama süresi	1 - 180 dak	
Yatay rüzgar hızının hassasiyeti	0.1 ila 0.3 m/s	Moda bağlı
Dikey rüzgar hızının hassasiyeti	0.03 ila 0.1 m/s	Moda bağlı
Rüzgar yönünün hassasiyeti	2 ila 3°	> 2 m/s rüzgar hızlarında
Ölçüm menzili yatay	0 ila 50 m/s	Moda bağlı
Ölçüm menzili dikey	eksi 10 ila 10 m/s	Moda bağlı
Çalışma menzili sıcaklığı	Eksi 35 ila +50°C (-95 ila 122°F)	Anten, İşlemci Ünitesi, Güç Kaynağı

Akkuyu NGS sahası, Anamur ve Silifke İstasyonlarındaki eş zamanlı paralel ölçümlerindeki günlük ortalama rüzgar hızı, hava sıcaklığı ve nem değerlerinin korelasyon bağlantıları Şekil 4/3.2 ve 4/3.4'te gösterilmektedir. Anamur ve NGS sahasında $V_{Ak} = 0.85 \cdot V_S + 1.7$ rüzgar hızı regresif bağlantısı, ikinci istasyonda 0,43 korelasyon çarpanıyla ve sahada 0,26 korelasyon çarpanıyla $V_{Ak} = 0.71 \cdot V_A + 1.4$ oranı üzerinden yakınlaştırılmıştır.

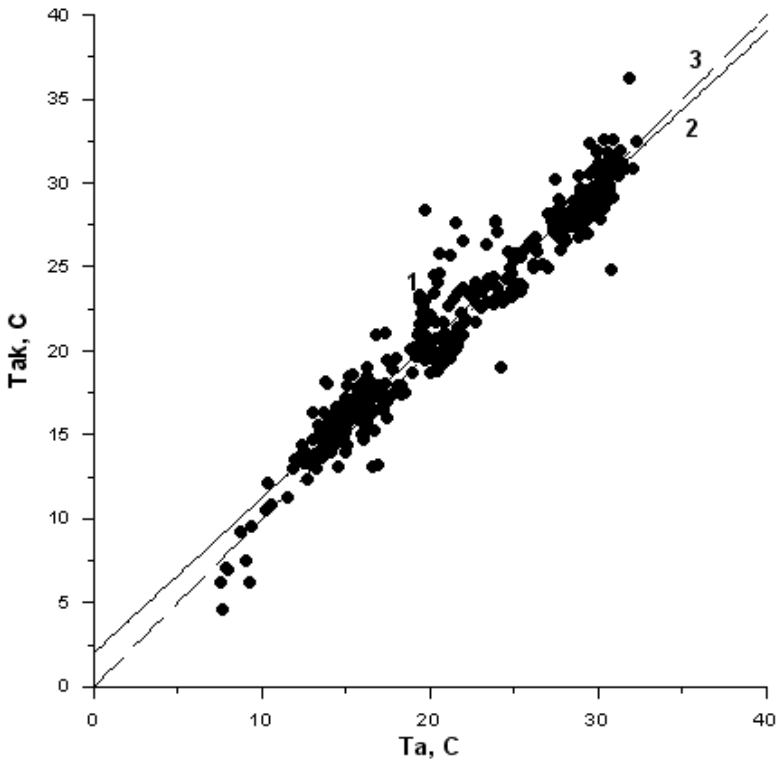
Anamur istasyonunda ve sahada ortalama günlük sıcaklık değerlerinin bir regresyon çizgisi, ikinci istasyonda 0,93 korelasyon çarpanı ile $T_{Ak} = 0.92 \cdot T_A + 2.0$ oranı üzerinden ve sahada 0,95 korelasyon çarpanı ile $T_{Ak} = 0.88 \cdot T_S + 3.2$ oranı üzerinden açıklanmaktadır. Sıcaklığın istasyonlarda 2 m seviyesinde ve sahada 10 m seviyesinde belirlenmiş olmasına rağmen değerler arasında yeterli düzeyde yakın bir ilişki gözlenmektedir.

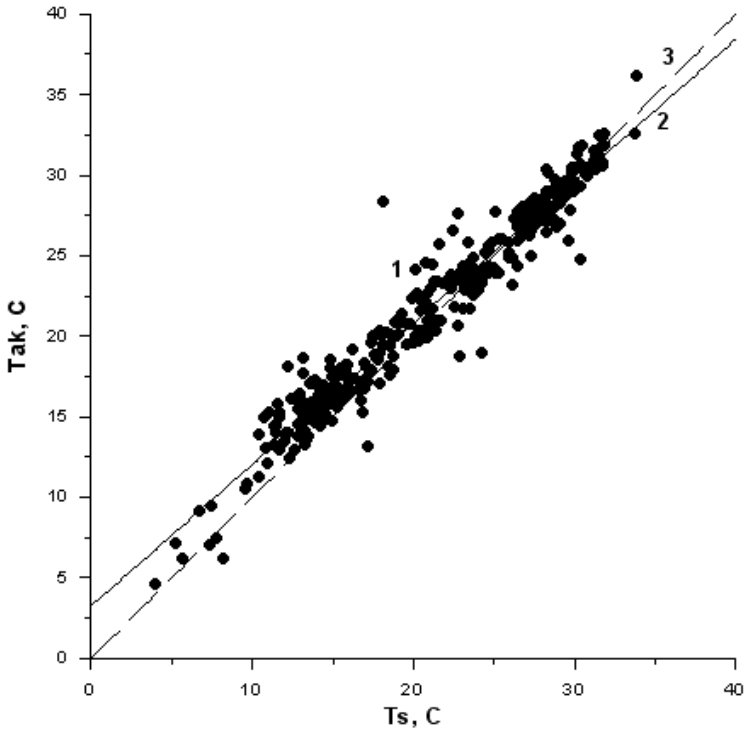
Anamur istasyonunda ve NGS sahasında ortalama günlük bağıl nem ilişkisi, ikinci istasyonda 0,43 korelasyon çarpanı ile $F_{Ak} = 0.77 \cdot F_A + 12$ oranı üzerinden ve sahada 0,75 korelasyon çarpanı ile $F_{Ak} = 0.73 \cdot T_S + 21$ oranı üzerinden açıklanmaktadır.



1 – ortalama günlük rüzgar hızı değerleri; 2 – regresyon çizgisi

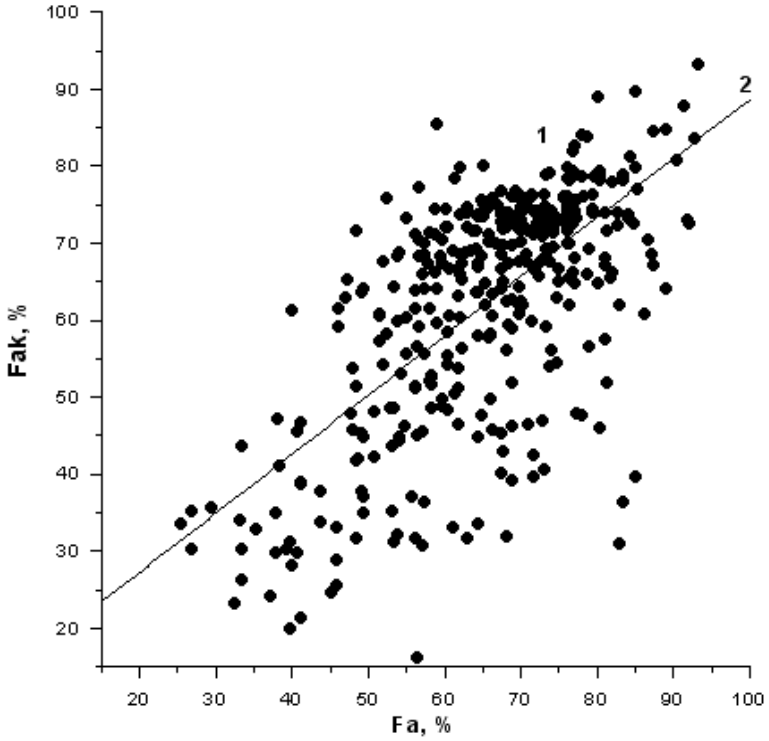
Şekil 4/3.2 – 2009-2010 Periyodu için NGS sahası (*Vak*), Anamur ve Silifke (*Va, Vs*) arasında Günlük Ortalama Rüzgar Hızı (m/s) İlişkileri

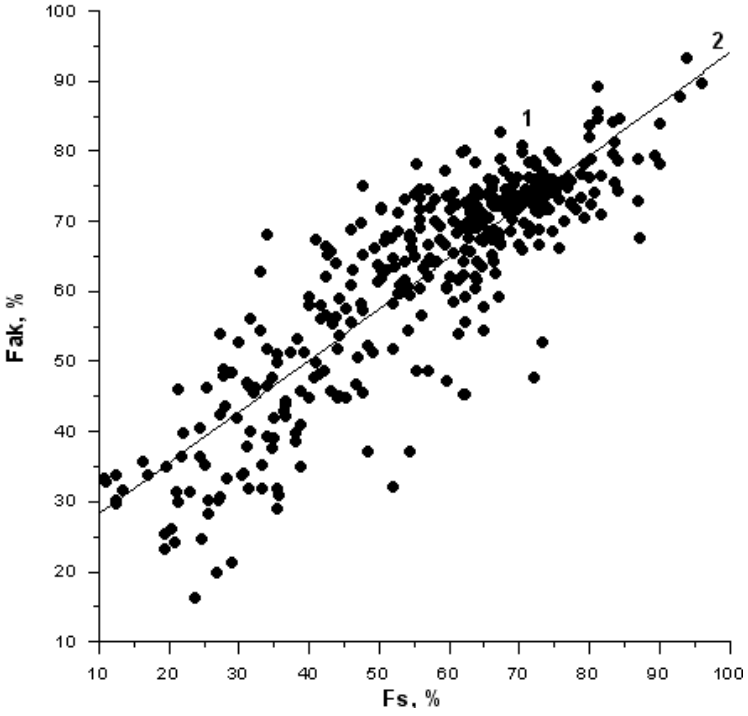




1- ortalama günlük sıcaklık değerleri; 2 - regresyon çizgisi; 3 - çizgi $Y = X$

Şekil 4/3.3 – 2009-2010 Periyodu için NGS Sahası (*Tak*), Anamur ve Silifke (Ta, Ts) arasında Günlük Ortalama Sıcaklık (°C) İlişkileri .





1- ortalama günlük bağıl nem değerleri; 2 - regresyon çizgisi

Şekil 4/3.4 – 2009-2010 Periyodu için NGS Sahası (*Fak),* Anamur ve Silifke (Fa, Fs) arasında Günlük Ortalama Bağıl Nem (%) İlişkileri .

2010 yılında gerçekleştirilen NES sahası, Anamur ve Silifke Mİ yüzey ölçümlerinin sonuçlarına göre ana meteorolojik parametrelerin ortalama aylık değerleri Tablo 4/3.4 ve 4/3.5'te sunulmaktadır. Bu Tablolar, sadece istasyonlarda yapılan eş zamanlı paralel ölçümlerin sonuçlarına dayanılarak elde edilmiştir.

Tablo 4/3.4 – NGS Sahasındaki Verilerden Elde Edilen Ortalama Hava Sıcaklığı ve Sapması, 2009-2010 Yılları

Yıl	Saat, h UTC	Ay												Yıl boyunca
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Hava Sıcaklığı, °C (Anamur Mİ)														
2010	00	12.1	11.6	13.7	16.8	20.2	23.7	27.6	28.2	26.0	21.2	17.9	14.1	20.5
2010	03	11.9	11.2	12.8	16.2	19.6	22.9	27.0	27.8	25.4	20.6	17.5	14.1	19.9
2010	06	11.5	10.6	13.2	16.9	20.3	24.0	26.9	28.1	25.1	20.2	16.8	13.3	20.0
2010	09	13.4	13.6	16.9	21.9	23.5	27.3	30.4	31.3	29.9	24.6	22.7	15.1	23.7
2010	12	15.1	14.5	18.5	22.6	24.6	28.5	31.5	32.6	31.9	26.1	24.5	16.4	25.1
2010	15	14.8	14.0	18.1	22.4	24.8	28.8	32.1	33.3	31.9	25.6	23.7	16.5	25.1
2010	18	13.2	12.6	15.9	20.2	23.1	27.1	31.1	31.5	29.3	23.3	19.4	14.8	23.0
2010	21	12.4	12.0	14.6	17.9	21.2	24.9	28.6	29.1	27.0	21.5	18.1	14.3	21.3
2010	Ortalama	13.0	12.4	15.5	19.3	22.2	25.9	29.4	30.2	28.3	22.9	20.1	14.8	22.3
Hava Sıcaklığı, °C (Silifke Mİ)														
2010	00	10.7	11.0	13.7	17.2	18.9	22.5	25.6	28.0	24.5	20.3	18.5	12.2	19.6
2010	03	10.4	10.5	12.9	16.5	18.2	21.4	24.6	27.0	23.6	19.4	17.9	12.1	18.8
2010	06	9.8	9.8	13.3	17.4	19.5	23.4	26.0	27.5	23.9	19.1	17.7	11.9	19.3
2010	09	12.5	13.4	18.6	23.0	24.6	28.1	31.2	33.5	31.6	24.8	23.2	13.8	24.5
2010	12	14.6	15.5	20.4	24.1	26.1	29.4	32.0	34.7	32.4	27.2	27.9	17.9	26.3
2010	15	14.7	15.0	20.0	23.7	25.9	29.9	32.2	34.6	32.0	25.9	25.8	16.6	25.9
2010	18	11.9	12.5	16.7	20.7	23.3	27.1	29.2	31.4	28.4	22.2	19.9	13.8	22.6
2010	21	11.0	11.9	14.8	18.3	20.6	24.2	27.0	29.1	26.0	20.5	19.2	12.5	20.7
2010	Ortalama	11.9	12.3	16.3	20.0	22.1	25.7	28.5	30.7	27.8	22.4	21.2	13.8	22.2
Hava Sıcaklığı, °C (NGS sahası)														
2010	00	13.4	12.5	15.7	18.6	20.2	23.7	26.6	29.4	26.3	22.4	22.2	14.5	21.4
2010	03	13.2	12.4	15.3	18.0	20.0	23.1	26.2	28.7	25.8	21.8	21.8	14.7	20.9
2010	06	13.2	12.1	15.2	18.7	20.9	24.6	27.4	29.4	26.5	21.7	21.5	14.4	21.4
2010	09	14.2	14.2	17.9	22.0	23.0	26.4	29.2	32.4	30.5	25.6	25.9	16.6	24.2
2010	12	15.0	14.7	18.7	21.7	23.5	26.6	29.9	32.8	31.0	26.3	26.3	17.9	24.7
2010	15	15.1	13.9	18.1	21.9	23.6	27.0	29.9	33.0	30.3	25.5	24.9	17.3	24.5
2010	18	13.9	13.1	16.7	19.8	21.7	25.2	28.1	30.7	28.1	23.2	21.6	15.0	22.5
2010	21	13.5	12.9	16.4	19.2	21.1	24.5	27.3	29.8	27.2	22.5	22.4	14.4	21.9
2010	Ortalama	13.9	13.2	16.7	19.9	21.7	25.1	28.1	30.8	28.2	23.6	23.3	15.5	22.7
Sıcaklık farkı, °C, Anamur Mİ ve NGS Sahasında														

Yıl	Saat, h UTC	Ay												Yıl boyunca
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2010	00	-1.4	-1.0	-2.0	-1.7	-0.1	0.1	1.0	-1.2	-0.2	-1.1	-4.3	-0.3	-0.9
2010	03	-1.3	-1.3	-2.5	-1.8	-0.4	-0.2	0.8	-0.9	-0.4	-1.1	-4.4	-0.5	-1.0
2010	06	-1.7	-1.5	-2.0	-1.8	-0.7	-0.6	-0.5	-1.3	-1.4	-1.5	-4.7	-1.1	-1.5
2010	09	-0.8	-0.6	-1.0	-0.1	0.5	0.9	1.2	-1.1	-0.6	-1.0	-3.2	-1.5	-0.5
2010	12	0.1	-0.3	-0.1	0.9	1.0	1.9	1.6	-0.1	0.9	-0.2	-1.8	-1.5	0.4
2010	15	-0.3	0.1	0.0	0.5	1.2	1.9	2.2	0.3	1.6	0.1	-1.3	-0.8	0.6
2010	18	-0.7	-0.4	-0.8	0.5	1.4	1.9	3.0	0.8	1.2	0.1	-2.1	-0.2	0.6
2010	21	-1.1	-0.9	-1.7	-1.3	0.2	0.4	1.4	-0.7	-0.2	-1.0	-4.2	-0.1	-0.6
2010	Ortalama	-0.9	-0.8	-1.3	-0.6	0.4	0.8	1.3	-0.5	0.1	-0.7	-3.3	-0.8	-0.4
Sıcaklık farkı, °C, Silifke Mİ ve NGS Sahasında														
2010	00	-2.7	-1.6	-2.0	-1.4	-1.3	-1.2	-1.0	-1.4	-1.7	-2.1	-3.7	-2.3	-1.8
2010	03	-2.9	-1.9	-2.4	-1.6	-1.8	-1.7	-1.6	-1.7	-2.2	-2.3	-4.0	-2.5	-2.2
2010	06	-3.4	-2.3	-2.0	-1.2	-1.5	-1.3	-1.4	-1.8	-2.6	-2.6	-3.8	-2.5	-2.2
2010	09	-1.7	-0.8	0.6	1.0	1.6	1.8	2.0	1.1	1.1	-0.9	-2.7	-2.9	0.3
2010	12	-0.4	0.8	1.7	2.4	2.5	2.8	2.2	1.9	1.5	0.9	1.6	0.0	1.6
2010	15	-0.4	1.1	1.9	1.7	2.3	2.9	2.3	1.6	1.8	0.4	0.9	-0.7	1.5
2010	18	-2.0	-0.6	0.0	0.9	1.6	1.9	1.2	0.7	0.4	-1.1	-1.7	-1.2	0.1
2010	21	-2.5	-1.0	-1.5	-0.9	-0.4	-0.4	-0.2	-0.7	-1.2	-1.9	-3.2	-2.0	-1.2
2010	Ortalama	-2.0	-0.9	-0.5	0.1	0.4	0.6	0.4	0.0	-0.4	-1.2	-2.1	-1.8	-0.5
Paralel dönem sayısı														
2010	00	31	16	27	14	31	30	31	31	30	31	19	9	300
2010	03	31	16	28	14	31	30	31	31	30	31	19	9	301
2010	06	31	16	27	14	31	30	31	31	30	31	19	9	300
2010	09	31	15	24	13	31	30	31	31	30	31	19	8	294
2010	12	31	14	27	13	31	30	31	31	30	31	19	8	296
2010	15	31	13	28	13	31	30	31	31	30	31	19	8	296
2010	18	31	14	30	13	31	30	31	31	30	31	19	8	299
2010	21	31	15	25	13	31	30	31	31	30	31	19	9	296
2010	Toplam	248	119	216	107	248	240	248	248	240	248	152	68	2382

Tablo 4/3.5 – NGS Sahasındaki Verilerden Elde Edilen Ortalama Hava Bağıl Nem ve Sapması, 2009-2010 Yılları

Yıl	Saat, h UTC	Ay												Yıl boyunca
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Hava bağıl nemi, % (Anamur Mİ)														
2010	7	70.0	66.5	59.9	64.8	69.9	67.9	69.1	61.9	56.2	58.1	37.7	73.5	62.9
2010	14	64.5	62.3	53.6	60.8	65.3	60.7	62.8	60.2	51.2	55.2	43.6	62.3	58.5
2010	21	71.3	67.6	68.1	71.3	75.3	73.3	72.5	68.9	61.1	65.3	45.2	74.7	68.1
2010	Ortalama	68.6	65.6	60.1	65.6	70.1	67.3	68.1	63.7	56.1	59.5	42.1	70.3	63.2
Hava bağıl nemi, % (Silifke Mİ)														
2010	7	56.3	68.7	58.1	65.3	76.5	68.2	72.7	65.8	57.7	58.4	31.5	78.4	62.9
2010	14	43.8	46.5	45.1	53.2	55.0	51.1	56.5	52.5	51.0	45.9	23.3	50.1	48.4
2010	21	57.5	65.1	63.9	69.5	75.0	66.7	77.0	72.0	64.0	57.5	33.3	73.9	64.9

Yıl	Saat, h UTC	Ay												Yıl boyunca
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2010	Ortalama	52.5	60.7	55.2	62.7	68.8	62.0	68.7	63.4	57.6	54.0	29.4	67.7	58.7
Hava bağıl nemi, % (NGS Sahası)														
2010	07	60.9	65.2	58.1	64.4	68.6	66.2	70.9	63.2	56.2	51.6	25.2	73.7	60.2
2010	14	61.3	58.5	55.7	57.6	63.3	60.4	62.6	60.1	58.7	54.6	37.3	59.9	58.0
2010	21	65.2	66.4	70.8	73.0	80.4	76.6	83.7	74.9	71.9	60.1	32.4	75.4	70.1
2010	Ortalama	62.5	63.6	61.1	65.0	70.8	67.7	72.4	66.1	62.3	55.4	31.7	69.9	62.8
Bağıl nem farkı, Anamur Mİ ve NGS Sahasında														
2010	7	9.1	1.3	1.8	0.3	1.3	1.7	-1.8	-1.2	0.0	6.5	12.4	-0.2	2.7
2010	14	3.2	3.8	-2.1	3.3	2.0	0.3	0.2	0.1	-7.5	0.7	6.3	2.4	0.5
2010	21	6.0	1.2	-2.8	-1.7	-5.1	-3.3	-11.2	-5.9	-10.8	5.3	12.7	-0.7	-2.0
2010	Ortalama	6.1	2.0	-1.0	0.6	-0.6	-0.4	-4.2	-2.4	-6.1	4.1	10.5	0.5	0.4
Bağıl nem farkı, Silifke MS ve NGS Sahasında														
2010	07	-4.5	3.4	0.1	0.8	7.9	2.1	1.8	2.6	1.5	6.8	6.3	4.7	2.6
2010	14	-17.5	-12.0	-10.6	-4.4	-8.3	-9.3	-6.1	-7.7	-7.6	-8.7	-14.0	-9.7	-9.6
2010	21	-7.8	-1.4	-7.0	-3.6	-5.4	-9.9	-6.7	-2.9	-8.0	-2.5	0.8	-1.5	-5.3
2010	Ortalama	-9.9	-2.9	-5.9	-2.3	-1.9	-5.7	-3.7	-2.7	-4.7	-1.4	-2.3	-2.1	-4.1
Paralel dönem sayısı														
2010	7	31	15	28	14	31	30	31	31	30	31	19	8	299
2010	14	31	13	30	13	31	30	31	31	30	31	19	8	298
2010	21	31	15	25	13	31	30	31	31	30	31	19	9	296
2010	Toplam	93	43	83	40	93	90	93	93	90	93	57	25	893

Anamur ve Akkuyu istasyonlarında elde edilen verilere göre, 2010 yılında durumların yaklaşık %50'sinde 1^{o}C'den yüksek bir fark gözlenmiş iken Silifke Mİ'de bu parametre %77'ye ulaşmıştır. Ortalama günlük sıcaklık değerlerinin bir birleşimi önemli düzeyde daha iyidir- Anamur Mİ'de sürenin 1/6'sı için, Silifke Mİ'de ise sürenin 1/3'ü için 1°C'den daha yüksek bir fark gözlenmiştir. NGS sahasındaki sıcaklığın 2 m yüzey ölçüm seviyesi için bir standartta alınması halinde verilerin daha iyi uyum göstermesi beklenebilir.

Bu durum ve sıcaklık karşılaştırma sonuçları dikkate alındığında, ilk yakınlaştırmada her iki istasyon da NGS sahası için temsili olarak kabul edilebilir.

2010 için Anamur ve Akkuyu Mİ, Silifke ve Akkuyu Mİ'nin zamana paralel verilerine göre, istasyonların bağıl nemi temsil etmesinin bir kriteri (%10'dan daha yüksek olmayan bir fark) 36 durumun dördünde sağlanmıştır; yani bağıl neme göre ilk yakınlaştırmadaki her iki istasyon da örnek kabul edilebilir.Görünüşe göre, 2009 yılında meteorolojik direkte ölçüm sistemi ayarlaması yapılmıştır ve bu nedenle aylık ortalama verilerin eşleşmesi esasen daha kötü olmuştur.

2010 yılında Anamur ve Silifke Mİ'de ortalama

Tablo 4/3.6 - İstasyonlarda Ortalama Günlük Rüzgar Hızı ve Sahadaki Verilerden Farkı, 2010 Yılı

Parametre	Ay												Yıl
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Rüzgar Hızı, m/s (Anamur Mİ)													
$\bar{V}$	2.0	2.2	1.9	1.6	1.8	1.8	1.6	1.4	1.8	2.1	2.0	2.3	1.8
ΔV	-1.6	-1.0	-1.0	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.9	-0.7	-0.7	-0.8	-1.2	-0.8
Rüzgar Hızı, m/s (Silifke Mİ)													
$\bar{V}$	1.4	1.7	1.5	1.1	1.0	1.0	0.9	1.1	1.0	1.3	1.4	1.2	1.2
ΔV	-2.2	-1.6	-1.4	-0.9	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.5	-1.5	-1.4	-2.3	-1.5
Rüzgar Hızı, m/s (Akkuyu Mİ, 10 m yükseklikte direk)													
$\bar{V}$	3.6	3.3	2.9	2.1	2.4	2.3	2.2	2.3	2.5	2.8	2.8	3.5	2.7
Paralel dönem sayısı													
N	31	15	27	13	30	29	30	31	29	30	19	9	293

Tablo 4/3.7 - Silifke Mİ, Saha'da Ortalama Rüzgar Hızı, 2009-2010 Yılları

Yıl	Saat, h UTC	Ay												Yıl boyunca
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Rüzgar Hızı, m/s (Silifke Mİ)														
2010	00	1.4	2.1	1.4	0.6	0.3	0.5	0.1	0.5	0.4	1.6	2.0	0.5	0.9
2010	06	1.3	1.8	1.1	1.0	0.9	0.8	0.3	0.8	1.0	1.5	2.1	1.2	1.1
2010	12	1.5	2.7	1.8	1.5	1.8	2.0	1.8	1.9	2.2	1.8	1.5	1.5	1.9
2010	18	1.2	1.5	0.3	0.8	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.8	1.2	0.9	0.7
2010	Ortalama	1.3	2.0	1.1	1.0	0.9	1.0	0.9	1.0	1.1	1.4	1.6	1.1	1.2
Rüzgar Hızı, m/s (NGS Sahası)														
2010	00	4.4	3.1	2.9	1.0	1.9	2.0	1.8	1.5	1.8	2.9	3.1	3.0	2.5
2010	06	3.8	3.8	2.8	1.7	1.9	1.6	1.4	2.0	2.3	3.3	3.2	2.8	2.5
2010	12	3.6	3.3	3.3	3.3	3.4	3.3	3.0	3.3	3.3	3.1	2.9	3.7	3.3
2010	18	3.5	3.5	2.7	2.3	2.5	2.9	2.9	2.6	3.1	2.3	1.8	2.9	2.7
2010	Ortalama	3.7	3.4	2.9	2.2	2.5	2.5	2.4	2.5	2.7	2.9	2.7	3.1	2.8
Silifke Mİ ve NGS Sahasında Rüzgar Hızı farkı														
2010	00	-3.0	-1.0	-1.5	-0.5	-1.6	-1.5	-1.7	-1.0	-1.4	-1.3	-1.1	-2.5	-1.5
2010	06	-2.6	-2.0	-1.6	-0.7	-1.0	-0.7	-1.1	-1.2	-1.3	-1.8	-1.1	-1.6	-1.4
2010	12	-2.1	-0.5	-1.5	-1.7	-1.5	-1.3	-1.2	-1.3	-1.1	-1.3	-1.4	-2.2	-1.4
2010	18	-2.2	-2.0	-2.3	-1.5	-2.1	-2.4	-2.2	-2.0	-2.6	-1.5	-0.7	-2.1	-2.0
2010	Ortalama	-2.4	-1.4	-1.8	-1.2	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.6	-1.5	-1.1	-2.0	-1.6
Paralel dönem sayısı														
2010	00	15	11	12	7	20	17	7	13	14	16	7	2	141
2010	06	31	16	25	14	30	30	31	30	30	31	18	9	295
2010	12	31	14	26	13	31	30	31	31	30	31	19	8	295
2010	18	31	13	30	13	31	29	31	31	28	31	19	8	295
2010	Ortalama	108	54	93	47	112	106	100	105	102	109	63	27	1026

Silifke Mİ ve NGS sahası verilerine göre tablolardan görülebildiği üzere, anemometre yüksekliğinde (10 m) günlük rüzgar hızı ortalama aylık değerleri yaklaşık 2 kat farklılık göstermektedir; yani bu Mİ NGS sahasını temsil etmemektedir.

Hızlardaki böyle sapmaların nedeni, Silifke Mİ'de kontrol tarihlerindeki belirsizliğin sürekli artışı olabilir. Bu, aşikar bir şekilde artan bitki örtüsünün yanı sıra NGS civarındaki gelişmelerin yoğunluğundaki ve yüksekliğindeki artıştan dolayı 36 yıllık ölçüm süresinin tamamında rüzgar hızındaki monoton azalma ile doğrulanabilir.

Anamur Mİ ve NGS sahasında elde edilen veriler arasındaki yakınlaşma önemli düzeyde daha iyi olmuştur: rüzgar hızı değerlerindeki fark 12 iken sadece üç ay içinde 1 m/s'i aşmıştır (bir temsil kriteri) ve ortalama yıllık fark sadece 0,8 m/s olmuştur.

Tablo 4/3.7'de, Silifke Mİ verilerine göre bir ortalama hız, temel sinoptik tarihleri boyunca NGS sahası direk anemometre yüksekliğinde yapılan ölçümlerin sonuçları ile karşılaştırılmaktadır.

4.3.1 SOLAR RADYASYON

Solar radyasyon, Kasım 2009-Ekim 2010 döneminde ANGS sahasında 2 m yükseklikte ölçülmüştür. Kasım 2009-Ekim 2010 döneminde ANGS sahasındaki aylık toplam solar radyasyon yoğunluğu Tablo 4/3.8'de verilmektedir.

Tablo 4/3.8 – ANGS Sahasında Ölçülen Aylık Toplam Solar Radyasyonu Parametreleri

Ay	Ölçüm Sayısı	Toplam solar radyasyon		
		Ortalama W/(m^2 saat)	Maksimum W/(m^2 saat)	Toplam W/(m^2 ay)
Oca.	744	3.0	309.6	2212.7
Şub	354	23.7	443.2	8375.7
Mar	661	56.1	529.2	37114.0
Nis	322	97.4	595.3	31359.8
May	744	114.9	569.7	85502.5
Haz	720	127.3	584.5	91690.9
Tem	744	122.4	538.6	91095.4
Ağu	744	102.2	527.1	76033.7
Eyl	720	79.1	472.7	56971.3
Eki	744	40.7	450.7	30279.4
Kas	720	19.3	386.7	13873.9
Ara	581	2.8	287.5	1634.4
Yıllık	7798	67.5	595.3	526144.0

Yıl boyunca, maksimum toplam radyasyon Haziran ve Temmuz aylarında gözlenmektedir (256-274 W/m^2). En düşük toplam radyasyon akışı Aralık ve Ocak aylarında gözlenmektedir (163-208 W/m^2). Ortalama bulutluluk koşulları altında yatay bir yüzeyde yıllık küresel radyasyon 178 – 189 W/m^2 ve yıllık toplam radyasyon 65160 – 68875W/m^2'dir.

4.3.2 RÜZGAR

Üç seviye için Akkuyu NGS sahasında alınan 16 kertedeki ortalama hız ve rüzgar yönü tekrarı Tablo 4/3.9 - 4/3.10'da sunulmaktadır.

Tablo 4/3.9 – Mevsim ve Yıla göre Rüzgar Yönlerinin Sıklığı. NGS Sahası, Yükseklikler 10, 25 ve 60 m, Kasım 2009 - Ekim 2010

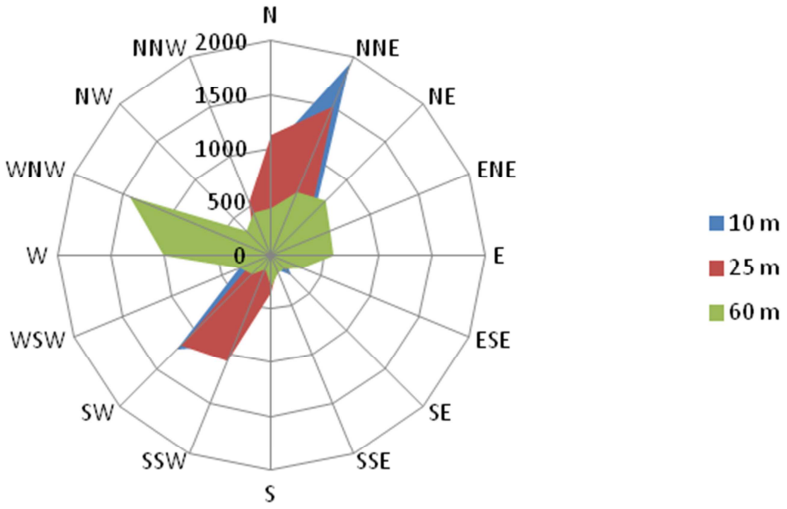
Yükseklik Z, m	Sezon	Tekrar, %																
		Rüzgar Yönü, kerte																Sakin
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SES	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
10	Kış	12.5	16.0	41.9	3.6	1.6	0.9	1.4	0.6	0.9	1.9	7.6	3.2	1.4	1.3	1.8	3.5	2.4
25		7.6	19.1	41.7	2.3	1.5	1.0	1.1	0.6	1.1	2.3	8.0	3.0	1.5	2.0	2.7	4.5	1.1
60		10.2	10.7	29.0	5.9	5.3	7.6	1.6	1.1	1.0	1.8	4.7	3.1	3.3	5.2	3.2	6.4	1.3
10	İlkbahar	9.7	13.6	19.1	2.8	2.2	1.8	3.9	2.8	2.1	7.3	16.0	11.6	2.2	1.1	1.3	2.4	6.1
25		9.5	20.1	7.6	2.5	2.2	2.8	4.0	1.7	2.0	9.7	19.5	7.7	1.4	1.6	2.1	5.7	5.3
60		1.9	2.0	6.7	8.8	13.0	7.8	3.7	2.9	4.4	2.5	1.2	2.4	8.9	21.3	10.4	2.1	5.3
10	Yaz	7.9	12.0	10.8	1.7	1.0	1.5	5.0	3.0	2.7	12.5	24.5	12.7	2.5	0.4	0.6	1.2	5.9
25		6.6	15.9	3.4	1.6	1.5	3.5	4.1	2.1	2.8	18.8	25.2	7.7	1.3	0.7	0.9	3.8	5.4
60		2.9	1.8	2.6	3.6	8.0	6.0	2.8	2.4	5.2	3.3	2.9	4.3	14.8	27.1	9.0	3.1	6.4
10	Sonbahar	13.1	17.5	25.0	2.9	2.1	2.4	3.3	2.2	2.0	5.0	11.8	6.6	1.9	0.9	0.9	2.3	2.7
25		13.4	25.6	12.9	2.6	2.9	2.2	3.2	1.6	1.8	6.4	13.7	4.4	1.6	1.6	2.3	3.8	2.8
60		8.3	7.1	6.2	14.3	9.5	7.0	2.6	2.9	3.4	1.8	2.2	1.9	5.9	14.2	6.9	5.9	3.3
10	Yıl	10.8	14.8	23.2	2.7	1.7	1.7	3.5	2.2	2.0	6.9	15.3	8.8	2.0	0.9	1.1	2.3	4.3
25		9.5	20.4	15.0	2.3	2.1	2.4	3.2	1.6	2.0	9.7	17.0	5.8	1.5	1.4	1.9	4.4	3.7
60		5.7	5.2	10.0	8.4	9.1	7.1	2.7	2.4	3.6	2.4	2.7	2.9	8.4	17.5	7.6	4.3	4.2

Tablo 4/3.10 - Mevsimler ve Yıllara göre Ortalama Rüzgar Hızı, Ölçüm Periyoduna Bakılmaksızın NGS Sahası, Yükseklikler 10, 25 ve 60 m, Kasım 2009 - Ekim 2010

Yükseklik Z, m	Sezon	Ortalama rüzgar hızı, m/s																
		Rüzgar Yönü, kerte																$\bar{V}$
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SES	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
10	Kış	4.2	2.6	3.7	3.4	2.1	2.4	2.2	1.9	2.5	2.4	4.8	3.7	2.6	2.1	2.4	3.2	3.5
25		4.9	3.8	4.7	3.3	3.0	2.5	2.8	2.3	2.9	4.3	7.6	5.1	3.0	2.7	3.0	3.9	4.5
60		6.1	3.7	6.4	4.8	4.1	6.1	3.6	3.3	3.6	3.3	11.4	6.2	5.1	5.6	3.6	6.5	5.8
10	İlkbahar	3.8	1.8	2.6	3.0	2.6	2.6	2.8	2.3	1.6	2.1	2.9	2.9	2.4	1.5	2.7	3.0	2.6
25		3.5	2.5	3.6	2.8	3.3	3.5	2.8	2.2	2.2	2.9	4.4	4.3	2.2	1.8	3.3	4.9	3.4
60		2.6	3.7	6.9	4.9	3.1	3.6	3.0	3.4	3.6	2.8	2.5	2.3	3.4	5.1	5.0	2.7	4.2
10	Yaz	3.5	1.8	1.9	1.2	1.6	2.3	2.9	2.2	1.8	2.4	2.6	2.6	2.8	1.8	1.3	2.2	2.4
25		4.0	2.2	1.7	1.5	2.1	3.5	3.1	2.0	2.3	3.2	3.9	3.8	2.0	1.5	1.4	4.2	3.2

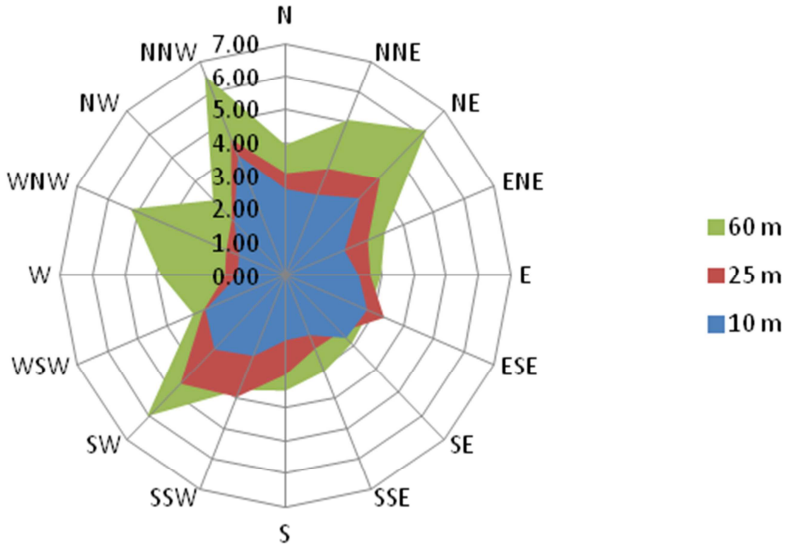
Yükseklik Z, m	Sezon	Ortalama rüzgar hızı, m/s																
		Rüzgar Yönü, kerte																$\bar{V}$
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SES	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
60		6.9	2.5	4.4	4.0	2.1	2.4	2.1	2.4	3.6	2.8	2.8	4.1	3.2	4.4	4.5	6.1	3.7
10	Sonbahar	3.9	2.4	3.0	2.9	2.5	3.0	2.8	2.4	2.2	2.6	3.0	2.9	1.8	1.4	1.7	2.5	2.9
25		4.5	3.3	3.5	2.9	3.8	3.2	3.2	2.7	3.0	3.6	4.5	3.7	2.1	2.0	2.1	3.6	3.6
60		5.9	3.1	4.6	5.5	2.8	3.8	3.2	4.2	3.7	3.9	4.1	3.3	3.5	5.3	4.2	5.8	4.5
10	Yıl	3.9	2.1	3.0	2.8	2.3	2.6	2.8	2.3	1.9	2.4	3.0	2.9	2.4	1.6	2.2	2.8	2.8
25		4.2	3.0	4.0	2.7	3.2	3.4	3.0	2.3	2.6	3.3	4.5	4.1	2.3	2.1	2.6	4.2	3.6
60		5.8	3.3	6.0	5.1	2.9	3.9	2.9	3.4	3.7	3.1	6.1	4.0	3.5	4.9	4.5	5.6	4.5

10, 25, 60 m yüksekliklerde Kasım 2009 – Ekim 2010 döneminde ANGS sahası rüzgar hızı ve yönü verilerine dayanan rüzgar gülü şeması Şekil 4/3.5'de verilmektedir. Baskın rüzgar yönü 10 ve 25 m yükseklikte Kuzey-Kuzeydoğu, Kuzeydoğu ve Güneybatı yönlerinden olduğundan, rüzgar yönü 60 m yükseklikte değişmektedir; baskın yön 60 m'de Batı-Kuzeybatı ve KuzeyDoğu ve Doğu yönlerindendir.



Şekil 4/3.5 – 2009-2010'da ANGS Sahasında Ölçülen 10, 25 ve 60 M Rüzgar Yönü Verilerinin Rüzgar Gülü Şeması

Kasım 2009 – Ekim 2010 döneminde ANGS sahasında 10, 25 ve 60 m yükseklikte yöne bağlı ortalama rüzgar hızı değişiklikleri Şekil 4/3.6'da görülebilir. ANGS sahasında, 10 m yükseklikte, rüzgar Kuzey, Kuzeydoğu ve Güneybatı sektörlerinden eserken, rüzgar hızı 3 m/s'nin üzerindedir. 25 m yükseklikte, Kuzey, Kuzeydoğu ve Güneybatı sektörlerinden esen rüzgar hızları 4 m/s'nin üzerindedir. 60 m yükseklikte, rüzgar Güneybatı sektöründen eserken en yüksek rüzgar hızı 6,55 m/s değeri ile gözlenmektedir.



Şekil 4/3.6 - ANGS Sahasında 10, 25 ve 60 M Yüksekliklerde Yöne Bağlı Rüzgar Hızı Değişiklikleri

4.3.3 AKKUYU NGS SAHASININ YEREL METEOROLOJİ KOŞULLARININ ANA PARAMETRELERİ

Tablo 4/3.11 rüzgar hızının ortalama aylık değerlerini, 10, 25 ve 60 m yüksekliklerde hava sıcaklığını, atmosfer basıncını, bağıl hava nemini, radyasyon dengesini ve sıcaklık eğimlerini, 10-60 ve 25-60 m katmanlarda göstermektedir.

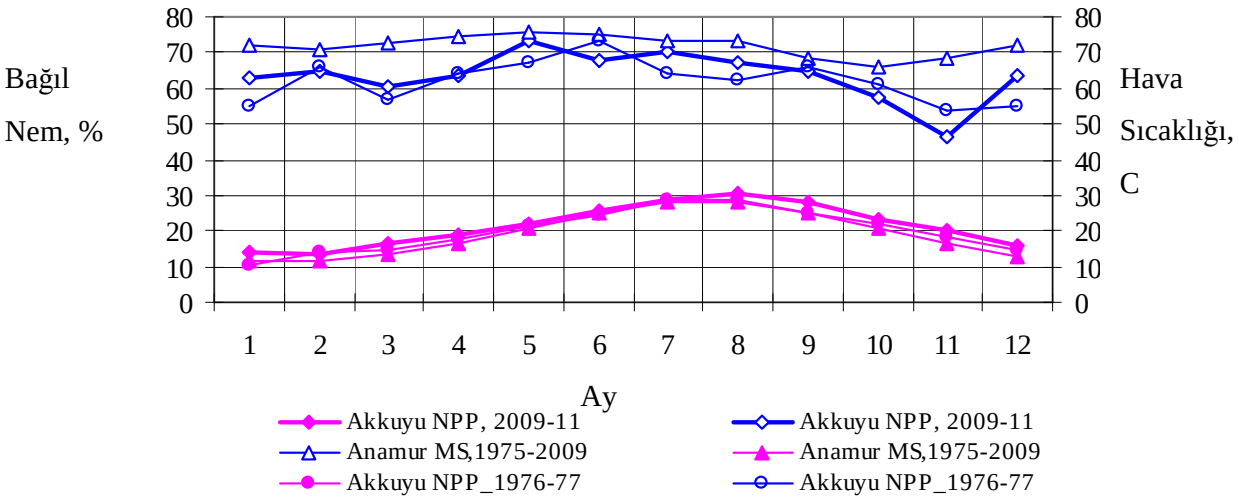
Tablo 4/3.11 – Haziran 2009 – Nisan 2011 dönemi için Akkuyu NGS Sahasında 60-m Meteoroloji Direğinde alınan Aylık Ortalama Meteoroloji Değişkenleri

Yükseklik, m	Ay												Yıl
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Hız, m/s													
10	3.6	3.3	2.9	2.6	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	2.8	3.2	3.4	2.8
25	4.6	4.1	3.7	3.4	3.1	3.3	3.2	3.0	3.3	3.6	3.9	4.6	3.6
60	5.9	5.4	4.6	4.2	3.6	4.0	3.7	3.5	3.8	4.5	4.8	5.7	4.5
Hava sıcaklığı, °C													
10	13.9	13.2	16.6	18.9	21.7	25.5	28.6	30.8	28.3	23.3	20.3	15.6	21.8
25	13.8	13.0	16.4	18.4	21.1	24.9	27.7	30.1	27.8	23.1	20.2	15.4	21.4
60	13.9	13.0	16.3	18.3	21.7	25.5	28.6	30.6	27.8	23.1	20.3	15.5	21.6
Basınç, hPa													
2	1011.1	1006.5	1011.2	1007.2	1006.1	1003.2	1001.1	1001.0	1004.9	1008.2	1012.1	1010.5	1007.1
Bağıl Nem, %													
2	62.6	64.8	60.7	63.8	73.1	67.8	70.1	67.3	64.9	57.6	46.4	63.5	62.8
Radyasyon dengesi, W/m2													
2	3.0	23.7	61.4	92.8	114.9	128.0	121.5	102.2	79.1	40.9	17.9	4.8	66.8
Sıcaklık eğimleri, °C													

60 - 10	-0.135	-0.346	-0.717	-1.308	-0.117	-0.043	-0.074	-0.411	-1.005	-0.326	0.116	-0.075	-0.343
60 - 25	0.077	-0.090	-0.317	-0.309	1.537	1.860	2.530	1.414	-0.013	0.110	0.289	0.250	0.663

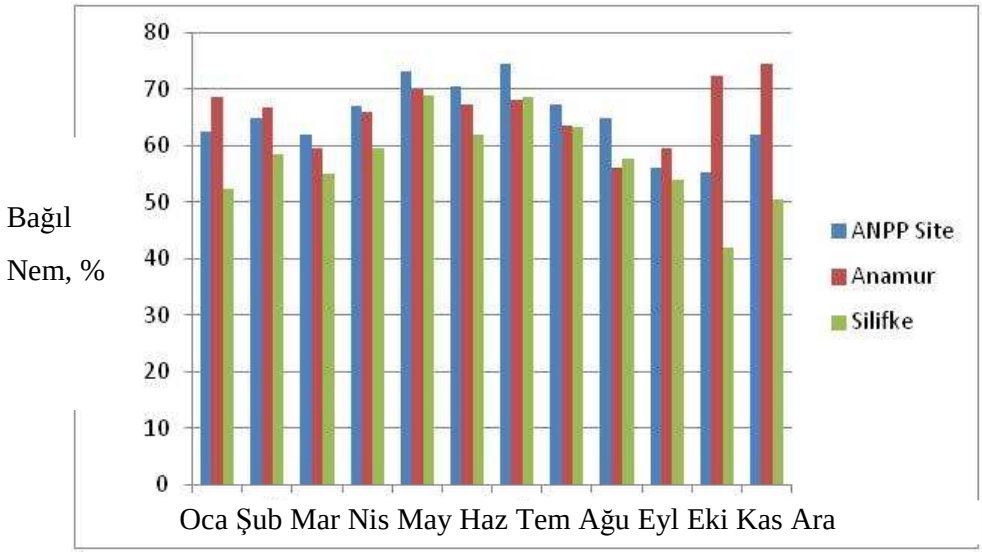
Şekil 4/3.7'de, Akkuyu NGS Sahasında farklı kısa gözleme periyodları için alınan ortalama aylık yerel sıcaklık ve bağıl nem değerleri ile Anamur Mİ'de uzun vadeli meteoroloji gözlemlerinden elde edilen bölgesel değerleri, karşılaştırma için verilmektedir.

Yerel ve bölgesel hava sıcaklığı değerlerinin bağıl nemden daha fazla korelasyon gösterdiği şekilden görülebilir. Akkuyu NGS sahasında bağıl nemin ortalama aylık değerlerinin Anamur Mİ'dekilerden daha az olduğu da belirtilmelidir.



Şekil 4/3.7 – Akkuyu NGS Sahası ve Anamur Mİ'da Hava Sıcaklığı ve Bağıl Nemin Ortalama Aylık Değerlerinin Yıllık Değişimi

Anamur ve Silifke istasyonlarında ve Akkuyu NGS'deki Aylık ortalama bağıl nem seviyeleri şekil 4/3.8'de verilmektedir.



Şekil 4/3.8 – Akkuyu NGS Sahası, Anamur ve Silifke İstasyonlarında Kasım 2009 – Ekim 2010 Döneminde Bağıl Nemin Aylık Değişimi

4.3.4 ATMOSFER İSTİKRAR ÖZELLİKLERİ

Pasquill – Gifford (P-G) istikrar kategorileri saatlik izolasyon, bulutluluk ve rüzgar hızına bağlı olarak, 2009 ve 1010 yıllarında Anamur ve Silifke istasyonlarında elde edilen verilere dayanarak, PCRAMMET [4/5] bilgisayar kodu kullanılmak suretiyle hesaplanmıştır. PCRAMMET istikrarı yedi kategoriye ayırmaktadır. Bunlardan ilk altısı (A-F) sınıflandırmaya karşılık gelmektedir [4/6] (Pasquill's, 1974). Yedinci kategori (G), rüzgar hızının belirsiz olduğu gece saatlerinde güçlü sıcaklık yüzey değişimi sırasında Pasquill'in ilk sınıflandırmasındaki "sorunlara" karşılık gelmektedir (Pasquill's, 1974).

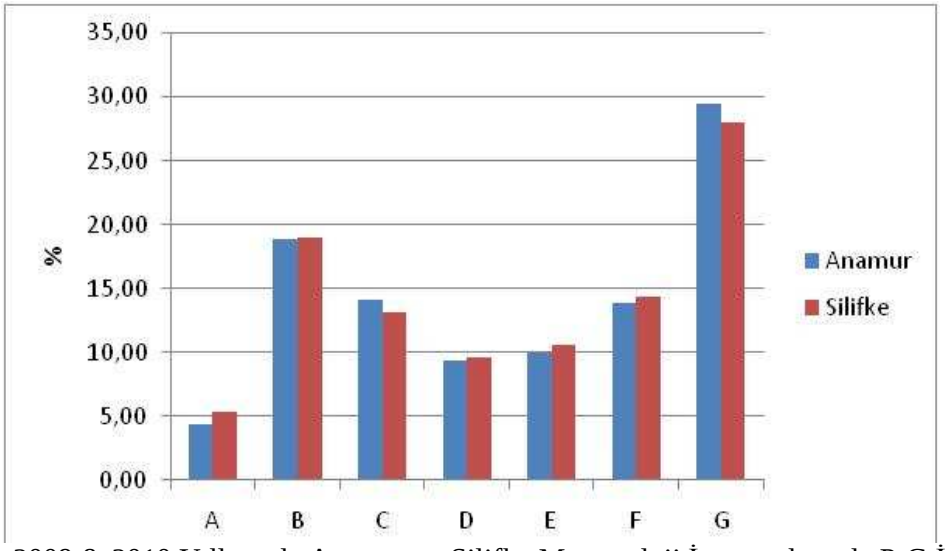
İstikrar kategorilerinin ortalama yıllık ve mevsimsel tekrar dağılımları Tablo 4/3.12'de ve yıllık ortalama Şekil 4/3.9'da verilmektedir.

Zaman istikrar kategorisi B'nin yaklaşık %19'u bölgede gözlemlenirken, G istikrar kategorisi %28-29'u temsil etmektedir.

Tablo 4/3.12 – 2009 ve 2010 Yıllarında Anamur ve Silifke Meteoroloji İstasyonlarında P-G İstikrar Kategorilerinin Tekrarı

İstasyon	Periyot	Tekrar, %						
		İstikrar kategorileri						
		A	B	C	D	E	F	G
Anamur	Yıl	4.33	18.90	14.15	9.40	9.99	13.81	29.42
	Kış	0.19	11.87	15.31	11.35	12.29	18.66	30.34
	İlkbahar	5.64	21.08	14.47	9.15	9.28	12.88	27.49
	Yaz	10.44	22.35	13.04	8.42	8.76	9.85	27.13

İstasyon	Periyot	Tekrar, %						
		İstikrar kategorileri						
		A	B	C	D	E	F	G
	Sonbahar	0.89	20.08	13.80	8.72	9.68	14.01	32.81
Silifke	Yıl	5.29	18.92	13.17	9.62	10.62	14.31	28.05
	Kış	0.09	11.46	15.97	12.07	13.45	17.97	28.99
	İlkbahar	6.34	21.65	13.72	9.38	9.56	14.45	24.91
	Yaz	14.27	21.01	10.24	8.33	8.74	9.42	27.99
	Sonbahar	0.64	21.93	12.64	8.61	10.62	15.25	30.31



Şekil4/3.9 – 2009 & 2010 Yıllarında Anamur ve Silifke Meteoroloji İstasyonlarında P-G İstikrar Kategorilerinin Tekrarı

Atmosfer koşullarını değerlendirmek için, 20-120 m katmanında sıcaklık eğimlerine (diferansiyeller) ve anemometre seviyesinde (10 m) [4/7] rüzgar hızına dayanan bir sınıflandırma da kullanılmıştır. Bu sınıflandırma, altı atmosfer istikrar kategorisini (SC) ayırt etmektedir: son derece istikrarsız (A), orta düzeyde ve hafif düzeyde istikrarsız (B, C), nötr (D), zayıf (E), orta düzeyde ve güçlü düzeyde istikrarlı (F).

Tablo 4/3.13, Adana istasyonunda ve ANGS sahasında gerçekleştirilen ölçüm sonuçlarına dayanan istikrar kategorilerinin tekrarını göstermektedir. Hesaplanan SC dağılımları, Anamur ve Silifke istasyonlarının fon materyallerine dayanarak elde edilenlerden önemli düzeyde farklılık göstermekte olup Tablo ve Şekil 4/3.9'da sunulmaktadır.

Tablo 4/3.13 – Adana (2009–2010) ve ANGS Sahası için İstikrar Kategorileri ve Aylık Tekrarlar (%) (2009–2011).

SC	Tekrar, %												
	Ay												Yıl
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Adana istasyonu, 2009-2010 yılları													
A	3.3	0.9	11.3	6.7	9.8	12.3	21.0	16.9	13.3	8.9	5.0	7.3	9.7
B	17.2	22.1	25.0	27.5	23.0	23.7	28.2	26.6	12.2	25.0	20.8	10.5	22.0
C	3.3	8.0	4.8	5.8	10.7	10.5	5.6	4.0	8.9	1.6	3.3	2.4	5.6
D	36.1	40.7	21.0	27.5	26.2	24.6	25.8	31.5	41.1	11.3	12.5	34.7	27.4
E	18.0	16.8	9.7	10.0	14.8	15.8	17.7	15.3	8.9	10.5	25.8	22.6	15.6
F	22.1	11.5	28.2	22.5	15.6	13.2	1.6	5.6	15.6	42.7	32.5	22.6	19.6
ANGS sahası, 2009-2011 yılları													
A	0.4	2.5	10.3	14.5	1.6	3.5	1.4	19.1	18.1	12.6	8.8	0.8	7.9
B	3.0	5.4	13.3	16.0	6.7	7.4	6.5	18.1	21.7	15.3	9.9	4.7	10.8
C	0.9	4.2	3.5	5.2	2.4	2.0	3.5	1.9	1.8	2.7	2.0	2.3	2.6
D	67.8	57.6	41.7	26.8	28.2	29.6	23.7	9.8	14.7	27.9	43.8	66.4	35.8
E	14.2	12.4	10.3	12.6	16.9	16.5	16.5	7.4	9.7	16.3	21.2	16.5	14.7
F	13.7	17.8	20.9	24.9	44.1	41.0	48.5	43.7	34.0	25.1	14.2	9.3	28.3

Tabloda görülebildiği üzere, bir yıl için ortalama olarak ve bazı aylarda, SC D (nötr katmanlaşma) daha sık gözlenmektedir. Yaz mevsiminde nötr katmanlaşmanın (D) ve orta istikrarın (B) tekrarı yaklaşık olarak aynıdır. Ekim ve Kasım aylarında, orta ve çok istikrarlı katmanlaşma baskındır (F). Yılın tüm mevsimlerinde, zayıf istikrarsızlığın tekrarı (C) çok az olup açık bir şekilde, sadece sınıflandırmaya dayanan atmosfer koşullarının özellikleri ile açıklanabilir.

10 ve 100 m yüksekliklerde ölçüm durumlarının ortak sayısına göre normalize edilmiş her bir mevsim ve bir yıl için istikrar eğimlerinin, rüzgar hızının ve yönünün ortak tekrarları Tablo 4/3.14'de yer almaktadır. Bu değerlendirmelerin istatistiki güvenini arttırmak için, ortak dağılımlar, rüzgar hızı büyütülmüş eğimlerde ve 8 kertede hesaplanmıştır.

Tablo 4/3.14 – 2009–2010 Yılları için Adana İstasyonunda Yüksekliklerde Rüzgar Hızı Eğimleri ve Rüzgar Sektörleri için İstikrar Kategorileri.

Yükseklik, m	SC	Hız eğimleri, m/s	Tekrar, %							
			Kerte							
			N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
10	A	0,6 - 1,5	0.94	0.24	0.24	0.94	2.36	1.30	0.59	0.35
		1,6 - 3,5	0.07	0.14	0.07	0.00	1.06	1.34	0.07	0.00
	B	0,6 - 1,5	1.28	0.94	0.68	0.85	2.65	1.97	0.43	0.77
		1,6 - 3,5	1.13	0.56	0.91	1.06	2.46	2.89	0.28	0.21
		3,6 - 5,5	0.14	0.49	0.00	0.28	0.77	1.06	0.21	0.00
	C	1,6 - 3,5	0.49	0.07	0.00	0.28	0.99	0.63	0.28	0.07
		3,6 - 5,5	0.00	0.49	0.00	0.07	0.28	0.77	0.07	0.07
		5,6 - 10,5	0.07	0.00	0.07	0.07	0.14	0.63	0.00	0.07
	D	0,6 - 1,5	3.79	1.52	0.89	1.01	0.76	0.38	0.51	1.14
		1,6 - 3,5	3.38	2.39	0.56	0.35	1.06	0.56	0.35	0.49
		3,6 - 5,5	1.48	1.76	0.14	0.21	0.49	0.42	0.00	0.07
		5,6 - 10,5	0.42	0.99	0.14	0.14	0.35	0.91	0.35	0.14
		10,6 - 15,5	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07
	E	0,6 - 1,5	0.87	0.54	0.44	1.09	1.53	1.20	0.65	0.44
		1,6 - 3,5	2.67	1.41	0.28	0.28	0.49	0.49	0.28	0.28
		3,6 - 5,5	1.13	0.63	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
	F	0,6 - 1,5	7.26	3.07	0.41	0.72	0.41	0.72	0.20	1.23
		1,6 - 3,5	3.66	1.27	0.07	0.14	0.00	0.07	0.07	0.35
100	A	0,6 - 1,5	0.26	0.43	0.60	0.60	0.60	0.51	0.09	0.09
		1,6 - 3,5	0.14	0.00	0.07	0.56	1.48	1.06	0.21	0.07
		3,6 - 5,5	0.00	0.07	0.00	0.00	0.91	1.06	0.07	0.00
		5,6 - 10,5	0.00	0.14	0.00	0.00	0.35	0.28	0.00	0.00
	B	0,6 - 1,5	0.09	0.43	0.43	0.43	1.02	0.94	0.51	0.17
		1,6 - 3,5	0.14	1.20	0.91	1.41	2.89	2.67	0.77	0.21
		3,6 - 5,5	0.21	0.70	0.21	0.42	1.41	1.27	0.28	0.00
		5,6 - 10,5	0.14	0.28	0.07	0.07	0.63	1.90	0.14	0.07
	C	0,6 - 1,5	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.07	0.00	0.00
		1,6 - 3,5	0.07	0.00	0.07	0.21	0.56	0.56	0.14	0.00
		3,6 - 5,5	0.21	0.21	0.07	0.14	0.42	0.42	0.14	0.00
		5,6 - 10,5	0.14	0.28	0.07	0.00	0.56	0.84	0.07	0.00
	D	0,6 - 1,5	1.12	0.72	0.56	0.64	0.64	0.88	0.56	0.72
		1,6 - 3,5	1.34	1.62	1.27	1.20	0.77	0.63	0.42	0.77
		3,6 - 5,5	1.06	1.55	0.49	0.07	0.49	0.49	0.07	0.21
		5,6 - 10,5	1.27	3.03	0.42	0.21	0.70	1.48	0.14	0.14
		10,6 - 15,5	0.28	1.13	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00
	E	0,6 - 1,5	0.44	0.27	0.36	0.80	0.89	0.44	0.44	0.09
		1,6 - 3,5	0.63	1.62	0.35	0.56	1.55	0.99	0.28	0.14
		3,6 - 5,5	0.84	2.32	0.21	0.00	0.21	0.28	0.14	0.14
		5,6 - 10,5	0.56	0.99	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	F	0,6 - 1,5	1.04	0.67	0.97	0.59	0.82	0.52	0.22	0.45
		1,6 - 3,5	1.97	3.38	0.84	0.35	0.07	0.42	0.21	0.56
		3,6 - 5,5	1.13	3.17	0.07	0.00	0.07	0.14	0.00	0.35

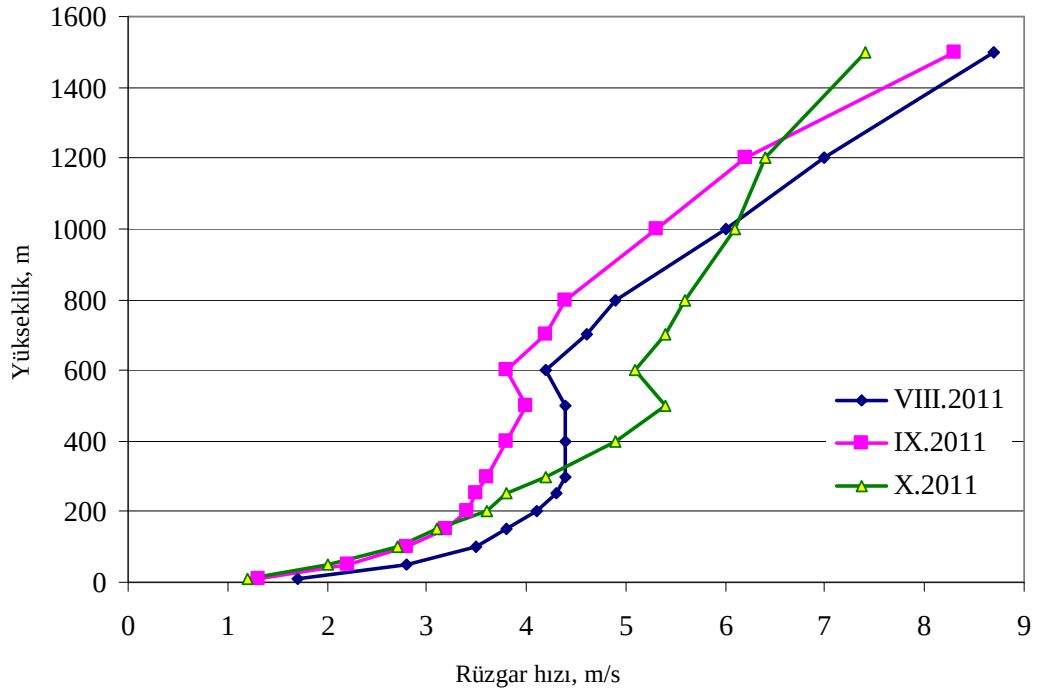
Yükseklik, m	SC	Hız eğimleri, m/s	Tekrar, %							
			Kerte							
			N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
		5,6 - 10,5	0.35	0.91	0.07	0.07	0.07	0.07	0.00	0.00

4.3.5 RADYOAKUSTİK SONDAJ VERİLERİNE GÖRE RÜZGAR HIZI VE SICAKLIK DİKEY PROFİLLERİ

Tablo 4/3.15 ve Şekil 4/3.10, Akkuyu NGS sahasında 5 Ağustos ile 11 Ekim 2011 döneminde alt 2000 m atmosfer katmanının radyoakustik sondaj verilerinden elde edilen rüzgar hızı değerlerine ait veriler sunmaktadır.

Tablo4/3.15 – 5 Ağustos-11 Ekim 2011 arası döneminde Akkuyu NGS Sahasında Yüksekliklerde Aylık Ortalama Rüzgar Hızı

Yükseklik, m	Rüzgar hızı, m/s		
	Ay		
	VIII	IX	X
10	1.7	1.3	1.2
50	2.8	2.2	2.0
100	3.5	2.8	2.7
150	3.8	3.2	3.1
200	4.1	3.4	3.6
250	4.3	3.5	3.8
300	4.4	3.6	4.2
400	4.4	3.8	4.9
500	4.4	4.0	5.4
600	4.2	3.8	5.1
700	4.6	4.2	5.4
800	4.9	4.4	5.6
1000	6.0	5.3	6.1
1200	7.0	6.2	6.4
1500	8.7	8.3	7.4

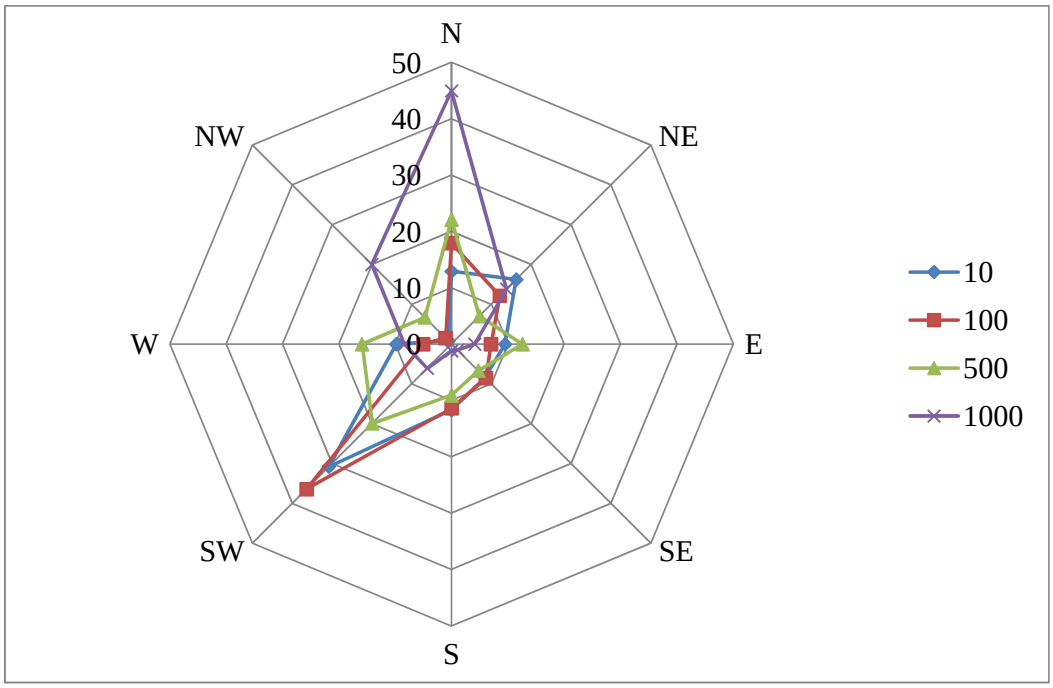


Şekil 4/3.10 – 5 Ağustos - 11 Ekim 2011 Döneminde Alt 2000-m Atmosfer Katmanının Radyoakustik Sondaj Verilerinden Elde Edilen Ortalama Rüzgar Hızlarının Dikey Profilleri – Akkuyu NGS Sahası -

Farklı yükseltilerde 8 kertede rüzgar yönlerinin tekrarı 5 Ağustos- 11 Ekim 2011 ölçüm dönemi için hesaplanan, Tablo 4/3.16 'da Şekil 4/3.11 'de gösterilmektedir.

Tablo 4/3.16 – Farklı Yüksekliklerde 8 kertede Rüzgar Yönünün Tekrarı, Ağustos-Ekim 2011.

Yükseklik, m	Tekrar, %							
	Kerte							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
10	12.9	16.2	9.5	8.4	11.7	30.8	9.8	0.8
50	22.6	14.3	3.8	8.9	12.3	30.4	4.6	3.3
100	17.9	12.1	7.0	8.6	11.4	36.4	5.0	1.5
150	21.2	10.9	5.7	9.5	14.6	32.5	5.0	0.8
200	22.2	8.6	5.7	9.0	15.9	30.6	6.1	1.8
250	23.2	8.1	5.5	8.6	17.5	26.7	8.2	2.3
300	23.5	7.5	6.6	9.1	15.9	24.4	10.0	2.9
400	23.1	6.0	11.3	8.0	11.8	22.8	12.2	4.8
500	22.1	7.0	12.6	6.7	9.1	19.9	15.9	6.7
600	24.3	10.3	12.3	4.3	6.3	13.6	19.9	8.9
700	28.1	11.4	9.1	3.3	4.5	11.9	17.1	14.6
800	31.3	13.8	6.7	2.8	2.0	8.9	16.4	18.1
1000	44.9	13.8	4.1	1.5	1.2	6.1	8.4	20.0
1200	48.9	18.2	2.7	2.4	1.2	4.0	4.0	18.5
1500	30.9	38.2	0.0	10.9	3.6	7.3	3.6	5.5



Şekil 4/3.11 – Akkuyu NGS Sahasında 5 Ağustos - 11 Ekim 2011 Döneminde Saatlik Radyoakustik Verileri için Rüzgar Gülleri.

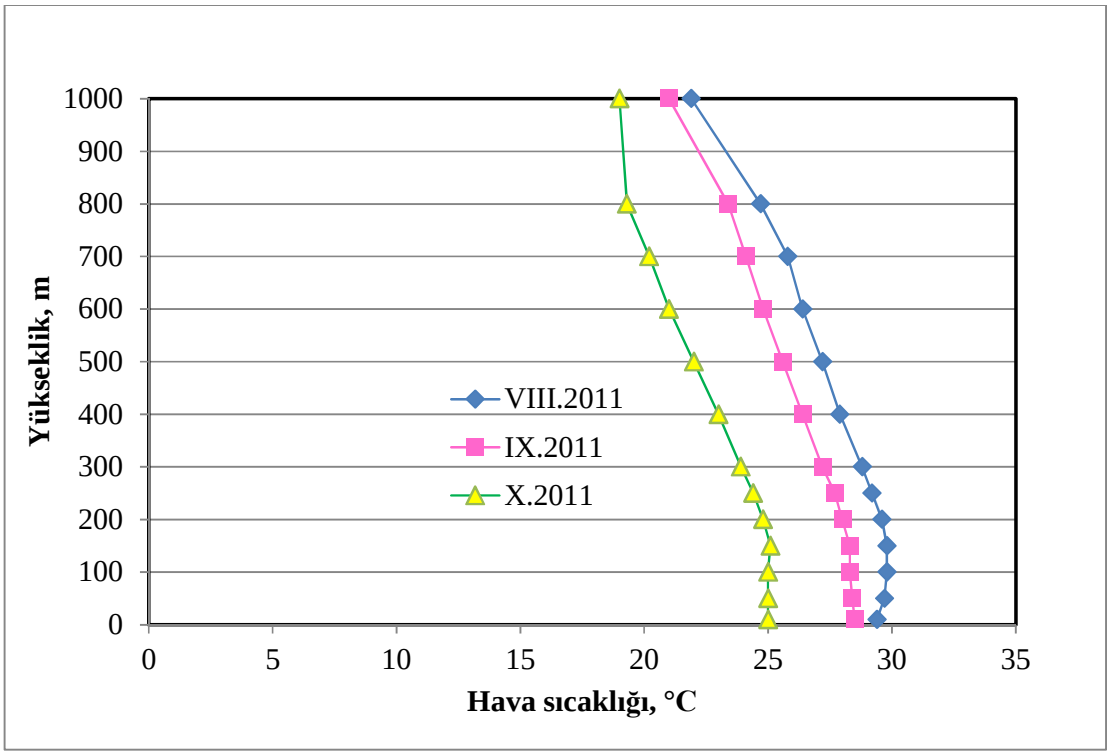
Bu şekilden görülebileceği üzere, ölçüm dönemi sırasında artan rakım ile baskın rüzgar yönünün yeniden dağılımı Güneybatıdan Kuzeye doğru olup orografik durumdan dolayı yerel devridaimler için tipiktir.

Tablo 4/3.17 ve Şekil 4/3.12, Akkuyu NGS sahasında 5 Ağustos ile 11 Ekim 2011 döneminde alt 2000 m atmosfer katmanının saatlik radyoakustik sondaj verilerinden elde edilen hava sıcaklığı değerlerine ait veriler sunmaktadır.

Tablo 4/3.17 – RASS Ek Verileri ile SODAR XFAS'tan Elde Edilen, Yükseltilerdeki Ortalama Hava Sıcaklığı, Akkuyu NGS Sahası

Yükseklik, m	Hava sıcaklığı, C		
	Ay		
	VIII	IX	X
10	29.4	28.5	25.0
50	29.7	28.4	25.0
100	29.8	28.3	25.0
150	29.8	28.3	25.1
200	29.6	28.0	24.8
250	29.2	27.7	24.4
300	28.8	27.2	23.9
400	27.9	26.4	23.0
500	27.2	25.6	22.0
600	26.4	24.8	21.0
700	25.8	24.1	20.2

Yükseklik, m	Hava sıcaklığı, C		
	Ay		
	VIII	IX	X
800	24.7	23.4	19.3
1000	21.9	21.0	19.0



Şekil 4/3.12 – 5 Ağustos – 11 Ekim 2011 Periyodu Boyunca RASS Ek Verileriyle Saatlik SODAR XFAS'dan Elde Edilen Ortalama Hava Sıcaklığı Dikey Hava Profilleri, Akkuyu NGS Sahası

4.4 KISA VE UZUN VADELİ ATMOSFERİK DİSPERSİYON ANALİZİ

Akkuyu NGS Sahasında bulunan 60-m direkte yapılan saatlik ölçümler, kısa ve uzun vadeli atmosferik dispersiyon analizi için girdi verisi olarak kullanılmıştır. Meteoroloji parametreleri 2009-2010 döneminde toplanmış olup özellikle rüzgar hızı ve yönü ile hava sıcaklığının saatlik ölçümleri üç seviyede yapılmıştır (10, 25 ve 60 m).

Kısa zaman aralıklarında atmosferik dispersiyon özelliklerinin değerlendirmesi, reaktör binasının hava menfezlerinden ve diğer açıklıklarından gaz-aerosol karışımı kısa vadeli salınımlar olarak kabul edilenlere uygun bir şekilde, Düzenleme Rehberi 1.1.145 "Nükleer Enerji Tesislerinde Potansiyel Kaza Sonucu Değerlendirmeleri için Atmosferik Dispersiyon Modelleri" [4/8] tavsiyelerine göre elde edilmiştir. Atmosfer nötr (Pasquill-Gifford (G-F) istikrar sınıflandırmasının D kategorisi) veya istikrarlı katmanlaşma (istikrar kategorisi E ve F) koşulları altında, rüzgar hızı 6 m/s'den az iken, bir alev menderesi dikkate alınmaktadır.

χ/Q değerleri aşağıdaki denklemler kullanılarak bir alev merkezi hattı üzerinde nispi kara konsantrasyonu için hesaplama sonuçlarının seçici tercih yöntemi kullanılarak belirlenmektedir:

$$\chi / Q = \frac{1}{U_{10}(\pi\sigma_y\sigma_z + A/2)}, \quad (4\text{-}1)$$

$$\chi / Q = \frac{1}{U_{10}(3\pi\sigma_y\sigma_z)}, \quad (4\text{-}2)$$

$$\chi / Q = \frac{1}{U_{10}(3\pi\Sigma_y\sigma_z)}, \quad (4\text{-}3)$$

denklemde, χ/Q – nispi kara konsantrasyonu veya atmosferik dispersiyon çarpanı, s/m^3;

U_{10} – 10 m yükseltide ortalama rüzgar hızı, m/s;

σ_y, σ_z – Jet'teki karışım parçacıklarının (alev) koordinatlarının standart çapraz ve dikey sapmaları, m;

A – rüzgar yönüne dik, minimum reaktör binası alanı (dikey planda), m^2;

Σ_y – reaktör binasından gelen menderes etkileri ve türbülans izi, rüzgar hızı fonksiyonu, atmosfer istikrarı kategorileri ve mesafeler dikkate alınarak standart çapraz sapma.

(4-1) ve (4-2)'ye göre elde edilen χ/Q değerleri karşılaştırılmış ve maksimum değer seçilmiştir. Nötr ve istikrarlı katmanlaşma altında, (4-3) denkleminden elde edilen değerler ile karşılaştırılmış ve bu iki değerden küçük olanı uygun χ/Q değeri olarak seçilmiştir. Diğer meteoroloji koşulları altında (istikrarsız katmanlaşmaya karşılık gelen A ve B kategorileri), bir alev

menderesi öne sürülmemiştir. Bu koşullar için, (4-1) ve (4-2) denklemlerinden elde edilen maksimum değer uygun χ/Q değeri olarak kabul edilmektedir.

χ/Q hesaplamaları, rüzgar yönüne bağlı olarak değişen, reaktör binasından Akkuyu NGS inşaatı için ayrılan bölgenin sınırlarına kadar olan küçük mesafeler için yapılmıştır (Şekil 4/4.1). Bu mesafeler bir kerteden diğerine değişmektedir.

Bir mesafe ve P-G istikrar kategorilerine dayanan σ_y ve σ_z değerleri [4/9]'da verilen Hosker-Smith formülleri ile belirlenmiştir. M değerinin [4/8] Şekil 3'ten belirlendiği $\Sigma_y = M\,\sigma_y$ 800 m'den kısa mesafeler için. Uzun mesafeler için [4/8]'e göre, aşağıdaki $\Sigma_y = (M-1)\sigma_{800} + \sigma_y$ interpolasyonu uygulanmıştır. A değeri 3000 m^2 olarak alınmıştır.

Hesaplamaların algoritmaları [4/8]'de detaylı olarak açıklanmaktadır ve aşağıdaki şekildekısaca özetlenebilir:

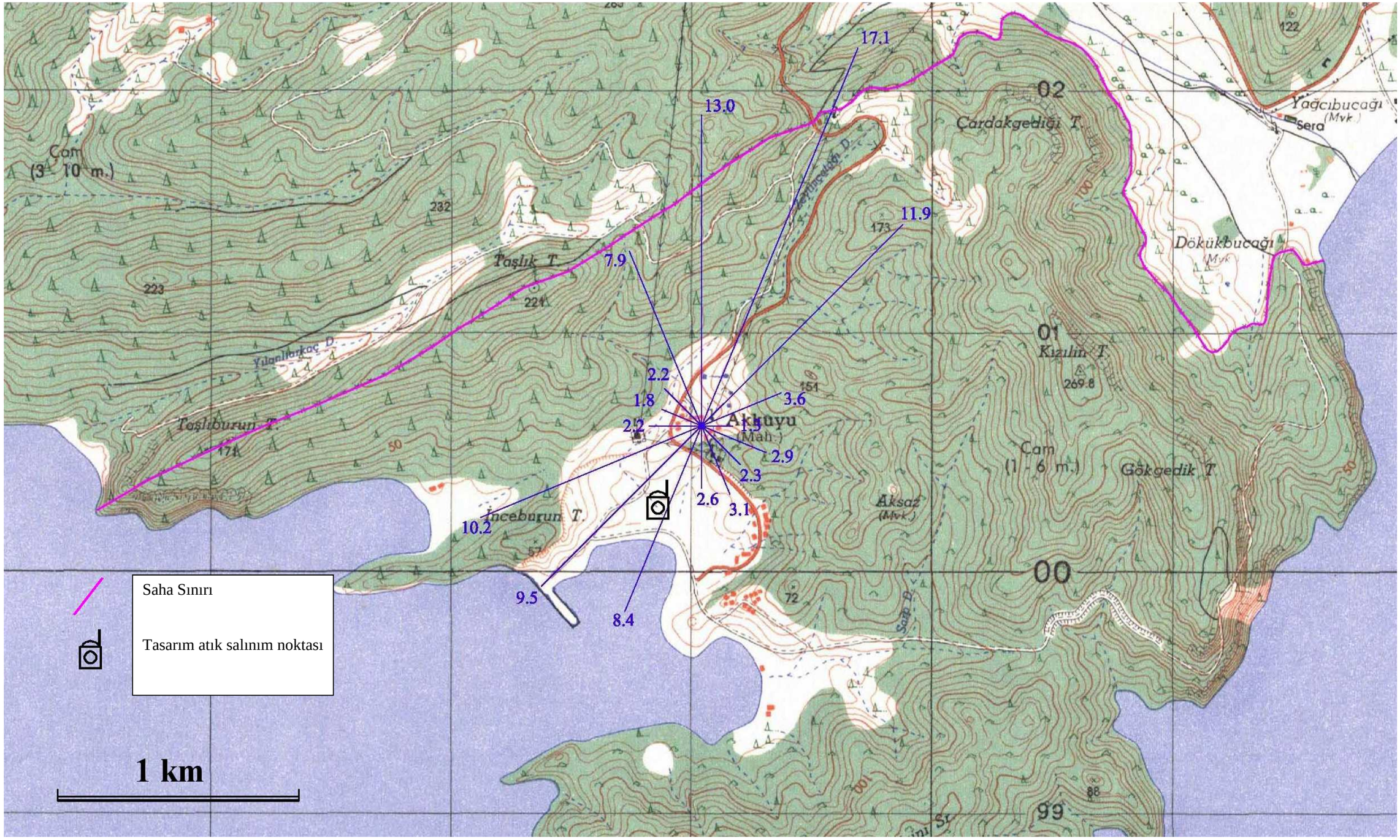
- Seçilen dönemin saatlik meteorolojik ölçümlerinin verilerini kullanarak, yeryüzü konsantrasyonları Akkuyu NGS inşaatı için ayrılan bölgenin sınırları içinde hesaplanmaktadır ((4/4.1) – (4/4.2) denklemlerine göre sabit kara kaynağı için saatlik ortalama χ/Q değerleri);
- her bir saat ve ayrıca yıllık çevrim verilerinin 8, 16, 72 ve 624 s zaman aralıkları için, χ/Q gradasyonlarının tekrarları, NGS inşaatı için ayrılan bölgenin dış sınırlarında 16 pusula noktasında hesaplanmaktadır. Her bir pusula noktası için %100 yeniden normalleştirme, %0,5, 5 ve 50 atanmış olasılığı ile χ/Q değerinin hesaplanması için gerekli olan eğimlerin toplu tekrarlarını vermektedir;
- saatlik ortalama ve diğer zaman aralıkları için, maksimum χ/Q_{max} konsantrasyonları NGS inşaatı için ayrılan bölgenin dış sınırlarında elde edilmiştir ve ayrıca uygun rüzgar hızları ve istikrar kategorileri saatlik ortalamalar ile elde edilmiştir.

Atmosfer istikrarı, tahmin değişkenlerinin, 20-120 m katmanında sıcaklık eğimleri olduğu Pasquill-Gifford sınıflandırmasına ve 10 m seviyesindeki rüzgar hızına göre değerlendirilmiştir [4/9, 4/10]. Aeroloji ölçümleri verilerinin analiz sonuçları, istikrarın belirlenmesi için böyle bir yöntemin kullanılmasına kanıt olarak kullanılmıştır. Hesaplamalar, 20 – 120 m ve 25 – 60 m katmanlarında Adana aeroloji istasyonunda yapılan yükselti ölçümlerinin verilerine göre ortalama

mevsimlik (ve ortalama aylık) sıcaklık eğimlerinin önemsiz düzeyde farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Tablo 4/4.1).

Tablo 4/4.1 – Adana İstasyonundaki Atmosfer Sondajı sonuçlarına göre Sıcaklık Eğimleri, 2009–2010 Yılları

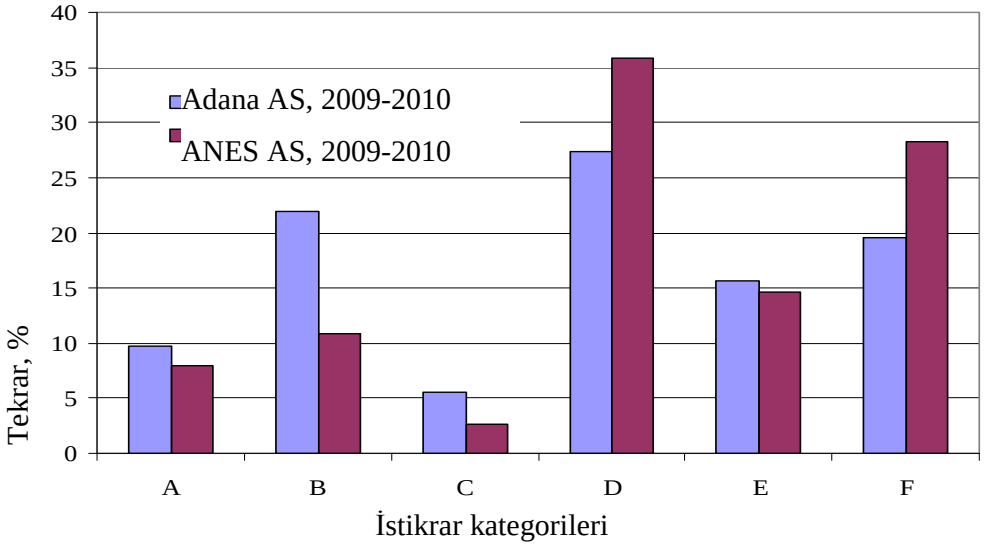
Katman, m	Saat, h UTC	Sıcaklık eğimi, ^{o}C/100m				
		Sezon				Yıl
		Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	
25 - 60	00	-0.721	-0.405	0.183	-0.932	-0.457
	12	0.491	0.736	0.900	0.594	0.683
20 - 120	00	-0.762	-0.373	0.262	-0.991	-0.453
	12	0.608	0.801	0.846	0.620	0.722



Şekil 4/4.1 - Anemometre Seviyesinde (10 m) Akkuyu NGS Sahasında Rüzgar Yönlerinin Tekrarı

100 m katmana indirilmiş elde edilen sıcaklık eğimlerinin önemsiz düzeyde farklılık gösterdiği açık olup meteoroloji direğinde elde edilen 25-60 m katmanındaki eğimlerin, ilk yakınlaştırmada, Akkuyu NGS bölgesinin atmosfer istikrar durumunun belirlenmesi için de kullanılabileceği anlamına gelmektedir.

Şekil 4/4.2 Adana aeroloji istasyonunda ve Akkuyu NGS sahasında (ANGS) gerçekleştirilen ölçümlerin sonuçlarına göre istikrar kategorilerinin tekrarını göstermektedir.



Şekil 4/4.2 – Atmosfer İstikrar Kategorilerinin Tekrarı

Eğimlere göre tekrarlarını, 16 kertede Akkuyu NGS inşaatı için ayrılan bölgenin dış sınırlarındaki maksimum değerleri ve bunlara ilaveten rüzgar hızının ve Pasquill-Gifford istikrar kategorilerinin (P-G SC) karşılık gelen değerlerini içeren χ/Q hesaplamalarının sonuçları Tablo 4/4.2'de sunulmaktadır. Tablonun ikinci satırı, karşılık gelen kertedeki salınım kaynağından bölgenin dış sınırlarına doğru rüzgarı ve mesafeleri göstermektedir. Bu mesafeler, Güney ve Güney-Güneybatı yönlerinde 0,29 km'den Doğu yönünde 5,96 km'ye kadar değişmektedir.

Hosker-Smith formüllerine [4/9] göre σ_z^2 ve σ_y^2 dispersiyon hesaplamalarında, engebelilik parametresi 0,5 m olarak alınmış olup, değişen çalı, orman ve açık yüzeylerin değişen alanlarına sahip heterojen alt yüzey için tipik bir değerdir. χ/Q dağılımını etkileyen bir rölyef dikkate alınmamıştır.

Akkuyu NGS inşaatına ayrılan sınır bölgesinde χ/Q maksimumlarının güçlü bir şekilde istikrarlı katmanlaşma ve zayıf rüzgar sırasında gözlenmiş olması bu koşullarda zayıf bulaşan bir alev ile açıklanmaktadır.

Kertelerde nispi ortalama yıllık konsantrasyon değerlerinin muhafazakar değerlendirmeleri (uzun bir süre dahilinde) [4/10, 4/7] formülü ile elde edilmektedir.

$$\chi_j / Q = \frac{16}{\sqrt{2\pi^3} RN} \sum_{i=1}^{N_j} \frac{1}{\sigma_{zi} U_{Hi}} \exp[-0.5(H/\sigma_{zi})^2] \quad , \qquad (4\text{-}4)$$

formülde:

- R – Kerte ekseni boyunca reaktör binasından tasarım noktasına mesafe, m;
- N – Yıl çevrimine göre saatlik tarihlerin sayısı;
- $i = 1 \ldots N_j$ $j-$. kertede yıllık çevrim verilerinin seçiminde tarih sayısı;
- σ_{zi} – veri seçim satırının $i-$ öğesi için standart dikey sapma, m;
- H – havalandırma bacası yüksekliği (ilk alev artışı dikkate alınmadan salınım yüksekliği), m;
- U_{Hi} – her veri tarih saati için H yükseklik için dışdeğerlenmiş rüzgar hızı, m/s.

H salınım seviyesi için 10 m yükseklikte ölçülen rüzgar hızı dış değerlemesi, aşağıdaki enerji kanunu kullanılarak gerçekleştirilmiştir:

$$U_H = U_{10} (H/10)^{\varepsilon} \quad , \qquad (4\text{-}5)$$

formülde, indeks ε 1'den 6'ya kadar P-G-SC için 0,08, 0,09, 0,11, 0,16, 0,32, 0,54 ve 0,54 olarak alınmıştır. Standart dikey sapmalar σ_{zi}, Hosker-Smith formülleri ile hesaplanmıştır [4/9].

Reaktör binasından farklı mesafelerde 100 m yükseklikte NGS havalandırma bacasından salımlar için 2009 ile 2010 arası dönemde yapılan meteoroloji ölçümleri esas alınarak hesaplanan ortalama yıllık (uzun dönemli) χ/Q değerleri Tablo 4/4.3'de verilmektedir. χ/Q değerlerinin kertelere göre kaynaktan tasarım noktasına dağılımları mesafeye bağlı olarak burada sunulmaktadır.

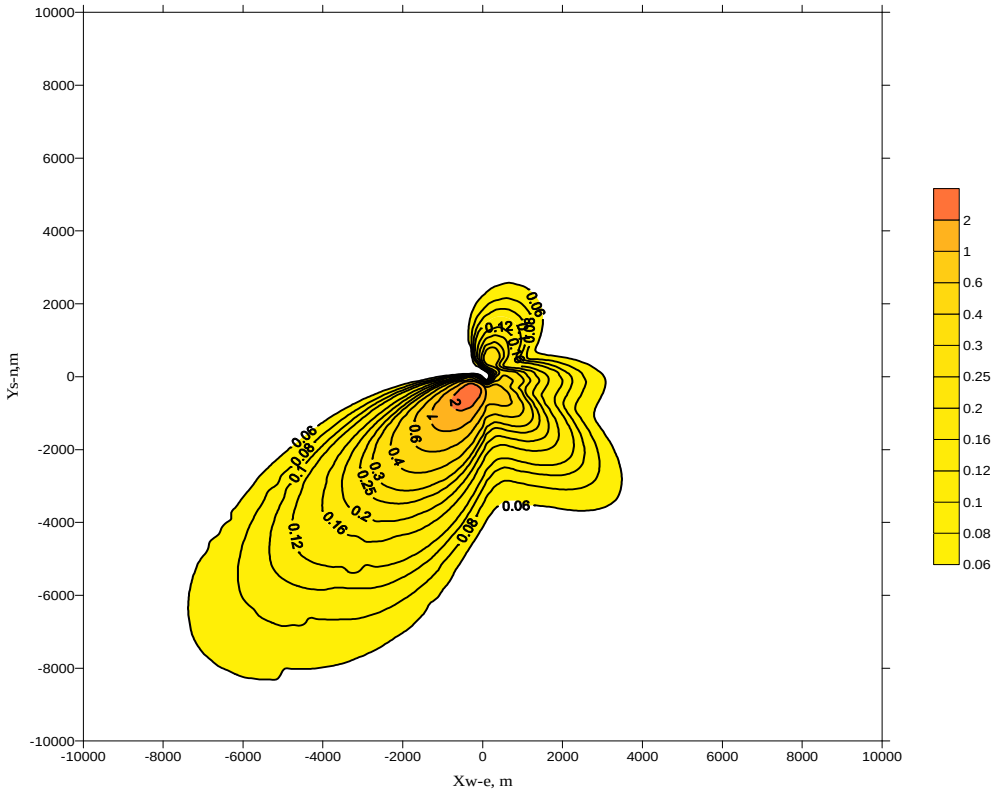
Kertelerdeki χ/Q maksimumlarının, kaynaktan yaklaşık 400 – 1000 m mesafelerde gözlenmekte olduğu görülmektedir. Maksimum χ/Q değeri, kuzey-doğu rüzgarında yaklaşık 400 m'lik mesafede beklenmelidir. Maksimuma müteakip, χ/Q reaktör binasından bir mesafeye ters orantılı olarak değişmektedir (bakınız formül (4-4)).

Şekil 4/4.3, NGS havalandırma bacası etrafındaki tasarım χ/Q değerlerinin dağılımını göstermektedir.

Ortalama yıllık yüzey χ/Q değerleri alanının geometrisinin çoğunlukla rüzgar yönlerinin tekrarı ile yönetildiği açıktır (Şekil 4/4.1). $\chi/Q > 0{,}5$ yüzey üzerinde atmosferik dispersiyon çarpanı

değerleri, ağırlıklı olarak, başta kuzey-kuzey-doğu, kuzey ve kuzey-doğu rüzgar yönlerinde olmak üzere en sık tekrar eden rüzgar yönlerinde güney-batı bölgesinde oluşmaktadır.

Tablo 4/4.4 maksimum değerleri ve ayrıca ölçümlerin saat tarihleriyle doğrudan hesaplamaların sonuçlarına göre farklı olasılıklar ile nispi konsantrasyon değerlerini sunmaktadır (P-G istikrar kategorilerinin, hız eğimlerinin ve rüzgar yönünün ortak tekrarı kullanılmaksızın).



Şekil 4/4.3 – NGS Havalandırma bacası etrafında tasarım değerlerinin dağılımı $\chi / Q(x, y)$

Koordinatlar (0,0) ile nokta – havalandırma bacası yerleşim düzeni. Havalandırma bacasından (m) uzaklık kuzey ve doğu yönlerinde pozitif olup güney ve batı yönlerinde negatiftir.

Havalandırma bacası üzerinden salınımların gerçekleştiği kaza durumunda, yüzeye yakın konsantrasyonlar, H =100 m'de (4-4) formülü ile hesaplanır.

Hesaplamaların sonuçları Tablo 4/4.5'te sunulmaktadır. Bu kaza senaryosunda, yüzeye yakın atmosfer katmanındaki kirlilik seviyelerinin birkaç derece daha düşük olduğu bu tabloda açıkça görülmektedir.

Tablo 4/4.2 - Akkuyu NGS İnşaatına Ayrılan Bölgenin Sınırlarında χ / Q Özellikleri, Ortalama Süre 1 saat

Kerte		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Toplam
Sınıra mesafe, km		0.29	0.29	0.81	1.47	4.56	2.57	1.99	1.99	2.28	3.75	5.22	5.00	5.96	4.34	5.15	3.75	
Eğimler χ / Q *10^6, s/m^3		Gradasyonlar ile konsantrasyon değerlerinin birikmiş tekrarı χ / Q , %																
2000.00	3000.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1000.00	2000.00	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
900.00	1000.00	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
800.00	900.00	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
700.00	800.00	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
600.00	700.00	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
500.00	600.00	0.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
400.00	500.00	0.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
300.00	400.00	0.7	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
200.00	300.00	0.7	1.1	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
100.00	200.00	1.2	3.4	1.1	0.5	0.0	0.2	0.3	0.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9
90.00	100.00	1.2	3.6	1.6	0.6	0.0	0.2	0.3	0.7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
80.00	90.00	1.2	3.8	2.3	0.7	0.0	0.2	0.4	0.7	2.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	12.6
70.00	80.00	1.3	4.0	3.0	0.9	0.2	0.3	0.4	0.8	2.3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	14.9
60.00	70.00	1.4	4.2	3.0	1.2	0.3	0.3	0.5	0.9	2.8	1.9	0.5	0.2	0.0	0.2	0.1	0.2	17.5
50.00	60.00	1.5	4.9	3.0	1.7	0.3	0.4	0.5	1.1	3.3	2.6	0.6	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	20.7
40.00	50.00	1.7	5.8	3.1	2.6	0.4	0.5	0.7	1.3	3.8	3.7	0.8	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	25.4
30.00	40.00	2.0	7.2	4.2	2.7	0.5	0.6	0.7	1.4	4.1	5.8	1.2	0.4	0.1	0.3	0.2	0.3	31.7
20.00	30.00	2.1	7.9	6.4	2.7	0.9	0.6	0.7	1.4	4.2	8.8	2.5	0.6	0.2	0.4	0.2	0.3	40.0
10.00	20.00	2.1	7.9	12.4	4.7	1.0	0.7	1.0	1.7	4.5	9.8	6.5	0.7	0.3	0.4	0.3	0.4	54.5
9.00	10.00	2.1	7.9	13.2	4.9	1.1	0.8	1.0	1.7	4.6	9.8	6.5	0.8	0.3	0.4	0.4	0.4	56.0
8.00	9.00	2.1	7.9	14.0	5.8	1.1	0.9	1.0	1.7	4.7	9.9	6.5	0.8	0.3	0.5	0.4	0.4	57.8
7.00	8.00	2.1	7.9	14.7	7.8	1.1	0.9	1.0	1.7	4.7	9.9	6.5	0.8	0.4	0.5	0.4	0.5	60.8
6.00	7.00	2.1	7.9	15.4	7.9	1.1	0.9	1.1	1.7	4.7	10.5	6.6	0.8	0.4	0.5	0.4	0.5	62.6
5.00	6.00	2.1	7.9	16.1	8.0	1.1	1.0	1.2	1.9	4.8	11.8	6.6	0.8	0.4	0.5	0.4	0.6	65.3
4.00	5.00	2.1	7.9	17.3	8.2	1.2	1.0	1.3	2.2	5.4	12.3	7.8	0.9	0.4	0.6	0.5	0.6	69.8
3.00	4.00	2.1	7.9	17.3	8.8	1.3	1.0	1.3	2.3	8.5	12.4	10.9	1.0	0.6	0.7	0.7	0.7	77.5
2.00	3.00	2.1	7.9	17.3	9.4	1.6	1.1	1.3	2.3	9.1	13.8	12.0	1.1	0.7	0.8	0.8	1.1	82.4
1.00	2.00	2.1	7.9	17.3	9.8	1.9	1.1	1.3	2.3	9.4	14.7	19.6	2.1	0.9	1.1	1.8	1.3	94.7
0.90	1.00	2.1	7.9	17.3	9.8	1.9	1.1	1.3	2.3	9.4	14.7	19.7	2.1	1.0	1.1	1.8	1.4	95.0
0.80	0.90	2.1	7.9	17.3	9.8	1.9	1.1	1.3	2.3	9.4	14.7	19.7	2.1	1.0	1.1	1.9	1.5	95.2
0.70	0.80	2.1	7.9	17.3	9.8	1.9	1.1	1.3	2.3	9.4	14.8	19.7	2.1	1.0	1.2	1.9	1.6	95.7
0.60	0.70	2.1	7.9	17.3	9.8	1.9	1.1	1.3	2.3	9.4	14.9	19.8	2.2	1.1	1.2	2.0	1.8	96.2
0.50	0.60	2.1	7.9	17.3	9.8	1.9	1.1	1.3	2.3	9.4	15.0	19.8	2.2	1.2	1.4	2.0	1.9	96.7
0.40	0.50	2.1	7.9	17.3	9.8	1.9	1.1	1.3	2.3	9.4	15.0	19.9	2.2	1.2	1.7	2.6	1.9	97.7
0.30	0.40	2.1	7.9	17.3	9.8	1.9	1.1	1.3	2.3	9.4	15.1	19.9	2.3	1.4	1.7	3.2	2.2	99.0
0.20	0.30	2.1	7.9	17.3	9.8	1.9	1.1	1.3	2.3	9.4	15.1	20.0	2.3	1.6	1.8	3.5	2.3	99.7
0.10	0.20	2.1	7.9	17.3	9.8	1.9	1.1	1.3	2.3	9.4	15.1	20.0	2.3	1.6	1.8	3.6	2.3	100.0
Maksimum χ / Q *10^6		1925	1925	354	213	74	128	162	162	143	89	65	67	57	77	66	89	1925
Rüzgar hızı, m/s		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-
P-G SC		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	-
χ / Q *%0.5'in 10^6 olasılığı		1887	1671	327	209	74	127	161	161	142	89	64	67	56	77	64	88	-

Tablo 4/4/3 - 100 m Yükseklikte Havalandırma Bacasından Farklı Mesafelerde χ / Q *10^7 Ortalama Yıllık atmosferik dispersiyon çarpanları, Z0=0.5 m

Mesafe, m	Ortalama yıllık atmosferik dispersiyon çarpanları χ / Q *10^7, s/m^3															
	Kerte															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
200	0.264	0.946	0.902	0.182	0.020	0.000	0.009	0.000	0.084	0.096	0.084	0.052	0.129	0.086	0.155	0.201
400	1.066	3.645	3.845	0.936	0.082	0.001	0.033	0.029	0.322	0.408	0.324	0.197	0.531	0.399	0.821	0.834
600	0.963	3.189	3.680	1.028	0.077	0.004	0.027	0.049	0.291	0.393	0.291	0.176	0.500	0.417	0.903	0.778
800	0.743	2.433	2.952	0.885	0.061	0.005	0.019	0.048	0.233	0.319	0.229	0.138	0.401	0.355	0.771	0.615
1000	0.568	1.851	2.314	0.722	0.047	0.006	0.014	0.042	0.184	0.252	0.179	0.107	0.315	0.289	0.623	0.477
1200	0.442	1.438	1.832	0.586	0.037	0.005	0.011	0.035	0.147	0.201	0.141	0.085	0.250	0.235	0.502	0.375
1400	0.352	1.144	1.477	0.480	0.030	0.005	0.008	0.029	0.120	0.163	0.114	0.068	0.202	0.193	0.410	0.301
1600	0.286	0.931	1.213	0.399	0.025	0.004	0.007	0.025	0.099	0.135	0.094	0.056	0.167	0.160	0.339	0.247
1800	0.237	0.772	1.013	0.336	0.020	0.004	0.006	0.021	0.083	0.113	0.078	0.047	0.139	0.135	0.285	0.206
2000	0.200	0.651	0.859	0.287	0.017	0.003	0.005	0.018	0.071	0.096	0.067	0.040	0.118	0.116	0.243	0.174
2200	0.171	0.557	0.739	0.248	0.015	0.003	0.004	0.016	0.061	0.083	0.057	0.034	0.102	0.100	0.210	0.149
2400	0.148	0.483	0.642	0.217	0.013	0.003	0.003	0.014	0.053	0.072	0.050	0.030	0.089	0.087	0.183	0.130
2600	0.130	0.422	0.564	0.191	0.011	0.002	0.003	0.012	0.047	0.063	0.044	0.026	0.078	0.077	0.161	0.114
2800	0.115	0.373	0.499	0.170	0.010	0.002	0.003	0.011	0.042	0.056	0.039	0.023	0.069	0.069	0.143	0.101
3000	0.102	0.333	0.446	0.152	0.009	0.002	0.002	0.010	0.037	0.050	0.035	0.021	0.062	0.061	0.128	0.090
3200	0.092	0.299	0.401	0.137	0.008	0.002	0.002	0.009	0.034	0.045	0.031	0.019	0.055	0.055	0.115	0.081
3400	0.083	0.270	0.363	0.124	0.007	0.002	0.002	0.008	0.030	0.041	0.028	0.017	0.050	0.050	0.104	0.073
3600	0.075	0.245	0.330	0.113	0.007	0.002	0.002	0.007	0.028	0.037	0.026	0.015	0.046	0.046	0.095	0.066
3800	0.069	0.224	0.302	0.104	0.006	0.001	0.002	0.007	0.025	0.034	0.024	0.014	0.042	0.042	0.087	0.061
4000	0.063	0.205	0.277	0.095	0.006	0.001	0.001	0.006	0.023	0.031	0.022	0.013	0.038	0.039	0.080	0.056
4200	0.058	0.189	0.256	0.088	0.005	0.001	0.001	0.006	0.022	0.029	0.020	0.012	0.035	0.036	0.074	0.051
4400	0.054	0.175	0.237	0.082	0.005	0.001	0.001	0.005	0.020	0.027	0.018	0.011	0.033	0.033	0.068	0.047
4600	0.050	0.162	0.220	0.076	0.004	0.001	0.001	0.005	0.019	0.025	0.017	0.010	0.030	0.031	0.063	0.044
4800	0.046	0.151	0.205	0.071	0.004	0.001	0.001	0.005	0.017	0.023	0.016	0.010	0.028	0.029	0.059	0.041
5000	0.043	0.141	0.191	0.066	0.004	0.001	0.001	0.004	0.016	0.022	0.015	0.009	0.027	0.027	0.055	0.038
5200	0.041	0.132	0.179	0.062	0.004	0.001	0.001	0.004	0.015	0.020	0.014	0.008	0.025	0.025	0.052	0.036
5400	0.038	0.124	0.169	0.058	0.003	0.001	0.001	0.004	0.014	0.019	0.013	0.008	0.023	0.024	0.049	0.034
5600	0.036	0.117	0.159	0.055	0.003	0.001	0.001	0.004	0.013	0.018	0.012	0.007	0.022	0.022	0.046	0.032
5800	0.034	0.110	0.150	0.052	0.003	0.001	0.001	0.003	0.013	0.017	0.012	0.007	0.021	0.021	0.043	0.030
6000	0.032	0.104	0.142	0.049	0.003	0.001	0.001	0.003	0.012	0.016	0.011	0.007	0.020	0.020	0.041	0.028
6200	0.030	0.099	0.134	0.047	0.003	0.001	0.001	0.003	0.011	0.015	0.011	0.006	0.019	0.019	0.039	0.027
6400	0.029	0.094	0.128	0.044	0.003	0.001	0.001	0.003	0.011	0.014	0.010	0.006	0.018	0.018	0.037	0.026
6600	0.027	0.089	0.121	0.042	0.002	0.001	0.001	0.003	0.010	0.014	0.009	0.006	0.017	0.017	0.035	0.024
6800	0.026	0.085	0.115	0.040	0.002	0.001	0.001	0.003	0.010	0.013	0.009	0.005	0.016	0.016	0.033	0.023
7000	0.025	0.081	0.110	0.038	0.002	0.001	0.001	0.003	0.009	0.013	0.009	0.005	0.015	0.016	0.032	0.022
7200	0.024	0.077	0.105	0.037	0.002	0.001	0.001	0.002	0.009	0.012	0.008	0.005	0.015	0.015	0.030	0.021
7400	0.023	0.074	0.101	0.035	0.002	0.001	0.001	0.002	0.009	0.011	0.008	0.005	0.014	0.014	0.029	0.020
7600	0.022	0.071	0.096	0.033	0.002	0.000	0.000	0.002	0.008	0.011	0.008	0.004	0.013	0.014	0.028	0.019
7800	0.021	0.068	0.092	0.032	0.002	0.000	0.000	0.002	0.008	0.010	0.007	0.004	0.013	0.013	0.027	0.018
8000	0.020	0.065	0.089	0.031	0.002	0.000	0.000	0.002	0.008	0.010	0.007	0.004	0.012	0.013	0.026	0.018

Mesafe, m	Ortalama yıllık atmosferik dispersiyon çarpanları χ / Q *10^7, s/m^3															
	Kerte															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
8200	0.019	0.062	0.085	0.030	0.002	0.000	0.000	0.002	0.007	0.010	0.007	0.004	0.012	0.012	0.025	0.017
8400	0.018	0.060	0.082	0.028	0.002	0.000	0.000	0.002	0.007	0.009	0.006	0.004	0.011	0.012	0.024	0.016
8600	0.018	0.058	0.079	0.027	0.002	0.000	0.000	0.002	0.007	0.009	0.006	0.004	0.011	0.011	0.023	0.016
8800	0.017	0.056	0.076	0.026	0.002	0.000	0.000	0.002	0.006	0.009	0.006	0.004	0.011	0.011	0.022	0.015
9000	0.016	0.054	0.073	0.026	0.001	0.000	0.000	0.002	0.006	0.008	0.006	0.003	0.010	0.010	0.021	0.015
9200	0.016	0.052	0.071	0.025	0.001	0.000	0.000	0.002	0.006	0.008	0.006	0.003	0.010	0.010	0.021	0.014
9400	0.015	0.050	0.068	0.024	0.001	0.000	0.000	0.002	0.006	0.008	0.005	0.003	0.010	0.010	0.020	0.014
9600	0.015	0.048	0.066	0.023	0.001	0.000	0.000	0.002	0.006	0.008	0.005	0.003	0.009	0.009	0.019	0.013
9800	0.014	0.047	0.064	0.022	0.001	0.000	0.000	0.001	0.005	0.007	0.005	0.003	0.009	0.009	0.019	0.013
10000	0.014	0.045	0.062	0.022	0.001	0.000	0.000	0.001	0.005	0.007	0.005	0.003	0.009	0.009	0.018	0.012

Tablo 4/4.4 – Kazadan Sonraki Farklı Zaman Aralıkları için Akkuyu NGS İnşaatına Ayrılan Bölgenin Sınırına Salınım Kaynağından Mesafede χ / Q Maksimum, 0,5, 5 ve %50 Olasılık Değerleri. Reaktör Bölmesinden Kaza Sonucu Salınım

Aralık, saat		Değerler χ / Q *10^6 , s/m^3															
		Kerte															
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1	Maksimum	1925	1925	354	213	74	128	162	162	143	89	65	67	57	77	66	89
	%0.5 olasılık	1887	1671	327	209	74	127	161	161	142	89	64	67	56	77	64	88
	%5 olasılık	1576	670	126	103	72	118	147	148	128	82	34	62	51	74	32	77
	%50 olasılık	115	75	15	9	15	34	42	46	7	24	3	2	1	2	1	2
8	Maksimum	1925	1925	354	213	74	128	162	162	143	89	65	67	57	77	66	89
	%0.5 olasılık	1884	1739	325	208	74	127	161	161	142	88	64	67	56	77	65	88
	%5 olasılık	1545	810	140	100	72	119	150	151	132	74	41	63	52	74	45	75
	%50 olasılık	123	85	18	13	21	37	47	59	50	25	7	3	2	3	1	2
16	Maksimum	1925	1925	354	213	74	128	162	162	143	89	65	67	57	77	66	89
	%0.5 olasılık	1875	1713	280	206	74	127	161	161	142	88	64	67	56	77	65	88
	%5 olasılık	1474	695	109	90	72	120	151	152	134	70	47	63	52	74	53	75
	%50 olasılık	126	85	19	15	22	42	53	68	58	26	10	7	2	3	1	2
72	Maksimum	1925	1097	354	213	74	128	162	162	143	89	65	67	57	77	66	89
	%0.5 olasılık	1801	692	184	136	74	127	161	161	142	79	57	67	56	77	63	87
	%5 olasılık	997	478	72	70	72	121	152	153	133	57	35	63	52	73	41	52
	%50 olasılık	156	99	22	20	21	54	59	80	69	29	11	11	3	4	1	2
624	Maksimum	1925	316	59	47	64	128	155	162	143	63	32	67	57	77	16	57
	%0.5 olasılık	1639	311	59	46	64	127	153	161	139	61	31	66	39	76	15	56
	%5 olasılık	741	282	55	40	58	117	141	150	105	47	26	58	27	54	12	50
	%50 olasılık	423	118	18	19	19	41	68	77	53	30	10	16	3	14	3	4

Tablo 4/4.5 – Kazadan Sonraki Farklı Zaman Aralıkları için Akkuyu NGS İnşaatına Ayrılan Bölgenin Sınırına Salınım Kaynağından Mesafede χ / Q Maksimum, 0,5, 5 ve %50 Olasılık Değerleri. Havalandırma Bacasından Kaza Sonucu Salınım

Aralık, saat		Değerler χ / Q *10^7, s/m^3															
		Kerte															
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1	Maksimum	62.5	62.5	35.6	13.4	3.8	10.3	12.4	12.1	11.4	6.9	4.5	4.8	3.8	5.8	4.6	5.8
	%0.5 olasılık	62.1	61.1	24.1	11.5	3.2	10.2	11.8	10.3	7.8	5.9	2.4	4.6	3.5	5.3	4.2	5.5
	%5 olasılık	48.4	25.6	9.4	4.4	1.8	4.1	4.2	2.2	1.9	1.7	0.9	1.8	1.4	1.8	1.4	2.6
	%50 olasılık	10.5	11.2	1.7	2.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8
8	Maksimum	62.5	62.5	35.6	13.4	3.8	10.3	12.4	12.1	11.4	6.9	3.9	4.8	3.8	5.8	4.6	5.8
	%0.5 olasılık	62.2	61.4	27.9	12.0	3.3	10.1	12.0	10.7	9.3	5.9	2.1	4.6	3.6	5.4	4.4	5.6
	%5 olasılık	48.4	24.9	9.9	5.3	1.8	4.3	3.7	2.2	2.2	1.7	0.9	1.9	1.6	2.3	1.5	2.8
	%50 olasılık	7.9	8.9	2.7	1.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8
16	Maksimum	62.5	62.5	35.6	13.4	3.8	5.7	12.4	12.1	11.4	6.9	4.5	4.8	3.8	5.8	4.6	5.8
	%0.5 olasılık	62.2	60.3	28.9	11.6	3.4	5.5	12.0	10.5	9.5	6.2	1.9	4.7	3.6	5.5	4.4	5.5
	%5 olasılık	46.7	21.7	10.2	5.2	1.8	3.8	3.6	1.9	2.7	1.6	0.9	2.5	1.8	3.0	1.5	3.1
	%50 olasılık	7.6	8.5	3.3	1.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.8
72	Maksimum	62.5	62.5	35.6	7.5	3.8	5.7	12.4	12.1	9.3	2.5	1.8	4.8	3.8	5.8	4.6	5.8
	%0.5 olasılık	62.0	37.1	19.3	6.7	3.5	4.9	11.6	3.0	9.1	2.1	1.3	4.6	3.6	4.8	4.5	5.3
	%5 olasılık	34.9	19.6	9.7	5.0	1.8	3.3	3.6	1.7	2.0	1.3	0.8	1.9	1.7	3.2	2.0	2.5
	%50 olasılık	6.6	8.0	3.8	1.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.8
624	Maksimum	60.1	33.7	15.2	5.6	3.8	3.0	4.9	2.2	7.5	1.1	0.7	1.6	3.8	1.9	1.8	2.5
	%0.5 olasılık	60.0	32.7	14.3	5.4	3.4	2.9	3.9	2.0	3.2	1.1	0.7	1.4	3.5	1.9	1.8	2.4
	%5 olasılık	27.4	22.9	9.5	3.7	1.7	2.8	3.4	1.7	1.5	1.0	0.7	0.9	1.8	1.6	1.5	2.1
	%50 olasılık	7.3	8.2	3.4	2.0	0.6	0.6	0.4	0.2	0.7	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.9

4.5 METEOROLOJİK OLAYLAR

4.5.1 SİS, DOLU VE PARLAK BUZ

Hem Anamur hem de Silifke'de sis, dolu ve don nadiren meydana gelmektedir (Tablo 4/5.1). Son 41 yıl içinde (1970-2010), dolu Anamur'da 117 gün, Silifke'de ise 50 gün gözlenmiştir. Son 40 yıl içinde sisli günlerin sayısı Anamur için 19, Silifke için ise 5'tir. Dolu yağan günlerin ortalama sayısı Anamur Mİ'de 2,3 gün, Silifke Mİ'de ise 1,2 gündür.

Tablo 4/5.1– Anamur ve Silifke Mİ'da Sis, Dolu ve Donlu Günlerin Ortalama Sayısı

Ay	Sisli günlerin ortalama sayısı	Dolulu günlerin ortalama sayısı	Donlu günlerin ortalama sayısı
Anamur MS			
I	-	0.5	-
II	-	0.5	0.1
III	-	0.3	-
IV	-	0.2	-
V	0.3	0.1	0.0
VI	-	0.0	-
VII	-	-	-
VIII	-	-	-
IX	-	0.0	-
X	-	0.0	-
XI	-	0.2	-
XII	-	0.5	-
Yıl	0.3	2.3	0.1
Silifke MS			
I	0.1	0.1	-
II	-	0.1	-
III	-	0.2	-
IV	0.0	0.1	-
V	-	0.2	-
VI	-	0.1	-
VII	-	-	-
VIII	-	-	-
IX	-	-	-
X	-	0.1	-
XI	-	0.1	-
XII	0.1	0.2	-
Yıl	0.2	1.2	-

Parlak buz oluşumu hakkında bilgi mevcut değildir.

4.5.2 GÖK GÜRÜLTÜLÜ FIRTINA

Gök Gürültülü Fırtınanın yaşandığı ortalama gün sayısı, Anamur istasyonunda 7,7 ve Silifke istasyonunda 8,8'dir (detaylar için bakınız Tablo 4/5.2). Gök gürültülü fırtınaların çoğu, her iki istasyonda Ocak, Şubat, Mart, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında gözlenmiştir.

Tablo 4/5.2 – 1981-2010 Döneminde Referans Meteoroloji İstasyonlarında Gök Gürültülü Fırtınanın Yaşandığı Günlerin Ortalama Sayısı

Ay	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıl
Anamur Mİ	1.0	0.8	0.9	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.3	1.1	1.1	1.1	7.7
Silifke Mİ	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	0.5	0.2	0.1	0.4	1.2	1.1	1.1	8.8

4.5.3 TOZ FIRTINASI

Doğu Akdeniz bölgesi sıklıkla gerçekleşentoz fırtınalarının etkisi altındadır. Çöl tozları, Kuzey Afrika ve Arap çöllerinden [4/16] ve [4/17] doğu Akdeniz'e ulaşmaktadır. Her yıl, Kuzey Afrika'dan gelen bir milyar ton tozdan yüz elli milyon tonu Akdeniz havzasına taşınmaktadır [4/18] ve [4/19]. Doğu Akdeniz üzerindeki böyle bir toz fırtınasının bir örneği, yüksek çözünürlüklü resimde görülebilir (Şekil 4/5.1).

Sahra Çölünden doğu Akdeniz'e gelen toz fırtınaları Ekim ve Mayıs arasında ancak en çok Aralık ile Nisan arasında meydana gelmektedir. Toplam yıllık tozun %89'undan daha fazlası "yüksek tozlu mevsim" olarak kabul edilen Aralık ve Mayıs arasında birikir. Yıllık toplamlar, yıldan yıla bir şiddet düzeni içinde farklılık arz etmektedir. Havzanın doğu ve batı kesimindeki önceki çalışmalar, bir yılda Sahra'dan parçacık girişinden etkilenen gün sayısının 40 ila 60 arasında değiştiğini göstermektedir.

Akkuyu sahasının 75 km kuzeybatısında olan Erdemli'de yapılan bir çalışmanın sonuçlarına dayanarak, konsantrasyonlar, günden güne değişen şiddet düzeni göstermiştir (PM_{10} = 2 – 326 µg m^{-3}; $PM_{2,5}$ = 0.5 – 28 µg m^{-3}) [4/20]. Yakın zamanlarda yapılan çalışmalar, on yılda ortalama 2,7 oranı ile tozlu günlerin toplam sayısında artan bir trendin mevcut olduğunu göstermiştir. Toz fırtınasında artan bu trend, Doğu Akdeniz ve Güney Avrupa için önceki sonuçlarla uygunluk göstermektedir [4/21].

Şekil 4/5.1 – Akdeniz'in Doğu Kesimi üzerinde 4 Nisan 2003'teki Toz Fırtınası

4.5.4 KASIRGA

Kasırgalar Türkiye sık gerçekleşen doğa olayları değildir, ancak küçük ölçekli daha zayıf kasırgalar bölgede yaygındır. Muhtemelen, kasırgaların Türkiye'de nadiren gerçekleşen doğa olayları olmasından dolayı, şiddetli Kasırgalar hakkında raporların hazırlanması ve arşivlenmesi için kurumsallaşmış bir sürecin bulunmadığı gözlemlenmektedir.

Kasırga analizi, Akkuyu NGS etrafındaki 150 km çapında bir bölgeye dayanmaktadır. Avrupa Şiddetli Hava Koşulları Veritabanı, 1981 ila 2010 yılları [4/11] arasındaki 30 yıllık dönem için bu bölgede yılda 1,6 kasırgaya karşılık gelecek şekilde 48 kasırga tespit etmiştir. Kasırgalardan altısının denizden, yedisinin karadan başladığı bildirilmiş olup kalan 35 kasırganın başlangıç noktaları bildirilmemiştir. Larnaka şehrinde ve Antalya ilinde sırasıyla 12 km ve 5 km yol uzunluklarına sahip iki kasırga olayı meydana gelmiştir.

Tablo 4/5.3, 1981 yılından 2010 yılına kadar Akkuyu NGS'nin 150 km çevresindeki kasırga gözlemlerini göstermektedir. Kasırgalar, yılın her ayında gözlenmiştir; ancak, yıllık toplamın yaklaşık yüzde 60'ı sonbahar ve kış mevsimlerinde gerçekleşmiştir (Eylül ayından Şubat ayına kadar). En yakın kasırga 2008 yılının Kasım ayında Akkuyu NGS sahasının yaklaşık 33 km Kuzey-Kuzeydoğusunda deniz üzerinde gerçekleşmiştir. Gözlenen 48 kasırgadan kırk altısı, Akkuyu NGS'ye 80 km'den daha uzakta gerçekleşmiştir.

Tablo 4/5.3 – Akkuyu NGS'in 150 km içindeki Kasırga Olayları (1981-2006)[4/13]

Tarih	Yer	Başlama	Enlem (ºN)	Boylam (ºE)	Akkuyu NGS'e mesafe (km)
22.11.2008	SE Kargıcak	Su	36.42	33.67	33
12.12.2010	Taşucu	Su	36.3	33.88	35
08.09.2009	Karakesli	Arazı ve Arsalar	36.68	34.15	81
16.02.2001	İstiklal, Aydın, Esentepe	Arazı ve Arsalar	36.61	32.69	92
06.12.2009	Kumyalı	Arazı ve Arsalar	35.43	34.13	95
26.12.2003	Larnaka		35.31	33.14	99
18.09.2009	Lefkoşa	Arazı ve	35.17	33.37	109

Tarih	Yer	Başlama	Enlem (ºN)	Boylam (ºE)	Akkuyu NGS'e mesafe (km)
		Arsalar			
17.05.2005	Lefkoşa		35.17	33.37	109
24.08.1999	Kokkini Trimithia		35.15	33.2	114
23.02.2009	SSW Gazipaşa	Su	36.22	32.27	115
27.11.2000	Yeri		35.1	33.42	116
08.12.2002	Akaki		35.13	33.13	118
14.06.1991	Akaki		35.13	33.13	118
18.02.1990	Athienou		35.07	33.54	119
21.05.1986	Famagusta		35.12	33.95	119
18.08.2001	Ghaziveran	Arazı ve Arsalar	35.17	32.92	122
18.08.2001	Troulli		35.03	33.62	124
30.03.1986	Troulli		35.03	33.62	124
07.02.2006	Pyla	Arazı ve Arsalar	35.03	33.69	124
20.09.1999	Dhali		35.02	33.42	125
24.08.1999	Dhali		35.02	33.42	125
01.03.1982	Avgorou		35.04	33.83	125
08.01.1997	Xylotymbou		35.02	33.75	126
01.06.1995	Pera		35.03	33.25	126
26.03.2009	Athienou, Leivadia, Oroklini, Pyla, Dasaki	Arazı ve Arsalar	35.01	33.69	126
01.06.1995	Politiko		35.03	33.24	127
19.02.2000	Ormidhia		35	33.78	129
29.10.2004	Sotira		35.03	33.95	129
22.10.1996	Sotira		35.03	33.95	129
08.01.1997	Dhekelia Cantonment		34.98	33.73	130
21.05.1986	Aradhippou		34.95	33.59	132
28.03.2006	Mosphiloti		34.95	33.43	133
06.10.1996	Mosphiloti		34.95	33.43	133
18.09.2008	Mahmutlar	Su	36.46	32.1	134
21.05.1986	Lythrodhondas		34.95	33.3	134
19.02.2000	Larnaka		34.92	33.63	136
20.12.1986	Larnaka		34.92	33.63	136
01.11.1984	Larnaka		34.92	33.63	136
07.02.1999	Kornos		34.92	33.39	136
29.05.1985	Kornos		34.92	33.39	136

Tarih	Yer	Başlama	Enlem (ºN)	Boylam (ºE)	Akkuyu NGS'e mesafe (km)
14.04.2001	Alethriko		34.86	33.5	142
27.01.2003	Kiti		34.85	33.58	144
19.10.2006	Alanya	Su	36.55	32	145
06.03.1995	Perivolia		34.83	33.58	146
28.01.1994	Kophinou		34.83	33.39	146
05.10.2009	S Alanya	Su	36.47	31.95	147
19.02.2000	Alaminos		34.81	33.43	148
31.10.2006	Ayios Theodhoros		34.8	33.39	150

Sadece bir kasırganın F1 genişletilmiş Fujita sınıfında olduğu bildirilmiştir [4/11]. F1 sınıfı kasırga, 7 Şubat 2006 tarihinde Akkuyu NGS'den yaklaşık 124 km uzaklıkta, Kıbrıs Adasındaki Pyla köyünde meydana gelmiştir. Kalan 47 kasırga için Fujita sınıfları bildirilmemiştir.

Genişletilmiş Fujita ölçeği, Tablo 4/5.4'te gösterilen şekilde nominal olarak ortalaması alınan 3 saniyelik (ani rüzgar) rüzgar hızına bağlı ortalama kasırga zararı miktarına dayanmaktadır. Genişletilmiş ölçekli rüzgar hızları, 400 m'lik aralıklar üzerinde meydana gelen rüzgarlara dayanan orijinal Fujita Ölçeği hızlarından daha büyüktür. Genişletilmiş F1 sınıfı, 39 m/s ile 49 m/s maksimum rüzgar hızlarına karşılık gelmektedir (3 saniyelik ani rüzgar); F0 kasırgaları 29 m/s ile 38 m/s arası maksimum rüzgar hızlarına sahiptir.

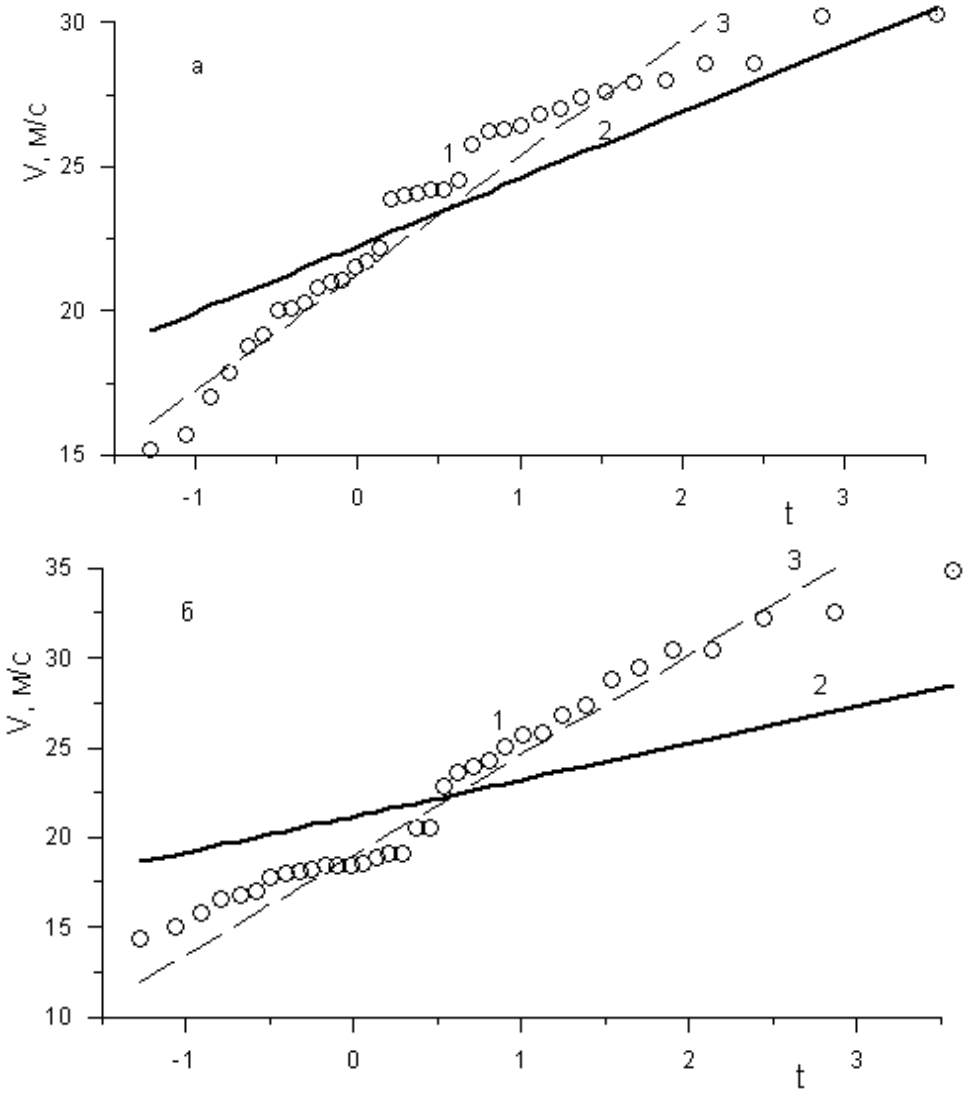
Tablo 4/5.4 – Genişletilmiş Fujita Kasırga Yoğunluk Sınıflandırması ([4/13] ve [4/14])

Sınıf	Tipik Zarar	EF Ölçeği 3 Saniye Ani Rüzgar (m/s)
F0	Bacaların biraz hasar görmesi; ağaç dallarının kopması; sığ köklü ağaçların sürüklenmesi; tabelaların zarar görmesi.	29 - 38
F1	Çatı yüzeylerini uçurur; karavanlar temellerinden sökülür veya devrilir; hareketli araçları yoldan uçurur.	39 - 49
F2	Çatılar evlerden sökülür; karavanlar tahrip olur; yük vagonları devrilir; büyük ağaçlar kırılır veya kökünden sökülür; hafif nesne misilleri oluşur; arabalar yerden havalanır.	50 - 60
F 3	Sağlam binaların çatışları ve bazı duvarları sökülür; trenler devrilir; ormandaki bir çok ağaç kökünden sökülür; ağır vasıtalar zeminden havalanarak atılır.	61 - 74
F4	Sağlam evler temelinden çıkar; zayıf temellere sahip evler belirli bir mesafe uçar; vasıtalar uçar ve büyük misiller oluşur.	75 - 89
F5	Güçlü iskelete sahip evler temellerinden çıkar ve sürüklenir; otomobil büyüklüğünde misiller 100 metreden fazla havada uçar; ağaç kabukları soyulur; inanılmaz olaylar meydana gelecektir.	>89

4.6 METEOROLOJİ DEĞERLERİNİN AŞIRI DEĞERLERİ

4.6.1 RÜZGAR HIZI

Farklı olasılıklara sahip rüzgar hızları için tasarım maksimumlarını elde etme amaçlı veriler Tablo 4/2.4'de sunulan rüzgar hızlarının günlük (mutlak) maksimum değerleridir. Eşitlenmeleri için, Gumbell dağılımı ve lineer yakınlaştırma kullanılmaktadır (Şekil 4/6.1).



1- hız maksimumları, 2 - Gumbell dağılımı, 3 - lineer yakınlaştırma

Şekil 4/6.1 - Farklı Bağımlılıklar ile Silifle (A) ve Anamur (B) Mİ'da Rüzgar Hızının Mutlak Maksimumlarının Yakınlaştırılması, 1975-2009

Silifke Mİ verilerine göre, Gumbell dağılımının, yüksek aralıklı rüzgarın maksimum hızlarını daha iyi yakınlaştırdığı ve lineer yakınlaştırmanın düşük aralıklı maksimumların

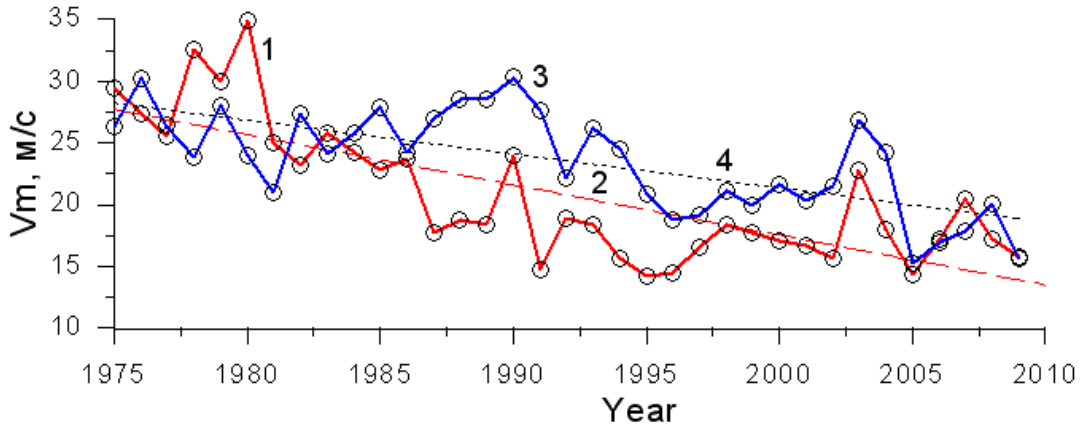
(maksimumların düşük değerleri) açıklanmasına daha uygun olduğu şekilden görülebilir. Anamur Mİ için, lineer yakınlaştırma, belirlenen her çeşit maksimum dahilinde en iyi sonuçları vermektedir.

Deney verilerini eşleştirme niteliği dikkate alınarak, farklı olasıkların tasarım maksimumları, Silifke Mİ için Gumbel dağılımı ve Anamur Mİ için lineer yakınlaştırma kullanılarak tanımlanmaktadır (Tablo 4/6.1).

Yıllara göre rüzgar hızının mutlak maksimumlarının zaman değişimi Şekil 4/6.2'de gösterilmektedir. Şekil, her iki meteoroloji istasyonunda rüzgar hızının mutlak maksimumunun yavaş yavaş azaldığını ve Anamur istasyonunda ilk önce oldukça hızlı ve daha sonra daha yavaş bir şekilde düştüğünü göstermektedir. Son yıllarda, neredeyse değere göre eşitlerdir. Yıllar boyunca rüzgar hızının mutlak maksimumlarının azalması, rüzgar kesen ağaçların ve çok katlı binaların neden olduğu engellemelerden kaynaklı olabilir.

Tablo 4/6.1 – Silifke ve Anamur Mİ Verilerine göre Rüzgar Hızının Tasarım Maksimumları, 1975-2009

Aşma olasılığı	Anamur MS	Silifke MS
	Vмax, m/s	Vмax, m/s
0.5	23.1	21.1
0.2	25.7	27.4
0.1	27.5	31.6
0.08	28.0	32.9
0.05	29.2	35.6
0.02	31.3	40.8
0.01	32.9	44.7
0.004	35.1	49.9
0.001	38.3	57.6
0.0001	43.6	70.5



(kırmızı çizgi – 1), (kırmızı kesik çizgi – 2) – Anamur'da hız ve zaman trendinin maksimumları ;

(mavi çizgi – 3), (siyah noktalı çizgi – 4) – Silifke'de aynı

Şekil 4/6.2 - Anamur ve Silifke'de Rüzgar Hızı ve Zaman Trendinin Mutlak Maksimumlarının Zaman Varyasyonu

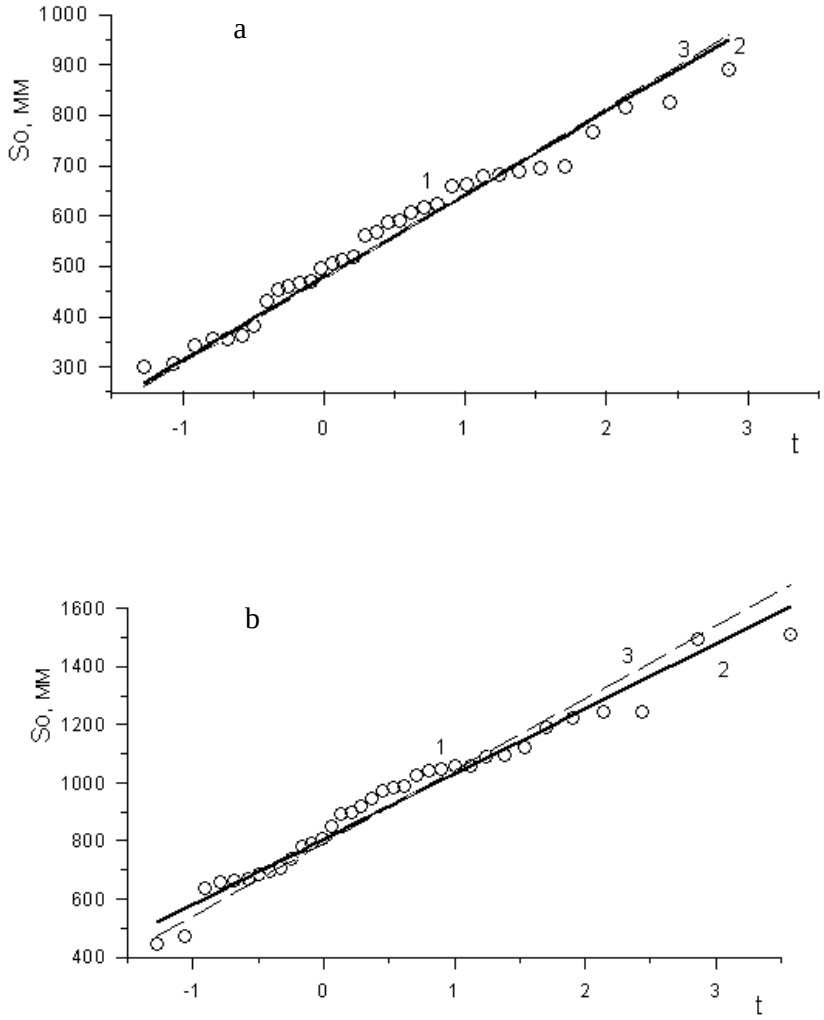
Tasarım hesaplamaları için Silifke MS'de maksimum rüzgar hızı değerlerinin kullanılması tavsiye edilmektedir.

4.6.2 YAĞIŞ MİKTARI

Belirli bir olasılık ile tasarım yağış miktarı değerleri Tablo 4/6.2'de verilmektedir; eşitleme çift üstel Gumbell dağılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4/6.3).

Tablo 4/6.2 – Belirli Olasılığın Tasarım Yıllık Yağış Miktarı, 1975-2009 Dönemi

Aşma olasılığı	Yıllık Yağış miktarı h, mm			
	Silifke MS		Anamur MS	
	So	σ_{So}	*So*	σ_{So}
0.97	271.1	38.8	524.6	52.8
0.95	297.1	36.3	560.0	49.4
0.90	340.5	32.9	619.0	44.7
0.80	399.6	29.9	699.4	40.7
0.50	538.6	32.9	888.5	44.7
0.20	725.6	52.1	1142.9	70.9
0.10	849.5	68.4	1311.3	93.1
0.05	968.2	85.0	1472.9	115.6
0.03	1054.2	97.2	1589.9	132.3
0.01	1237.2	123.9	1838.7	168.5



a,b - 1975-2009 periyodu için Silifke ve Anamur MS verileri

Şekil 4/6.3 - Gumbell Dağılımı (2) ve Lineer Bağımlılığa (3) göre Yıllık Yağış Miktarı Yakınlaştırması (1)

Mevsim ortası aylar için, farklı olasılığın tasarım toplam yağış miktarı Tablo 4/6.3'de sıralanmaktadır.

Tablo 4/6.3 - Mevsim Ortası Aylar için Tasarım Toplam Yağış Miktarı

Aşma olasılığı	Aylık toplam yağış miktarı h, mm			
	Ocak	Nisan	Temmuz	Ekim
Silifke				
0.50	98	27	2	33
0.20	156	48	4	66
0.10	195	62	6	88
0.08	207	66	7	95
0.05	232	75	8	109
0.01	316	105	12	157

Aşma olasılığı	Aylık toplam yağış miktarı h, mm			
	Ocak	Nisan	Temmuz	Ekim
0.001	436	147	17	225
0.0001	554	189	22	292
Anamur				
0.50	180	45	0	59
0.20	269	79	0	113
0.10	328	102	1	149
0.08	346	109	1	160
0.05	384	124	1	183
0.01	512	173	1	261
0.001	693	243	2	372
0.0001	874	313	2	482

Günlük toplam yağış miktarının tasarım maksimumu, Gumbel dağılımı kullanılarak 1965-2005 veri kümelerinden çıkarılmıştır (bakınız Tablo 4/6.4).

Tablo 4/6.4 – Referans Mİ'de Belirli Olasılığın Aşırı Tasarım Günlük Yağış Miktarı

Dönüş Periyodu (yıl)	Anamur Mİ			Silifke Mİ		
	Maks. günlük yağış miktarı, mm	Güven Limitleri 95 %		Maks. günlük yağış miktarı, mm	Güven Limitleri 95 %	
		Alt	Üst		Alt	Üst
10000	314	307	321	267	255	278
1000	255	250	260	214	205	222
100	195	192	199	161	155	166
50	177	175	180	145	140	149
20	153	151	156	123	120	127
5	116	114	117	89	87	91

4.6.3 HAVA SICAKLIĞI

Hava sıcaklığının mutlak aşırı değerleri Tablo 4/6.5'te sunulmaktadır. Belirli olasılıkların aşırı sıcaklık değerlerinin hesaplanması bu bilgiye dayanmaktadır.

Tablo 4/6.5 – Anamur ve Silifke İstasyonlarında Hava Sıcaklığının Ölçülen Aşırı Değerleri 1975-2009

Yıl	Anamur Mİ		Silifke Mİ	
	T_{min}	T_{max}	T_{min}	T_{max}
1975	0.8	36.1	1.6	37.0
1976	-3.2	35.3	-0.7	36.8
1977	2.3	39.6	1.5	38.4
1978	4.0	40.8	5.0	40.0
1979	2.6	40.0	1.2	41.1
1980	0.0	39.6	1.0	41.0
1981	4.4	38.8	4.2	39.5
1982	1.8	38.7	2.2	38.0
1983	0.2	37.1	-0.8	39.8
1984	4.6	36.1	3.5	39.0
1985	-2.5	39.8	0.6	38.4
1986	3.7	36.4	2.2	37.4
1987	0.5	38.5	3.0	38.4
1988	2.5	40.1	2.9	39.2
1989	-0.1	37.5	2.0	37.3
1990	0.5	36.5	1.9	37.0
1991	-2.6	39.0	0.9	36.2
1992	0.0	38.6	0.9	39.4
1993	-0.6	39.6	1.4	37.5
1994	1.8	39.2	2.9	38.7
1995	1.8	38.3	4.7	36.9
1996	2.6	38.0	3.3	36.4
1997	-1.8	39.4	0.2	37.8
1998	3.8	42.4	4.0	40.0
1999	2.0	38.4	2.8	36.8
2000	0.1	38.6	2.3	37.4
2001	3.0	39.0	1.4	36.7
2002	-0.2	39.1	3.6	42.0
2003	0.7	40.2	2.4	36.6
2004	-1.8	38.0	-0.5	38.8
2005	0.7	36.2	1.0	37.5
2006	0.1	38.5	2.6	38.6
2007	0.4	42.2	4.1	39.6
2008	-0.4	40.0	2.6	36.7
2009	-0.3	38.3	1.7	37.5

1975-2009 yıllarında, hava sıcaklığının mutlak aşırı değerleri Anamur Mİ'de eksi 0,8 ve artı 42°C olarak, Silifke Mİ'de ise eksi 3,2 ve artı 42,4°C olarak kaydedilmiştir

Gumbell dağılımı ile elde edilen hesaplamaların sonuçları Tablo 4/6.6'da verilmektedir.

Tablo 4/6.6 – Gumbell Dağılımı (T_{ext}^{Gum}) ve Lineer Yakınlaştırma (T_{ext}^{Lin}) ile Farklı Olasılıkların Hava Sıcaklığının Tasarım Aşırı Değerleri

Aşma olasılığı	Anamur Mİ			Silifke Mİ		
	T_{ext}^{Gum}	σ_T^{Gum}	T_{ext}^{Lin}	T_{ext}^{Gum}	σ_T^{Gum}	T_{ext}^{Lin}
Minimum hava sıcaklığı, °C						
0.5000	2.3	0.21	2.3	1.2	0.13	1.2
0.2000	0.9	0.08	0.9	-0.7	0.08	-0.8
0.1000	0.0	0.00	-0.1	-2.0	0.23	-2.1
0.0800	-0.3	0.03	-0.4	-2.4	0.27	-2.5
0.0500	-0.9	0.08	-1.0	-3.2	0.36	-3.4
0.0200	-2.1	0.19	-2.2	-4.8	0.54	-5.0
0.0100	-3.0	0.26	-3.1	-6.0	0.67	-6.2
0.0010	-5.9	0.52	-6.0	-10.0	1.11	-10.3
0.0001	-8.8	0.78	-9.0	-13.9	1.55	-14.3
Maksimum hava sıcaklığı, °C						
0.5000	38.0	0.42	38.1	38.4	0.68	38.4
0.2000	39.5	0.43	39.5	40.0	0.71	40.1
0.1000	40.5	0.44	40.5	41.0	0.72	41.1
0.0800	40.8	0.45	40.8	41.3	0.73	41.4
0.0500	41.4	0.45	41.4	42.0	0.74	42.1
0.0200	42.6	0.47	42.6	43.3	0.76	43.5
0.0100	43.5	0.48	43.5	44.3	0.78	44.5
0.0010	46.4	0.51	46.5	47.4	0.84	47.7
0.0001	49.4	0.54	49.4	50.6	0.89	51.0

Tasarım hesaplamaları için Silifke Mİ'de aşırı hava sıcaklıklarının değerlerinin kullanılması tavsiye edilmektedir.

Tablo 4/6.7 Anamur ve Silifke Mİ'de günlük hava sıcaklığının tasarım aşırı değerlerini sunmaktadır.

Tablo 4/6.7 1975-2009 için Farklı Olasılığa Sahip Günlük Hava Sıcaklığının Tasarım Aşırı Değerleri ve RMS Sapması Σ_τ

Aşma olasılığı	Minimum		Maksimum	
	$T_{\min}$, °C	σ_T	$T_{\max}$, °C	σ_T
Anamur Mİ				
0.5000	5.8	0.44	31.4	0.36
0.2000	4.0	0.31	32.8	0.37
0.1000	2.9	0.22	33.8	0.38
0.0800	2.5	0.19	34.1	0.39

Aşma olasılığı	Minimum		Maksimum	
	T_{min} , °C	σ_T	T_{max} , °C	σ_T
0.0500	1.8	0.13	34.7	0.39
0.0200	0.3	0.02	35.8	0.41
0.0100	-0.8	0.06	36.7	0.42
0.0010	-4.3	0.33	39.5	0.45
0.0001	-7.9	0.60	42.4	0.48
Silifke Mİ				
0.5000	4.1	0.81	32.4	0.43
0.2000	2.2	0.43	33.9	0.45
0.1000	0.9	0.18	35.0	0.46
0.0800	0.5	0.10	35.3	0.47
0.0500	-0.3	0.06	35.9	0.48
0.0200	-1.9	0.37	37.2	0.49
0.0100	-3.1	0.61	38.1	0.51
0.0010	-6.9	1.38	41.2	0.55
0.0001	-10.8	2.16	44.4	0.59

Tablo 4/6.8, bu dönemin aşırı değerleri ve bağıl nemi dahil en sıcak beş günün özelliklerini ve ayrıca pentad yıl/ay/tarihini sunmaktadır. Böyle yüksek sıcaklık ve hava nemlerinin pentadlarının karakterizasyonu, havalandırma ve klima sistemlerinin tasarlanması için yapılmaktadır.

Tablo 4/6.8 – Pentadların (T, ºC) Aşırı Sıcaklıkları ve Karşılık Gelen Bağıl Nemi F, Gözlem Tarihi, 1975-2009

Yıl	Minimum				Maksimum			
	T_{min} , ºC	f_{min} , %	Ay	Pentad	T_{max} , ºC	f_{max} , %	Ay	Pentad
Anamur Mİ								
1975	7.2	59.8	2	11	28.6	64.4	7	14
1976	5.7	53.8	2	10	27.7	67.1	8	15
1977	7.2	33.2	1	6	30.7	57.2	7	29
1978	10.3	74.5	2	9	28.7	70.1	7	18
1979	7.7	69.1	12	28	29.2	46.0	7	13
1980	8.3	63.0	1	31	29.6	54.4	8	3
1981	9.5	71.1	2	18	29.4	59.5	8	5
1982	6.9	46.1	2	5	28.6	65.2	9	3
1983	5.2	66.4	2	20	29.2	44.8	7	27
1984	9.7	73.4	12	13	28.3	77.5	7	26
1985	5.2	60.7	2	24	29.5	69.6	8	13
1986	9.3	60.6	1	21	28.9	77.9	8	14
1987	6.9	80.7	3	8	30.2	83.7	7	25
1988	9.0	70.9	3	3	32.1	61.9	7	8
1989	7.7	56.9	2	13	30.2	57.3	7	22
1990	7.7	54.2	1	7	29.3	61.4	7	30

Yıl	Minimum				Maksimum			
	T_{min} , ºC	f_{min} , %	Ay	Pentad	T_{max} , ºC	f_{max} , %	Ay	Pentad
1991	6.6	60.8	2	3	28.5	78.3	7	24
1992	5.4	65.7	2	23	29.8	63.3	8	8
1993	6.5	52.9	2	1	28.9	69.8	8	16
1994	7.9	64.9	12	19	29.2	67.2	7	24
1995	9.0	65.4	1	18	29.5	49.0	7	29
1996	7.6	72.3	1	18	29.0	47.1	7	27
1997	6.0	48.1	2	4	30.9	43.9	7	5
1998	8.7	73.9	3	19	32.0	41.8	8	7
1999	9.3	59.4	1	20	30.3	78.7	8	18
2000	7.4	47.1	1	28	29.8	63.7	7	6
2001	8.2	71.5	2	21	29.4	87.1	8	5
2002	7.0	45.6	1	8	31.4	50.1	7	30
2003	6.8	63.1	2	23	30.8	60.0	7	22
2004	6.7	81.1	2	16	29.1	79.6	7	28
2005	6.5	24.8	2	10	30.2	85.2	8	2
2006	8.5	58.9	2	16	30.9	80.7	8	20
2007	10.1	84.9	2	5	31.9	78.7	7	31
2008	8.4	49.7	1	31	30.9	81.2	8	22
2009	8.4	52.6	1	1	30.3	77.7	7	23
Silifke Mİ								
1975	5.7	43.7	2	10	29.2	42.7	8	14
1976	2.9	44.4	2	10	28.7	52.6	8	12
1977	5.4	36.7	1	6	30.5	54.5	7	17
1978	9.5	62.5	1	4	30.4	53.1	7	15
1979	6.8	55.0	1	7	31.5	32.3	9	28
1980	5.4	41.6	1	15	30.5	41.9	8	3
1981	9.4	55.8	2	18	31.8	41.9	6	29
1982	5.5	36.8	2	5	30.1	47.3	9	4
1983	4.2	43.2	1	4	29.2	45.5	7	25
1984	7.3	59.1	12	14	28.6	43.7	7	12
1985	2.8	33.1	2	23	30.4	62.0	8	15
1986	8.4	43.1	1	21	28.4	63.1	7	17
1987	5.3	43.3	3	14	30.5	50.2	7	25
1988	8.2	41.6	2	24	31.2	39.7	7	8
1989	5.1	34.7	1	28	30.4	50.5	7	23
1990	4.5	35.8	1	8	29.9	46.3	7	31
1991	3.5	50.9	2	3	28.6	64.3	8	23
1992	3.1	49.2	2	2	30.6	49.0	8	10
1993	4.4	57.8	1	7	31.0	53.0	8	1
1994	5.8	53.0	12	19	30.4	61.7	8	15
1995	7.3	51.1	1	20	29.3	62.8	8	12
1996	7.6	58.3	1	22	29.7	42.7	7	26
1997	4.5	37.1	2	5	30.4	49.3	7	5
1998	9.0	44.9	1	11	33.9	35.3	8	7

Yıl	Minimum				Maksimum			
	T_{min} , ºC	f_{min} , %	Ay	Pentad	T_{max} , ºC	f_{max} , %	Ay	Pentad
1999	9.2	61.4	1	20	30.1	53.1	7	21
2000	6.5	43.6	1	28	31.4	48.3	7	7
2001	7.4	65.3	12	21	30.2	77.0	8	10
2002	3.8	45.9	1	9	29.7	61.1	7	25
2003	4.9	52.5	2	22	31.9	57.2	8	21
2004	5.1	71.6	2	16	29.6	69.6	7	8
2005	4.8	47.1	2	10	29.5	67.7	8	4
2006	6.7	36.5	12	28	30.2	59.4	8	20
2007	5.2	58.7	2	5	31.8	42.0	6	26
2008	4.8	23.8	12	31	31.5	40.0	8	1
2009	5.3	20.4	1	1	31.2	37.2	7	23
Not - Pentad Tarihi, ortasındaki tarihine karşılık gelmektedir.								

Seçilen olasılıklara sahip pentadların tasarım minimum ve maksimum sıcaklıkları Tablo 4/6.9'da verilmektedir.

Tablo 4/6.9 – Farklı Olasılığa Sahip Pentad Sıcaklığının Tasarım Aşırı Değerleri, 1975-2009

Aşma olasılığı	Minimum		Maksimum	
	T_{min}	σ_T	T_{max}	σ_T
Anamur Mİ				
0.5000	7.9	0.28	29.6	0.35
0.2000	6.5	0.23	30.7	0.36
0.1000	5.6	0.20	31.4	0.37
0.0800	5.4	0.19	31.6	0.37
0.0500	4.8	0.17	32.1	0.38
0.0200	3.7	0.13	33.0	0.39
0.0100	2.8	0.10	33.6	0.40
0.0010	0.1	0.00	35.8	0.42
0.0001	-2.7	0.09	38.0	0.45
Silifke Mİ				
0.5000	6.1	0.52	30.2	0.43
0.2000	4.4	0.37	31.3	0.45
0.1000	3.2	0.27	32.0	0.46
0.0800	2.9	0.24	32.2	0.46
0.0500	2.1	0.18	32.7	0.47
0.0200	0.7	0.06	33.6	0.48
0.0100	-0.4	0.04	34.3	0.49
0.0010	-4.0	0.34	36.6	0.53
0.0001	-7.6	0.64	38.8	0.56

Tasarım hesaplamaları için Silifke Mİ'de aşırı hava sıcaklıklarının değerlerinin kullanılması tavsiye edilmektedir.

Yıla, aya ve on yıla göre en sıcak on yılların sıcaklıkları Tablo 4/6.10'da verilmektedir.

Tablo 4/6.10 – En Sıcak On Yılların Sıcaklığı ve Gözlem Tarihi, 1975-2009

Yıl	Anamur Mİ			Silifke Mİ		
	Ay	On yıl	T_{max} , °C	Ay	On yıl	T_{max} , °C
1975	7	2	28.1	7	2	28.2
1976	8	2	27.1	8	2	27.5
1977	7	3	29.2	7	2	29.2
1978	7	2	28.1	7	2	29.9
1979	8	1	27.8	7	3	28.3
1980	8	1	28.8	8	1	29.4
1981	8	1	28.8	8	1	30.1
1982	8	1	28.0	6	3	28.1
1983	7	3	28.2	7	3	28.1
1984	7	2	27.7	7	2	27.9
1985	8	2	28.8	8	2	29.2
1986	7	3	28.2	7	3	27.8
1987	7	3	29.3	7	3	29.7
1988	7	1	30.4	7	1	29.6
1989	7	3	28.7	7	3	28.9
1990	7	3	28.7	7	3	28.8
1991	7	3	27.8	8	2	27.8
1992	8	1	28.4	8	2	29.1
1993	8	2	28.0	8	1	28.9
1994	7	3	28.4	8	2	29.2
1995	7	3	29.1	7	3	28.9
1996	7	2	28.6	7	3	29.0
1997	7	1	29.1	7	1	29.1
1998	8	1	30.8	8	1	31.9
1999	8	2	29.9	8	2	29.5
2000	7	1	29.0	7	1	30.0
2001	8	1	29.1	8	1	29.6
2002	7	3	30.1	7	3	29.5
2003	7	3	30.0	8	2	29.7
2004	7	1	28.4	7	1	29.0
2005	7	3	29.6	8	1	28.9
2006	7	3	30.1	7	3	28.9
2007	8	3	31.1	6	3	30.2
2008	8	1	30.4	8	1	30.3
2009	7	3	29.6	7	3	30.4

En sıcak on yıl Anamur Mİ'de Ağustos 2007'de ve Silifke Mİ'de Ağustos 1998'de kaydedilmiştir (sırasıyla 31,1 ve 31,9°C). Farklı olasılıklara sahip on yıllık sıcaklığın tasarım maksimumları Tablo 4/6.11'de verilmektedir.

Tablo 4/6.11 – Farklı Olasılığa Sahip En Sıcak On Yılların Sıcaklıkların Tasarım Değerleri, 1975-2009

Aşma olasılığı	Anamur Mİ		Silifke Mİ	
	T_{ext}, °C	σ_T	T_{ext}, °C	σ_T
0.5000	28.8	0.30	29.0	0.40
0.2000	29.8	0.31	29.9	0.41
0.1000	30.4	0.32	30.5	0.42
0.0800	30.6	0.32	30.6	0.42
0.0500	31.0	0.33	31.0	0.43
0.0200	31.8	0.33	31.7	0.44
0.0100	32.3	0.34	32.3	0.45
0.0010	34.3	0.36	34.0	0.47
0.0001	36.2	0.38	35.8	0.49

Tasarım hesaplamaları için Silifke Mİ'de aşırı hava sıcaklıklarının değerlerinin kullanılması tavsiye edilmektedir.

%5 ve 10 olasılık ile en sıcak on yılların tasarım sıcaklığı, Anamur Mİ verilerine göre 31,0 ve 30,4°C'dir. Bunlara yakın değerler 2007 (31,1°C) ve 2008 (30,4°C) yıllarında gözlenmiştir.

Silifke Mİ verilerine göre, tasarım maksimumları sırasıyla 31,0 ve 30,5°C'dir. Gözleme göre, %10 olasılık ile en sıcak on yılların yaklaşık değeri 2009 yılında kaydedilmiştir (30,4°C), mutlak maksimum (31,9°C) ise 1998 yılında (%2 olasılığı aşmaktadır) kaydedilmiştir.

Tablo 4/6.12 hava sıcaklığının %50, 10 ve 5 olasılığının tasarım sıcaklığı aşırı değerlerini aşmadığı veya daha düşük olmadığı dönemlerin süresini sunmaktadır.

Tablo 4/6.12 – Gumbel Dağılımı Kullanılarak Belirli Olasılıklar için Günlük Aşırı Hava Sıcaklığı Değerlerine Sahip Günlerin Sayısı

Olasılık, %	Olasılığa uygun sıcaklık, °C			
	Minimum		Maksimum	
	Sıcaklık	Gün sayısı $T \le T_{min}$	Sıcaklık	Gün sayısı $T \ge T_{max}$
Silifke Mİ, 1975-2009				
%50	1.2	2.171	40.0	0.23
%10	-2.1	0.086	41.4	0.06
%5	-3.4	0.000	42.1	0.06
Anamur Mİ, 1975-2009				
	Sıcaklık	Gün sayısı $T \le T_{min}$	Sıcaklık	Gün sayısı $T \ge T_{max}$
%50	2.3	1.543	38.0	1.20
%10	-0.09	0.143	40.5	0.09
%5	-1.01	0.000	41.4	0.03

Tablo 4/6.13 ve 4/6.14, 1975-2009 yılları için Silifke ve Anamur Mİ verileri kullanılarak belirli eğimlerde hava sıcaklığı aşırı değerlerinin süresini sunmaktadır.

Tablo 4/6.13 – Belirli Aralıklarda Günlük Hava Sıcaklığı Aşırı Değerlerine Sahip Günlerin Sayısı, Silifke Mİ, 1975-2009

Sıcaklık, °C	Ay												Yıl
Aralık: baş - bit	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık minimumları													
-4,9 - 0,0	0.2	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
0,1 - 5,0	7.1	4.9	1.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	3.4	17.5
5,1 - 10,0	20.9	18.7	16.6	4.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	5.2	18.8	84.9
10,1 - 15,0	2.9	4.1	11.8	20.2	10.6	0.4	0.0	0.0	0.1	4.8	18.9	8.7	82.5
15,1 - 20,0	0.0	0.0	0.8	4.9	17.6	13.7	1.8	1.2	11.1	21.8	5.4	0.1	78.4
20,1 - 25,0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.6	15.3	24.1	24.3	18.1	4.3	0.0	0.0	89.1
25,1 - 30,0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	5.0	5.5	0.8	0.0	0.0	0.0	11.9
30,1 - 35,0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Sıcaklık maksimumları													
0,1 - 5,0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
5,1 - 10,0	3.2	2.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4	7.5
10,1 - 15,0	12.5	8.9	3.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	10.1	37.5
15,1 - 20,0	14.6	14.3	15.3	5.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	7.5	15.6	73.8
20,1 - 25,0	0.7	2.6	10.6	17.9	9.4	0.3	0.0	0.0	0.1	4.8	13.9	3.9	64.2
25,1 - 30,0	0.0	0.0	0.9	5.5	16.1	14.3	1.1	0.3	6.1	17.1	5.8	0.0	67.2
30,1 - 35,0	0.0	0.0	0.0	1.2	4.6	13.9	25.6	26.2	22.1	7.9	0.2	0.0	101.8
35,1 - 40,0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.5	4.1	4.4	1.8	0.3	0.0	0.0	12.6
40,1 - 45,0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
45,1 - 50,0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tablo 4/6.14 – Belirli Aralıklarda Günlük Hava Sıcaklığı Aşırı Değerlerine Sahip Günlerin Sayısı, Anamur Mİ, 1975-2009

Sıcaklık, °C	Ay												Yıl
Aralık: baş - bit	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık minimumları													
-4,9 - 0,0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
0,1 - 5,0	3.5	3.8	1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	10.0
5,1 - 10,0	21.7	18.7	17.9	5.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.2	16.6	84.7
10,1 - 15,0	5.8	5.6	11.5	21.0	11.9	0.5	0.0	0.0	0.5	6.5	20.0	13.1	96.3
15,1 - 20,0	0.1	0.0	0.3	3.7	17.6	16.0	2.9	2.9	14.7	21.4	5.7	0.2	85.3
20,1 - 25,0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3	13.0	22.5	22.3	14.3	2.9	0.0	0.0	76.4
25,1 - 30,0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	5.6	5.7	0.5	0.0	0.0	0.0	12.3
30,1 - 35,0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Sıcaklık maksimumları													

5,1 - 10,0	0.7	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.1
10,1 - 15,0	10.6	8.3	3.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.6	29.6
15,1 - 20,0	19.5	17.9	19.7	9.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	7.6	21.2	96.7
20,1 - 25,0	0.3	1.1	7.2	17.5	14.5	0.8	0.0	0.0	0.1	6.1	17.8	3.9	69.1
25,1 - 30,0	0.0	0.0	0.1	2.5	14.0	17.4	3.2	1.3	10.4	21.3	3.6	0.0	73.7
30,1 - 35,0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	10.8	23.1	26.2	19.1	3.1	0.0	0.0	84.1
35,1 - 40,0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	4.7	3.6	0.5	0.0	0.0	0.0	9.8
40,1 - 45,0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

Tablo 4/6.15, Akkuyu NGS Sahasına yerleştirilen 60 m meteroloji direğinin 10 m seviyesinde 2010 yılında elde edilen verilerden alınan saatlik hava sıcaklığının saat sayısını sunmaktadır.

Tablo 4/6.15 – Verili Aralıkların Dönem (Saatlik) Hava Sıcaklığına Sahip Saatlerin Sayısı Akkuyu NGS Sahası, meteoroloji direği, 2010

Sıcaklık, ^{o}C	Ay												Yıl
Aralık: baş - bit	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0.1 - 5.0	25	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
5.1 - 10.0	97	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157
10.1 - 15.0	301	166	149	4	0	0	0	0	0	0	0	92	712
15.1 - 20.0	318	124	464	166	200	1	0	0	0	96	70	105	1544
20.1 - 25.0	4	0	48	147	484	374	30	0	36	386	249	5	1763
25.1 - 30.0	0	0	0	5	53	313	591	330	468	254	137	0	2151
30.1 - 35.0	0	0	0	0	7	27	123	379	216	8	1	0	761
35.1 - 40.0	0	0	0	0	0	5	0	35	0	0	0	0	40

4.6.4 SONUÇ

Rapor, Akkuyu NGS sahasına en yakın Anamur ve Silifke meteoroloji istasyonlarında son 30 yıl için meteoroloji gözlemlerinden elde edilen veriler esas alınarak hesaplanan, bölgenin ön iklim özelliklerini sunmaktadır. Analiz için seçilen veri kümesini gerekçelendirmek amacıyla sahada gerçekleştirilen gözlemler ile bir karşılaştırma gerçekleştirilmiştir.

NGS sahasında kurulu meteoroloji ekipmanı hakkında detaylı bilgiler ve sahadaki atmosferik dispersiyon şartları ve yerel devridaimler için gerçekleştirilen meteoroloji ölçümleri ve çalışmalar raporda sunulmaktadır.

Rapor ayrıca sahanın atmosferinde kısa vadeli dispersiyonların hesaplanması ve ön araştırma aşamasında elde edilen girdi parametrelerinin değerlendirilmesi için kullanılmış olan modellerin bir açıklamasını içerir.

Akkuyu NGS'de gözlemlenen potansiyel olarak olumsuz ve tehlikeli meteoroloji olayları hakkında halihazırdaki araştırma aşamasında mevcut bilgiler sunulmaktadır.

Rapor, meteoroloji parametrelerinin aşırı değerlerini sunmaktadır (rüzgar hızı, yağış miktarı, hava sıcaklığı vs.).

Akkuyu NGS sahasının iklim parametreleri ve atmosferik dispersiyon koşulları hakkında detaylı bilgiler, sahada meteoroloji etütünün yıllık döngüsünün yapılmasından ve civardaki meteoroloji ve aeroloji istasyonlarının temsil durumunun yeniden değerlendirilmesinden sonra elde edilecektir.

Herhangi bir şekilde Akkuyu NGS'in güvenliğini tehlikeye atabilecek veya santralin çevreye olan önemli radyolojik etkisi için dayanak oluşturacak olumsuz meteoroloji koşullarının bulunmadığı sonucuna varılabilir.

Arazi özelliklerinin atmosferik dispersiyon üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi, Saha Parametreleri Raporuna dahil edilecektir.

REFERANS LİSTESİ

4/1 ENVY-3. Meteroloji/Aeroloji çalışmaları. Kademe III, 2011

4/2 Chang, J.-H., 1972: Atmosferik Devridaim Sistemleri ve İklim. Oriental Publishing, 326 ss

4/3 Barry, R.G, ve A.H. Perry, 1973: Sinoptik Klimatoloji: Yöntemler ve Uygulamalar. Methuen: London; 421

4/4 Karaca M. Deniz A. Tayanç M. Bölge İklimi ile ilişkili olarak Türkiye üzerinde Siklon izleme değişkenliği, Int. J. Climatol. 20: 1225–1236 (2000)

4/5 http://www.epa.gov/scram001/userg/relat/pcramtd.pdf

4/6 Pasquill, F., 1974: Atmosferik Difüzyon, D. Van Nostrand Company, Ltd., London, 2. Baskı

4/7 Nükleer Enerji Santralleri için Sahaların Seçilmesinde Atmosfer Dispersiyon Parametrelerinin Değerlendirilmesi 50-SG-S3 Sayılı UAEA Güvenlik Rehberi. – Viyana: UAEA, 1982 – 105 s.s.

4/8 Yasal Düzenleme Rehberi 1.145. Nükleer Enerji Santrallerinde potansiyel kaza sonuçları değerlendirmeleri için atmosferik dispersiyon modelleri. ABD Nükleer yasal düzenleme komisyonu, 1982

4/9 Atmosfere Salınan Radyonüklitlerin Kısa ve Orta Menzilli Dispersiyonu için bir Model. R.H.Clarke,Çalışma Grubu Başkanı. NRPB-R91.-Harwell, Didcot, 1979.-74s.

4/10 Radyoaktif Maddenin Hava ve Suya Yayılımı ve Nüfus Dağılımının Nükleer Enerji Tesisleri için Saha Değerlendirmesinde Dikkate Alınması. Güvenlik Standartları Serisi. NS-G-3.2. Sayılı UAEA Güvenlik Rehberi. Viyana, 2004

4/11 Fujita, T.T., Pearson, A.D., 1971 ve 1972 Kasırgalarının FPP Sınıflandırma Sonuçları, Ön baskı, Şiddetli Yerel Fırtınalar hakkında 8. Konferans Ekim 15-17, 1973, Boston, Massachusetts (1973)

4/12 Katsoulis BD, Makrogiannis TJ, Goutsidou YA. 1998. Güney Avrupa ve Akdeniz bölgesinde aylık antisikloniklik Kurumsal ve Uygulamalı İklim Bilimi 59: 51-59

4/13 Avrupa Şiddetli Hava Durumu Veritabanı (ESWD), 2011, İnternet Sitesi: <http://www.essl.org/cgi-bin/eswd/eswd.cgi>, Erişildiği tarih: 27 Eylül 2011

4/14 Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA), 2011, "Fujita Kasırga Zarar Ölçeği", NOAA Ulusal Hava Durumu Hizmetleri Fırtına Tahmin Merkezi İnternet Sitesi. <http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/f-scale.html>, Erişildiği tarih: 18 Ağustos 2011

4/15 Bs: P.Lionello, Akdeniz İklimi, 2012, ss 301-346, Elsevier

4/16 Dayan, U., 1986. İklim Bilimi ve sinoptik analize dayalı İsrail dönüşleri. İklim ve Uygulamalı Meteoroloji Dergisi 25, 591–595

4/17 Ganor, E., Foner, H.A., Brenner, S., Neeman, E., Lavi, N., 1991. İsrail'de toz fırtınalarını takip eden aerosol çökelmelerinin kimyasal bileşiği. Atmospheric Environment 25A, 2665–2670

4/18 Charlson, T.N. and Prospero, J.M.: Kuzey ekvatoryal Atlantik üzerinde Sahara hava patlaklarının Büyük Ölçekli Hareketi, Uygulamalı Meteoroloji Dergisi, 11, 283–297, 1972

4/19 Moulin, C., Lambert, C.E., Dayan, U., et al.: Akdeniz atmosferinde Afrika tozu taşınmasının uydu klimatolojisi,Jeofizik Araştırma Dergisi, 103, 13 137–13 144, 1998

4/20 Koçak M. N. Mihalopoulos N. Kubilay Doğu Akdeniz Atmosferik Ortamında yüksek PM10 ve PM2:5 olaylarına doğal kaynakların katkıları 41 (2007) 3806-3818

4/21 Ganor E.I. Osetinsky A. Stupp P. Alpert Doğu Akdeniz'de Afrika tozunun 49 yıl boyunca artan eğilimi, JEOFİZİK ARAŞTIRMA DERGİSİ, CİLT. 115, D07201, 7 SS., 2010

4/22 R.Vautard, J.Cattiaux, P.Yiou, J-N Thepaut, P.Ciais, Kuzey Yarıküre atmosfer havuzunun kısmen yüzey engebeliliğine atfedilen artışı, Nature Geoscience, Cilt 3, 756-761, 2010

4/23 Y.Ünal, S.Incecik, Türkiye'nin on büyük ilinde yüzey rüzgarlarının değişkenliği, MedClivar 2012

5. HİDROLOJİ

5.1 BÖLGENİN GENEL HİDROLOJİK YAPISI

5.1.1 - AKKUYU NGS SAHASI YERLEŞİM BÖLGESİNİN HİDROLOJİK ÖZELLİKLERİ

Akkuyu NGS Sahası, Akdeniz kıyısındaki Akkuyu Koyunda, yaklaşık 3 km çapındaki bölgede bulunmaktadır. Saha merkezinin coğrafi koordinatları 36°08′ N ve 33°32′E'dir. İlgili bölge Akdeniz Bölgesindedir.

Deniz etüt çalışmaları, şekil 5/1.1'de gösterildiği üzere Sulusalma Burnu etrafındaki su alanını kapsayan, doğuya ve batıya doğru 2,5 km mesafedeki kıyı bölgesini kapsamıştır.

Saha, NGS yerleşim alanının doğal sınırı olan 200 m'ye kadar yüksekliğe sahip tepelerle çevrili bir yerde bulunmaktadır. Zemin yükseltisi, deniz seviyesinin üzerinde 0 ila 50 m arasında değişmektedir. Akkuyu NGS Sahası düz bir kıyı ovasıdır. Kıyı şeridinden yaklaşık 1,5 km içeride sahanın yüksekliği artmakta ve dış sınırda yaklaşık 270 m'ye ulaşmaktadır. Güneybatı yönünde denize açılan tepeler arasında bir vadi bulunmaktadır. Akkuyu NGS Sahası sık ve bodur ağaçlar ile örtülüdür. Bölgenin rölyefi, Akkuyu NGS Sahası'nın hava durumunun ve mikro ikliminin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

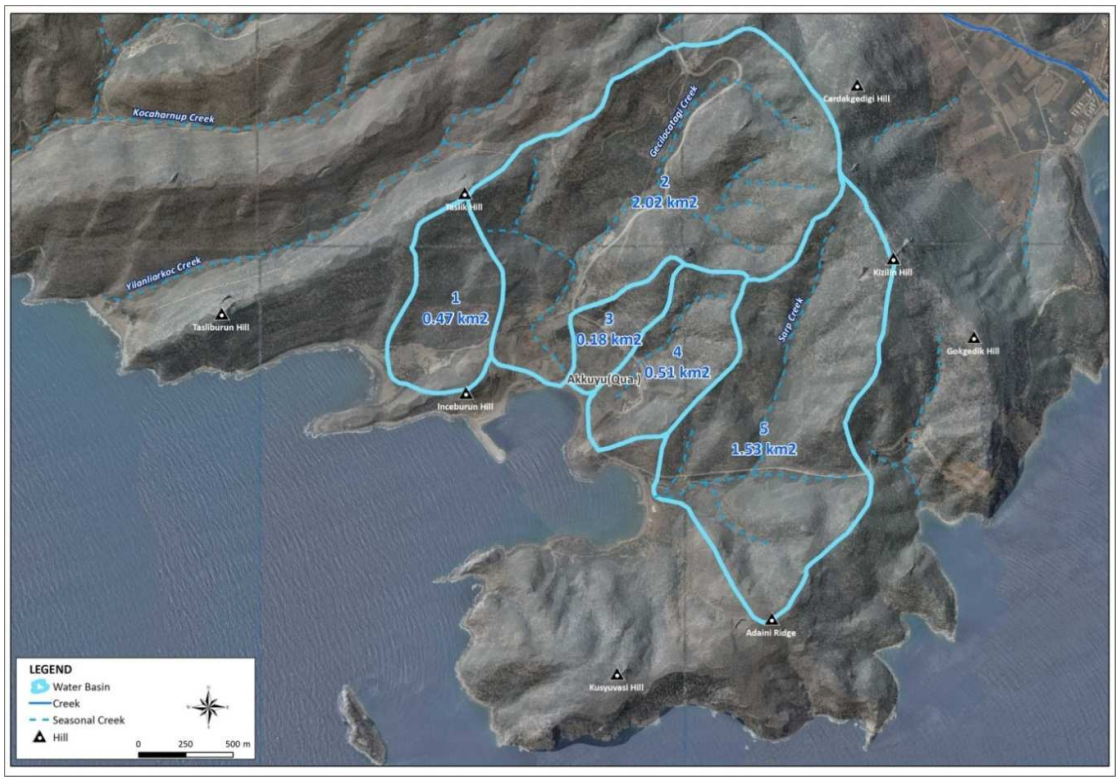
Akkuyu NGS Sahası'nda bataklık alanlar bulunmamaktadır. Sahayı etkileyebilecek rezervuarlar yoktur.

Sahanın kıyı bölümünde iki koy yer almaktadır. Şekil 5/1.1'de gösterildiği üzere batıda Aksaz Koyu, doğuda ise Akkuyu-Çamalanı Koyu bulunmaktadır. Akkuyu Koyu'nun batı bölümü kısmen bir dalgakıran ile korunurken, doğu koyunun batı bölümü ve batı koyu, herhangi bir şekilde doğrudan dalgalardan ve etkilerinden korunmamaktadır.

NGS Sahası'nda, akışın sadece yağış miktarının büyük bir kısmının düştüğü Kasım ila Şubat ayları arasındaki soğuk dönem sırasında meydana geldiği, adlandırılmış veya adlandırılmamış geçici akımlar bulunmaktadır. Su akışı ve seviyeleri için hidroloji gözlemlerinin gerçekleştirilmediği saha konumunda, toplam beş adet kuru nehir bulunmaktadır. Bu nedenle tasarım su akımındaki maksimum akım hızını belirlemek için, çalışma alanında Mockus sentetik yöntemi ve rasyonel sentetik yöntem kullanılmaktadır. Bu akımların havzaları Şekil 5/1.2'de gösterilmekte ve numaralanmakta olup, akımların morfometrik özellikleri Tablo 5/1.1'de verilmektedir.

Ön tasarım faaliyetleri aşamasında bu geçici akımların ölçüm yoluyla hidrolojik etütlerinin yapılması planlanmaktadır. Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi sonraki aşamalarda, saha parametreleri raporu veya tasarım aşamasında başlayacaktır.

ABCD – Haziran – Ekim 2011 Aylarında Gerçekleştirilen Etüdün Sınırı
Şekil 5/1.1 – Hidrolojik Etüt Alanının Haritası-Planı



Şekil 5/1.2 – Proje Alanındaki Irmak Havzaları

Tablo 5/1.1 – Akkuyu NGS Sahasındaki Geçici Su Akımlarının Morfometrik Özellikleri

Su akımının adı ve numarası	Uzunluk L, m	Yakalama alanı, A, km^2	Kaynağın mutlak yüksekliği H s.	Ağzın mutlak yüksekliği H m.
İsimsiz (No. 1)	1150	0.47	221	0
Zeytincatağı (No. 2)	2825	2.02	-	0
İsimsiz (No. 3)	850	0.18	151	0
İsimsiz (No. 4)	1200	0.51	-	0
Sarp (No. 5)	2100	1.53	-	0

NGS Sahası'nın 7 km batısındaki Sipahili Irmağı, alandaki en önemli yüzey suyu kaynağıdır. Kuzeyde bulunan dağlardan yüzey akışlarına bağlı olarakortaya çıkan sabit bir suyoluna sahiptir. Sipahili mevkiinde ırmak Kuruder Irmağı ile birleşerek yaklaşık 3 km'lik geniş bir yatak üzerinde gider ve Akdeniz'e dökülür. Bu ırmağın eski adı Babadil'dir.

Sipahili Irmağı'nın kaynağı yaz mevsiminde kurur. Ancak, alüvyal akifer ile beslenen ırmak, alüvyal kesimde alttan akmaya devam eder. Irmağın üst kesiminde yüzey akışı olmasa bile, Akdeniz halicinde, yıl boyunca küçük bir akış gözlenebilmektedir. Sipahili Irmağı'nın havzası, yaklaşık 574 km^2 çapında nispeten geniş bir akaç alanına sahiptir. Havza, ağırlıklı olarak karst karbonat kayalardan oluşmakta olup, karst kaya morfolojisinin birçok özelliği havzada

bulunabilmektedir. Sipahili Irmağı'nın Akkuyu NGS Sahası'ndan fiziksel ve hidrolojik ayrımından dolayı Sipahili Irmağı'nın akışı, hiçbir şekilde Akkuyu NGS bölgesini etkilemez veya NGS inşaat sahasında depolanmaya neden olmaz.

Akkuyu NGS alanında sabit yüzey akışı olmamasından dolayı, havasal hidroloji davranışını değerlendirme amaçlı hidroloji ölçümleri ve özellik araştırmaları Sipahili Irmağı'nda yapılmıştır. Ancak Akkuyu NGS inşaat sahasına uzun mesafesinden dolayı Sipahili ırmak akışının Akkuyu NGS'nin ihtiyaçları için kullanılması şu ana kadar öngörülmemiştir.

Proje sahasının yakın çevresinde iki meteoroloji istasyonu (Mİ) bulunmaktadır. Bu istasyonlar, Aydıncık (1957-1992 gözlem dönemi verileri, MSL üzerinde 5 m yükselti) ve Ovacık (1969-1992 gözlem dönemi verileri, MSL üzerinde 30 m yükseklik) meteoroloji istasyonudur.

Bu iki istasyon için maksimum yağış miktarı ve karşılık gelen dağılım fonksiyonları Tablo 5/1.2'de verilmektedir.

Tablo 5/1.2'den görülebileceği üzere, saha alanında maksimum yağış miktarı, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında gözlenmektedir.

Tablo 5/1.2 – Mİ'de Maksimum Günlük Yağış Miktarı ve Olası Dağılım Fonksiyonu

İşletmeci	*MAB (Meteorolojik Araştırmalar Başkanlığı)*			
İstasyon Adı	*AYDINCIK*		*OVACIK*	
Yükseklik	5 m		30 m	
Yıl	Yağış miktarı, mm	Ay	Yağış miktarı, mm	Ay
1958	55.60	12		
1959	95.20	12		
1960	48.60	11		
1961	106.70	2		
1962	120.30	10		
1963	47.20	10		
1964	81.70	11		
1965	56.20	12		
1966	67.20	1		
1967	79.20	1		
1968	82.20	1		
1969	94.20	10	58.10	10

İşletmeci	*MAB (Meteorolojik Araştırmalar Başkanlığı)*			
İstasyon Adı	*AYDINCIK*		*OVACIK*	
Yükseklik	5 m		30 m	
1970	37.80	1	35.10	3
1971	66.50	3	92.30	3
1972	60.00	10	40.50	11
1973	64.10	11	55.00	2
1974	75.50	12	58.70	12
1975	63.70	4	93.60	1
1976	71.20	12	62.90	10
1977	49.40	12	52.20	12
1978	98.80	1	79.90	11
1979	63.10	12	72.60	2
1980	37.30	10	40.20	11
1981	67.10	12	48.00	12
1982	52.20	10	75.50	12
1983	60.00	11	55.50	3
1984	50.50	1	76.90	11
1985	55.60	11	80.80	11
1986	60.30	12	71.20	12
1987	98.10	11	63.90	11
1988	78.60	3	65.80	3
1989	109.80	3	83.40	1
1990	30.00	12	35.20	12
1991	71.40	12	41.50	12
1992	63.20	11	-	-
Günlük Maksimum Tasarım Yağış Miktarı, mm				
Tekrar Periyodu, Yıl	UDF, Dağılım Fonksiyonu			
	Gumbel		Pearson Tip 3	
	Gözlem Dönemi			
	35		23	

İşletmeci	*MAB (Meteorolojik Araştırmalar Başkanlığı)*	
İstasyon Adı	*AYDINCIK*	*OVACIK*
Yükseklik	5 m	30 m
2	65.80	62.40
5	87.34	77.38
10	101.61	85.31
25	119.64	93.82
50	133.01	99.35
100	146.29	104.35

Farklı dağılım seçenekleri için maksimum yağış miktarı yüksekliğinin olasılık değerleri, bu Mİ'deki yağış miktarı ölçüm verilerine dayanarak hesaplanmıştır. Bu değerler, Tablo 5/1.3 ve 5/1.4'de verilmektedir.

Tablo 5/1.3 – Aydıncık Mİ Verilerine Göre Farklı Olasılık Fonksiyonlarına Dayanarak Hesaplanan Maksimum Tasarım Yağış Miktarı Yüksekliği

Dağılım tipi	Maksimum Yağış Miktarı Yüksekliği, mm							
	Ortalama Tekrar Aralığı, yıl							
	2	5	10	25	50	100	200	500
Normal	69	87	97	107	113	119	124	131
Log-Normal (2 parametre)	66	85	97	112	123	134	144	158
Log-Normal (3 parametre)	67	86	97	110	119	127	135	145
Pearson Tip-3	67	86	98	110	119	128	135	143
Log-Pearson Tip-3	67	86	98	112	121	130	138	147
Gumbel	66	87	102	120	133	146	160	177

İstatistiksel Dağılım Parametreleri, Aydıncık Mİ	
Yıl Sayısı	35
Bozulma Çarpanı	0.55199
Logaritmik Bozulma Çarpanı	-0.25192
Lineer Ortalama	69.10000
Lineer Standart Sapma	21.45574
Logaritmik Ortalama	1.81886
Logaritmik Standart Sapma	0.13755

Tablo 5/1.4 – Ovacık Mİ Verilerine Göre Farklı Olasılık Fonksiyonlarına Dayanarak Hesaplanan Maksimum Tasarım Yağış Miktarı Yüksekliği

Dağılım tipi	Maksimum Yağış Miktarı Yüksekliği, mm							
	Ortalama Tekrar Aralığı, yıl							
	2	5	10	25	50	100	200	500
Normal	63	77	85	94	99	104	108	113
Log-Normal (2 parametre)	60	76	86	98	106	115	123	134
Log-Normal (3 parametre)	62	77	85	94	99	104	109	114
Pearson Tip-3	62	77	85	94	99	104	109	114
Log-Pearson Tip-3	61	78	87	97	104	110	116	123
Gumbel	60	78	91	106	118	129	140	155

İstatistiksel Dağılım Parametreleri, Ovacık MS	
Yıl Sayısı	23
Bozulma Çarpanı	0.05280
Logaritmik Bozulma Çarpanı	-0.38540
Lineer Ortalama	62.55652
Lineer Standart Sapma	17.67180
Logaritmik Ortalama	1.77849
Logaritmik Standart Sapma	0.12976

Yağış miktarının alan dağılım katsayısı (*YADK*), yağış alanlarının 25 km^2'den az olmasından dolayı 1'e eşit sayılmıştır (homojen dağılım).

Plüvyograf oranları, Silifke meteoroloji istasyonu düzeltilmiş değerlerinden alınmıştır. Düzeltilmiş plüvyograf oranları (DPLV) Tablo 5.1.5'te sunulmaktadır.

Tablo 5/1.5 – Silifke Meteoroloji İstasyonunun Düzeltilmiş Plüvyograf (DPLV) Oranları

SİLİFKE	
T (min)	DPLV (oranlar)
5	0.16
10	0.24
15	0.30
30	0.41
60	0.48
120	0.55
180	0.60
240	0.65
300	0.68
360	0.72
480	0.77

SİLİFKE	
T (min)	DPLV (oranlar)
720	0.85
1080	0.93
1440	1.00

Zeytinçatağı, Sarp akımları ve isimsiz 1, 3, 4 no'lu akımlarla ilgili olarak Mockus yöntemini kullanan hesaplamalar için [5/23], Ovacık Mİ için Tip 3 Pearson dağılımıyla, tortu katmanının olasılıksal değerleri kullanılmıştır. Rasyonel yöntem, 0,5 km^2'ye kadar alanlar için güvenli bir şekilde kullanılabilir. Elde edilen değerlerin nispeten yüksek olması nedeniyle 0,5 km^2'den geniş alanlar için önerilmemektedir. Bir saatte düşen yağış için düzenlenmiş olması göz önünde bulundurulduğunda, hidrograf hacmi önemli olduğunda bu yöntemin kullanılması uygun değildir.

Rasyonel yöntemde akış hesaplaması için genel formül aşağıdaki gibidir

$$Q = \frac{C \times A \times I}{3.6},$$

formülde:

Q – Proje profilinin akış hızı (m^3/s);

C - Birimsiz akış katsayısı; akış katmanı ve yağış katmanı arasındaki ilişkidir. C değeri yağış yoğunluğuna dayanmaktadır. Su tutma alanı ve su tutma alanının alt yüzey tipi;

A – Drenaj alanı (km^2);

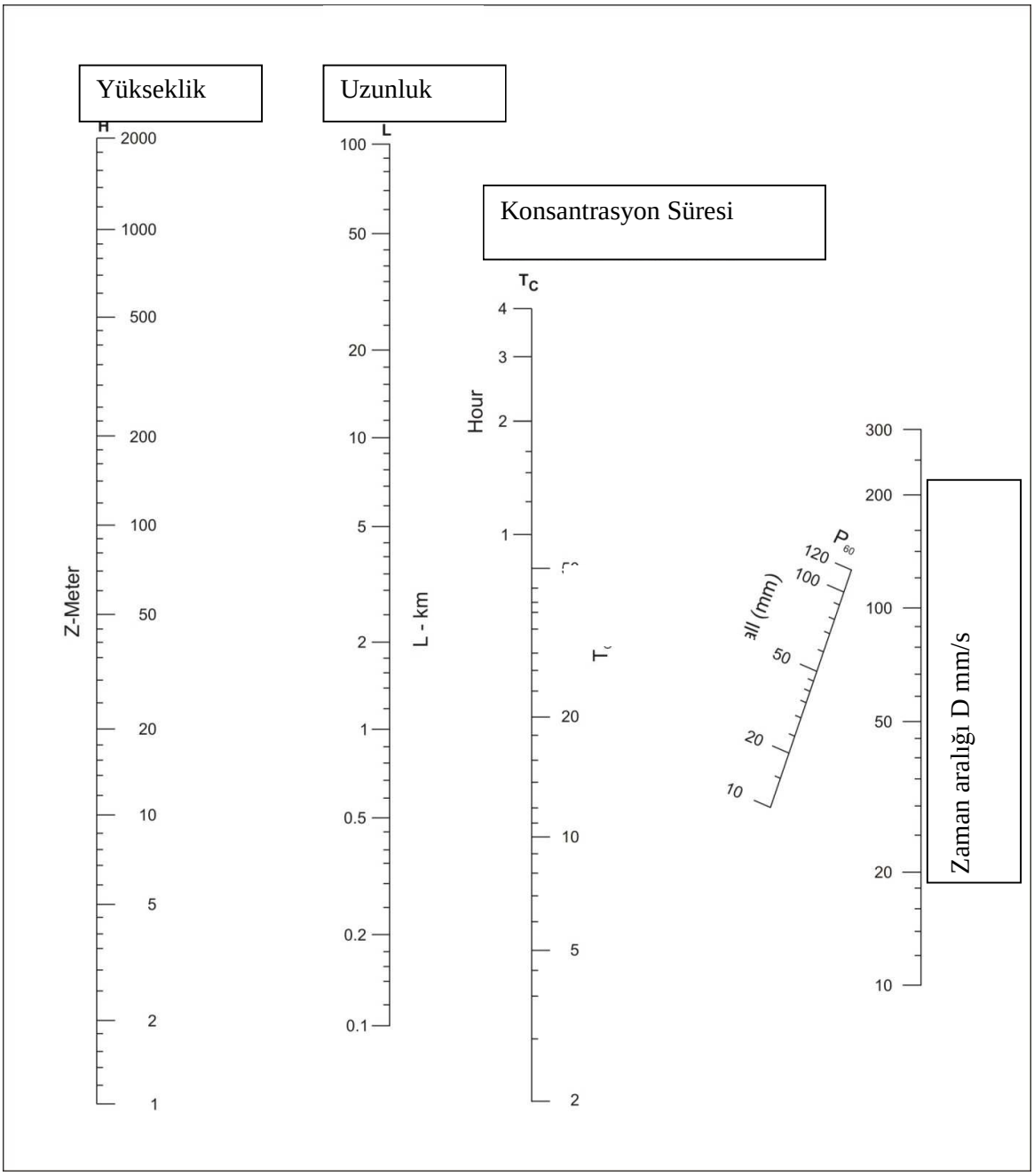
I – H, L ve Tc değerlerine göre zaman aralığı için yağış yoğunluğu;

H – Proje alanındaki en uzun kol için en yüksek yükselti ile proje profili arasındaki fark (m);

L – Drenaj alanındaki en uzun kolun uzunluğu (km);

Tc – H ve L'ye göre su konsantrasyon süresi (saat);

Tc ve I parametreleri, Şekil 5/1.3'te belirlenmektedir.



Şekil 5/1.3 – Rasyonel Yöntemde Suyun Birikme Süresi ve Bu Döneme Karşılık Gelen Yağış Miktarı Yoğunluğu Ölçeği [5/29]

Mockus Yöntemi

Mockus yöntemi [5/29] (Tc) drenaj alanlarına 30 saate kadar uygulanır. Daha geniş alanlar için, akış ölçümleri bölümlere ayırmak suretiyle yapılır. Mockus yöntemi ile hesaplanacak akışlar için birim sağanak dönemi (ΔD) seçimi önemlidir. Birim sağanak dönemi (ΔD) seçimindeki kriter

genel olarak $\Delta D \leq (Tc/5)$'tir. Proje sağanak döneminin ilk 6 saati için, ΔD genellikle 1 saattir. Birikme süresinin (Tc) 3 saatten kısa olduğu durumlar için, ΔD 1/2 saat olarak alınır. Birikme süresinin 10 ila 15 saat arasında olması halinde ΔD 2 saat iken, 15 ila 30 saat için ΔD 3 saattir.

Mockus yöntemi için, yöntemin bindirme olmaksızın kullanılması halinde daha güvenilir sonuçların alınabileceği gözlenmektedir.

Bu nedenle, Akkuyu NGS Sahasında Mockus yöntemi ile yapılan akış hesaplaması bindirme olmaksızın gerçekleştirilmiştir.

Bindirmesiz Mockus yönteminin fiziksel değerleri aşağıda sunulmaktadır.

H=H10-H0 = (yükseklik farkı)		M
Tc=0.00032*L^0.77/S^0.385) = (Suyun konsantrasyon süresi)		saat
K =(0.201+0.01183*L/$A^{0,5}$-02646*H/1000/$A^{0,5}$) (katsayı) =	0,163 ya da 0,208	
ha (akış yüksekliği)=		mm
BİNDİRME OLMAKSIZIN		
D=2*(Tc)^.5 = (proje yağış süresi)		saat
Tp=.5*D+.6*Tc = (tepe noktasına ulaşmak için akış süresi)		saat
Qp=K*A*ha/Tp = (tepe noktasına ulaşıldığında akış hızı)		m^3/s/mm
Tr=1.67*Tp = (tepe noktası ve kaybolma arasındaki süre)		saat
T=Tp+Tr = (akışın toplam süresi)		saat

C katsayısı, arazi kullanım haritasına (bakınız şekil 2/8) ve alandaki toprak bileşimine dayanan bu yöntem [5/23] için düzenlenen tablolardan belirlenmektedir. Su tutma havzaları ormanlar ile kaplıdır ve toprak türü ağırlık olarak düşük ve orta düzey geçirgen materyalden oluşmaktadır. Bu olguya dayanarak, C katsayısı alanın tamamı için 0,3 olarak alınmıştır. Her bir akaç alanı için akış hesaplamalarının sonuçları Tablo 5/1.6'de gösterilmektedir.

Tablo 5/1.6 - Sahada Tasarım Olasılıklarının Su Akışı Tahliyesi

Su akımının adı ve numarası	Tahliye, m3/s							
	Ortalama tekrar aralığı, yıl							
	5	10	25	50	100	500	1000	10000
İsimsiz (No. 1)	2.0	2.5	3.1	3.7	4.5	5.9	6.5	8.5
Zeytincatağı (No. 2)	5.4	6.7	8.1	9.0	9.9	12.1	13.1	16.3
İsimsiz (No. 3)	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.4	2.7	3.7
İsimsiz (No. 4)	2.1	2.5	3.2	3.8	4.6	6.1	6.7	8.8
Sarp (No. 5)	5.2	6.4	7.8	8.7	9.6	11.8	12.8	16.0

Sahadaki yağış durumunun detaylı bir analizi, saha-parametre raporu dahilindeki yaklaşık iki yıllık saha ölçümlerine dayanılarak yapılacaktır.

NGS sahasına en yakın sürekli olarak akan ırmak Sipahili'dir. Sipahili Irmağı'nda hidroloji istasyonu bulunmamaktadır. Yakın çevredeki en önemli yüzey suyu kaynağı olup NGS sahasının batısına yaklaşık 7 km mesafede bulunmaktadır. Kuru mevsim boyunca, Sipahili Irmağı kesintili yüzey akışına sahiptir. Bununla beraber, alüvyal akifer ile beslenen ırmak yer altından devam etmektedir. Sipahili yerleşiminde Kurudere ile birleşmekte ve geniş bir nehir yatağı üzerinde yaklaşık 3 km akmakta, daha sonra ise Akdeniz'e dökülmektedir. Irmağın eski adı Babadıl Irmağı olup ırmağın denize döküldüğü noktanın gerisinden bazı fotoğraflar Şekil 5/1.6 ve 5/1.7'de verilmektedir.

Şekil 5/1.6 - Sipahili Irmağının Akdeniz'e döküldüğü noktanın gerisindeki otoyol köprüsünden görünümü

Şekil 5/1.7 - Sipahili Irmağının otoyol altındaki görünümü

Sipahili Irmağı üzerinde herhangi bir kuruluş tarafından işletilen bir Akım Ölçüm İstasyonu (AÖİ) bulunmamaktadır. Proje sahasının etrafında kurulu tek AÖİ, Sipahili'nin bir kolu olan Kurucak Irmağı üzerindeki Devlet Su İşleri'ne (DSİ) ait istasyondur ve istasyon numarası 17-24'tür. Bu istasyon 1977 yılından beri faaliyettedir. Günlük su seviyesi gözlemleri ve tahliye ölçümleri bu istasyonda gerçekleşmektedir.

ENVY, Sipahili Irmağının hidrolik potansiyelinin ve kalite özelliklerinin belirlenmeesi için, çeşitli yerinde gözlemler yapmıştır [5/24].

Sipahili Irmağının 574 km^2 su tutma havzası içindeki ortalama aylık ve yıllık akışların 1977-2009 dönemi için yaklaşık değerleri, sol kolu olan Kurucak Irmağı'na ait hidroloji verileri kullanılarak Tablo 5/1.7'de verilmektedir.

Tablo 5/1.7 (1977-2009 dönemi için nehir ağzından 3 km uzakta Sipahili Irmağının aylık akış değerleri) 17-24 No'lu istasyonda Kurucak Irmağı için gözlemlenen aylık akışlardan türetilmiştir (yeniden hesaplanmıştır). Sipahili Irmağının aylık akışları, ölçülen Kurucak akışları kullanılarak akış alanı oranı yöntemi ile hesaplanmıştır. Sipahili (574 km^2) ve Kurucak (194 km^2)

havzalarının alanlarının oranı 2,96'ya eşittir. Kurucak Irmağının akışları, Sipahili akışlarını bulmak için bu oran ile çarpılmıştır (Tablo 5/1.8).

Tablo 5/1.7 - Sipahili Irmağının Hesaplanan Aylık Akışları, m^3/s [5/24]

Yıl	Ay												Ortalama
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1977	0.60	0.86	2.76	14.26	8.61	2.13	2.63	2.12	0.85	0.43	0.10	0.78	3.01
1978	0.61	0.98	3.63	9.73	62.65	7.51	4.41	2.27	1.10	0.69	0.41	0.53	7.87
1979	2.76	1.53	6.72	22.44	11.78	3.90	1.34	1.12	0.71	0.34	0.34	0.34	4.44
1980	0.93	1.93	4.86	11.05	6.56	12.05	8.85	2.96	1.05	0.59	0.29	0.27	4.28
1981	0.56	1.56	1.81	27.41	27.41	10.41	4.90	1.35	1.00	0.20	0.20	0.21	6.42
1982	0.66	1.62	21.44	12.82	7.31	3.86	2.23	1.76	1.13	0.35	0.46	0.71	4.53
1983	0.95	1.35	1.98	9.55	10.66	17.46	6.28	3.87	1.68	0.74	0.60	0.30	4.62
1984	0.63	3.30	6.83	17.35	18.78	5.76	6.16	1.87	1.03	0.63	0.31	0.31	5.25
1985	0.49	4.51	3.23	12.27	11.21	5.97	3.12	1.15	1.03	0.40	0.13	1.06	3.71
1986	0.97	6.51	3.81	12.49	11.60	3.99	2.71	1.16	0.47	0.41	0.08	0.08	3.69
1987	0.31	0.97	4.08	15.36	7.31	18.13	4.58	4.12	2.20	0.62	0.41	0.39	4.87
1988	0.53	1.26	3.54	1.88	9.00	21.48	7.18	2.13	1.04	0.17	0.54	0.24	4.08
1989	1.44	4.96	8.70	16.58	4.61	2.66	0.91	0.39	0.17	0.11	0.17	0.17	3.40
1990	1.10	1.98	4.56	1.86	11.70	5.22	1.35	0.79	0.65	0.44	0.16	0.16	2.50
1991	0.42	0.93	3.38	1.88	1.68	1.40	0.62	0.19	0.13	0.05	0.00	0.00	0.89
1992	0.21	0.50	10.83	5.59	3.80	3.80	1.38	1.81	0.70	0.10	0.05	0.10	2.41
1993	0.05	0.52	7.44	4.16	5.38	10.22	1.92	1.11	0.20	0.06	0.00	0.00	2.59
1994	0.05	1.93	0.78	2.17	5.75	1.76	0.69	0.39	0.07	0.00	0.00	0.00	1.13
1995	0.40	4.70	3.66	12.27	6.79	4.70	1.77	0.66	0.60	0.33	0.08	0.26	3.02
1996	0.27	1.94	1.27	9.93	4.37	6.18	2.38	0.77	0.51	0.36	0.06	0.14	2.35
1997	0.87	1.09	2.55	2.58	5.57	3.70	9.18	1.40	0.56	0.32	0.11	0.05	2.33
1998	0.92	2.00	4.05	5.29	2.88	2.33	1.87	0.82	0.58	0.06	0.05	0.05	1.74
1999	0.13	2.48	10.38	4.87	21.78	3.81	1.92	0.55	0.40	0.09	0.07	0.20	3.89
2000	0.23	0.49	0.94	3.27	10.36	5.45	4.25	2.46	0.65	0.27	0.11	0.14	2.39
2001	0.47	1.21	1.33	1.88	8.69	3.01	1.01	0.62	0.26	0.06	0.03	0.03	1.55
2002	0.11	6.00	52.28	24.43	16.64	7.58	7.41	2.02	0.62	0.45	0.29	0.34	9.85
2003	0.58	0.85	1.06	2.23	12.60	4.07	4.80	0.65	0.63	0.23	0.11	0.15	2.33
2004	0.46	0.56	3.27	22.44	21.26	4.26	2.76	1.20	0.52	0.20	0.15	0.30	4.78
2005	0.56	1.74	1.25	4.65	7.64	1.09	0.71	0.73	0.37	0.06	0.03	0.07	1.57
2006	0.34	0.68	1.51	3.78	13.09	3.67	1.09	0.68	0.35	0.22	0.07	0.28	2.15

Yıl	Ay												Ortalama
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2007	0.69	4.91	1.06	0.80	2.56	1.17	0.50	0.28	0.05	0.00	0.00	0.00	1.00
2008	0.09	0.55	5.29	0.97	4.28	0.94	0.42	0.32	0.15	0.83	0.19	0.26	1.19
2009	0.21	3.20	2.04	7.80	14.32	13.26	7.15	5.33	1.28	1.04	0.42	0.39	4.70
Ortalama	0.59	2.11	5.83	9.27	11.47	6.15	3.29	1.49	0.69	0.33	0.18	0.25	3.47
dak	0.05	0.49	0.78	0.8	1.68	0.94	0.42	0.19	0.05	0	0	0	0.89
maks	2.76	6.51	52.28	27.41	62.65	21.48	9.18	5.33	2.2	1.04	0.6	1.06	9.85

Tablo 5/1.8 - Kurucak Irmağının Hesaplanan Aylık Akışları [5/24]

Yıl	Ay												Ortalama
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1977	0.20	0.29	0.93	4.82	2.91	0.72	0.89	0.72	0.29	0.15	0.03	0.26	1.02
1978	0.21	0.33	1.22	3.29	21.17	2.54	1.49	0.77	0.37	0.23	0.14	0.18	2.66
1979	0.93	0.52	2.27	7.58	3.98	1.32	0.45	0.38	0.24	0.12	0.12	0.12	1.50
1980	0.31	0.65	1.64	3.73	2.21	4.07	2.99	1.00	0.35	0.20	0.10	0.09	1.45
1981	0.19	0.53	0.61	9.26	9.26	3.52	1.66	0.46	0.34	0.07	0.07	0.07	2.17
1982	0.22	0.55	7.24	4.33	2.47	1.30	0.75	0.59	0.38	0.12	0.16	0.24	1.53
1983	0.32	0.46	0.67	3.23	3.60	5.90	2.12	1.31	0.57	0.25	0.20	0.10	1.56
1984	0.21	1.11	2.31	5.86	6.34	1.95	2.08	0.63	0.35	0.21	0.10	0.10	1.77
1985	0.16	1.52	1.09	4.14	3.79	2.02	1.05	0.39	0.35	0.13	0.04	0.36	1.25
1986	0.33	2.20	1.29	4.22	3.92	1.35	0.91	0.39	0.16	0.14	0.03	0.03	1.25
1987	0.10	0.33	1.38	5.19	2.47	6.12	1.55	1.39	0.74	0.21	0.14	0.13	1.65
1988	0.18	0.43	1.20	0.63	3.04	7.26	2.43	0.72	0.35	0.06	0.18	0.08	1.38
1989	0.49	1.67	2.94	5.60	1.56	0.90	0.31	0.13	0.06	0.04	0.06	0.06	1.15
1990	0.37	0.67	1.54	0.63	3.95	1.76	0.46	0.27	0.22	0.15	0.06	0.05	0.84
1991	0.14	0.31	1.14	0.63	0.57	0.47	0.21	0.06	0.04	0.02	0.00	0.00	0.30
1992	0.07	0.17	3.66	1.89	1.28	1.28	0.47	0.61	0.24	0.03	0.02	0.03	0.81
1993	0.02	0.18	2.51	1.40	1.82	3.45	0.65	0.37	0.07	0.02	0.00	0.00	0.87
1994	0.02	0.65	0.26	0.73	1.94	0.59	0.23	0.13	0.02	0.00	0.00	0.00	0.38
1995	0.14	1.59	1.24	4.14	2.29	1.59	0.60	0.22	0.20	0.11	0.03	0.09	1.02
1996	0.09	0.66	0.43	3.35	1.48	2.09	0.80	0.26	0.17	0.12	0.02	0.05	0.79
1997	0.29	0.37	0.86	0.87	1.88	1.25	3.10	0.47	0.19	0.11	0.04	0.02	0.79
1998	0.31	0.68	1.37	1.79	0.97	0.79	0.63	0.28	0.20	0.02	0.02	0.02	0.59
1999	0.04	0.84	3.51	1.65	7.36	1.29	0.65	0.19	0.13	0.03	0.02	0.07	1.31
2000	0.08	0.17	0.32	1.11	3.50	1.84	1.44	0.83	0.22	0.09	0.04	0.05	0.81
2001	0.16	0.41	0.45	0.63	2.94	1.02	0.34	0.21	0.09	0.02	0.01	0.01	0.52
2002	0.04	2.03	17.66	8.25	5.62	2.56	2.50	0.68	0.21	0.15	0.10	0.11	3.33

2003	0.20	0.29	0.36	0.75	4.26	1.37	1.62	0.22	0.21	0.08	0.04	0.05	0.79
2004	0.16	0.19	1.11	7.58	7.18	1.44	0.93	0.41	0.18	0.07	0.05	0.10	1.62
2005	0.19	0.59	0.42	1.57	2.58	0.37	0.24	0.25	0.13	0.02	0.01	0.02	0.53
2006	0.12	0.23	0.51	1.28	4.42	1.24	0.37	0.23	0.12	0.07	0.02	0.09	0.73
2007	0.23	1.66	0.36	0.27	0.86	0.40	0.17	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.34
2008	0.03	0.19	1.79	0.33	1.44	0.32	0.14	0.11	0.05	0.28	0.06	0.09	0.40
2009	0.07	1.08	0.69	2.64	4.84	4.48	2.42	1.80	0.43	0.35	0.14	0.13	1.59
Ortalama	0.20	0.71	1.97	3.13	3.88	2.08	1.11	0.50	0.23	0.11	0.06	0.08	1.17

Bölgedeki ticari balık türlerine dair bilgiler, işbu raporun Ekolojik Etkiler başlıklı 7. Bölümünde sunulmaktadır.

Bölgedeki su kaynaklarının kullanıldığı spor ve diğer faaliyet türleri hakkında bilgiler, Bölüm 3, Kısım 3.5'te verilmektedir.

Sipahili ve Büyükeceli Irmaklarının suyu tarım için kullanılmaktadır. Saha civarındaki deniz kıyısında yer alan su kaynaklarının diğer tüketicileri veya inşaatlar hakkında bilgi bulunmamaktadır.

Yer altı suyunun açıklaması Jeoloji, Jeofizik ve Sismoloji başlıklı 6. Bölümde sunulmaktadır. Toprak parametreleri Jeoloji, Jeofizik ve Sismoloji başlıklı 6. Bölümde sunulmaktadır.

Deniz kıyı bölgesi dahil olmak üzere, bölgenin hidrosfer yapısının açıklanmasına dair kapsanan alanın yarıçapı, NGS'ye birkaç düzine km (yüzey sularının özellikleri) ila birkaç yüz km (tsunami dahil olmak üzere, deniz suyu alanının hidrolojik özellikleri) arasında değişmektedir.

Mevcut su kaynakları akış hızı kontrol tesisleri veya su tüketimi kontrol tesisleri, NGS'den uzaklık, su tüketimi hacmi vs. hakkındaki bilgiler, tasarımın sonraki aşamalarında sunulacaktır.

Kullanma suyu beslemesinin özellikleri bu Raporun 5.3 sayılı bölümünde verilmektedir.

5.1.2 İÇME VE KULLANMA SUYU İÇİN EN YAKIN AKAN DOĞAL KAYNAKLAR

Proje uygulaması sırasında, Akkuyu NGS sahasinda içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayacak bir tuzdan arındırma tesisi kurulmasına yönelik bir karar alınmıştır. Bu nedenle, bu amaçlara yönelik su mevcudiyeti artık bir sorun teşkil etmemektedir. Ancak, sahadaki ve etrafındaki yer altı suyu potansiyeliyle ilgili eski çalışmalar, bölgedeki yer altı suyu varlığını ortaya koymak amacıyla aşağıdaki paragraflarda özetlenmektedir.

Akkuyu NGS Sahasına bitişik alanlarda başlıca yer altı suyu toplayıcıları küçük ırmakların ve geçici suyollarının alüvyal birikintileridir.

NGS'nin yakın çevresinde, su tutma havzası 384 m^2 olup yaz döneminde kuruyan Büyükeceli Irmağı (doğu) ile su tutma havzası 574 km^2 olup yaz sırasında bazı yerlerde sulama çalışmaları ve su buharlaşması sebebiyle çeşitli zamanlarda kuruyan Sipahili Irmağı (batı) akar.

Sipahili ırmak vadisinde, Akkuyu NGS Sahasının yaklaşık 8 km batısındaki Babadil Irmağında halihazırda çalışmayan su kuyuları bulunmaktadır. Toplam kapasite 50 l/s'dir. Çalışmaların sonuçlarına göre, bu tatlı su kaynağı içme ve hidrokimyasal amaçlara yönelik kullanma suyu taleplerini karşılamaktadır.

100-115 l/s olarak beyan edilen talebe dayanarak, Sipahili Irmağı Vadisinde iki ek su alım kuyusu ile Büyükeceli Irmağı Vadisinde üç kuyu açılması halinde bu akış hızı değerine erişilebilir.

Yer altı suyu akiferlerinin beslenmesi, atmosferik yağış sızması (Büyükeceli Irmağı vadisindeki toplam yağış miktarının %40'ına ve Sipahili ırmak vadisindeki toplam yağış miktarının %60'ına kadar) ve ayrıca yüzey suyollarından su sızması ile gerçekleşmektedir.

Yeraltı suyunun toplam depolaması şu şekilde tahmin edilmektedir: Büyükeceli Irmağı vadisinde – yılda $0{,}8x10^6$ m^3 ve Sipahili Irmağı vadisinde – yılda $2{,}6x10^6$ m^3 [5/24].

Bu nedenle, her iki ırmak vadisindeki toplam yeraltı su depolaması kapasitesinin 107 l/s'e eşdeğer olduğu tahmin edilmektedir.

Bu akiferler yerel nüfus tarafından içme ve kullanma suyu kaynağı olarak ve tarım arazilerinin sulanması için kullanılmaktadır. Genel değerlendirmelere göre, bu amaçla kullanılan su akış hızı Büyükeceli Irmağı vadisinde $0{,}5x10^6$ m^3/yıl ve Sipahili Irmağı vadisinde $0{,}48x10^6$ m^3/yıl'dır. Bu nedenle, yeraltı suyunun azaltılmamış depolaması 77 l/s'ye eşittir.

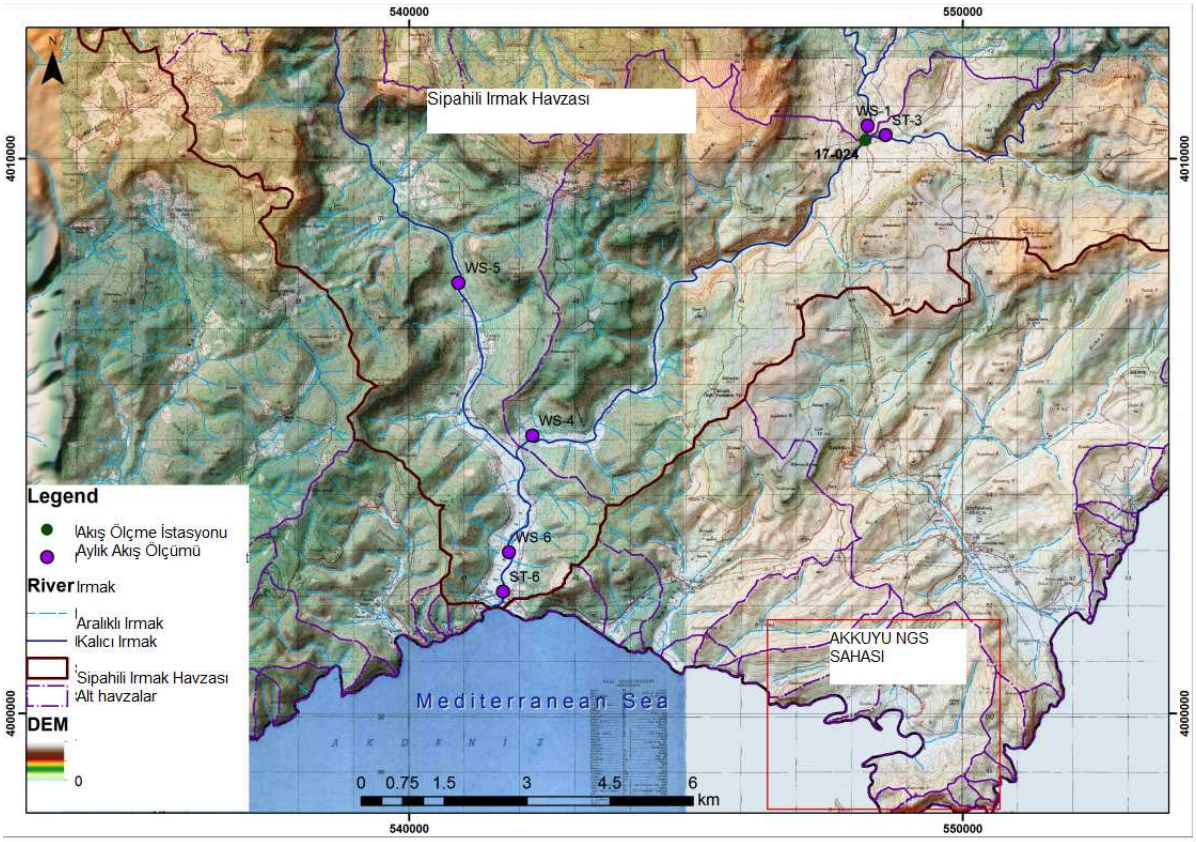
Başka bir potansiyel su kaynağı ise, NGS konaklama bölgesi dahilindeki tatlı su kaynaklarıdır:

- Akkuyu'nun 1,5 km batısında bulunan ve 1,2 l/s akış hızına sahip Aksaz kaynağı;
- Koçaşlı yerleşiminin doğusunda bulunan ve 5 l/s (minimum) ila 400 l/s (maksimum) akış hızına sahip Koçaşlı kaynağı;
- Hacı İshaklı yerleşiminin yakınındaki yeraltı kaynakları (deniz kıyısı);
- Minimum olarak 1120 l/s toplam akış hızına sahip (1978 verilerine göre), Filindire'nin batısında (sahanın 20-25 km batısında) bulunan bulunan Soğuksu kaynakları.

5.1.3 MEVCUT KAYNAKLARIN SU KİMYASAL İÇERİĞİ

Kimyasal bileşim bakımından, yer altı suyu taze olup (yer altı suyunun deniz suyundan dolayı tuzlu olduğu 300 – 500 m genişliğindeki kordon hariç) 0,4 ila 1,0 g/l arasında mineralleşme ile kalsit, magnezyum, klorür-sülfat içermektedir.

2011 yılının Temmuz ayında, Sipahili Irmağının üç örneklem yerinden (WS4, WS5, WS6) su numuneleri alınmıştır. Örneklem noktalarının yeri Şekil 5/1.8'de verilmektedir.



Şekil 5/1.8 - Akkuyu NGS Sahası Yerleşim Bölgesindeki Tatlı Yüzey Suyundan Su Numunesi Alma Planı

Sipahili Irmağından alınan su numunelerinin kimyasal analiz sonuçları Tablo 5/1.9'da sunulmaktadır.

Tablo 5/1.9 - Sipahili Irmağından Alınan Su Numunelerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Parametreler	Numune Alım İstasyonları		
	WS4	WS5	WS6
Sıcaklık, ^{o}C	26.5	28.6	29.1
pH	7.46	7.64	7.54
Çözünmüş Oksijen, mg O_2/L	7.3	7.8	4.7

Parametreler	Numune Alım İstasyonları		
	WS4	WS5	WS6
Klorürler, mg Cl^-/L	9.5	9.7	10.9
Sülfatlar, mg $SO_4^=$/L	32.3	11.4	26.4
Amonyum Nitrojen, mg NH_4^+-N/L	0.07	0.05	0.02
Nitrit-N, mg NO_2^--N/L	0.002	0.005	0.002
Nitrat-N, mg NO_3^--N/L	0.07	0.3	0.2
Toplam Fosfor, mg P/L	0.01	0.01	< 0.009 (1)
Toplam Çözülmüş Katı Maddeler, mg/l	260	506	308
Renk, Pt-Co birimi	0.1	0.2	< 0.09 (1)
Bulanıklık, NTU	1.9	40	1.6
Sodyum, mg Na^+/L	10.4	12.7	10.6
COD, mg/L	12.4	13.5	13.2
BOD, mg/L	< 2 (1)	< 2 (1)	< 2 (1)
Toplam Organik Karbon, mg/l	4	< 0,33	1.7
Toplam Kjedahl Nitrojen, mg/l	< 0.1 (1)	< 0.1 (1)	< 0.1 (1)
Petrol ve Yağ, mg/L	< 2 (1)	< 2 (1)	< 2 (1)
MBAS ile reaksiyona giren sürfaktanlar, mg/L	0.16	0.11	0.09
Uçucu fenoller, mg/L	0004	0005	0006
Madeni Yağlar, mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0.05 (1)
Toplam Pestisitler, mg/L	0.06	< 0,04	< 0.04 (1)
Civa, µg Hg/L	< 0,07	< 0,07	< 0.07 (1)
Kadmiyum, µg Cd/L	< 2 (1)	< 2 (1)	< 2 (1)
Kurşun, µg Pb/L	< 4 (1)	< 4 (1)	< 4 (1)
Arsenik, µg As/L	< 5 (1)	< 5 (1)	< 5 (1)
Bakır, µg Cu/L	18	16.7	19.1
Toplam Krom, µg Cr/L	< 1 (1)	< 1 (1)	< 1 (1)
Krom, µg Cr^{+6}/L	< 10 (1)	13	< 10 (1)
Kobalt, µg Co/L	2.6	2.4	2.6
Nikel, µg Ni/L	< 6 (1)	< 6 (1)	< 6 (1)
Çinko, µg Zn/L	< 5 (1)	< 5 (1)	< 5 (1)
Toplam Siyanür, µg CN/L	< 10 (1)	< 10 (1)	< 10 (1)
Florür, µg F^-/L	94.8	161.4	99.1
Serbest Klorin, µg Cl_2/L	< 10 (1)	< 10 (1)	< 10 (1)
Sülfür, µg $S^=$/L	< 2 (1)	< 2 (1)	< 2 (1)
Demir, µg Fe/L	36	90	29.6
Manganez, µg Mn/L	< 1 (1)	3.1	< 1 (1)
Bor, µg B/L	< 200 (1)	< 200 (1)	< 200 (1)
Selenyum, µg Se/L	< 1 (1)	< 1 (1)	< 1 (1)
Baryum, µg Ba/L	27.1	24	41
Alüminyum, mg AI/L	0.01	0.1	< 0003 (1)
Kalsiyum, mg/L	47.6	48.4	63.3
Magnezyum, mg/L	19.8	12.8	17.5
Fekal Koliformlar, EMS/100 mL	93	240	93

Parametreler	Numune Alım İstasyonları		
	WS4	WS5	WS6
Toplam Koliformlar, EMS/100 mL	460	> 1100	1100
[1)] – MDL, Yöntem Tespit Limiti			

Yukarıda belirtildiği üzere, Akkuyu NGS sahasında içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayacak bir tuzdan arındırma tesisi kurulmasına yönelik bir karar alınmıştır. Su kalitesi, bu tuzdan arındırma tesisinde kontrol altına alınacaktır.

5.2 RADYOAKTİF MATERYALLERİN YAYILIMI

5.2.1 RADYONÜKLİDLERİN YER ALTI SUYUNDA TAŞINMASI

Radyonüklidlerin yer altı suyuna sızması, yer altı suyunda taşınması ve yaşam ömrü, hidrojeolojik model çerçevesinde dikkate alınacaktır (bakınız Bölüm 6).

5.2.2 RADYONÜKLİDLERİN YÜZEY SULARIDNA TAŞINMASI

Genel ifadelerle, NGS alanında radyonüklitlerin yüzey ve deniz suyunda taşınması, adveksiyon ve türbülans difüzyonu dikkate alınmak suretiyle aşağıdaki üç boyutlu denklem ile açıklanabilir [5/1, 5/2, 5/3]:

$$\frac{\partial C_{w,tot}}{\partial t} + U\frac{\partial C_{w,tot}}{\partial x} + V\frac{\partial C_{w,tot}}{\partial y} + W\frac{\partial C_{w,tot}}{\partial z} = \varepsilon_x \frac{\partial^2 C_{w,tot}}{\partial x^2} + \varepsilon_y \frac{\partial^2 C_{w,tot}}{\partial y^2} + \varepsilon_z \frac{\partial^2 C_{w,tot}}{\partial z^2} - \lambda_i C_{w,tot} + S \quad (5\text{-}1)$$

formülde:

$C_{w\,tot}$ – süspansiyon dikkate alınarak su içindeki radyonüklitler, (Bq/m^3);

U, V, W – sırasıyla x, y ve z eksenleri yönünde su hızı (m/s);

S – İkincil radyonüklit oluşumuyla ilgili olanlar dahil olmak üzere, su kütlesine radyonüklit giriş veya su kütlesinden çıkış kaynağı, Bq·m^{-3}·s^{-1};

t – zaman, s;

x, y, z – Kartezyen koordinatları, m;

ε_x, ε_y, ε_z – sırasıyla x,y ve z eksenlerinde yayılım katsayıları, m^2/s;

λ_I – radyoaktif bozunum katsayısı, s^{-1}; $\lambda_I = \ln(2)/t_{1/2}$, burada $t_{1/2}$ – bir radyonüklidin yarı ömrüdür.

Genel olarak, karmaşıklığından ve denklem değişkenlerindeki parametrelerde etkili ölçümlerin yoksunluğundan dolayı denklem (5-1) nadiren uygulanmaktadır. Farklı çalışma modlarında (normal çalışma, acil durum koşulları) NGS bertarafı ve deşarjından su ve deniz tabanı çökeltilerindeki radyonüklit içerik seviyelerinin belirlenmesi için, belirli hedefleri çözmek amacıyla denklem (5-1) sadeleştirmesi kullanılır.

5.2.2.1 NGS'nin sıvı tahliyesinden denizin kıyı sularına radyonüklit yayılım modeli

Denizlerin ve büyük göllerin kıyı sularında NGS'nin radyonüklit içeren yarı kalıcı atık bertarafından ileri gelen radyonüklit içeriğinin hesaplanması için matematiksel model [5/1, 5/4]'te belirtilmektedir. Model, advektif-difüsyon denkleminin iki boyutlu sadeleştirmesine dayanmaktadır

(5-1). Radyonüklitlerin deniz suyuna girdikten sonra derinlikte anında ve dengeli olarak dağıldığı varsayımına dayanarak ve ayrıca advektif aktarım ile karşılaştırmada boylamsal yayılımı göz ardı ederek, su kütlesinin kararlı hal uzamsal kirliliğini açıklayan diferansiyel denklem şu şekildedir:

$$U\frac{\partial C_{w,tot}}{\partial x}=\varepsilon_y\frac{\partial^2 C_{w,tot}}{\partial y^2}-\lambda_i C_{w,tot} \qquad (5\text{-}2)$$

formülde:

Kararlı hal çözümü, en kötü durum çözümü olarak seçilmiştir. Uygulamada, normal çalışma altında salınımlar anlıktır (verili bir sürede küçük salınımlar).

Önerilen model muhafazakar bir şekilde aşağıdakileri varsayar:

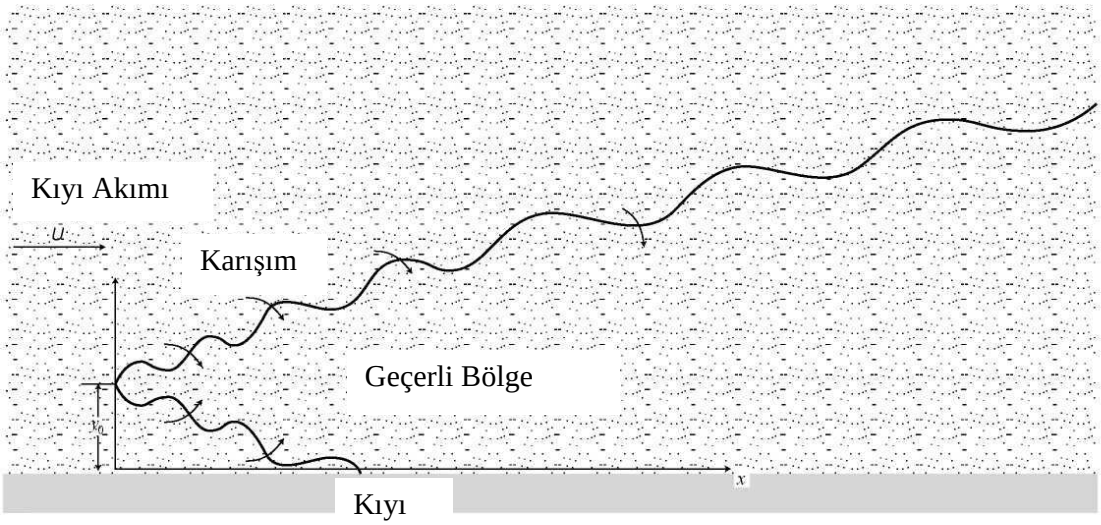
- su kıyısı doğrusaldır ve x eksenine karşılık gelir;
- kıyı bölgesinde deniz derinliği – D sabittir;
- su akış hızı U sabit olup su kıyısına paraleldir.

Denklem (5-2) kıyı şeridi boyunca su radyonüklitleri ile kontamine olan radyoaktif bulutu açıklamaktadır (Şekil 5/2.1). (x = 0, y = y_0)'de bulunan bir tahliye noktasından kararlı hal sürekli salınımı için denklemin (5-2) çözümü [5/6]:

Denklem (5-2) kıyı şeridi boyunca su radyonüklitleri ile kontamine olan gaz sütununu açıklamaktadır (Şekil 5/2.1). (x = 0, y = y_0)'de bulunan bir tahliye noktasından kararlı hal sürekli salınımı için denklemin (5-2) çözümü [5/6]:

$$C_{w,tot}=\frac{Q}{D\sqrt{\pi U\varepsilon_y x}}\left[\exp\left(-\frac{U(y-y_0)^2}{4\varepsilon_y x}-\frac{\lambda_i x}{U}\right)\right] \qquad (5\text{-}3)$$

y_0 konumu (tahliye noktasının kıyı şeridine mesafesi) Akkuyu NGS'den termal salınımın bir fonksiyonudur ve tasarım aşamasında tanımlanacaktır.



Şekil 5/2.1 – Düşünülen Metodolojinin Geçerli Olduğu Radyonüklitler İçeren Atık Tahliyesi Şeması [5/1]

Hesaplamada denklemin (5-3) uygulanması, ε_y parametresinin (x ve U değerlerine bağlı olarak) deniz kıyısı boyunca yeterli hassasiyet ile ölçüldüğü durumlarda anlamlıdır.

Uygulamada, ε_y değerinin belirlenmesi için tasarım bağımlılıkları, ε_y değerinin hesaplanması için aşağıdaki denklemin önerildiği Okubo [5/5] gibi araştırmalar tarafından sık sık uygulanmaktadır:

$$\varepsilon_y = \left(3,44 \cdot 10^{-7}\right)\left(\frac{x}{U}\right)^{1,34}$$

[5/5] dikkate alındığında, (5-3) ifadesi hesaplamalar için uygun hale gelmektedir.

Tahliyenin aşağıdaki koşulları yerine getirerek ayrık bir noktada (x=0, y=y0) gerçekleştiği varsayılmaktadır [5/5]:

$$7D < x < 8 \cdot 10^7$$

$$\left|\frac{y - y_0}{x}\right| << 3,7$$

Sudaki radyonüklit faaliyetinin hacmi $C_{w,tot}$ (Bq/m^3) aşağıdaki denklem ile hesaplanabilir [5/1]:

$$C_{w,tot} = \frac{962U^{0,17}Q_i}{Dx^{1,17}} \exp\left(-\frac{\lambda_i x}{U}\right), \qquad (5\text{-}4)$$

formülde Qi – Bq/s cinsinden i radyonüklidinin tahliye kapasitesi; diğer parametreler ise (5-1) açıklamasında verilmektedir.

[5/1] uyarınca (5-4)'e göre hesaplanan radyonüklit aktivitesi hacmi, balıklarda nüklit birikimiyle, balıkçılıktan ve kirlenmiş balıkları yemekten dolayı toplumdaki radyasyon dozuyla ilgili radyo-ekolojik değerlendirme için de uygulanabilir. Belirli bir balık avlama yerinin kesin olarak tanımlanamaması halinde, ihtiyatlı bir şekilde x = 50D [5/1]'e eşit bir mesafe kabul edilir.

Deniz kıyısının ve plajların kirlilik değerlendirmesi için, kıyı şeridi boyunca sudaki radyonüklit içeriği aşağıdaki şekilde belirlenir [5/1]:

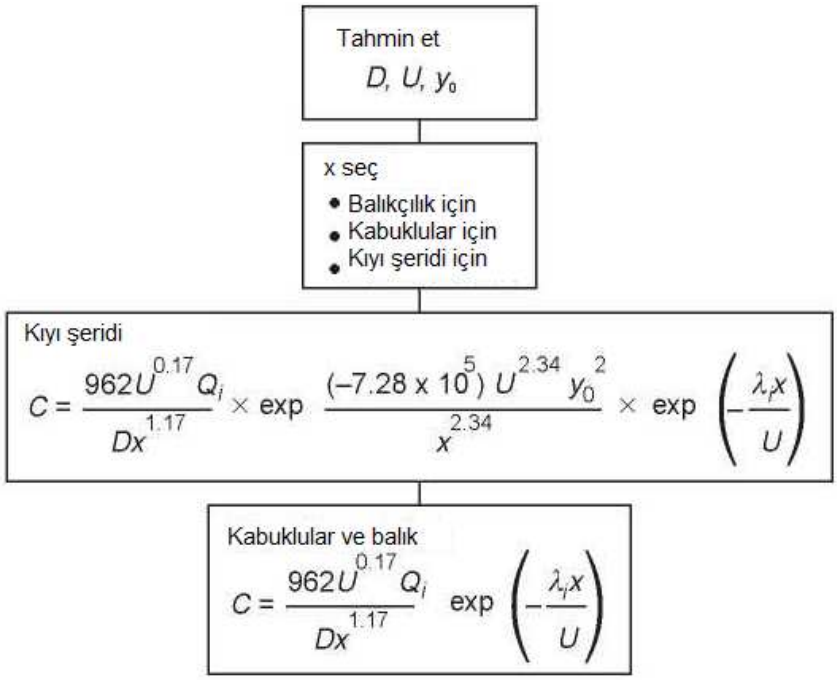
$$C_{w,tot} = \frac{962U^{0,17}Q_i}{Dx^{1,17}}\left[\frac{\left(-7,28\cdot 10^5\right)U^{2,34}y_0^2}{x^{2,34}}\right]\exp\left(-\frac{\lambda_i x}{U}\right), \qquad (5\text{-}5)$$

Denklemdeki tüm parametreler yukarıda ifade edilmiştir.

$C_{w,tot}$ tespitini amaçlayan hesaplamaların belirtilen planına uygun bir şekilde, aşağıdaki parametrelerin ölçülmesi veya belirlenmesi gerekmektedir:

- U kıyısı boyunca ortalama su akış hızı. Akkuyu koyu çevresinde su akış hızının ön ölçümleri yapılmıştır (bakınız bu bölüm 5.4.12.4). NGS'nin termal salınımının yerel akış hızlarını önemli düzeyde değiştirebilecek olmasından dolayı akım ölçümlerinin yetersiz olacağına dikkat edilmelidir. [5/1]'e göre, güvenilir U tahminlerini elde etmek imkansız ise, ihtiyatlı bir şekilde U=0.1 m/s olduğu varsayılır.
- NGS sahası alanında kıyı sularının dikkate alınan ortalama derinliği, m. Denizin katmanlaşmamış kısımları için, tahliye noktasının tasarım alanından uzaklığı için ortalama derinlik D olarak kabul edilmiştir. Bu durumda, D değeri için su katmanlaşması mevcut ise, aşağıdakiler için üst katmanın derinliği (epilimniyon) atanmaktadır [5/1];
- Balık avlama yerlerinin ve plajların NGS sahasına (akış hızı yönünde) en yakın olanı belirlemek için;
- hesaplamaların netleştirilmesi için, ε_y yayılım katsayısının (m2/s) ölçülmesi gerekmektedir.

Şekil 5/2.2, NGS'nin normal çalışması sırasında sabit bir sıvı tahliyesi kaynağından ileri gelen, deniz suyundaki radyonüklit faaliyeti hacminin mühendislik hesaplamaları için bir mantık planı içermektedir.



Şekil 5/2.2 – Sudaki Radyonüklit Faaliyeti Hacmini Hesaplamanın Mantık Prosedürü

Sıvı radyonüklitlerin deniz ve nehirlere acil tahliyesinin NGS tasarımının teknik kararlarıyla hariç bırakıldığını, bu nedenle radyonüklitlerin kanalizasyon yoluyla acil durum tahliyesiyle ilişkili olarak deniz ve ırmaklara yayılımı tanımlayan modellerin bu bölümde ele alınmadığı belirtilmelidir.

5.2.2.2 NGS'den gaz-aerosol tahliyesinden dolayı deniz alanlarının kirlenmesi

Su ve kıyı yüzeyinde atmosferik serpinti yoluyla denizin NGS'den yıllık radyonüklit alımı aşağıdaki korelasyon ile tanımlanmaktadır:

$$Q_r = \int_A \sigma_r(\theta) d\theta + \mu \int_S \chi_r(\theta) d\theta \qquad (5\text{-}6)$$

formülde:

Q_r – gaz-aerosol emisyonunun bir sonucu olarak denizin yıllık radyonüklit alımı, Bq/yıl;

A – NGS gaz-aerosol emisyonundan radyonüklit serpintisinin gerçekleştiği su yüzeyi alanı;

S – Radyonüklit serpintisinin gerçekleştiği deniz kıyısının tahliye alanı;

σ_r – su yüzeyindeki gaz-aerosol emisyonundan serpinti yoğunluğu, Bq/(m^2·yıl);

χ_r – radyonüklitlerin serpildiği arazinin radyoaktif kontaminasyonu, Bq/m^2;

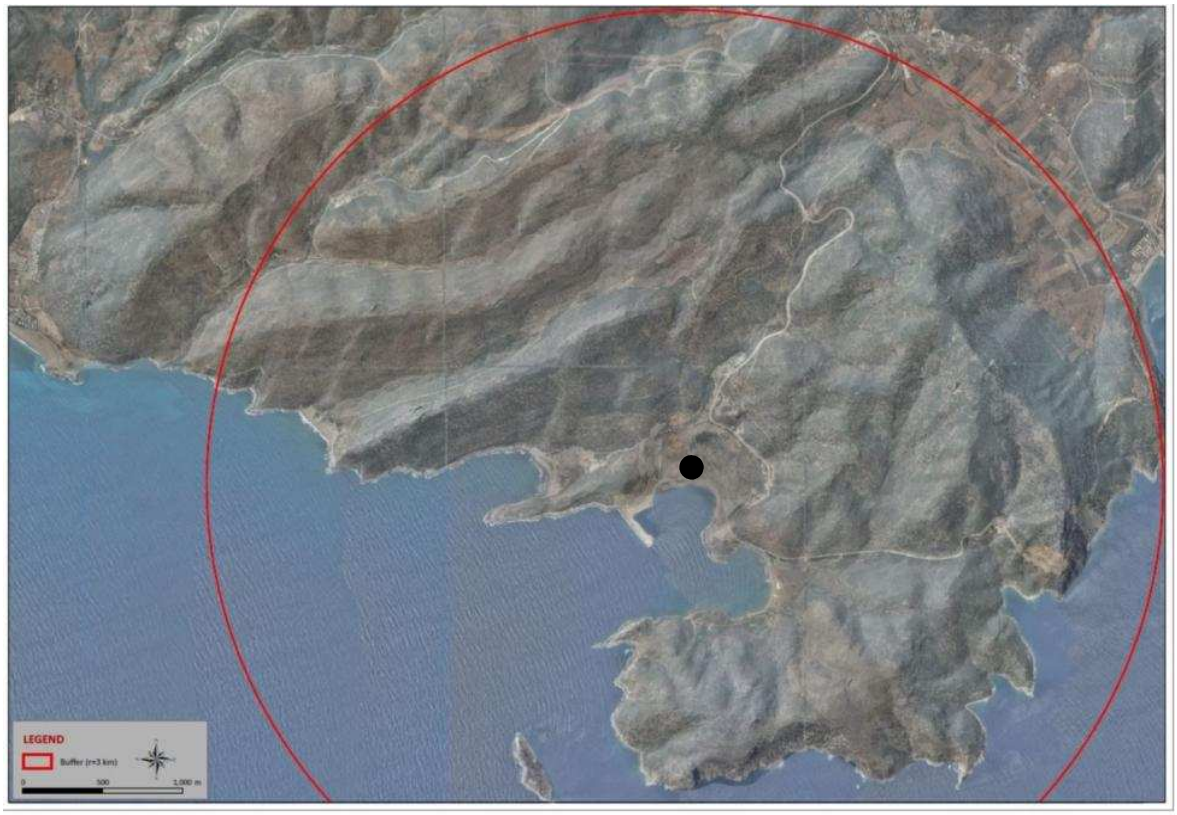
Θ – yüzey öğesi;

μ –ortalama yıllık radyoaktivite yağışla arınma katsayısı, yıl^{-1}. Katsayı, radyonüklitlerin yağışla karadan denize taşınma sürecini açıklamaktadır.

(5-6) formülü çerçevesinde gaz-aerosol emisyonlarından radyonüklit alımını tahmin etmek amacıyla NGS'nin ekolojik güvenliğiyle ilgili mühendislik hesaplamalarında, sudaki nesnelerde mümkün olan en yüksek radyonüklit alımını değerlendirme ihtiyacı bulunmamaktadır. Ayrıca, en kötü koşullar ve NGS'nin gaz-aerosol emisyonundan azami serpinti altında bile, toplum ve çevre üzerinde hiçbir radyo-ekolojik tehdit bulunmamaktadır. Çalışma koşulları sırasında azami gaz aerosol emisyonlarıyla ilgili daha fazla bilgi için, bakınız bölüm 9.2.

5.2.2.3 NGS'nin normal çalışması

Akkuyu NGS'nin nükleer enerji santralinden gaz-aerosol salınımlarından radyasyon etkilerine en üst düzeyde maruz kalan su nesneleri üzerindeki etkisini değerlendirmek için, Akkuyu NGS sahasına yakın 3 km yarıçapında Akdeniz deniz alanının değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir (Şekil 5/2.3). Değerlendirilen bölge büyüklüğünün seçimi, bu bölgede normal NGS çalışmasında azami aerosol birikiminin gözlenmiş olmasına bağlıdır.



Şekil 5/2.3 - Akkuyu NGS'nin 3-km Çevresi İçerisinde Akdeniz Deniz Alanı Planı

NGS'nin normal çalışması sırasında denizin kıyı bölgesinde gaz-aerosol salınımlarının maksimum etki değerlendirmesi için, EWG hariç tasarlanan tüm (4) güç ünitelerinden gaz-aerosol salınımlarında mevcut tüm radyonüklitlerin denizin şartlı seçilmiş kısmının su yüzeyine düştüğü varsayılabilir. Serpintilerin, deniz alanı üzerinde dengeli bir şekilde meydana geldiği ve derinlikte hızlı bir şekilde karıştığı varsayılarak, bir havuzda ideal karışımı açıklayan bir model kullanılabilir.

İdeal karışıma sahip havuz suyundaki radyonüklitlerin hesaplanması için, aşağıdaki sadeleştirilmiş diferansiyel denklem uygulanır, bakınız [5/1]:

$$\frac{dC_{w,tot}}{dt} = \frac{\left(q_r + \lambda_i V\right) C_{w,tot}}{V} + \frac{Q}{V}, \qquad (5\text{-}7)$$

formülde:

V – şartlı su nesnesinin su kütlesi hacmi, m^3;

q_r – havuzun su alışveriş oranı, m^3/s;

Q – tüm NGS enerji ünitelerinin gaz-aerosol salınımından serpintili radyonüklit alımının maksimum yoğunluğu, Bq/s;

diğer parametreler yukarıda tanımlanmaktadır.

t=0 süresi altında $C_{w,tot}$ = 0 olduğunu varsayarak, denklemin (5-7) çözümü aşağıdaki formül olacaktır:

$$C_{w,tot} = \frac{Q}{q_r + \lambda_i V}\left\{1 - \exp\left[-\left(\frac{q_r}{V} + \lambda_i\right)t\right]\right\}. \qquad (5\text{-}8)$$

Üstel şartın [5/1] formülde (5-8) gerçekleşmesi

$$\left(\frac{q_r}{V} + \lambda_i\right) > 10^{-8} c^{-1}$$

ve birden önemli düzeyde az olması halinde

$$\exp\left[-\left(\frac{q_r}{V} + \lambda_i\right)t\right] << 1$$

ve formül (5-8) basit bir ifadeye verildiğinde, zaman t'ye bağlı olmaksızın

$$C_{w,tot} = \frac{Q}{q_r + \lambda_i V} \qquad (5\text{-}9)$$

(5-8) ve (5-9) formülleri, NGS'nin normal çalışma modunda denizin kıyı kesimlerinin gaz-aerosol salınımlarından ileri gelen maksimum su faaliyeti hacmini değerlendirmek için uygulanabilir.

Acil durum koşulları

Radyonüklitlerin atmosferik aktarımı ve suyun yüzeyine serpilmesi ile ilgili radyasyon kazalarında deniz suyu kirliliğinin hesaplanması, genel olarak (5-1) denklemine dayanan, radyonüklitlerin denize taşınmasına ve aktarılmasına ilişkin karmaşık modellerin uygulanmasını gerektirmektedir. Denizin acil durum kirliliğinin hesaplanması için genel olarak kabul edilen bir model mevcut değildir. Uzmanlar tarafında geliştirilen ve farklı ülkelerde kullanılan çok sayıda karmaşık bilgisayar modeli bulunmaktadır [5/3, 5/7, 5/8].

NGS'nin normal çalışmasında olduğu gibi, mühendislik hesaplamaları ve radyasyon kazalarının deniz ve yüzey suyundaki etkilerinin değerlendirilmesi için, maksimum su kirliliği seviyelerini ve kıyı şeridinin taban çökeltilerini değerlendirmek üzere ihtiyatlı sadeleştirici varsayımlara dayanarak basit modeller önerilebilir. Böyle bir sadeleştirme, (katmanlaşma mevcut değil ise) denizin kirlenmiş alanının derinliğinde veya katmanlaşma mevcut ise üst katmanın derinliğine (epilimniyon) kadar radyonüklitlerin acil durum birikiminin anlık ve homojen karışımının ihtiyatlı bir varsayımı olarak görülebilir. Bu durumda, denizin kirlenmiş alanındaki radyonüklitlerin maksimum hacimsel aktivitesi aşağıdaki basit denklemle tahmin edilebilir:

$$C_{w,tot,i}^{\max} = \frac{\sigma_i^{\max}}{D}, C_{w,tot,i}^{\max} = \frac{\sigma_i^{\max}}{D}, \quad (5\text{-}10)$$

formülde:

σ_i^{max} – Kaza sonucu tahliyede deniz yüzeyinin değerlendirilen bölümünde i radyonüklit serpintilerinin maksimum yoğunluğu, Bq/m^2;

D – katmanlaşma mevcut olmadığında ortalama derinlik (katmanlaşma mevcut iken epilimniyon derinliği), m.

Suda i radyonüklidinin maksimum hacimsel faaliyetinin kaza negatif sonuçları – $C_{w,tot,i}^{\max}$ kıyı şeridinin (plajların) taban çökeltilerinin ve balıkların radyonüklit ile kirlenmesinin maksimum seviyelerinin değerlendirilmesi için kullanılabilir. Tahminler suyolu nüfusunun maruz kaldığı maksimum dozları ve hidrobiyontların emilen dozunu değerlendirmek için kullanılabilir.

5.2.3 FİLTRELENMİŞ (TUZLU) SUDA, ASILI PARÇACIKLARDA, DENİZ TABANI ÇÖKELTİLERİNDE VE KIYI ŞERİDİ TOPRAKLARINDA RADYONÜKLİT İÇERİĞİN HESAPLANMASI

Filtrelenmiş su

Filtrelenmiş suda hacimsel radyonüklit aktivitesi, aşağıdaki formüle göre tahmin edilebilir [5/1]

$$C_{w,s} = \frac{C_{w,tot}}{1 + 0{,}001 K_d S_s}, \quad (5\text{-}11)$$

formülde:

$C_{w\ tot}$ – süspansiyon ile emilen, su içinde radyonüklitlerin toplam hacimsel aktivitesi, (Bq/m^3);

$C_{w,s}$ – Çözünmüş aşamada radyonüklitlerin hacimsel aktivitesi (filtrelenmiş su), Bq/m^3;

K_d – su ve süspansiyon arasındaki radyonüklit dağılım katsayısı, l/kg;

S_s – sudaki parçacık konsantrasyonu, kg/m^3.

K_d değeri bazı parametrelere dayanmakta olup emilim deneyleri ile değerlendirilebilir [5/9]. Deney verileri mevcut olmadığında literatür verilerinin kullanılması mümkündür.

[5/1] uyarınca tuzlu ve tatlı su için NGS tahliyesinde ve emisyonunda sunulan radyonüklitler için K_d değerleri Tablo 5/2.1'de belirtilmekte olup; Tablo, NGS faaliyetinin herhangi bir durumunda çevreye yayılabilecek potansiyel radyoaktif maddenin ve K_d dağılım katsayılarının karşılık gelen tavsiye edilen değerlerinin bir listesidir.

Sudaki asılı çökelti konsantrasyonu ölçülecektir. Ölçümler mevcut değil iken, kıyı deniz suyu için Ss = 1x10-2 kg/m^3, ırmak ve tatlı su gölleri için Ss = 5x10-2 kg/m^3 ihtiyatlı olarak kabul edilmektedir.

Tablo 5/2.1 – Kd Katsayısının Tavsiye Edilen Değer Dağılım Katsayısı [5/1]

Nüklit	Değer K_d, l/kg	
	Tatlı sular	Tuzlu sular
^{3}H	0.0	0.0
^{51}Cr	$1.0 \cdot 10^{4}$	$5.0 \cdot 10^{4}$
^{54}Mn	$1.0 \cdot 10^{3}$	$2.0 \cdot 10^{5}$
^{59}Fe	$5.0 \cdot 10^{3}$	$5.0 \cdot 10^{4}$
^{58}Co	$5.0 \cdot 10^{3}$	$2.0 \cdot 10^{5}$
^{60}Co	$5.0 \cdot 10^{3}$	$2.0 \cdot 10^{5}$
^{65}Zn	$5.0 \cdot 10^{2}$	$2.0 \cdot 10^{4}$
^{89}Sr	$1.0 \cdot 10^{3}$	$1.0 \cdot 10^{3}$
^{90}Sr	$1.0 \cdot 10^{3}$	$1.0 \cdot 10^{3}$
^{95}Zr	$1.0 \cdot 10^{3}$	$1.0 \cdot 10^{6}$
^{103}Ru	$5.0 \cdot 10^{2}$	$3.0 \cdot 10^{2}$
^{106}Ru	$5.0 \cdot 10^{2}$	$3.0 \cdot 10^{2}$
^{131}I	$1.0 \cdot 10^{1}$	$2.0 \cdot 10^{1}$
^{134}Cs	$1.0 \cdot 10^{3}$	$3.0 \cdot 10^{3}$
^{137}Cs	$1.0 \cdot 10^{3}$	$3.0 \cdot 10^{3}$
^{141}Ce	$1.0 \cdot 10^{4}$	$2.0 \cdot 10^{6}$
^{144}Ce	$1.0 \cdot 10^{4}$	$2.0 \cdot 10^{6}$

Asılı parçacıklarda radyonüklit içeriği

Asılı parçacıklarda emilen özgül radyonüklit aktivitesi $C_{s,w}$ (Bq/kg), [5/1] formülüne göre belirlenmektedir.

$$C_{s,w} = \frac{0{,}001 K_d C_{w,tot}}{1 + 0{,}001 K_d S_s}, \qquad (5\text{-}12)$$

formüldeki tüm parametreler, yukarıdaki (5-11) açıklamasında belirlenmiştir.

Deniz tabanı çökeltilerinde radyonüklit içeriği

[5/1]'e göre, kontamine süspansiyonların tabana emilmesi ve birikmesi süreçleriyle ilgili olarak deniz tabanı çökeltilerinde özgül radyonüklit aktivitesi $C_{s,b}$ (Bq/kg) aşağıdaki formüle göre belirlenmektedir:

$$C_{s,b} = \frac{(0,1) \cdot 0,001 K_d \cdot C_{w,tot}}{1 + 0,001 K_d \cdot S_s} \times \frac{1 - e^{-\lambda_i T_e}}{\lambda_i T_e} = 0,1 C_{s,w} \times \frac{1 - e^{-\lambda_i T_e}}{\lambda_i T_e}, \qquad (5\text{-}13)$$

formülde, T_t – çökelti birikiminin etkili süresi, (s).

T_t 'nin itidalli değerlendirmesi için, bir yıllık süre uygulanmaktadır: $3,15 \times 10^7$s.

Kıyı şeridi bölgesi ve plaj topraklarında radyonüklit içeriği

[5/1]'e göre kıyı şeridi bölgesi ve plaj topraklarında radyonüklitlerin yüzey aktivitesi $C_{s,s}$ (Bq/m^2) aşağıdaki formüle göre belirlenebilir:

$$C_{s,b} = \frac{(0,1) \cdot 0,001 K_d \cdot 60 \cdot C_{w,tot}}{1 + 0,001 K_d \cdot S_s} \times \frac{1 - e^{-\lambda_i T_e}}{\lambda_i T_e} = 60 \cdot C_{s,b} \qquad (5\text{-}14)$$

Burada, (5-13) ifadesinde olduğu gibi, T_t için bir itidalli değerlendirme olarak, 1 yıllık süre uygulanır, örn: 3,15x10^7 s.

Yukarıda belirtilen modeller, normal çalışma altında nükleer enerji tesisinin sıvı tahliyelerinden suda, deniz-tabanı çökeltilerinde, kıyı şeridinde ve plaj topraklarında radyonüklit konsantrasyonunun hesaplanmasına ve NGS'nin normal çalışmasında olduğu gibi ve acil durumlar için gaz-aerosol emisyonlarından deniz ortamındaki bileşenlerdeki radyonüklitlerin azami seviyesinin değerlendirilmesine imkan tanır. Deniz ortamında $C_{w,tot}$ hesaplamaları için, aşağıdaki parametrelerin ölçülen değerlerinin elde edilmesi gerekmektedir:

- Irmak kenarı boyunca ortalama su akışı hızı U, (m/s). Bazı gerekçeler ile, güvenilir U tahminlerinin elde edilmesi imkansız ise, ihtiyatlı bir şekilde U=0,1 m/s olduğu varsayılır.
- NGS yerleşim alanında denizin değerlendirilen bir kısmında derinlik dağılımı, m. Denizin katmanlaşmış kısımları için, üst katmanın ortalama derinlik değeri (epilimniyon).
- Suda asılı parçacıkların içeriği S_s, (kg/m^3).
- Ayrıca, hesaplamalar için aşağıdakiler hakkında deney verilerinin elde edilmesi istenir.
- Deniz suyu ve deniz tabanı çökeltileri arasında doz oluşturan radyonüklitler için Kd dağılım katsayılarının değerleri.

Değerlendirilen deniz alanında e_x, e_y yayılım katsayılarının değerleri (m^2/s).

5.3 SU KAYNAKLARININ YETERLİLİĞİ

5.3.1 AKKUYU NGS İŞLETME SUYU ŞEBEKESİ

İşletme suyu şebekesi, Akkuyu NGS'nin 1., 2., 3., 4., Ünitelerinde bulunan normal çalışma tüketicilerine ve güvenlik sistemi tüketicilerine soğutma suyu sağlamaktadır.

İşletme suyu şebekesi, soğutma deniz suyunun ısı eşanjör ekipmanı üzerinde tek bir devridaim yaptığı açık sistem tasarımına sahiptir.

Akkuyu NGS'nin işletme suyu şebekesinin kaynağı Akdeniz'in deniz suyudur.

Nihai ısı havuzu Akdeniz havzasıdır.

Bir Enerji Ünitesi için toplam soğutma suyu akış hızı 216136 m^3/saat (yuvarlatılmış rakamla: 220000 m^3/saat), dört Enerji Ünitesi için 864544 m^3/saat (in yuvarlatılmış rakamla: 880000 m^3/saat).

Akkuyu NGS için işletme suyu şebekesinin ön tasarımı, Akdeniz'de dört Ünite için 240 m^3/s tasarım su alımı sağlayan dört yüzey suyu alım yapısını kapsamaktadır.

Su tahliyesinin önerilen açık sistem yapısı, devridaim etkisini azaltmak/minimuma indirmek amacıyla sıcak suyu Denize geri boşaltan dalgıç tipi su tahliye kanallarını kullanmaktadır. Deniz suyu alımı, Akkkuyu NGS için işletme suyu sağlama gereksinimlerini tamamen karşılamaktadır.

Burada ele alınan su alım ve su tahliye hidrolik çalışmaları, yerleşim düzenleri ve biyolojik kirlenmeye karşı koruma tedbirleri ön çalışma olup, tasarım aşamasında nihai şekillerine kavuşturulacaktır.

5.3.2 İÇME VE KULLANMA SUYU TEDARİĞİ

İnşaat periyodunda maksimum günlük tatlı su gereksinimleri:

içme ve kullanma suyu: 660 m^3/gün (7.6 l/s);

işletme suyu: 2280 m^3/gün (26.4 l/s).

Dört Üniteyi işletmek için maksimum toplam tatlı su gereksinimi kullanma suyu için 415 m^3/saat (115 l/s) ve içme suyu için 450 m^3/saat'tir (125 l/s). Toplam günlük tüketim, yaklaşık 2.210 m^3/gün olarak tahmin edilmektedir.

5.3.3 AKKUYU NGS İÇİN SU TEDARİĞİNİN YETERLİLİĞİ

Akkuyu NGS'nin işletme suyu şebekesi için su tedariği (Akdeniz'den açık sistem yapı) yeterlidir. Bölgenin su kaynakları, güvenlikle ilgili tüketiciler için işletme suyu tedariğinin deniz suyu alımından garanti edilmesini sağlamaktadır. Su alımı tasarım parametreleri, Akkuyu NGS hidrolik yapıları alanında Akdeniz seviye değişimlerinin tüm aralıklarında güvenlikle ilgili tüketicilerin işletme suyu tedariğinin güvenilir bir şekilde yapılmasına imkan tanımaktadır.

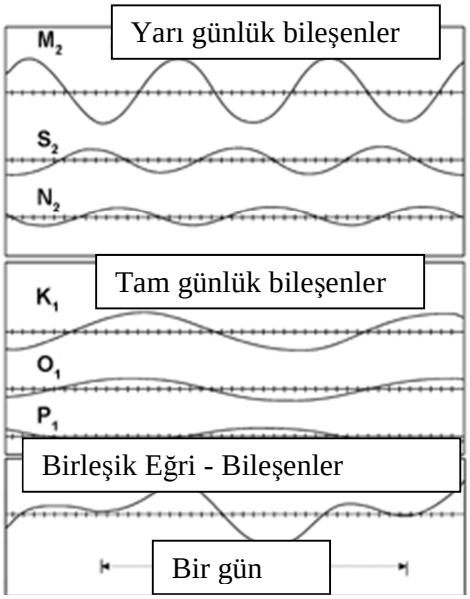
Deniz suyunun yangınla mücadeleye uygunluğu sonraki tasarım aşamalarında değerlendirilecektir. Tatlı içme ve kullanım suyu kaynaklarının özellikleri bu Raporun 5.1 kısmında verilmektedir. İçme ve kullanım suyu tedariği için bölgede mevcut olan tatlı suyolları, su tedariğinin genişletilmesine yönelik ilgili mühendislik çözümlerinin geliştirilmesi için yeterli kabul edilmektedir. Ancak, Akkuyu NGS sahasında içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayacak bir tuzdan arındırma tesisi kurulmasına yönelik bir karar alınmıştır.

Akkuyu NGS bölgesindeki su tüketimindeki olası değişiklikler, başta NGS inşaatından dolayı işçi göçü ve ayrıca turizmin gelişmesi olmak üzere, Türk tarafın ileriye dönük talepleri ile tanımlanmaktadır. İçme ve kullanım suyu tüketimi tahmini, tasarımın sonraki aşamalarında gerçekleştirilecektir.

5.3.4 %0.01, 0.1, 1, 95, 97, 99.9 AŞMA OLASILIĞI İLE TASARIM DENİZ SEVİYELERİ

Tasarım deniz seviyelerinin, gelgit ve mevsim dalgalanmalarının belirlenmesi amacıyla, Erdemli- II Mareograf İstasyonu (Türkiye Harita Genel Komutanlığı) tarafından 30.05.2003-16.09.2011 tarihleri arasında yapılan deniz seviyesi ölçümleri kullanılmıştır. Deniz seviyesi ölçümlerinin numune alım hızı 15 dakikadır. Verilen ölçümlere ait veriler, ölçüm değerlerine eksi 0,96698 m eklenmek suretiyle TUDKA-99 verisine dönüştürülür.

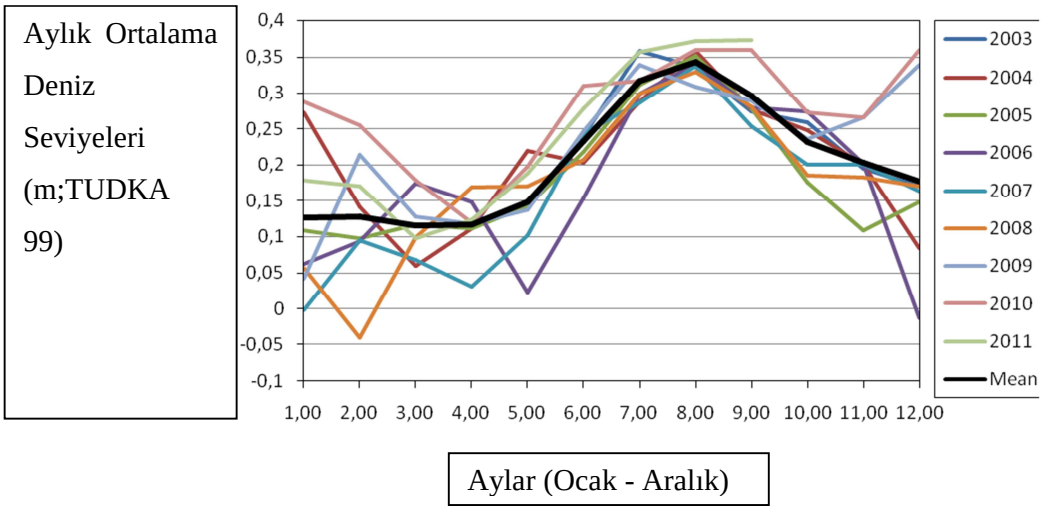
Gelgitler ağırlıklı olarak 12,39 saatlik (12,0 – 12,8 saat arası değişen) ortalama süre içerisinde 0,165 m (0,035 ile 0,25 arasında değişen) gelgit değişimine sahip yarım-günlüktür. Ayrıca, Pawlowicz tarafından ortaya koyulan yöntem kullanılarak, Şekil 5/3.1'de gösterilen ana gelgit bileşenleri Tablo 5/3.1'de verilmektedir. Verilerin aylık ortalama değerlerini dikkate alarak, 30.05.2003-16.09.2011 tarihleri arasındaki ölçümlere göre genel olarak Temmuz ve Ağustos aylarında maksimum değer ve Aralık ve Nisan ayları arasında minimum değer almak suretiyle, mevsim değişiminin ortalama 0,29 m (0,19 ile 0,37 arasında değişen) olarak gerçekleştiği gözlenmektedir (Şekil 5/3.2). Ölçümlerden gözlenen deniz seviyesi artışı yıllık yaklaşık + 7,2 mm'dir (Şekil 5/3.3). Yerküre hareketlerinin etkileri dahil edilmemiştir.



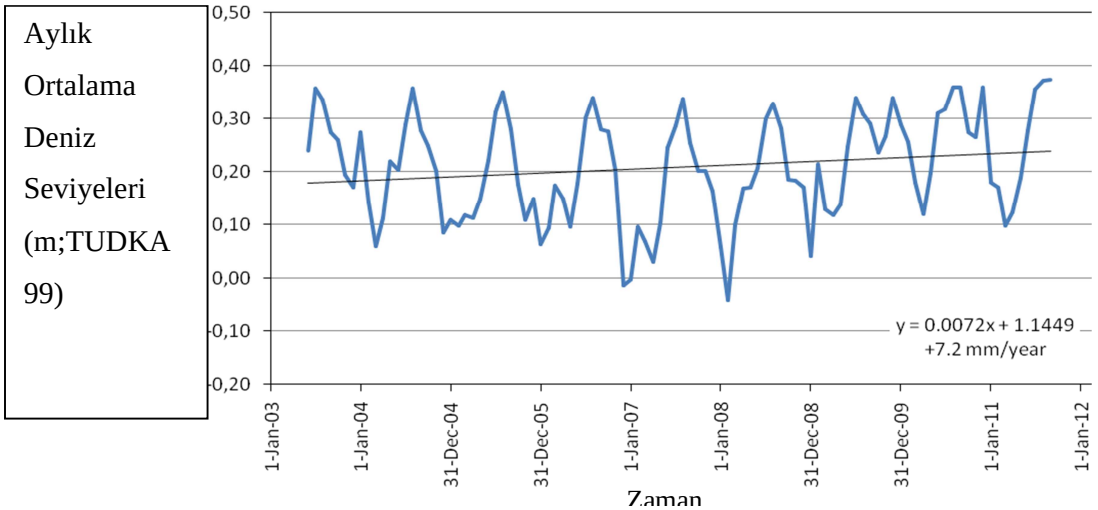
Şekil 5/3.1 - Ana Gelgit Bileşenleri

Tablo 5/3.1 - Erdemli – II Deniz Seviyesi Ölçüm Verilerinden Alınan Başlıca Gelgit Bileşenleri (30.05.2003 – 16.09.2011)

Gelgit Bileşeni	Genlik (m)	Periyot (saat)
O1 (Temel ay günlük bileşeni)	0.020	25.82
P1 (Temel ay günlük bileşeni)	0.010	24.07
K1 (Ay gün günlük)	0.027	23.93
N2 (Ay eliptik yarı günlük)	0.017	12.66
M2 (Temel ay yarı günlük)	0.106	12.42
S2 (Temel güneş yarı günlük)	0.061	12.00



Şekil 5/3.2 – Aylara Göre Aylık Ortalama Deniz Seviyelerinde Değişim (30.05.2003 – 16.09.2011 arasında Erdemli-II Deniz Seviyeleri Ölçüm Verileri, TUDKA-99 Verisi)



Şekil 5/3.3 – Yıllara Göre Aylık Ortalama Deniz Seviyelerinde Değişim (30.05.2003 – 16.09.2011 arasında Erdemli-II Deniz Seviyeleri Ölçüm Verileri, TUDKA-99 Verisi)

Aylık ortalama deniz seviyeleri Tablo 5/3.2'de sunulmaktadır. Aylık maksimum ve minimum deniz seviyeleri sırasıyla Tablo 5/3.3 ve Tablo 5/3.4'te verilmektedir.

Tablo 5/3.2 – Aylık Ortalama Deniz Seviyeleri (m) (TUDKA-99 Verileri)

Yıl	Oca.	Şub	Mar	Nisan	May	Haziran	Temmuz	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
2003	-	-	-	-	-	0.24	0.36	0.34	0.27	0.26	0.19	0.17
2004	0.27	0.14	0.06	0.11	0.22	0.20	0.29	0.36	0.28	0.25	0.20	0.08
2005	0.11	0.10	0.12	0.11	0.14	0.22	0.31	0.35	0.28	0.18	0.11	0.15
2006	0.06	0.09	0.17	0.15	0.02	0.15	0.30	0.34	0.28	0.27	0.20	-0.01
2007	0.00	0.09	0.07	0.03	0.10	0.24	0.29	0.34	0.25	0.20	0.20	0.16
2008	0.06	-0.04	0.10	0.17	0.17	0.21	0.30	0.33	0.28	0.19	0.18	0.17
2009	0.04	0.21	0.13	0.12	0.14	0.25	0.34	0.31	0.29	0.24	0.27	0.34
2010	0.29	0.25	0.18	0.12	0.20	0.31	0.32	0.36	0.36	0.27	0.27	0.36
2011	0.18	0.17	0.10	0.12	0.19	0.28	0.36	0.37	0.37	-	-	-

Tablo 5/3.3 – Aylık Maksimum Deniz Seviyeleri (m) (TUDKA-99 Verileri)

Yıl	Oca.	Şub	Mar	Nisan	May	Haziran	Temmuz	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
2003	-	-	-	-	-	0.52	0.60	0.57	0.57	0.57	0.62	0.48

Yıl	Oca.	Şub	Mar	Nisan	May	Haziran	Temmuz	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
2004	0.73	0.46	0.50	0.43	0.52	0.47	0.57	0.61	0.52	0.51	0.52	0.34
2005	0.56	0.44	0.53	0.39	0.42	0.50	0.55	0.60	0.54	0.45	0.47	0.47
2006	0.32	0.44	0.46	0.45	0.36	0.49	0.52	0.59	0.50	0.56	0.63	0.29
2007	0.41	0.39	0.34	0.35	0.43	0.53	0.54	0.57	0.50	0.51	0.49	0.60
2008	0.34	0.26	0.46	0.48	0.41	0.44	0.55	0.58	0.53	0.41	0.46	0.45
2009	0.49	0.71	0.50	0.38	0.41	0.53	0.57	0.54	0.57	0.50	0.58	0.74
2010	0.79	0.64	0.61	0.40	0.54	0.60	0.58	0.63	0.63	0.51	0.53	0.75
2011	0.53	0.63	0.47	0.42	0.55	0.56	0.64	0.63	0.55	-	-	-

Tablo 5/3.4 - Aylık Minimum Deniz Seviyeleri (m) (TUDKA-99 Verileri))

Yıl	Oca.	Şub	Mar	Nisan	May	Haziran	Temmuz	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
2003	-	-	-	-	-	0.01	0.16	0.10	-0.04	0.00	-0.22	-0.15
2004	-0.09	-0.19	-0.32	-0.19	-0.09	-0.06	0.08	0.09	-0.01	0.00	-0.14	-0.23
2005	-0.28	-0.30	-0.20	-0.21	-0.53	-0.41	0.09	0.10	0.03	-0.08	-0.20	-0.15
2006	-0.28	-0.30	-0.11	-0.17	-0.73	-0.63	-0.04	0.11	0.01	0.02	-0.07	-0.29
2007	-0.39	-0.21	-0.31	-0.23	-0.23	-0.03	0.06	0.05	-0.05	-0.10	-0.03	-0.17
2008	-0.18	-0.37	-0.24	-0.19	-0.06	0.00	0.06	0.06	0.06	-0.14	-0.09	-0.16
2009	-0.40	-0.10	-0.15	-0.16	-0.09	0.01	0.11	0.06	0.05	-0.02	-0.06	-0.10
2010	-0.23	-0.03	-0.16	-0.13	-0.03	0.08	0.05	0.10	0.09	0.00	-0.08	0.07
2011	-0.17	-0.14	-0.18	-0.14	-0.05	-0.01	0.10	0.11	0.13	-	-	-

Maksimum ve minimum deniz seviyeleri, TUDKA-99 Verilerine göre 30.05.2003-16.09.2011 tarihleri arasında sırasıyla 0,79 m ve eksi 0,73 m olarak ölçülmüştür. 15 dakika aralıklı ölçümler için yıllık maksima yöntemi kullanılarak, tasarım deniz seviyelerini bulmak için bir en yüksek değer analizi yapılmıştır. TUDKA-99 verilerine göre Tablo 5/3.5'te verilen yıllık maksimum ve minimum deniz seviyeleri, farklı dağılım katsayıları ile FT-1 (Gumbel), FT-2, FT-3 (Weibul) ve Log-Normal arasında en uygun dağılımlar kullanılarak analiz edilmiştir. En yüksek minimum deniz seviyelerini belirlemek için, Tablo 5/3.5'te verilen veriler eksi 1 ile çarpılarak yıllık maksimum deniz seviyesi verilerine benzer bir şekilde analiz edilmiştir.

Tablo 5/3.5 - 30.05.2003 - 16.09.2011 Arasında Gözlemlenen Yıllık Maksimum ve Minimum

Deniz Seviyeleri (m) (TUDKA-99 Verileri)

Yıl	Yıllık Maksimum Deniz Seviyesi (m)	Yıllık Minimum Deniz Seviyesi (m)
2003	0.62	-0.22
2004	0.73	-0.32
2005	0.60	-0.53
2006	0.63	-0.73
2007	0.60	-0.39
2008	0.58	-0.37
2009	0.74	-0.40
2010	0.79	-0.23
2011	0.64	-0.18

En uygun sonuçları veren FT-1a dağılımı, en yüksek deniz seviyeleri ve bu en yüksek deniz seviyelerinin kümülatif aşmama olasılığı arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılmaktadır.

Azalan sıralı veriler için Pm = 1-(m)/(N+1),

P(<WLmax) = exp[-exp(-(WLmax -B)/A)],

formülde:

- m veri sırası;
- N toplam veri sayısı;
- WLmax referans zaman uzunluğunda en yüksek deniz seviyesidir;
- P(<WLmax) WLmax değerinin referans süre içinde aşılmadığı kümülatif olasılıktır;
- A ve B dağılım parametreleridir.

Yukarıda verilen denklem, ordinat ile -ln[-ln(1/(P(<WLmax)) şeklinde bir WLmax grafiğinin, eğimi olarak +A ve kesme noktası olarak +B'ye sahip bir düz çizgi vermesi gerektiğini göstermektedir (Şekil 5/3.4). Şekil 5/3.4 ve Şekil 5/3.5'in üst yatay ekseni, aşağıdaki ilişki ile aşmama olasılığı değeriyle ilgili olan bir Rp dönüş süresini göstermektedir [5/2]:

Rp = 1/(1-P(<WLmax))

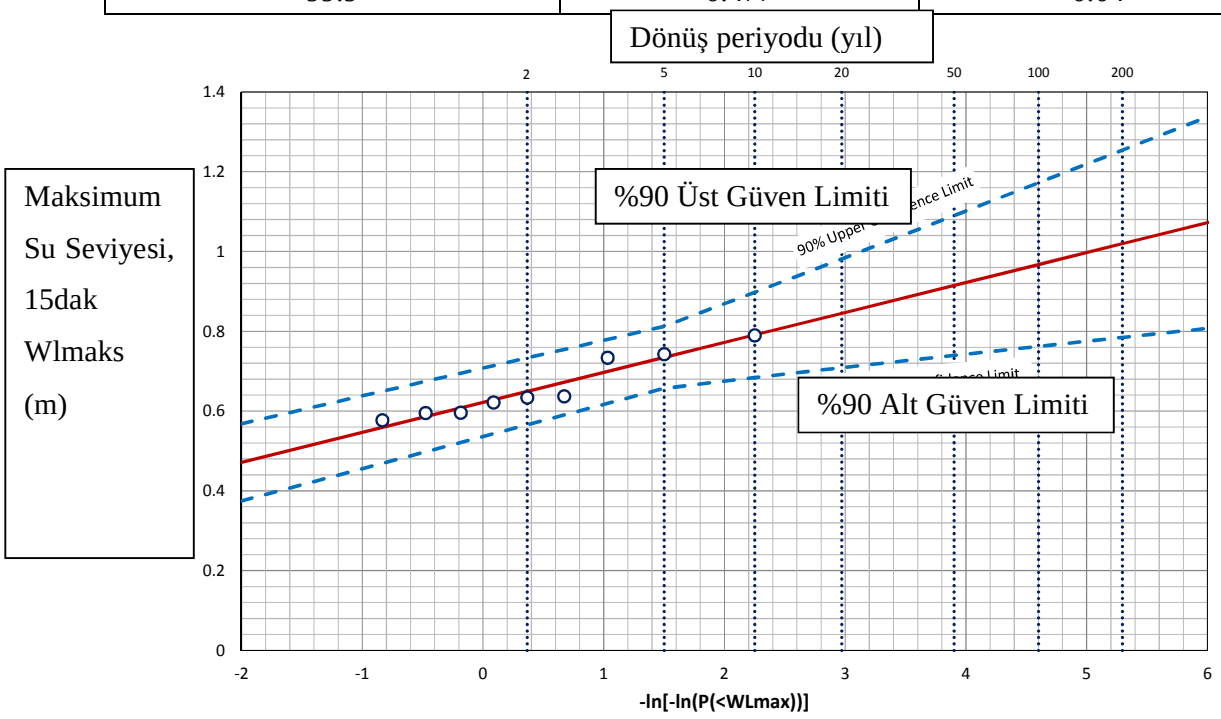
Seçilen dönüş süreleri için en yüksek deniz seviyeleri (Rp: yıl olarak) Tablo 5/3.6'da verilmektedir. %0,01, %0,1, %1, %95, %97, %99,9 aşma olasıklarına sahip tasarım deniz seviyeleri Tablo 5/3.7'de verilmektedir.

Tablo 5/3.6 İlgili Dönüş Süreleri için En Yüksek Deniz Seviyeleri

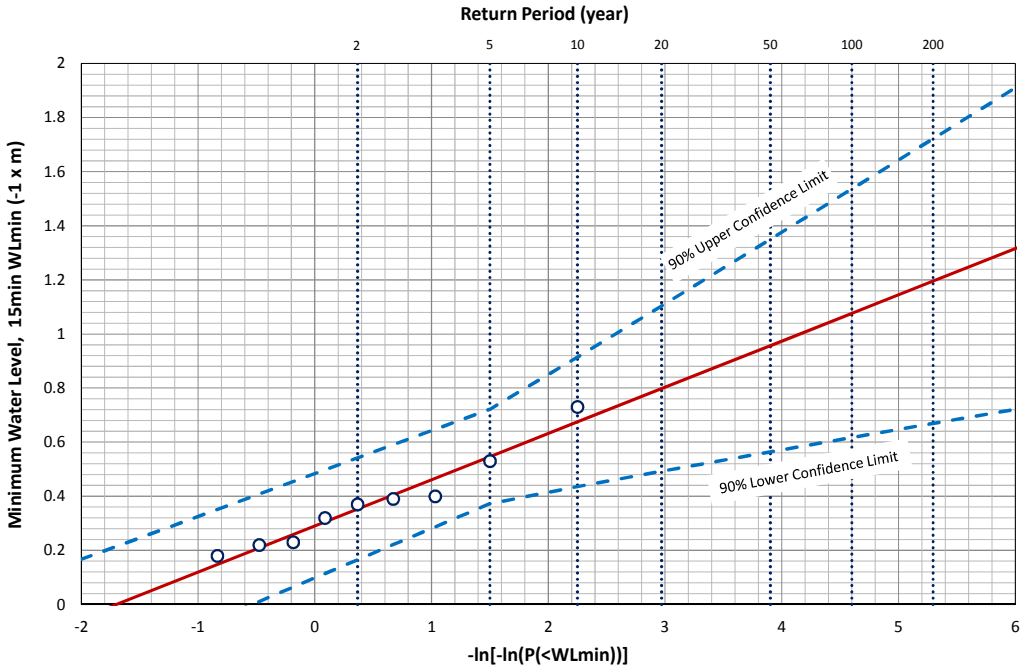
Dönüş Süresi (yıl)	Aşma Olasılığı, Q	Maksimum Deniz Seviyesi (m) 15 Dak için	Minimum Deniz Seviyesi (m) 15 Dak için
5	0.2	0.73	-0.55
10	0.1	0.79	-0.68
20	0.05	0.84	-0.80
50	0.02	0.91	-0.96
100	0.01	0.97	-1.08

Tablo 5/3.7 Aşma Olasılıkları için Tasarım Deniz Seviyeleri

Aşma Olasılığı, Q (%)	Maksimum Deniz Seviyesi (m) 15 Dak için	Minimum Deniz Seviyesi (m) 15 Dak için
1	0.967	-1.08
0.1	1.140	-1.47
0.01	1.313	-1.86
95	0.540	-0.10
97	0.528	-0.08
99.9	0.477	0.04



Şekil 5/3.4 - 30.05.2003 – 16.09.2011 tarihleri arasında Yıllık Maksimum Deniz Seviyesi Verileri için En Yüksek Değer İstatistiği (TUDKA-99 Verileri)



Şekil 5/3.5 - 30.05.2003 – 16.09.2011 tarihleri arasında Yıllık Minimum Deniz Seviyesi Verileri için En Yüksek Değer İstatistiği (TUDKA-99 Verileri)

Tablo 5/3.7'de verildiği üzere, %1, %0,1 ve %0,01 aşma olasılıklarına sahip en yüksek pozitif su seviyeleri, TUDKA-99 Verilerine göre sırasıyla 0,97, 1,14 ve 1,31 m olarak bulunmuştur. Benzer bir şekilde, %1, %0,1 ve %0,01 aşma olasılıklarına sahip en yüksek negatif su seviyeleri, TUDKA-99 Verilerine göre sırasıyla eksi 1,08, eksi 1,47 ve eksi 1,86 m olarak bulunmuştur.

5.3.5 NİHAİ ISI SÖNÜMLEYİCİNİN SICAKLIK ÖZELLİKLERİ

Sıcak işletme suyu tahliyesi, NGS'ye en yakın Akdeniz koylarından birine yapılacaktır. Akdeniz nihai ısı havuzu olacaktır. Akkuyu NGS sahası civarında Akdeniz'in Hidrolojik özellikleri Bölüm 5-4'de verilmektedir. Akkuyu NGS sahası bölgesinde Akdeniz'in sıcaklık özelliklerine dair bilgiler bu Bölümde verilmektedir

5.3.5.1 Akdeniz Kıyı Bölgesinin Termal Modu

Isınma eğilimi Nisan ayının başlarında başlamakta olup en yüksek sıcaklıklar Ağustos ayında meydana gelmektedir ve soğuma eğilimi Eylül başlarında başlamaktadır. Isınma, Nisan ve Haziran aylarında en hızlıdır. Sıcaklıktaki en keskin düşüş Ekim ayında meydana gelir. En düşük su sıcaklıkları Mart ayında meydana gelir. Hava sıcaklığı döngüsü benzeri özellikler göstermektedir.

Gözlenen maksimum deniz suyu sıcaklığı, 23 Ağustos 1977 tarihinde 29.84°C iken minimum sıcaklık ise 31 Mart 1978 tarihinde 15.57°C olmuştur.

Yaz sonundan kış mevsimine kadar, deniz suyu sıcaklığı güçlü atmosfer olaylarına karşılık gelen kademeli bir şekilde azalmaktadır. Çok geniş kuzey batı rüzgar gerilimleri ile kendini gösteren bu rüzgarlar yerel Poyraz rüzgar sistemini yansıtmakta olup, neredeyse her bir Poyraz olayı meydana geldiğinde, deniz suyu sıcaklığı önceki değerlere göre 0,5 – 1,5°C net bir düşüş sergilemektedir. Bu farkın bir kısmı, rüzgardan hemen sonra geri kazanılabilir ancak, genel olarak, geri kazanım sonrasında bile net düşüş büyüktür; sıcaklık sonraki rüzgara kadar uzun vadede sabit kalmaktadır. Böyle olaylar arasında bir azalma eğilimi bulunmadığından, Poyrazla karışık olayın ilerlemesinin sonbahar ve kış mevsimlerinde su kütlelerinin soğumasından büyük ölçüde sorumlu olduğu sonucuna varılabilir. Böyle hızlı soğuma, rüzgar karışımının ve Poyraz sırasında gizli ısı kayıplarının bir birleşimidir.

Aralık ayından sonra, Poyrazdan dolayı net sıcaklık azalması, karışık katmanın yeterince derin olması ve derin sulara kıyasla aşırı sıcaklığın tamamını kaybetmiş olmasından dolayı önemsizdir. Ancak, ilkbahar aylarında, Poyraz rüzgarları sıcaklıktaki uzun vadeli dalgalanmalarla ilgili olup Temmuz ayında yüzey sularında maksimum ısınma hızı gerçekleşir. Poyraz olayları ayrıca etkili bir karışımı tetikler ve eş zamanlı olarak gelişen sıcaklık katmanlaşmasını engeller.

Koydaki sıcaklık katmanlaşması Nisan ayında hava sıcaklığında ısınma eğiliminin başlaması ile başlar. Yüzey katmanlarının ısınması ile, sürekli olarak katmanlaşan bir su sütunu gelişir. Hava sıcaklığı arttıkça, yaz mevsimi rüzgar karışımının etkisi altında yaklaşık olarak homojen bir sıcaklıkta (ve tuzlulukta) bir karışık yüzey katmanı oluşur. Eylül'de başlayan hava sıcaklığı düşüşüyle ve kış fırtınalarından dolayı artan dikey karışım ile yüzey katmanı hem soğur ve hem de daha derinleşir. Bu aylarda, Eylül'den Mart'a kadar, karışık katmanın derinliği 50 – 100 m arasındadır. Sonuç olarak Akkuyu koyundaki sıcaklık değişimi, bu aylar boyunca yatay ve dikey olarak 1°C'den daha düşüktür.

Mayıs ve Haziran boyunca tüm istasyonlarda sürekli bir katmanlaşma gözlenir. Mayıs ayında 20°C ve 21°C izotermleri, koya doğru hafif bir şekilde eğilir ve koyun açık deniz bölgesinde nispeten daha sıcak bir suyun mevcudiyetini gösterir. İnce bir sıcak su yüzeyi ve nispeten az tuzlu su, koyun ağzına yerleşir. Haziran kesiti dikey katmanlaşmanın devam ettiğini gösterirken, yatay sıcaklık dağılımı Mayıs ayındaki dağılıma göre daha homojen bir hale gelmiştir.

Ağustos ayında, koydaki su kütlesinin büyük bir kısmının, yaklaşık 25 metrelik bir derinliğe kadar, sıcaklığın yüzeyde yaklaşık 29°C ve 25 m'de 28°C olduğu iyi karışım haline ulaştığı görülmektedir.

Birkaç saatten yaklaşık iki güne kadar periyotlarla sıcaklık dalgalanmalarının, demirlenmiş akım ölçerlerden elde edilen kayıtlarda genel sıcaklık eğilimi üzerine bindiği gözlenmiştir. Bazı büyük dalgalanmaların şiddeti 3-4°C arasında olmuştur. Dalgalanmalar, akım ölçerlerin bulunduğu 5 in ve 15 m derinliklerde gözlenmiştir.

Sıcaklık dalgalanmaları, üst katmandaki sıcaklığın sürekli bir değişime sahip olduğu Mayıs, Haziran ve Temmuz ayları boyunca en yüksek değerlerindedir. Kısa süreli dalgalanmaların en baskın şekli, rüzgarların günlük deniz meltemi sistemiyle zorlanan hareketlerin bir kısmı olan bir güne yakın periyotlardır.

Mayıs ve Haziran aylarındaki duruma karşıt olarak, dalgalanmalar, karma bir katman oluştuğunda daha küçüktür.

Mevcut 2011 çalışmaları sırasında Akkuyu Koyunun termal modunu değerlendirmek amacıyla CTD profil çıkarma etüdü (iletkenlik, sıcaklık, su yoğunluğu) her 10 günde bir 30 yerde (Şekil 5/3.6) gerçekleştirilmiştir.

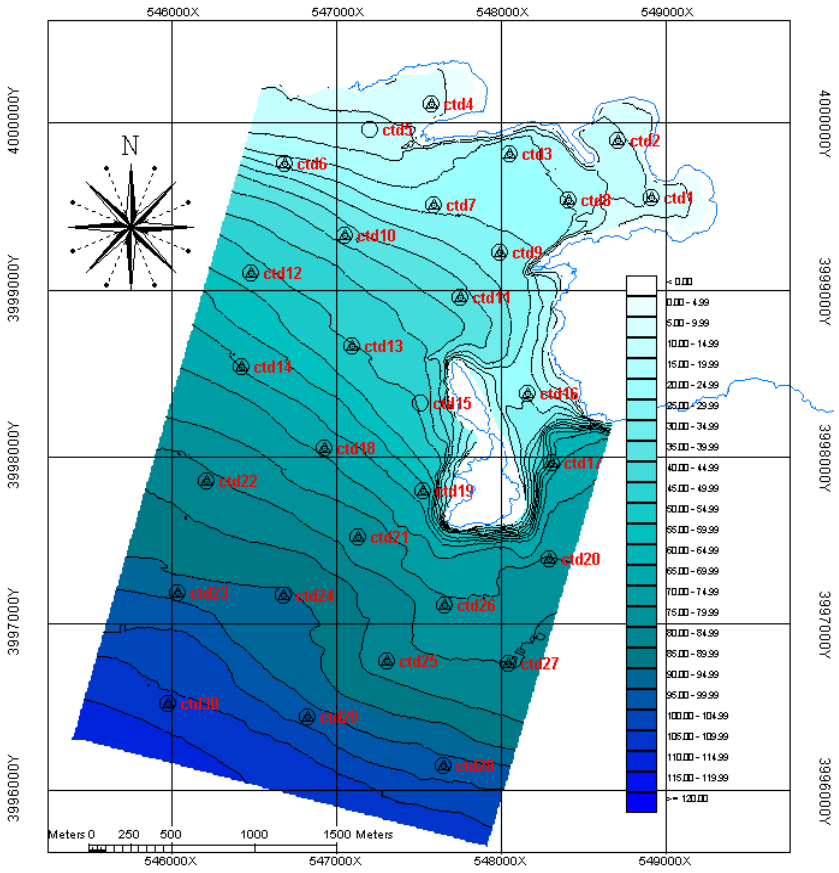
Her bir geçici istasyonda, 1 m uzunluğuna sahip dikey profiller ile CTD ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Akkuyu Koyunun termal çapraz kesit profilini hazırlamak amacıyla; yukarıda tanımlandığı gibi 3 bölüm seçilmiştir:

- Batı termal profili – sırasıyla CTD6, CTD12, CTD14, CTD22, CTD23 ve CTD30 istasyonları;
- Orta termal profil – CTD3, CTD11, CTD15, CTD21 ve CTD29 istasyonları;
- Doğu termal profili – CTD17, CTD20, CTD27, ve CTD28 istasyonları.

30 istasyondan alınan CTD verileri, etüt dönemi boyunca deniz suyu sıcaklık eğilimlerini analiz etmek için kullanılmıştır. Yüzey suyu sıcaklık dağılım haritaları, taban su sıcaklığı dağılım haritaları, çapraz kesit termal profilleri buna göre hazırlanmıştır ve sağlanmıştır.

21.06.2011-29.10.2011 dönemi için veri grupları ve sıcaklığı [5/13]'e eklidir.



Şekil 5/3.6 – CTD Konumları

RDCP kayıtlarında, birkaç saatten iki güne kadar geçen süre içinde sıcaklık dalgalanmalarının genel sıcaklık eğilimiyle ilgili olduğu görünmektedir. Bazı büyük dalgalanmaların şiddeti 3-4°C arasında olmuştur. Dalgalanmalar, akım ölçerlerin bulunduğu 5 in ve 15 m derinliklerde gözlenmiştir.

Sıcaklık dalgalanmaları, üst katmandaki sıcaklığın sürekli bir değişime sahip olduğu Mayıs, Haziran ve Temmuz ayları boyunca en yüksek değerlerindedir. Kısa süreli dalgalanmaların en baskın şekli rüzgarların günlük deniz meltemi sistemiyle zorlanan hareketlerin bir kısmı olan bir güne yakın periyotlardır.

Mayıs ve Haziran aylarındaki duruma karşıt olarak, dalgalanmalar karma bir katman oluştuğunda daha küçüktür.

Kuzey doğu Poyraz rüzgarlarının soğutma etkisi, 28 Ağustos 2011 tarihinden sonraki sıcaklık kaydında açık bir şekilde görülmektedir. Soğuma, en az 15 m seviyesine kadar nüfuz etmekte ve tüm su sütununun sıcaklığı 1,5°C azalmaktadır.

Karışık katmanın derinleşmiş olması ve iyi karışımlı 16-17°C'lik su kütlesinin yüzeye ulaşması dolayısıyla, Şubat ayında hem dalgalanmalar hem de Poyraz soğutma etkisi minimumdur.

5.3.5.2 Sabit İstasyonlarda Su Sıcaklığının Sürekli olarak İzlenmesi ve Ana Tasarım Sıcaklık Parametreleri

Sıcaklıkların günlük kayıtları altı yerde tutulmuştur.

- WLMS, CTD sensörü 3231 ile beraber kıyıya yakın bulunmakta olup her 10 dakikada bir yüzey sıcaklığını ölçmektedir.
- WAVE1 ve WAVE2 4648 basınç sensörüne entegre edilmiş sıcaklık sensörü ile 1 saatlik aralıklarla taban sıcaklığını izlemektedir.
- DCP1, RDCP2, RDCP3, ekipmanda bulunan sıcaklık sensörü ile 1 saatlik aralıklarla izlemektedir.

İstasyonların yerleri şekil 5/3.7'de verilmektedir.

6 ölçüm istasyonu için sıcaklık veri kümeleri, her bir istasyon için ayrı ayrı olmak üzere [5/14]'te verilmektedir.

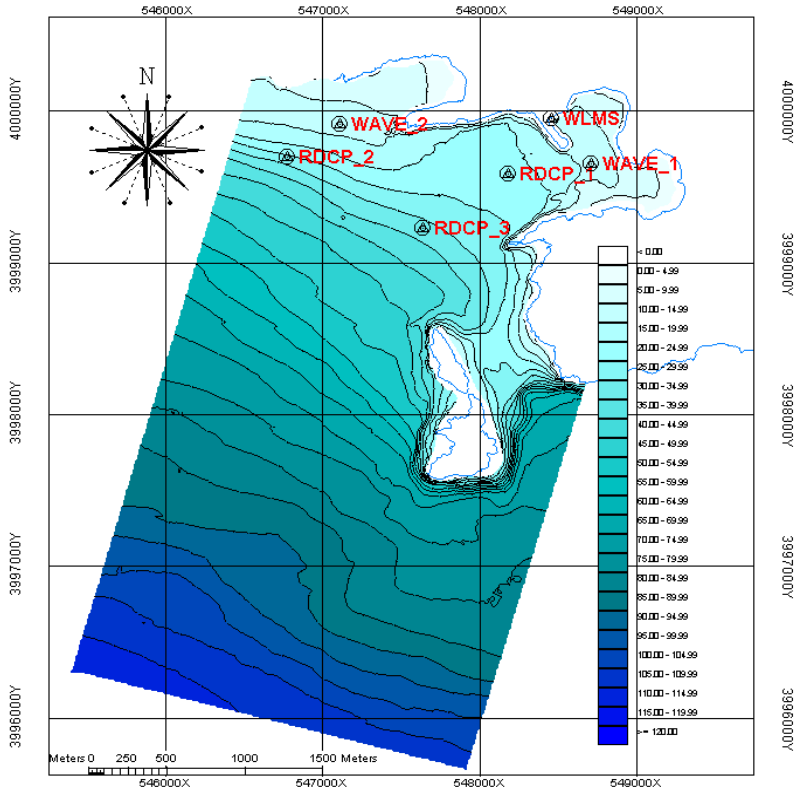
Her bir yer için en sıcak 10 günü ayrı ayrı tespit etmek amacıyla, her bir yer için araştırılan ve aşağıdaki dönemler için günlük maksimum değerlerin ortalaması seçilmiştir;

WLMS yeri için, en sıcak 10 günlük dönem 03.08.2011 ile 12.08.2011 arasında gözlenmiş iken, günlük maksimum ortalama 29,50°C'dir. Ayrıca, en yüksek su sıcaklığı değerinin (30,10°C) 21.07.2011 tarihinde saat 15:59'da gözlendiğinin, ancak bu eğilimin 25.07.2011 tarihine kadar sadece 5 gün ile sınırlı olduğunun ve 10 günlük dönemin seçiminde göz ardı edildiğinin belirtilmesi yararlı olacaktır.

RDCP1 yeri için en sıcak 10 günlük dönem 21.08.2011 ile 30.08.2011 arasında gözlenmiş iken, günlük maksimum ortalama ise 29,32°C olmuştur. En yüksek su sıcaklığı olan 29,59°C, 28.08.2011 tarihinde (en sıcak 10 günlük dönem içinde) saat 22:01'de ölçülmüştür.

RDCP2 yeri için en sıcak 10 günlük dönem 07.09.2011 ile 16.09.2011 arasında gözlenmiş iken, günlük maksimum ortalama ise 29,26°C olmuştur. En yüksek su sıcaklığı olan 29,58°C, 10.08.2011 tarihinde (en sıcak 10 günlük dönem dışında) saat 19:01'de ölçülmüştür.

RDCP3 yeri için en sıcak 10 günlük dönem 21.08.2011 ile 30.08.2011 arasında gözlenmiş iken (RDCP1'e benzer bir şekilde), günlük maksimum ortalama ise 29,19°C olmuştur. En yüksek su sıcaklığı olan 29,44°C, 12.09.2011 tarihinde (en sıcak 10 günlük dönem dışında) saat 21:01'de ölçülmüştür.



Şekil 5/3.7 – Günlük Sıcaklık Ölçümü İstasyonları, WAVE, WLMS, RDCP Yerleri

WAVE1 yeri için, en sıcak 10 günlük dönem(ler) 22.08.2011 ile 31.08.2011 arasında, 09.09.2011 ile 18.09.2011 arasında ve 10.09.2011 ile 19.09.2011 arasında gözlenmiş olup günlük maksimum ortalama 29,42°C olmuştur. 22.08.2011-31.08.2011 döneminin günlük ortalama sıcaklık ortalaması 29,17°C iken, 09.10.2011-18.09.2011 ve 10.09.2011-19.09.2011 dönemleri için günlük ortalama sıcaklık ortalaması 29,25°C olmuştur. En yüksek su sıcaklığı olan 29,89°C, seçilen dönem dışındaki 11.08.2011 tarihinde, saat 23:00'da ölçülmüştür. WAVE1 Yerinin en sıcak 10 günlük dönemi değerlendirmesi için 22.08.2011 ila 31.08.2011 arası dönemin seçilmesine karar verilmiştir.

WAVE2 yeri için en sıcak 10 günlük dönem, 07.08.2011 ile 16.08.2011 arasında gözlenmiş iken günlük maksimum ortalama ise 29,58°C olmuştur. En yüksek su sıcaklığı olan 29,83°C, 11.08.2011 tarihinde (en sıcak 10 günlük dönem içinde) saat 18:00-21:00 arasında ölçülmüştür.

Yukarıdaki veri kümelerinden, yüzey suyu sıcaklığı için en sıcak dönemin Temmuz başında (03.08.2011-12.08.2011) gözlendiği ve RDCP1 (derinlik 21,6 m), RDCP2 (derinlik 26,0 m) ve RDCP3 (derinlik 31,8 m) için en sıcak dönemin 14.08.2001-23.08.2011 arasında gözlendiği

görülmektedir. WAVE1 ve WAVE2 için, en sıcak dönem sırasıyla 06.08.2011 ile 15.08.2011 arasında ve 07.08.2011 ile 16.08.2011 arasında gözlenmiştir.

Taban suyu sıcaklığı için en sıcak dönem Ağustos sonundan Eylül ortasına kadar gözlenmiştir.

Tablo 5/3.8, seçilen istasyonlarda en sıcak 10 güne ait su sıcaklığını göstermektedir. Akkuyu Bölgesindeki 2011 etüdü sırasında termal kirliliğe dair herhangi bir ize rastlanmamıştır.

Tablo 5/3.8, Seçilen İstasyonlarda En Sıcak 10 Güne Ait Su Sıcaklığının Günlük Davranışı

İstasyon	Derinlik, m	En Sıcak 10 Günlük Dönem		Sıcaklık, °C		
				Maks	Min.	Ortalama
WLMS	Yüzey	03.08.2011	12.08.2011	29.74	28.36	28.99
RDCP1	21.6	21.08.2011	30.08.2011	29.59	28.38	29.01
RDCP2	26.0	07.09.2011	16.09.2011	29.44	27.41	28.95
RDCP3	31.8	21.08.2011	30.08.2011	29.41	27.17	28.77
WAVE1	13.7	22.08.2011	31.08.2011	29.71	26.78	29.17
WAVE2	12.4	07.08.2011	16.08.2011	29.83	26.72	28.97

5.3.5.3 Tasarım Maksimumu, %0.01'e kadar Olasılık ile Ortalama Aylık ve Günlük Su Sıcaklıkları

Tasarım maksimum değerlerini elde etmek amacıyla, Türkiye Cumhuriyeti Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan uzun vadeli veri kümelerine göre istatistikî hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Veri kümesi, günlük su sıcaklığını kaydeden Anamur istasyonunda kayıt altına alınmıştır. Her yıl için maksimum su sıcaklıklarını elde etmek amacıyla 1970 ile 2011 yılları arasındaki günlük su sıcaklıkları analiz edilmiştir. Her yılın en yüksek değerlerine dayanarak, veri kümesini temsil eden en uygun dağılımı bulmak amacıyla en yüksek değer istatistiği yapılmıştır. 9 dağılım analiz edilmiş ve en küçük kareler yöntemi ile her bir duruma en uygun dağılım tespit edilmiştir. Bu dağılımlar FT-I, FT-II (k = 2,50, 3,33, 5,00, 10,00) ve Weibull (k= 0,75, 1,00, 1,40, 2,00)'dür.

%0,01'e kadar olasılığa sahip ortalama aylık su sıcaklığı için en uygun dağılım k=2,00 şekil parametresi ile Weibull Dağılımıdır. %0,01'e kadar tasarım maksimum ortalama aylık sıcaklığı 31,95°C'dir.

%0,01'e kadar olasılığa sahip günlük su sıcaklıkları için en uygun dağılım k=2,00 şekil parametresi ile Weibull Dağılımıdır.

En sıcak on günün tasarım su sıcaklıkları Tablo 5/3.9'da sıralanmaktadır.

Tablo 5/3.9 - En Sıcak 10 Günlük Dönem için Tasarım Su Sıcaklıkları

Olasılık, %	Maks. Su Sıcaklığı, C.
50	28.056
10	29.313
1	30.466
0.1	31.351
0.01	32.097

En sıcak 5 gün için en uygun dağılım k=2.00 şekil parametresi ile Weibull Dağılımıdır.

En sıcak beş günün tasarım su sıcaklıkları Tablo 5/3.10'da sıralanmaktadır.

Tablo 5/3.10 - En Sıcak 5 Günlük Dönem için Tasarım Su Sıcaklıkları

Olasılık, %	Maks. Su Sıcaklığı, C.
50	28.243
10	29.408
1	30.476
0.1	31.297
0.01	31.988

5.3.5.4 Deniz Suyu ve Taban Çökeltilerinin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Akkuyu Koyundaki su safsızlıkları ve kirlilik seviyelerini değerlendirmek amacıyla, Akkuyu Koyunda deniz suyu ve çökelti kimyasal analizi etüdü gerçekleştirilmiştir.

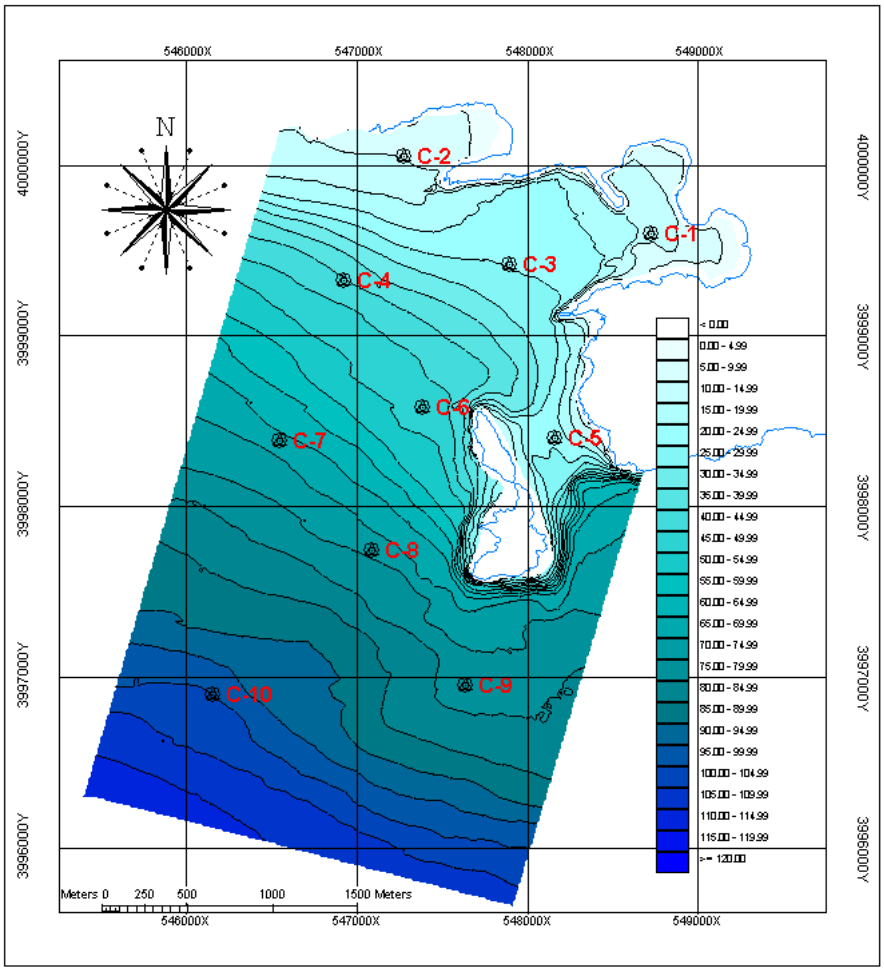
Deniz Suyu Numunelerinde analiz edilen parametreler aşağıda verilmektedir.

- pH, Renk, Bulanıklık, Yüzen Katı Maddeler, Toplam Asılı Katı Maddeler, Çözünmüş Oksijen (mg/L), Çözünmüş Organik Kirleticiler (BOD5), Toplam Petrol Hidrokarbonları, Üretkenlik (Klorofil-a), Toksisite (Balık Biyo-Deney), Fenoller, Cu, Cd, Cr, Pb, Ni, Zn, Hg, As ve NH3;
- Radyoaktif parametreler, alfa, beta, gama radyasyonu, trityum, toplam gösterge dozu, 238U, 90Sr ve 137Cs.

^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{232}Th, ^{40}K elementleri için en üst katmandan (20 cm derinlik) çökelti analiz edilmiştir.

Denizden gerekli numuneleri toplamak amacıyla YSI 556 MPS, Hidrobios Niskin Numune Alıcı ve Hidrobiyos Van Veen Grab Numune Alıcı kullanılmıştır.

Deniz suyu ve çökelti numune alımı, Akkuyu Koyunda dağınık halde bulunan 10 istasyonda gerçekleştirilmiştir. Çökelti numuneleri deniz tabanından 20 cm derinliğe kadar en üst çökelti katmanından alınmıştır. Taban ve yüzey katmanları için su numunesi alımı gerçekleştirilmiştir. Numune alım noktalarının yeri Şekil 5/3.8'de verilmektedir.



Şekil 5/3.8 – Deniz Suyu & Çökelti Numunesi Alım Noktalarının Yerleri

Yöntem tespit limitleri ve TWPCR gereklilikleriyle ölçülen değerler Tablo 5/3.11'de verilmektedir. Araştırılan parametrelerin tamamı için ölçülen konsantrasyonlar tüm istasyonlar ve tüm derinlikler için (uygun hallerde) TWPCR tarafından belirlenen kriterlerin altındadır.

Tablo 5/3.11 - Akkuyu Deniz Suyunda pH, Renk, Bulanıklık, Yüzer Katı Maddeler, Toplam Asılı Katı Maddeler, DO

İstasyon	Derinlik	PARAMETRE					
		pH	Renk & Bulanıklık	Yüzer Materyal	TSS (mg/L)	DO (mg/l)	DO (%sat)
1	S	8.09	Doğal	ND	5.4	6.46	99.7
	B	8.20	Doğal	ND	2.2	6.91	106.9
2	S	8.16	Doğal	ND	3.0	6.32	96.8
	B	8.20	Doğal	ND	4.2	6.43	99.4
3	S	8.11	Doğal	ND	2.0	6.50	99.2
	B	8.25	Doğal	ND	2.2	6.64	101.5
4	S	8.01	Doğal	ND	2.2	7.50	113.2
	B	8.02	Doğal	ND	2.8	6.92	106.0
5	S	8.20	Doğal	ND	5.4	7.63	116.5
	B	8.17	Doğal	ND	3.2	6.99	105.7
6	S	8.04	Doğal	ND	3.8	7.45	112.8
	B	7.97	Doğal	ND	4.0	7.62	110.2
7	S	8.08	Doğal	ND	3.4	7.92	105.1
	B	8.13	Doğal	ND	2.6	7.57	105.4
8	S	8.21	Doğal	ND	3.8	6.75	103.7
	B	8.09	Doğal	ND	3.0	7.60	104.4
9	S	8.23	Doğal	ND	2.8	5.89	90.5
	B	8.18	Doğal	ND	3.0	7.58	103.7
10	S	8.11	Doğal	ND	2.8	6.41	97.4
	B	8.07	Doğal	ND	4.0	7.85	106.8
TWPCR	-	6 - 9	Doğal	ND	30	-	90

Tablo 5/3.12'de verilen BOD5, klorofil-a, toplam petrol hidrokarbonları ve toksisite için ölçülen konsantrasyonlar tüm istasyonlar ve tüm derinlikler için TWPCR tarafından belirlenen kriterlerin altındadır. Fenol konsantrasyonları, 1, 2, 3, 6, 7, 9 ve 10 İstasyonlarının yüzey suları için ve 1, 2, 3, 5, 7, 8 ve 9 İstasyonlarının taban suları için verilen kritere uygun değildir. Amonyum konsantrasyonları, İstasyon 3 ve 9'un yüzey suları için ve İstasyon 8'in taban suları için TWPCR'de verilen kritere uygun değildir.

Metal konsantrasyonları, yöntem tespit limitleri ve TWPCR'nin gerekli kıldığı minimum konsantrasyon ile Tablo 5/3.13'de verilmektedir. Yöntem tespit limitleri ve TWPCR gerekliliklerileyle ölçülen radyoaktivite değerleri Tablo 5/3.14'de verilmektedir.

Yöntem tespit limitleri ve TWPCR gerekliliklerileyle çökeltilerde ölçülen radyoaktivite değerleri Tablo 5/3.15'de verilmektedir.

Tablo 5/3.12 – Akkuyu Deniz Suyundaki BOD_5, Klorofil-A, Toplam Petrol Hidrokarbonları, Toksisite, Fenol ve Amonyum Konsantrasyonları

İstasyon	Derinlik	Parametre					
		BOD_5 mg/l	Chl-a ug/l	TPHC mg/l	Toksisite	Fenol mg/l	NH_4 mg/l
1	S	3.2	0.27	<MDL	<MDL	0.002	<MDL
	B	3.5	0.52	<MDL	<MDL	<MDL	0.010
2	S	3.8	0.40	<MDL	<MDL	0.001	<MDL
	B	3.6	0.55	<MDL	<MDL	0.005	<MDL
3	S	3.2	0.22	<MDL	<MDL	0.002	0.040
	B	3.3	0.77	<MDL	<MDL	0.003	<MDL
4	S	3.2	0.82	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	3.4	0.52	<MDL	<MDL	<MDL	0.010
5	S	3.3	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	4.4	0.34	<MDL	<MDL	0.002	<MDL
6	S	5.3	0.52	<MDL	<MDL	0.005	<MDL
	B	4.3	0.31	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
7	S	3.3	0.40	<MDL	<MDL	0.002	<MDL
	B	4.5	0.40	<MDL	<MDL	0.002	0.010
8	S	3.2	0.32	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	3.3	0.73	<MDL	<MDL	0.009	0.050
9	S	3.2	0.52	<MDL	<MDL	0.002	0.020
	B	3.4	0.88	<MDL	<MDL	0.004	<MDL
10	S	3.5	0.70	<MDL	<MDL	0.001	<MDL
	B	3.8	0.47	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
TWPCR	-	-	-	0.003	ND	0.001	0.02
MDL	-	-	0.20	0.003	1	0.0001	0.01

Tablo 5/3.13 Akkuyu Deniz Suyunda Metal Konsantrasyonları

İstasyon	Derinlik	Parametre							
		Cu (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Pb (mg/L)	Ni (mg/L)	Zn (mg/L)	Hg (mg/L)	As (mg/L)
1	S	0.005	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	0.007	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
2	S	0.005	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	0.006	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
3	S	0.005	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	0.007	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
4	S	0.007	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	0.005	<MDL	<MDL	<MDL	0.03	<MDL	<MDL	<MDL

İstasyon	Derinlik	Parametre							
		Cu (mg/L)	Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Pb (mg/L)	Ni (mg/L)	Zn (mg/L)	Hg (mg/L)	As (mg/L)
5	S	0.006	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	0.005	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
6	S	0.006	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	0.009	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
7	S	0.007	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	0.006	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
8	S	0.008	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
9	S	0.009	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	0.006	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
10	S	0.008	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	0.005	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
TWPCR	-	0.010	0.010	0.100	0.100	0.100	0.100	0.004	0.020
MDL	-	0.005	0.002	0.020	0.020	0.020	0.050	0.002	0.030

Tablo 5/3.14 - Çalışma Bölgesinin Deniz Suyunda Ölçülen Radyoaktivite (Bq/L)

İstasyon	Parametre							
	Derinlik	Toplam Alfa Radyoaktivitesi, Bq/L	Toplam Beta Radyoaktivitesi, Bq/L	Trityum, Bq/L	Beta Radyoaktivitesi, Bq/L	Gamma Radyoaktivitesi, Bq/L		
					^{90}Sr	^{137}Cs	^{134}Cs	^{238}U
1	S	<MDL	14.849	<MDL	0.032 ± 0,003	<MDL	<MDL	<MDL
	B	2.798	16.544	<MDL	0.052 ± 0,005	<MDL	<MDL	<MDL
2	S	2.349	12.926	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	<MDL	13.275	<MDL	2.358 ± 0,144	<MDL	<MDL	<MDL
3	S	<MDL	13.929	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	11.026	18.813	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
4	S	13.864	19.248	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	<MDL	11.339	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
5	S	5.081	17.800	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	<MDL	11.997	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
6	S	<MDL	15.497	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	<MDL	15.389	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
7	S	16.551	26.129	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	<MDL	15.334	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
8	S	<MDL	14.296	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	<MDL	13.499	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL

İstasyon	Parametre							
	Derinlik	Toplam Alfa Radyoaktivitesi, Bq/L	Toplam Beta Radyoaktivitesi, Bq/L	Trityum, Bq/L	Beta Radyoaktivitesi, Bq/L	Gamma Radyoaktivitesi, Bq/L		
					^{90}Sr	^{137}Cs	^{134}Cs	^{238}U
9	S	<MDL	13.306	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	<MDL	12.819	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
10	S	<MDL	12.622	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
	B	5.214	14.246	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL

Tablo 5/3.15 - Çalışma Bölgesinin Deniz Çökeltilerinde Ölçülen Radyoaktivite (Bq/L)

İstasyon	Çökelti					
	Beta Radyoaktivitesi, Bq/kg	Gamma Spektromektrik Yöntem ile Ölçülen Radyoaktivite Bq/kg				
	^{90}Sr	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{137}Cs	^{134}Cs
1	0.450±0.044	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL
2	0.410±0.040	16.7±3.9	14.5±1.8	100±12	<MDL	<MDL
3	<MDL	17.6±3.1	17.9±1.8	178±14	<MDL	<MDL
4	<MDL	42.9±14.6	18.6±1.8	217±15	2.9±1.0	<MDL
5	<MDL	33.4±17.2	23.7±2.0	177±14	<MDL	<MDL
6	0.507±0.052	38.2±20.6	19.3±2.2	194±17	4.2±1.2	<MDL
7	0.541±0.057	35.7±22.5	18.5±4.0	206±11	7.2±1.5	<MDL
8	<MDL	42.0±2.4	<MDL	222±19	5.4±1.4	<MDL
9	<MDL	14.8±4.5	9.5±3.2	168±76	3.4±2.5	<MDL
10	<MDL	26.8±7.0	<MDL	313±107	<MDL	<MDL

Çalışma konusu bölgedeki deniz suyunun rengi ve bulanıklığı, deniz suyu için TWPCR'de verilen kriterlere uygundur.

Çalışma bölgesinde, TSS, (3,5±1,2) mg/l ortalama konsantrasyon ile (ve standart sapma ile) yüzeyde 2 ile 5,4 mg/L arasında uzamsal olarak değişiklik göstermektedir. En yüksek değerler iki yakın kıyı istasyonu olan İstasyon 1 ve İstasyon 5'e aittir. Deniz yatağı üzerinde, TSS konsantrasyonları, (3,1±0,7) mg/l ortalama konsantrasyon ile 2,2 ve 4,2 mg/L arasında farklılık göstermiştir.

TSS konsantrasyonları, TWPCR (30 mg/l)'de verilen kalite kriterlerine uygundur.

Çalışma alanında, çözünmüş oksijen konsantrasyonları (6,88 ± 0,68) mg/l ortalama konsantrasyon ile (standart sapma ile) yüzey sularında 6,32 ile 7,92 mg/l arasında farklılık göstermiştir. Deniz yatağı üzerinde, DO konsantrasyonları, (7,21±0,48) mg/l ortalama

konsantrasyon ile 6,43 ve 7,85 mg/L arasında farklılık göstermiştir. DO konsantrasyonları, yüzey suları için %90,5 – 116,5 aralığında ve taban suları için %99,3 – 110,2 aralığında olan doygunlaşma değerlerine yakın veya bu değerlerin üzerinde olup tümü TWPCR kriterlerine uygundur. DO konsantrasyonları küçük bir uzamsal değişkenlik göstermiştir ve önceki çalışmalara benzer bir özellik göstermektedir (Tablo 5/3.16).

Bu çalışma için, BOD_5 seviyeleri, (3,3 ± 0,2) mg/l ortalama değer (standart sapma ile) ile yüzey sularında 3,2 ve 3,8 mg/l arasında farklılık göstermiştir (İstasyon 6 için ölçülen 5,3 mg/l BOD_5 hariç tutulmuştur). Deniz yatağı üzerinde, değerler, (3,7±0,4) mg/l ortalama konsantrasyon ile 3,3 ve 4,5 mg/L aralığında bulunmuştur. Klorofil-a konsantrasyonları, fitoplankton üretkenliğinin bir göstergesi olarak ölçülmüştür. Klorofil-a bir deniz ortamının tropik statüsünün etkili bir ölçümü olabilir.

Tablo 5/3.16 – Akdeniz'de Çözünmüş Oksijen (DO) Konsantrasyon Aralıkları

DO, mg/L	Bölge	Mevsim	Referans
6,32 - 7,92	AKKUYU, yüzey	Mayıs 2011	BU ÇALIŞMA
6,43 - 7,85	AKKUYU, taban	Mayıs 2011	BU ÇALIŞMA
6,01 - 7,65	Güllük	2007	MEDPOL 2007
5,02 - 7,3	Güllük	2008	MEDPOL 2008
6,15 - 7,98	Güllük	2009	MEDPOL 2009
7,31 - 8,64	Saros	Haziran 2009	MEDPOL 2009
6,8 - 7,8	Mersin	Ocak 2009	MEDPOL 2009
7,38 - 9,04	Mersin	Şubat 2009	MEDPOL 2009
7,48 - 8,98	Mersin	Nisan 2009	MEDPOL 2009
6,08 - 7,31	Mersin	Ekim 2009	MEDPOL 2009

İstasyon 7 yüzey suları için, klorofil-a (chl-a) konsantrasyonları, yöntem tespit limitinin altında çıkmıştır (0,2 µg/l). Diğer istasyonlar için, chl-a konsantrasyonları yüzey suları için 0,22 ila 0,82 arasında (ortalama 0,46 ± 0,19 µg/l) ve taban suları için 0,31 ile 0,88 µg/l arasında (ortalama 0,55 ± 0,18 µg/l) değişiklik göstermiştir. Konsantrasyonlar doğu Akdeniz değerleri ile benzerlik göstermiştir. Yüzey sularında, yakın kıyı istasyonları, derin istasyonlardan daha düşük klorofil-a içeriğine sahip olmuştur.

Petrol hidrokarbonlarının ana kaynakları, petrol sızıntıları, evsel ve sınai atık su tahliyeleri, havada uçan parçacık birikimleri, sokaklardan akışlar, ticari ve eğlence amaçlı gemicilik faaliyetleridir. Petrol hidrokarbonları, çökeltiler, biyota ve okyanus kıyı suları arasında dengeli bir

şekilde dağılmamıştır. Bu maddeler nokta kaynakların yakınında birikmekte ve konsantrasyonları kaynaklardan artan mesafeler ile logaritmik olarak düşmektedir. Sanayileşme ve diğer antropojenik faaliyetlerden etkilenmemiş deniz suyu genellikle <0,1 µg/l toplam poliaromatik hidrokarbonlar (PAH) içermektedir [5/25].

Bu çalışmada toplam petrol hidrokarbonları, tüm numune alım noktalar için analitik tespit limitinin (<0,003 mg/l) altında kalmıştır. Akdeniz su sütununun Türkiye kıyısı boyunca yapılan daha önceki ölçümler, petrol hidrokarbonların (0,02 – 40 µg/l) konsantrasyonlarının geniş bir aralığını vermektedir. Çalışma alanında yapılan son zamanlara ait ölçümler benzeri değerleri raporlamış, ancak doğu Akdeniz'in Türkiye kıyısındaki kirlenmiş bölgeler için (İskenderun Körfezi) 25,38 µg/l'ye kadar yüksek konsantrasyonlar bildirilmiştir [5/26].

Çalışma bölgesindeki TPH konsantrasyonları aynı zamanda TWPCR tarafından belirlenen limit de olan 0,003 mg/l yöntem tespit limitinin altında kalırken, çalışma bölgesinin su sütununun toplam petrol hidrokarbonları açısından TWPCR kriterlerine (<0,003 mg/l) uygun olduğu sonucuna varılabilir.

TWPCR kurallarına göre yapılan toksisite testleri, herhangi bir seyreltmenin gerekli olmadığını ve çalışma sahasındaki deniz suyunun herhangi bir toksik etkiye sahip olmadığını, bu nedenle, TWPCR kriterlerine uygun olduğu ortaya koymuştur.

Yüzey suyundaki fenol konsantrasyonları, muhtemelen uçuculaşmanın bir sonucu olarak taban suyundan daha düşük çıkmıştır. Yüzey sularında, 4, 5 ve 8 İstasyonları, yöntemin asgari tespit limitinin (0,0001 mg/l) altında fenol konsantrasyonlarına sahip idi. Diğer istasyonlar için yüzey fenol konsantrasyonları 0,002 ± 0,001 mg/l ortalama (standart sapma ile) ile (0,001 – 0,005) mg/l aralığında çıkmıştır. Deniz yatağının üzerinde, 1, 4, 6 ve 10 istasyonlarından alınan numuneler analitik tespit limitinin altında fenol konsantrasyonlarına sahip idi. Taban suyunun fenol konsantrasyonları, 0,004 ± 0,002 mg/l ortalama konsantrasyon ile 0,002 ila 0,009 mg/l arasında değişiklik göstermiştir. Konsantrasyonlar, genel olarak düşük olmalarına rağmen, TWPCR tarafından belirlenen 0,001 mg/L limitini aşmıştır.

Deniz suyunda tespit edilen fenolların kaynağı, çalışma alanına yakın faaliyet gösteren kağıt fabrikasından ileri geliyor olabilir; böyle bir fabrikanın atık suları fenolik bileşenler içermektedir ve yüksek akışa sahiptir [5/27]. Çalışma sırasında gerçekleştirilen kıyı şeridine yakın yol inşaatı ve asfalt kaplama çalışmaları deniz suyundaki fenolun başka bir kaynağı olabilir. Fenolik bileşenlerin diğer antropojenik kaynakları, atmosferik girdiler ve yol akıntıları ile pestisitleri kapsayabilir ancak fenolik bileşenler kendiliğinden de bulunabilmektedir.

Çalışma bölgesindeki amonyum konsantrasyonları, ağırlıklı olarak yöntem tespit limitinin (0,01 mg/l) altında olup TWPCR kriterine (0,02 mg/l) uygundur. Konsantrasyonlar, İstasyon 3 (0,02 mg/l; 2,85 µM)) ve İstasyon 9'un (0,04 mg/l; 1,42 µM) yüzey sularında ve İstasyon 8'in (0,05 mg/l; 3,57 µM) taban sularında TWPCR tarafından belirlenen limitin üzerinde çıkmıştır. Bu konsantrasyonlar, ötropik Mersin Körfezi hariç, doğu Akdeniz için raporlanan doğal arkaplan konsantrasyonlarının da üzerindedir.

Bu çalışmada, bakır hariç metal konsantrasyonları analitik yöntem tespit limitlerinin altında olmuştur. Bakır konsantrasyonları, gerekli olan limitin altında iken tüm istasyonlar ve derinlikler için TWPCR kriterine (0,01 mg/l) uygundur.

En yüksek bakır konsantrasyonu İstasyon 9'da gözlenmiş iken, konsantrasyonlar çok az uzamsal değişiklik göstermiştir. Deniz yatağı üzerinde, Cu konsantrasyonu 8. İstasyon için yöntem tespit limitinin (<0,005 mg/l) altında kalmıştır. İstasyon 8 hariç olmak üzere, taban suyu Cu konsantrasyonları 0,005 ve 0,009 mg/l arasında değişmiştir ve yeniden küçük bir uzamsal farklılık göstermiştir. Standart sapmalar ile ortalama Cu konsantrasyonları, yüzey ve taban suları için sırasıyla 0,007 ± 0,001 mg/l ve 0,006 ± 0,001 mg/l olmuştur.

Deniz ortamına ağır metal girişinin önemli bir miktarı nihai olarak taban çökeltilerinde birikmektedir.

Arsenik, Kadmiyum, Krom, Kurşun, Çinko ve Cıva konsantrasyonları, tüm istasyonlar ve derinlikler için analiz yöntemlerinin tespit limitlerinin altında kalmıştır. Ni konsantrasyonu (0,03 mg/l) yalnızca İstasyon 4'ün taban suyu için olmak kaydıyla minimum tespit limitinin (0,02 mg/l) üzerinde ancak bu limite yakın gerçekleşmiştir. Bu nedenle, bu parametreler için tüm konsantrasyonlar, TWPCR tarafından belirlenen kriterlerin altında çıkmıştır.

5.3.5.5 Su Kütlesi Katmanlaşmasına Bağlı Olarak Sıcaklık Modunun Özellikleri

Sıcaklık rejimi ve su kütlesi katmanlaşması CTD (İletkenlik, Sıcaklık ve Yoğunluk) arasındaki ilişkiyi anlamak amacıyla, 21.06.2011 ve 29.10.2011 tarihleri arasında 30 CTD istasyonunda gerçekleştirilen tetkikler bu bölümde her bir numune alım periyodu için analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir.

30 CTD Numune alım istasyonlarının yerleri Şekil 5/3.6'de verilmektedir.

Bu süre zarfında, su sıcaklıklarının 10m WD (Su Derinliği)'ye kadar 25ºC'den daha fazla olduğu ve derinlik arttıkça sıcaklık değerlerinin azaldığı gözlenmiştir. Yaklaşık 70 m WD'den başlayarak, sıcaklık değerlerinin 19ºC'den daha az olduğu gözlenmektedir.

04.07.2011'de gerçekleştirilen ölçümler için, sıcaklık katmanının en sıcak kısmı, 0-20 WD arasında 25ºC üzerinde farklılık göstermekte iken, sıcaklık değerleri, su sütunu boyunca artmaktadır ve en soğuk katman, 19ºC'den daha düşük sıcaklık değeri ile birlikte yaklaşık 80 m derinlikte gözlenmiştir. Sıcaklık değerleri, 50-55 m WD'ye kadar nispeten yavaş bir şekilde azalmakta ve sıcaklık düşüşü 60-65 m WD arasında artmaktadır. Bu süre zarfında, iyi karışmış katmanların iki katmanı, yüzey ile yaklaşık 45-55 m WD arasında gözlenmiş ve yaklaşık 60 m'den deniz tabanına kadar, bir tabakalaşmış taban katmanı gözlenmiş olup, CTD7, CTD14, CTD18 ve CTD30 numune istasyonlarında görülebilmektedir.

04.08.2011 tarihli ölçümler için, 28ºC'den daha yüksek sıcaklığa sahip en yüksek sıcaklık katmanı yaklaşık 15 m WD'ye kadar gözlenmiştir. 19ºC'den az minimum taban suyu sıcaklıkları, yaklaşık olarak 95 m WD'den daha az WD'de, doğu profilinde gözlenmiş iken en hızlı sıcaklık değişimi yaklaşık 35-50m WD arasında, 26ºC ila 23ºC şeklinde gözlenmektedir. Yüzey (29,5-30ºC) ile yaklaşık 30 m (28ºC) WD arasında homojen bir katman gözlenmekte ve bu derinlikten tabana kadar sürekli sıcaklık azalma katmanları gözlenmektedir.

08.09.2011'de yapılan ölçümlere göre, 29ºC'den daha yüksek sıcaklıklara sahip en yüksek sıcaklık katmanı kıyıdan belirli bir mesafeye kadar yaklaşık 10-20 m WD'de olup, bu katman 30 m WD'ye kadar artmaktadır. Bu süre zarfında, 28ºC'den yüksek sıcaklıklara sahip katmanın 40-50 m WD'ye ulaştığı gözlenirken, en yüksek sıcaklık azalması 55-65 m arasında gözlenmektedir.

06.10.2011 tarihinde yapılan ölçümlere göre, Akkuyu Koyunun kuzey batı kesimi hariç, en yüksek yüzey sıcaklığı katmanı 40-50 m su derinliklerine kadar 27ºC'ye düşmekte iken, üst katmanın kalınlığı 0-20 m WD üst katmanı arasında değişmektedir. En yüksek sıcaklık azalması yaklaşık olarak 55-65 m WD arasında gözlenmektedir. Derinliğe bağlı olarak, minimum su sıcaklığı, etüt alanının güney batı kesiminde ölçülmüştür. 50-55 m WD'den yüzeyin katmanlaşması gözlenmekte iken, bu tabakalaşmış katman için soğuma trendi (yaklaşık 27,0ºC) devam etmektedir.

29.10.2011 tarihinde yapılan ölçümlere göre, en yüksek yüzey sıcaklığı katmanı, 65-70 m'ye kadar su derinliklerinde 23ºC üzerinde olup daha sonra takip eden 5-10 m su derinliğinde hızlı bir şekilde 20-20,5ºC'ye düşmektedir. 18ºC üzerindeki minimum su sıcaklıkları, etüt alanının güney açık deniz kesiminde yaklaşık 75 m'den daha yüksek derinliklerde absorbe edilmiştir. Yüzeydeki katmanlaşma 65-70 m WD'ye doğru daralmaktadır. Önceki ölçüme göre,

suyun soğuma eğilimi devam etmektedir (23ºC üzerinde). Gerçekte, 14.10.2011-29.10.2011 arasındaki ölçümler sırasında, maksimum soğuma gözlenmiştir.

5.4 SEL BASKINI

5.4.1 SEL BASKININ OLASI FAKTÖRLERİ

Akkuyu NGS sahası için tasarımın dayandığı sel baskını yüksekliği, bir dizi farklı sel baskını senaryosunun kombinasyonu dikkate alınarak belirlenir. Araştırılan sel baskını senaryoları aşağıdakileri kapsamaktadır:

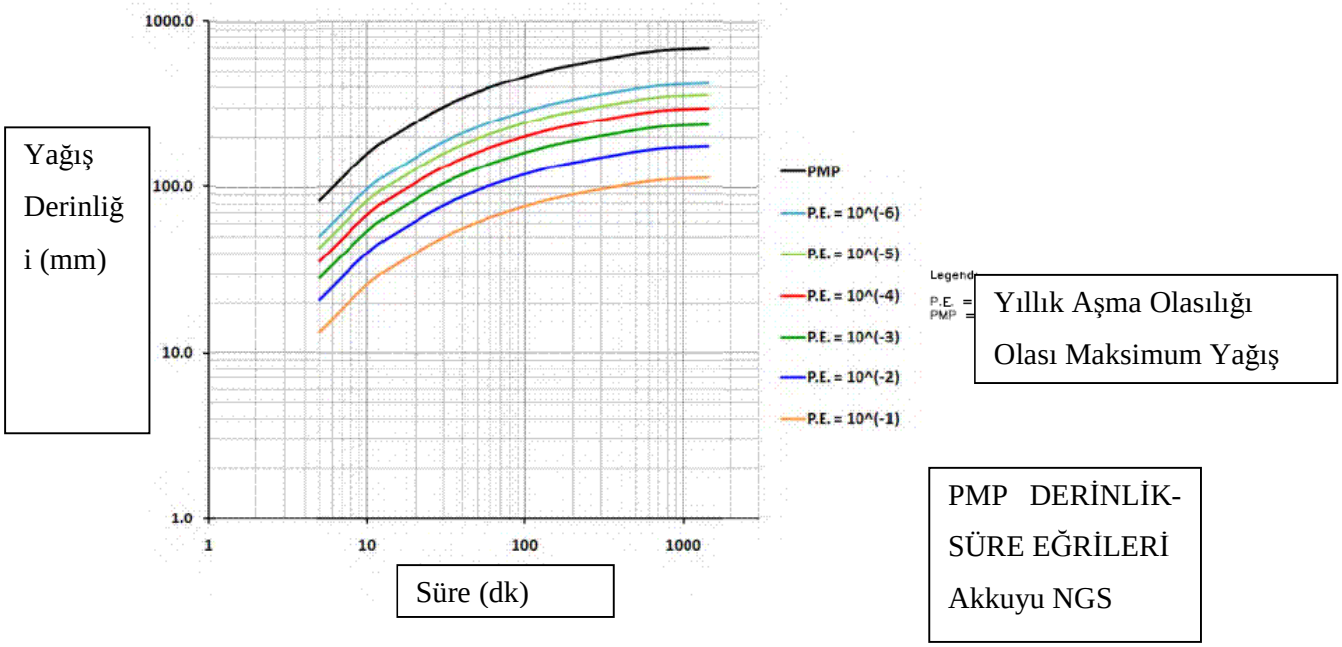
- Yerel Olası Maksimum Yağış Miktarı etkileri (PMP);
- akımlar ve ırmaklarda PMF;
- potansiyel baraj sorunları;
- olası maksimum kabarma ve çalkantı sel baskını;
- olası maksimum tsunami;
- kanal saptırma taşması.

Bu sel baskını senaryolarından her biri, rüzgar kaynaklı dalgalar gibi diğer sel baskını ve meteoroloji olaylarıyla birlikte araştırılır.

Akkuyu NGS sahası konsept olarak yaklaşık yüzde 0,3 eğim kazandıracak şekilde kuzey tarafta 9,5 MSL'den, güney tarafta ise 7,5 m MSL'ye yükseltilir. Akkuyu NGS doğu-batı yönünde düz olup böylece tüm akıntılar Akkuyu NGS sahası ve binaların etrafından geçmektedir. Bu nedenle, Akkuyu NGS projesi engellerin bulunduğu bir açık kanal olarak analiz edilmiştir. 24 saatlik PMP, Silifke İstasyonundan alınan NOAA (2011) Verilerinden [5/21] elde edilen 44 yıllık Silifke Meteoroloji İstasyonu günlük yağış verileri kullanılarak hesaplanmış olup bununla birlikte tarihsel olarak Türkiye Elektrik Kurumu (TEA) (tarihsel olarak ANES adıyla anılan) tarafından işletilen Ovacık ve Anamur meteoroloji istasyonu, Elektrik İşleri Etüdü tarafından eski Zeytinçatağı su havzası PMF analizinde kullanılmıştır (EIE, 1978) [5/21]. Ortalama yıllık yağış için Akkuyu NGS sahası ile aynı yağış miktarı izo-çizgisinde bulunmasından dolayı, Silifke İstasyonunun Akkuyu NGS Sahasına en yakın değerleri sunduğu tespit edilmiştir. Hershfield Yöntemini (WMO, 2009) [5/21] kullanarak hesaplanan 24 saatlik PMP 688,5 mm'dir.

Derinlik-süre eğrisi, Türkiye yerel bölgesi için bölgesel derinlik-süre eğrilerine dayanılarak oluşturulmuştur. Derinlik-süre eğrilerinin üç kaynağı incelenmiştir: EIE (1978); Kızılkaya (1988) ve WMO (2009) [5/21]. EIE'nin Silifke sahasında derinlik-süre eğrisi (1978) [5/21] Kızılkaya (1988) [5/21] eğrisi veya WMO (2009) eğrisinden daha ihtiyatlı bulunmuştur. 5-dakika, 15-dakika, 1-saat, 2-saat, 3-saat, 6-saat, 12-saat ve 24-saat PMP derinlikleri elde etmek için toplam 24 saatlik derinlik üzerinde kademeli yağış derinliklerinin oran analizi kullanılmak suretiyle, tasarım yağış

miktarı derinlik-süre eğrisi oluşturulmuştur. Elde edilen derinlik-süre eğrisi aşağıdaki Şekil 5/4.1'de sunulmaktadır.



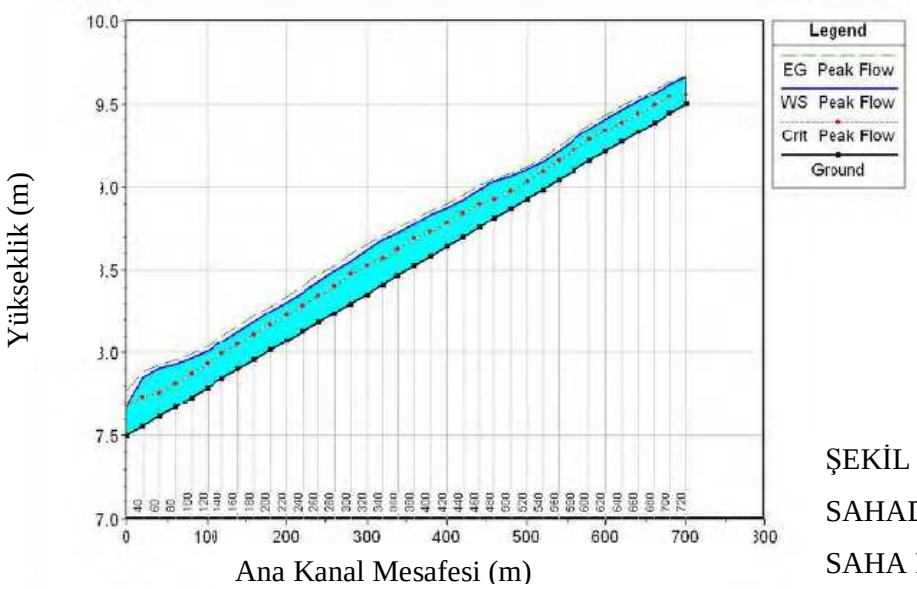
Şekil 5/4.1 –Elde Edilen Derinlik-Süre Eğrisi

Derinlik-süre eğrisi, daha sonra, Alternatif Blok Yöntemi (USACE, 2000) [5/21] kullanılarak bir yağış hiyetografına dönüştürülmüştür ve elde edilen yağış miktarı hiyetografı oluşturulmuştur. Hiyetograf, Akkuyu NGS sahasına doğrudan yağışı ve Akkuyu NGS etrafındaki tepelerden akıntıları kapsayan, Akkuyu NGS sahasının yerel PMP analizi için yağış akıntı değerlerini hesaplamak için kullanılmıştır. Akıntı hidrograflarını ve tepe noktası akışlarını geliştirmek amacıyla mevsim geneli PMP'sini değerlendirmek için HEC-HMS 3.5 ve USACE, 2010a [5/21] kullanılmıştır.

Akkuyu NGS sahasından geçen su profili hesaplanmış olup Şekil 5/4.2'de gösterilmektedir. Bu profile dayanarak, güvenlikle ilgili tüm tesis girişleri, güvenlikle ilgili tesisleri Akkuyu NGS sahasındaki yerel yoğun yağış miktarının etkilerinden korumak amacıyla santral yüksekliğinin en az 0,5 m yukarısına yerleştirilmektedir. Raporda, tahliye hendeklerinin daha düşük şiddetteki fırtınalara dayanacak ve Akkuyu NGS'yi sel basmasını engelleyecek şekilde tasarlanması gerektiği ileri sürülmektedir.

10000 yılda bir günlük maksimum yağış miktarı tekrarının tasarım değeri 314,22 mm (Anamur Mİ) ve 266,8 mm (Silifke Mİ) değerlerine eşittir [5/10]. Maksimum olası yağış miktarı (MPP), tasarım günlük maksimum yağış miktarından iki katından daha fazla yüksektir. 688,5 mm

MPP değerinin ihtiyatlı olduğu ve böylece Akkuyu NGS tasarım esası için tasarım parametrelerinin belirlenmesinde kullanılmasının mümkün olduğu açıktır.



Lejan

ŞEKİL 2-9
SAHADA PMF SU
SAHA PROFİLİ
AKKUYU NGS

AÇIKLAMA:
EG- Enerji Seviyesi Çizgisi
WS- Su Seviyesi Çizgisi
Crit- Kritik Derinlik Çizgisi
PMG- Olası Maksimum Taşma

Şekil 5/4.2 - Akkuyu NGS Sahası için PMF Su Yüzeyi Profili

5.4.2 AKARSULARDA VE IRMAKLARDA OLASI MAKSİMUM SEL BASKINI (PMF)

Akkuyu NGS sahasının ve sahaya yakın bölgelerin üst gradyanlarındaki alanlardan yağış akıntılarının PMF etkilerini tanımlamak için sahaya özel bilgiler ele alınacaktır.

Akkuyu NGS sahasının Akdeniz kıyı şeridinde bulunmasından dolayı, PMF su seviyeleri, potansiyel olarak gelgit seviyelerinden, fırtına kabarmalarından ve rüzgar kaynaklı dalgalardan etkilenmektedir. Fırtına kabarmaları ve yağış akıntısı olayları birbirine bağımlı olup, bu nedenle aynı zamanda meydana gelebilmektedir (ANSI/ANS, 1992 [5/21]). Bu nedenle PMF su seviyesinin belirlenmesi için, gelgit, fırtına kabarması ve birlikte oluşan rüzgar kaynaklı dalgaların etkileri, hidrolik akım modelinin alt akım sınırında ele alınmıştır. Tsunamiler ve akıntı olaylarıyla ilişkili olan su seviyesi değişiklikleri bağımsız olaylar olarak kabul edilmekte ve tsunami ve PMF'nin aynı zamanda meydana gelmesinin olasılıksal olarak imkansız olduğu düşünülmektedir (UAEA, 2003 [5/38]). PMF analizi, deterministik modelleme yaklaşımına dayanmaktadır. PMF'ye ilişkin bir ilgili

aşma olasılığı bulunmamaktadır. Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu kılavuzu, hem deterministik (örn. hidrolojik modelleme) hem de olasılıksal yöntemler için karşılaştırmalı PMF tahminlerini tavsiye etmektedir. Ancak yerel akımlar, Zeytinçağı Deresi ve Çamalanı-Sarp Deresi için kayıt altına alınmış akış verileri bulunmamaktadır, sadece deterministik yaklaşım uygulanmıştır.

Bu geçici akımların ölçüm yoluyla hidrolojik etütleri, ön tasarım faaliyetleri aşamasında planlanmaktadır. Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi, sonraki aşamalar olan: saha parametreleri raporu veya tasarım aşamasında başlayacaktır.

Zeytinçatağı Deresi ve Çamalanı-Sarp Deresi yerel akımları, yerel drenaj havzalarından Akdeniz'e yağış akıntıları taşımaktadır. Genel drenaj havzası (veya su havzası), topografik çizgilerden ayrılmakta ve yağış akıntılarının etkileri, bir hidrolojik akıntı modeli kullanılarak belirlenmektedir. Zeytinçatağı Deresindeki, Çamalanı-Sarp Deresindeki ve Akkuyu Körfezindeki su seviyelerini hesaplamak ve böylece Akkuyu NGS'nin bir taşkın akışından etkilenip etkilenmeyeceğini belirlemek için bir 1D hidrolik akım akış modeli oluşturulmuştur.

Alt havza SB4'ten 332,4 m^3/s katkıda bulunan tepe noktası akışı, Zeytinçatağı Deresinin üst uzantısına akış olarak girmiş olup SB5 Alt havzasından gelen akıntı ile birleştiğinde, tepe noktası tahliyesi, Zeytinçatağı Deresinin alt uzantısından 405,8 m^3/s'dir. Bu iki akış, hidrolik modelin girdileridir: 332,4 m^3/s üst akım çapraz kesitten girer ve akış modelin üst uzantısı boyunca sabit kalır ve daha sonra 918,2 çapraz kesitte, akış 405,8 m^3/s'ye değişir ve bu akış alt akım uzantısının çapraz kesintilerinin kalanı boyunca sabittir. Bir 367,8 m^3/s akış değeri, Çamalanı-Sarp Dersinin üst akım çapraz kesitinden girer ve akış dere boyunca sabit kalır. İki dere akışı, Akkuyu Körfezinin girşinde 773,6 m^3/s olarak birleşir. Akış, körfeze dökülen diğer tahliye alanlarından gelerek birikir ve böylece körfez akış hattı boyunca ara kesimlerde 1060 m^3/s ve 1123,5 m^3/s akışlar girer.

Su yüzeyi profili, tüm çapraz kesitlerde varsayılan Akkuyu NGS sahası yükseltisinin altındadır. Sel akışı profili boyunca elde edilen su yüzeyi yükseltileri, her bir çapraz kesit için karşılık gelen Akkuyu NGS sahası yükseltisinin altındadır. Alt akım sınırında maksimum su yüzeyi yükseltisi, 6,01 m MSL olup karşılık gelen Akkuyu NGS sahası yükseltisi yaklaşık 7,50 m MSL'dir. Üst akım sınırında maksimum su yüzeyi yükseltisi, 7,52 m MSL olup karşılık gelen Akkuyu NGS sahası yükseltisi yaklaşık 9,50 m MSL'dir.

Zeytinçatağı Deresinden ve Çamalanı-Sarp Deresinden PMF akıntısının yanı sıra Akkuyu Körfezine doğrudan akış, Akkuyu Körfezinin su seviyesinde dikkate alınacak bir artış yaratmamakta ve bu nedenle Akkuyu Körfezindeki tepe su seviyesi, PMSS hareketsiz su seviyesi

2,3 m MSL'nin üzerine çıkmamaktadır. Bunun nedeni, körfezin nispeten geniş ve derin çapraz kesitlerinin ve Akdeniz'e açık sınırın su seviyesinde takdir edilebilir bir artış olmaksızın yüzey suyu akışını taşıma kabiliyetine sahip olmasıdır. Derelerden akıntılar Akkuyu Körfezinin geniş kesimleri boyunca hızlı bir şekilde yayılır. Ayrıca, Çamalanı-Sarp Deresindeki su seviyeleri Akkuyu NGS'yi etkilememektedir.

5.4.3 POTANSİYEL BARAJ SORUNU

Sismik olarak indüklenen üst akım ve alt akım su kontrol yapısı sorunlarına bağlı olarak güvenlikle ilgili tesisler üzerindeki potansiyel risklerin analizi yapılmıştır [5/21].

Daha önce belirtildiği üzere, Akkuyu NGS Sahası, Zeytinçatağı Deresi ve Çamalanı-Sarp Deresinin iki küçük kıyı su havzası (veya drenaj havzaları) içinde bulunmaktadır. Bu su havzaları, aslen kendilerini barajların bulunduğu havzalardan izole eden sıradağlar ile çevrilmiştir. Bölgedeki herhangi bir baraj, sıradağlar ile Akkuyu NGS sahasından ayrılmaktadır.

Bitişik barajlara mesafe, su havzası sınırları ve Akkuyu NGS sahasını içine alan bir dağ sırası gibi faktörler, santrale sismik olaylara bağlı baraj sorunlarının potansiyel etkilerine karşı hayati bir koruma sağlamaktadır. Bu nedenle, sorun yaratabilecek ve Akkuyu NGS sahasında su taşmasına neden olabilecek herhangi bir baraj bulunmamaktadır. Akkuyu NGS sahasına en yakın baraj olan Gezende Barajı, yaklaşık olarak 53,3 km uzaklıktadır. Akkuyu NGS sahasına yakın diğer barajlar yaklaşık olarak 110,5 km ila 161,7 km uzaklıktadır. Tüm bu barajlar, Akkuyu NGS su havzası alanının drenaj sınırının ötesinde bulunmaktadır. Diğer barajlar ise, Akkuyu NGS'nin çok uzağında bulunmaları veya bir sınır özelliği (örn. dağ sıraları) ile ayrılmış olmalarından dolayı analize dahil edilmemiştir.

5.4.4 OLASI MAKSİMUM FIRTINA KABARMASI (PMSS) VE ÇALKANTI SEL BASKINI

Akkuyu NGS'de PMSS'yi tahmin etmek için iki tür fırtına değerlendirilmiştir. Bu fırtınalar, UAEA tarafından tanımlandığı şekilde, “sık olaylar”dan ziyade “nadir olaylar” konseptine dayanmaktadır [5/22]:

- Doğu Akdeniz'e doğru ilerleyen bölgesel Siklonik Rüzgar Fırtınası. Siklonik faaliyetler Türkiye'de nadirdir; ancak siklonlar meydana gelmektedir (Karaka vd, 2000 [5/21]). Kasırga benzeri fırtınalar da mümkündür;

- Olasılıksal maksimum rüzgar fırtınaları tahminine dayanan 30 m/s ve 70 (73'e kadar) m/s maksimum rüzgar hızları kullanılarak yerel Homojen ve Sabit Rüzgar Fırtınası.

Türkiye'nin güney kıyı şeridini etkilemiş olan tarihsel rüzgar fırtınalarına dayanarak, 1968 ve 2000 arasında Silifke Meteoroloji İstasyonunda gözlemlenen maksimum ani rüzgar 52,4 m/s olmuştur [5/15].

Kırk fırtına yolu analiz edilmiş ve Akkuyu Körfezindeki en yüksek kabarma seviyesi, kritik yol olarak değerlendirilmiştir. Kritik fırtına yolu için, fırtına yolu boyunca fırtınanın maksimum 10 dakikalık rüzgar hızı yaklaşık olarak 57,40 m/s'dir. Akkuyu NGS sahası yakınında (toprak kayması noktasında) fırtınanın maksimum 10 dakika su üzeri rüzgar hızı 56,50 m/s'dir. Bu tahminler, aşağıda ele alındığı üzere maksimum rüzgar fırtınasının olasılıksal tahmin aralığı içindedir (maksimum 65,96 m/s).

Fırtına kabarması esasen stokastik bir öğe olup, PMSS seviyesine katkısı üç farklı yaklaşım ile elde edilmektedir:

Yaklaşık 25 yıllık mevcut tarihsel kayıtlardan 10.000 ile 1.000.000 yılda bir su seviyesi aşma sıklığını tahmin eden bir olasılık yaklaşımı;

Derin suda ve nihai olarak sığlaşma ve fırtına yönü etkilerinin değerlendirilmesinden sonra kıyı çizgisinde bir kabarma seviyesi elde etmek için fırtına basınç derinliği, maksimum rüzgar çapı ve yönü kullanan sadeleştirilmiş deterministik-ampirik yaklaşım;

Delft3d yazılımı (Deltares, 2008 [5/21]) kullanılarak Akkuyu Körfezi ağzında kritik fırtına yoluna bağlı maksimum su seviyesinin hesaplanmasını ve kritik yola kıyıya yakın tepkilerin ampirik denklemler ve sayısal modelleme kullanılarak değerlendirilmesini kapsayan bir deterministik-sayısal yaklaşım.

5.4.5 ALIM SİSTEMİ ÜZERİNDE BUZ ETKİSİ

Akkuyu NGS için önerilen kavramsal alım sistemi, Akkuyu Körfezinden enerji santrallerine su çeken ve Akdeniz'de bulunan dört alım yapısından oluşmaktadır. Alım yapılarının yeri dahil olmak üzere Akkuyu NGS sahası ve tesis planının yerini dikkate alarak, Akdeniz'deki su sıcaklığının donma noktasına düşmesi beklenmemektedir ve bu nedenle Akkuyu NGS'yi etkileyen frazil buz ve buz yığılmaları göz ardı edilebilir.

5.4.6 SOĞUTMA SUYU KANALI VE REZERVUARLARI

Akkuyu NGS için önerilen alım sistemi, Akkuyu Körfezinden enerji santrallerine su çeken ve Akdeniz'de bulunan dört alım yapısından oluşmaktadır. Akkuyu NGS soğutma suyu tasarımı, dört ünite için 240 m^3/s tasarım giriş akımını çekmek için Akkuyu Körfezine kurulan dört yüzey alım yapısından oluşmaktadır (bir ünite için 60 m^3/s). Önerilen su tahliye sistemi Akkuyu Körfezindeki çıkış tünellerini kullanmaktadır.

Önceden ele alındığı üzere, buz etkileri (örn: buz kalınlığı, frazil buz), soğutma suyu alımını veya Akkuyu NGS'ye su beslemesini engellemeyecektir. Alım yapısındaki maksimum su seviyesi PMSS ve PMT ile kontrol edilmektedir. Alım yapısındaki PMSS'ye bağlı minimum su seviyesi yaklaşık olarak eksi 2,30 m MSL olarak değerlendirilmiştir.

5.4.7 KANAL SAPTIRMALARI

Topografik özellikler, jeolojik özellikler ve tahliye havzasının sismik faaliyeti, Akkuyu NGS'ye akışı sınırlandıran veya engelleyen bir toprak kaymasının meydana gelme olasılığının bulunmadığını göstermektedir.

Meydana gelmeleri halinde kanal saptırmalarının Akkuyu NGS'deki güç bloğu yapıları, sistemleri ve bileşenleri üzerinde herhangi bir sel basma riski teşkil etmemeleri için Akkuyu NGS DBFL üzerinde kurulmalıdır. Ek olarak, Akkuyu NGS'nin güvenlikle ilgili su beslemesi, herhangi bir yerel akıntı veya ırmaktan sürekli su alınabilir olmasına dayanmamaktadır. Bu nedenle, Akkuyu NGS yakınındaki yerel akımların ve ırmakların herhangi bir potansiyel sapması veya yerel yeniden yönlendirmesi, Akkuyu NGS'nin güvenlik fonksiyonlarını etkilemeyecektir.

Güney ve doğu Akdeniz'de güvenilir uzun süreli deniz seviyesi ölçümleri bulunmamaktadır, bu da deniz seviyesinde güvenilir eğilimlerin tespit edilmesini zorlaştırmaktadır. Sismik, topoğrafik ve jeolojik yapı dikkate alındığında, Akdeniz'in herhangi bir kıyı şeridi değişikliğinin (kıyı şeridi göçü, kıyı şeridi kesintileri, buz yığılmaları veya batma alanı), Akkuyu NGS'de güvenlikle ilgili tesisleri veya su şebekelerini olumsuz etkileyecek olması son derece imkansızdır. Ek olarak, Akkuyu NGS sahası su havzasında geçmişe dair kanal sapma kayıtları bulunmamaktadır.

PMSS seviyesi olasılık yaklaşımı, sadeleştirilmiş deterministik-ampirik yaklaşım ve bir deterministik- sayısal yaklaşım kullanılarak elde edilmiştir. Türk kıyı şeridinde kabarma seviyesi, sığlaşmanın dikkate alınmasından sonra 2,30 m olarak hesaplanmıştır. 10.000 yıl açık deniz önemli dalga yüksekliği, Silifke'de tarihsel rüzgar verilerine dayanarak 8,02 m'dir. Türkiye kıyı şeridinde

10.000 yıllık önemli dalga yüksekliği, sığlaşma dikkate alındıktan sonra 7,52 m'dir. Dalga oluşumu dahil Türkiye kıyı şeridinde dalga yükselmesi 4,54 m'dir. Dalga etkileri dahil PMSS'den dolayı potansiyel maksimum su seviyesi, Akkuyu NGS'de 4.54'deki bir dalga yükselmesine dayanarak 6,84 m MSL olarak hesaplanmaktadır.

5.4.8 BUZUN NEDEN OLDUĞU KANAL SAPTIRMALARI

Önceden ele alındığı üzere, Akkuyu NGS sahası civarında Akdeniz'de bir buz yığılması olayına dair geçmişe ait herhangi bir delil bulunmamaktadır. Sonuç olarak, Akkuyu NGS'ye soğutma suyu beslemesinde bir kesintiye neden olabilecek buz yığılmaları olasılık dışı kabul edilmiştir.

5.4.9 KANAL SAPMALARINDAN VE KIYI ŞERİDİ GÖÇÜNDEN DOLAYI SAHADA SU TAŞMASI

Akdeniz'den soğutma suyu beslemesinin sapması veya yeniden yönlendirilmesi (kıyı şeridi göçü, kıyı şeridi kesintileri, buz boğazları veya batma alanından dolayı) güvenilir kabul edilmemektedir. Bu nedenle, sapma veya yeniden yönlendirme güvenlikle ilgili tesisleri veya su beslemelerini olumsuz olarak etkilemeyecektir.

Ayrıca, ön enerji blok kotuna dayanarak, güvenlikle ilgili bütün tesis girişleri DBFL üzerinde bulunmakta olup kanal sapmasından dolayı su taşmasının güvenlikle ilgili girişlere ulaşması engellenmektedir.

5.4.10 ALTERNATİF SU KAYNAKLARI

Akkuyu NGS tasarımı için alternatif bir su şebekesi gerekmemektedir. Nihai ısı havuzu olarak havayı kullanarak, pasif ısı giderme sistemi, bir tasarım kaynaklı kazada sınırsız bir süre için fonksiyonunu yerine getirebilir [5/15]. Tek başına pasif ısı giderme sisteminin çalıştırılması, bir aktif sistem arızası durumunda reaktörü soğutmaya yeterli olacaktır [5/15].

5.4.11 AKKUYU KÖRFEZİNDE DALGA REJİMİ

Sellerin meydana gelmesi için olası koşullar burada 11.2011 tarihli rapora dayanarak daha da karakterize edilmektedir [5/11].

Bu kısımda, ECMWF (Orta Mesafeli Hava Tahminleri Avrupa Merkezi) için uzun süreli ve aşırı rüzgar istatistikleri (35,90^{0}N-33,50^{0}E) 1983 ila 2010 yılları arasındaki rüzgar verileri, rüzgar gülü ve rüzgar hızı sıklık histogramı ile birlikte sunulmaktadır.

Tüm yönleri dikkate alan yıllık rüzgar gülü ve rüzgar hızı sınıfı sıklık histogramı Şekil 5/4.3 ve 5/4.4'de sunulmaktadır. Histogramda, saatlik ortalama rüzgar hızları (Uave) 1,5 m/sn aralıklarla sınıflandırılmakta ve ilgili sıklıklarıyla (%) grafiklerde sunulmaktadır.

Uzun süreli rüzgar istatistikleri analizi, 1,5 m/s aralıklarda ECMWF rüzgar verisini (1983-2010) sınıflandırarak ve her bir yön için her bir rüzgar sınıfı oluşumunun kümülatif sayısını bir yarı-logaritmik grafik kağıt üzerine yazmak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Rüzgar hızlarının kümülatif aşma olasılığı olan Uave, 10, aşağıdaki şekilde verilmektedir:

Q(> Uave,10) = exp[(Uave,10-B)/A],

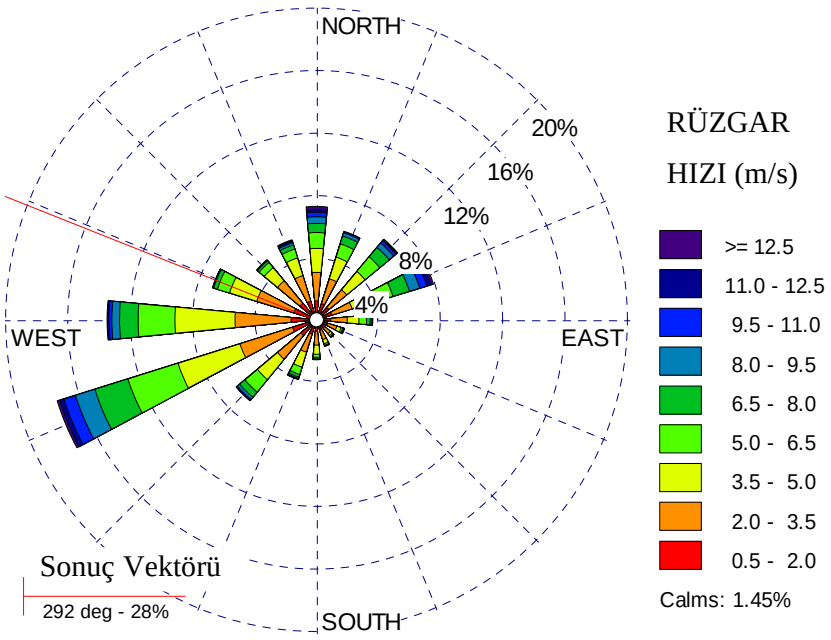
formülde:

- Q(>Uave,10) hareketsiz su seviyesinin 10 metre üzerinde saatlik ortalama rüzgar hızının kümülatif aşma olasılığıdır (Uave,10).

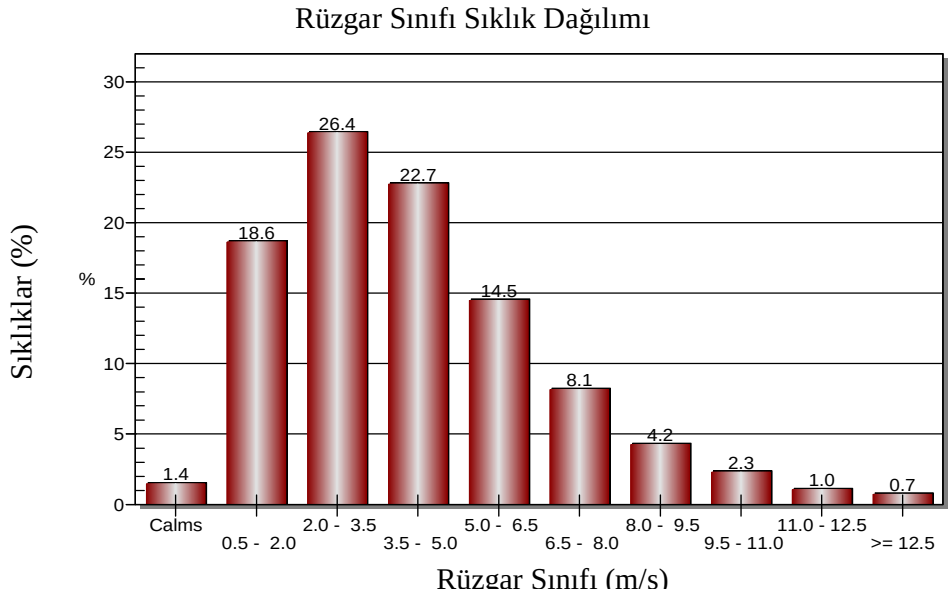
Q(> Uave,10) = exp[(Uave,10-B)/A],

formülde:

– Q(>Uave,10) hareketsiz su seviyesinin 10 metre üzerinde saatlik ortalama rüzgar hızının kümülatif aşma olasılığıdır (Uave,10).



Şekil 5/4.3 - Yıllık Rüzgar Gülü, ECMWF (1983-2010)

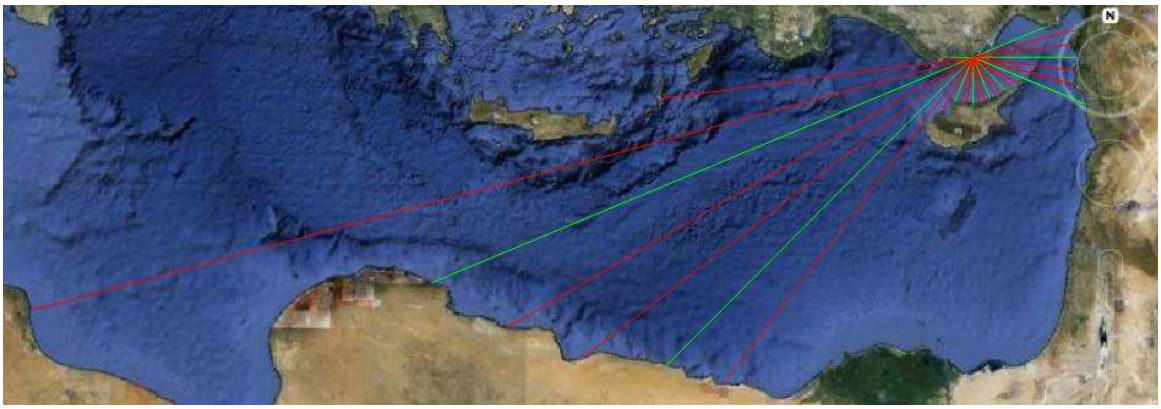


Şekil 5/4.4 - Rüzgar Hızı Sınıfı Sıklık Histogramı (Tüm Yönler; ECMWF, 1983-2010)

Karadan baskın rüzgar yönleri, Kuzey, Doğu-Kuzeydoğu ve Kuzeydoğudur ve bu yönlerden 10 saat/yıl aşma olasılığına sahip ortalama rüzgar hızları sırasıyla 12,71, 11,97 ve 10,28 m/s'dir. Ayrıca, denizden baskın rüzgar yönleri, Batı-Güneybatı, Batı ve Güneybatıdır ve bu yönlerden 10 saat/yıl aşma olasılığına sahip ortalama rüzgar hızları sırasıyla 12,64, 10,29 ve 8,85 m/s'dir.

Karadan baskın şiddetli rüzgar yönleri, Kuzey, Kuzey-Kuzeybatı ve Doğu-Kuzeydoğudur ve bu yönlerden 100 yıl dönüş periyoduna sahip saatlik ortalama rüzgar hızları sırasıyla 26,2, 24,4 ve 21,2 m/s'dir. Ayrıca, denizden baskın rüzgar yönleri, Batı-Güneybatı, Güney-Güneybatı ve Güneydir ve bu yönlerden 100 yıl dönüş periyoduna sahip saatlik ortalama rüzgar hızları sırasıyla 22,3, 21,1 ve 20,0 m/s'dir [5/11].

Dalga tahmini için etkili kabarma uzunlukları SHODB (Deniz Kuvvetleri Seyrüsefer, Hidrografi ve Oşinografi Başkanlığı) navigasyon haritalarından belirlenmektedir. Etkili kabarma çalışmaları Doğu-Kuzeydoğu ve Batı yönleri arasında yapılmaktadır. Kabarma uzunluklarının hesaplanmasında, her bir yön için etkili alan $7,5^0$ aralıklar ile toplam 45^0'lik bir alanı kapsayan eksi $22,5^0$ ile $+22,5^0$ arası bir sektör olarak kabul edilmektedir. Kabarma uzunlukları, Şekil 5/4.5'de gösterildiği üzere proje sahasının kıyı açığından alınmıştır. Karşılık gelen yönler için etkili kabarma uzunlukları Tablo 5/4.1'de verilmektedir.



Şekil 5/4.5 - Proje Sahasından Kabarma Yönleri

Tablo 5/4.1 - Etkili Kabarma Uzunluğu (km)

Yön	Etkili Kabarma Uzunluğu (km)
W	443.65
WSW	818.95
SW	617.50
SSW	253.76
S	78.70
SSE	77.29
SE	93.67
ESE	137.61
E	170.18
ENE	92.38

Proje sahası için dalga diklik değeri, her bir fırtınanın karşılık gelen önemli dalga periyodlarından (T_s) hesaplanan derin su önemli dalga yüksekliklerinin (H_{s0}) ve derin su dalga uzunluklarının (L_0) karşılaştırmalı olarak çizilmesi suretiyle elde edilmektedir. Fırtına dalga özellikleri kullanılarak elde edilen dalga diklik değeri yaklaşık 0,0391'dir.

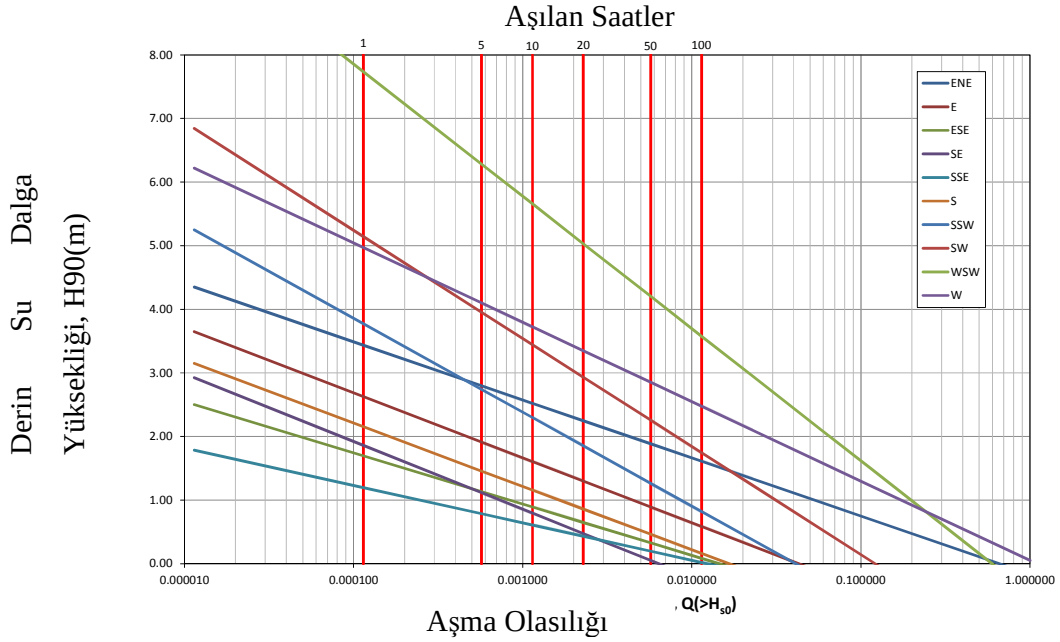
Uzun süreli dalga istatistiği analizi gerçekleştirilmiş olup, ECMWF'den (1983-2010) alınan etkili kabarma uzunlukları ve rüzgar hızlarıyla W61 Sayısal Model (ODTÜ, Okyanus Mühendisliği Araştırma Merkezi) kullanılarak tahmin edilen derin su önemli dalga yükseklikleri 0,40 m aralıklarla sınıflandırılmıştır ve olayların kümülatif sayısı W61'den alınan yarı logaritmik grafik kağıda grafik olarak çizilmiştir. Derin dalga yüksekliğinin kümülatif aşma olasılığı olan H_{s0}, aşağıdaki gibi verilmektedir:

$Q(> U_{ave,10}) = \exp[(H_{s0}-B)/A]$,

formülde:

– $Q(>H_{s0})$ derin su dalga yüksekliğinin (H_{s0}) kümülatif aşma olasılığıdır.

Bu denklem, H_{s0} ve $Q(> H_{s0})$'a karşılık gelen veri noktalarının yarı logaritmik grafik kağıt (normal ölçekte H_{s0} ve logaritmik ölçeklerde $Q(> H_{s0})$) üzerine çizilmiş olması halinde, $Q(> H_{s0})$ yatay eksen iken A eğimi ve B kesme noktasına sahip düz çizgi üzerinde bulunmalarının gerektiğini göstermektedir. Uzun vadeli dalga istatistiklerinin sonuçları tüm etkili kabarma yönleri için Şekil 5/4.6'da grafik olarak çizilmiştir. Şekil 5/4.6'da dikey eksen derin su önemli dalga yükseklikleri (H_{s0}) iken yatay eksen bu önemli dalga yüksekliklerinin kümülatif aşma olasılığıdır ($Q(>H_{s0})$). Tablo 5/4.2, belirli periyotlar (yılda 1, 5, 10, 20, 50 ve 100 saat) için ve her bir etkili yön için Şekil 5/4.6 kullanılarak bölgede gözlemlenen derin su önemli dalga yüksekliklerini sunmaktadır.



Şekil 5/4.6 - Uzun Süreli Dalga İstatistikleri

Tablo 5/4.2 - Dalga İstatistikleri Sonuçları (Derin Su)

Aşma olasılığı saat/yıl	Dalga parametreleri	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W
1	H_{s0},m	3.44	2.63	1.70	1.86	1.20	2.15	3.77	5.14	7.74	4.97
	T_s, s	7.52	6.57	5.28	5.53	4.44	5.95	7.88	9.20	11.28	9.04
5	H_{s0}, m	2.80	1.92	1.13	1.12	0.79	1.46	2.74	3.96	6.28	4.10
	T_s, s	6.78	5.61	4.32	4.28	3.59	4.90	6.71	8.06	10.16	8.21

Aşma olasılığı saat/yıl	Dalga parametreleri	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W
10	H_{s0},m	2.52	1.61	0.89	0.80	0.61	1.16	2.30	3.44	5.66	3.72
	T_s, s	6.44	5.14	3.83	3.62	3.16	4.36	6.15	7.52	9.64	7.82
20	H_{s0},m	2.25	1.30	0.65	0.48	0.43	0.86	1.85	2.93	5.03	3.35
	T_s, s	6.08	4.62	3.26	2.80	2.67	3.76	5.52	6.94	9.09	7.42
50	H_{s0},m	1.88	0.89	0.33	0.05	0.20	0.46	1.27	2.26	4.20	2.85
	T_s, s	5.57	3.83	2.32	0.93	1.81	2.76	4.56	6.09	8.31	6.85
100	H_{s0},m	1.61	0.59	0.08	-	0.02	0.16	0.82	1.74	3.58	2.48
	T_s, s	5.14	3.11	1.18	-	0.59	1.64	3.68	5.35	7.67	6.38

Tablo 5/4.2'den görülebildiği üzere, baskın dalga yönleri,Batı-Güneybatı, Batı ve Güneybatıdır ve 10 saatlik yıllık aşma olasılığına sahip olanların dalga yükseklikleri sırasıyla 5,66, 3,72 ve 3,44 metredir.

Aşırı dalga yüksekliği olasılık dağılımı, bir fırtına olayı sırasında yıkılma eğilimi taşıyan yapı veya kıyı faaliyeti için kullanılacak tasarım dalga yüksekliğine dair karara yardımcı olma konusunda yararlıdır. Bölgenin aşırı dalga istatistiklerini elde etmek amacıyla, proje alanlarının aşırı dalga verileri, farklı aşırı dalga yüksekliği olasılık dağılımları (FT-1, FT-2, Weibull, Log Normal) farklı dağılım katsayıları ile kullanılarak analiz edilmektedir. En uygun sonuçları veren Gumbel dağılımı, en yüksek dalga yükseklikleri ve bu en yüksek dalga yüksekliklerinin kümülatif aşmama olasılığı arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılmaktadır.

$$P(< H_{s0}) = \exp[-\exp(-(H_{s0}-B)/A)],$$

formülde:

- H_{s0} referans zaman uzunluğu içinde aşırı önemli dalga yükselikliğidir (derin su).
- P(<Hs0) Hs0 değerinin referans süre içinde aşılmadığı kümülatif olasılıktır;
- A ve B dağılım parametreleridir.

Yukarıda verilen denklem, ordinat ile $-\ln[-\ln(1/(P(<H_{s0}))]$ karşılaştırmalı olarak bir H_{s0} grafiğinin, eğim olarak +A'ya ve kesme noktası olarak +B'ye sahip bir düz çizgi vermesi gerektiğini göstermektedir.

Dalga yükseklikleri ve karşılık gelen dalgaların aşmama olasılığı Şekil 5/4.7'de verilmektedir. Şekil 5/4.7'de dikey eksen, üst yatay eksen ve alt yatay eksen, sırasıyla, derin su

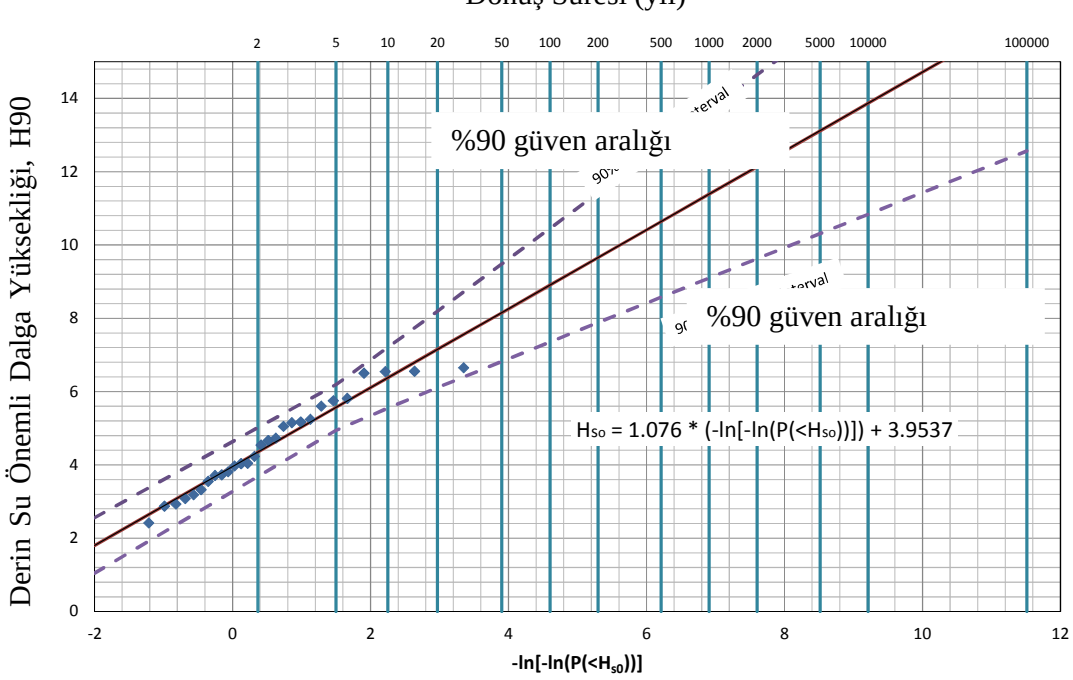
önemli dalga yüksekliklerini (Hs0) (metre olarak) dönüş periyotlarını (RP) (yıl olarak) ve derin su önemli dalga yüksekliklerinin meydana gelme olasılıklarını P(< Hs0) (%) temsil etmektedir. %90 güven aralığı sınırları içinde sekiz farklı dönüş periyodu ve farklı dalga diklik değerleri için aşırı dalga istatistiği sonuçları Tablo 5/4.3'de verilmektedir.

Şekil 5/4.7'nin üst yatay ekseni, aşağıdaki ilişki yoluyla aşmama olasılığı değeriyle ilgili olan R_P dönüş süresini (belirli bir olayın ortalama meydana gelme süresi olarak tanımlanır) gösterir.

$R_p = 1/(1-P(<H_{s0}))$

Tablo 5/4.3 - Aşırı Dalga İstatistikleri Sonuçları (Derin Su)

Dönüş Süresi (yıl)	Hs, m (% 90 Güven Üst Limiti)	Hs, m	Hs, m (% 90 Güven Alt Limiti)	Ts, s (% 90 Güven Üst Limiti)	Ts, s	Ts, s (% 90 Güven Alt Limiti)
5	6.19	5.57	4.95	10.07	9.55	9.00
10	7.20	6.38	5.55	10.87	10.22	9.54
20	8.19	7.15	6.11	11.59	10.83	10.01
50	9.48	8.15	6.82	12.47	11.56	10.58
100	10.45	8.90	7.35	13.09	12.08	10.98
200	11.42	9.65	7.88	13.68	12.58	11.37
500	12.70	10.64	8.58	14.43	13.21	11.86
1000	13.67	11.39	9.10	14.97	13.66	12.21
5000	15.92	13.12	10.31	16.16	14.66	13.00
10000	16.89	13.86	10.83	16.64	15.08	13.33



Şekil 5/4.7 – Aşırı Dalga İstatistiği (Derin Su)

Tablo 5/4.2'de görülebildiği üzere, en yüksek yıllık derin su önemli dalga yükseklikleri ağırlıklı olarak Güneybatı-Güney, Batı ve Güneybatı yönlerindendir. Tablo 5/4.3'te verilen veriler kullanılarak, 100, 1000 ve 10000 yıllık dönüş süreleri ile derin su önemli dalga yükseklikleri (H_{s0}) %90 güven limitleri dahilinde sırasıyla 8,90 ± 1,55, 11,39 ± 2,29 ve 13,86 ± 3,03 bulunmuştur.

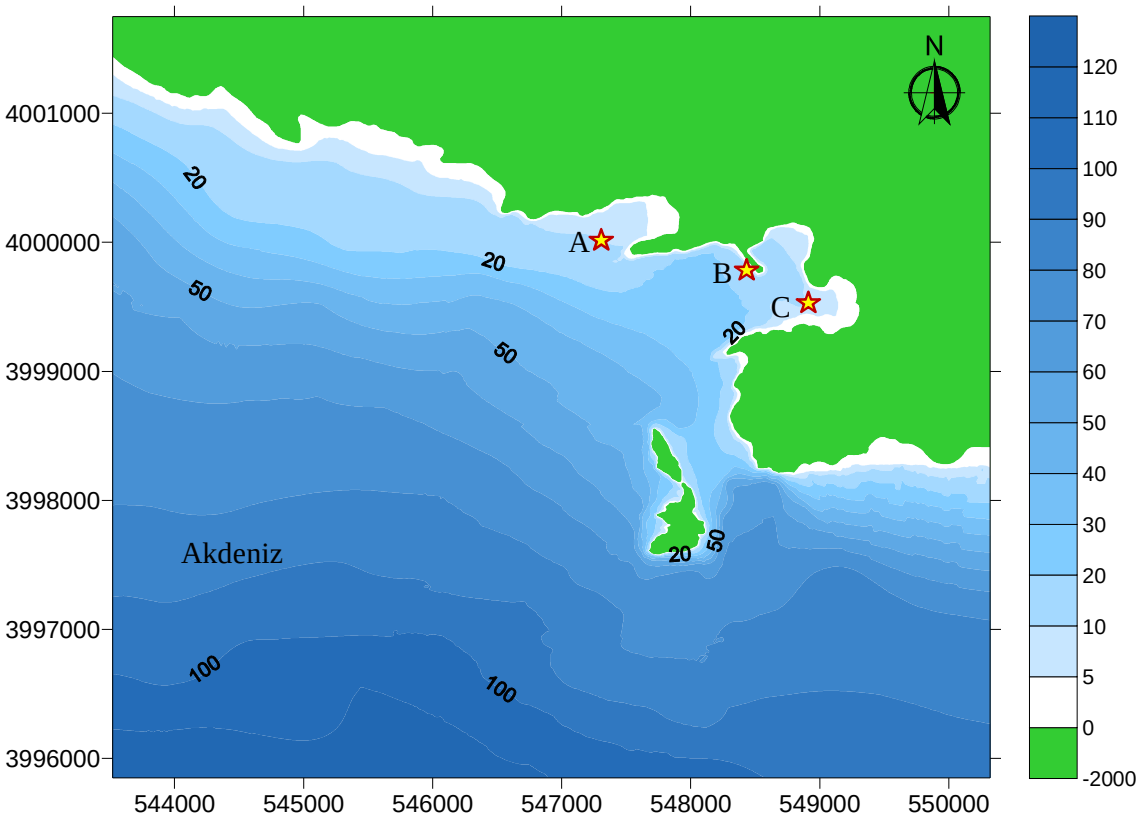
Dalga dönüşüm çalışmalarında, küresel ısınmadan dolayı önümüzdeki yüzyılda meydana gelmesi olası deniz seviyesi artışı 1,0 m'dir. Gelgit değişimi 0,30 olarak,mevsimsel değişimler ise 0,30 m olarak kabul edilmiştir. Basınç değişimleri ve Coriolis etkilerinden dolayı su seviyesindeki değişimler, rüzgar nedeniyle kabarma, gelgit ve mevsimsel değişimlerden ve küresel ısınmadan dolayı deniz seviyesi yükselmesinden kaynaklanan toplam deniz seviyesi yükselmesinin 1/10'u olarak alınmıştır [5/28].

Dalga dönüşüm kapsamında, kırılım ve sığlaşma analizleri yapılmıştır. su derinliği (d) derin su dalga uzunluğundan (L_0) az ise, bu derinlik ara derinlik ($d/L_0 < 0,5$) olarak tanımlanır. Dalgaların kırılımı ve sığlaşması, bu ara derinliğe ulaştıklarında başlar [5/29].

$$H_{s0} = 0.35586\left[-\ln(-\ln(P(<H_{s0})))\right] + 1.59621$$

Dalga dönüşüm çalışmaları için, proje alanının yakın kıyı deniz yatağı topoğrafyası (batimetri) Türk Deniz Kuvvetleri Seyrüsefer, Hidrografi ve Oşinografi Başkanlığının (SHODB)

seyrüsefer haritalarından ve proje alanının etrafında yapılan yakın kıyı batimetrik ölçümlerinden alınmıştır (Şekil 5/4.8).



Şekil 5/4.8 - Proje Alnının Yakın Kıyı Batimetrisi

Derinlikler metre cinsindedir. Koordinat sistemi ED50, UTM-DOM33'te verilmektedir. Aşırı fırtına olayları durumunda proje alanında seçilen lokasyonlar için kıyı şeridi ve tırmanma yüksekliklerinde olası aşırı su seviyelerinin belirlenmesi (Şekil 5/4.8'de A, B ve C Lokasyonu), farklı dönüş sürelerine sahip (100, 1000 ve 10000 yıl) aşırı fırtına olayları senaryoları ile gerçekleştirilmiştir ve derin su dalga özelliklerine sahip uzun süreli fırtına olayları, baskın dalga yönlerinden bir yılda 10 saati aşmıştır; Batı-Güneybatı, Batı ve Güneybatı. Aşırı ve uzun süreli dalga analizlerinden, baskın dalga yönlerinin Batı-Güneybatı, Batı ve Güneybatı olduğu görülmektedir. Tüm senaryolarda, seçilen aşırı dalga koşullarının, baskın dalga yönüne bağlı sektör için temsili olan Batı-Güneybatı yönünden yaklaştığı varsayılmaktadır. Ayrıca, bütün fırtına olaylarının astronomik gelgit değişim genliklerinin, hızlandırılmış deniz seviyesi yükselmesinin, karşılık gelen rüzgara bağlı kabarmanın ve atmosferik basınç değişimlerinin ve olası Coriolis

etkilerinden dolayı deniz seviyesindeki yükselmenin toplamı olarak tanımlanan ilgili yüksek su seviyelerinde (HWL) meydana geldiği kabul edilmektedir.

Her bir aşırı dalga durumu için rüzgara bağlı kabarma hesaplamalarında, ilgili etkili kabarma alanlarından derin su dalga koşulları oluşturabilecek derin su dalga koşulları oluşturabilecek ortalama rüzgar hızları ($U_{ave,10}$) S-M-B [5/30] yöntemi kullanılarak bulunmuştur. Ortalama rüzgar hızı ($U_{ave,10}$) ve aynı yönde ortalama su derinliği (h_{mean}) ile oluşan belirli bir yönden etkili bir kabarma mesafesi (F) boyunca rüzgara bağlı kabarma(η_0), aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır (OCDI, 2002) [5/31]:

$$\eta_0 = 4.8 \cdot 10^{-2} \frac{F}{h_{mean}} U^2_{ave,10.}$$

Yukarıda verilen denklem, kapalı havza üzerinde esen, sabit bir rüzgar hızından $U_{ave,10}$ (m/s) dolayı, sırasıyla sabit bir su derinliği ve uzunluğu ile kapalı bir havzanın rüzgar altı ve rüzgar üstü sınırlarında meydana gelebilecek rüzgar kaynaklı kabarma ve alçalmanın yaklaşık bir çözümüdür (Rock Manual, 2007) [5/11].

Bu nedenle, %1, 0,1 ve 0,01 aşma olasılıkları ile karadan esen aşırı rüzgarlardan dolayı kıyı şeridinde rüzgar kaynaklı alçalmalar, yukarıda verilen denklem ve karadan esen rüzgarın ters yönündeki ortalama su derinlikleri ve kabarma mesafeleri kullanılarak yakınlaştırılmıştır. Örnek olarak, Kuzey yönünden olası rüzgar kaynaklı kabarmaları hesaplamak için, gerekli aşma olasılığı ile Kuzey yönünden maksimum saatlik ortalama rüzgar hızı, ortalama su derinliği ve proje sahasından Güney yönü boyunca kabarma mesafesi yukarıda kullanılmaktadır. Akkuyu NGS için, aşırı rüzgar istatistiği çalışmasından görüldüğü üzere, 100, 1000 ve 10000 yıl dönüş süreleriyle maksimum rüzgar hızları Kuzey, Kuzey-Kuzeydoğu ve Doğu-Kuzeydoğu yönlerinden gözlenmektedir. Yukarıda verilen dönüş süreleriyle bu yönlerden saatlik ortalama rüzgar hızlarını kullanarak, kıyı şeridinde olası rüzgar kaynaklı alçalmalar yakınlaştırılmıştır. Hesaplamaların detayları Tablo 5/4.4'de verilmektedir.

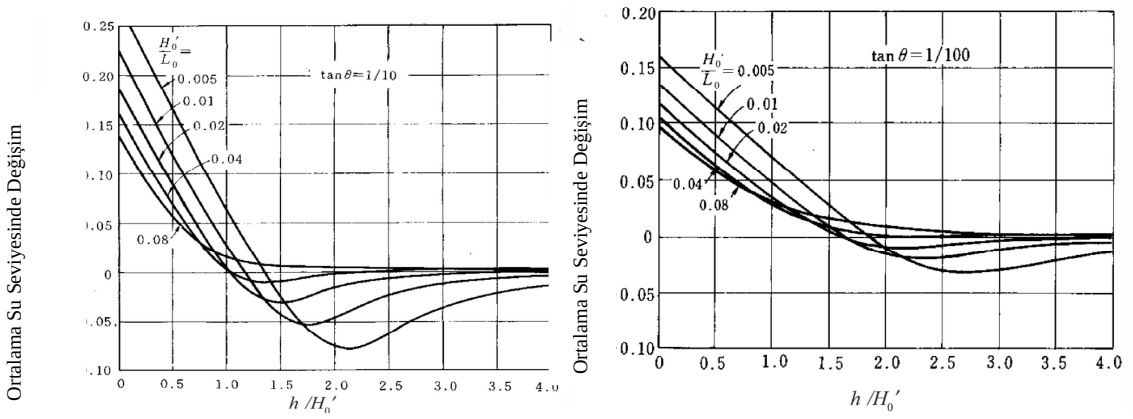
Tablo 5/4.4 - Rüzgar Kaynaklı Alçalma Hesaplamaları

Yön	N			NNW			ENE		
Dönüş Periyodu, yıl	100	1000	10000	100	1000	10000	100	1000	10000
Ters Yönde Kabarma Uzunluğu, km	78.7	78.70	78.70	77.29	77.29	77.29	818.95	818.95	818.95
Rüzgar Hızı, $U_{ave,10}$, m/s	26.3	34.3	42.4	24.4	32.0	39.6	21.2	26.3	31.3
Ters Yönde Ortalama Su Derinliği, km	707	707	707	673	673	673	1462	1462	1462

Yön	N			NNW			ENE		
Kıyı Şeridinde Rüzgar Kaynaklı Alçalma, m	-0.04	-0.06	-0.10	-0.03	-0.06	-0.09	-0.12	-0.19	-0.26

Tablo 5/4.4'den görüldüğü üzere, %1, %0.1 ve %0.01 aşma olasılıkları ile kara yönlerinden (N, NNW ve ENE) esen aşırı rüzgarlardan dolayı ortalama deniz seviyesindeki alçalma 0.03-0.26 metreler arasında olmuştur.

Rastgele dalga kırılmasından dolayı kıyı şeridinde ortalama su seviyesindeki toplam yükselme (toplam dalga kabarması), dalga kabarmasının statik (ortalama dalga kabarması, η) ve dinamik (sörf salınımı, ζ_{rms}) bileşenlerin bir toplamıdır. Farklı deniz tabanı eğimleri (tanθ) için bağıl su derinliklerinde (h/H_0') dalga kabarma değerlerinin (η) statik bileşeni Şekil 5/4.9'dan elde edilmiştir [5/36].



a) - Taban Eğimi 1/100 b) - Taban Eğimi 1/10

Şekil 5/4.9 - Ortalama Su Seviyesinde Değişim (OCDI, 2002)

Dalga kabarmanın dinamik (salınan) bileşeni, kıyı şeritlerinde sörf salınım genlikleri (ζ_{rms}) aşağıdaki formülden hesaplanmıştır [5/36]

$$\zeta_{rms} = \frac{0.01 H_0^{'}}{\sqrt{\frac{H_0^{'}}{L_0}(1+\frac{h}{H_0^{'}})}} \quad , \qquad H_0^{'} = H_0 K_r$$

formülde:

- h, ara su derinliğidir;
- Kr ilgili derinlikte kırılma katsayısıdır;

- L0 derin su dalga uzunluğudur.

Kırılma dalgalarından dolayı kıyı şeridinde dalga kırılmasının meydana geldiği yerde, "kırılma derinliği d_b" adı verilen bir su derinliğinde dalga kabarmasına benzer bir şekilde ortalama deniz seviyesinde bir alçalma oluşur. Dalga alçalma değerlerini hesaplamak için, kırılma dalga yüksekliği (H_b), Gourlay [5/11] tarafından ortaya koyulan aşağıdaki denklem kullanılarak elde edilir ve kırılma indeksi (γ_b), Janssen ve Battjes tarafından ortaya koyulan aşağıdaki ikinci denklem kullanılarak elde edilir [5/11].

$$H_b = 0.478 H_0' \left(\frac{H_0'}{L_0} \right)^{-0.28} \qquad \text{İçin: } m < 0.07$$

$$\gamma_b = \frac{H_b}{d_b} = 0.39 + 0.56 \tanh(33 H_0' / L_0).$$

Yukarıda verilen denklemler kullanılarak dalga kırılma parametreleri hesaplandıktan sonra, dalga alçalması η_b, aşağıda verilen denklem kullanılarak hesaplanır

$$\eta_b = -\frac{\gamma_b H_b}{16(1+\gamma_b^2/16)}$$

Tırmanma yüksekliklerinin ($R_{2\%}$) hesaplanması için, [5/32]'de verilen metodoloji takip edilmiştir (aşağıdaki denkleme bakınız). Yaklaşık 10 m su derinliklerinde (hareketsiz su seviyesinden, SWL) olan proje sahasına yakın seçilen lokasyonlarda taban eğimleri mevcut batimetrik verilerden elde edilmiştir.

$$\frac{R_{2\%}}{H_{m0}} = 1.75 \cdot \gamma_b \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta \cdot \xi_{m-1.0}, \qquad \xi_{m-1.0} = \frac{\tan\alpha}{\sqrt{H_{m0}} / L_{m-1.0}}.$$

formülde:

- H_{m0} kompozit profilin önündeki (veya bir yapının tabanındaki) önemli dalga yüksekliğidir;
- ξm-1.0 spektral sörf benzerlik parametresi;
- tanα, dalga kırılım noktasından (1,5 Hm0'a eşit bir derinlik olarak tanımlanır) dalga tırmanma yükseliğine (%R2) kadar elde edilen kompozit profil boyunca ortalama eğimdir, spektral derin su dalga boyu (Lm-1,0) spektral dalga periyodundan, Tm-1,0, elde edilir;

- γb, γf ve γβ, sırasıyla banket, pürüzlülük ve yatık dalga hücumu için küçültme katsayılarıdır.

Bu katsayılar 1,0'a eşit olarak alınmaktadır. Seçilen yerlerde tırmanma yüksekliklerinin hesaplanmasında, kıyıya yakın dalga yükseklikleri ve 10 m su derinliğinde ortalama taban eğimleri kullanılmakta ve eğim, karada hesaplanan tırmanma yükseliğine kadar sabit varsayılmaktadır. Bu nedenle, hesaplanan tırmanma yükseklikleri yaklaşık ve teoriktir ve kıyıya yakın proje alanındaki kara topografyası ve yapısal özellikler dikkate alınarak yeniden değerlendirilmelidir.

Gelen dalgaların %2'si ile aşılan tırmanma yüksekliğine kıyı şeridinden (SWL'de) mesafe, fırtına kabarmasının taşma mesafesi olarak varsayılmaktadır. Aşırı fırtına olaylarının seçilen senaryoları için kıyı şeridinden (SWL'de) kara üzerinde fırtına kabarması taşma mesafeleri, ayrıca kara üzerinde 10 m derinlik sabitinde ortalama deniz tabanı eğimi varsayılarak hesaplanmıştır.

Seçilen fırtına olayları, derin su özellikleri ve hesaplanan yüksek su seviyeleri Tablo 5/4.5'de verilmektedir. Kıyıya yakın dalga parametreleri ve kıyı şeridinde aşırı su seviyeleri ile birlikte tırmanma yükseklikleri ve dalga kabarmaları Tablo 5/4.6'da verilmektedir.

SWL ile ilgili olarak kıyı şeridinde aşırı su seviyelerinin, statik ve dinamik bileşenlerin ve ilgili yüksek su seviyelerinin toplamı olduğu varsayılmaktadır. Tablo 5/4.5 ve 5/4.6'dan görüldüğü üzere, A, B ve C yerlerine yakın SWL'den kıyı şeridinde beklenen aşırı su seviyeleri, 100 yıllık bir dönüş süresine sahip aşırı fırtına olayı durumunda sırasıyla 2,79, 2,59 ve 2,64 m'dir (%1 aşma olasılığı).

Tırmanma yüksekliklerinin, dalga kabarmalarının ve alçalmalarının, kıyı şeridinde aşırı su seviyelerinin ve kıyı şeridinden taşma mesafesinin hesaplanan değerleri yaklaşık ve teorik değerler olup NGS sahasında kıyı yapılarının türleri ve yerleşim düzeni dikkate alınmak suretiyle detaylı olarak yeniden değerlendirilmelidir.

Tablo 5/4.5 - Proje Alanı için Seçilen Fırtına Olayları Senaryoları için Derin Su Dalga Özellikleri ve Yüksek Su Seviyesi Hesaplamaları

Derin Su Dalga Özellikleri	Senaryolar					
	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
Yön	WSW	WSW	WSW	W	WSW	SW
Dönüş Süresi, Yıl/Aşılan Süre, saat	100 yıl	1000 yıl	10000 yıl	10 saat	10 saat	10 saat
Derin Su Önemli Dalga Dikliği, Hs0/L0	0.0391	0.0391	0.0391	0.0391	0.0391	0.0391
Derin su dalga yüksekliği, Hs0,m	8.90	11.39	13.86	3.72	5.66	3.44
Önemli Dalga Süresi, Ts, s	12.08	13.66	15.08	7.81	9.63	7.51
Yüksek Su Seviyesi Hesaplamaları						

P Etkili Kabarma Mesafesi, F, km	819.0	819.0	819.0	443.7	819.0	617.5
Rüzgar Hızı, U, m/s	23.2	28.4	33.6	14.2	17.0	12.9
Ortalama Derinlik, hmean, m	1462.7	1462.7	1462.7	679.2	1462.7	1690.7
Rüzgar Kaynaklı Kabarma, η0, m	0.14	0.22	0.30	0.06	0.08	0.03
Gelgit Değişimleri, tv, m	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Mevsimsel Değişimler, sv, m	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Deniz Seviyesi Yükselmesi, slr, m)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Barometrik ve Coriolis Etkiler, m [1)]	0.14	0.15	0.16	0.14	0.14	0.13
Yüksek Su Seviyesi, Δh (SWL'den +m)	1.59	1.67	1.76	1.50	1.52	1.46

[1)] *Atmosfer basıncındaki değişimlere ve olası Coriolis etkilerine bağlı deniz seviyesi değişimleri, rüzgar kaynaklı kabarma (aşırı dalga olaylarının) gelgit ve mevsimsel değişimler ve beklenen deniz seviyesi yükselmesinin toplamının yüzde 10'u olarak kabul edilmiştir.*

Tablo 5/4.6 - B Yerinde Seçilen Fırtına Olayı Senaryoları için Kıyıya Yakın Dalga Özellikleri ile Dalga Kabarması ve Tırmanma Hesaplamaları

Kıyıya Yakın Dalga Özellikleri ve Dalga Kabarması ve Tırmanma Hesaplamaları - Lokasyon B	Senaryolar					
	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
Önemli Dalga Yüksekliği, Hs,d=10m, m	5.95	7.42	8.29	2.36	3.89	2.24
Ortalama Yaklaşım Açısı, [1)] αmean,d = 10m, °	229.8	228.6	227.7	243.2	233.3	230.1
Eşdeğer Derin Su Dalga Yüksekliği, H0',d = 10m, m	6.37	8.15	9.92	2.43	4.05	2.50
Önemli Kırılma Dalgası Yüksekliği, Hsb, m	8.29	10.60	12.91	3.24	5.27	3.24
Kırıcı İndeksi, γb, m	0.71	0.71	0.71	0.69	0.71	0.72
Kırılma Derinliği, db, m	11.65	14.90	18.15	4.70	7.41	4.53
Kırılma derinliğinde dalga alçalması, [2)]ηb, m	-0.36	-0.46	-0.56	-0.14	-0.23	-0.14
Kıyı şeridinde dalga kabarması, η, m[5/2]	1.00	1.27	1.55	0.39	0.63	0.39
Sörf salınımı, [2)]ζrms, m	0.38	0.49	0.59	0.15	0.24	0.15
Ortalama Eğim, tanα	0.060					
Spektral Sörf Benzerlik Parametresi, ξm - 1,0	0.396	0.401	0.419	0.406	0.391	0.402
%2 Tırmanma Yüksekliği, [2)]R2%, m	4.12	5.21	6.08	1.68	2.66	1.57
%3 Tırmanma Yüksekliği, [2)]R2%, m	5.71	6.88	7.84	3.18	4.17	3.03
SWL'den Kıyı Şeridinde Aşırı Su Seviyesi[4)] , m	2.97	3.43	3.91	2.04	2.39	2.00
SWL'de Kıyı Şeridinden Taşma Mesafesi, m	94.5	113.7	129.6	52.6	69.0	50.2

[1)] *Yaklaşma açıları Kuzeyden saat yönündedir.*

[2)] *Dalga kabarmaları ve tırmanma yükseklikleri HWL'den verilmektedir.*

[3)] *Tırmanma yükseklikleri SWL'den verilmektedir.*

[4)] *Kıyı şeridinde aşırı su seviyesi, statik ve dinamik bileşenlerin ve ilgili yüksek su seviyelerinin toplamı olarak varsayılmaktadır.*

5.4.11.1 Yüksek Gelgit Türleri. Çeşitli Olasılıklarda Maksimum Rüzgar Hızında Gelgit Seviyesi Dalgalanmalarının, Fırtına Pozitif ve Negatif Kabarmalarının Maksimum Genliği

10 dakikalık aralıklarla su seviyesini ölçmek için Akkuyu Körfezine su seviyesi ölçüm sistemi (WLMS) kurulmuştur.

İki istasyonda gelgit seviyesini ölçmek amacıyla iki SEAGUARD WTR (Dalga ve Gelgit Kayıt Cihazı) kurulmuştur. Cihaz, 40 saniyelik bir ortalama gelgit süresiyle her 1 saatlik aralık için gelgit değerini kaydetmek için ayarlanmıştır.

Referans uzun süreli gelgit seviyesi verileri, Türk Harita Komutanlığı tarafından işletilen Erdemli'deki su seviyesi istasyonundan (Akkuyu'ya en yakın) alınmıştır. İstasyonun yeri ve Akkuyu Körfezi Şekil 5/4.10'da gösterilmektedir. En yüksek astronomik gelgit (HAT), en düşük astronomik gelgit (LAT), ortalama deniz seviyesi (MSL), ortalama, ortalama alçaklıkta alçak su (MLLW) ve ortalama yükseklikte yüksek su (MHHW) seviyeleri Tablo 5/4.7'de verilmektedir.

Tablo 5/4.7 – Proje Alanı için Referans Gelgit Seviyeleri (Erdemli)

Veri Seviyesi	Değer, m
HAT	0.56
LAT	-0.12
MSL	0.20
MLLW	0.07
MHHW	0.34

Şekil 5/4.10 – Akkuyu Körfezi ve Erdemli Konumu

ODTÜ (1985)'de [5/33], 1984-1985 yıllarında yapılan ölçümlere dayanarak, gözlemlenen maksimum ve minimum gelgit aralığının yaklaşık 88,5 cm (21 Kas 1984, 22:00) ve 0,0 cm (10 Mar 1985, 05:00) olduğu ve ortalama genliğin 27,6 cm olduğu gösterilmektedir. Akkuyu körfezindeki aylık gelgit ölçümlerinin sonuçları Tablo 5/4.8'de verilmektedir.

Şekil 5/4.8 –Akkuyu NGS Sahasında Aylık Gelgit

TABLO:1 Akkuyu NGS Sahasında Aylık Gelgitler												
	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.
Maksimum	82.1	82.2	70.0	69.8	67.9	69.0	83.2	77.0	80.5	75.0	88.5	60.0
Minimum	22.1	9.8	0.0	15.1	19.8	28.1	35.0	32.7	32.4	15.9	22.8	15.2
Günlük Ortalama Maks.	62.7	73.0	54.0	57.9	60.1	52.0	62.6	62.4	60.8	59.2	68.7	42.2
Günlük Ortalama Min	36.5	16.3	12.6	30.5	38.0	39.4	47.4	51.5	50.7	31.9	37.5	27.7
Aylık Ortalama	48.2	42.2	29.2	39.2	48.4	46.5	54.5	56.1	55.1	44.8	51.2	34.8

Türkiye Elektrik Kurumu Nükleer Enerji Santrali Bölümü tarafından hazırlanan başka bir rapor (TEA-NPPD Temmuz, 1985) [5/11] 27,6 cm genlik ile maksimum ve minimum gelgit aralığının yaklaşık 88,5 cm ve 0,0 cm olarak gözlendiğini ortaya koymaktadır. Aylık maksimum genlik 78,4 cm olup günlük maksimum ve minimum genlik 50,2 ve 8,5 cm'dir.

Ölçüm dönemi boyunca, maksimum su seviyesi 29.07.2011 tarihinde saat 10:10'da gözlenmiştir (0,58) ve minimum su seviyesi 17.06.2011 tarihinde saat 03:58-04:28'de gözlenmiştir (eksi 0,05). Maksimum ve minimum seviye arasındaki fark 0,63 m olarak ölçülmüştür. Günlük ortalama su seviyesi, 0,28 m ortalama genlik ile 0,29 m olarak gözlenmiştir. Çalışma sırasında maksimum günlük genlik 0,47 m olarak ölçülmüştür ve minimum günlük genlik 0,09 m olarak ölçülmüştür.

Maksimum pozitif dalga kabarması, 0,30 m rüzgar kaynaklı kabarma doğuracak olan 1000 yıllık dönüş periyodu ile 23,2 m/s rüzgar hızı yönünde Batı-Güneybatı rüzgar yönünde meydana gelecektir.

Tablo 5/4.4'den görüldüğü üzere, %1, %0,1 ve %0,01 aşma olasılıkları ile kara yönlerinden (Kuzey, Kuzey-Kuzeydoğu ve Doğu-Kuzeydoğu) esen aşırı rüzgarlardan dolayı ortalama deniz seviyesindeki alçalma 0,03-0,26 metreler arasında olmuştur.

5.4.12 TSUNAMİ VE ÇALKANTI TEHLİKESİ ANALİZİ

5.4.12.1 Tsunami Tehlikesi Analizleri

5.4.12.1.1 Bölgenin Genel Açıklaması

Akdeniz ve bağlı denizler, en aktif yeri Doğu Akdeniz havzası olmak üzere, yüksek sismik faaliyetler ile karakterize olmaktadır. Bu nedenle, tsunami faaliyeti Yunanistan havzasında ve etrafındaki bölgelerde batıdan doğuya doğru kademeli olarak artmakta olup bu bölgede bazen tsunamileri tetikleyen tarihsel ve araçsal depremler meydan gelmiştir.

Doğuya doğru gidildiğinde, Anadolu'nun güney kıta kenarı, Afrika ve Anadolu levhaları arasında geniş bir çarpışma bölgesi boyunca karmaşık deformasyon özellikleri göstermektedir. Bu nedenle, Kuzeydoğu Akdeniz'in deniz tabanı morfolojisi, baskın bir şekilde, tektonik özellikler ve büyük ırmaklardan yüksek çökelti girişi ile kontrol edilmektedir [5/38].

Klikya Havzası, kuzeyde Türkiye (Akkuyu NGS Sahasının bulunduğu), doğuda İskenderun Havzası, batıda Antalya Havzası ve güneyde Kıbrıs'taki Girne Sıradağları ile çevrilmiştir (Şekil 5/4.11)

Şekil 5/4.11 Kuzey Doğu Akdeniz ve Akkuyu NGS Sahası [5/11]

5.4.12.1.2 Akkuyu NGS Sahasının Tsunami Tehlike Çalışmaları

Son 35 yıl içinde Akkuyu NGS sahası için çeşitli sahaya özgü çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar, farklı teknik ve yasal gereklilikler çerçevesinde farklı uzmanlar tarafından yapılmıştır. Bunlar, tsunami tehlike değerlendirmesi için uygulanan girdi veritabanı ve metodolojileri sağlama düşüncesiyle aşağıda kısaca sunulmaktadır. Çalışma sonuçlarının da verilmiş olmasına rağmen, bunlar sadece bilgi amacıyla sunulmakta olup Saha Parametreleri Raporunda sunulacak olan fiili tasarım esası taşma özellikleriyle ilgili değildir.

5.4.12.1.2.1 1979 ODTÜ Çalışması

Sayısal modellemelere dayanan Doğu Akdenizdeki tsunami çalışmaları ODTÜ tarafından başlatılmıştır [5/19]. Bu çalışmalar doğrudan Akkuyu NGS sahasıyla ilgilidir. ODTÜ, Doğu Akdeniz'de tsunami ilerlemesi için uzun dalga denklemlerini çözen bir sayısal model geliştirmiştir.

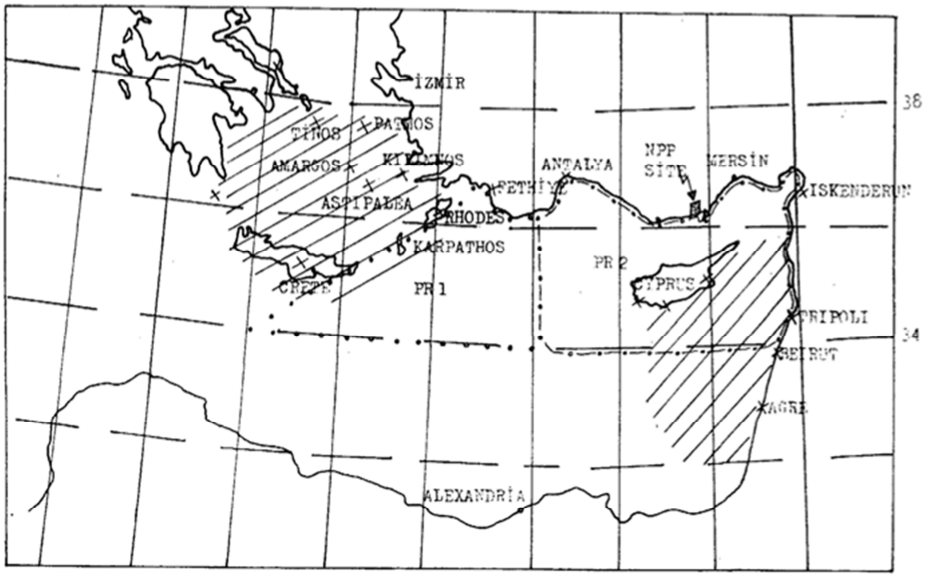
Tarihsel Tsunami ve Sismiklik Katalogları

ODTÜ, M.Ö II. Binyıldan 1961'e kadar olan dönemi kapsayacak şekilde Ambraseys [5/39] kullanarak Doğu Akdeniz'deki (31^{o}-44^{o}N, 18^{o}-36^{o}E) 141 tsunamijenik olayın göz kamaştırıcı bir derlemesini yapmıştır. Tsunami katalogu orijinal raporda bulunmaktadır [5/19].

Güney Ege levhasındaki depremlerle ilgili olarak ODTÜ tarafından kullanılan istatistikî bilgiler, ağırlıklı olarak Karnik'e [5/35 ve 5/41] dayanmaktadır. Sismolojik bilgilerin diğer kaynakları (örneğin Uluslararası Sismoloji Merkezi ve Kandilli Rasathanesi) da ODTÜ tarafından değerlendirilmiş ancak, bu kaynaklardaki depremlerin zamansal ve uzamsal dağılımının, farklı sıklık şiddet ilişkileri, dönüş periyodu hesaplamaları vs. göstermediği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle Karnik [5/35 ve 5/41] tarafından sağlanan bilgiler çalışmadaki ana sismolojik esası oluşturmaktadır.

Tsunamijenik Kaynakların Açıklamaları

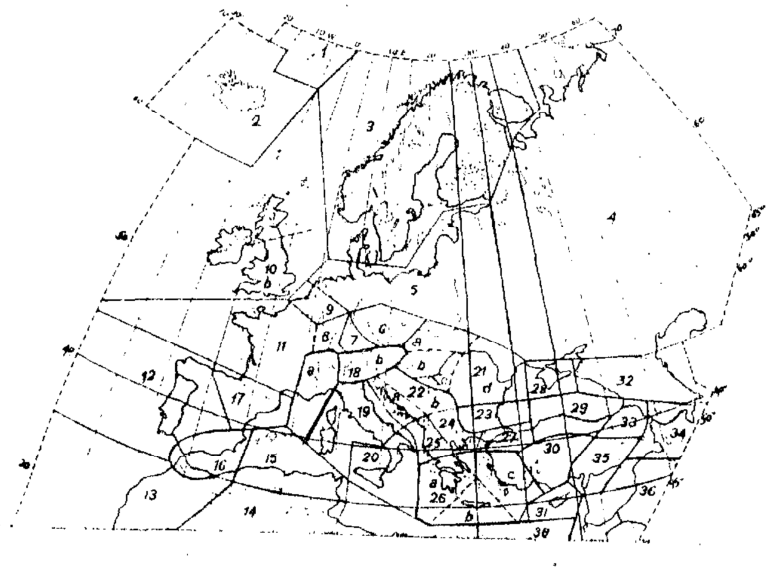
Rapor, PR1 ve PR2 olmak üzere geçmişte yeterli büyüklükte tsunamilerin gözlemlendiği iki bölgeyi (Şekil 5/4.12) göstermiştir.



Şekil 5/4.12 – Tsunami Çalışması için Doğu Akdeniz ve Model Alanları, [5/19]

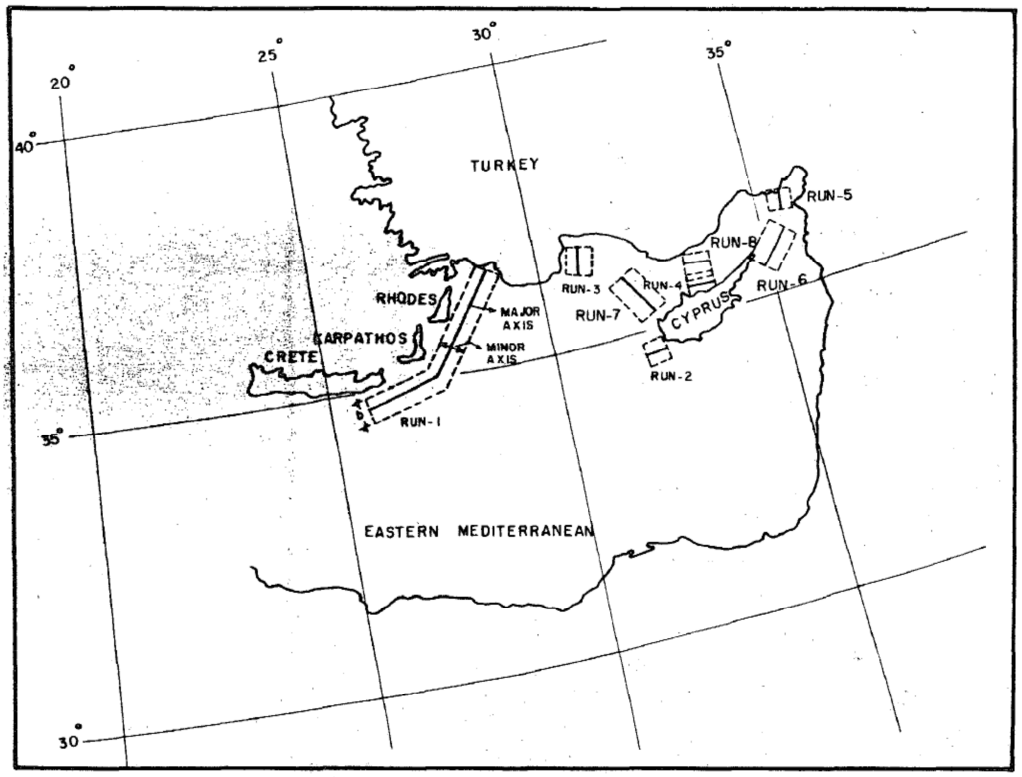
PR1 Bölgesi, doğuda 30° boylam ve güneyde 34° enlem ve Kuzeybatıda Girit Kemeri ile çevrilmiştir (Rodos, Karpatlar ve Girit ile oluşan) (Şekil 5/4.12). PR2 Bölgesi, doğuda 30° boylam ile Türkiye'nin güney kıyısı ve 34° boylam arasında bulunmaktadır.

Ek olarak uzmanlar Karnik tarafından önerilen sismolojik bölgeselleşme ile iki bölgenin korelasyonunu yapmıştır [5/41] (Şekil 5/4.13).



Şekil 5/4.13 – Karnik tarafından Değerlendirilen Bölge Özellikleri [5/41]

Tarihsel tsunami ve sismoloji verileri ve ilgili bölgeselleşme çalışmalarının değerlendirilmesinin bir sonucu olarak ODTÜ, Şekil 5/4.14'de sunulan 10 tsunamijenik kaynak tespit etmiştir.



Şekil 5/4.14 – AKKUYU NGS Sahası için Doğu Akdeniz Bölgesinde Seçilen Tsunami Kaynaklarının Yerleri, [5/19]

Kaynakların tanımlama numaraları, bunların her biri, örn: R1, R2, R3 vs. için gerçekleştirilen hesaplamalardan sonra verilmiştir. Tablo 5/4.9 kaynak kinematik parametrelerini vermektedir.

Tablo 5/4.9 1979 ODTÜ çalışmasının Tsunamijenik kaynak parametreleri [5/19]

ÇALIŞMA	R.1	R.2	R.3	R.4	R.5	R.6	R.7	R.8	R.9	R.10
Şiddet	8.0	6.75	7.0	7.0	7.0	7.5	7.5	7.0	7.0	7.0
Fay Uzunluğu, L (km)	350.0	40	55.0	55.0	55.0	120.0	120.0	55.0	55.0	55.0
Maks. Yer Değiş. (m)	8.0	1.2	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0
Süre (sn)	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Eşdeğer.Çap. D. (m)	229.0	47.3	63.1	63.1	63.1	105.0	105.0	63.1		63.1
Kaynak Alan (km2)	41218.4	1758.3	3126.7	3126.7	3126.7	8812.4	8812.4	3126.7	4690.0	3126.7
Eşdeğer. Genişlik, b (km)	117.8	44.0	55.0	55.0	55.0	73.43	73.43	55.0	85.3	55.0
Üstel Sabit, B	0.102	0.272	0.217	0.217	0.217	0.163	0.163	0.217	0.141	0.217
1/2 Zaman Adımı (sn)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	200.0	200.0	200.0	100.0	200.0
Ana Fay Koordinatları	36°15' N 29°05'E	34°25' N 32°15'E	36°35' N 31°05'E	35°30' N 33°45'E	36°00' N 35°25'E	35°05' N 34°25'E	35°15' N 31°50'E	35°47' N 33°45'E	36°35' N 31°05'E	35°47' N 33°45'E
Başlangıç Köşe	34°30' N 26°55'E									
Bitiş	34°30' N 25°55'E	34°25' N 31°55'E	36°30' N 31°05'E	35°30' N 33°10'E	36°32' N 35°25'E	35°40' N 35°25'E	36°15' N 31°14'E	35°47' N 33°10'E	36°30' N 31°05'E	35°37' N 33°10'E
Açıklama	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Area Run	Fric.Run

Girit'in Doğu-Kuzey-Doğusunda bulunan Kaynak R1, M=8,0 ile en yüksek maksimum şiddet potansiyeline sahiptir. İki segment üzerinde 350 km uzunluğunda bir fay hattını tetikleyeceği oldukça ihtiyatlı bir şekilde varsayılmıştır.

R2 ve R6 kaynakları güney PR2 alanındadır. R6 Kaynağı, M = 7,5'lik bir şiddete ve R2 kaynağı M = 6,75'lik bir şiddete sahiptir. Kıbrıs, PR2'nin bu kısmından doğan tsunamilere karşı koruma sağlamalıdır. Ancak, bu kaynaktan doğan tsunamilerin, Suriye ve Türk kıyı şeridinden çoklu yansımalara maruz kalacağı ve sonuç olarak Kıbrıs'ın kısmi blokajını arttıracağı hissedilmiştir.

R3 ve R7 kaynakları batı PR2 alanındadır. Kıbrıs'ın batı kenarının Kuzey-Kuzeybatıdan kaynaklanan M = 7,5 şiddetinde bir deprem (kaynak R7 adı verilen) ihtiyatlı bir tahmin olarak görünmektedir. Antalya körfezi ve güneyinde 6,0 < M < 7,0 ile gözlemlenen depremlerin mevcudiyeti ışığında, 7,0 şiddetine sahip R3 adlı başka bir kaynak simüle edilmektedir.

R4, R5 ve R8 kaynakları kuzey PR2 alanındadır. Alan çok az sismik faaliyet göstermektedir, ancak İskenderun Körfezi ve çevresi geçmişte bilinmeyen kaynaklı tsunamiler

yaşamıştır. Herhangi bir durumda, NGS sahasında kuzey PR2'de meydana gelen tsunaminin kritik öneminin aşikar olduğu kabul edilmiştir. R4, NGS Sahası boyunca Kıbrıs'ın kuzey kıyısında bulunmaktadır. R8 kaynağı, R4 ile NGS Sahası arasındaki orta yolda bulunmaktadır. R5, İskenderun Körfezinde bulunmaktadır. Üç kaynağın tamamı, M = 7,0 maksimum şiddetini tahmin etmiştir. R9 kaynağı, M = 7,0 şiddeti ile R7 kaynağının yakınında bulunmaktadır. R10 kaynağı, Kıbrıs'ın kuzeyindeki R4 kaynağının yakınında bulunmaktadır. Bu kaynakların etkileri halihazırda diğerleri tarafından kapsanmaktadır.

Batimetrik ve Topografik Veriler

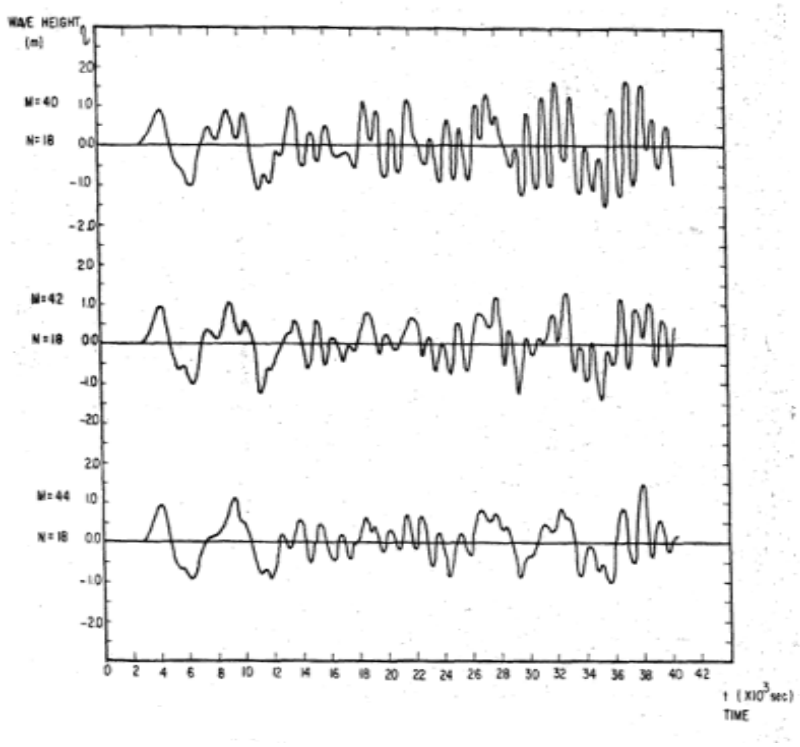
Modellemede sonlu fark ızgara büyüklüğü (11 x 11 km^2) ve (5,5 x 5,5 km^2) kullanılmıştır. Derinlikler ve kıyı konfigürasyonu, 1:1100000 ölçekli Amirallik haritalarından alınmıştır. Bu haritalar, 1976'ya kadar düzeltmeler ile Türk Deniz Kuvvetleri Hidrografi Başkanlığı tarafından güncellenmekteydi. Türkiye ile Kıbrıs arasındaki bölgenin detaylarını veren ek batimetrik veriler, MTA Enstitüsü tarafından hazırlanan bir 1:300000 haritadan alınmıştır. Açık bir şekilde, barimetrik ızgara kıyıya yakın tsunami davranışının tam bir simülasyonu için çok kaba kalmıştır.

Sayısal Modelleme

Sığ su denklemlerinin lineer biçimi (x ve y yönlerinde yatay düzlemde momentum denklemleri ve süreklilik denklemi) Sonlu Fark Yöntemi (FDM) Yöntemi kullanılarak çözülür. Coriolis parametresiyle Taban sürtünmesi ve Yerküre dönüşü de denklemlere dahil edilmiştir. Çözüm tekniği [5/19]'de özetlenmektedir. Izgara boyutu 11 km x 11 km olarak seçilmiştir. Simülasyonlardan bazıları 5,5km x 5,5km ızgara boyutu ile gerçekleştirilmiştir. FDM hesaplamaları iki döngüde gerçekleştirilmektedir. t zamanından sonraki yarım adım zamanına ilerlemede, birinci çevrimde, v (dikey Güney-Kuzey yönünde hız) açık bir şekilde hesaplanırken, u (Doğu-Batı yönünde hız) ve η (su yüzeyi yükseltisi) örtük bir şekilde hesaplanmaktadır. İkinci çevrimde, u ve η açık bir şekilde ve v örtük bir şekilde hesaplanmaktadır. Model test edilmiş ve Sonlu Eleman Modeli (FEM) FEM sonuçlarını kontrol etmek için kısmi olarak ve ayrıca dispersiyon değerlendirmesi için geliştirilmiştir.

Sonuçların Değerlendirilmesi

R1 kaynağının hedef alanda en büyük tsunami yüksekliklerini oluşturduğu sonucuna varılmıştır. Orijinal rapor, kaynaktan sahaya tsunami zaman geçmişlerini içermektedir. Şekil 5/4.15 R1 kaynağından örnek bir tsunami zaman geçmişi sunmaktadır.



Şekil 5/4.15 - RUN-I, Ege Takım Adaları Güney Doğusunun Tsunami dalga zaman geçmişi, [5/19]

R1 için, hedefte ilk hareketin genliği 2 m olup hareketsiz su seviyesinin 1 m üstü ve 1 m altı arasında neredeyse dengeli olarak dağılmıştır.

Kaba bir batimetrik sonlu ızgara boyutu sayısal modellemede kullanılmıştır, bu nedenle tsunami dalgalarının kıyının hemen yakınındaki kıyıya yakın değişimi model simülasyonlarıyla kolaylıkla çözülmemiştir. Bu alan gerçekte sahanlık üzerinde önemli bir açık deniz mesafesine uzanmaktadır. Örneğin, R1 kritik çalışmasında, ızgara boyutu 11 km olup Akkuyu yakınında yapılan hesaplamaların gerçekleştirildiği ızgara derinliği 200 m olarak alınmıştır. Bu derinlik yaklaşık 10 km'lik açık kıyı mesafeye karşılık gelmiştir. Sahanlık kırılımında hesaplanmış dalga yüksekliklerini ihtiyatlı bir şekilde atayarak sahanlığın bu dar bölgesinde değişimi karşılamak için bir girişimde bulunulmuştur. Bu yaklaşımı takip ederek, sayısal modelleme ile bulunan 1,5 m maksimum tsunami dalga yüksekliği, sonuç olduğu kabul edilen 3,2 m'ye sığ su genleşmesinden dolayı artmıştır.

Tsunami dalga ilerlemesi simülasyonlarında kıyıya yakın batimetrinin sahada elde edilen dalga yükseklikleri için çok kritik olmasından dolayı, böyle bir basitleştirme elde edilen sonuçta açık bir şekilde önemli bir belirsizlik getirmektedir.

Ek Etkilerden Dolayı Deniz Seviyesindeki Değişimler

Gelgitler ve fırtına kabarmalarından dolayı deniz seviyesindeki değişimler ve beklenen maksimum seviyeleri de ODTÜ'de analiz edilmiştir [5/19].

Fırtına kabarması ve fırtına dalga yükseklikleri, Amerikan Ordusu Mühendisler Birliği tarafından hazırlanan Kıyı Koruma El Kitabında [5/40] belirtilen standart prosedürler takip edilmek suretiyle istatistiksel olarak temsili fırtına şiddetleri için hesaplanmıştır. Çalışma zamanında mevcut olan rüzgar istatistiği ve tasarım fırtına parametreleri değerlendirilmiş ve uç değerleri hesaplanmıştır.

Birleşmiş olaylardan dolayı deniz seviyesindeki yükselme tasarım alternatiflerinin değerlendirilmesinde dikkate alınmıştır. Bu amaçla, istatistiksel açıdan bağımsız iki muhtemel olay değerlendirilmiştir:

- fırtına kabarması, fırtına dalga kabarması ve gelgitlerin aynı anda meydana gelmesi;
- tsunami ve gelgitin aynı anda meydana gelmesi.

Akkuyu'da ölçülen, çalışma zamanında istatistikî gelgit verilerine dayanan maksimum gelgit genliği, ortalama deniz seviyesi üzerinde 0,7 m bulunmuştur. Maksimum tsunami tırmanması, ODTÜ çalışması ile yaklaşık 3,2 m bulunmuştur ve kabaca 10^{-4} gerçekleşme olasılığına karşılık gelmektedir. Aynı anda oluşan olayların özeti Tablo 5/4.10'da bulunabilir. Önceki paragrafın iki bağımsız olayının aynı anda meydana gelmesi de 10^{-8} olasılık olayı olarak dahil edilmiştir.

Tablo 5/4.10 – Aynı Anda Meydana Gelen Olaylar [5/19]

Meydana gelme olasılığı	Fırtına kabarması+ Dalga kabarması+ Gelgit, m	Tsunami+ Gelgit, m	Tsunami +Gelgit+ Fırtına Kabarması+ Fırtına Dalgası Kabarması, m
10^{-2}	1.9	-	-
10^{-4}	3.1	3.9	-
10^{-8}	-	-	7.0

5.4.12.1.2.2 MorTransProject 2011 Çalışması

Çalışma, JSC “Atomenergoproject” sözleşmesi çerçevesinde Marine Transport Projects Company LTD tarafından yapılmıştır. Rapor [5/18] saha alanındaki fırtına dalga koşullarını araştırmak amacıyla bir Rus bilim insanı ekibi tarafından hazırlanmıştır. Çalışma, matematiksel

simülasyon yöntemleri ve Akkuyu NGS sahasında tsunami dalgalarının etkisi ile Akdeniz kıyısında katastrofik tsunami dalga davranışlarının belirli özelliklerinin araştırılmasını da içermiştir.

Tarihsel Tsunami ve Sismiklik Katalogları

Çalışma M.Ö 2000 ile MS 2000 arasını kapsayan bir tsunami katalogu kullanmıştır [5/32]. Ancak çalışma için referans şartları, son 200 yıl içinde tsunamijenik depremlerin istatistiksel analizini gerekli kılmıştır. Raporda, 200 yıllık sürenin çok kısa bir süre olduğunu kabul edilmiş ve uzmanlar yedi tsunamijenik depremlerin meydana gelmiş olduğu 1000 yıllık süreyi dikkate almıştır. Bu yedi olay analizde kullanılmıştır.

Tsunamijenik Kaynakların Açıklamaları

Çalışma M.Ö 2000 ile MS 2000 arasını kapsayan bir tsunami katalogu kullanmıştır [5/32]. Ancak çalışma için referans şartları, son 200 yıl içinde tsunamijenik depremlerin istatistikî analizini gerekli kılmıştır. Raporda, 200 yıllık sürenin çok kısa bir süre olduğunu kabul edilmiş ve uzmanlar yedi tsunamijenik depremin meydana gelmiş olduğu 1000 yıllık süreyi dikkate almıştır. Bu yedi olay analizde kullanılmıştır.

Batimetrik ve Topografik Veriler

Analizde kullanılan batimetrik ve topografik veriler hakkında bilgiler raporda bulunmamaktadır.

Sayısal Modelleme

Uzun dalga denklemlerinin sayısal çözümü (sığ su denklemleri) [5/18]'de kullanılmaktadır. Hesaplama alanı 721x421 nodlu bir dikdörtgen ile temsil edilmektedir. Yatay hesaplama ızgara adımı 1 dakikaya (1852 m) eşittir. Zaman adımı 8 saniye olarak kullanılmaktadır.

Homojen sıvıda [5/18] uzun dalga ilerlemesi için hidrodinamik modelleme, lineer olmayan dalga davranışı dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Taban sürtünmesinin ortalama kare akış hızına orantılı olduğu tespit edilmiştir. Hidrodinamik hesaplamalarda Rüzgar gerilimi ve Coriolis etkileri dikkate alınmıştır.

Akkuyu'daki tırmanmayı hesaplamak için, soliter dalga tırmanması sorununun sonlu fark yakınlaştırması kullanılmıştır.

Sonuçların Değerlendirilmesi

Sunulan sonuçlar, 7 olayın Gumbel esaslı istatistikî dağılımına dayanan olasılıksal bir niteliğe sahiptir. Sahada elde edilen maksimum tsunami yüksekliği körfezin doğu (tahminen Çamalanı Körfezi) ve batı (tahminen Akkuyu Körfezi) kısmı için ayrı ayrı hesaplanmıştır. 10.000 yıllık dönüş periyoduyla maksimum tsunami dalga yüksekliği Körfezin batı kesimi için 2,42 m (ilgili dalga tırmanması 3,55 m), Körfezin doğu kısmı için ise 2,62 m (ilgili dalga tırmanması 3,41 m)'dir.

Çalışmada birtakım sorunlar bulunmaktadır. Tsunami kataloğundaki zaman kısıtlaması, analizde dikkate alınan 10.000 yıllık hedef dönüş periyodu dikkate alındığında çok kısadır. Sadece tarihsel olayların meydana gelmiş olduğu kaynak değerlendirildiğinde, bölgedeki sahaya özgü jeotektonik rejim tamamen göz ardı edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, Akkuyu için önemli olan bir tsunami potansiyelinin bulunduğu ancak tarihsel olay kaydının bulunmadığı Akdeniz'de tsunamijenik kaynaklar bulunabilir. Bu, tsunami tehlike değerlendirmesinde sadece tarihsel verilerin değil potansiyel tsunamijenik kaynakların kullanımını tavsiye eden IAEA SSG-18'e [5/42] uygun değildir. Bu ayrıca Fukushima kazasından alınan açık bir derstir. Son olarak, batimetri ve saha topografyası hakkında herhangi bir değerlendirme yapılmadığından tsunaminin yakın kıyı değişiminin nasıl dikkate alınmış olduğunun tahmin edilmesi zordur.

Ek Etkilerden Dolayı Deniz Seviyesindeki Değişimler

Rapor, gelgitler ve maksimum fırtınaya bağlı dalga ve rüzgar kabarmaları gibi katkıda bulunan diğer etkilerin kapsamlı bir analizini içermektedir. Bu olayların birleşik etkileri dahil 10.000 yıllık dönüş periyodu ile sahada maksimum su seviyesinin, körfezin batı (tahminen Akkuyu Körfezi) kısmı için 5,61 m ve körfezin doğu (tahminen Çamalanı Körfezi) kısmı için 4,28 m olduğu tahmin edilmektedir.

5.4.12.1.2.3 Envy için ODTÜ 2011 Çalışması

Akkuyu NGS sahasının tsunami tehlike değerlendirmesi için ODTÜ çalışması, kapsamlı Mühendislik Hidro-Meteoroloji Etüdü çerçevesinde yapılmıştır [5/11]. [5/11]'de belirtildiği üzere, çalışma 22 sayfada orijinal ODTÜ çalışmasının çok detaylı bir açıklamasını ve ağırlıklı olarak Akdeniz için bölgesel bir tsunami araştırmasının kaynak modeline dayanan Akkuyu sahası için bazı ön sonuçları içeren bir ön tsunami araştırmasıdır [5/37]. Gerçekte, raporun tamamlanması üzerine [5/11] Prof. Ahmet Yalçıner liderliğindeki aynı ODTÜ araştırma ekibi, sonraki alt bölümde açıklanacak olan Akkuyu NGS Sahasının [5/17] kapsamlı bir tsunami ve çalkantı riski

değerlendirmesini gerçekleştirmek üzere görevlendirilmiştir. Her iki çalışma da [5/11] ve [5/17] aynı tarihsel tsunami kataloğuna dayanmıştır, aynı yazılım kodunu ve tsunamijenik kaynakların aynı ön listesini kullanmıştır. Ancak, batimetrik verilerin daha doğru bir şekilde tanımlandığı ve topografik saha ölçümlerinin yapıldığı [5/17]'de tsunamijenik modelleme önemli düzeyde güncellenmiş ve geliştirilmiştir.

Bu nedenle, çalışma [5/11], WorleyParson çalışmasının ön versiyonu olarak kabul edilmektedir [5/17]. Bu, iki raporun karşılaştırılması halinde kolaylıkla görülebilecektir. Bu nedenle, tekrara yer vermemek için, çalışma [5/11] burada ayrı bir araştırma olarak özetlenmemiştir.

5.4.12.1.2.4 WorleyParsons için ODTÜ 2011-2012 Çalışması

WorleyParsons için yapılan ODTÜ çalışması [5/17], IAEA SSG-18'i yakından takip eden çok kapsamlı ve detaylı teknik gereklilikler çerçevesinde geliştirilmiştir [5/42]. Sismik olarak ve sismik olmayan bir şekilde tetiklenen tsunami riski değerlendirmesi ve çalkantı riski analizini kapsamaktadır.

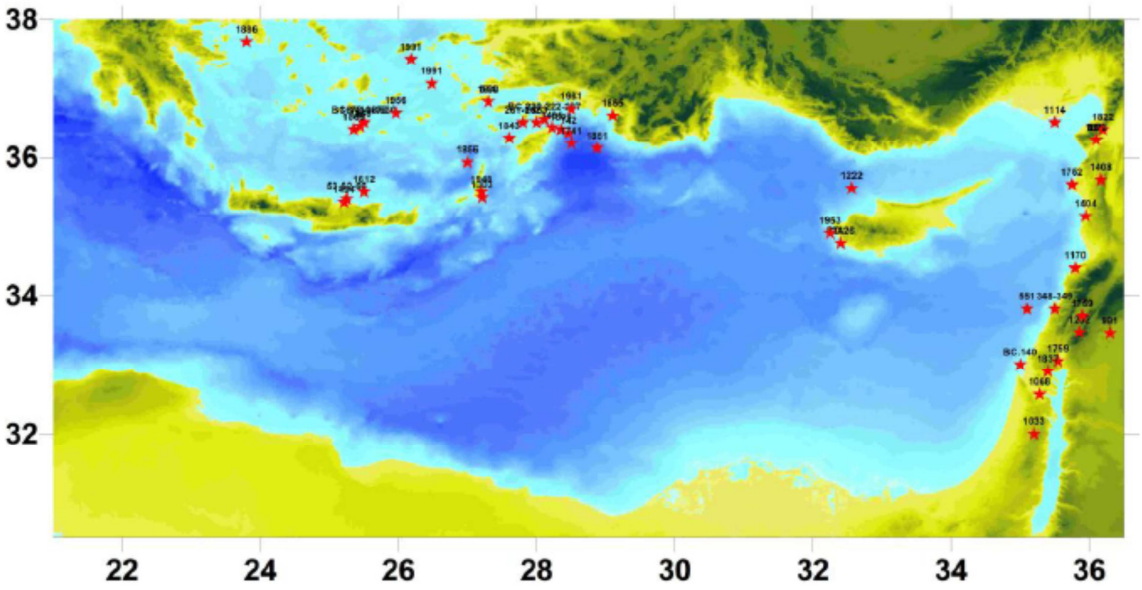
Tarihsel Tsunamiler

Tsunami değerlendirme çalışmaları, bölgedeki tarihsel tsunamilerin anlaşılması ve değerlendirmesi ile başlamaktadır. Doğu Akdeniz için bir dizi tsunami kataloglama çabası bulunmaktadır. Yakın zamanlarda yapılan bir çalışma (Altınok vd. [5/37]) Avrupa Komisyonu tarafından desteklenen TRANSFER Projesi çerçevesinde mevcut bilgilerin tamamını derlemektedir. Altınok vd. [5/37] M.Ö 17. yüzyıldan Marmara Denizindeki en son 1999 olayına kadar Türkiye kıyılarında ve yakınında meydana gelmiş 134 tsunamijenik olaylara ait veriler içermektedir. Ek 1, koordinatları, şiddet ve yoğunluk tahminleri ve meslektaş kaynaklarındaki referanslar dahil olmak üzere, çalışmada kullanılan tarihsel olayların tam bir listesini sunmaktadır. Tarihsel tsunamijenik depremlere ait lokasyon haritası (Ek 1'e göre) Şekil 5/4.16'da verilmektedir.

Tarihsel tsunami olaylarının araştırılması, uygun tsunami sayısal modellemesi için gerekli ve etkili araçlardır. Doğu Avrupa havzasındaki tarihsel belgeler ve jeolojik araştırmalar, depremlerin, deniz altı toprak kaymalarının ve tsunamilerin 3000 yıl boyunca Akdeniz bölgesindeki yüksek sismik hareketlilik, volkanik patlamalar ve dik deniz tabanı eğimlerinden dolayı meydana geldiğini ortaya koymaktadır.

Özellikle Doğu Avrupa bölgesi için güvenilir bir tsunami veritabanının derlenmesi, dalga sayısal simülasyonundan, taşma haritalamasından ve risk değerlendirmesinden oluşan tsunamiyle ilgili çalışmalarda temel bir önem arz etmektedir. Doğu Akdeniz'deki Tsunamiler bir dizi araştırmacı tarafından araştırılmıştır. Doğu Akdeniz'deki tarihsel belgeler [5/37]'de derlenmektedir. Bu liste, tarihsel tsunamilerin depremlerinin tahmini merkez üssü koordinatlarına ve gözlemine dair bilgiler ile birlikte tsunamijenik depremlerin tarihi, bölgesi, nedeni, ilişkisi, yaklaşık merkezi ve şiddeti ve diğer tetikleme mekanizmaları hakkında bilgi içermektedir (Ek 1). Bu ek ayrıca Doğu Akdeniz'deki tsunamilerin bir listesini sunmaktadır.

Geçmişteki tsunamilere dair mevcut verilerin genellikle yetersiz olmasından dolayı, seçilen çalışma alanlarında (örneğin Akkuyu bölgesi) yerel veya uzak bir tsunamiden ileri gelen potansiyel tırmanmaları ve taşmaları belirlemenin tek yolu sıklıkla tsunami simülasyonlarını kullanmaktır. Tsunami değerlendirmesi için verimli prosedürlerden birisidir. Tsunami simülasyonlarında, tsunamilerin oluşumu, ilerlemesi, kıyısal genliği ve taşması modellenebilir ve simülasyon sonuçları da görselleştirilebilir. Tsunami simülasyonunda gerçekçi ve güvenilir uygulamalar, yüksek çözünürlüklü ve güvenilir tsunamijenik veriler (tsunami kaynak parametreleri) ve gerçekçi batimetrik ve topografik verilerle birlikte geçerli ve doğrulanmış bir tsunami modeline ihtiyaç duyar. Bu çalışmada kullanılan NAMI DANCE sayısal modeli aşağıdaki ilgili bölümde kısa bir şekilde açıklanmıştır.



Şekil 5/4.16 - Tarihsel tsunamijenik depremler, kaynak [5/17]

Tsunamijenik Kaynakların Açıklamaları

Tarihsel tsunami kataloğu [5/37], Worley Parsons ve Paul C. Rizzo Associated tarafından sağlanan Doğu Akdeniz'de açık kıyı sismik bölgelerin jeolojik kısıtlamaları ve fay kinematiği hakkında veriler, Akkuyu NGS sahası için önceki tsunami analizi [5/19], Türkiye ile ilgili önceki çalışmalar [5/16] ve depremler ve tsunamiler için diğer tarihsel veriler tsunami kaynak modellemesinde dikkate alınmıştır. Gelecekte Doğu Akdeniz Havzasında meydana gelebilecek çeşitli olası tsunami senaryoları da çalışmada değerlendirilmiştir. Maksimum dikey yer değiştirme, nedensel fayın uzunluğu ve genişliği, merkez üssün yeri ve kaynağın oryantasyonu ve şekli, mevcut bilgilere dayanarak belirlenmiştir ve seçilen her bir kaynak için ayrı ayrı verilmiştir [5/17].

Ön kaynak listesi, yukarıda belirtilen orijinal ODTÜ çalışmasının [5/19] tüm kritik kaynaklarını içermektedir.

Kaynak fay kinematik parametreleri, mühendislik uygulamasında geniş bir şekilde kullanılan çeşitli ampirik şiddet-fay kırılma ilişkisine karşı kontrol edilmiştir [5/43], [5/44] ve [5/45].

Bir kaynak liste derlemesinden sonra, sahada elde edilen yüksek su seviyelerine katkıda bulunmayacak (uzak mesafede bulunmalarından, düşük tetikleme potansiyeline sahip olmalarından veya her iki nedenden dolayı) kaynakları elemek amacıyla bir tarama gerçekleştirilmiştir

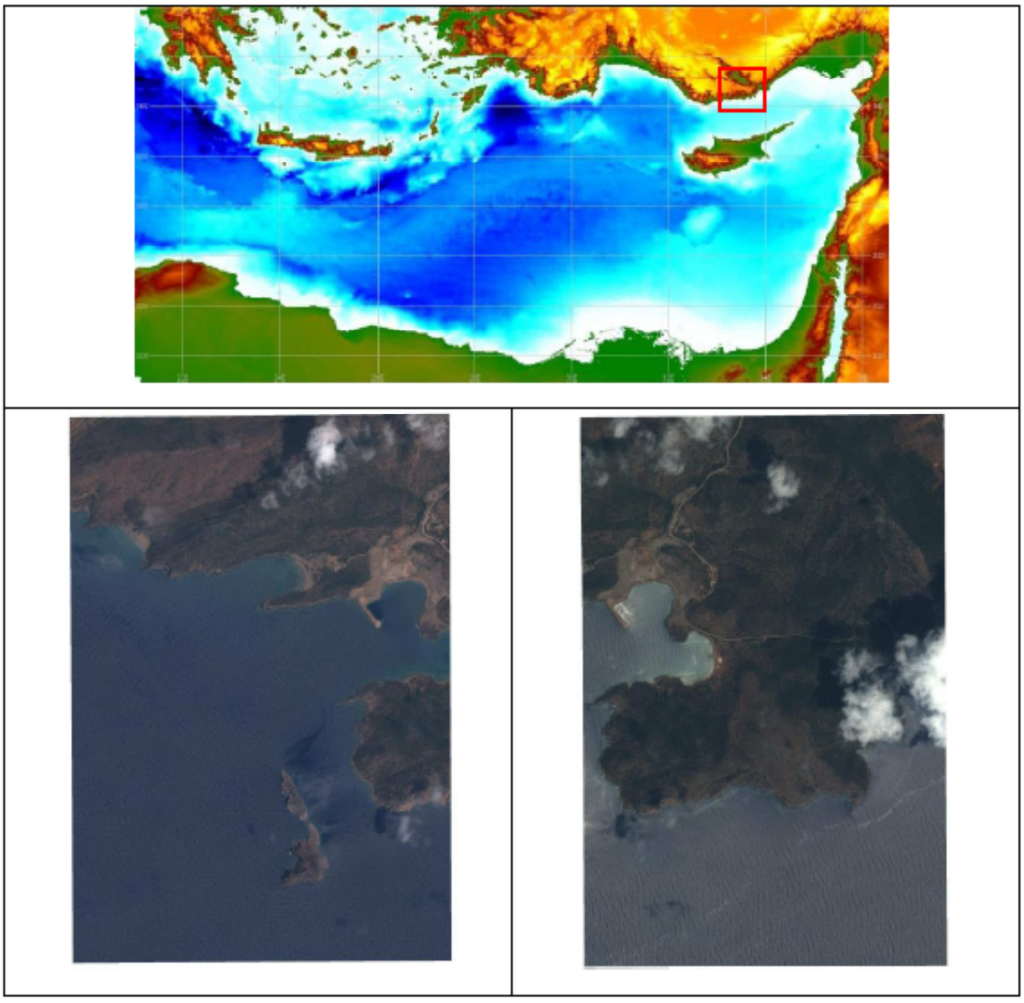
Batimetrik ve Topografik Veriler

Tsunami taşması ve tırmanmasının gerçekçi bir modellemesi için, yakın kıyı batimetresi ve kıyı topağrafyasının detaylı bir modeli gerekmektedir. Bu nedenle, Akkuyu sahasının kıyı topografyasını daha gerçekçi bir şekilde yansıtmak için gerekli olduğu üzere, veriler değerlendirilmiş, hava fotoğrafları ile karşılaştırılmış ve manuel bir şekilde ayarlanmıştır. ODTÜ, çeşitli kaynaklardan mevcut batimetrik ve topografik veriler toplamış ve satın almıştır:

- B ve C alanları için İngiliz Oşinografi Veri Merkezinin GEBCO'sundan (Okyanuslar Genel Batimetri Haritası) 30 saniyelik (900 m ızgara boyutu) batimetri/topografya verilerinin alınması (Bakınız Şekil 5/4.17). Daha küçük alanlar için (örn Alan D), veriler saha ölçümlerinden alınmıştır. Veri kümelerinin dikey doğruluğunu değerlendirmek için alan etütleri yapılmıştır. B Alanının ızgara boyutu ve sol alt/sağ üst koordinatları sırasıyla 405 m, 21° E 30.50°N ve 36.50°E, 38°NW'dir. C Alanının ızgara boyutu ve sol alt/sağ üst koordinatları sırasıyla 135

m, 32.9625°E, 35.3208°N ve 34.0208°E, 36.3292°N'dir. D Alanının ızgara boyutu ve sol alt/sağ üst koordinatları sırasıyla 45 m, 33.50957°E, 36.11412°N ve 33.57°E, 36.15546°N'dir.

- NIK Sistemlerinden WORLDVIEW2 4 bant çanağının satın alınması, bölgenin 25 km2'sini kapsayan 2 farklı parçadan oluşan görüntüde 16 bitlik radyometrik çözünürlük ile çalışma alanının uydu görüntüsünü keskinleştirmiştir. Bu üçü ArcGIS 10 kullanılarak birleştirilmiştir.



Şekil 5/4.17 - B Alanından GEBCO görüntüsü (üst) ve D Alanının uydu görüntüleri (alt) [5/17]

B Alanı adlı en büyük alanın ızgara boyutu 405 m olarak seçilmiştir. Yuvalanmış analizler prensiplerine göre, küçük alanın sınırı önceki büyük alanı içermelidir ve küçük alan, önceki büyük alanın üçte bir ızgara boyutuna sahip olmalıdır. Bunun sonucu olarak, C ve D Alanlarının ızgara boyutu sırasıyla 135m ve 45m'dir. Sahaya özgü batimetri verileri [5/11] C ve D alanlarının oluşturulmasında kullanılmıştır.

Yerinde GPS ölçümleri, analizde kullanılacak alanın topografik modeli için ODTÜ tarafından yapılmıştır.

Sayısal Modelleme

NAMI DANCE ile Tsunami sayısal modellemesi, ilgili başlangıç ve sınır koşullarına istinaden uzun dalga denklemlerinin lineer olmayan şeklinin çözümüne dayanmaktadır. Tsunamiler için uzun dalga denklemlerinin çeşitli sayısal çözümleri bulunmaktadır. Genel olarak, Lineer Olmayan Sığ Su (NSW) Denklemlerinin açık sayısal çözümü, makul bir bilgisayar süresi ve belleği tükettiğinden tercih edilmiş olup ayrıca kabul edilebilir hata limiti dahilinde sonuçlar sunmaktadır. Tsunami modellemesindeki en önemli gelişme Prof. Shuto ve Imamura tarafından TUNAMI N2 modeli geliştirilmek suretiyle sağlanmış ve UNESCO şemsiyesi altında tsunami bilim insanlarının kullanımına sunulmuştur [5/46, 5/47, 5/48]. NAMI DANCE, Prof. Zaytsev, Chernov, Yalçıner, Pelinovsky ve Kurkin tarafından TUNAMI N2'nin benzeri bilişim hesaplama prosedürleri kullanılarak geliştirilmiştir. Her iki kod da deprem kopma özelliklerinden tsunami kaynak özelliklerini belirlemektedir. Kodlar, batimetrik ve topografik şartlara göre tsunaminin etkisini daha iyi anlamak için sığ su ve taşma bölgesinde tsunami davranışının gerekli bütün parametrelerini hesaplamaktadır. Her iki kod da çapraz teste tabi tutulmuştur ve özellikle tsunami modellerinin testi ve doğrulanması için düzenlenen uluslararası atölyelerde doğrulanmıştır [5/49, 5/50]. Bu modeller tüm dünyada uygulanmıştır (bazılarının referansı [5/51, 5/52, 5/53, 5/54, 5/55, 5/56, 5/57, 5/58]'dir).

NAMI DANCE Doğrulama ve Onaylama belgesi de mevcuttur [5/59].

Akkuyu NGS sahasının tsunami analizi için simülasyonlar, aşağıda özetlenen strateji izlenerek NAMI DANCE sayısal kodu kullanılmak suretiyle gerçekleştirilmiştir:

1) Doğu Akdeniz Batimetri ve Topografi verileri (405 ızgara boyutu) ve yuvalanan alanlarda yakın saha alanının yüksek çözünürlüklü batimetresi ve topografya verilerinin geliştirilmesi (135 m ve 45 m)
2) Akkuyu sahasını etkileyebilecek tsunami kaynaklarının belirlenmesi
3) Tüm önemli tsunami kaynakları için Doğu Akdeniz'de tek alan simülasyonlarının gerçekleştirilmesi
4) Yuvalanmış alan simülasyonlarının simülasyonları için kritik tsunami kaynaklarının seçilmesi
5) Sahada tsunami parametrelerinin hesaplanması ve yuvalanmış alan simülasyonlarının gerçekleştirilmesi.

6) Sonuçların karşılaştırılması ve mantık ağacı analizinin yapılması
7) Sahada tsunami hücumunda kritik şartların belirlenmesi
8) Sahada olası maksimum tsunami parametrelerine dair sonuçlar.

Ön sonuçlar elde etmek amacıyla kaba (tek B alanı) bir batimetrik ızgarada kalan kaynak listesi için tsunami simülasyon çalıştırmaları gerçekleştirilmiştir. Tüm ilgili kaynak parametreleri dahil ön simülasyonların sonuçları [5/17]'de sunulmaktadır.

Seçilen tsunami kaynakları arasında, s01-365, M.Ö. 385 tarihsel tsunami ile tanımlanan bölgede bulunmakta olup s32 ve RUN-7, 1222 tarihsel tsunami bölgesinde bulunmaktadır. Ecemiş fayına dair son zamanlardaki bulgulara göre, iki tsunami kaynağı RUN-8 ve s42 (Ecemiş) Ecemiş fayının denize doğru şüpheli güney uzantısı bölgesinde seçilmiştir.

Tek alan analizlerinin sonuçlarının değerlendirilmesinden sonra, RUN-1, RUN-7 ve S42-Ecemiş tsunami kaynakları, Akkuyu Bölgesinde büyük bir etkiye neden olmak için en yüksek potansiyele sahip kritik kaynaklar olarak tanımlanmıştır. Bu kaynaklardan tsunamilerin ilerlemesi, daha ince ızgara boyutuyla Akkuyu bölgesi için tsunami parametrelerinin daha gerçekçi değerlerini hesaplamak amacıla yuvalanmış batimetrik alanlar (yuvalanmış C ve D alanları) kullanılarak daha detaylı olarak analiz edilmiştir.

Diğer Nedenlerle Oluşan Tsunamiler

Sismik olarak tetiklenen tsunamiye ek olarak, WorleyParsons raporu [5/17] sismik olarak tetiklenmeyen tsunamilerin bir değerlendirmesini içermektedir.

Depremle tetiklenen tsunaminin, eksiksiz olma amacıyla sahada tasarım esası taşmayı kontrol altında tutacak kritik tsunami oluşma mekanizması olmasına rağmen, sismik olarak tetiklenmeyen diğer oluşma mekanizmaları değerlendirilmiştir.

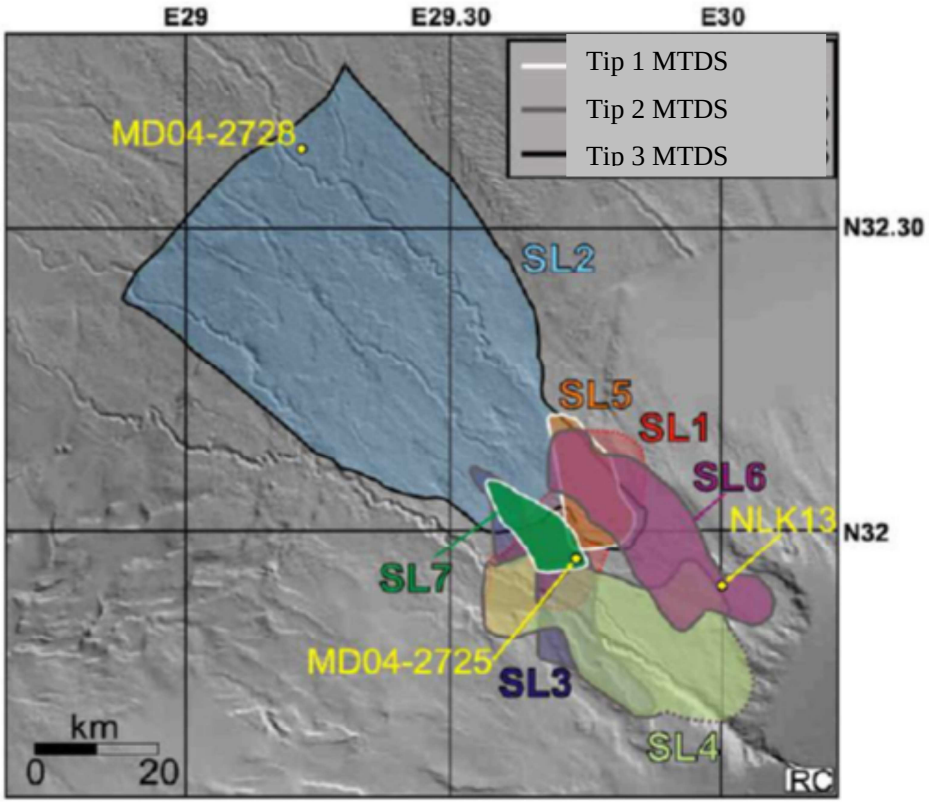
Toprak Kaymaları

Olası sismik tsunami kaynakları dışında, toprak kayması kaynakları da tsunami simülasyonlarında dikkate alınmıştır. Deniz etütlerine ve hakemli dergide yayınlanan sonuçlarına göre, Nil deltası açıklarında toprak kayması olasılıklarının mevcut olduğu görülmektedir. Garziglia vd. [5/20]

"Nil Deltasının Kuzeybatısındaki Rosetta Kanyonu yakınındaki sahanlık kenarı boyunca uzanan, üst ve orta eğimden, sorunlu noktalardan (~30 km- uzunluğunda, ~200 m yüksekliğinde) alt akıma yedi kütle aktarma birikimi (MTD) fark edilmiştir. 200 ile 5000 km^2 arasında yüzeylerde uzanan, 3 ila

500 km^3 arası tahmini hacimlerdeki bu MTD'ler, toplam Pleistoken – Holoken çökelti kalınlığının yaklaşık %40'ını (yerel olarak %90'a kadar) temsil etmektedir. MTD'lerin üç türü, ölçeklerine dayanarak ayırt edilebilmektedir. Her biri, Rosetta çökelti ortamı içinde farklı bir dahili konfigürasyona ve dağılıma sahiptir. İki MTD'nin yaş tahminleri, deniz seviyesi değişimleri, çökelti beslemesi veya her ikisinin bir kombinasyonu ile iklim ve deniz altı kütle sorunları arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Ek olarak, çökeltide gazın bulunması ve deprem sallanması, Rosetta alanının düşük eğimli açılarında (1°–2°) büyük ölçekli sorunları tetikleyecek şekilde birleşmiş olabilir."

Garziglia'da gösterilen açık kıyı Nil Deltasında yedi olası toprak kayması bulunmaktadır [5/20]. Bu toprak kayma alanları Şekil 5/4.18'de gösterilmektedir.



Şekil 5/4.18 – Rosetta eğiminde MTD'nin alan dağılımlarını gösteren harita. Beyaz, gri ve siyah çevre çizgisi renkleri, sırasıyla tip 1, tip 2 ve tip 3 MTD'leri ifade etmektedir. Kırmızı renkli SL1, herhangi bir MTD tipiyle ilişkili değildir. MD04-2728, MD04-2725 ve NLK13 lokasyonlarının çekirdeği sırasıyla SL2'den, SL7'den ve SL6'dan toplanmaktadır.

SL2 adı verilen bu toprak kaymalarından biri, Akkuyu NGS sahası için etkili olabilecek en kötü toprak kayması olasılıklardan birisi olarak seçilmiştir. Bu, Garziglia'da tespit edilen ve sunulan en büyük toprak kaymasıdır [5/20]. Kağıt üzerinde SL2'nin sırasıyla ~5000 km^2 ve ~500 km^3 minimum yüzey alanı ve hacme sahip olduğu belirtilmektedir. Ortalama kalınlığı 70 m olup uzanma mesafesi Güneydoğu-Kuzeybatı yönünde 150 km'dir. Bu değerler, diğer tanımlanmış MTD'lerden 20 ila 30 kat daha büyüktür.

Deniz altı toprak kayması durumunda, SL2 toprak kaymasındaki kayma materyali için maksimum 100 m kalınlık tahmin edilmektedir.

Simülasyon sonuçlarına göre, simüle edilmiş SL2 toprak kaymasından ilk tsunami dalgası, Akkuyu'ya çıkış zamanından sonraki yaklaşık 70 ila 80 dakikada ulaşmaktadır.

Nil Deltası kıyı açığındaki toprak kayması, sismik olarak tetiklenmiş tsunami simülasyonlarında kullanılan aynı ızgara boyutları ve sınırları ile B, C ve D yuvalanmış alanlarda simüle edilmektedir.

Simülasyonun 300 dakika sonrasında alınan sonuçlar, çalışma alanının yakınındaki maksimum su yükseltisinin, deprem ile tetiklenen tsunaminin limitlerine oldukça yakın olan 2 metre olduğunu göstermektedir.

Volkanik faaliyetler

Akkuyu'dan 1000 km'lik menzil içindeki volkanik kemer Ege denizinde olup, Milos, Antimilos, Antiparos, Santorini, Christiana, Colombus, Kos, Yali, Nisiros adalarını ve komşu adaları kapsamaktadır. Bunlar, bölgedeki aday tsunamilerin olası volkanik kaynağı olarak kabul edilebilir. M.Ö 1350-1410 yılında Santorini patlaması, en çok bilinen ve en etkili olan faaliyettir. Santorini patlaması, kaldera çökmesine neden olmuş ve tarih boyunca Ege'deki en büyük tsunamileri yaratmıştır. Bu patlama, antik Mısır kayıtlarında da belirtilmektedir. Günümüzde, Santorini külleri Nil Deltasında ve Doğu Akdeniz tabanında yapılan açık deniz sondajlarında ve Sinop Karadeniz açıklarında ve ayrıca Anadolu'daki bazı göllerin tabanında bulunmaktadır.

Ancak, volkanların yeri (Akkuyu'dan uzak olması) ve büyüklükleri, volkanın oluşturduğu herhangi bir tsunaminin Doğu Akdeniz'de etkili olabileceğini ancak Akkuyu alanındaki eş sismik tsunamiler kadar etkili olmayacağını göstermektedir.

Ek Etkilerden Dolayı Deniz Seviyesindeki Değişimler

Alandaki deniz seviyesi değişikliklerini tespit etmek amacıyla Ulusal istatistikî jeodezi verileri (TUDKA-99) analiz edilmiştir. Farklı olasılık seviyeleri için uç maksimum ve minimum deniz seviyeleri belirlenmiştir.

Rüzgardan, fırtına dalgasından ve barometrik etkilerden / Coriolis etkilerinden ve gelgit değişiminden dolayı kabarma analizi gerçekleştirilmiştir ve tsunami riski değerlendirilmesinde kullanılacak veriler tahmin edilmiştir. Bunlardan, fırtınadan dolayı dalga kabarması (kıyı şeridinde artan su seviyesini temsil eden) 100 yıllık dönüş periyodu ile 1,6 m olarak tahmin edilmiştir. Fırtına sırasındaki dalga kabarmasının, fırtına kabarması dahil edildiğinde 1,74 olduğu belirtilmelidir. Gelgitin pozitif genliğinin 0,15 m olması ve barometrik etkiden / coriolis etkisinden dolayı kabarmanın 0,14 m olması, [5/11] "Yer kabuğu hareketlerinin etkileri dahil edilmeksizin, ölçümlerden gözlenen deniz seviyesindeki yükselmenin yılda yaklaşık +7,2 mm olduğunu" göstermektedir. Aynı raporda, 30.05.2003 – 16.09.2011 (TUDKA-99 Verileri) arasındaki yıllık maksimum deniz seviyesi yükselmesi için aşırı değer istatistiğinin 100 yıllık dönüş periyodu için 92 cm olduğu göstermektedir. Ekteki doğa raporu [5/59], tüm ilgili çalışmalar ve projeler kullanılarak deniz seviyesi yükselmeleri aralığının detaylı bir karşılaştırmalı analizini sağlamıştır. [5/59]'da verilen karşılaştırmalı özet ayrıca Martin Vermeer ve Stefan Rahmstorf'un yakın zamanlardaki çalışmasının bunun tam tersine okyanus genişlemesinden dolayı deniz seviyesinde 23 cm yükselmeyi kapsayabilecek şekilde 2100 itibariyle 124 santimetre ve 2095 yılı itibariyle 114 santimetre merkezi tahmin vermekte olduğu sonucuna varmıştır. Yukarıdaki çalışmaların özeti, deniz seviyesindeki yükselmenin 100 yıl içinde (72 cm) veya (92 cm) veya 114 cm yükseleceğini belirtmektedir. Bu değerlerin ortalamasını alırken, 93 cm elde edilebilir. Sonraki 100 yılda deniz seviyesi artışının tahmininde, uzun süreli deniz seviyesi yükselmesi için 100 cm değeri, maksimum su seviyesi tahminlerinde seçilmiştir.

Sonuçların Değerlendirilmesi

Kaba batimetrik ızgarası üzerindeki ilk sonuçlar yukarıda belirtildiği üzere RUN-1, RUN-7 ve S42-ECEMİS kaynaklarının Akkuyu bölgesinin yakınında daha yüksek su seviyesine, akış derinliğine ve daha güçlü hızlara neden olduğunu göstermiştir. Bu üç kaynak yuvalanmış alanlarda simüle edilmiş ve Akkuyu bölgesi için tsunami parametrelerinin RUN-7 kaynağı ile kontrol edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu kaynak, fay kinematiği, kayma yer değişimi ve/veya ortalama deniz suyu seviyesi gibi bazı girdi parametreleri için alternatif değerler kullanılarak ayrıca analiz edilmiştir. Bu, bu kaynağın parametreleri için teknik toplulukta mevcut bilgi seviyesiyle ilgili epistemik belirsizliği dikkate almak amacıyla yapılmıştır. En son UAEA rehberine uygun bir şekilde [5/42], epistemik belirsizlik, tsunamijenik potansiyel için farklı alternatifler kullanılarak yakalanmış ve nihai analizin esasını oluşturan bir mantık ağacının oluşumuna yol açmıştır.

RUN-1 durumu için Tsunami dalga yüksekliğinin hesaplanan maksimum genliği 3,0 m olup varış süresi 60 dakikadır (10^o dalma açısı ve 15 m kayma yer değişimi ile). RUN-1a durumunda (10^o dalma açısı ve 15 m kayma yer değişimi ile), bu değerler 3,6 m ve 60 dakikadır.

RUN-7, RUN-7b, RUN-7c, RUN-7d durumlarında, tsunami dalga yükseklikleri sırasıyla 6,1 m, 6,9 m, 8,1 m, 6,9 m olup varış süresi 16 dakikadır.

RUN-8a ve RUN-8b durumlarında, tsunami dalga yükseklikleri sırasıyla 6,2 m, 6,2 m olup varış süresi 0 dakikadır.

S42-ECEMİŞ senaryosu durumunda, Akkuyu'da tsunami dalga yükseliği 3,3 m olup varış süresi 0 dakikadır.

Deterministik analiz ile tsunami dalga yüksekliği için temsili değeri hesaplamak amacıyla RUN-7, RUN-7b, RUN-7c, RUN-7d durumlarından (kopma parametreleri) (sırasıyla 0,1, 0,1, 0,6 ve 0,2 ağırlıklar ile) s mantık ağacı geliştirilmiştir. Mantık ağacı analizinin bir sonucu olarak, deterministik olarak tanımlanan tsunami dalga yüksekliği Akkuyu sahasında 7,54m olarak tahmin edilmiştir. Bu değer, rüzgar, dalga, fırtına, gelgit, barometrik/coriolis etkilerinden dolayı su seviyesindeki yükselmeyi kapsamamaktadır.

Deterministik çalışmaya ek olarak, [5/17]'de bir olasılıksal tsunami riski değerlendirmesi (PTHA) yapılmıştır. Sahanın olasılıksal sismik risk analizinde kullanılan yıllık faaliyet hızına dayanarak deterministik çalışmada tsunamijenik kaynaklar için yıllık faaliyet hızları atanmaktadır. Buradaki düşünce belirli olasılık seviyesiyle deterministik sonuçlar elde etmektir. Ancak, IAEA SSG-18'de [5/42] belirtildiği üzere *"olasılıksal tsunami riski değerlendirmesi, tsunami risklerinin değerlendirilmesi için Devletler tarafından uygulanan güncel bir uygulama değildir. Standart değerlendirme prosedürlerinin henüz geliştirilmemiş olmasına rağmen, olasılık yaklaşımlar kullanılarak tsunami risklerini değerlendirme yöntemleri öngörülmüştür"*, PTHA sonuçları fiilen herhangi bir benzeri olmayan bir çalışma olduğu ve herhangi bir değerlendirmenin rasyonel bir şekilde yapılması gerektiği anlayışı ile değerlendirilmelidir.

5.4.12.1.3 Tsunami Riski Sonuçları

Önceki alt bölümlerde açıklanan tsunami araştırmalarına geri gidecek olursak, Tablo 5/4.11 farklı çalışmalar ile değerlendirilen parametreler sunmaktadır. Açık bir şekilde tüm çalışmalar tsunami dalga yüksekliğine ve en popüler deniz seviyesi değişim bileşenlerine odaklanmış iken diğer parametreler tanımlanmamıştır (veya kısmen tanımlanmıştır).

Tablodaki sonuçlar, farklı veya bazen özgün uygulanan metodolojik esas, kullanılan yazılım kodları, kullanılan girdi verileri ve yasal ve teknik gerekliliklere atfedilebilen farklı değerler sunmaktadır. İki ODTÜ çalışması ile elde edilen tsunami dalga yüksekliği arasındaki fark, kontrol eden iki tsunamijenik kaynak benzer maksimum şiddet tahminlerine sahip iken, 2011 yılında kontrol eden kaynağın saha kaynak mesafesi (Run7) 1979 yılındakinden (R1) çok daha kısa olmasıyla izah edilebilir. Nihai tasarım kıyı taşması, Tablo 5/4.11'de belirtilen tüm parametreleri entegre ediyor olacaktır.

Tablo 5/4.11 – Farklı Akkuyu NGS Sahası çalışmalarıyla belirlenen Tsunami Parametrelerinin Karşılaştırmalı Tablosu

Özellikler	ODTÜ 1979 [5/19]	MorTransProject [5/18]	ODTÜ 2011 [5/17]
Maksimum pozitif gelgit, m	0.7	0.3	0.15
Maksimum dalga kabarması*, m	2.4	1.76	1.74
Maksimum pozitif tsunami dalga yüksekliği, m	3.2	3.55	7.54
Uzun süreli deniz seviyesi yükselmesi, m	-	-	1.00
Barometrik ve Coriolis Etkiler	-	-	0.14

**rüzgar kabarması dahil*

Akkuyu ve yakın çevresinde paleotsunami çalışmaları gerçekleştirmek amacıyla İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Fakültesi ile WorleyParsons arasında bir sözleşme imzalanmıştır. Bu bilgiler, Saha Parametreleri Raporuna dahil edilecektir ve ayrıca PMT değerini belirlemek için dikkate alınacaktır.

Burada sunulan tüm tsunami riski analizleri, Akkuyu NGS sahasında tsunami riski değerlendirmesinin en yüksek profesyonel uygulamalara ve standartlara uygun bir şekilde ve farklı biçimde epistemik belirsizliği temsil eden farklı uzman gruplar kullanılarak, özenli bir şekilde

yapılmıştır. Nihai olarak, Saha Parametreleri Raporunda yer bulacak tsunami tasarım özellikleri, güçlü belirlenmiş bir tasarım esası oluşturmak amacıyla tüm bilgilerin entegrasyonu ile belirlenecektir.

5.4.12.2 Çalkantılar

Çalkantılar, kapalı bir havzada veya bir havzanın yerel olarak izole edilmiş bir kısmındaki uzun süreli salınımlardır [5/34]. Su seviyesinin anormal salınımları, havzaya zorlayıcı enerji girişine ve havzanın topografyasına bağlı olarak yaklaşık birkaç dakika ile birkaç on dakika arasında bir süre ile gerçekleşmektedir. Zorlayıcı dalgalanmaların genliği, birkaç on santimetre ile yaklaşık 2 m'ye kadar herhangi bir değer olabilir. ODTÜ çalışması çerçevesinde [5/17], Akkuyu NGS sahası için bir çalkantı riski analizi gerçekleştirilmiştir. Sayısal uygulamalar için çalışma alanı 32,104° E ve 35° E boylamları ve 34,7125° N ve 36,3958° N enlemleri ile sınırlandırıldığı gibi seçilmiştir. Izgara boyutu 150 m olarak seçilmiştir. Uygulama için seçilen zaman artış aralığı 0,10 sn'dir ve hesaplamalar gerçek zamanda 440 dakikalık süre için yapılmaktadır.

Anamur – Kıbrıs Adası kanalındaki çalkantı salınımlarının yaklaşık değerleri, her bir kaydın su yüzeyi yükseklik verilerinin spektrum eğrilerinin tepe noktalarından seçilebilir. Akkuyu bölgesi için çalkantı salınımlarının sürelerinin ön tahminleri (Anamur – Kıbrıs Adası kanalı) 47, 46, 43, 41, 39, 35, 32, 31, 28, 26 dakika olarak tahmin edilebilir.

Yapılan simülasyonlara göre [5/17], Anamur – Kıbrıs Adası kanalında çalkantı salınımlarının bulunması halinde, ön dalganın Akkuyu NGS sahası bölgesinde yaklaşık 2-2,5 kat büyüyeceği beklenmektedir. Herhangi bir durumda, çalkantıyla tetiklenen dalga yüksekliği tsunami olayından elde edilenden daha alçak olacaktır.

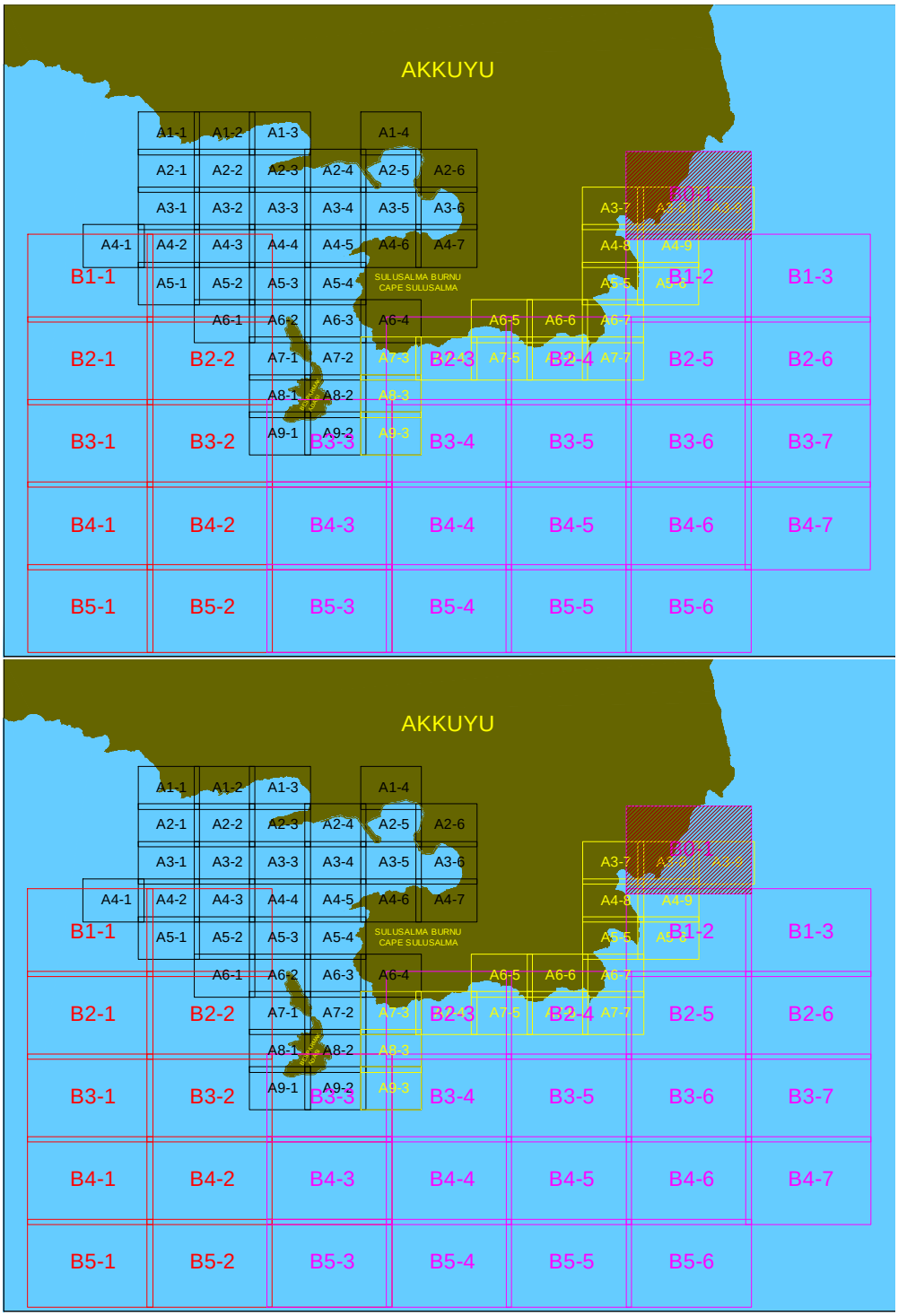
5.4.13 AKKUYU KÖRFEZİNDE BATİMETRİ, ÇÖKELME VE DENİZ AKIMI

5.4.13.1 Batimetri

Desimetre seviyesinde hassasiyet ile doğru ve hassas konumlandırma verileri sağlamak amacıyla etüt sırasında Fugro Seastar 8200 DGPS cihazı kullanılmıştır. Konumlandırma verileri, hassas rota verileri almak için seri bağlantı ile sürekli olarak IXSEA MRU'ya transfer edilmiştir.

Batimetri etütü, Ana Yüklenici tarafından materyallere dahil edilen 1/500 (50 m'ye kadar WD), 1/1000 (50 m'den daha fazla WD) ve 1/5000 (tüm alanlar) ölçekli DWG ve PDF formatlı batimetri grafikleriyle sonuçlanmıştır [5/12]. 1/500 ve 1/1000 ölçek için grafik listesi adları ve dağılımı Şekil 5/4.19'da gösterilmektedir.

WD, batı körfezinin girişinde yaklaşık 10m'de iken, WD doğu körfezinin girişinde yaklaşık 22 m'dedir. Başparmak Adası ile etüt alanının doğru kesimindeki ana kara arasında sığ bir kesim bulunmakta iken WD bu kesimde ≈22 m'ye düşmektedir. Beşparmak Adası ile ana kara arasındaki alanın doğu girişinde su derinliği yaklaşık 70 m olup, anakara ve Beşparmak Adası arasında hızlı bir şekilde 22 m'ye düşmektedir. WD, etüt alanının güneybatısında yaklaşık 113 m'dir ve etüt alanının güneydoğu köşesinde yaklaşık 109 m'dir.



Şekil 5/4.19 – 1/500 ve 1/1000 Ölçek için Grafik Adları ve Dağılımı

5.4.13.2 Sığ Bölgede Taban Gradyanı

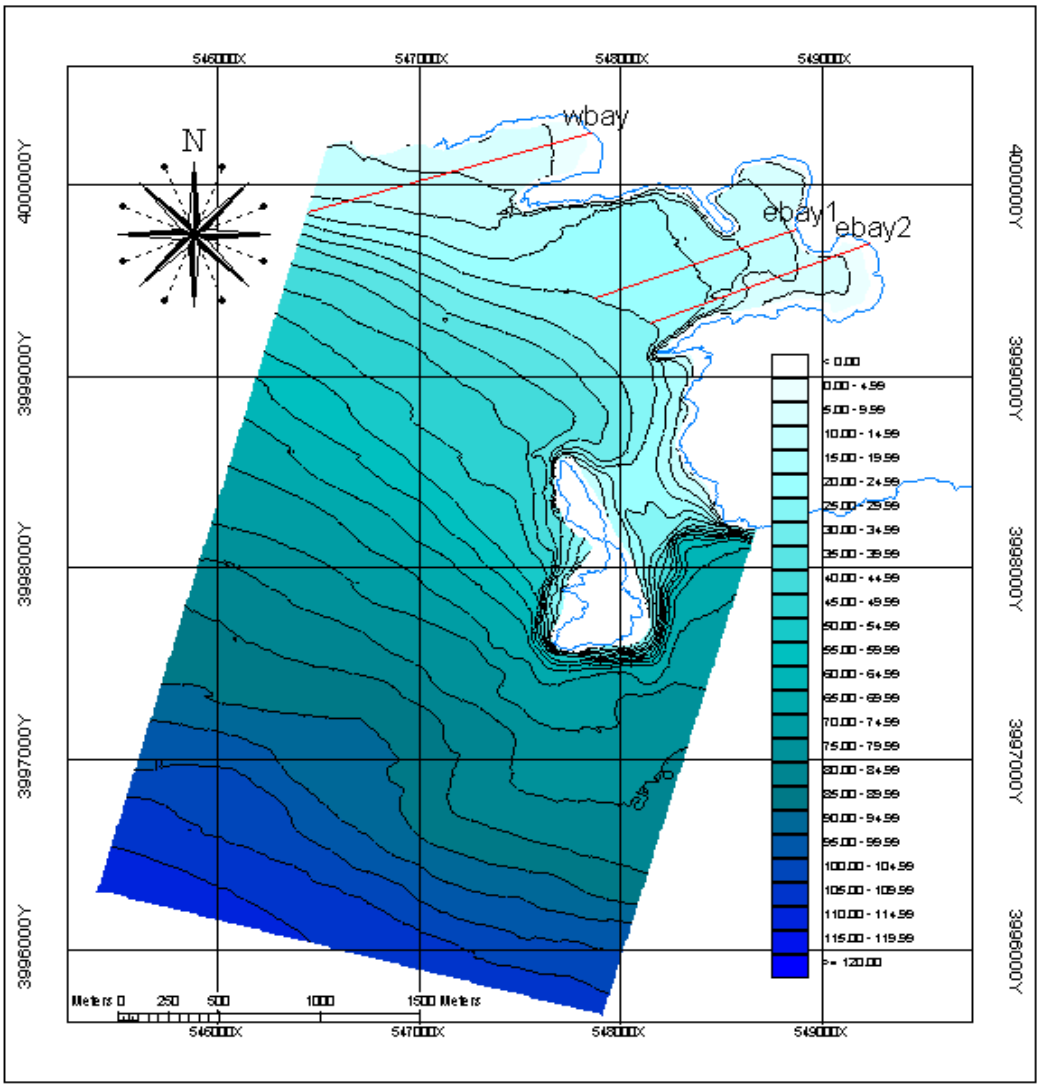
Sığ bölgede taban gradyanını değerlendirmek için MB Batimetri Verilerinden 3 profil alınmıştır (batı körfezi için 1 profil ve doğu körfezi için 2 profil) (Şekil 5/4.20'de gösterilmektedir).

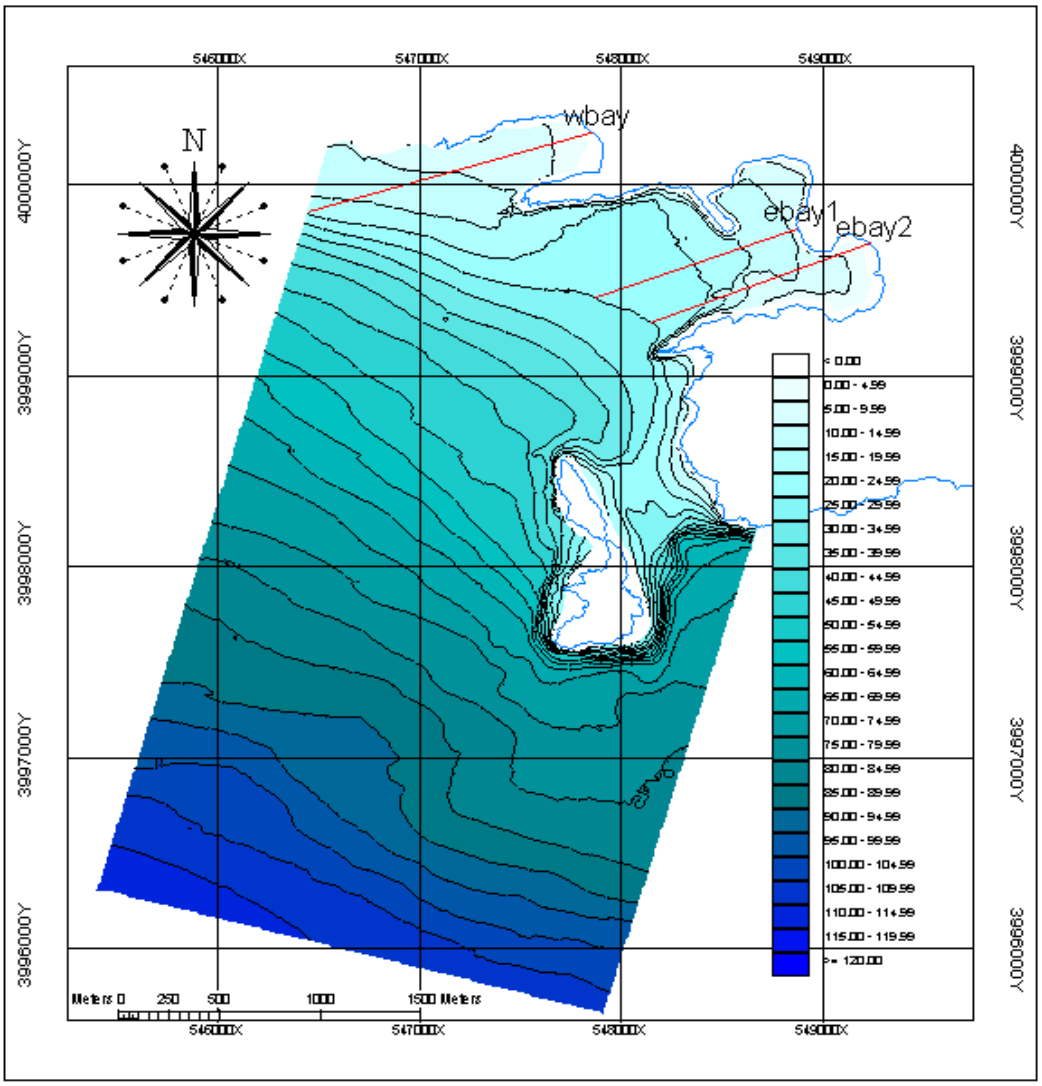
Batı körfezi boyunca taban profilini temsil eden WBay çizgisi, 250° azimut ile 1526,8 m uzunluğuna sahiptir.

Doğu körfezi boyunca taban profilini temsil eden EBay1 çizgisi, 250° azimut ile 1056,1 m uzunluğuna sahiptir.

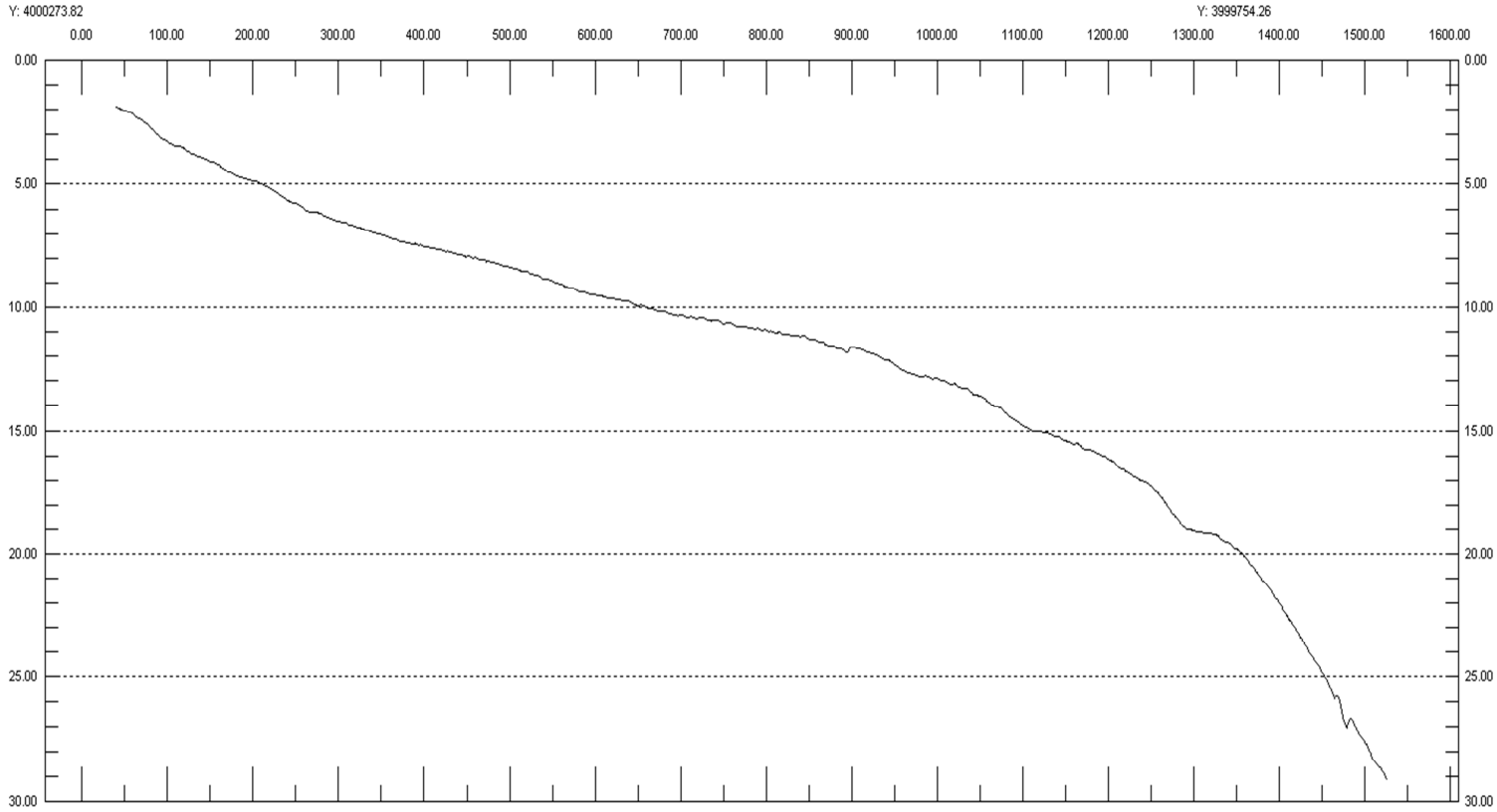
Batı körfezi boyunca taban profilini temsil eden EBay2 çizgisi, 250° azimut ile 1180,2 m uzunluğuna sahiptir.

Wbay boyunca taban gradyanları Şekil 5/4.21'de gösterilmektedir.





Şekil 5/4.20 - Sığ Bölgede Taban Gradyanının Değerlendirilmesi için Profiller



Şekil 5/4.21 – Batı Profili Boyunca Taban Gradyanı (Wbay)

5.4.13.3 Akımlarda Taban Süreçleri Tipleri ve Deniz Yatağında Deformasyon Süreçleri ile Saha Civarında Akkuyu Körfezi Kıyısı, Kıyı Bölgesinde Akım Dinamikleri, Kıyı Boyunca Yer Değiştirme Akımlarının Özellikleri, Kıyı eğimi Deformasyonu, Kıyı Şeridi Profilinin Mevsimsel Yeniden Şekillenmesi

Akkuyu NGS sahasının doğu ve batı tarafında bulunan üç körfezden ikisi kum plajlarına sahiptir. Yağış sırasında denize yüzey akışı bu körfezlerden olmaktadır. Çökelti süspansiyonu ve yüzey akıntısı ile yatak yükü önemsizdir. Bölgedeki iklimin sıcak ve yaz mevsiminde herhangi bir yağmur olmadığından, karadan denize herhangi bir önemli çökelti girişi beklenmemektedir. Bu nedenle, NGS Sahasının yakınında topografya ve batimetri değişikliği ana faaliyeti (deformasyon süreçleri) ağırlıklı olarak kumluk arazi alanlarına ve uzun kıyı akımı ve deniz alanlarında diğer rüzgar veya gelgit ile tetiklenen devridaim sistemine dayanmaktadır. NGS Sahasının doğu ve batı körfezlerinde uzun kıyı ve çapraz kıyı (kıyı üzeri açık kıyı) çökelti aktarımı (yatak yükü ve/veya asılı çökelti aktarımı) meydana gelmektedir. Deniz tabanının mevsimsel değişimini açıklamak amacıyla Temmuz 2011 ve Ekim 2011 tarihlerinde yapılan son ölçümler analiz edilebilir.

NGS konumu yakınındaki kıyı bölgesi deformasyonunu değerlendirmek amacıyla Şekil 5/4.22'de gösterilen 3 ön tanımlı kıyı alanı RTK konumlandırma sistemi ile etüt edilmiştir. Her bir etüt alanı, eksi 1 m WD ile 1 m yükseltiye kadar etüt edilmiştir.

Topografik etüt gerçekleştirmek amacıyla, etüt alanlarında referans karşılaştırma noktaları tespit edilmiş ve referans karşılaştırma noktası N.002 üzerine LEICA SYSTEM 1200 GPS yerleştirilmiştir.

Serbest istasyona RTK düzeltmeleri göndermek için ve buna göre eksi 1 m ve 1 m yüksekliği arasındaki yükseklik verilerini kaydetmek için VHF modemi kullanılmıştır.

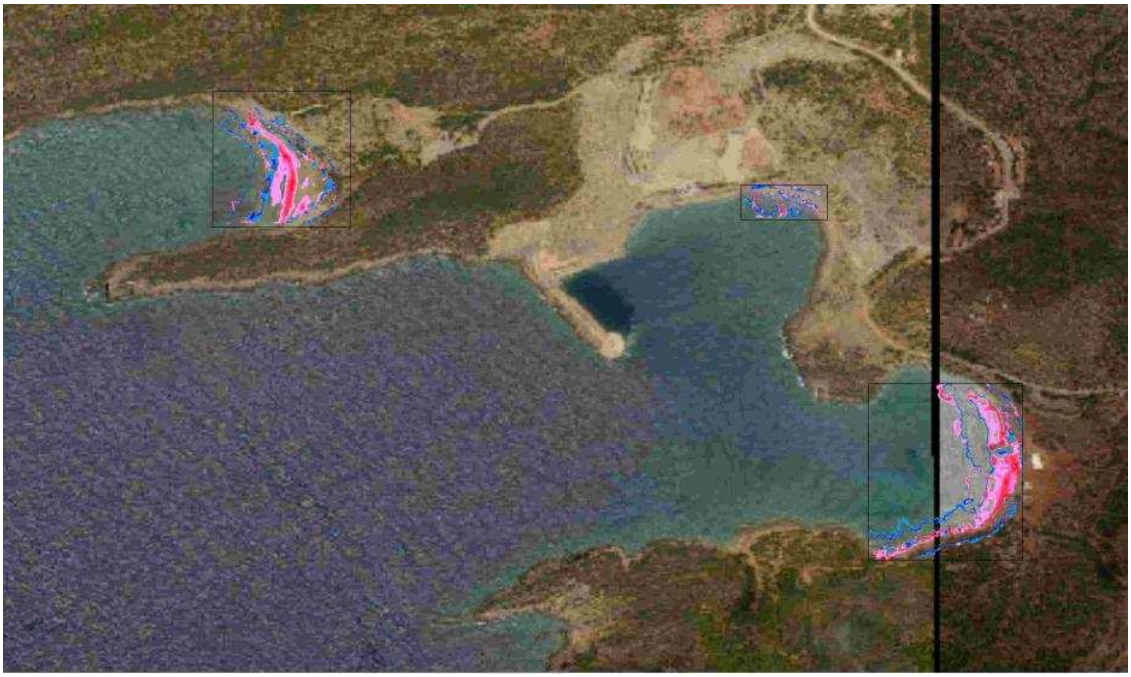
Temmuz 2011'de ölçülen zemin yükseltisi Ekim 2011'de alınan zemin yükseltisinden çıkarıldığında, net değişim (erozyon ve birikim alanları) belirlenebilir. Şekil 5/4.22 üç körfezdeki bu alanları göstermektedir (ölçüm alanları).

Kıyı alanlarının tipik yaz profilleri (kıyıya çapraz gelen zayıf dalgalar ile kum birikimi) bu şekilde görülmektedir. Bu şekillerden, kıyı üzeri açık kıyı çökelti hareketinin bölgedeki yaz mevsiminde baskın olduğu görülmektedir.

Doğu ve batı körfezlerindeki çökelti birikimiyle ilgili morfoloji incelendiğinde, önemli şiddette uzun kıyı çökelti aktarımının bulunmadığı görülmektedir. Merkezi körfezin (liman alanı) eski morfolojisi dikkate alındığında, kaba çökeltiden oluşan küçük alan son 25 yılda birikmiştir. Merkezi Körfezde zayıf çökelti aktarımını göstermektedir. Ancak çapraz kıyı yönünde 10 m su

derinliğine kadar çökelti aktarımı, deniz tabanı topografyasında mevsimsel değişikliklere yol açmaktadır.

Güçlü fırtınalar sırasında, 25 m su derinliğine kadar deniz tabanı çökelti hareketi beklenebilir.



Şekil 5/4.22 - – Temmuz 2011 ile Ekim 2011 Arasında Batimetri ve Topografi Değişikliğinin Yakın Görünümü (Kırmızı Alanlar Birikim ve Mavi Alanlar Erozyon Alanlarıdır)

5.4.13.4 Akımlar

Akım ölçümleri, ODTÜ Deniz Araştırma Merkezi Enstitüsü tarafından yapılan Fiziksel Oşinografi Çalışmaları (Mayıs, 1979*a*, 1984) ve Akkuyu NGS'nin Soğutma Suyu Alımı ve Çıkışı Model Çalışmaları (*Ciray vd*, 1980) sırasında gerçekleştirilmiştir [5/11].

Doğu Akdeniz'in genel özelliklerine ve Akkuyu bölgesinin morfolojik, meteorolojik, hidrodinamik ve hidrolojik özelliklerine göre, akımlar genel olarak gelgit, rüzgar ve yoğunluk değişimleri yoluyla oluşmaktadır. Sahadaki yerel akım özellikleri, gelgit akışına, rüzgar tahrikli devridaime ve morfolojik özelliklere dayanmaktadır.

Körfez içinde ve etrafında genel akım özelliklerinin gözlemleri, iki istasyonda demirli akım sayaçları kullanılarak ve ayrıca izleme demirleri ile langranyan ölçümü yoluyla gerçekleştirilmiştir. 5 m, 10 m, 15 m farklı derinliklerde izleme demiri kullanılmıştır. İzleme süresi, her bir tur için 4 ila 10 saat arasında farklılık göstermiştir.

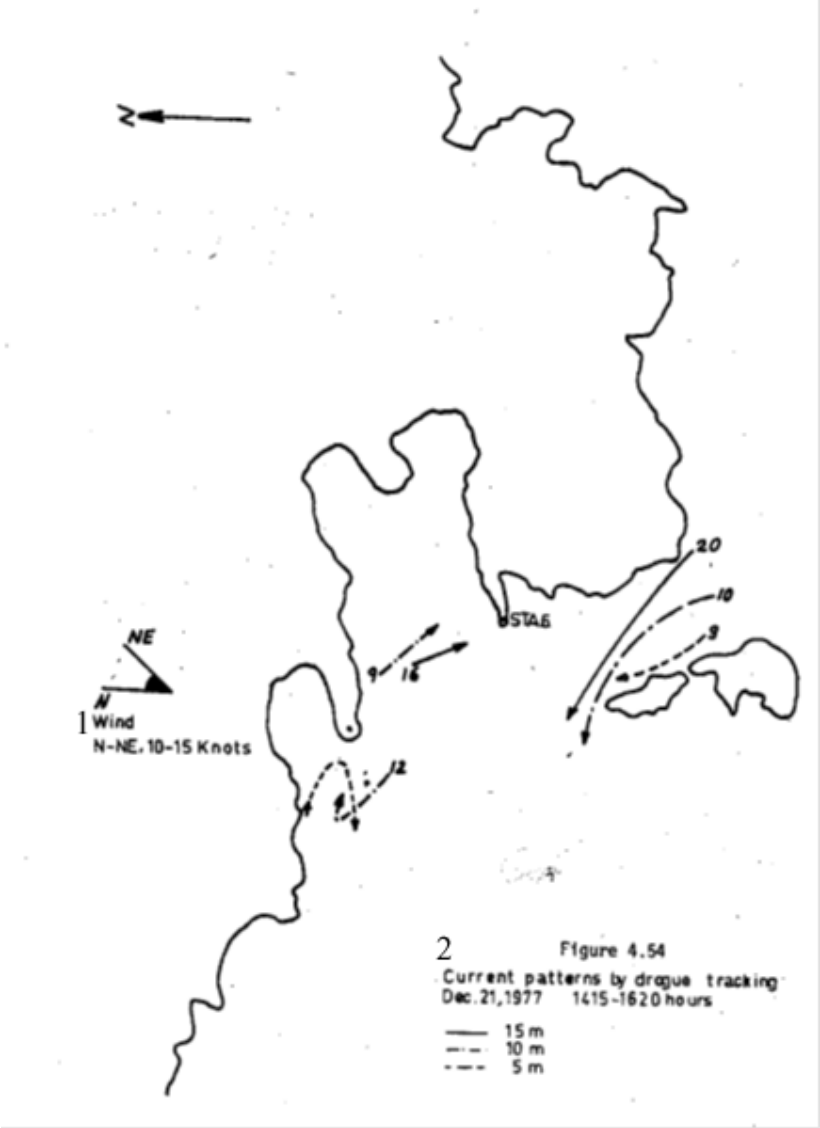
Kasım 1977 ve Haziran 1978 arasında yapılan demir ölçümlerine dayanan, 21 Aralık 1977 tarihinde saat 15:15-16:20 arasında 10-15 knot ile Kuzeydoğudan rüzgar altında bir akış özelliği örneği, Şekil 5/4.23 ODTÜ (1979)'de [5/19] gösterilmektedir.

Demirler kullanılarak gözlemlenen akım özellikleri, çeşitli faktörlerden etkilenen bir akım sistemini göstermektedir: Akdenizin bu bölümünde yerel rüzgarlar, gelgit, saha geometrisi, ve muhtemelen büyük ölçekli salınımlar.

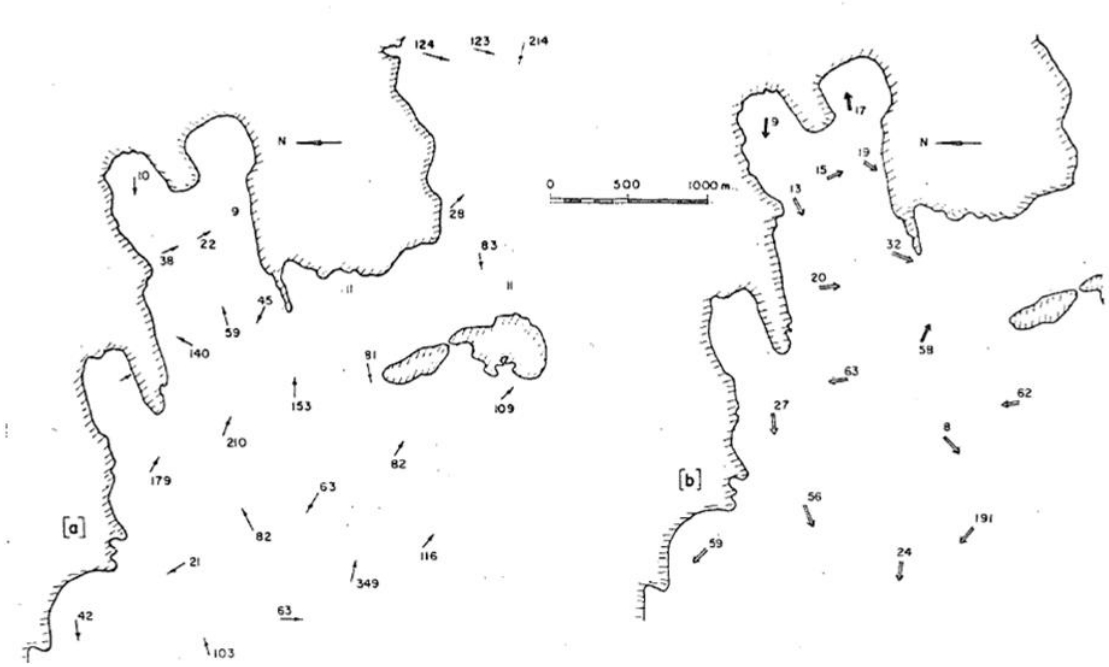
Veriler, en yüksek ortalama akım hızlarının adalar ve kıyı arasında ve ayrıca İnceburun güneyindeki körfez ağzının açıklıklarında meydana geldiğini göstermektedir. Bu, bu bölgede akışın kanallaşmasından dolayı beklenmektedir. Körfezin kıyı şeridi ağzında akışın tıkanmasından dolayı İnceburun kuzeyindeki koyda 2-5 cm/s gibi çok düşük hızlarla sık karşılaşılmıştır.

Veriler ayrıca, genel olarak hızların 10 m veya 5 m derinliklerde 15 m'de daha az olduğunu göstermektedir; ancak bu her zaman meydana gelmemektedir. Daha önce belirtildiği üzere, 21 Aralık verileri, 15 m su derinliğinde bir 17,3 cm/s akış gösterirken, aynı yerde 5 m derinlikte hız 15 cm/s olmuştur. Akım yönü aşırı değişkenlik göstermektedir (Şekil 5/4.23).

Akkuyu Körfezindeki sınırlı süreli akım ölçümlerine dayanan bilgilere göre, akım hızlarının yeterli düzeyde düşük olduğu ve çeşitli derinliklerde büyük farklılıklar göstermediği görünmektedir. Bu akımlar, çökelti taşınması için yeterli değildir ancak körfezdeki karışım, yayılım ve konveksiyonun olası nedenlerinden biridir.



Şekil 5/4.23 – 21 Aralık 1977, saat 15:15-16:20'de 10-15 Knot ile NE'den Rüzgar Altında Bir Örnek Akış Düzeni



Şekil 5/4.23 – Akkuyu Körfezinin Akım Özellikleri; Yüzeyin Altında 0.5 m (A), Tabanın 1 m Üzerinde (B) (ODTÜ, 1979a) [5/35]

Akkuyu körfezi ağzında ortalama akım sürüklenmesi şiddet olarak küçüktür. Hızı nadiren 5 cm/s'yi aşan batı yönlü bir akımdır. Akışın zayıflığı, genel olarak büyük yoğunluğa sahip olan harici ortalama batı yönlü hareket üzerinde Sulusalma Burnu gibi dağlık burunların engelleme etkisine atfedilmektedir.

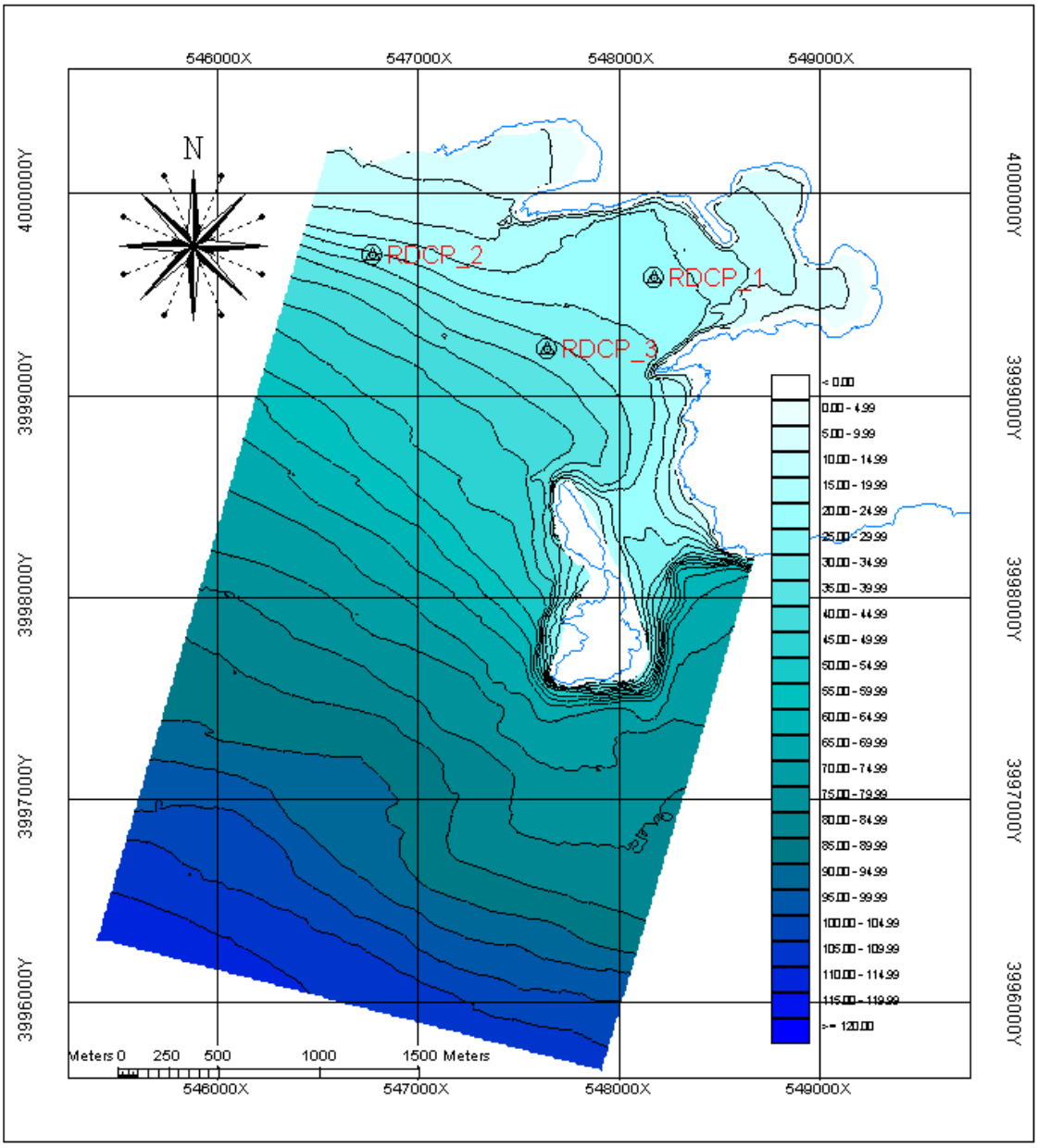
Sulusalma Burnu gibi dağlık burunların mevcudiyetinden dolayı, kıyı şeridi konfigürasyonunun ve akış ayrımının Akkuyu Körfezinde veya etrafında küçük girdapların oluşumuna katkıda bulunması beklenmektedir.

Ortalama akış zayıflığı, yüksek yoğunluk ters yönlü akımlar ve girdapların mevcudiyeti, evsel atıkların ve kaza sonucu salınımların yerel olarak yakalanması ve yavaş yayılması, böylelikle harici olarak giriş yapan materyallerin uzun süre mevcut kalması olasılığına işaret etmektedir.

Batı yönlü ortalama akış, Mersin'den Göksu ırmağına uzanan nispeten düzgün kıyı şeridinde tespit edilebilmekte iken, şiddetinin Göksu ırmağı deltasının batısındaki yakın kıyı alanlarında önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir.

Akkuyu Körfezinin mevcut yapısını değerlendirmek amacıyla, Akkuyu Körfezindeki su devridaimini gözlemlemek için akım hızını, akım yönünü ve diğer parametreleri izlemek için 2011 yılında üç istasyon kurulmuştur (Şekil 5/4.24).

RDCP1 yeri, doğu körfezindeki yakın kıyı akımlarını izlemek için seçilmiştir, RDCP2 yeri batı körfezindeki yakın kıyı akımlarını izlemek için seçilmiştir ve RDCP yeri, Akkuyu Körfezinin genel akım yapısını izlemek için seçilmiştir. Her bir akım ölçüm istasyonu için toplanan veriler, Ana Yüklenici materyallerinde verilmektedir [5/3].



Şekil 5/4.24 – RDCP-1, RDCP-2, RDCP-3 Akım Ölçüm İstasyonlarının Yeri

2011 akım izleme sonuçları, sürekli su alışverişinin güçlü rüzgarlar sırasında bile su sütunu boyunca meydana geldiğinin düşünülebileceğini göstermektedir.

Bu ölçüm dönemi sırasında, yüzey akımının genellikle 09:00-23:00 arasında doğu körfezinin içine Kuzey-Kuzeydoğu-Doğu yönünde olduğu ve gece saatlerinde akımın, özellikle güçlü deniz esintisi sistemi etkisi altında Güney-Güneybatı yönünde Akkuyu Körfezinin dışına yönlendirildiği gibi bir tipik düzen sergilemektedir.

Yüzey akım hızları, ağırlıklı olarak, özellikle güçlü rüzgarların bulunduğu sonbahar sırasında etüt alanının rüzgar oluşumundan etkilenmektedir.

Uzun kabarma mesafelerine sahip güçlü güney rüzgarları sırasında, yüzey akımının Akkuyu Körfezlerinin içine doğru gitmesine rağmen, akım alışverişinin her iki yönde düşük hızlarda orta su sütununda devam ettiği düşünülmektedir. Diğer taraftan, güçlü kuzey rüzgarları sırasında, yüzey akımı güneye yönelmektedir (Akkuyu Körfezi dışına) ve akım alışverişi düşük hızlarla her iki yön boyunca orta su sütununda devam etmektedir.

Yüzey akımları rüzgar hızlarına bağlı olarak alanda 130 cm/s'ye kadar ulaşırken, taban ve orta katmanda akım hızları alanda 40 cm/s'ye ulaşabilir. Kıyı şeridi oluşumunun da alandaki akım yönünü etkileyen ana unsurlardan biri olduğu düşünülmektedir.

5.4.13.5 Bulanıklık ve Taban Çökeltileri

Alandaki deniz suyunun bulanıklığını araştırmak amacıyla alanda önceden yapılmış herhangi bir etüt bulunmamaktadır.

Bu çalışma sırasında, 10 noktadan su numuneleri toplanmıştır. Bulanıklık ölçüm sonuçları Tablo 5/4.12'de verilmektedir.

Tablo 5/4.12 - Bulanıklık Ölçümlerinin Sonuçları

İstasyon	Su Katmanı, g/m^3	
	Yüzey	Derinlik
1	1.85	1.38
2	1.30	<MDL
3	1.30	1.93
4	1.28	1.84
5	0.93	1.14
6	1.58	1.15
7	1.70	1.93
8	1.85	0.60
9	0.72	1.33
10	1.34	1.78

Akkuyu NGS sahasına yakın yakın kıyı alanında sürüklenme süspansiyonu akışları araştırılmış olup, bölgenin temsili yıllık dalga iklimi belirlenmiştir ve paralel taban çevre çizgileriyle düz bir kıyı şeridi varsayımı yapılarak bu dalgaların etkisi altında kıyı boyunca taşınan çökeltilerin miktarı yaklaşık olarak değerlendirilmiştir. 5 m su derinliği etrafında elde edilen taban eğimi 0,061'dir.

Bir yılda farklı yönlerden gelen rüzgar dalgalarından dolayı Akkuyu NGS sahasında kıyı boyu çökelti aktarma hızlarını araştırmak amacıyla, rüzgar dalga verileri için bir olasılık yaklaşımı kullanılmaktadır. Daha düşük sıklığa sahip daha yüksek dalgalar yerine daha küçük ancak daha sık dalgaların etkilerinin kullanılması daha uygun kabul edilmektedir.

Denizden gelen temsili derin su dalga parametreleri, Doğu-Güneydoğu ve Batı arasındaki yönler için hesaplanmıştır ve Tablo 5/4.13'de verilmektedir.

Kıyı boyu çökelti aktarım hızının hesaplanması için çeşitli matematiksel ifadeler mevcuttur. Bunlar arasında en sık kullanılan formüller 1) CERC formülü (Q) (SPM, 1984), ve 2) the Kamphuis (1991) [5/11] formülü:

$$Q = \frac{K}{16 \cdot (\rho_s / (\rho - 1) \cdot (1 - p)} \cdot \sqrt{\frac{g}{\gamma_b}} \cdot H_b^{S/2} \cdot \sin(2\alpha_b) \text{, m}^3\text{/s CERC Formülü,}$$

formülde:

- Q birim zaman başına kıyı boyunca hareket eden çökeltinin hacmidir;
- *K* SPM ile sunulan boyutsuz ampirik orantı katsayısıdır (1984) [5/11]. Yakın zamanlarda yapılan çalışmalarında, Schoonees ve Theron (1993, 1996) [5/11] yaklaşık 0,2 olan K değerini belirlemek için derlenmiş olan 240 mevcut alan ölçümün arasından en güvenilir 46 tanesini yeniden incelemiştir;
- ρ_s kuvarz yoğunluğunda kum için 2.650 kg/m^3 olarak alınan bir çökelti yoğunluğudur;
- ρ su yoğunluğudur (1.025 kg/m^3);
- *g* yerçekimsel hızlanmadır (9.806 m/s^2);
- *p* 0,4 olarak alınan yerinde çökelti gözenekliliğidir.

Kırıcı indeksi (γ_b) düz plajlar için 0,78 olarak alınmaktadır.

Tablo 5/4.13 – Tüm Yönler ve İlgili Kapanma Derinlikleri için bir Yılda 12 Saati Aşan Derin Su Önemli Dalga Parametreleri [5/11]

Yön	Derin Su Önemli Dalga Parametreleri, 12 saat/yıl		Kapanma Derinliği, D_c, m	
	$H_{s0.12}$, m	T_s, s	(Hallermeier, 1978)	(CUR, 1990)
ENE	2.45	6.34	4.54	3.92
E	1.53	5.00	2.83	2.44
ESE	0.83	3.68	1.53	1.32
SE	0.71	3.42	1.32	1.14
SSE	0.56	3.04	1.04	0.90
S	1.08	4.21	2.00	1.73
SSW	2.18	5.98	4.04	3.49
SW	3.31	7.37	6.14	5.30
WSW	5.49	9.49	10.18	8.79
W	3.63	7.71	6.72	5.80

H_b ve α_b sırasıyla önemli kırma dalga yüksekliği ve kırma dalga açısıdır. İlgili yönlerin temsili derin su dalga parametrelerinin kırma dalga yükseklikleri ve kırma yaklaşma açıları, SPM'de verilen kırma grafiklerinden alınmaktadır (1984).

$$Q = 7.3 \cdot H_b^2 \cdot T^{3/2} \cdot m_b^{3/4} \cdot D_{50}^{-1/4} \cdot \sin^{3/5}(2\alpha_b),\ \mathrm{m^3/s}$$ Kamphuis Formülü.

Formülde, Sörf bölgesindeki medyan parçacık büyüklüğünün (D_{50}) sahadan ve saha için 0,061 olarak alınan kırılma derinliklerinde plaj taban eğiminden (m_b) alınan son zamanlardaki numunelerle ilgili olarak 0,2 mm olduğu varsayılmıştır. Yerinde çökelti gözenekliliği 0,40 olarak alınmıştır.

Bir yılda Akkuyu NGS sahasında kıyı boyunca taşınan çökeltinin brüt miktarı, sırasıyla CERC ve Kamphuis formüllerine göre 449416,1 m^3 ve 212036,5 m^3 şeklinde yaklaşık olarak değerlendirilmiştir. Doğu-Güney yönlerinde taşınan çökelti miktarının Güney-Güneybatı-Güney yönlerine taşınan çökelti miktarına göre önemsiz olduğu görülmüştür, bu nedenle bir yılda Akkuyu NGS sahası kıyı boyunca taşınan çökeltinin net miktarı, CERC ve Kamphuis formüllerine göre sırasıyla Batıdan Doğuya 444894,5 m^3 ve 209799,5 m^3 şeklinde yaklaşık olarak değerlendirilmiştir.

Ötesinde Littoral taşınma süreçlerinden dolayı önemli bir uzun kıyı veya çapraz kıyı taşınmalarının meydana gelmediği derinliğe kapanma derinliği adı verilir (Karsten, 2004 [5/11]).

Tablo 5/4.13'te görüldüğü üzere, proje alanı için kapanma derinliği, baskın dalga yönü Batı-Güneybatı için kapanma derinliği olan 10,2 m'den daha azdır. Bu derinliğin ötesinde tüm yönler için dalga hareketi altında littoral taşınmanın önemsiz olduğu öngörülmektedir.

Akkuyu Körfezinin çökelti dağılımını değerlendirmek amacıyla çökelti numuneleri 30 yerde toplanmış ve laboratuvar analizine tabi tutulmuştur.

Akkuyu Körfezinin tanecik büyüklüğünü belirlemek için Elek/Hidrometre Analizleri kullanılmıştır. 1/5000 ölçekli çökelti dağılım haritası ve laboratuvar test sonuçları sırasıyla [5/6] ve [5/7]'de yer almaktadır.

Test sonuçlarına göre, deniz tabanının, ağırlıklı olarak kıyı şeridine yakın daha sığ alanlarında kumlu materyallerden oluştuğu tespit edilmiştir. GEO-4, GEO-5, GEO-6 İstasyonları ile temsil edilen Batı Körfezi tarafında, ana çökelti tipi, kıyı şeridinden açık kıyıya yaklaşık 800-900 m'de Siltli Kum (SM) olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanının orta kesiminde ve Doğu Körfezin batı kesiminde de benzeri koşullar gözlenmiştir. Deniz tabanının çökelti türü, kıyı şeridinden 25 m su derinliğine kadar SM olarak bulunmuştur (GEO-2, GEO-3 ve GEO-7 İstasyonları). Kum olarak sınıflandırılmış olmasına rağmen, GEO-1 ve GEO-8 istasyonlarından görülebildiği üzere, Doğu Körfezinin batı kesiminin deniz tabanı, ağırlıklı olarak az siltli veya siltsiz zayıf gradasyonlu, homojen kumdan (SP) oluşmaktadır. Proje alanının açık kıyı kesimine doğru, ana taban çökelti tipi silte doğru dönüşmektedir (ML). Siltli kum olarak tanımlanan ve Beşparmak Adası ve anakara arasında bulunan ve adanın güney burnuna çok yakın bir noktadaki GEO-16 ve GEO-26 istasyonları hariç, alanın tüm orta ve güneydoğu kesimi silt ile kaplanmıştır. Siltin baskın olduğu alanların sınırları dahilinde, taban çökeltilerinin kum kısmı, beklendiği üzere kıyıya veya Beşparmak Adasına yaklaşıldıkça gradasyonlu olarak artmaktadır. Rüzgar ve dalga faaliyetinin kıyı şeridini oluşturan kayalar üzerindeki etkisi parçalanmaya neden olmakta ve bu erozyon süreciyle oluşan toprak parçacıklarının büyüklüğü kıyı açığına doğru kademeli olarak azalmaktadır. Test sonuçları, GEO-10, GEO-17, GEO-20, GEO-25, GEO-27, GEO-28 ve GEO-29 istasyonlarında deniz tabanının Kumlu Siltten oluştuğunu göstermektedir. Bu istasyonlar, kıyı şeridine veya proje alanının doğu kesiminde bulunan adaya yakındır. Diğer taraftan, kıyıdan uzakta bulunan GEO-12, GEO-13, GEO-14, GEO-18, GEO-19 ve GEO-22 istasyonlarından çökelti numuneleri Silt olarak sınıflandırılır. Tam olarak bunların ararasında bulunan istasyonların taban tipi Az Kumlu Silt olarak belirlenmiştir. Alanın güneybatı kesiminde, Deniz tabanının Düşük Plastikli Kil (CL) olarak sınıflandırıldığı üç istasyon (GEO-23, GEO-24, GEO-30 istasyonları) bulunmaktadır. Killi deniz tabanının yeri, yeniden tanecik büyüklüklerinin, proje alanındaki kıyı şeridinden kıyı açıklığına kadar kademeli olarak daha da inceldiğini göstermektedir.

20 ve 26 no'lu numunelerde en yüksek dolomit miktarlarıyla karşılaşılmaktadır. Bu numuneler dolomitazyon süreçlerinden etkilenmiş olmalıdır. Dolomit mevcudiyeti yüksek miktarlarda Mg'yi gösterir. Mg ile zenginleşmiş meteorik suyun ortamda dolaştığı yorumlanabilir.

Yakın zamanlardaki çökeltiler içinde iki karbonat minerali mevcuttur; ortorombik aragonit ve trigonal kalsit. Kalsit, magnezyum içeriğinde önemli farklılıkları gösterir. Düşük-Mg kalsit (LMC) ve Yüksek-Mg kalsit (HMC), genellikle, 4 mol % MgCO değeri ile ayrıştırılmaktadır. Modern Karbonat çökeltilerinin mineralojik bileşimi, iskeletli ve iskeletsiz taneciklere ve eski bağlayıcıların mineralojisine dayanmaktadır. Yaygın mineraller aragonit, magneziyen kalsit olup bunları kalsit ve dolomit gibi ikincil mineraller takip etmektedir. Sabit Düşük-Mg kalsit, birçok deniz dışı karbonatlarda baskın olup derin deniz karbonatlarında açık ara en yaygın bulunan karbonat mineralidir. Tropikal ve tropikal olmayan banket karbonatlarının mineralojik içeriği su sıcaklıkları ile güçlü bir şekilde kontrol altında tutulmaktadır. Sığ-deniz tropikal karbonatları ağırlıklı olarak yüksek Mg konsantrasyonlu yarı kararlı aragonit ve kalsitten oluşmaktadır. Tropikal olmayan karbonatlar baskın bir şekilde sığ sıcak su ortamında Yüksek-Mg kalsit (ve minör aragonit) ve serin sıcaklık ortamlarında HMC ve LMC'den oluşmaktadır (Flugel, 2004 [5/11]).

5.4.13.6 Yüksek Su ve Alçak Su sırasında, Yüzeyde ve Derinliklerde Yakın Kıyı Bölgesinde Akış Hızları ve Yönleri

Yüzey ve taban akış hızları ve yönleri, yüksek ve alçak su zamanları sırasında RDCP1 ve RDCP2 lokasyonundan alınmıştır (Şekil 5/3.7).

Met sırasında, ortalama taban akıntı hızı RDCP1 yeri için 5,75 cm/s ve RDCP2 yeri için 8,08 cm/s'dir. Met sırasında, maksimum taban akıntı hızı RDCP1 için 29,01 (305,46^{o}) cm/s olarak ve RDCP2 için 20,80 cm/s (275,73^{o}) olarak ölçülmüştür. Met sırasında, minimum taban akıntı hızı RDCP1 için 0,52 cm/s (23,56^{o}) olarak ve RDCP2 için 0,59 (56,54^{o}) olarak ölçülmüştür.

Met sırasında, ortalama yüzey akıntı hızı RDCP1 yeri için 56,93 cm/s ve RDCP2 yeri için 56,71 cm/s'dir. Met sırasında, maksimum yüzey akıntı hızı RDCP1 için 80,46 (256,31^{o}) cm/s olarak ve RDCP2 için 91,76 cm/s (284,33^{o}) olarak ölçülmüştür. Met sırasında, minimum taban akıntı hızı RDCP1 için 3,88 cm/s (221,35^{o}) olarak ve RDCP2 için 7,39 cm/s (25,34^{o}) olarak ölçülmüştür.

RDCP1 yeri için met taban akıntı saçılma grafiğinden görülebileceği üzere, akım yönü baskın bir yön göstermemektedir.

RDCP2 yeri için met taban akıntı saçılma grafiğinden görülebileceği üzere, akıntı yönü ağırlıklı olarak Kuzeybatı ve Kuzeydoğu kesiminde en yaygın olan kuzey yönlerinde dağılmaktadır.

RDCP1 ve RDCP2 yeri için met taban akıntı saçılma grafiğinden görülebileceği üzere, ölçümlerin büyük bir kısmı Kuzeybatı-Doğu kesimleri boyunca dağılmaktadır. Baskın rüzgar yönlerinin, mette yüzey akıntı yönünü etkileyen ana parametre olabileceği düşünülmektedir.

Verilere göre, cezir sırasında, ortalama taban akıntı hızı RDCP1 yeri için 6,76 cm/s ve RDCP2 yeri için 6,87 cm/s olarak gözlenmiştir. Cezir sırasında, maksimum taban akıntı hızı RDCP1 için 19,94 cm/s (289,71^{o}) olarak ve RDCP2 için 17,9 (277,89^{o}) olarak ölçülmüştür. Cezir sırasında, minimum taban akıntı hızı RDCP1 için 1,31 cm/s (345,26^{o}) olarak ve RDCP2 için 0,34 cm/s (346,97^{o}) olarak ölçülmüştür.

Cezir sırasında, ortalama yüzey akıntı hızı RDCP1 yeri için 50,89 cm/s ve RDCP2 yeri için 54,67 cm/s'dir. Cezir sırasında, maksimum yüzey akıntı hızı RDCP1 için 76,76 cm/s (65,08^{o}) olarak ve RDCP2 için 90,70 cm/s (269,85^{o}) olarak ölçülmüştür. Cezir sırasında, minimum taban akıntı hızı RDCP1 için 3,34 (331,6^{o}) cm/s olarak ve RDCP2 için 1,36 cm/s (302,23^{o}) olarak ölçülmüştür.

RDCP1 yeri için cezir taban akıntı saçılma grafiğinden görülebileceği üzere, akım yönü baskın bir yön göstermemesine rağmen, maksimum akıntılar güney yönlerinde meydana gelmiştir.

RDCP2 yeri için cezir taban akıntı saçılma grafiğinden görülebileceği üzere, akım yönü baskın bir yön göstermemektedir.

RDCP1 ve RDCP2 yeri için cezir taban akıntı saçılma grafiğinden görülebileceği üzere, yönler Kuzeybatı-Güneydoğu eksenleri boyunca dağılmaktadır.

Tahliye alanlarıyla ilgili özellikler, tahliye sistemleri ve kanalların hidromorfolojik özellikleri, bu dokümanın ilgili Tasarım (Genel Yerleşim Düzeni) bölümünde bildirilmektedir.

Bitki örtüsüne ait bilgiler, bu dokümanın ilgili (Ekolojik Etkiler – Bölüm 7) bölümünde bildirilmektedir.

Deniz kıyısı için alınan veriler, son 50 yıllık periyoddan daha yakın döneme ait bilgiler içermemektedir, bunun nedeni Türk tarafının deniz kıyıları için böyle bilgilere sahip olmamasıdır.

5.5 SONUÇ

Rapor, Akkuyu NGS Sahasında ve etrafındaki hidrolojik şartlara dair veriler sunmaktadır. İki yakın istasyonda maksimum ve ortalama yağış miktarına ait uzun süreli veriler (20 yıldan uzun) analiz edilmiş ve olasılıksal aşırı yağış miktarı değerleri tahmin edilmiştir.

Sahada yağış miktarı ölçümleri 2011 yılında başlamıştır. Sonuçları analiz edilerek Saha Parametreleri Raporundaki yakın istasyonlardan elde edilen veriler ile karşılaştırılacaktır. İçme ve kullanma suyunun varlığını analiz etmek için bir çalışma yapılmıştır. Ön sonuçların yeterli su kalitesine sahip yeterli su kaynaklarının sahanın etrafındaki mevcut kuyularda ve kaynaklarda mevcut olabileceğini göstermesine rağmen, Akkuyu sahasında bir tuzdan arındırma tesisinin inşa edilmesi planlanmaktadır. İşletme suyu tedariği, Akdeniz'den doğrudan alınmak ve yeniden denize tahliye edilmek suretiyle sağlanacaktır. Bu amaçla, kimyasal içerik ve su sıcaklığı açısından deniz suyunun kalitesini analiz etmek için çalışmalar yapılmıştır. NGS'den düzenli, küçük rutin sıvı salınmaları yanı sıra gaz-aerosol tahliyelerinden dolayı deniz suyunun olası bir kontaminasyonu üzerine çalışma yapılmıştır. Böyle salınımların yayılım hesaplaması, matematiksel yöntemler uygulanarak yapılmıştır. Bu hesaplamalar, Akkuyu körfezindeki ve etrafındaki deniz suyu akıntılarının ölçülmesiyle desteklenmiştir.

Akkuyu sahasında sel baskını, şu senaryolar dikkate alınmak suretiyle araştırılmıştır: yerel Olası Maksimum Yağış Miktarı (PMP) etkileri, ırmaklarda ve akarsularda Olası Maksimum Su Taşmaları (PMF), potansiyel baraj sorunları, olası maksimum kabarma ve çalkantı baskını, olası maksimum tsunami ve kanal sapması sonucu su baskını. Bu sel baskını senaryolarından her biri, rüzgar kaynaklı dalgalar gibi diğer sel baskını ve meteoroloji olaylarıyla birlikte araştırılmıştır.

Yapılan değerlendirmelere göre, sahada sel baskını potansiyelinin tsunamilerden kaynakladığı açık bir şekilde ortaya konmuştur. Bu nedenle, tsunami riski değerlendirmesiyle ilgili olarak birtakım eş zamanlı su baskını senaryoları gerçekleştirilmiştir.

Yapılan analizlerin bir sonucu olarak herhangi bir şekilde Akkuyu NGS'nin güvenliğini bozabilecek veya santralin çevreye olan önemli radyolojik etkisi için dayanak olabilecek olumsuz hidroloji koşullarının bulunmadığı sonucuna varılabilir. Akkuyu NGS sahasının tasarım esası su baskını parametreleri, devam eden su baskını analiz çalışmalarına dayanacaktır ve Saha Parametreleri Raporunda sunulacaktır.

REFERANS LİSTESİ

5/1. Safety report series N19. Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment. IAEA, Vienna, 2001

5/2. Hydrological Dispersion of Radionuclide Material in Relation to Nuclear Power Plant Siting, Safety Series No. 50-SG-S6, IAEA, Vienna (1985)

5/3. ONISHI, Y., "Contaminant transport modeling in surface waters", Computer Modeling of Free-surface and Pressurized Flows (CHAUDHRY, M.H., MAYS, L.W., Eds), NATO ASI Series E, Applied Sciences, Vol. 274, Kluwer, Dordrecht (1994) 313-341

5/4. BOWIE, G.L., et al., Rates, Constants, and Kinetics Formulations in Surface Water Quality Modeling, 2nd edn, prepared for the US Environmental Protection Agency by Tetra Tech, Lafayette, CA, and Humbolt State University, Arcata, CA (1985)

5/5. OKUBO, A., Oceanic diffusion diagrams, Deep-Sea Res. 18 (1971) 789-802

5/6. EDINGER, J.E., BUCHAK, E.M., Offshore Nuclear Dispersion and Uptake Modeling, Appendix I: Coastal Advection and Dispersion for a Time Varying Continuous Source with Lateral Dispersion as a Function of Distance and with Radionuclide Decay, J.E. Edinger Associates, Wayne, IN (1977)

5/7. Blumberg, A. F. and G. L. Mellor, A description of a three-dimensional coastal ocean circulation model, In Three-Dimensional Coastal Ocean Models, N. S. Heaps (Ed.), 1-16, American Geophysical Union, Washington, DC, 1987

5/8. Hydrological Processes, Special Issue: River and Stream Temperature: Dynamics, Processes, Models and Implications, Volume 22, Issue 7, pages 1000–1013, 30 March 2008 Development and application of 3D numerical model THREETOX to the prediction of cooling water transport and mixing in the inland and coastal waters Vladimir Maderich, Rudie Heling, Roman Bezhenar, Igor Brovchenko, Henk Jenner, Volodymyr Koshebutskyy, Anatoly Kuschan, Kateryna Terletska DOI: 10.1002/hyp.6985

5/9. Radioisotopic methods of investigations in engineering geology and hydrology. Ed. V.I. Ferronskiy, M.Atomizdat, 1977, p.303

5/10. Meteroloji/Aeroloji çalışmaları. With the implementation of stage II comments. Stage III, ENVY, 2011

5/11. Marine Hydrological Survey Works Stage III. With the implementation of stage ii comments. Subcontractor «Derinsu», 2011.11

5/12. Marine Hydrological Survey Stage III\Appendix 37-3

5/13. Marine Hydrological Survey Stage III\Appendix 37-5

5/14. Marine Hydrological Survey Stage III\Appendix 37-8

5/15. Report of InterRAO WorleyParsons – InterRao "Consultation services for Akkuyu NPP, Turkey (TNPP). Report on stress-tests of Akkuyu NPP. TNPP-00-GE-REP-EN-0045-R3. February, 2012)

5/16. Onat, Y, (2011), "Database Development for Tsunami Warning System in Mediterranean Basin by Tsunami Modeling", M Sc Thesis, METU Department of Civil Engineering, Coastal and Ocean Engineering Division, Ankara Turkey, July 2011, 166 pages

5/17. WorleyParsons-METU. Tsunami and Seiche Hazard Assessment for Akkuyu NPP Site Project Final Report on the Design Basis Tsunami and Seiche Parameters of Akkuyu NPP Site. Rev. 1.7.4, 2012

5/18. CJSC "Atomstroyexport". Akkuyu NPP. Units 1, 2,3, 4. Pre-designing works. Top-priority engineering surveys at Akkuyu NPP site in Turkey. Stage 4. Development of the documents of engineering surveys in the scope sufficient for the license to be received. 4,1. Assessment of tsunami impacts on the structures of Akkuyu NPP with power units Nos. 1,2,3,4 on the Mediterranean coast in the Republic of Turkey. AKU.C.799.&.&&&&&&. &&&&&.002.HZ.0001. OOO «Mortransproekt». M., 12.2011»

5/19. METU Institute of Marine Research (1979), «Akkuyu NPP Tsunami Study» METU-TEK Research Project Final Report of METU Project No: 77-07-00-06

5/20. Garziglia S., Migeon S., Ducassou E., Loncke L., Mascle J., (2008), Mass-transport deposits on the Rosetta province (NW Nile deep-sea turbidite system, Egyptian margin): Characteristics, distribution, and potential causal processes, Marine Geology (250), 180–198

5/21. Meteorological, Hydrological, and Other External Natural Hazards, Akkuyu Nuclear Power Plant, WorleyParsons – Paul C. Rizzo Associates, Inc., 29 November 2011

5/22. IAEA NS-R-3 Site Evaluation for Nuclear Installations, Vienna 2003

5/23. Ozdemir Huseyin. Applied Overflow Hydrology. Ankara: State Hydraulic Works Publication and Photo Film Management Directorate Press, 1978

5/24. Surface hydrology works. With the implementation of stage ii comments. Stage III. Rev. 00. 28.11.2011

5/25. Kennish, M.J., 1992. Ecology of Estuaries

5/26. OZYURT, N., C.S. BAYARI, M. DOGDU, A. ARIKAN, 2001. Processes Affecting the Physical and Chemical Properties of Akkuyu Bay Sea Water (Mersin – Turkey) Yerbilimleri, 24 (2001), 113-126

5/27. Carlberg G.E and Stuthridge TR. (1996) Environmental Fate and Distribution of Substances. Environmental Fate, Effects of Pulp and Paper Mill Effluents. 169-176. ABD

5/28. Walton, T.L., and Dean, R.G., (2009), "Landward limit of wind setup on beaches", Ocean Engineering Volume 36, Issues 9-10, July 2009, Pages 763-766

5/29. Ergin A., (2009), "Coastal Engineering", METU Press, Ankara, ISBN 978-9944-344-82-1

5/30. Wilson, B. W., (1965), "Numerical prediction of ocean waves in the North Atlantic for December 1959", Deut. Hydro. Zeit, Jahrg. 18, Ht.

5/31. OCDI, (2002), "The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan, Technical Standards and Commentaries for Harbour and Harbour in Japan", Japan, 2002

5/32. EurOtop Manual, (2007), "Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual", Environment Agency, UK, Expertise Netwerk Waterkeren, NL, Kuratorium fur Forschung im Kusteningenieurwesen, DE

5/33. METU Institute of Marine Research, (1985), ''Sea Water and Tide Measurements" METU-TEK Research Project Report. METU (1985), '' Akkuyu NPP Tsunami Analysis" METU Earthquake Engineering Research Center, METU-TEK Research Project Report

5/34. Rabinovich A.B. Seiches and Harbor Oscillations. Handbook of Coastal Engineering. Chapter 9. World Scintific Publications, Singapore, 2009.

5/35. Karnik V., (1971) Seismicity of European Area, Part 2, D. Reidel Publ. Co. 1971

5/36. METU Institute of Marine Research, (1979), '' Akkuyu NPP Tsunami Study" METU-TEK Research Project Final Report of METU Project No: 77-07-00-06. METU Institute of Marine Research, (1979a), '' Akkuyu NPP Physical Oceanography Study" METU-TEK Research Project First, Second, Fourth Progress Reports and Final Report

5/37. Altinok, Y., Alpar B., Ozer N., Aykurt H., (2011), "Revision of the tsunami catalogue affecting Turkish coasts and surrounding regions", Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 273–291, 2011

5/38. Aksu A.E. (2005), Calon T.J., Hall J., Mansfield S. and Yasar D. (2005). The Cilicia – Adana basin complex, Eastern Mediterranean: Meogen evolution of an active fore-arc basin in an obliquely convergent margin. Marine Geology 221, 121-159

5/39. Ambraseys, N.N. (1962) “Catalogue of Tsunamis in the Eastern Mediterranean from Antiquity to Present Times”, Annali di Geofisica, Vol. 32, pp. 113-130Karnik,V., Seismicity of the European Area, Part 1, D.Reidel Publ.Co. 1969

5/40. Shore Protection Manual (SPM), (1973), U.S. Government Printing Office, Washington D.C.

5/41. Karnik, V., Seismicity of the European Area, Part 1, D.Reidel Publ.Co. 1969

5/42. IAEA SSG-18 Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, Safety Standards Series, IAEA, Vienna (2011)

5/43. Konstantinou, K. I., Papadopoulos, G.A. and Fokaefs, A. and K. Orphanogiannakib (2005). "Empirical relationships between aftershock area dimensions and magnitude for earthquakes in the Mediterranean Sea region." Tectonophysics 403: 95-115

5/44. Hanks T. C. and Bakun W. H., (2002) “A Bilinear Source-Scaling Model for M–log A Observations of Continental Earthquakes”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 92, No. 5, pp. 1841– 1846, June 2002

5/45. Wells & Coppersmith 1994, New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 84, No. 4, pp. 974-1002, August 1994

5/46. Imamura F. (1989), “Tsunami Numerical Simulation with the staggered leap-frog scheme (Numerical code of TUNAMI-N1)”, School of Civil Engineering, Asian Inst. Tech. and Disaster Control Research Center, Tohoku University

5/47. Shuto, N., Goto, C., Imamura, F. (1990), “Numerical simulation as a means of warning for near field tsunamis”, Coastal Engineering in Japan. 33, No:2 173-193

5/48. Goto, C. and Ogawa, Y. (1991), "Numerical Method of Tsunami Simulation With the Leap-Frog Scheme", Translated for the TIME Project by Prof. Shuto, N., Disaster Control Res. Cent., Faculty of Engg., Tohoku Univ. Sendai, Japan.

5/49. Synolakis, C. E, Liu, P. L. F., Yeh, H. (2004), “Workshop on Long Wave Runup Models”, Organized by NSF in Catalina Island LA, USA, June 2004

5/50. Yalciner, A. C., Synolakis, C. E, Gonzales, M., Kanoglu, U., (2007), “Joint Workshop on Improvements of Tsunami Models, Inundation Map and Test Sites of EU TRANSFER Project”, June

5/51. Yalciner, A.C., Kuran, U., Akyarlı, A. and Imamura, F. (1995), “An Investigation on the Generation and Propagation of Tsunamis in the Aegean Sea by Mathematical Modeling”,

"Tsunami: Progress in Prediction, Disaster Prevention and Warning", chapter in the book series of Advances in Nat. and Tech. Hazards Res. by Kluwer Academic Publishers, Ed. Yashuito Tsuchiya and Nobuo Shuto, pp 55-71

5/52. Yalciner, A.C., Alpar,B., Altinok,Y., Ozbay,I., Imamura,F., (2002), "Tsunamis in the Sea of Marmara: Historical Documents for the Past, Models for Future", Marine Geology, 2002, 190, pp:445-463

5/53. Yalciner, A.C., Pelinovsky, E.N., Talipova, T.G., Kurkin, A.A., Kozelkov, A.C., Zatsev, A.I., (2002), "Tsunamis in the Black Sea: comparison of the historical, instrumental and numerical data", J. Geophys.Research, 2004, vol. 109, No. C12, C12023 10.1029/2003JC002113

5/54. Yalciner, A.C., Imamura, F., Synolakis, E.C., (2002), "Simulation of Tsunami Related to Caldera Collapse and a Case Study of Thera Volcano in Aegean Sea", Abstract Published and paper presented in EGS XXVII General Assembly, Nice, France, April 2002 Session NH8

5/55. Yalciner, A. C., Pelinovsky, E., Zaitsev, A., Kurkin, A., Ozer, C., and Karakus, H., (2007), "Modeling and visualization of tsunamis: Mediterranean examples, from, Tsunami and Nonlinear Waves" (Ed: Anjan Kundu), Springer, 2007, 2731-2839

5/56. Yalciner, A. C., Synolakis, C. E, Gonzales, M., Kanoglu, U., (2007), "Joint Workshop on Improvements of Tsunami Models, Inundation Map and Test Sites of EU TRANSFER Project", June 11-14, Fethiye, Turkey

5/57. Zahibo, N., Pelinovsky, E., Yalciner, A.C., Kurkin, A., Kozelkov A. and Zaitsev, A. (2003), "The 1867 Virgin Island Tsunami: Observations and Modeling, Oceanologica Acta, vol. 26, N. 5-6, pp: 609-621

5/58. Zahibo, N., Pelinovsky, E., Kurkin, A., and Kozelkov A. (2003), "Estimation of far-field tsunami potential for the Caribbean Coast based on numerical simulation", Science Tsunami Hazards. 2003, vol. 21, N. 4, p: 202 -222

5/59. Rahmstorf, S., (2010), "A new view on sea level rise, Has the IPCC underestimated the risk of sea level rise?", Nature reports climate change Vol 4, April 2010 http://www.nature.com/reports/climatechange

5/60. Yalciner, A. C., Zaytsev A., Pelinovsky, E., (2011): NAMI DANCE Validation and Verification Document, METU, Civil Engineering Department, Ocean Engineering Research Center, Ankara, Turkey. http://namidance.ce.metu.edu.tr/v-v