



TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

Hazırlayanlar

YDABÇAG 138 Vedat EDİGER
Mahmut OKYAR

138

Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve
Çevre Araştırma Grubu

Earth Marine Atmospheric Sciences and
Environmental Researches Grant Group

**AKARSU GİRDİLERİNİN DENİZDEKİ ETKİ
ALANLARININ UYDU VERİLERİ İLE SAPTANMASI
PROJESİ SONUÇ RAPORU**
Proje Kod No: YDABÇAG 198

Hazırlayanlar

YDABÇAG 198 **Vedat EDİGER**
Mahmut OKYAR

/98

**ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ERDEMLİ/İÇEL**

ARALIK 1996

	İÇİNDEKİLER	SAYFA
KAPAK		1
İÇİNDEKİLER		2
ŞEKİLLER LİSTESİ		3
TABLÖLAR LİSTESİ		4
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ		5
TEŞEKKÜR		7
1. GİRİŞ		8
2. ARAŞTIRMANIN AMACI		10
3. RAPOR DÖNEMLERİNDEKİ ÇALIŞMALAR		10
3.1. Birinci rapor dönemi		10
3.2. Sonuç raporu dönemi		13
4. ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ VE VERİLER		14
4.1. Rüzgar ve Yağmur Verileri		14
4.2. Uydu Verileri		16
A. Deniz Yüzeyi Sıcaklığı Analizleri		17
B. Deniz Yüzeyi Bulanıklılık Analizleri		18
C. Uydu Görüntülerinin Yorumlanması		18
4.3. Yerinde Ölçümler		26
A. Konum Bulma		26
B. Deniz Yüzeyi Sıcaklık Ölçümleri		26
C. Toplam Askıdaki Madde Ölçümleri		26
4.4. Kullanılan Bilgisayar Yazılımları		27
5. SONUÇLAR		27
5.1. Uydu Verilerinin Kalibrasyonu		27
5.1.1. 14 Haziran 1994		30
Deniz Yüzeyi Sıcaklık Kalibrasyonu		30
5.1.2. 08 Şubat 1995		33
Deniz Yüzeyi Sıcaklık Kalibrasyonu		37
5.1.3. 06 Temmuz 1995		37
Deniz Yüzeyi Sıcaklık Kalibrasyonu		38
Deniz Yüzeyi Bulanıklılık Kalibrasyonu		47
5.1.4. 28 Ekim 1995		49
Deniz Yüzeyi Sıcaklık Kalibrasyonu		51
Deniz Yüzeyi Bulanıklılık Kalibrasyonu		60
5.1.5. 13 Mayıs 1996		61
Deniz Yüzeyi Sıcaklık Kalibrasyonu		61
Deniz Yüzeyi Bulanıklılık Kalibrasyonu		70
6. YORUMLAR		73
7. HATA KAYNAKLARI VE ÖNERİLER		79
8. KAYNAKLAR		81

ŞEKİLLER LİSTESİ

SAYFA

- Şekil 1: Kuzey-doğu Ak Deniz haritası ve Türkiye kıyılarından dökülen önemli akarsular. Derinlik değerleri metre olarak verilmiştir. 11
- Şekil 2: Veri setlerinin grafiksel olarak karşılaştırılması ve aralarında var olan ilişkiler. a) Yerinde ve uydudan elde edilen sıcaklık değerleri. b) Yerinde ve uydudan elde edilen bulanıklılık değerleri. c) Yerinde deniz yüzeyi sıcaklığı ve bulanıklılığı. 29
- Şekil 3: 14 Haziran 1994 tarihinde Göksu Nehri önlerinde yapılan yerinde ölçüm çalışmalarının istasyonları. 31
- Şekil 4: 08 Şubat 1995 tarihinde Göksu Nehri önlerinde yapılan yerinde ölçüm çalışmalarının istasyonları. 34
- Şekil 5: 06 Temmuz 1995 tarihinde Göksu Nehri önlerinde yapılan yerinde ölçüm çalışmalarının istasyonları. 39
- Şekil 6: 28 Ekim 1995 tarihinde Göksu Nehri önlerinde yapılan yerinde ölçüm çalışmalarının istasyonları. 50
- Şekil 7: 13 Mayıs 1996 tarihinde Göksu Nehri önlerinde yapılan yerinde ölçüm çalışmalarının istasyonları. 62
- Şekil 8: Yerinde ölçüm değerleri ile yerinde ölçüm ve uydudan ölçüm değerleri arasındaki farkların, grafiksel olarak karşılaştırılması. 76

TABLOLAR LİSTESİ

	SAYFA
Tablo 1: Silifke yöresine ait, yerinde ölçüm yapılan tarihlere ait rüzgâr hızları (m/sec) ve yönleri.	15
Tablo 2: 1996 yılında Erdemli yöresinde yağmurlu geçen günler ve geceler. Yayınlanmamış bu veriler Türkan Özsoy'dan alınmıştır.	15
Tablo 3: 14 Haziran 1994 tarihine ait uydu verilerinden ve denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri.	33
Tablo 4: 08 Şubat 1995 tarihine ait uydu verilerinden ve denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri.	35
Tablo 5: 06 Temmuz 1995 tarihine ait uydu verilerinden ve denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri.	46
Tablo 6: 28 Ekim 1995 tarihine ait uydu verilerinden ve denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık ve bulanıklılık değerleri.	51
Tablo 7: 13 Mayıs 1996 tarihine ait uydu verilerinden ve denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık ve bulanıklılık değerleri.	63
Tablo 8: Denizde yapılan sıcaklık ölçümleriyle elde edilen verilerin aynı tarihli uydu verilerinden elde edilen sıcaklık değerleriyle yapılan kalibrasyonları ve hata miktarları.	74
Tablo 9: Denizde yapılan bulanıklılık ölçümleriyle elde edilen verilerin aynı tarihli uydu verilerinden elde edilen bulanıklılık değerleriyle yapılan kalibrasyonları ve hata miktarları.	77

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

	SAYFA
Fotoğraf 1: 02 Şubat 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü.	21
Fotoğraf 2: 31 Temmuz 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü.	22
Fotoğraf 3: 28 Şubat 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü.	23
Fotoğraf 4: 13 Ocak 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü.	24
Fotoğraf 5: 03 Şubat 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü.	25
Fotoğraf 6: 14 Haziran 1994 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü.	32
Fotoğraf 7: 08 Şubat 1995 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklığı görüntüsü.	36
Fotoğraf 8: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklığı görüntüsü.	40
Fotoğraf 9: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen 1. KANAL görüntüsü.	41
Fotoğraf 10: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen 2. KANAL görüntüsü.	42
Fotoğraf 11: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen 3. KANAL görüntüsü.	43
Fotoğraf 12: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen 4. KANAL görüntüsü.	44
Fotoğraf 13: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen 5. KANAL görüntüsü.	45
Fotoğraf 14: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık görüntüsü.	48
Fotoğraf 15: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklığı görüntüsü.	53

Fotoğraf 16: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen 1. KANAL görüntüsü.	54
Fotoğraf 17: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen 2. KANAL görüntüsü.	55
Fotoğraf 18: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen 3. KANAL görüntüsü.	56
Fotoğraf 19: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen 4. KANAL görüntüsü.	57
Fotoğraf 20: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen 5. KANAL görüntüsü.	58
Fotoğraf 21: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık görüntüsü.	59
Fotoğraf 22: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklığı görüntüsü.	64
Fotoğraf 23: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen 1. KANAL görüntüsü.	65
Fotoğraf 24: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen 2. KANAL görüntüsü.	66
Fotoğraf 25: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen 3. KANAL görüntüsü.	67
Fotoğraf 26: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen 4. KANAL görüntüsü.	68
Fotoğraf 27: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen 5. KANAL görüntüsü.	69
Fotoğraf 28: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık görüntüsü.	72

TEŞEKKÜR

Bu projenin şekillenmesinde ve bu kapsamda bir çalışmanın başlatılmasında, bizleri teşvik eden Prof.Dr. Cemal SAYDAM'a teşekkürlerimizi sunuyoruz. Bu çalışma sırasında kullandığımız tüm sistemlerin enstitümüze kazandırılmasında ki katkılarından dolayı, NATO'ya ve aynı zamanda bu projeyi desteklemiş olmasından dolayıda TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunuyoruz. Tüm uydu verilerinin toplanmasını ve analiz işlemlerinin yapılmasını sağlayarak bu projeye olan katkılarından dolayı, sayın Halise OKYAR ve Mehmet DEMİREL'e de teşekkürlerimizi sunuyoruz. Yerinde ölçüm çalışmalarının gerçekleştirilmesindeki katkılarından dolayı, Kimyasal Oşinografi Anabilim Dalı ve R/V BİLİM gemisi personellerinede teşekkür ediyoruz.

1. GİRİŞ

Bu proje çalışması, Deniz Bilimleri Enstitüsü uydu merkezince elde edilerek arşivlenen 1km² ayırımıhlıktaki verilerden daha geniş kapsamlı faydalanarak, gerek ülkemiz ekonomisine ve gerekse bilimsel çalışmalara bir katkı sağlayabilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Çok yorucu, zaman alıcı ve pahalı olan deniz çalışmaları sırasında, bir istasyona ait veriler elde edildikten sonra, diğer bir istasyona ait verilerin elde edilmesi amacı ile yeni bir istasyona gidilmektedir. Bundan dolayı, veriler arasında sürekli bir zaman farkı ve istasyonlar arasında da bir veri boşluğu olmaktadır. Çok ufak farklılıkların takip edilmesi amaçlanan deniz çalışmalarında, çok dinamik olan deniz koşullarında çalışmaları olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerdendir. Tüm bu sebeplerden dolayı, uzaktan algılama yöntemleri, alansal değişimleri aralarında hiç bir zaman farkı olmaksızın sağlayabilmesi, günümüzde oşinografik çalışmalarda tercih edilen bir yöntem olarak yaygınlaşmaktadır.

Uydu verileri, Türkiye kıyılarındaki akarsu girdilerinin bu proje kapsamında araştırılması için ilk kez kullanılmış olacaktır. Bu tür bir araştırmanın sonuçları, denizel ortamlardaki akarsu girdilerinin alansal davranışının belirlenmesinde ve diğer bazı oşinografik verilerin elde edilmesinde ekonomik ve pratik bir yol olarak kullanılabilecektir. Dört değişik kanala sahip olan uydu verilerinin analizleri sonucunda, deniz yüzeyi sıcaklık dağılımlarını

ve deniz yüzeyi bulanıklılık dağılımlarını gösteren görüntüler elde edilebilmektedir. Sedimanca zengin ve deniz suyuna göre daha soğuk olan akarsuların deniz suyuyla olan etkileşimleri kullanılarak, akarsuyun denizdeki dağılım şekilleri, uydu görüntülerinden gerçeğe en yakın şekilde elde edilebilmesi mümkün olacaktır.

Bu çalışmada, uydu görüntülerinden elde edilen veriler (US: uydu görüntülerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri; UB: uydu görüntülerinden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değerleri) ve deniz ölçümleri sonucunda elde edilen veriler (YS: yerinde elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri; YB: yerinde elde edilen deniz yüzeyindeki toplam askıdaki katı madde miktarları) kullanılacaktır.

Türkiye kıyılarında bugüne kadar uydu verilerindende faydalanılarak aşağıda değinilen bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bulanıklılığın alansal dağılımı ile ilgili sadece bir çalışmanın varlığı bilinmektedir, bu çalışmada Göksu Deltası ve Mersin Körfezi arasında kalan alanda LANDSAT uydusunun 4. kanal görüntüleri kullanılarak Evans ve diğerleri, (1995) tarafından gerçekleştirilmiştir. Uysal ve Sur (1995) ve ayrıca Saydam ve diğerleri, (1995) nin yapmış oldukları çalışmalarda, uydu görüntülerindende faydalanılarak, planktonların dağılımları hakkında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bunların dışında Türkiye ve özellikle Kara Deniz kıyılarında gerçekleştirilen çalışmaların

çoğu, uydu verilerinin kullanılması ile akıntılar hakkında yapılan yorumları içermektedir (Oğuz ve diğerleri., 1992, 1993; Özsoy ve diğerleri., 1993; Sur ve diğerleri., 1994, 1995, 1996).

2. ARAŞTIRMANIN AMACI

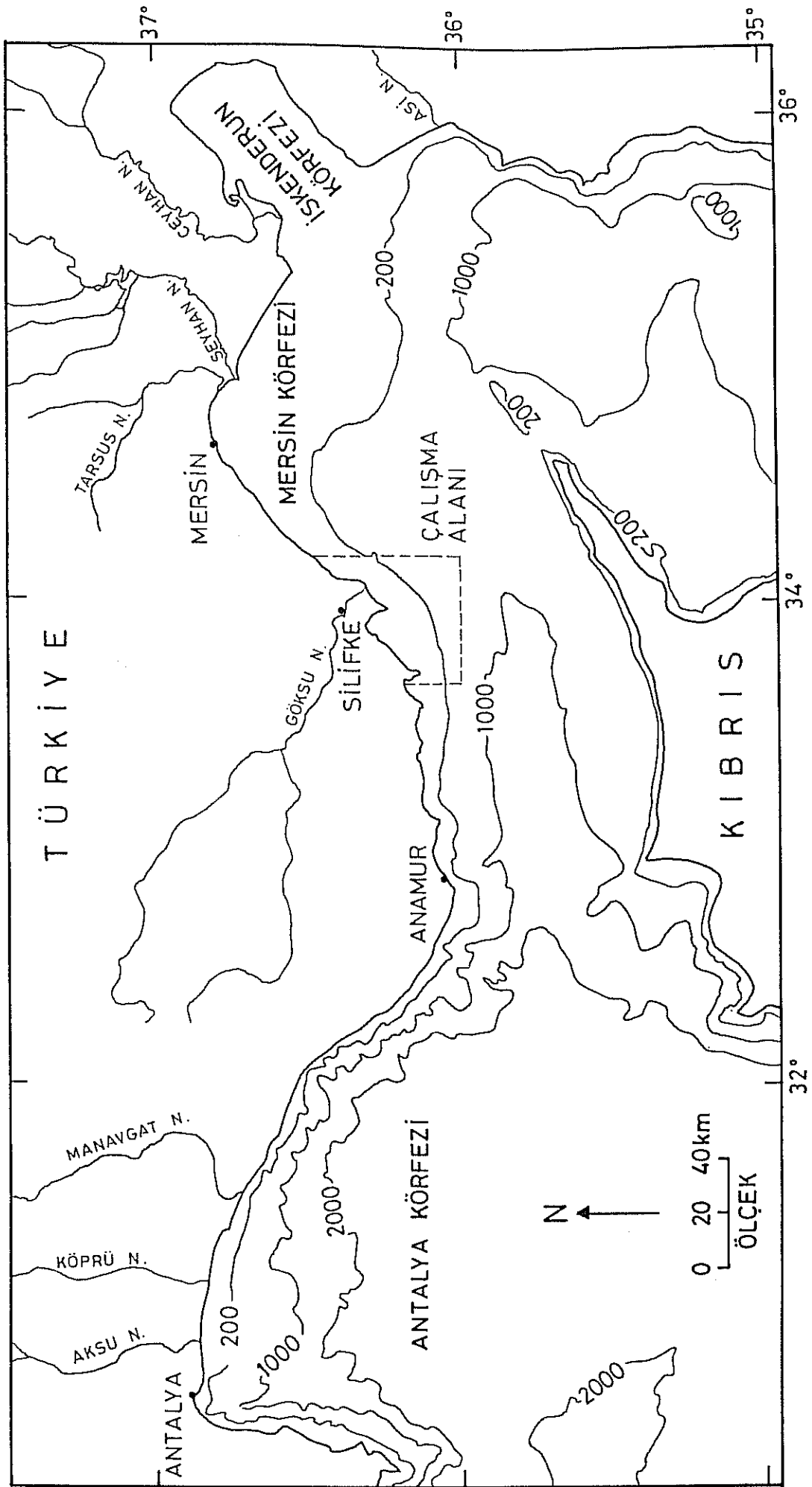
Bu çalışmada asıl amaç, deniz ortamlarında ölçülen sıcaklık ve askıdaki katı madde miktarları kullanılarak aynı çalışma alanına ait ve eş zamanlı elde edilmiş olan uydu verilerinin karşılaştırılmasıdır. Devamlı akan ve debisi yeterince yüksek olan Göksu Nehri'nin denize döküldüğü bölge bu proje için çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1).

Uydu verileriyle elde edilecek olan deniz yüzeyi sıcaklık değerleri (US) ve bulanıklılık değerleri (UB) yerinde yapılacak olan ölçümler sonucunda elde edilecek olan deniz yüzeyi sıcaklıklarıyla (YS) ve askı yükü konsantrasyonlarıyla (YB) kalibre edilmesi asıl amacımızı oluşturmaktadır. Böylece, elde edilmiş bir uydu verisi kullanılarak bölgeye ait deniz yüzeyi sıcaklık ve bulanıklılık değerleri alansal olarak saptanabilecektir.

3. RAPOR DÖNEMLERİNDEKİ ÇALIŞMALAR

3.1. Birinci rapor dönemi

O.D.T.Ü. Deniz Bilimleri Enstitüsü'nde bulunan ve NATO desteğiyle kurulan uydu merkezinde, oşinografik çalışmalara



Şekil 1: Kuzey-doğu Ak Deniz haritası ve Türkiye kıyılarından dökülen önemli akarsular. Derinlik değerleri metre olarak verilmiştir.

destek olması amacı ile uydu verileri toplama ve arşivleme işlemleri aralıksız olarak devam etmektedir. Elde edilmiş olan verilerin amacımıza uygun olanlarının saptanması işlemlerine bu rapor döneminde ağırlık verilmiştir. Projenin bu aşamasında, bazı uydu verileri üzerinde, amacımıza yönelik bazı ön değerlendirmeler ve çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Yerinde ölçümler için gerekli olan taşınabilir GPS cihazının alınabilmesi için TÜBİTAK ile yazışmalar bu rapor dönemine rastlamaktadır. Cihazın maliyetinin hemen hemen proje maliyetine yakın olmasından dolayı, tüm fasıllardaki paraların tek fasılda toplanılması talep edilmiş ve bu talepte TÜBİTAK'ça uygun görülerek cihazın işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu cihaza sahip olabilmemiz, gerek bu projenin gerçekleştirilebilmesinde ve gerekse bundan sonraki oşinografik çalışmalarımızda daha sağlıklı ve hassas çalışmalar yapabilmemize imkan sağlayacaktır.

Defalarca deniz ölçümleri için ön hazırlıklar yapılmış, fakat çalışmanın hassasiyetini etkileyebilecek bazı önemli koşulların (atmosfer, deniz ve uydu) uygun bir şekilde bir arada olmaması nedeniyle, bu deniz çalışmaları gerçekleştirilememiştir. 14 Haziran 1994, 8 Şubat 1995, 6 Temmuz 1995 ve 28 Ekim 1995 tarihlerinde, Göksu nehir ağzında ve çevresinde enstitümüzce gerçekleştirilmiş bulunan yerinde ölçüm çalışmaları sonucunda elde edilmiş bulunan deniz yüzeyi sıcaklık ve bulanıklılık değerlerinin, aynı zamanlı

uydu verilerinden elde edilen değerlerle karşılaştırılması işlemlerine, bu rapor döneminde başlanmıştır.

3.2. Sonuç rapor dönemi

Enstitümüzün uydu verileri toplama ve değerlendirme merkezinde, başlatılmış olan yeniden yapılanma ve düzenleme çalışmaları nedeniyle, bu sistemin aktif kullanım imkanları bu rapor döneminde zaman zaman aksamıştır. Ayrıca, bu çalışmalar sırasında karşılaşılan en önemli güçlük ise, uygun koşullarda elde edilmiş olan uydu verisine ait deniz çalışmalarının anında gerçekleştirilememesi olmuştur.

Projenin başladığı tarihten yağmur döneminin bittiği tarihe kadar geçen zaman içerisinde, bölgemizde kış koşulları hüküm sürmüştür, ancak havanın bulutlu olması uydu verilerinin amacımıza uygunluğunu olumsuz etkilemiştir. Deniz koşullarının ufak teknelerle sefer yapılabilmesine imkan vermemesi nedeniyle yerinde ölçüm işlemleri gerçekleştirilememiştir. Bundan dolayı, 1994 ve 1995 yıllarında R/V BİLİM gemisi ile Göksu Deltası ağzında gerçekleştirilen beş adet sefer sonucu bu çalışmada kullanılmıştır. Bu rapor kapsamında kullanılabilecek nitelikte sadece bir sefer 13 Mayıs 1996 tarihinde gerçekleştirilebilmiştir.

Tahmin edilebileceği gibi, uygun ve kullanılabilir uydu verisinin elde edilebilmesi, atmosferik şartlara (nem, bulutluluk, sıcaklık, gibi), akarsu şartlarına (debi, sıcaklık, askı-yükü miktarı

gibi), denizde örnekleme imkanlarına ve uydu rotasının uygun durumda olmasına bağlıdır. Bu kadar farklı koşulların bir araya gelebileceği uygun koşullar ise sadece bir kez sağlanabilmiştir. Geçmiş yıllara ait verilerle birlikte beş farklı tarihte yapılan yerinde ölçüm sonuçları ve bu tarihlere ait uydu veri sonuçları bu çalışmanın temel verilerini oluşturmaktadır.

Uydu verileri kullanılarak, akarsuların denizdeki dağılım şekilleri alansal olarak saptanmış ve denizde yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık ve bulanıklılık değerleri uydudan elde edilen değerlerle birlikte kalibre edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ VE VERİLER

4.1. Rüzgar ve Yağmur Verileri

Çalışma alanı olarak seçilen Göksu Deltasının bulunduğu Silifke yöresinin rüzgar verileri bu çalışmada, yorumlara katkısının olması amacı ile elde edilmiş ve bölgeye ait veri olarak bu rapor kapsamına alınmıştır. Bu veriler, uydu verilerinin ve aynı zamanlı yerinde ölçüm verilerinin elde edilebildiği tarihleri kapsamaktadır (Tablo 1).

Bölge, en düşük hava sıcaklığına sahip olduğu Ocak ayında en yüksek yağışı ve en yüksek hava sıcaklığına sahip olduğu Ağustos ayında ise en düşük yağışı almaktadır (Meteoroloji

Bülteni, 1970 ve Ediger, 1991). Göksu nehrinin debisi en fazla Nisan ayında ve en az Eylül ayında ölçülmüştür.

Tablo 1: Silifke yöresine ait, yerinde ölçüm yapılan tarihlere ait rüzgâr hızları (m/sec) ve yönleri.

TARİH	Ortalama Hız ve Yön		En yüksek Hız ve Yön	
14 Haziran 1994	1.3	SE	5.9	S
08 Şubat 1995	3.0	NW	12.0	NW
06 Temmuz 1995	1.7	SE	9.2	NW
28 Ekim 1995	1.2	SSW	7.0	S
13 Mayıs 1996	1.2	SSE	5.5	SSE

Çalışma alanı olarak seçilen Göksu Deltası'na yakın olan Erdemli'de yapılan ölçümlerde, 1996 yılı içinde yağmurlu geçen günlerin tablosu bu çalışmada yorumlara katkısının olması amacı ile elde edilmiş ve bölgeye ait veri olarak bu rapor kapsamına alınmıştır (Tablo 2).

Tablo 2: 1996 yılında Erdemli yöresinde yağmurlu geçen günler ve geceler. Yayınlanmamış bu veriler Türkan Özsoy'dan alınmıştır.

AYLAR	GÜNLER																											
	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	16	17	18	20	21	22	23	26	29								
ŞUBAT				x	#		#	#						#	x													
MART	#		x	+	x	+		x	#							+	+	x	x	+								
NİSAN						#					x	+	x	+	+	+	+	x	#									
MAYIS									+																		x	
HAZİRAN	+																											
EKİM									#																			

#: Gece ve Gündüz, x: Gece, +: Gündüz

4.2. Uydu Verileri

Bu çalışmada, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü'nde bulunan uydu merkezince elde edilen NOAA uydularına ait uydu verileri kullanılmıştır. İlk olarak 1978 yılında yörüngeye oturtulmuş bulunan bu uydular, zamanla yenilenmiş ve değişik isimler altında bugüne kadar kullanımda kalmıştır.

Bu uydulardan NOAA 9, 10, 11, ve 12 uyduları halen yörüngede bulunmaktadırlar. N9, N11, ve N12 numaralı uydular beş kanallı algılayıcılara; N10 uydusu ise dört kanallı algılayıcıya sahiptirler. Bu uydular, VIS (Vizibıl) ve IR (Kızıl Ötesi) kanal görüntüleri alabilmektedirler ve güney kuzey yönünde hareket ederek kutuplardan geçmektedirler. NOAA uyduları yaklaşık 820km'lik bir yüksekteki yörüngede bulunmaktadır ve bu yükseklikteki bir dönüşünü yaklaşık 102 dakikada tamamlamaktadır. NOAA uydularının görüş aralığı yaklaşık 2580km dir ve 14.123 orbits/24 saat. Uyduların teknik özellikleri ve uydu verilerinin deniz bilimlerine uygulanması ile ilgili daha geniş bilgiler, Robinson (1985) de ayrıntılı bir şekilde verilmektedir.

Beş farklı kanal olarak elde edilen uydu görüntülerinin bu amaçlı bir çalışmada kullanılabilmesi için, kanallardan elde edilen görüntülerin özel yazılım yardımı ile analiz edilmesi gerekmektedir. Kanallardan elde edilen görüntüler, sistem gereği

tek başlarına oşinoğrafik amaçlı kalibrasyon işlemlerinde kullanılamamaktadır. Deniz yüzeyi sıcaklık kalibrasyonları için 4. ve 5. kanal görüntüleri yazılım yardımıyla analiz edilmekte ve sonucunda deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü elde edilmektedir. Ayrıca, deniz yüzeyi bulanıklılık kalibrasyonları için 1. ve 2. kanal görüntüleri yazılım yardımıyla analiz edilmekte ve sonucunda deniz yüzeyi bulanıklılık görüntüsü elde edilmektedir. Bu analizler sonucunda elde edilmiş olan deniz yüzeyi sıcaklık ve bulanıklılık görüntüleri bu çalışma kapsamında tartışılmıştır.

Bunların yanı sıra, elde edilmiş bulunan uydu görüntüleri deniz yüzeyi tuzluluk dağılımlarıyla ilgili olarak, herhangi bir bilgi verememekte ve bu parametre ile ilgili herhangi bir analiz işlemi sistem gereği yapılamamaktadır. Bundan dolayı, uydu görüntüleriyle deniz yüzeyi tuzluluk değerleri arasındaki ilişkiler konusunda her hangi bir çalışma yapılamamış ve bu konu rapor kapsamına alınamamıştır.

A. Deniz Yüzeyi Sıcaklığı Analizleri

NOAA uydularının sahip olduğu kanallardan 4 ve 5, deniz yüzeyi sıcaklık dağılımlarının görüntülenebilmesi için yapılan analizlerde kullanılmaktadır. Deniz Yüzeyi Sıcaklık görüntüleri, özel yazılım programları ile bilgisayarda yapılan analizler sonucu 1 km² lik ayırmalılıkta elde edilmektedir.

Deniz yüzeyi sıcaklık dağılımlarını veren uydu görüntüleri üzerine çakıştırılan yerinde ölçüm istasyonlarına ait uydu verileri bilgisayardan okunarak kaydedilmiştir. Elde edilen bu veriler, tablolar halinde aşağıdaki ilgili bölümlerde, kalibrasyon işlemlerinde kullanılmak amacı ile verilmiştir.

B. Deniz Yüzeyi Bulanıklılık Analizleri

NOAA uydularının sahip olduğu 1. ve 2. kanallar Vizibil özelliktedirler ve bu kanallardan elde edilen veriler, bulanıklılık analizlerinin yapılmasında kullanılmaktadır. Bulanıklılık görüntülerinin elde edilebilmesi için analiz edilen bu görüntüler sonucunda bulanıklılık görüntüleri elde edilmiş ve bu görüntülerden bulanıklılık değerleri saptanmıştır. Elde edilen bulanıklılık görüntüleri üzerine kıyı çizgisi otomatik olarak koydurulamamaktadır. Bundan dolayı, ekrandaki bulanıklılık görüntüleri üzerine lokasyon haritaları çakıştırılarak, yerinde ölçüm istasyonlarının konumlarına ait bulanıklılık değerleri bilgisayardan elde edilmiş ve kalibrasyon işlemlerinde kullanılmak üzere tablolar halinde ilgili bölümlerde verilmiştir.

C. Uydu Görüntülerinin Yorumlanması

Uydudan elde edilen siyah-beyaz ve renkli görüntüler incelendiğinde, bölgeye ait alansal farklılıkların algılanabilmesi mümkün olabilmektedir. Siyah-beyaz olarak elde edilmiş olan

deniz yüzeyi bulanıklılık görüntüleri incelendiğinde, bulanıklılık verilerindeki değişimlerin farklı tonlarla uydu görüntülerine yansıdığı anlaşılmıştır. Koyu tonlar bulanıklılık miktarının az olduğu alanları, açık tonlar ise bulanıklılık miktarının fazla olduğu alanları temsil etmektedirler.

Deniz yüzeyi sıcaklık görüntüleri incelendiğinde, sıcaklık verilerindeki değişimlerin farklı tonlarla uydu görüntülerine yansıtıldığı anlaşılmıştır. Siyah-beyaz olarak elde edilmiş olan uydu görüntüleri incelendiğinde, koyu tonlar soğuk suları, açık tonlar ise nispeten sıcak suları temsil etmektedirler.

Bu ton farklılıklarının Antalya Körfezindeki görünümüleri, bu bölgede yüzey sıcaklık farkıyla belirlenen yapıların varlığını açıkça göstermektedir. 2 Şubat 1996 tarihinde körfez içerisinde görülen dairesel yapının merkezinde çevresine göre daha soğuk suların bulunduğu ton farklılıklarından ve bu ton farklılıklarının sıcaklık değerlerinden anlaşılmaktadır (Fotoğraf 1). Ayrıca bu yapının görünümü ve farklı ısılardaki suların birbirleriyle olan ilişkileri, körfezde bir döngünün varlığını alansal olarak göstermektedir. 31 Temmuz 1996 da elde edilmiş uydu görüntüsünün incelenmesi sonucu, körfez içerisinde nispeten soğuk bir su yapısının varlığı, koyu tonlu alanlardan anlaşılmaktadır (Fotoğraf 2). Bu görüntülerin alansal farklılıkları ve farklılıkların bütünsel görünümüleri, uydu verilerinde detaylı bir şekilde yansıtılmaktadır.

Ayrıca, Göksu Deltasından başlayarak doğuya doğru ilerleyen ve aynı zamanda Anamur-Silifke arasındaki farklı noktalardan başlayarak güneye doğru uzanan ve daha sonra batıya dönen nispeten soğuk suların varlığı, alansal olarak bu görüntülerden algılanabilmektedir (Şekil 1 ve Fotoğraf 2). Deniz yüzeyi sıcaklığını yansıtan 28 Şubat 1996 tarihli uydu görüntüsünde ise Manavgat, Köprü ve Aksu nehirlerinin körfezin içine doğru yayılımı koyu tonlu alanların takibi ile kolayca anlaşılabilmektedir (Şekil 1 ve Fotoğraf 3). 13 Ocak 1996 tarihli yüzey sıcaklığını yansıtan uydu görüntüsünde, Göksu Nehri'nin batıya doğru yayılımı (Fotoğraf 4) ve 3 Şubat 1996 tarihli görüntüden Seyhan Nehri'nin güney doğuya doğru yayılımı ise (Fotoğraf 5) açıkça gözlenebilmektedir.

Tüm bu görüntülerden, nehirlerin denizde yayılımlar sonucunda kapladıkları alanlar kolayca hesap edilebilmekte ve aynı zamanda suların seyrelme miktarları da bulunabilmektedir. Bu hesapların yapılmasına yönelik çalışmalar, kalibrasyon işleminde gerekmediği için bu proje kapsamına alınmamıştır.

Tüm bu görüntülerin incelenmesi sonucunda, deniz yüzeyi sıcaklığını yansıtan uydu görüntülerinin bulanıklık görüntüleri kadar, akarsuların denizlerdeki etki alanlarının belirlenmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bundan dolayı, bu çalışmada uydu görüntülerine bulanıklık ve sıcaklık analizleri uygulanmış ve elde edilen görüntüler kalibrasyon işlemlerinde kullanılmıştır.



Fotoğraf 1: 02 Şubat 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü.

02 FEB 1996 SST



Projection: MERCATOR
Datum: Sphere
Sphere Radius: 6371200 m.
Central Meridian: 0.000 degrees
Standard Parallel: 0.000 degrees
False Easting: 0 m.
False Northing: 0 m.

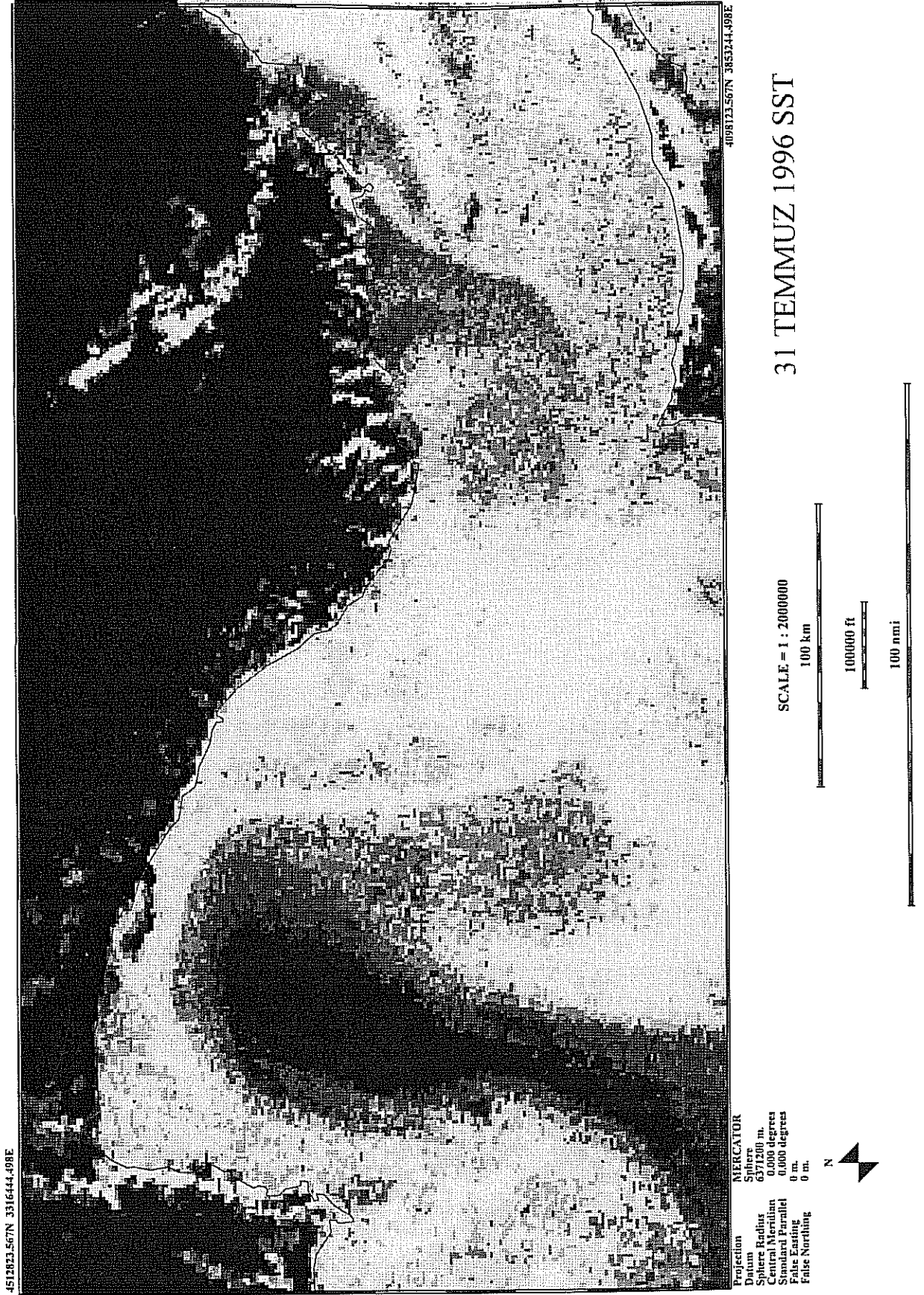


SCALE = 1 : 2500000

100 km

500000 ft

100 nmi



Fotoğraf 2: 31 Temmuz 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzey sıcaklık görüntüsü.

31 TEMMUZ 1996 SST



Projection
Datum
Sphere
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371280 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

N

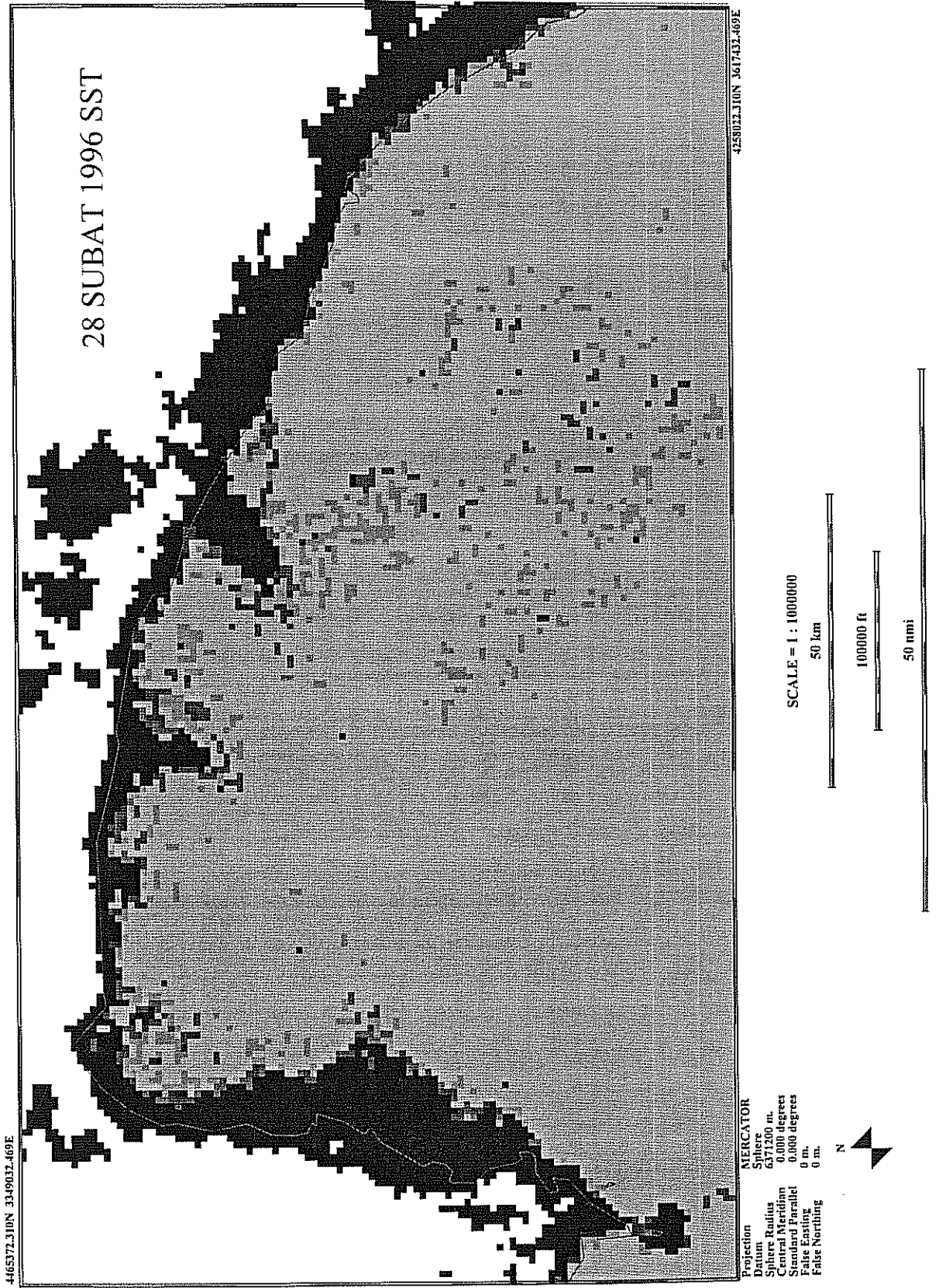


SCALE = 1 : 2500000

100 km

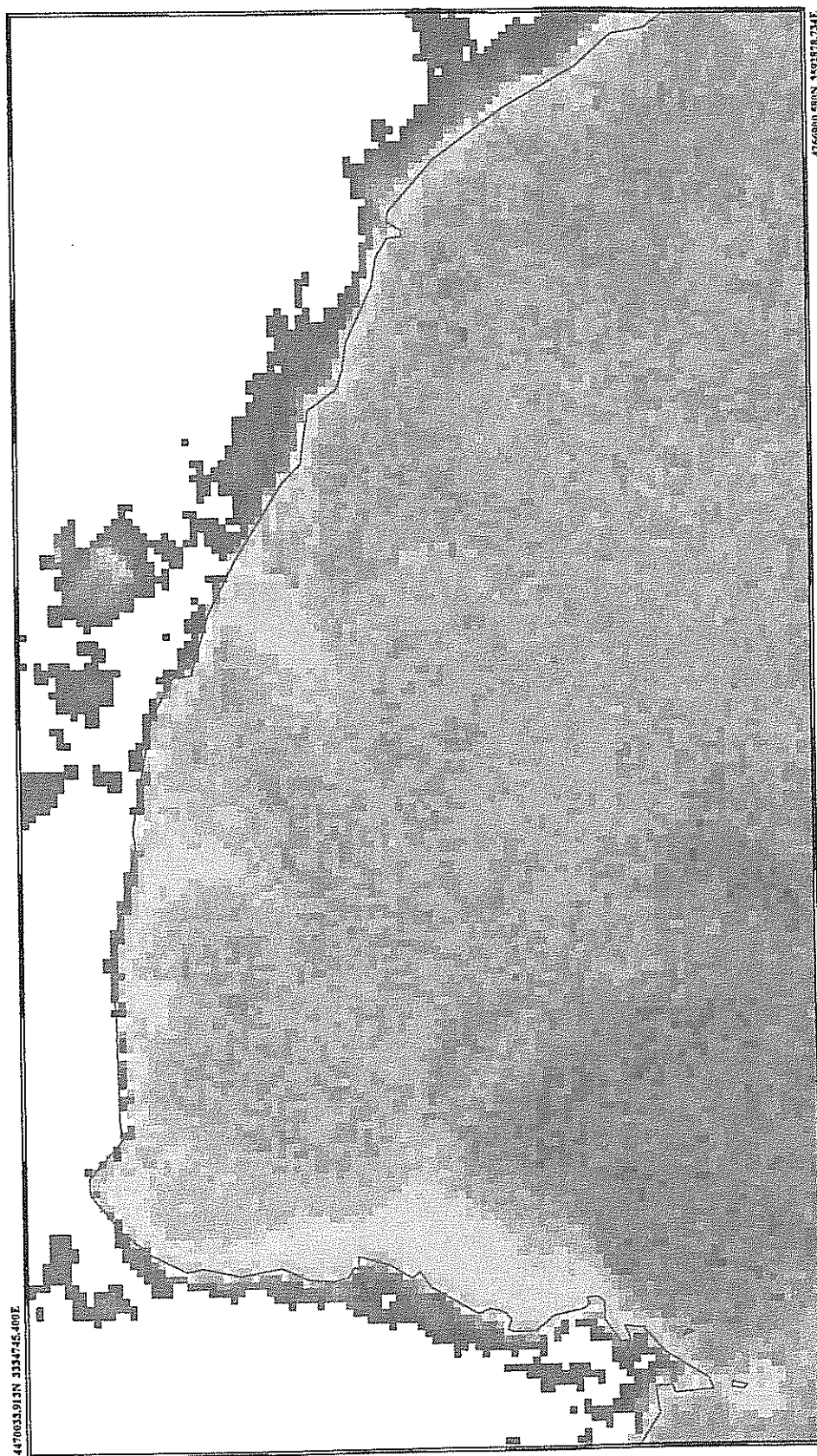
500000 ft

100 nmi



Fotoğraf 3: 28 Subat 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü.

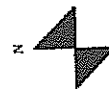
28 SUBAT 1996 SST



Projection
 Datum
 Sphere
 Spheroid
 Central Meridian
 Standard Parallel
 False Easting
 False Northing

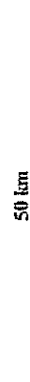
METERATOR
 Sphere
 6371200 m.
 0.000 degree
 0.000 degree
 0 m.
 0 m.

N

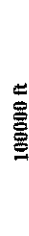


SCALE = 1 : 1000000

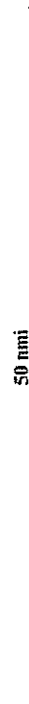
50 km



100000 ft

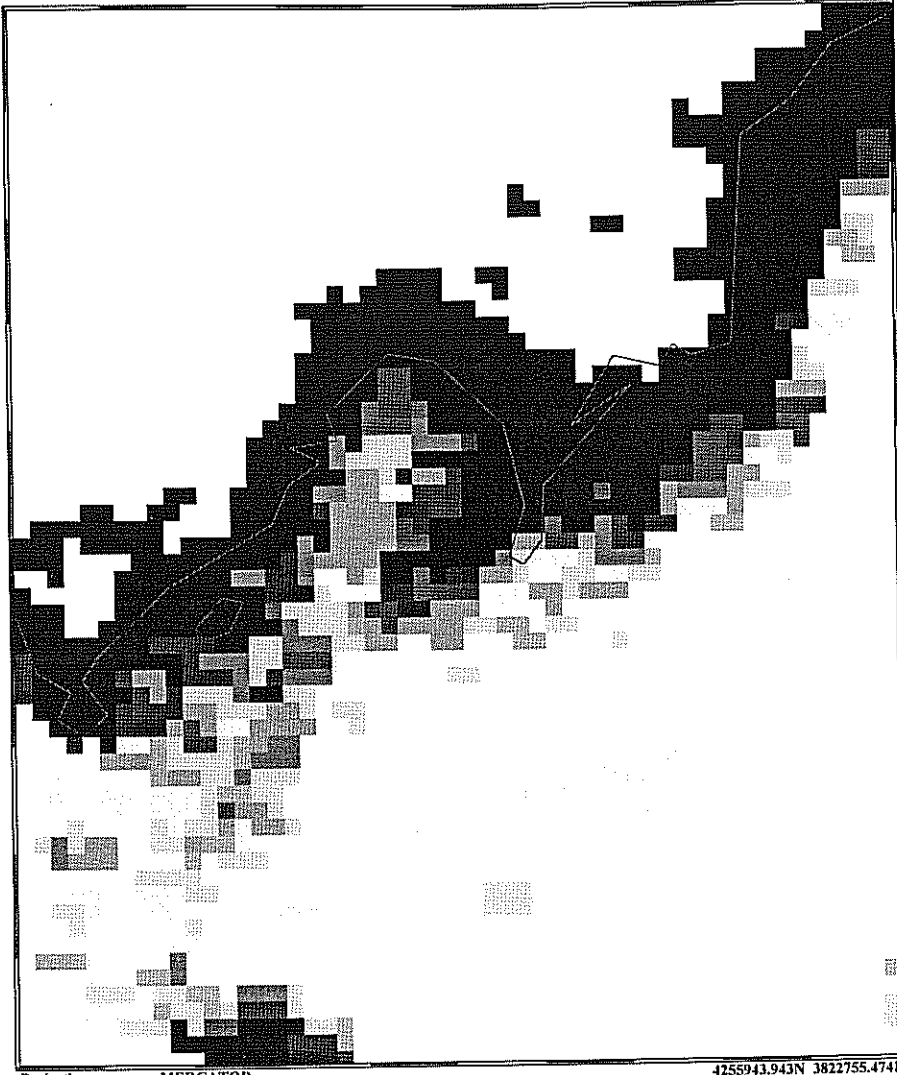


50 nmi



13 OCAK 1996 SST

4390143.943N 3721115.474E



Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 500000

10 km

50000 ft

10 nmi

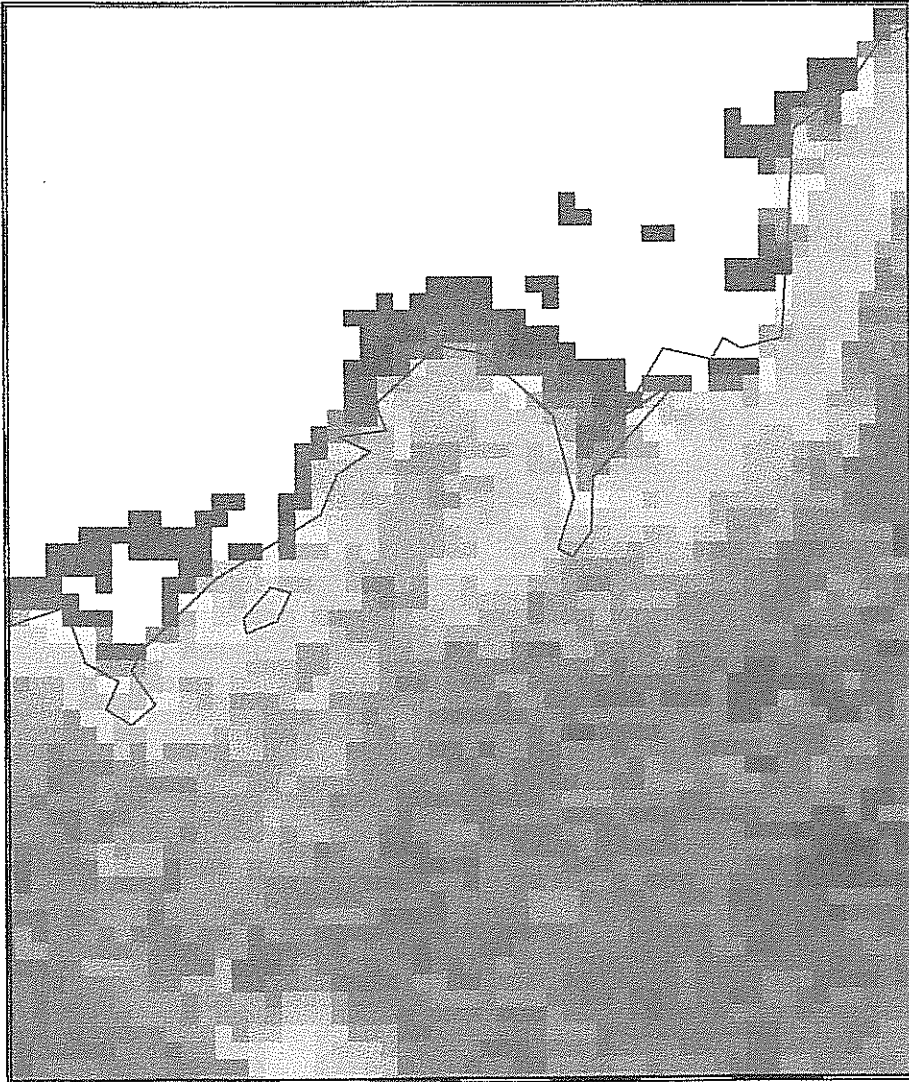
N



Fotoğraf 4: 13 Ocak 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü.

13 OCAK 1996 SST

4385955.779N 3718310.157E



4256815.779N 3819950.157E

Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 500000

10 km



50000 ft



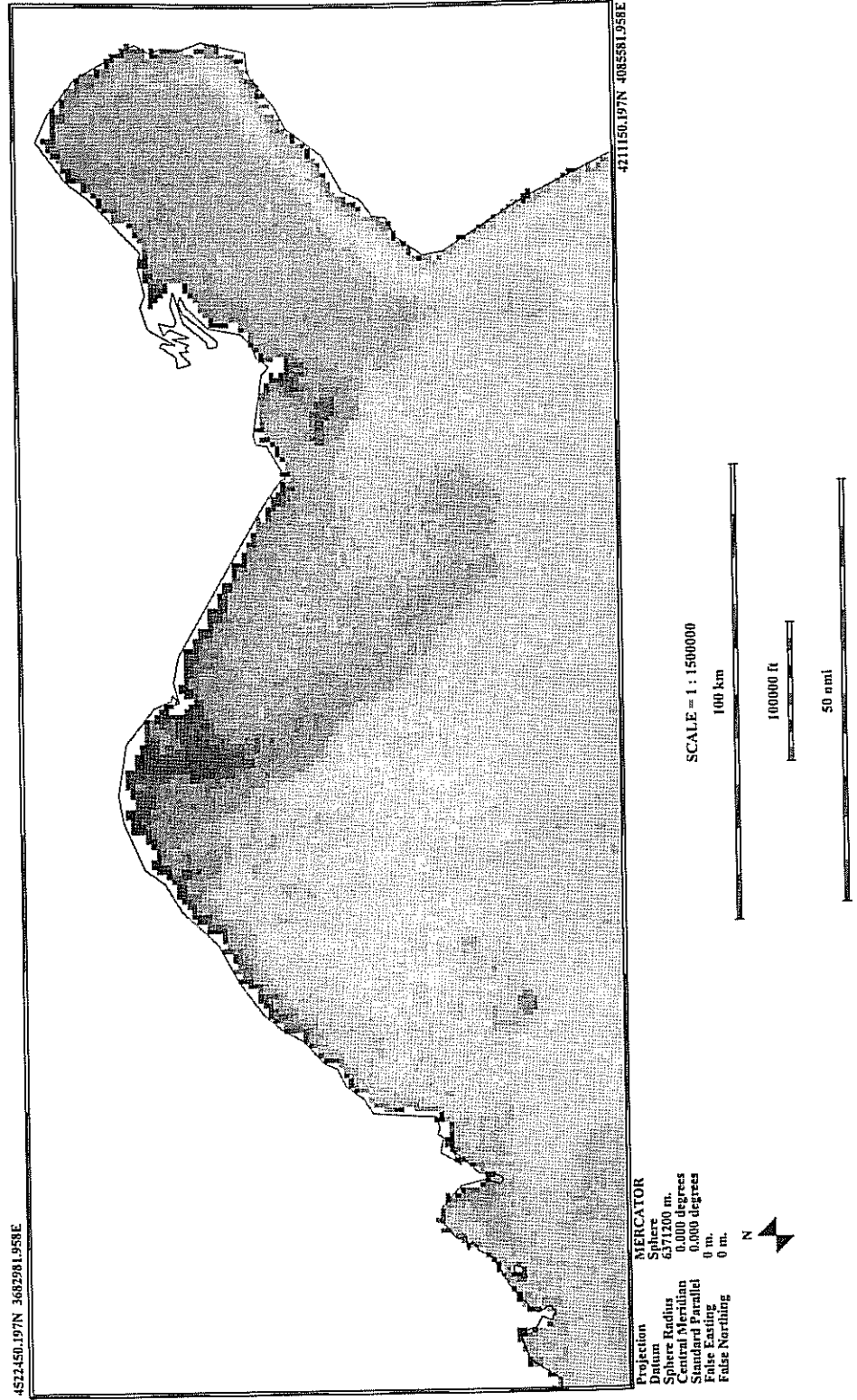
10 nmi



N

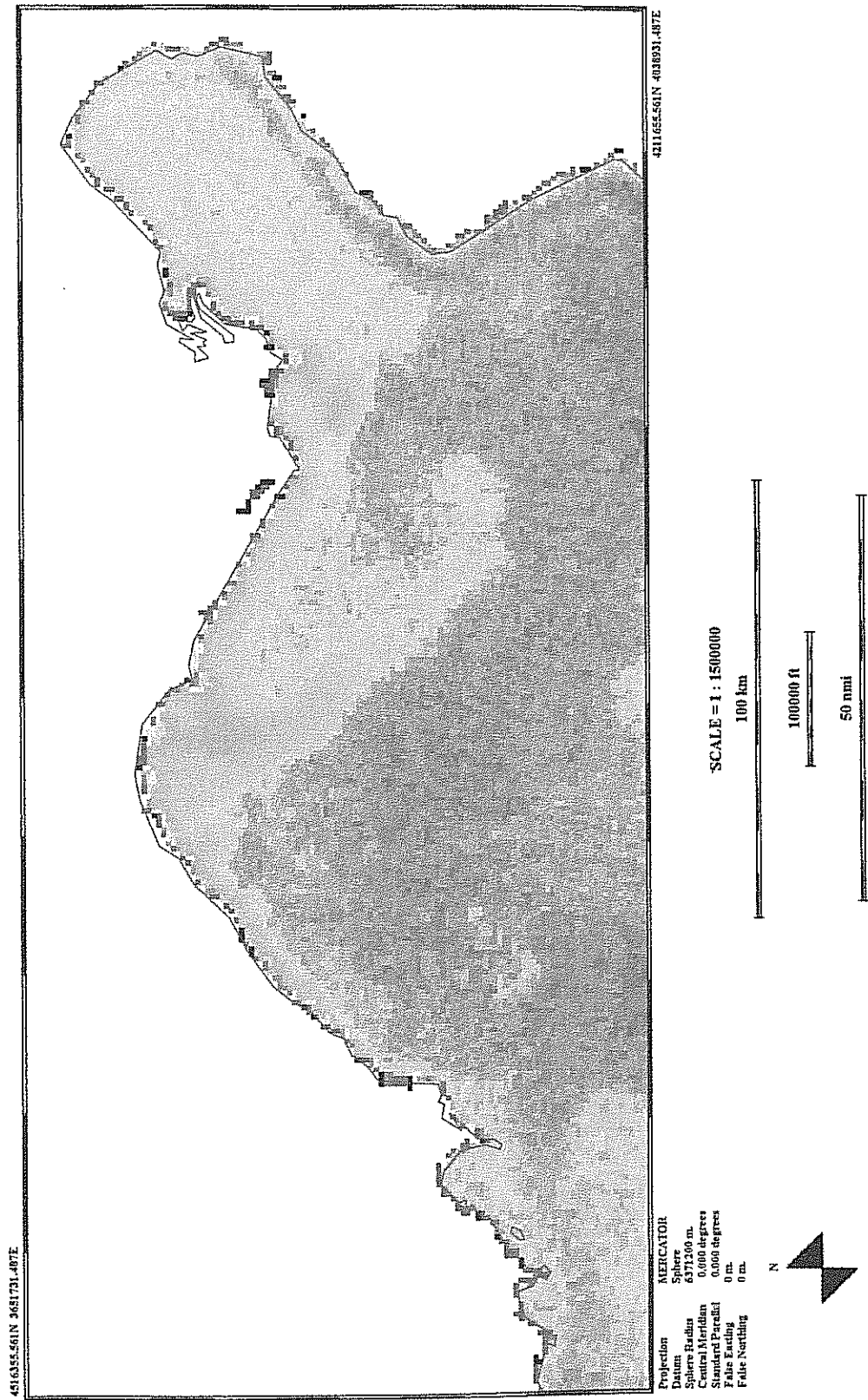


03 SUBAT 1996 SST



Fotoğraf 5: 03 Şubat 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü.

03 SUBAT 1996 SST



4.3. Yerinde Ölçümler

A. Konum Bulma: Deniz ölçümleri sırasında örnekleme yapılan tüm istasyonların mevkileri Trimble marka taşınabilir ve sabit GPS cihazları kullanılarak saptanmıştır. Bu cihazların hassasiyeti $\pm 50\text{m}$ civarındadır.

B. Deniz Yüzeyi Sıcaklık Ölçümleri: Bulanıklılık değerlerinin saptanması amacı ile deniz suyu numunelerinin alındığı her istasyona ait deniz suyu sıcaklık değerleride (CTD-DO probu yardımı ile), deniz çalışmaları sırasında elde edilmiştir.

Göksu deltasında, farklı tarihlerde yapılan deniz yüzeyi sıcaklık ölçümlerinin değerleri ve bu istasyonlara ait aynı tarihli uydulardan elde edilen uydu sıcaklık değerleri ilgili bölümlerde tablolar halinde verilmiştir.

C. Toplam Askıdaki Madde Ölçümleri: Araştırma gemisiyle elde edilen deniz suyu numuneleri uygun koşullarda saklanmış ve analizler için laboratuara taşınmıştır. Elde edilen deniz suyu numuneleri içindeki askı yükü maddelerinin miktarları, süzme yöntemiyle saptanmış ve litrede miligram (mg/l) olarak tablolarda verilmiştir. Bu çalışmalar sırasında yaklaşık 5 litre deniz suyu önceden sabit ağırlığa getirilen filitrelerden süzülerek kurutulmuş ve katı maddelerin litredeki ağırlıkları hesaplanmıştır.

4.3. Kullanılan Bilgisayar Yazılımları

Uydu sisteminde, MAPIX paket programını kullanarak, NOAA uydusu tarafından gönderilen görüntüler bir anten yardımı ile kaydedilebilmektedir. Daha sonra yapılan deniz yüzeyi sıcaklık ve bulanıklılık analizlerinde de bu yazılım kullanılmıştır.

Toplanan tüm uydu ve yerinde ölçüm verileri arasındaki ilişkiler, LOTUS ve GRAPHER yazılımları kullanılarak araştırılmış ve bu yazılımlar yardımı ile grafik çizimleri yapılmıştır. Bu veri setlerinin istatistiksel analizleride LOTUS ve GRAPHER yazılımları kullanılarak yapılmıştır. Raporun yazımı ve tabloların hazırlanımı sırasında da WORD 5.5 yazılımı kullanılmıştır.

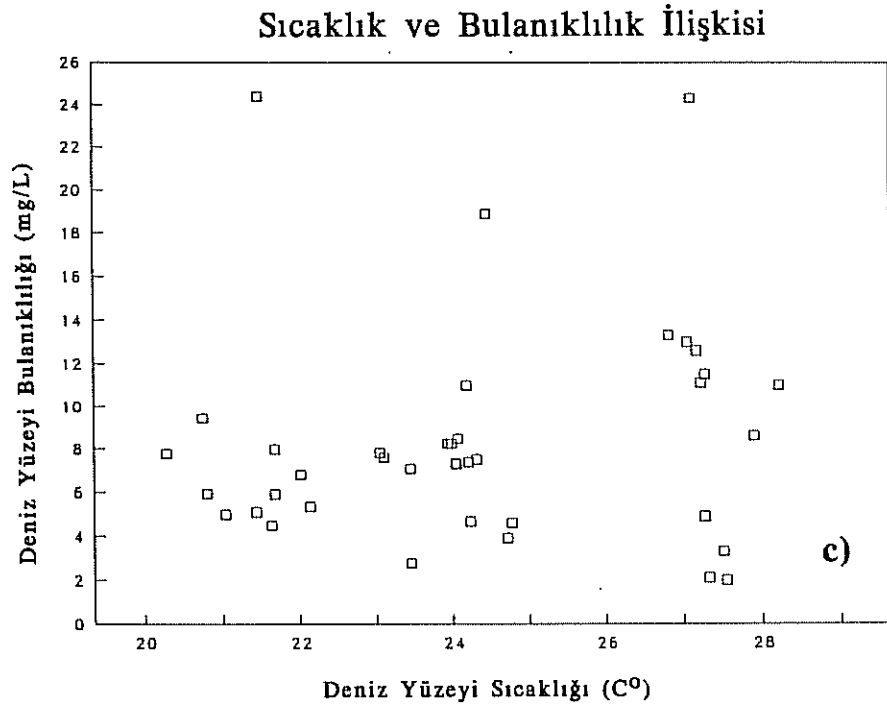
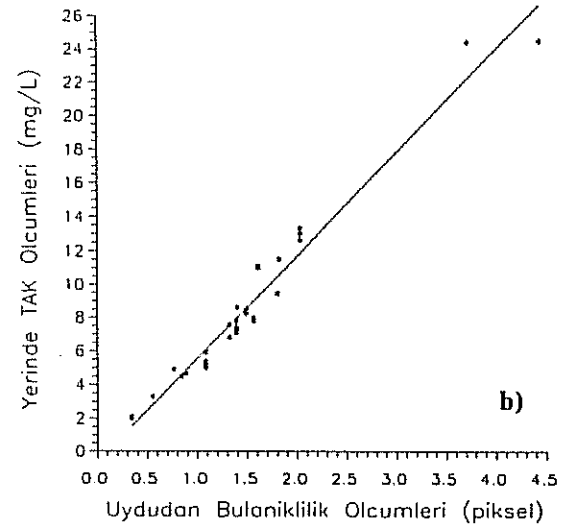
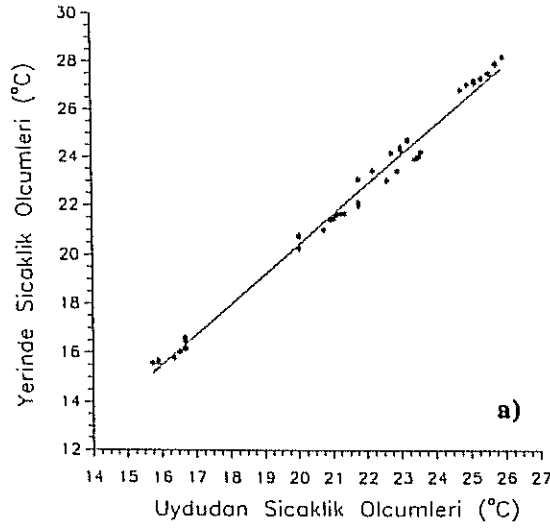
5. SONUÇLAR

5.1. Uydu Verilerinin Kalibrasyonu.

Akarsuların denizlerdeki etki alanlarının saptanabilmesi için yerinde ölçüm sonuçlarıyla birlikte aynı zamanlı uydu görüntüleride incelenmiştir. Deniz yüzeyi sıcaklık ve bulanıklılık analizleri sonucunda elde edilen uydu görüntülerinin, akarsuların denizlerdeki etki alanlarını en iyi şekilde yansıttığı sonucuna varılmıştır. Bundan dolayı, bu çalışma kapsamında sıcaklık ve bulanıklılık görüntülerinden elde edilen uydu verileri, yerinde yapılan ölçümler sonucunda elde edilmiş olan sıcaklık ve bulanıklılık verileriyle kalibre edilmişlerdir.

Kalibrasyon işlemlerinden önce, uydu verileri ve yerinde ölçüm verileri karşılaştırılmış ve aralarında bulunan ilişkinin türü saptanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda hem sıcaklık verileri arasındaki ilişkilerin hemde bulanıklılık verileri arasındaki ilişkilerin doğrusal olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 2,a,b). Veriler arasındaki doğrusal ilişkilerin özelliklerini saptamak amacıyla regresyon analizleri, ayrı ayrı her veri setine ve tüm çalışmalar süresince elde edilmiş bulunan verilerin bir araya getirilmesi ile elde edilmiş bulunan toplam veri setine de uygulanmış ve sonuçları aşağıdaki bölümlerde tartışılmıştır.

Çalışmanın başlangıç aşamasında, deniz yüzeyi sıcaklık, bulanıklılık ve tuzluluk değerleri arasında olabilecek ilişkiler öncelikle araştırılmıştır. Deniz yüzeyi sıcaklık değerleri ile deniz yüzeyi bulanıklılık değerleri arasında yakın bir ilişkinin olabileceği düşünülmüş ve elde edilmiş bulunan tüm veriler kullanılarak bu konu üzerinde detaylı bir araştırma yapılmıştır (Şekil 2,c). Bu araştırma sonucunda bu iki farklı veri setleri arasında istatistiki bir ilişkinin varlığı bulunamamıştır. Bundan dolayı, bu parametreler arasındaki ilişkilerle ilgili olarak, rapor kapsamında herhangi bir tartışma açılmamıştır. Konuyla ilgili uzmanlar, dinamik alanlarda gerek atmosferik ve gerekse oşinoğrafik koşullardan dolayı, deniz yüzeyi sıcaklık, tuzluluk ve bulanıklılık değerleri arasında bu davranış biçiminin gözlenebileceği sonucuna varmışlardır.

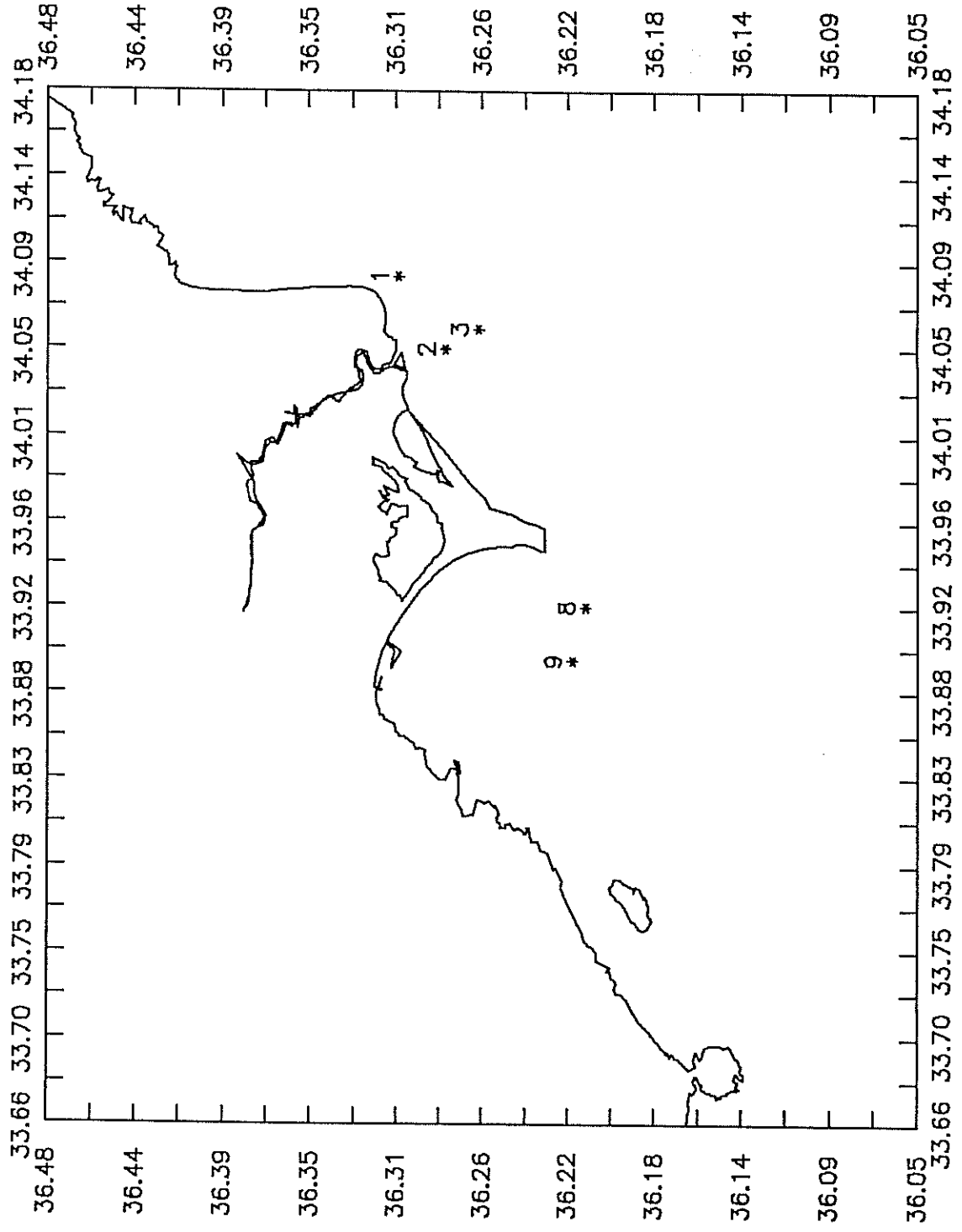


Şekil 2: Veri setlerinin grafiksel olarak karşılaştırılması ve aralarında var olan ilişkiler. a) Yerde ve uydudan elde edilen sıcaklık değerleri. b) Yerde ve uydudan elde edilen bulanıklık değerleri. c) Yerde deniz yüzeyi sıcaklığı ve bulanıklılığı.

5.1.1. 14 Haziran 1994

14 Haziran 1994 tarihinde yapılan yerinde ölçüm çalışmaları, Taşucu Körfezi'nde (2 adet) ve Göksu Nehri çevresinde (3 adet) olmak üzere toplam 5 farklı istasyonda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). Bu çalışmaya ait denizde yapılan ölçümlerin değerleri ve uydu görüntülerinden elde edilmiş olan değerler, Tablo 3 de verilmiştir.

Deniz Yüzeyi Sıcaklık Kalibrasyonu: Yerinde ölçümler sonucunda elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri 24.1935°C - 24.7727°C arasında ve aynı alana ait uydu verisinden (Fotoğraf 6) elde edilen sıcaklık değerleri 22.7778°C - 23.2561°C arasında değişmektedir (Tablo 3). Yerinde ölçüm değerleri arasındaki fark 0.5792°C ve uydudan hesap edilen değerler arasındaki fark ise 0.4783°C olarak hesaplanmıştır. Yerinde ölçüm değerleri ve uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri incelendiğinde, yerinde yapılan ölçüm değerlerindeki artışa karşılık uydu verilerinden elde edilen değerlerde artış gözlenmiştir. Bu sonuçlar ve her iki veri seti üzerinde yapılan araştırmalar, her iki yöntemle elde edilen veriler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğunu göstermektedir (Şekil 2). Deniz yüzeyi sıcaklığıyla ilgili bu iki farklı veri setine regresyon analizi uygulandığında, yerinde ölçüm değerleriyle



Şekil 3: 14 Haziran 1994 tarihinde Göksu Nehri önlerinde yapılan yerinde ölçüm çalışmalarının istasyonları.



4279168.616N 3804828.613E

Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 325430

14 HAZIRAN 1994 SST

10 km

50000 ft

10 nmi



Fotoğraf 6: 14 Haziran 1994 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü.

uydudan algılanan sıcaklık değerleri arasında aşağıdaki doğrusal bağıntının varlığı bulunmuştur.

$$YS=(1.198414*US)-3.16481$$

YS= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.
US= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

Yukarıda verilen bağıntıda US değeri yerine konulduğunda, $\pm 0.096^{\circ}\text{C}$ lik bir hata ile YS değerine ulaşılabilmektedir.

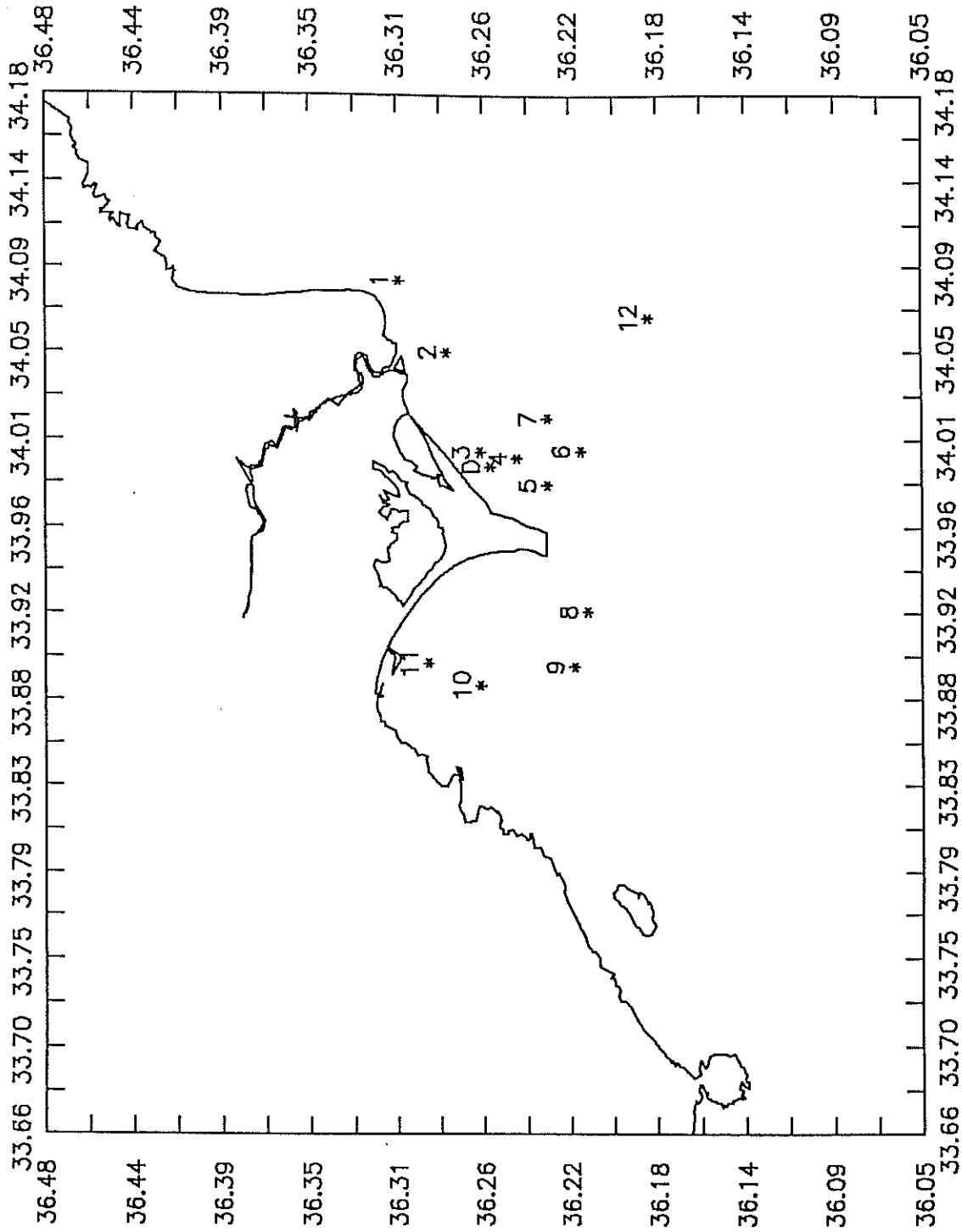
Tablo 3: 14 Haziran 1994 tarihine ait uydu verilerinden ve denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri.

ISTASYON	YS	US
1	24.7727	23.2561
2	24.4551	23.0488
3	24.7184	23.2561
8	24.3184	23.0488
9	24.1935	22.7778

US= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.
YS= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

5.1.2. 08 Şubat 1995

08 Şubat 1995 tarihinde yapılan yerinde ölçüm çalışmaları, Taşucu Körfezi'nde (4 adet), Göksu Nehri çevresinde (8 adet) ve nehir etkisinin olmadığı açık bölgede (1 adet) olmak üzere toplam 13 farklı istasyonda gerçekleştirilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4: 08 Şubat 1995 tarihinde Göksu Nehri önlerinde yapılan yerinde ölçüm çalışmalarının istasyonları.

Bu çalışmaya ait denizde yapılan ölçümlerin değerleri ve uydu görüntülerinden elde edilmiş olan değerler, Tablo 4 de verilmiştir.

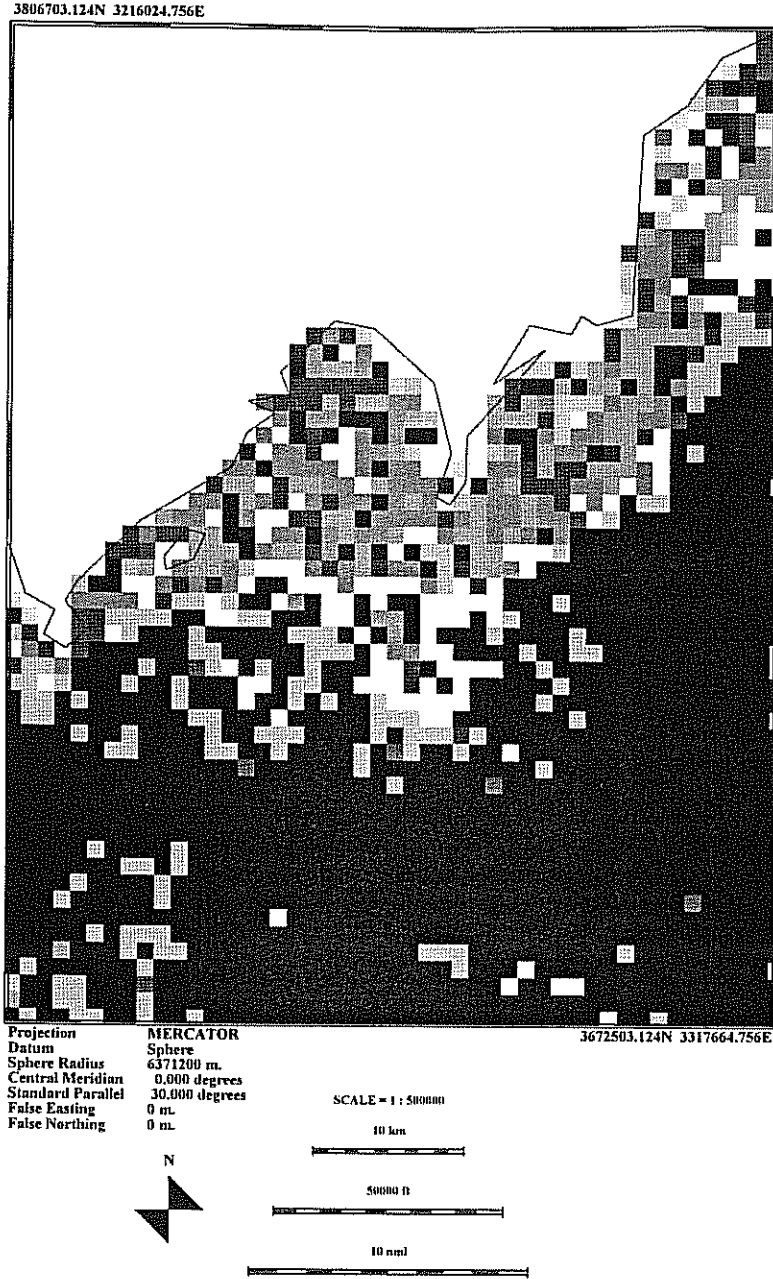
Tablo 4: 08 Şubat 1995 tarihine ait uydu verilerinden ve denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri.

ISTASYON	YS	US
1	15.60	15.8963
2	15.57	15.7358
3	15.80	16.3780
4	16.13	16.6992
5	15.80	16.3780
6	15.59	15.7358
7	15.70	15.8963
8	16.03	16.5386
9	16.19	16.6992
10	16.62	16.6992
11	16.63	16.6992
12	16.05	16.5386
D	16.48	16.6992

US= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

YS= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

08 SUBAT 1995 SST



Fotoğraf 7: 08 Şubat 1995 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzey sıcaklığı görüntüsü.

Deniz Yüzeyi Sıcaklık Kalibrasyonu: Yerinde ölçümler sonucunda elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri 15.57°C-16.63°C arasında ve aynı alana ait uydu verisinden elde edilen sıcaklık değerleri 15.7358°C-16.6992°C arasında değişmektedir (Tablo 4, Fotoğraf 7). Yerinde ölçüm değerleri arasındaki fark 1.06°C ve uydudan hesap edilen değerler arasındaki fark ise 0.9634°C olarak hesaplanmıştır. Yerinde ölçüm değerleri ve uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri incelendiğinde, yerinde yapılan ölçüm değerlerindeki artışa karşılık uydu verilerinden elde edilen değerlerde artış gözlenmiştir. Bu sonuçlar ve her iki veri seti üzerinde yapılan araştırmalar, her iki yöntemle elde edilen veriler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu sonucunu göstermektedir (Şekil 2). Deniz yüzeyi sıcaklığıyla ilgili bu iki farklı veri setine regresyon analizi uygulandığında, yerinde ölçüm ve uydudan algılanan sıcaklık değerleri arasında aşağıdaki bağıntının varlığı bulunmuştur.

$$YS=(0.839970*US)+2.278300$$

YS= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

US= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

Yukarıda verilen bağıntıda US değeri yerine konulduğunda, $\pm 0.201^\circ\text{C}$ lik bir hata ile YS değerine ulaşılabilmektedir.

5.1.3. 06 Temmuz 1995

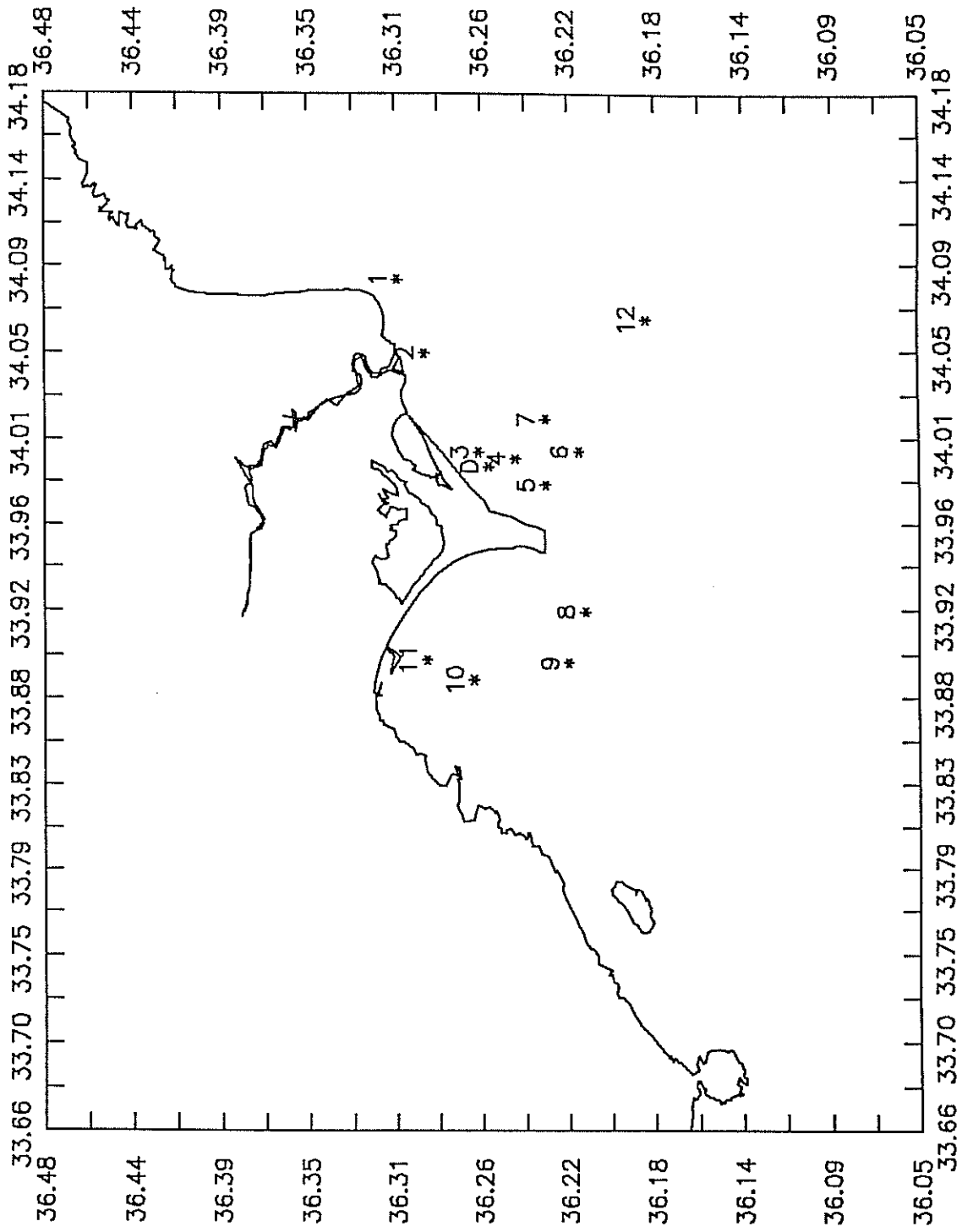
06 Temmuz 1995 tarihinde yapılan yerinde ölçüm çalışmaları, Taşucu Körfezi'nde (4 adet), Göksu Nehri çevresinde

(8 adet) ve nehir etkisinin olmadığı açık bölgede (1 adet) olmak üzere toplam 13 farklı istasyonda gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). Bu çalışmaya ait denizde yapılan ölçümlerin değerleri ve uydu görüntülerinden elde edilmiş olan değerler, Tablo 5 de verilmiştir.

Deniz Yüzeyi Sıcaklık Kalibrasyonu: 6 Temmuz 1995

tarihli görüntüler incelendiğinde 4. ve 5. kanallara ait görüntülerle bu görüntülerin analizleri sonucu elde edilmiş olan deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü arasında yakın bir ilişkinin olduğu hemen göze çarpmaktadır. Deniz yüzeyi sıcaklığıyla ilgili uydu görüntüsünde, Göksu nehrinin soğuk sularının delta önlerinde ve delta boyunca toplandığı gözlenmektedir. Göksu nehri ağzının batısında bulunan bu alan, aynı zamanda 3., 4. ve 5. kanallara ait görüntülerde açıkça gözlenebilmektedir (Fotoğraflar 8, 11, 12, ve 13).

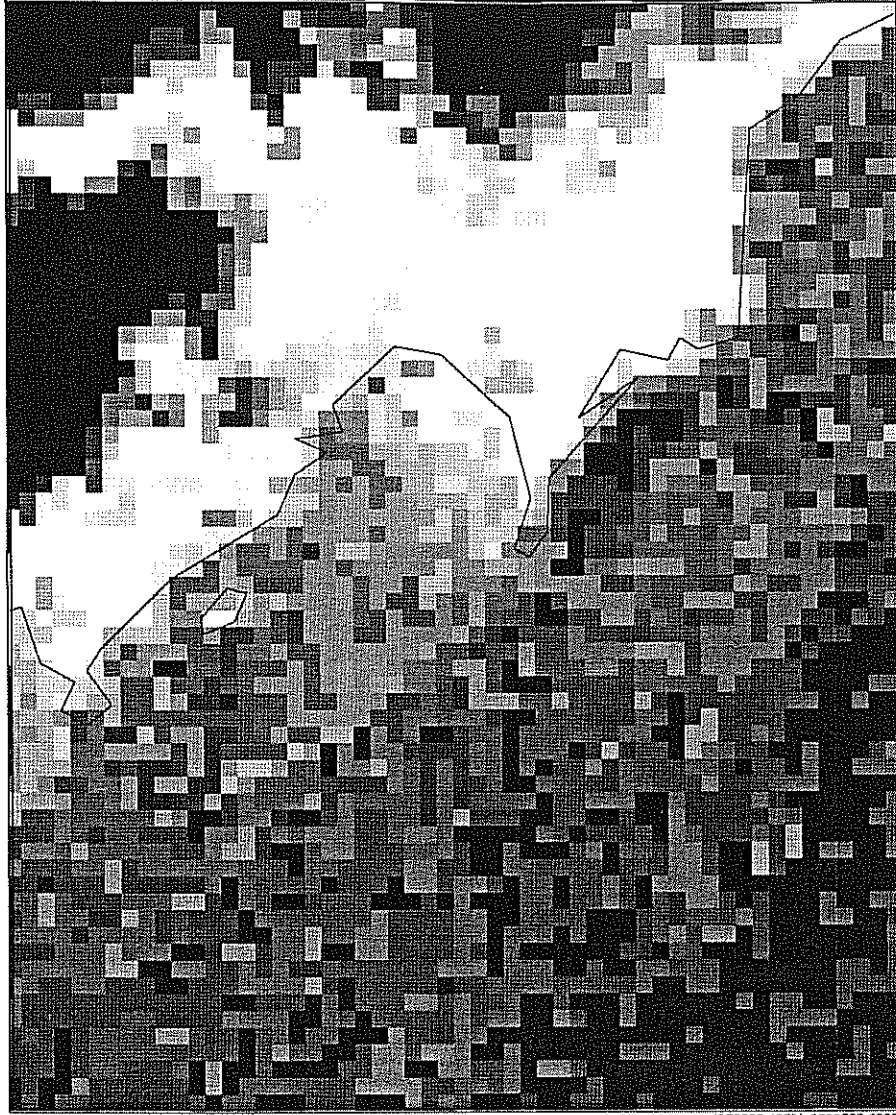
Yerinde ölçümler sonucunda elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri 26.28°C - 28.22°C arasında ve aynı alana ait uydu verisinden (Fotoğraf 8) elde edilen sıcaklık değerleri 24.8027°C - 26.0465°C arasında değişmektedir (Tablo 5). Yerinde ölçüm değerleri arasındaki fark 1.4°C ve uydudan hesap edilen değerler arasındaki fark ise 1.2438°C olarak hesaplanmıştır. Yerinde ölçüm değerleri ve uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri incelendiğinde, yerinde yapılan ölçüm değerlerindeki artışa karşılık uydu verilerinde de artış gözlenmiştir.



Şekil 5: 06 Temmuz 1995 tarihinde Göksu Nehri önlerinde yapılan yerinde ölçüm çalışmalarının istasyonları.

06 TEMMUZ 1995 SST

4387420.425N 3720783.682E



4253220.425N 3822533.682E

Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 500000

10 km

50000 ft

10 nmi

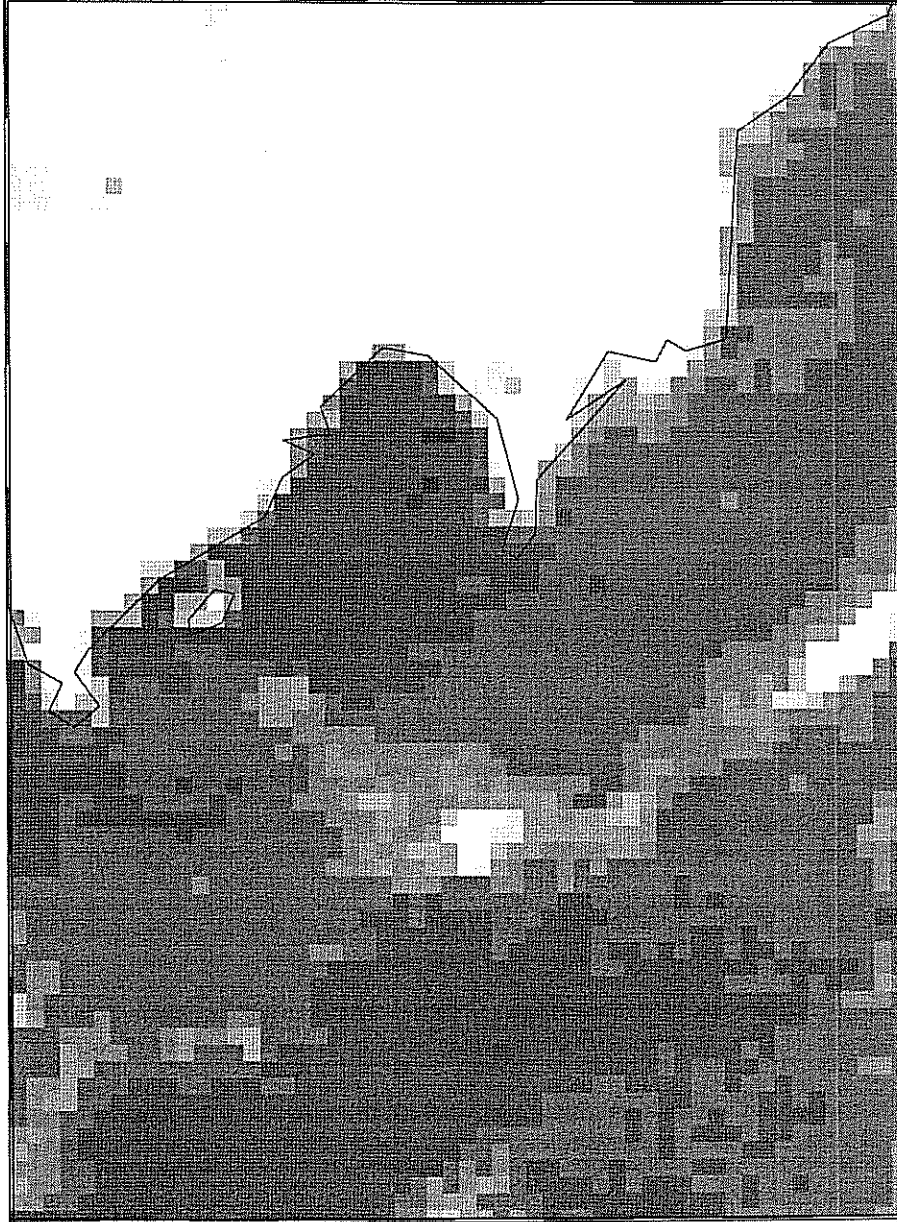
N



Fotoğraf 8: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzey sıcaklığı görüntüsü.

06 TEMMUZ 1995 KANAL:1

4382824.606N 3721581.782E



4248624.606N 3823331.782E

Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 500000

10 km

50000 ft

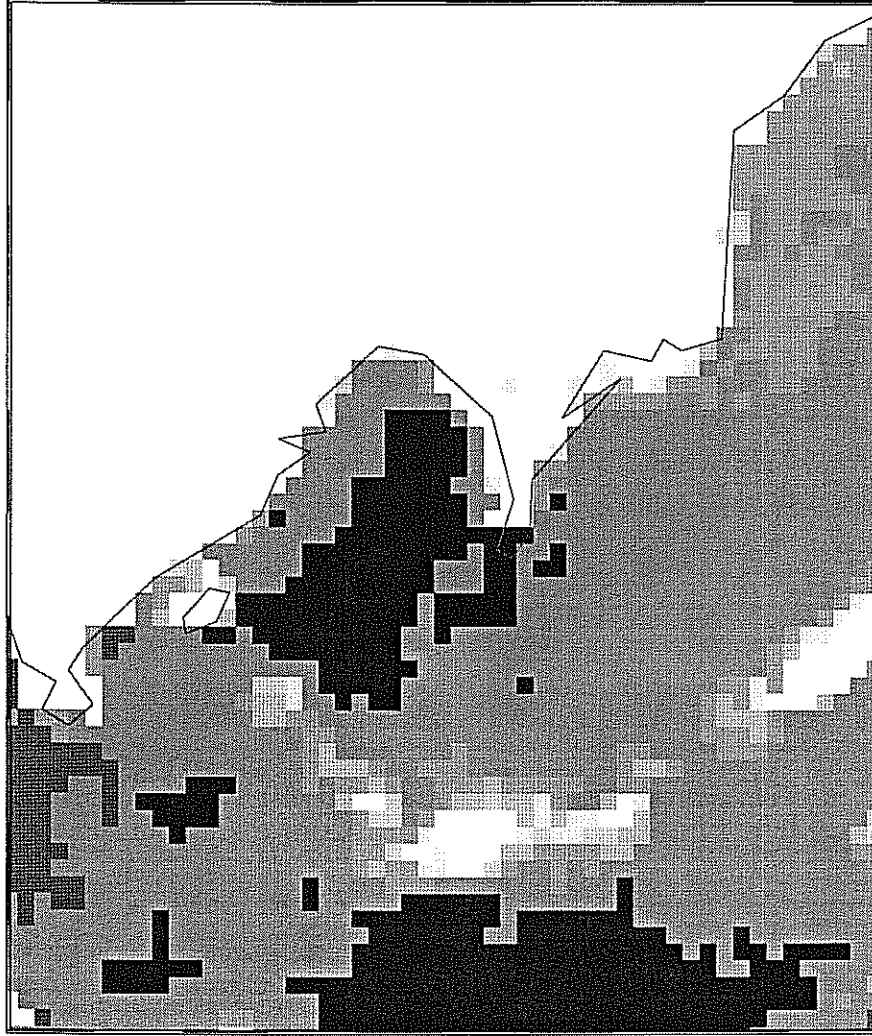
10 nmi



Fotoğraf 9: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen 1. KANAL görüntüsü.

06 TEMMUZ 1995 KANAL:2

4391170.207N 3721081.936E



Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 500000

10 km

50000 ft

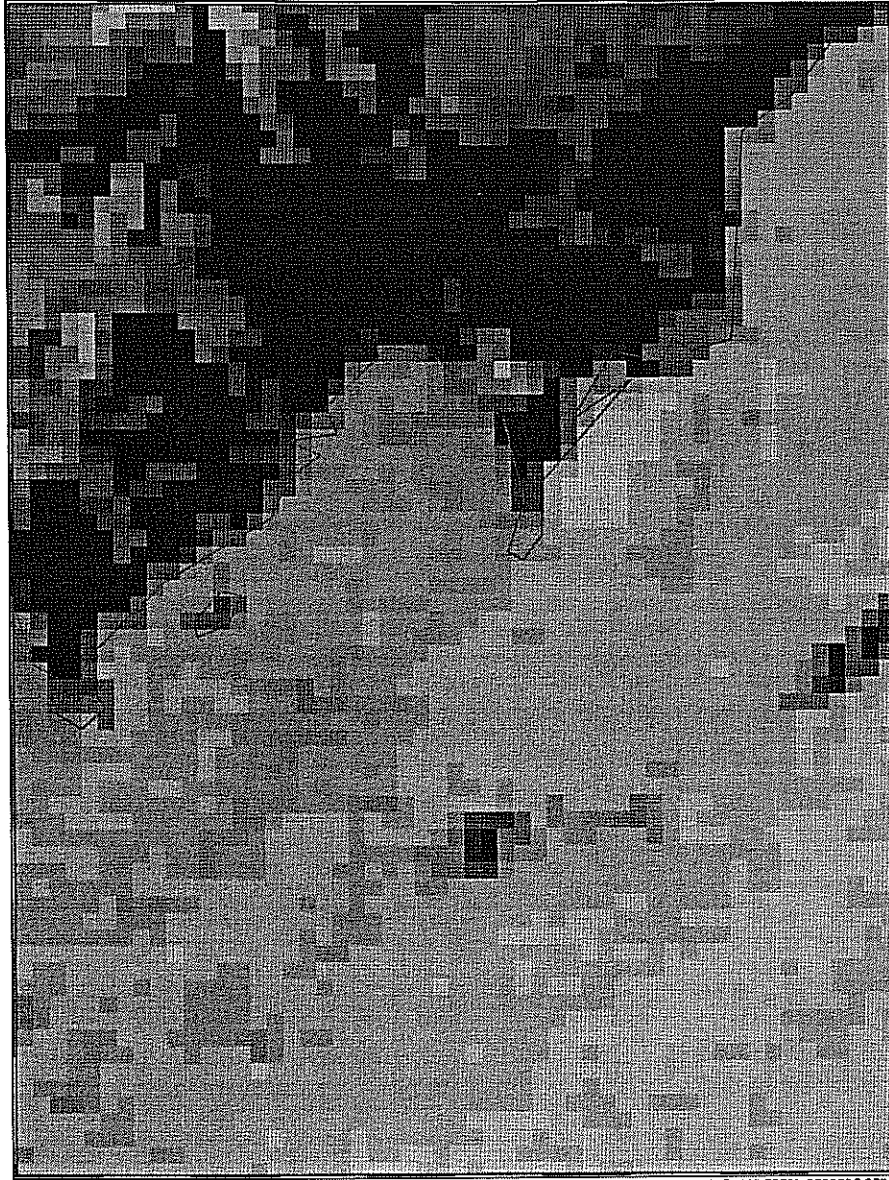
10 nmi

N

Fotoğraf 10: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen 2. KANAL görüntüsü.

06 TEMMUZ 1995 KANAL:3

4384640.597N 3721075.350E



4250440.597N 3822825.350E

Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 500000

10 km

50000 ft

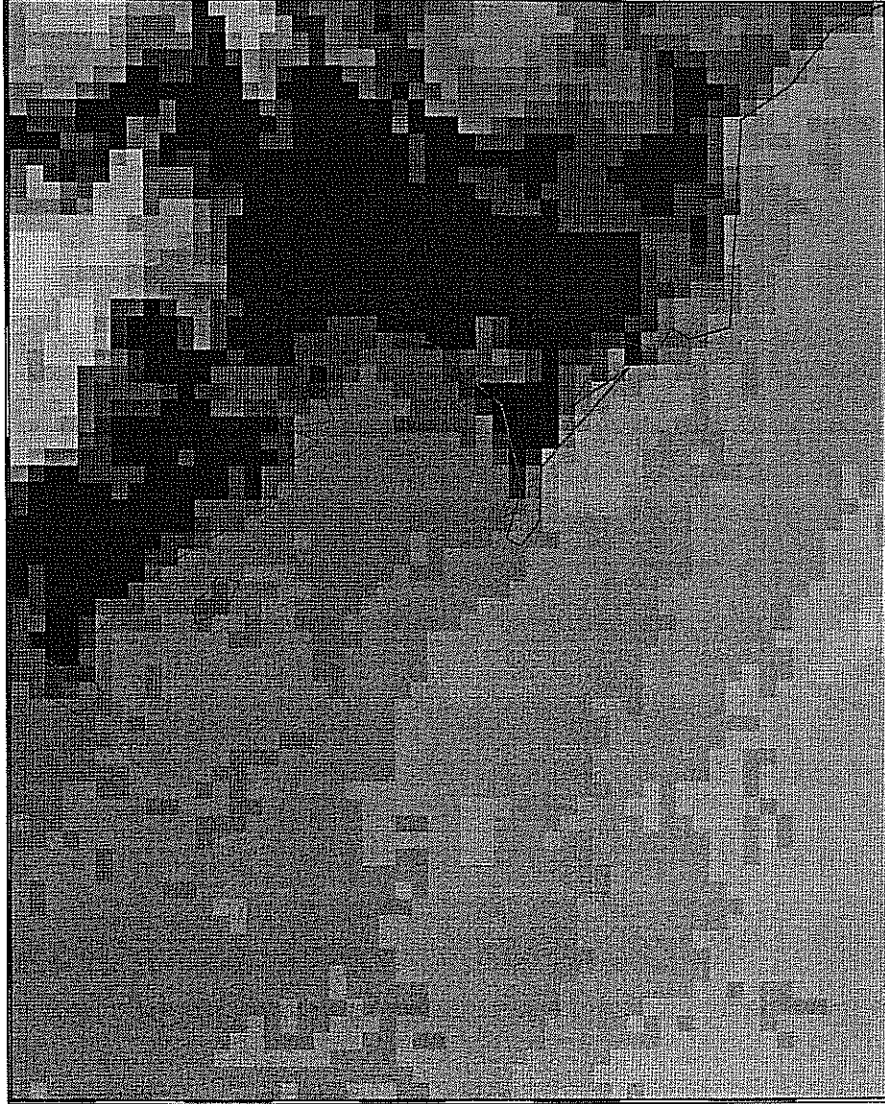
10 nmi



Fotoğraf 11: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen 3. KANAL görüntüsü.

06 TEMMUZ 1995 KANAL:4

4387235.792N 3720767.408E



4253035.792N 3822517.408E

Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 500000

10 km

50000 ft

10 nmi

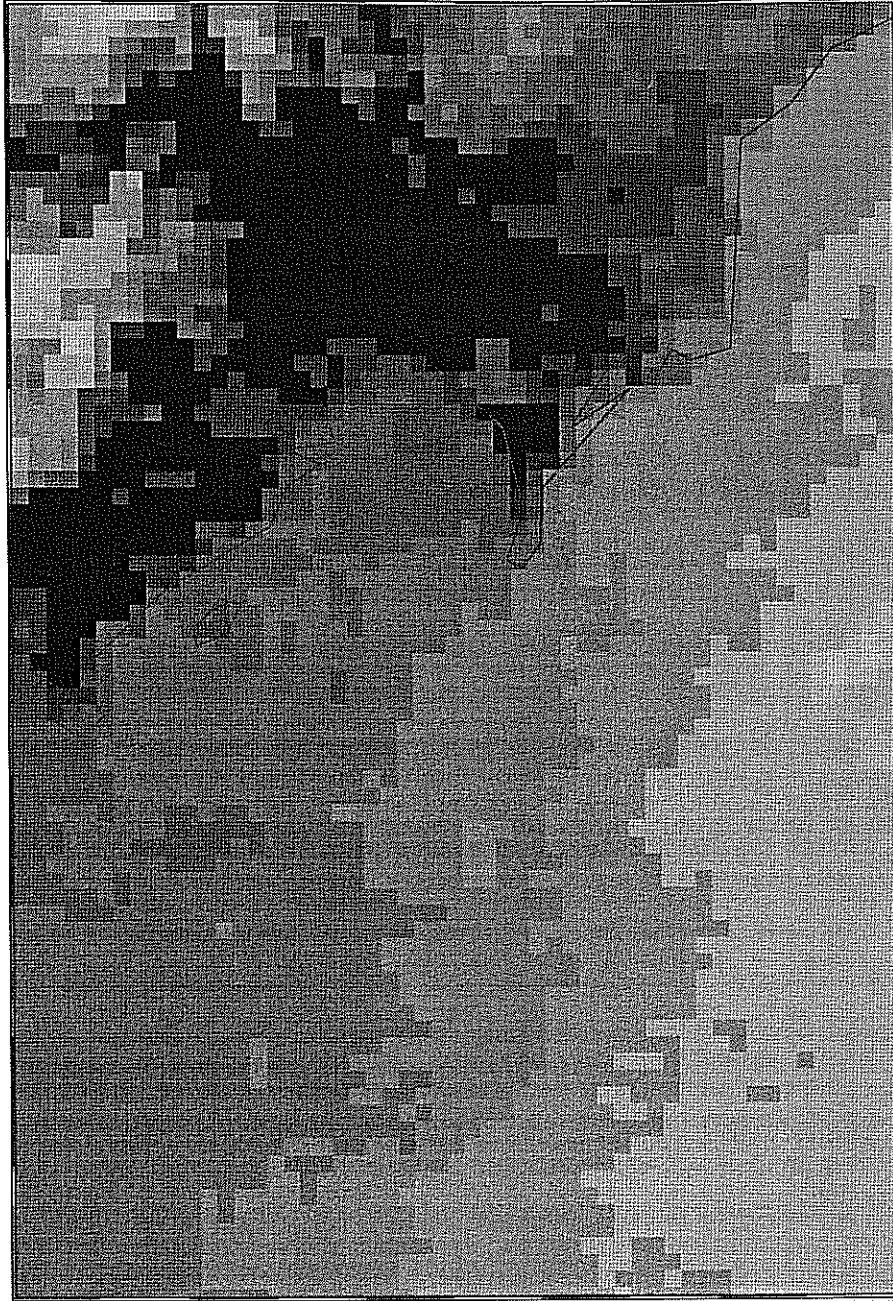
N



Fotoğraf 12: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen 4. KANAL görüntüsü.

06 TEMMUZ 1995 KANAL:5

4380540.060N 3721322.814E



4246340.060N 3823072.814E

Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 500000

10 km

50000 ft

10 nmi



Fotoğraf 13: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen 5. KANAL görüntüsü.

Bu sonuçlar ve her iki veri seti üzerinde yapılan araştırmalar, her iki yöntemle elde edilen veriler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu sonucunu göstermektedir (Şekil 2).

Tablo 5: 06 Temmuz 1995 tarihine ait uydu verilerinden ve denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri.

ISTASYON	YS	US	YB	UB
1	27.54	25.6319	1.98	0.34247
2	27.11	25.2173	24.32	3.72375
3	27.17	25.2173	12.60	2.03311
4	28.28	25.4246	11.5	1.82178
5	27.23	25.2173	11.1	1.61045
6	27.5	25.6319	3.30	0.55380
7	27.05	25.0100	13.00	2.03311
8	27.90	25.8392	8.60	1.39912
9	27.27	25.4246	4.90	0.76513
10	27.94	25.8392	-	-
11	28.22	26.0465	11.00	1.61045
12	27.32	25.4246	2.10	0.34247
D	26.82	24.8027	13.30	2.03311

US= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

YS= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

UB= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

YB= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

Deniz yüzeyi sıcaklığıyla ilgili bu iki farklı veri setine regresyon analizi uygulandığında, yerinde ölçüm değerleriyle uydudan algılanan sıcaklık değerleri arasında aşağıdaki doğrusal bağıntının varlığı bulunmuştur.

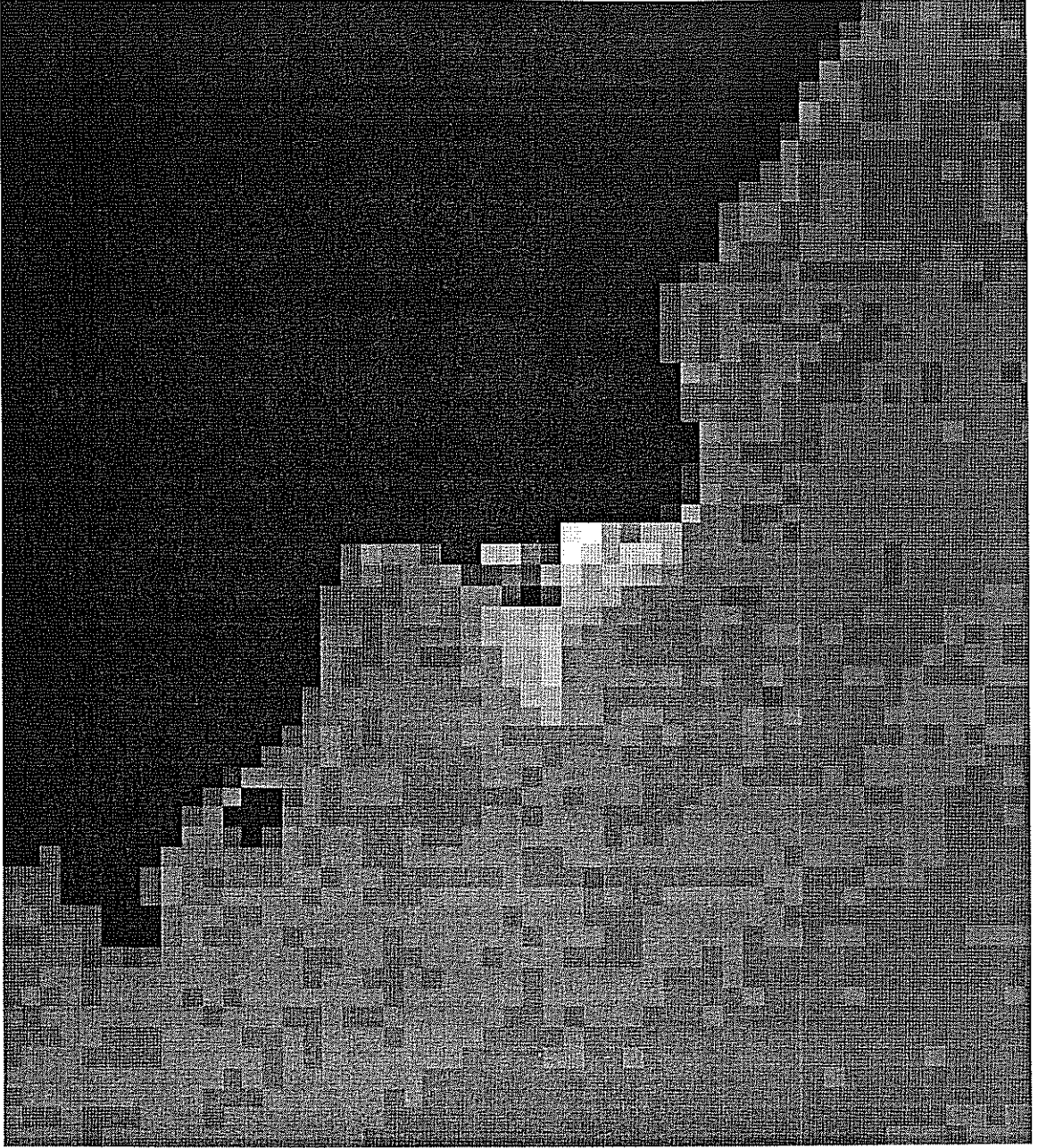
$$YS=(1.091014*US)-0.34447$$

YS= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.
US= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

Yukarıda verilen bağıntıda US değeri yerine konulduğunda, $\pm 0.103^{\circ}\text{C}$ lik bir hata ile YS değerine ulaşılabilmektedir.

Deniz Yüzeyi Bulanıklılık Kalibrasyonu: Yerinde ölçümler sonucunda elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değerleri 1.98mg/L-24.32mg/L arasında ve aynı alana ait uydu verisinden elde edilen bulanıklılık değerleri 0.34247mg/L-3.72375mg/L arasında değişmektedir (Tablo 5). Yerinde ölçüm değerleri arasındaki fark 22.34mg/L ve uydudan hesap edilen değerler arasındaki fark ise 3.38128mg/L olarak hesaplanmıştır.

6 Temmuz 1995 tarihli görüntüler incelendiğinde 1. ve 2. kanallara ait görüntülerle bu görüntülerin analizleri sonucu elde edilmiş olan yüzey bulanıklık görüntüsü arasında yakın bir ilişkinin olduğu hemen göze çarpmaktadır (Fotoğraflar 9, 10, ve 14). Bulanıklılık görüntülerinin elde edilebilmesi için analiz edilen bu görüntüler sonucunda, bulanıklılık görüntüsü elde edilmiş ve bu görüntüden bulanıklılık değerleri saptanmıştır.



Fotoğraf 14: 06 Temmuz 1995 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık görüntüsü.

Yerinde ölçüm değerleri ve uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değerleri incelendiğinde, yerinde yapılan ölçüm değerlerinde artışa karşılık uydu verilerinden elde edilen değerlerdede artış gözlenmiştir (Şekil 2). Bulanıklılıkla ilgili bu farklı verilere regresyon analizi uygulandığında, yerinde ölçüm değerleriyle uydudan algılanan sıcaklık değerleri arasında aşağıdaki doğrusal bağıntının varlığı bulunmuştur.

$$YB=(6.571657*UB)-0.19633$$

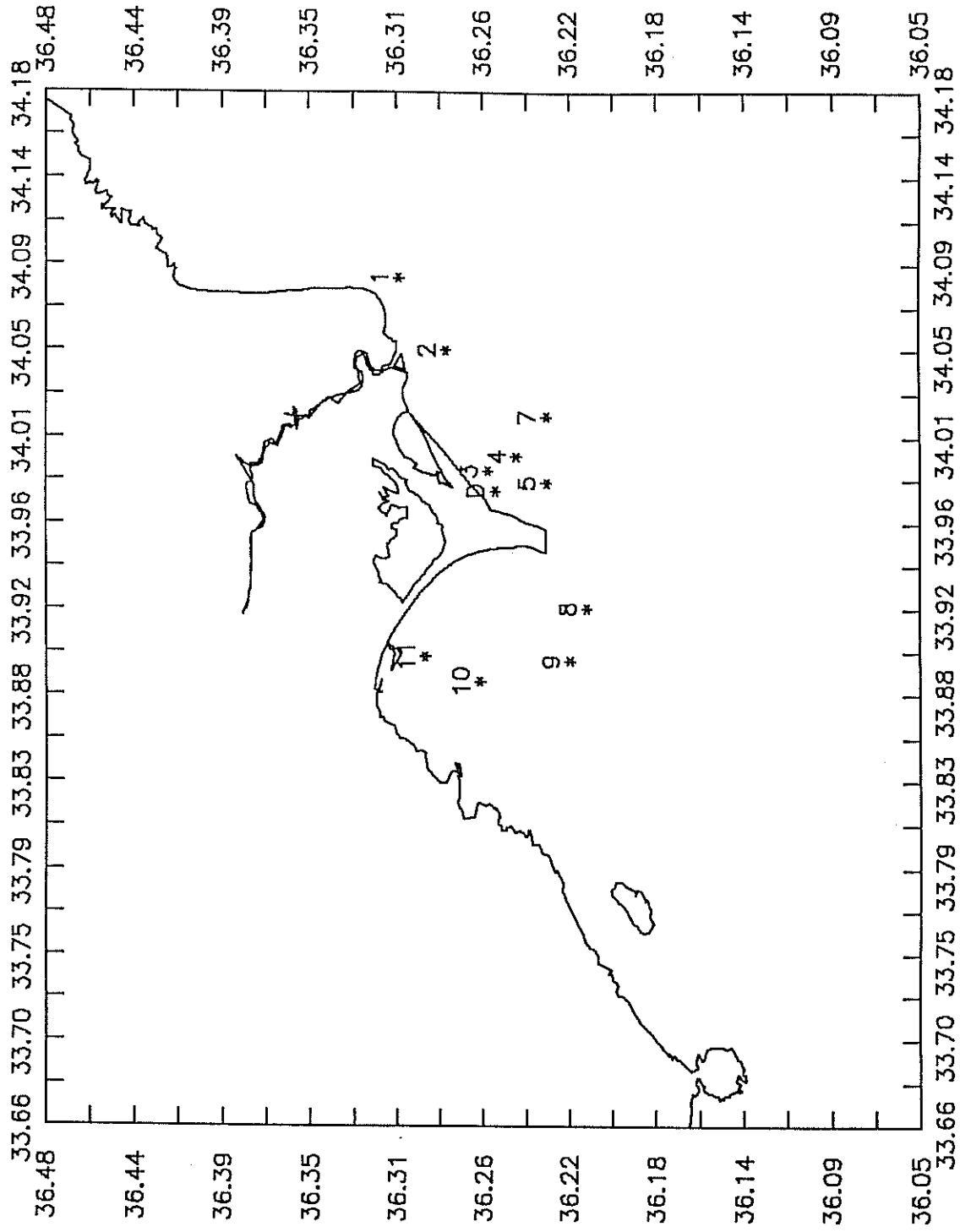
UB= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

YB= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

Yukarıda verilen bağıntıda **UB** değeri yerine konulduğunda, ± 0.389 mg/l lik bir hata ile **YB** değerine ulaşılabilir.

5.1.4. 28 Ekim 1995

28 Ekim 1995 tarihinde yapılan yerinde ölçüm çalışmaları, Taşucu Körfezi'nde (4 adet) ve Göksu Nehri çevresinde (7 adet) olmak üzere toplam 11 farklı istasyonda gerçekleştirilmiştir (Şekil 6). Bu çalışmaya ait denizde yapılan ölçümlerin değerleri ve uydu görüntülerinden elde edilmiş olan değerler, Tablo 6 da verilmiştir.



Şekil 6: 28 Ekim 1995 tarihinde Göksu Nehri önlerinde yapılan yerde ölçüm çalışmalarının istasyonları.

Deniz Yüzeyi Sıcaklık Kalibrasyonu: Yerinde ölçümler sonucunda elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri 23.05°C-24.23°C arasında ve aynı alana ait uydu verisinden elde edilen sıcaklık değerleri 22.6341°C-23.6341°C arasında değişmektedir (Tablo 6). Yerinde ölçüm değerleri arasındaki fark 1.18°C ve uydudan hesap edilen değerler arasındaki fark ise 1°C olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6: 28 Ekim 1995 tarihine ait uydu verilerinden ve denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık ve bulanıklılık değerleri.

ISTASYON	YS	US	YB	UB
1	24.04	23.5671	7.33	1.38843
2	23.05	22.6341	7.8	1.38843
3	23.94	23.4634	8.23	1.48941
4	24.06	23.5671	7.27	1.38843
5	23.99	23.5671	8.23	1.48941
7	24.07	23.5671	8.47	1.48941
8	24.06	23.5671	-	-
9	24.23	23.6341	4.66	0.88351
10	24.21	23.6341	7.37	1.38843
11	23.45	22.9451	7.07	1.38843
D	23.94	23.4634	8.23	1.48941

US= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

YS= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

UB= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

YB= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

28 Ekim 1995 tarihli görüntüler incelendiğinde 4. ve 5. kanallara ait görüntülerle bu görüntülerin analizleri sonucu elde edilmiş olan deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü arasında yakın bir ilişkinin olduğu hemen göze çarpmaktadır. Deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsünde gözlenen, Göksu nehrinin doğuya doğru akışı 3., 4. ve 5. kanallara ait görüntülerdede göze çarpmaktadır (Fotoğraflar 15, 18, 19, ve 20).

Yerinde ölçüm değerleri ve uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri incelendiğinde, yerinde yapılan ölçüm değerlerindeki artışa karşılık uydu verilerinden elde edilen değerlerdede artış gözlenmiştir. Bu sonuçlar ve her iki veri seti üzerinde yapılan araştırmalar, her iki yöntemle elde edilen veriler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu sonucunu göstermektedir (Şekil 2). Deniz yüzeyi sıcaklığıyla ilgili bu iki farklı veri setine regresyon analizi uygulandığında, yerinde ölçüm değerleriyle uydudan algılanan sıcaklık değerleri arasında aşağıdaki doğrusal bağıntının varlığı bulunmuştur.

$$YS=(1.077821*US)-1.32884$$

YS= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.
US= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

Yukarıda verilen bağıntıda US değeri yerine konulduğunda, $\pm 0.051^{\circ}\text{C}$ lik bir hata ile YS değerine ulaşılabilir.

28 EKİM 1995 SST

4383434.219N 3721137.497E



Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

4249234.219N 3822777.497E

SCALE = 1 : 500000

10 km

50000 ft

10 nmi



Fotoğraf 15: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklığı görüntüsü.

28 EKİM 1995 KANAL:

4385252.923N 3720846.754E



Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

4251052.923N 3822596.754E

SCALE = 1 : 500000

10 km

50000 ft

10 nmi



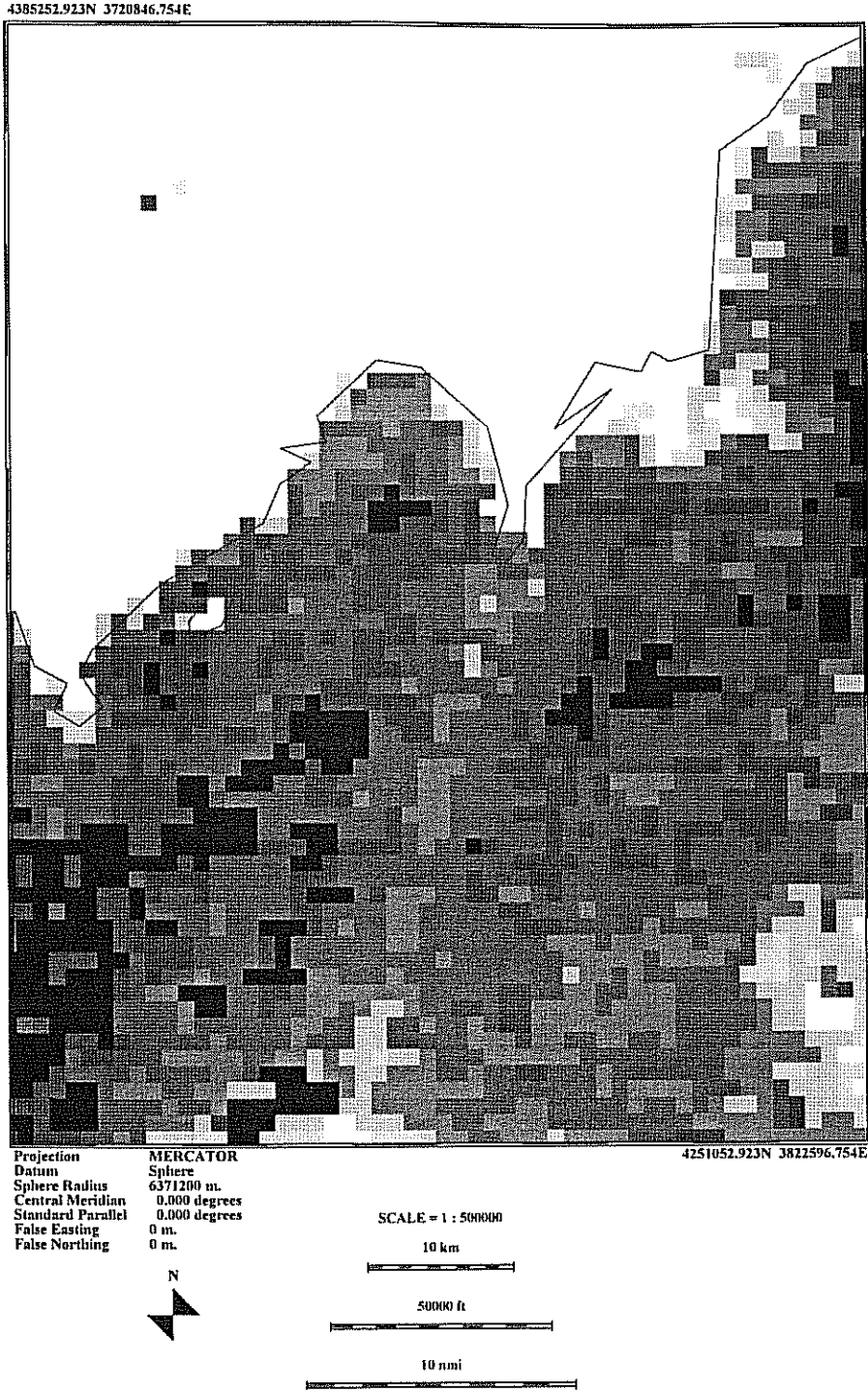
Fotoğraf 16: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen 1. KANAL görüntüsü.

28 EKİM 1995 KANAL:



Fotoğraf 17: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen 2. KANAL görüntüsü.

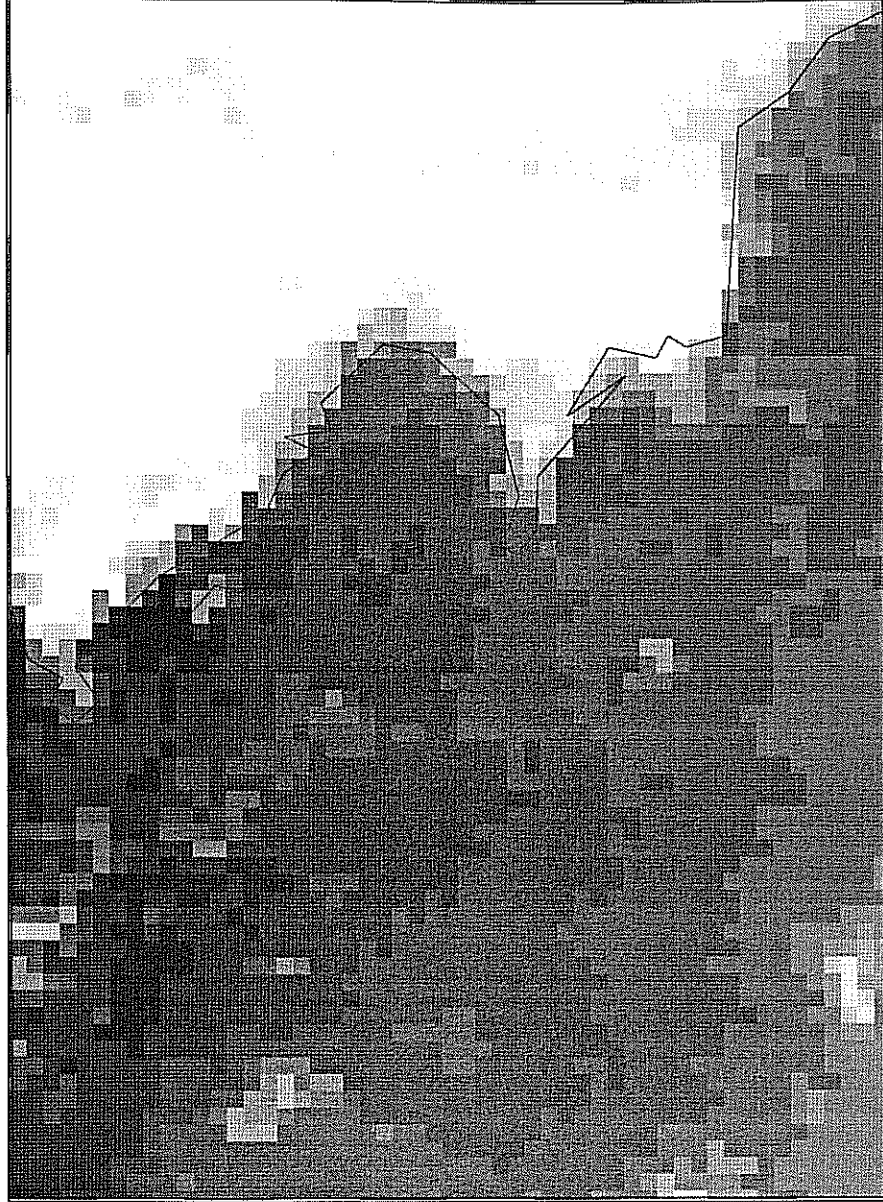
28 EKİM 1995 KANAL:



Fotoğraf 18: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen 3. KANAL görüntüsü.

28 EKİM 1995 KANAL:4

4383334.217N 3721067.495E



Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

4249134.217N 3822707.495E

SCALE = 1 : 500000

10 km

50000 ft

10 nmi

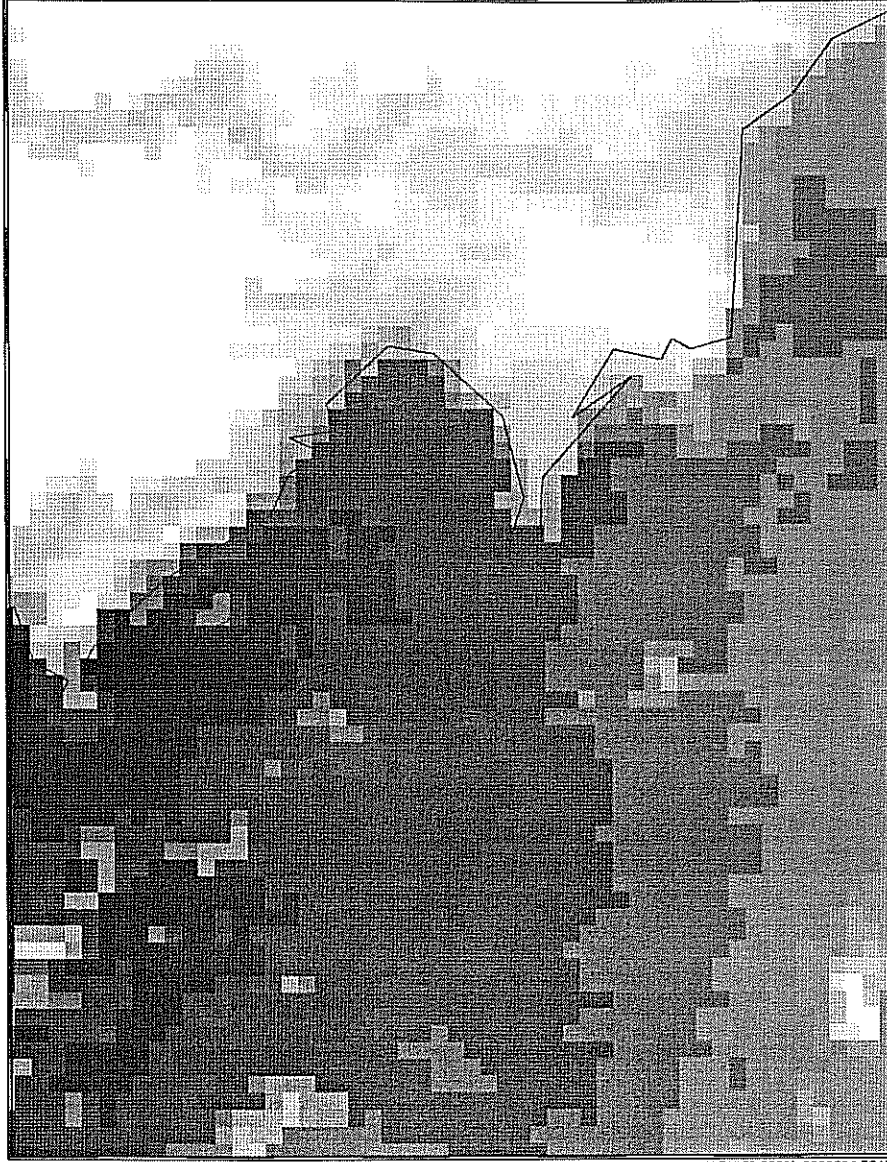
N



Fotoğraf 19: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen 4. KANAL görüntüsü.

28 EKİM 1995 KANAL:

4385252.923N 3720846.754E



4251052.923N 3821596.754E

Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 500000

10 km

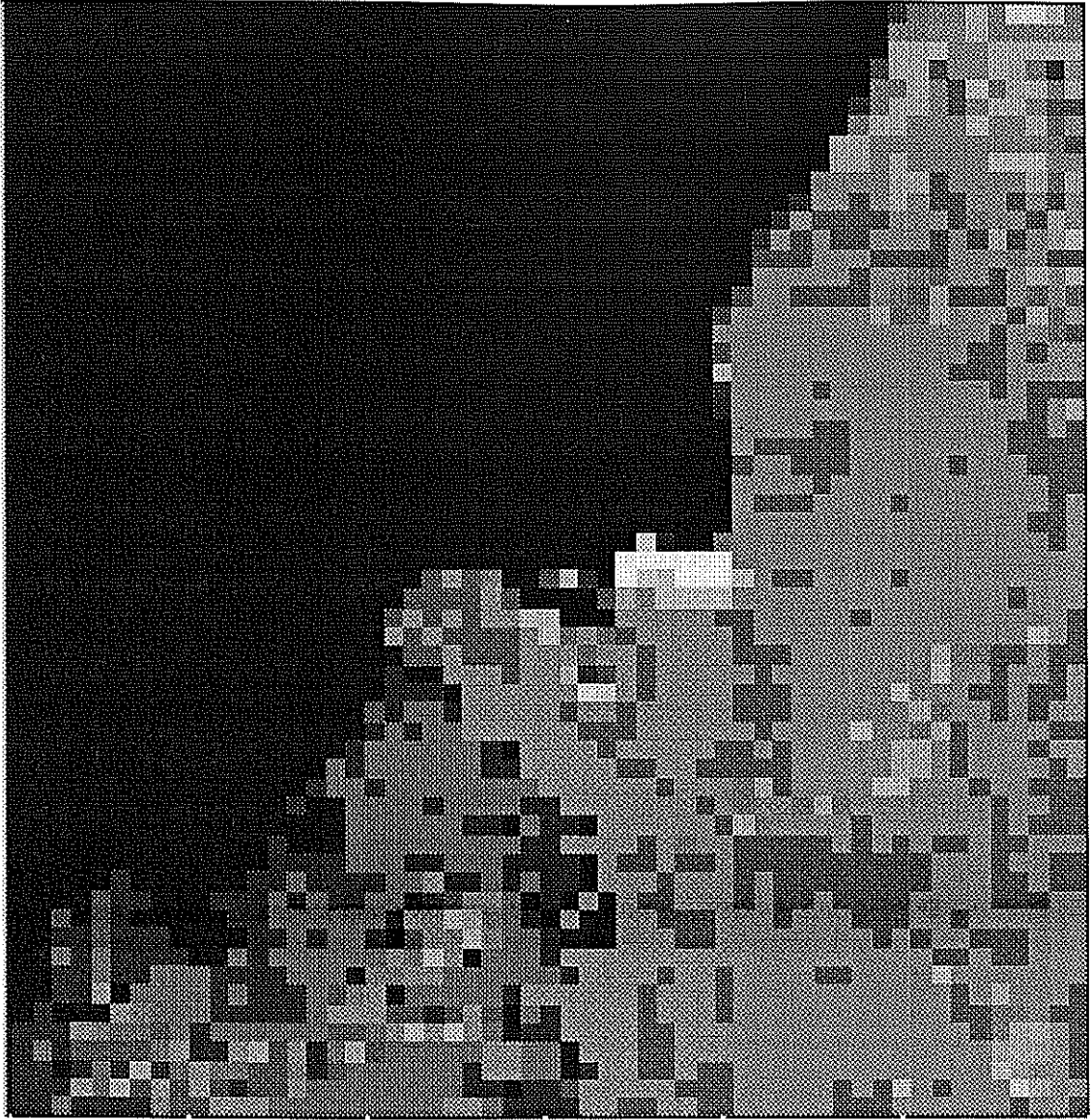
50000 ft

10 nmi

N



Fotoğraf 20: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen 5. KANAL görüntüsü.



Fotoğraf 21: 28 Ekim 1995 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık görüntüsü.

Deniz Yüzeyi Bulanıklılık Kalibrasyonu: Yerinde ölçümler sonucunda elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değerleri 4.66mg/L-8.47mg/L arasında ve aynı alana ait uydu verisinden elde edilen bulanıklılık değerleri 0.88351mg/L-1.48941mg/L arasında değişmektedir (Tablo 6). Yerinde ölçüm değerleri arasındaki fark 3.81mg/L ve uydudan hesap edilen değerler arasındaki fark ise 0.6059mg/L olarak hesaplanmıştır.

28 Ekim 1995 tarihli görüntüler incelendiğinde 1. ve 2. kanallara ait görüntülerle bu görüntülerin analizleri sonucu elde edilmiş olan yüzey bulanıklık görüntüsü arasında yakın bir ilişkinin olduğu hemen göze çarpmaktadır. Bulanıklılık görüntülerinin elde edilebilmesi için analiz edilen bu görüntüler sonucunda bulanıklılık görüntüsü elde edilmiş ve bu görüntüden bulanıklılık değerleri saptanmıştır (Fotoğraflar 16, 17, ve 21).

Yerinde ölçüm değerleri ve uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değerleri incelendiğinde, bu iki veri arasında doğrusal bir bağıntının olduğu gözlenmiştir (Şekil 2). Bulanıklılıkla ilgili bu farklı verilere regresyon analizi uygulandığında, yerinde ölçüm değerleriyle uydudan algılanan bulanıklılık değerleri arasında aşağıdaki bağıntının varlığı bulunmuştur.

$$YB=(5.936765*UB)-0.71682$$

UB= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

YB= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

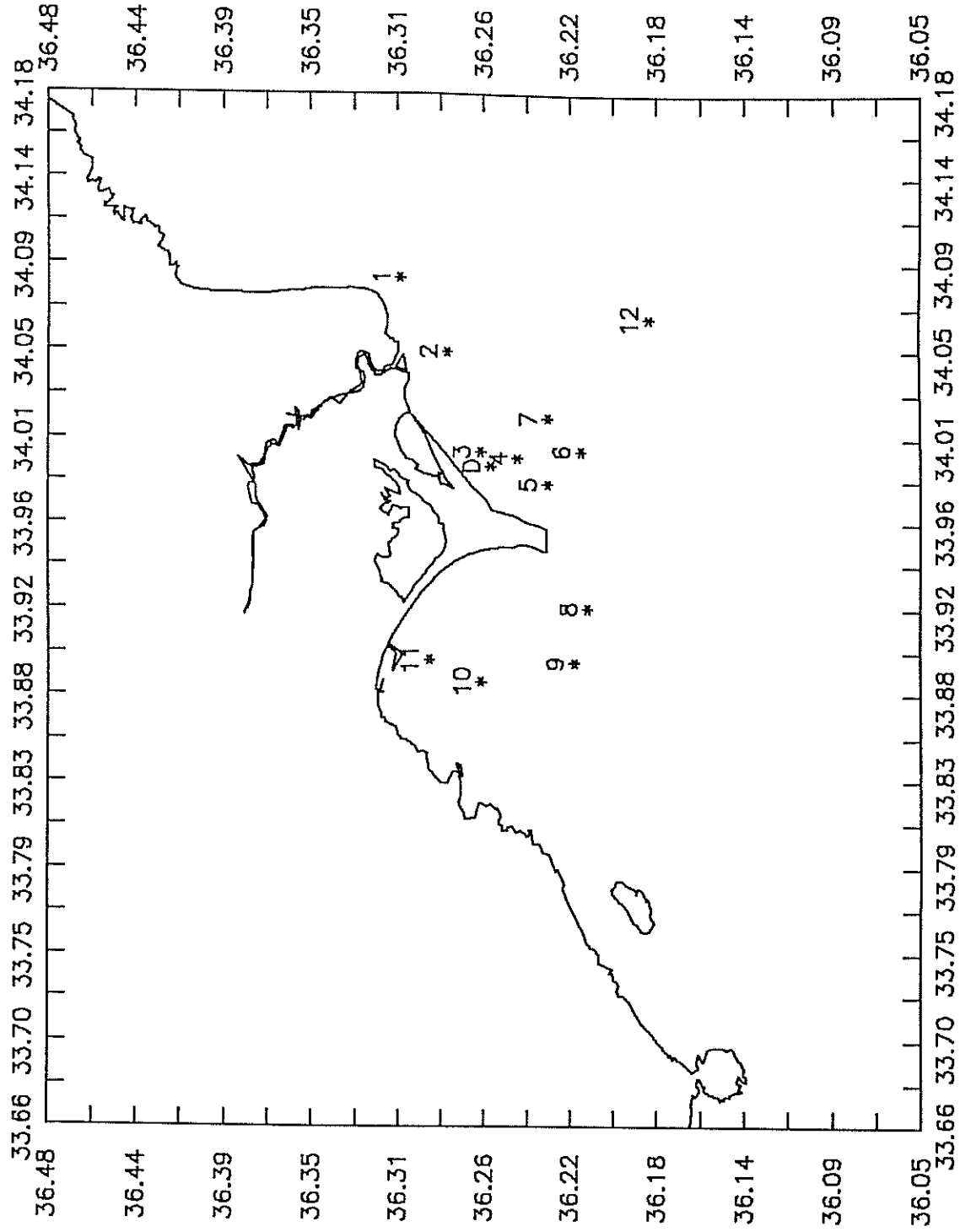
Yukarıda verilen bağıntıda UB değeri yerine konulduğunda, $\pm 0.269 \text{ mg/l}$ lik bir hata ile YB değerine ulaşılabilmektedir.

5.1.5. 13 Mayıs 1996

13 Mayıs 1996) tarihinde yapılan yerinde ölçüm çalışmaları, Taşucu Körfezi'nde (4 adet), Göksu Nehri çevresinde (8 adet) ve nehir etkisinin olmadığı açık bölgelerde (1 adet) olmak üzere toplam 13 farklı istasyonda gerçekleştirilmiştir (Şekil 7). Bu çalışmaya ait denizde yapılan ölçümlerin değerleri ve uydu görüntülerinden elde edilmiş olan değerler, Tablo 7 de verilmiştir.

Deniz Yüzeyi Sıcaklık Kalibrasyonu: Yerinde ölçümler sonucunda elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri 20.2833°C - 23.4555°C arasında ve aynı alana ait uydu verisinden elde edilen sıcaklık değerleri 20.0427°C - 22.2196°C arasında değişmektedir (Tablo 7). Yerinde ölçüm değerleri arasındaki fark 3.1722°C ve uydudan hesap edilen değerler arasındaki fark ise 2.1769°C olarak hesaplanmıştır.

13 Mayıs 1996 tarihli görüntüler incelendiğinde 4. ve 5. kanallara ait görüntülerle bu görüntülerin analizleri sonucu elde edilmiş olan deniz yüzeyi sıcaklık görüntüsü arasında yakın bir ilişkinin olduğu hemen göze çarpmaktadır. Deniz yüzeyi sıcaklığıyla ilgili uydu görüntüsünde, Göksu nehrinin soğuk sularının delta önlerinde ve delta boyunca toplandığı



Şekil 7: 13 Mayıs 1996 tarihinde Göksu Nehri önlerinde yapılan yerinde ölçüm çalışmalarının istasyonları.

gözlenmektedir. Göksu nehrinin kıyılarının bulunduğu bu alan aynı zamanda 3., 4. ve 5. kanallara ait görüntülerde açıkça gözlenmektedir (Fotoğraflar 22, 25, 26, ve 27).

Tablo 7: 13 Mayıs 1996 tarihine ait uydu verilerinden ve denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık ve bulanıklılık değerleri.

ISTASYON	YS	US	YB	UB
1	22.1385	21.8049	5.35	1.08351
2	21.4833	21.0793	24.4	4.44689
3	20.7518	20.0427	9.44	1.80425
4	21.0328	20.7683	5.00	1.08351
5	20.7991	20.0427	5.93	1.08351
6	21.4312	20.9758	5.10	1.08351
7	21.6311	21.1829	4.48	0.84329
8	21.6812	21.3902	5.90	1.08351
9	22.0150	21.8049	6.80	1.32376
10	23.4555	22.2196	2.77	0.60301
11	23.1029	21.8049	7.57	1.32376
12	21.6749	21.2866	7.97	1.56401
D	20.2833	20.0427	7.77	1.56401

US= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

YS= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

UB= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

YB= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.



Projection
 Datum
 Sphiere Radius
 Central Meridian
 Standard Parallel
 False Easting
 False Northing

MERCATOR
 Sphere
 6371200 m.
 0.000 degrees
 0.000 degrees
 0 m.
 0 m.

4274029.397N 3806290.845E

SCALE = 1 : 335400

10 km

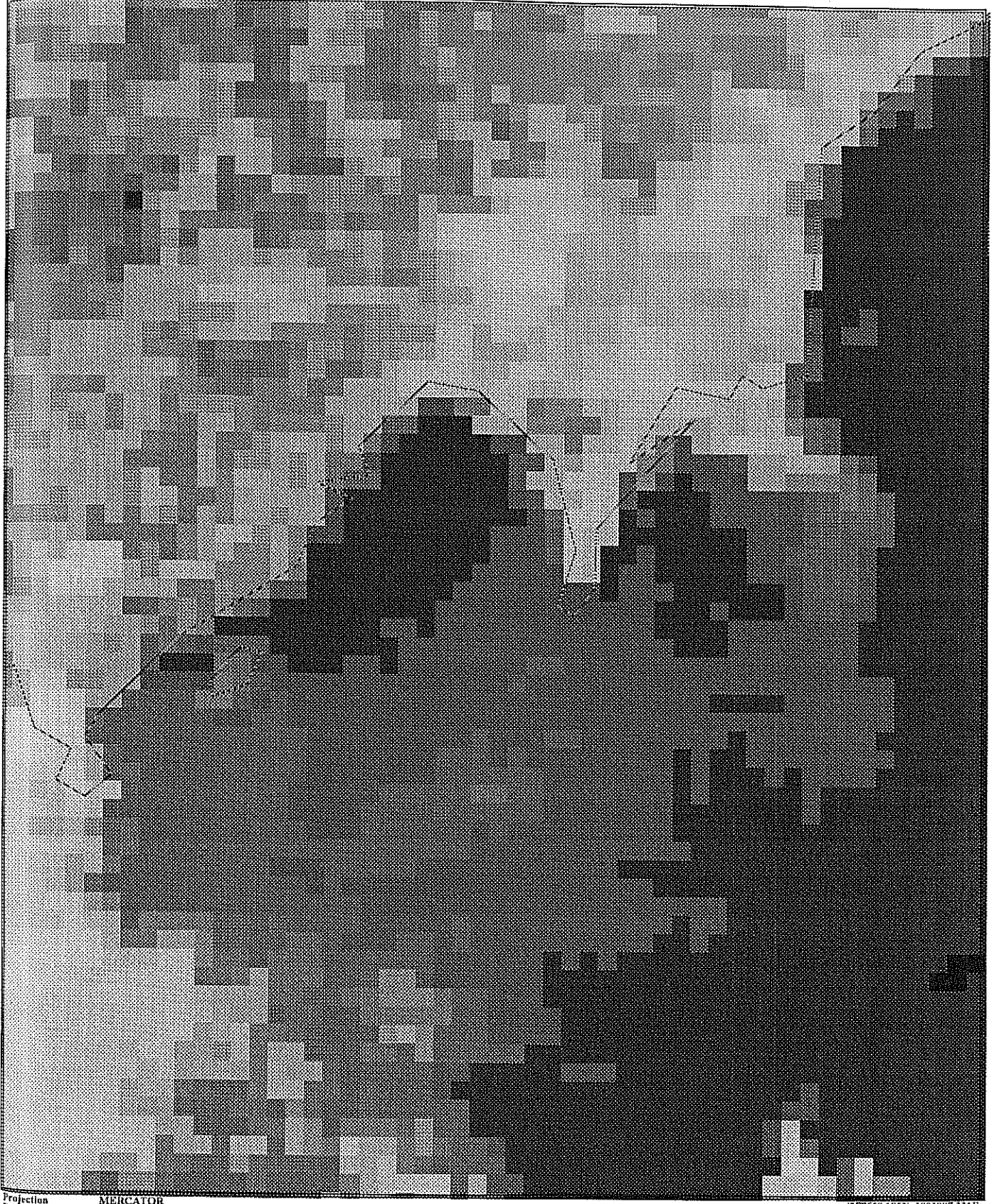
50000 ft

10 nmi

13 MAYIS 1996 SST

Fotoğraf 22: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi sıcaklığı görüntüsü.

4369749.185N 3739507.331E



4277569.185N 3803087.331E

Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 322680

10 km

13 MAYIS 1996 KANAL:1

Fotoğraf 23: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen 1. KANAL görüntüsü.

50000 ft

10 nmi

65

13 MAYIS 1996 KANAL:2

4387777.505N 3721562.961E



4253577.505N 3824312.961E

Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 500000

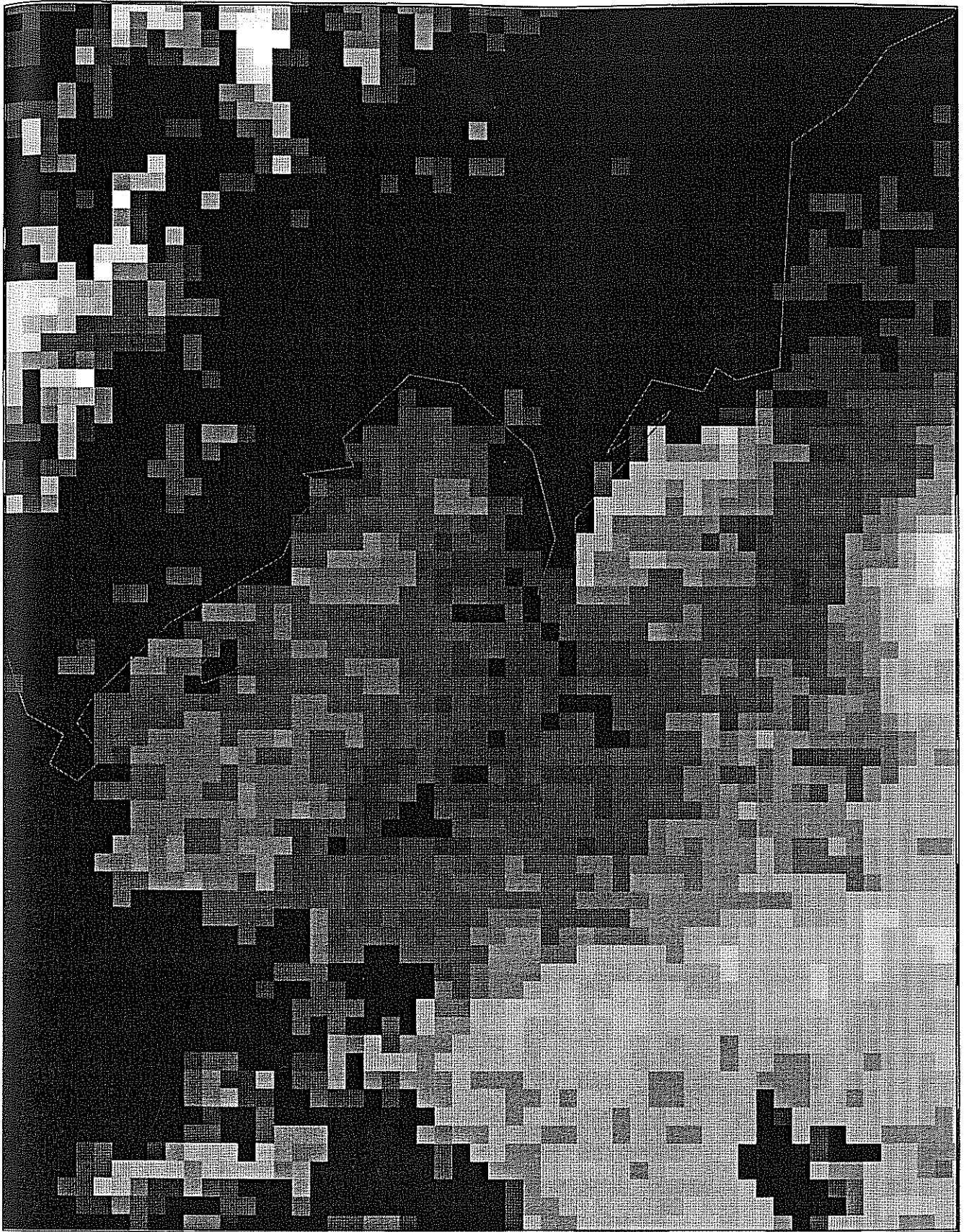
10 km

50000 ft

10 nmi



Fotoğraf 24: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen 2. KANAL görüntüsü.



4273951.568N 3806233.944E

Projection
 Datum
 Sphere Radius
 Central Meridian
 Standard Parallel
 False Easting
 False Northing

MERCATOR
 Sphere
 6371200 m.
 0.000 degrees
 0 m.
 0 m.

SCALE = 1 : 335400

10 km

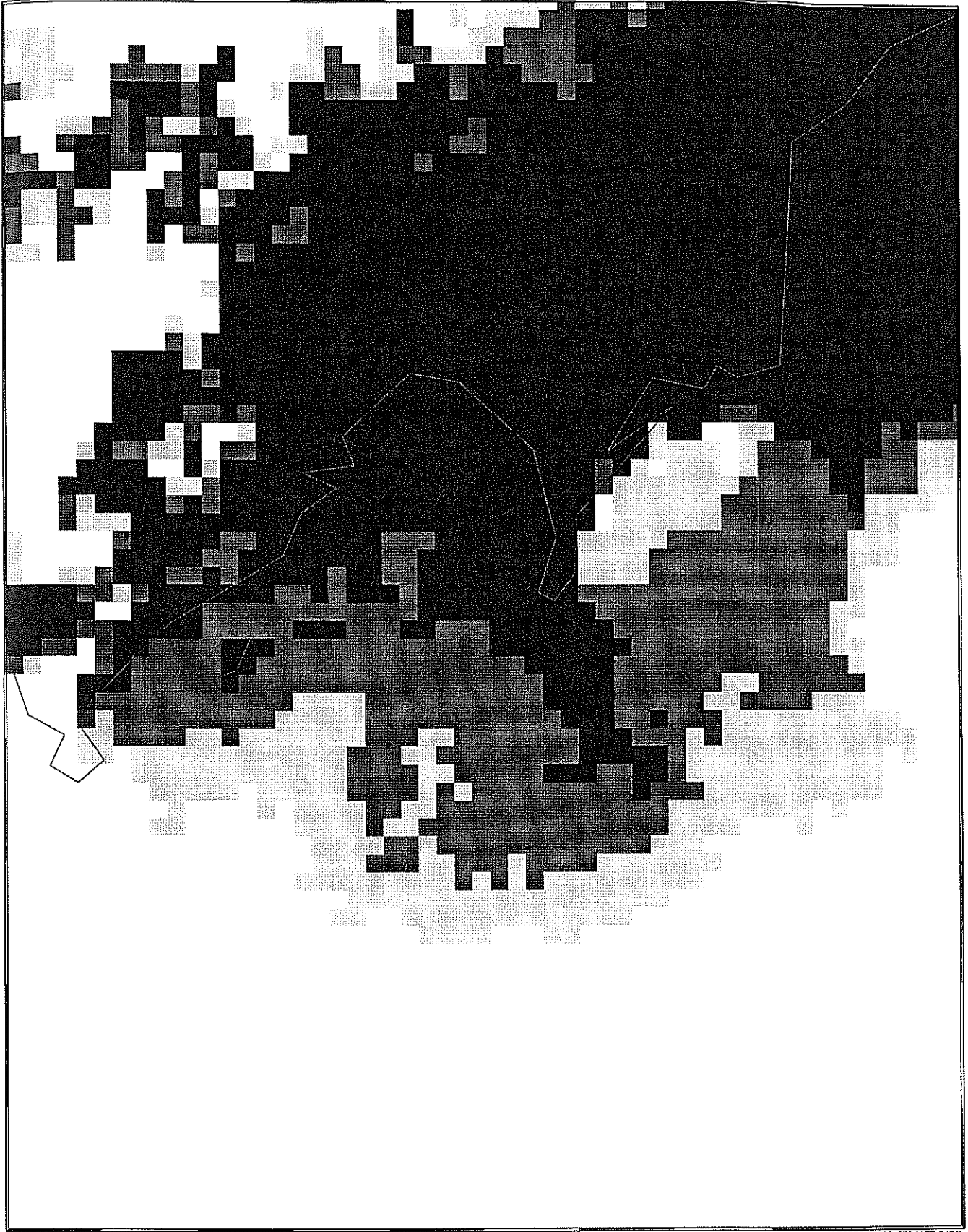
50000 ft

10 nmi



13 MAYIS 1996 KANAL:3

Fotoğraf 25: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen 3. KANAL görüntüsü.



4273873.738N 3806177.043E

Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

SCALE = 1 : 335400

10 km

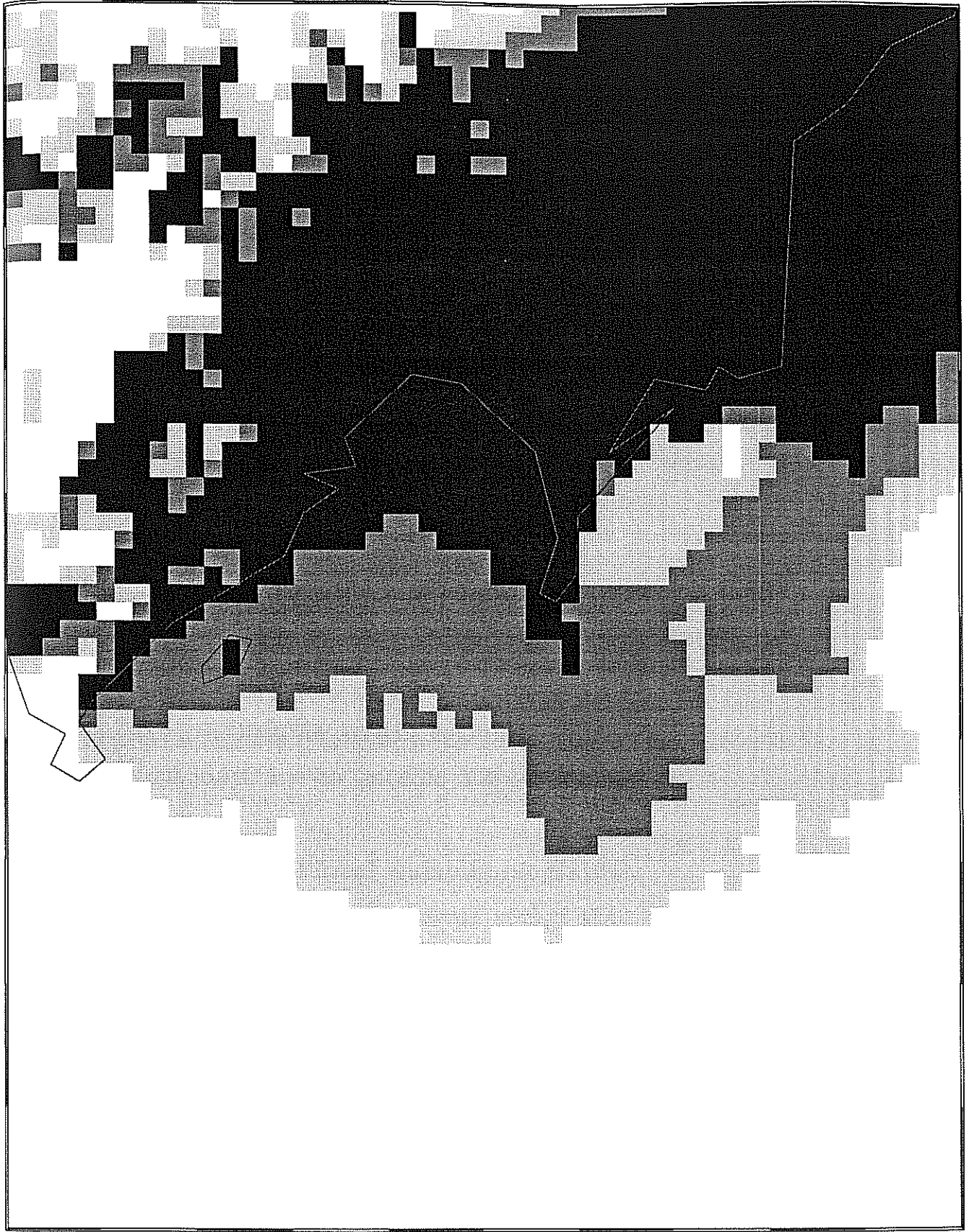
50000 ft

10 nmi



13 MAYIS 1996 KANAL: 4

Fotoğraf 26: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen 4. KANAL görüntüsü.



Projection
Datum
Sphere Radius
Central Meridian
Standard Parallel
False Easting
False Northing

MERCATOR
Sphere
6371200 m.
0.000 degrees
0.000 degrees
0 m.
0 m.

4273873.738N 3806177.043E

SCALE = 1 : 335400

10 km

50000 ft

10 nmi



13 MAYIS 1996 KANAL: 5

Fotoğraf 27: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen 5. KANAL görüntüsü.

Yerinde ölçüm değerleri ve uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleri incelendiğinde, yerinde yapılan ölçüm değerlerindeki artışa karşılık uydu verilerinden elde edilen değerlerdede artış gözlenmiştir. Bu sonuçlar ve her iki veri seti üzerinde yapılan araştırmalar, her iki yöntemle elde edilen veriler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu sonucunu göstermektedir (Şekil 2). Deniz yüzeyi sıcaklığıyla ilgili bu iki farklı veri setine regresyon analizi uygulandığında, yerinde ölçüm değerleriyle uydudan algılanan sıcaklık değerleri arasında aşağıdaki doğrusal bağıntının varlığı bulunmuştur.

$$YS=(1.132441*US)-2.25483$$

YS= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.
UB= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

Yukarıda verilen bağıntıda US değeri yerine konulduğunda, $\pm 0.364^{\circ}\text{C}$ lik bir hata ile YS değerine ulaşılabilmektedir.

Deniz Yüzeyi Bulanıklılık Kalibrasyonu: Yerinde ölçümler sonucunda elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değerleri 2.77mg/L-24.4mg/L arasında ve aynı alana ait uydu verisinden elde edilen bulanıklılık değerleri 0.60301mg/L-4.44689mg/L arasında değişmektedir (Tablo 7). Yerinde ölçüm değerleri arasındaki fark 21.63mg/L ve uydudan hesap edilen değerler arasındaki fark ise 3.84388mg/L olarak hesaplanmıştır.

13 Mayıs 1996 tarihli görüntüler incelendiğinde 1. ve 2. kanallara ait görüntülerle bu görüntülerin analizleri sonucu elde edilmiş olan yüzey bulanıklık görüntüsü arasında yakın bir ilişkinin olduğu hemen göze çarpmaktadır. Bulanıklılık görüntülerinin elde edilebilmesi için analiz edilen bu görüntüler sonucunda bulanıklılık görüntüsü elde edilmiş ve bu görüntüden bulanıklılık değerleri saptanmıştır (Fotoğraflar 23, 24, ve 28).

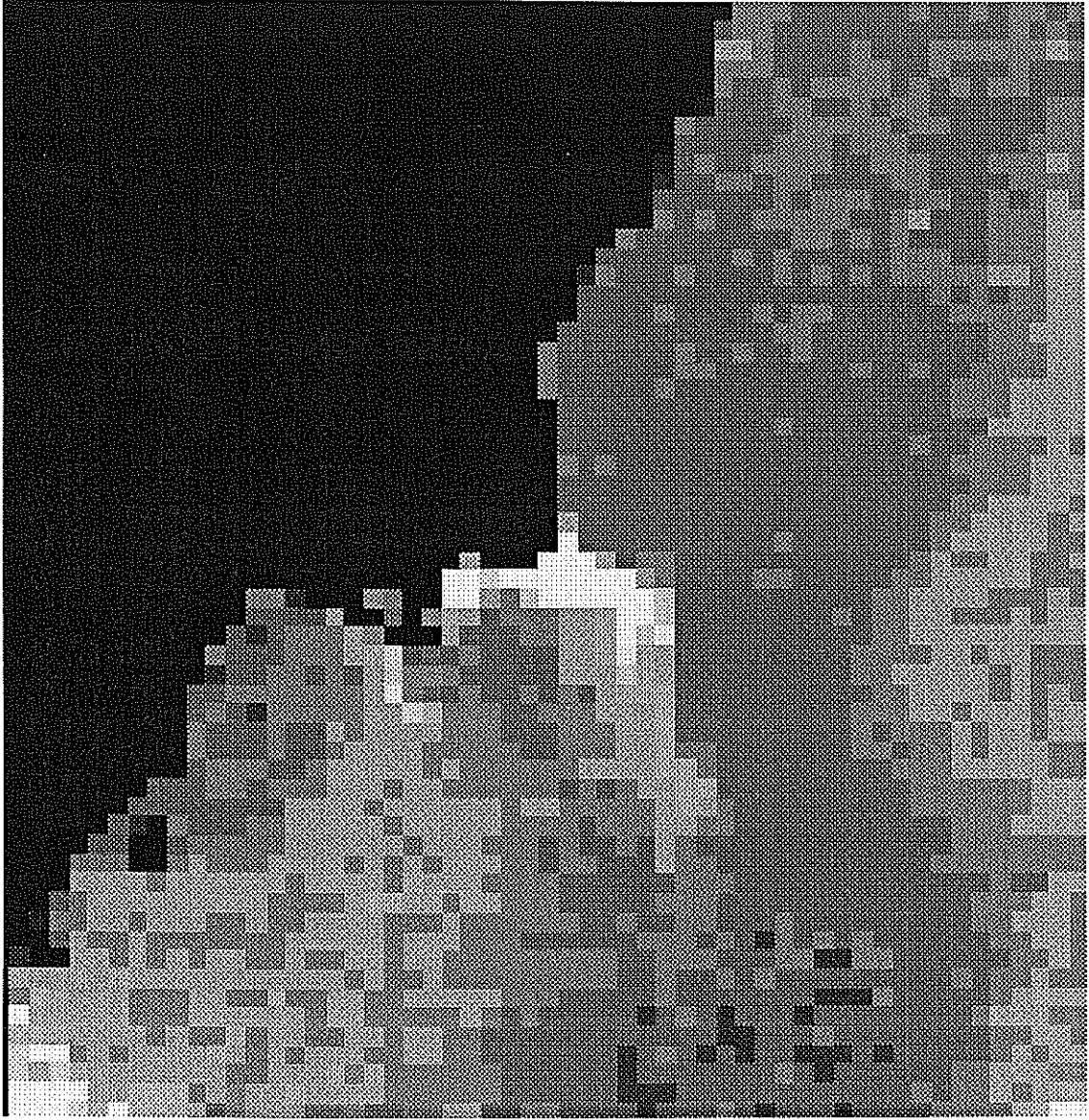
Yerinde ölçüm değerleri ve uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değerleri incelendiğinde, bu farklı değerler arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğu gözlenmiştir (Şekil 2). Bulanıklılıkla ilgili bu farklı verilere regresyon analizi uygulandığında, yerinde ölçüm değerleriyle uydudan algılanan sıcaklık değerleri arasında aşağıdaki bağıntının varlığı bulunmuştur.

$$YB=(5.592523*UB)-0.55121$$

UB= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

YB= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

Yukarıda verilen bağıntıda **UB** değeri yerine konulduğunda, ± 0.387 mg/l lik bir hata ile **YB** değerine ulaşılabilir.



Fotoğraf 28: 13 Mayıs 1996 tarihinde uydudan elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık görüntüsü.

6. YORUMLAR

Çalışma alanı olarak seçilen Göksu Nehri çevresinde gerçekleştirilen uydu ve yerinde ölçüm çalışmaları sonucunda, bu alanın proje kapsamındaki bir çalışma için elverişli olduğu sonucuna varılmıştır. Gerek nehrin devamlı akan ve debisi yüksek bir nehir olması ve gerekse enstitümüze yakın olması, bu alanda yapılan çalışmaları olumlu şekilde etkilemiştir. Beş farklı aya ve üç farklı yıla ait olan yerinde ölçüm verilerinin bu çalışmada kullanılıyor olması, sonuçların daha hassas ve güvenilir olmasına imkan sağlamıştır.

Deniz yüzeyi sıcaklık değerleri incelendiğinde, en düşük deniz yüzeyi sıcaklığına sahip olan Şubat ayından sırasıyla Mayıs, Ekim ve Haziran aylarına doğru sıcaklığın arttığı ve en yüksek sıcaklığa ise Temmuz ayında ulaştığı gözlenmiştir. Ayrıca, bu aylara ait kalibrasyon doğruları incelendiğinde, bu doğruların eğimlerinin 0.8 ila 1.2 arasında değiştiği ve en düşük yüzey sıcaklığına sahip olan Şubat ayına ait doğrunun eğiminin 1 den (45°C den) düşük ve diğer aylara ait doğruların eğimlerinin ise 1 den (45°C den) büyük olduğu gözlenmiştir (Tablo 8). Deniz yüzeyi sıcaklığının az ve karasal girdi miktarının fazla olduğu Şubat ayında eğim en düşük değere ve deniz yüzeyi sıcaklığının fazla ve karasal girdinin az olduğu Haziran ayında ise eğimin en fazla değere sahip olduğu gözlenmiştir. Bundan dolayı, her istasyona ait uydudan algılanan deniz yüzeyi sıcaklığı değeri ile

yerinde ölçüm değerleri arasındaki farkların, deniz yüzeyi sıcaklığının artmasıyla arttığı ve azalmasıyla azaldığı sonucuna varılmıştır. Mayıs ayına ait istasyonlar arasındaki deniz yüzeyi sıcaklıkları arasındaki farkların en yüksek değer olan 3.5°C olması, bu ayda nispeten soğuk karasal akarsu girdisinin, ısınmaya başlamış olan deniz suyu ortamlarında etkili olduğunu göstermiştir. Haziran ayına ait istasyonlar arasındaki deniz yüzeyi sıcaklıkları arasındaki farkların ise en düşük değer olan 0.6°C olması, bu ayda nispeten sıcak akarsu girdisinin sıcak deniz ortamlarında etkisiz olduğunu göstermektedirler.

Tablo 8: Denizde yapılan sıcaklık ölçümleriyle elde edilen verilerin aynı tarihli uydu verilerinden elde edilen sıcaklık değerleriyle yapılan kalibrasyonları ve hata miktarları.

Uygulama Tarihi	Sıcaklık Kalibrasyonu	Hata (°C)
14 Haz.1994	$YS=(1.198414*US)-3.16481$	Hata= ± 0.096
08 Şub.1995	$YS=(0.839970*US)+2.278300$	Hata= ± 0.201
06 Tem.1995	$YS=(1.091014*US)-0.34447$	Hata= ± 0.103
28 Eki.1995	$YS=(1.077821*US)-1.32884$	Hata= ± 0.051
13 May.1996	$YS=(1.132441*US)-2.25483$	Hata= ± 0.364
TOPLAM SICAKLIK	$YS=(1.224532*US)-4.12018$	Hata=± 0.429

US= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

YS= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değeri.

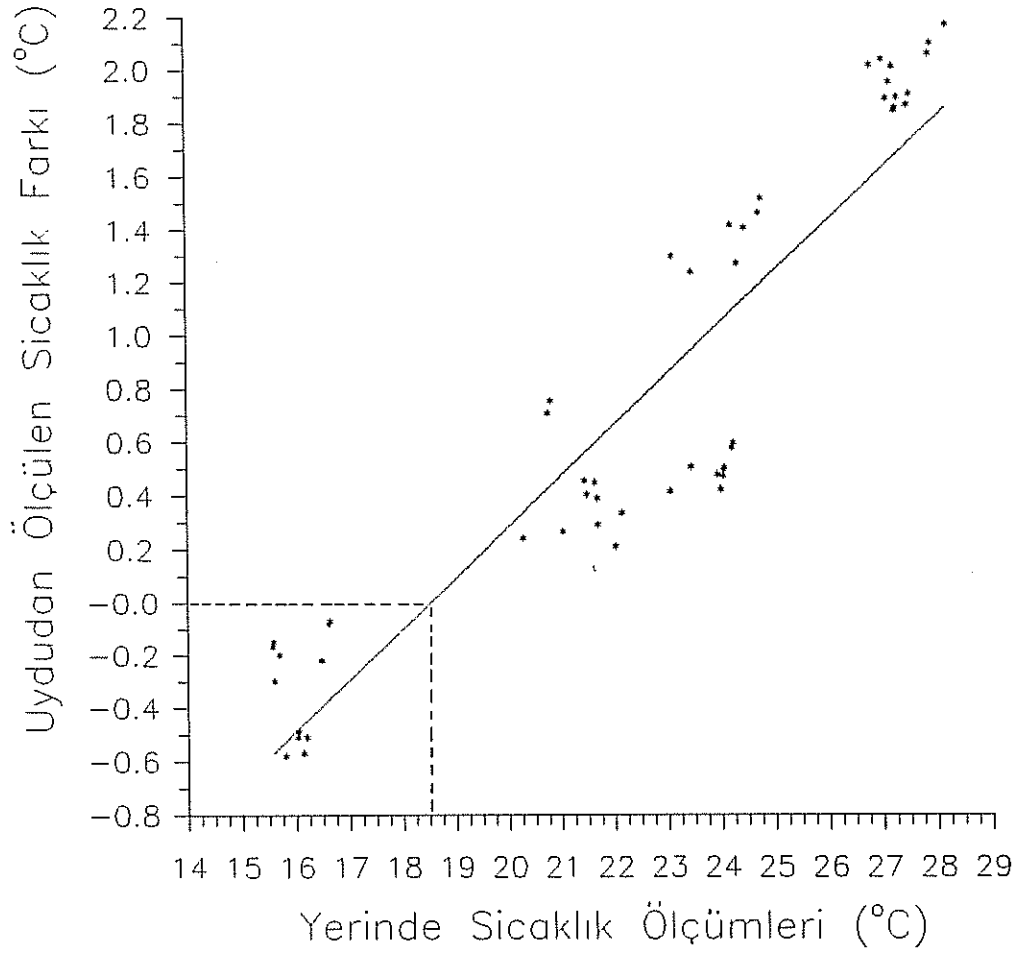
Bir başka deyişle, akarsu ile deniz suyu arasındaki sıcaklık farkının fazla olduğu dönemlerde, deniz yüzey sıcaklıkları arasındaki farklar artmakta, az olduğu aylarda ise azalmaktadır. Genel olarak kış ve yaz aylarında deniz yüzey sıcaklıkları arasındaki farkların daha az olduğu, bahar aylarında ise eriyen kar sularından dolayı bu farkın daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Uydu yardımıyla elde edilen deniz yüzeyi sıcaklık değerleriyle aynı istasyonlara ait yerinde ölçüm değerleri arasındaki farklar, deniz yüzeyi sıcaklığı arttıkça artmaktadır (Şekil 8).

Yüzey sıcaklığı 18.5°C den daha soğuk olan denizlerde bu fark eksi değere ve daha sıcak denizlerde ise bu fark artı değerlere ulaşmaktadır (Şekil 8). 18.5°C civarında deniz yüzeyi sıcaklığına sahip olan bölgelerde ve mevsimlerde, uydudan ölçülen değerler en sağlıklı sonucu verebilmektedir ve ölçüm hatası sıfıra yaklaşmaktadır. Tüm bu veriler incelendiğinde 18.5°C den daha düşük sularda uydunun ölçme hassasiyeti daha sıcak sulara nazaran daha fazla olduğu ve daha az hata içerdiği sonucuna varılmıştır (Şekil 8).

Yerinde yapılan deniz yüzeyi sıcaklık değerleri arasındaki en fazla farkın 3.5°C civarında olduğu, deniz yüzeyi sıcaklığı arttıkça uydudan ölçülen sıcaklık değerlerinin hassasiyetinin azaldığı ve en az hatalı uydu ölçüm değerinin 18.5°C de olduğu göz önüne alınırsa, kalibrasyon işlemlerinin, deniz yüzeyi

sıcaklıklarının 14°C-17°C, 17°C-20°C, 20°C-23°C, 23°C-26°C ve 26°C-29°C arasında değiştiği koşullar ve ortamlar için ayrı ayrı yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 8: Yerinde ölçüm değerleri ile yerinde ölçüm ve uydudan ölçüm değerleri arasındaki farkların, grafiksel olarak karşılaştırılması.

Bu sıcaklık aralıkları için elde edilecek kalibrasyon eşitliklerinin, yüzey sıcaklıklarının bu aralıklarda kaldığı ortamlar ve mevsimler için uygulanmasıyla, kalibrasyon işleminde yapılabilecek hataların en aza indirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Üç farklı aya ait bulanıklılıkla ilgili yapılan yerinde ölçüm sonuçlarının, uydudan elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmasıyla elde edilen doğrusal ilişkilerin değerleri Tablo 9 da verilmiştir. Ayrıca genel bir sonuca ulaşmak amacı ile tüm elde edilen bulanıklılık verilerinin karşılaştırılması yapılmış ve bu sonuçta Tablo 9 da verilmiştir. Elde edilen bu genel sonucun hata miktarının teker teker her ay için hesaplanan hata miktarlarından fazla olması istenilmeyen ve kontrol edilemeyen bir sonuçtur.

Tablo 9: Denizde yapılan bulanıklılık ölçümleriyle elde edilen verilerin aynı tarihli uydu verilerinden elde edilen bulanıklılık değerleriyle yapılan kalibrasyonları ve hata miktarları.

Uygulama Tarihi	Bulanıklılık Kalibrasyonu	Hata (mg/l)
06 Tem.1995	$YB=(6.571657*UB)-0.19633$	Hata= ± 0.389
28 Eki.1995	$YB=(5.936765*UB)-0.71682$	Hata= ± 0.269
13 May.1996	$YB=(5.592523*UB)-0.55121$	Hata= ± 0.387
TOPLAM BULANIKLILIK $YB=(6.101685*UB)-0.56135$ Hata=± 0.985		

UB= Uydu verilerinden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

YB= Denizde yapılan ölçümlerden elde edilen deniz yüzeyi bulanıklılık değeri.

7. HATA KAYNAKLARI VE ÖNERİLER

1) Uydu görüntülerinden elde edilen her bir sıcaklık ve bulanıklılık verileri 1 km² lik deniz yüzey alanını temsil etmekte ve bu alanlar içerisinde kalan deniz yüzeyine ait ortalama değerlerini vermektedir. Buna karşılık, yerinde yapılan ölçümler, uyduda gözlenen 1 km² lik bir alan içerisinde kalan sadece bir noktaya ait değerleri vermektedir. Bu ise, kalibrasyonun hassasiyetini olumsuz etkileyen en önemli faktörlerdendir. Bundan dolayı, çok daha hassas sonuçlara ulaşabilmek için, ya 1km² lik bir deniz alanını temsil edebilecek yerinde ölçümler yapılması yada çok daha hassas uydu verileri kullanılması gerekmektedir.

2) Uydu verilerinde yapılabilecek hataları en aza indirebilmek için yapılması gereken işlerden biriside, uydu verilerinin kendi içlerindeki ölçüm hatalarına ulaşabilmektir, fakat uydunun ölçüm hassasiyetine ve bu hassasiyete etki eden faktörlere bu çalışma süresince ulaşamamıştır.

3) Elde edilen bilgiler göstermiştirki, uydu kalibrasyon işlemleri her bölge ve her ay için ayrı ayrı yapılmalı veya bölgesel ve aylık farklılıklarda birer parametre olarak kalibrasyon işlemlerinde kullanılmalıdır. Bu işlemlerin yapılabilmesi için farklı bölgelerde ve farklı aylarda bu kapsamlı çalışmaların gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir.

4) Kalibrasyon işlemlerinde kullanılabilecek olan tüm farklı parametrelerin işlemlerde birer değişken olarak dikkate alabilmek

için yeterli kapasiteye sahip bir bilgisayara ve bu çalışmaya uygun hale getirilmiş bir yazılıma ihtiyaç vardır. Yazılım konusundaki eksikliklerin ve önerilerin, yazılımı yapan firma ile temasa geçilerek giderilebileceği ve bu tür bir çalışmanın amacına uygun hale getirilebileceği düşünülmektedir. Mevcut bilgisayar sistemimiz, uydu verilerini kasetlerde depolamaktadır. Kasetlerden verilerin yüklenmesi ve analiz işlemlerinin yapılması sırasında bir çok güçlüklerle karşılaşmaktadır. Bundan dolayı, bu konuyla ilgili yapacağımız yeni bir çalışma sırasında, disk ünitesi olan bir bilgisayar kullanılmasının ve bilgisayar yazılımının çalışmanın amacına uygun hale getirilmesinin, kalibrasyon çalışmalarını olumlu şekilde etkileyeceği düşünülmektedir.

5) Uydu verilerinin toplanma ve analiz işlemlerinin, meteorolojik verilerin toplanması ve analiz işlemlerinin, ve kalibrasyon işlemlerinin, ayrı ayrı ekipler halinde en az bir yılı kapsayacak bir alan çalışmasıyla gerçekleştirilmesi, sonuçların daha hassas olmasını sağlayabilecektir.

6) Alansal olarak anında bir bölgenin oşinografik özelliklerinin uydu yardımı ile toplanabilmesi, hem maddi hem bilimsel açıdan çok faydalı olabileceği düşünüldüğünden, bu konuya gerekli ilginin gösterilmesi ve bu konudaki tekliflerin değerlendirilmesi, ülkemiz ekonomisine olumlu katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir.

8. KAYNAKLAR

- Ediger, V., (1991) Recent sedimentology and Holocene evolution of the western shelf of the Mersin Bay (NE-Mediterranean Sea). ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, Doktora Çalışması, S:170.
- Evans, G., Lane-Serff, G.F., Collins, M.B., Ediger, V., Pattiaratchi, C.B. (1995) Frontal instabilities and suspended sediment dispersal over the shelf of the Cilician Basin, southern Turkey. Marine Geology (Letter Section), 128, S:127-136.
- Meoroloji Bülteni, (1970) Mersin (İçel) iklimi, T.C. Tarım Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Teknik ve Yayın Şubesi Araştırma Servisi, Ankara., S:9.
- Oğuz, T., La Violette, E. ve Ünlüata, Ü., (1992) The upper Layer Circulation of the Black Sea: Its Variability as Inferred From Hydrographic and Satellite Observations. Journal of Geophysical Research, Vol:97, No:C8, S:12569-12584.
- Oğuz, T., Latun, V.S., Latif, M.A., Vladimirov, V.V., Sur, H.İ., Markov, A.A., Özsoy, E., Kotovshchikov, B.B., Eremeev, V.V., and Ünlüata, Ü., (1993) Circulation in the surface and intermediate layers of the Black Sea. Deep-Sea Research I. Vol.40, No.8. S:1597-1612.
- Özsoy, E., Hetcht, A., Ünlüata, Ü., Brenner, S., Sur, H.İ., Bistop, J., Latif, M.A., Rozenraub, Z. ve Oğuz, T. (1993) A synthesis Levantine Basin circulation and hydrography, 1985-1990. Deep-Sea Research II, Vol: 40, No:6, S:1075-1119.

- Robinson, I.S., (1985) Satellite Oceanography and introduction for oceanographers and remote-sensing scientists. Ellis Horwood Limited, S:455.
- Saydam, A.C., Kubilay, N. ve Özsoy, E. (1995) Climate Processes Related to Saharan dust over the Mediterranean (Özet). Sempozyum: The Impact of African Dust Across the Mediterranean. 4-7 October 1995, Oristano, Sardinia, Italy, Abstract Book (Editör: O. Le Bolloch ve C. Repetto). S:17.
- Sur, H.İ., Özsoy, E., ve Ünlüata, Ü. (1994) Boundary current instabilities, upwelling, shelf mixing and eutrophication processes in the Black Sea. Prog. Oceanog. Vol. 33, S:249-302.
- Sur, H.İ., Lyin, Y.P., Özsoy, E. ve Ivanov, V.I., (1995) Surface Layer Currents and Mesoscale Thermal Patterns in the Black Sea During April 1993 (Özet), Rapp. Comm. Int. Mer. Medit. 34 S:196.
- Sur, H.İ., Özsoy, İlyin, Y.P. ve Ünlüata, Ü., (1996) Coastal/deep ocean interactions in the Black Sea and their ecological/environmental impacts. Journal of Marine Systems. 7. S: 293-320.
- Uysal, Z. ve Sur, H.İ., (1995) Net phytoplankton discriminating patches along the southern Black Sea coast in winter 1990. Oceanologica Acta, Vol:18, No:6, S:639-647.