

TUZ GÖLÜ ÇEVRESİNDEKİ DÜZ ARAZİDE FARKLI ÖZELLİKTEKİ YÜZEYLERİN SICAKLIK DEĞERLERİNİN UYDU VERİLERİ VE YER ÖLÇMELERİ İLE BELİRLENMESİ

M. D. Kantarcı^a, C. Örmeci^b & S. Ekercin^{c*}

^a İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Abd. (EM), İstanbul - mdkant@istanbul.edu.tr

^b İTÜ, İnşaat Fakültesi, Uzaktan Algılama Anabilim Dalı, 34469 Maslak/İstanbul - cankut@itu.edu.tr

^c Aksaray Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 68100 Aksaray - ekercin@itu.edu.tr

ANAHTAR KELİMELER: Tuz Gölü, uydu verileri, yüzey sıcaklığı, toprak nemli.

ÖZET:

Tuz Gölü üzerinde uydu görüntüleri yardımı ile yaptığımız incelemeler göl su yüzeyinin, tuzla kaplı alanın yıllara göre değiştiğini göstermiştir. Tuz Gölü yıldan yıla küçülmekle beraber, çevresinde tuzla kaplı olan alanlar bazı yıllarda beyaz, bazı yıllarda kara (toprak rengi) olarak algılanmaktadır. Bu değişik oluşumun sıcaklığa ve gölün suyunun çekildiği alandaki materyalin (toprak) su içeriğine bağlı olduğu arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri sonucunda anlaşılmıştır. Tuz oluşan ve tuz oluşmayan alanlar ile tuz otlarının, otların ve biçilmiş buğday tarlasındaki anızın uydu verilerinden hesaplanan yüzey sıcaklıkları, yer ölçmeleri ile ilişkilendirilmiştir (Landsat-5 TM, 20.06.2006, 10³⁰). Elde edilen sonuçlar ot ve anız ile kaplı alanda sıcaklığın 44,5 C° (uydu verisi 36,2 C°) olmasına karşılık tuz kabuğu ile kaplı alandaki sıcaklığın 38,0 C° (uydu verisi 39,3 C°) olduğu göstermektedir. Tuz kabuğu ile kaplı alanda yüzeyde ölçülen sıcaklığın uydu verisine daha yakın ve ondan daha az (1,3 C°) olması ile otlu alanda ölçülen sıcaklığın uydu verisinden daha yüksek (8,3 C°) olması ters orantılı bir ilişkiyi göstermektedir. Bu ters ilişki toprağın su içeriğinin (güneş enerjini depolaması) etkisi ile açıklanmıştır. Otsuz alanda toprak suyu yüzeye kadar ulaşmakta (Tuz kabuğu oluşumu) ve yüzeyden buharlaşmaktadır. Otlu alanda (ve anızda) üst topraktaki su, bitki kökleri ile emildiği için (üst toprak kuru) toprağın su içeriği daha düşüktür (Toprak daha az enerji depolamaktadır). Diğer farklı yüzeylerde de belirlenen bu ilişkiye göre düz alanda ölçülen yüzey sıcaklıkları üzerinde toprağın su (nem) içeriğinin tuzun beyaz rengine göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

1. GİRİŞ

Arazide farklı özellikteki alanların veya farklı kullanım alanlarının yüzey sıcaklığının uydu görüntülerinden belirlenmesi çeşitli değerlendirme amaçları için önemli ve gereklidir. Tuz Gölü ve Çevresindeki arazide yürütmekte olduğumuz araştırma çalışmalarında, farklı özellikteki yüzeylerin sıcaklık ile algılanması ve sınıflandırılıp, sınırlarının belirlenmesi konusu da incelemek ve irdelenmek gerekmiştir. Sunulan çalışma bu konuda elde edilmiş olan ilk sonuçların bir değerlendirmesidir. Uydu görüntülerinden belirlenen sıcaklık değerleri ile yeryüzünde ölçülen sıcaklık değerlerinin farklı yıllarda ve yılın farklı aylarında yapılacak ölçmelerle zenginleştirilmesi gerektiği inancındayız. Ancak Dünyamızdaki ısınma ve kuraklaşma sürecinin ülkemize etkisini incelemek bakımından da önemli gördüğümüz bu çalışmayı bir tespit olarak ilgili meslek dallarının değerlendirmesine sunmak gerektiği kanısındayız.

2. ÇALIŞMA ALANININ ÖZELLİKLERİ

2.1. Yeryüzü Şekli / İklim Özellikleri İlişkisi

Tuz Gölü Havzası ile Konya Havzası, İç Anadolu Bozkırının en kurak ve karasal iklim etkisi altındaki bölgeleridir. Güneyde Toros Dağları, kuzeyde Karadeniz kenar dağları deniz etkisinin İç Anadolu'ya ulaşmasını engellemektedirler. Bu sebeple yıllık ortalama yağış miktarları 275-325 mm, yıllık ortalama sıcaklık değerleri 11,0-13,0 C° arasındadır (1970 yılına kadar yapılan ölçmelere göre). Ancak 1993 yılından beri artan sıcaklık

değerleri Tuz Gölü Havzası ile Konya Havzasında etkilerini göstermeye başlamıştır. Yıllık ortalama sıcaklık değerleri 0,2-1,3 C° arasında artmıştır (Şekil 1). Buna karşılık yağış miktarlarında azalma vardır (Şekil 2). Isınma ve kuraklaşma sürecinin bu gelişimi Tuz Gölü'nün su ile kaplı alanının daralmasına sebep olmuştur (Şekil 3).

2.2. Arazi Kullanımı ve Su Sorunu

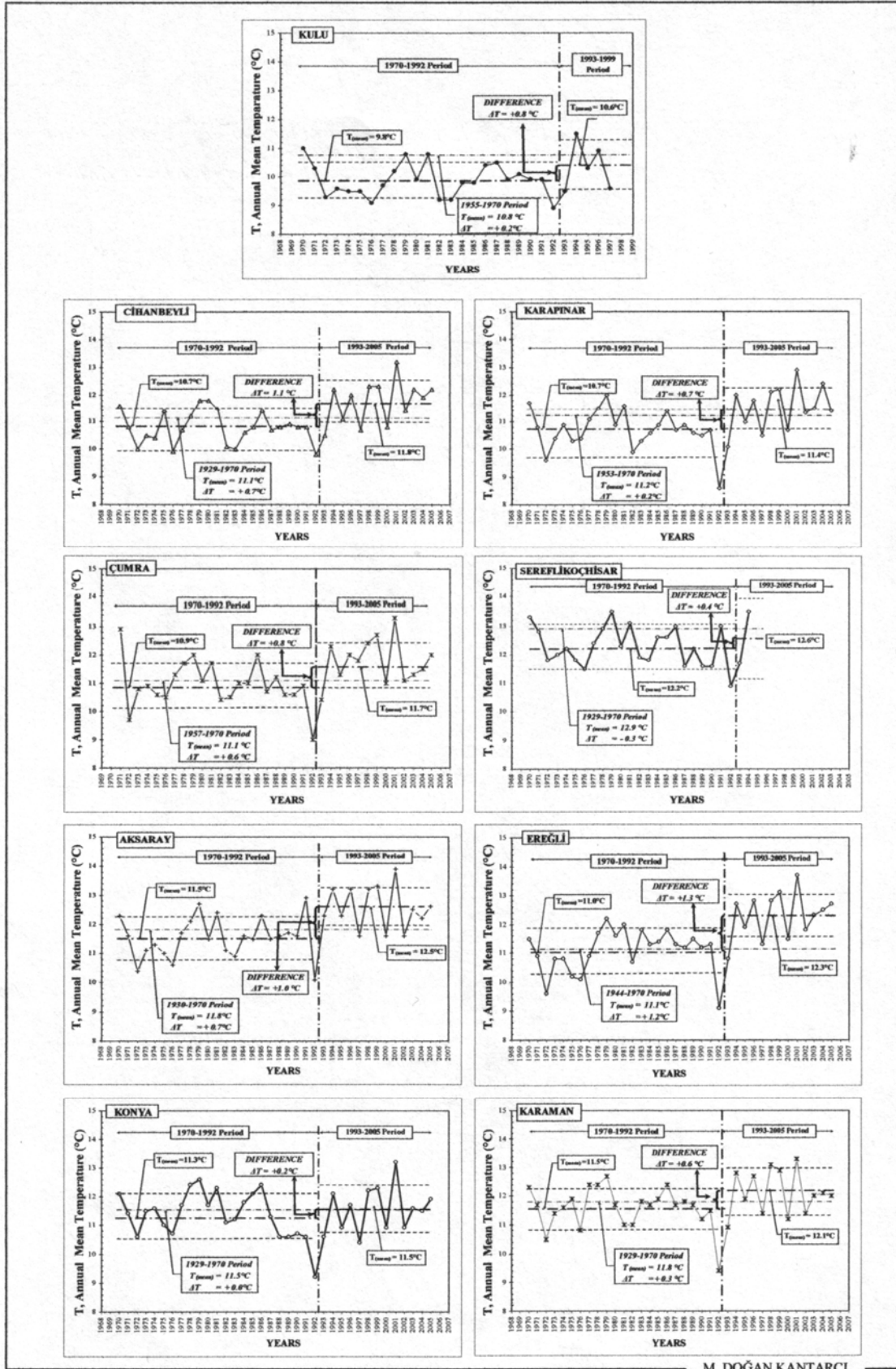
Tuz Gölü Havzası ile Konya Havzası'nın alçak arazisi orman yetişemeyecek kadar kurak iklim etkisindedir (Bozkır / Çöl geçişi). Bölgedeki yüksek arazide de ormanlar çok eskiden tahrip edilmişlerdir. Bu sebeple her iki havza da kuru ve dolayısı ile kurutucu rüzgârların etkisi altındadır. Kuru hava kütleleri önlerinde hiçbir nemlendirici engel (orman vb. derin köklü bitki örtüsü) olmadan hareket etmektedirler. Tuz Gölü'nde suyun hızla buharlaşması ve tuz birikimi bu sıcak ve kuru rüzgâr etkisi ile mümkündür.

Arazinin ekilebilen bölümünde tahıl yetiştirilmektedir. Ekilemeyen arazi ise otlak olarak kullanılmaktadır. Ekilen arazinin sulanması için Ulu Irmak üstünde yapılan Mamasın Barajı ile arazide açılan su kuyuları kullanılmaktadır. Bu baraj ve su kuyuları da Tuz Gölü'nün su gelirini azaltmıştır.

2.3. Atık Su Sorunu

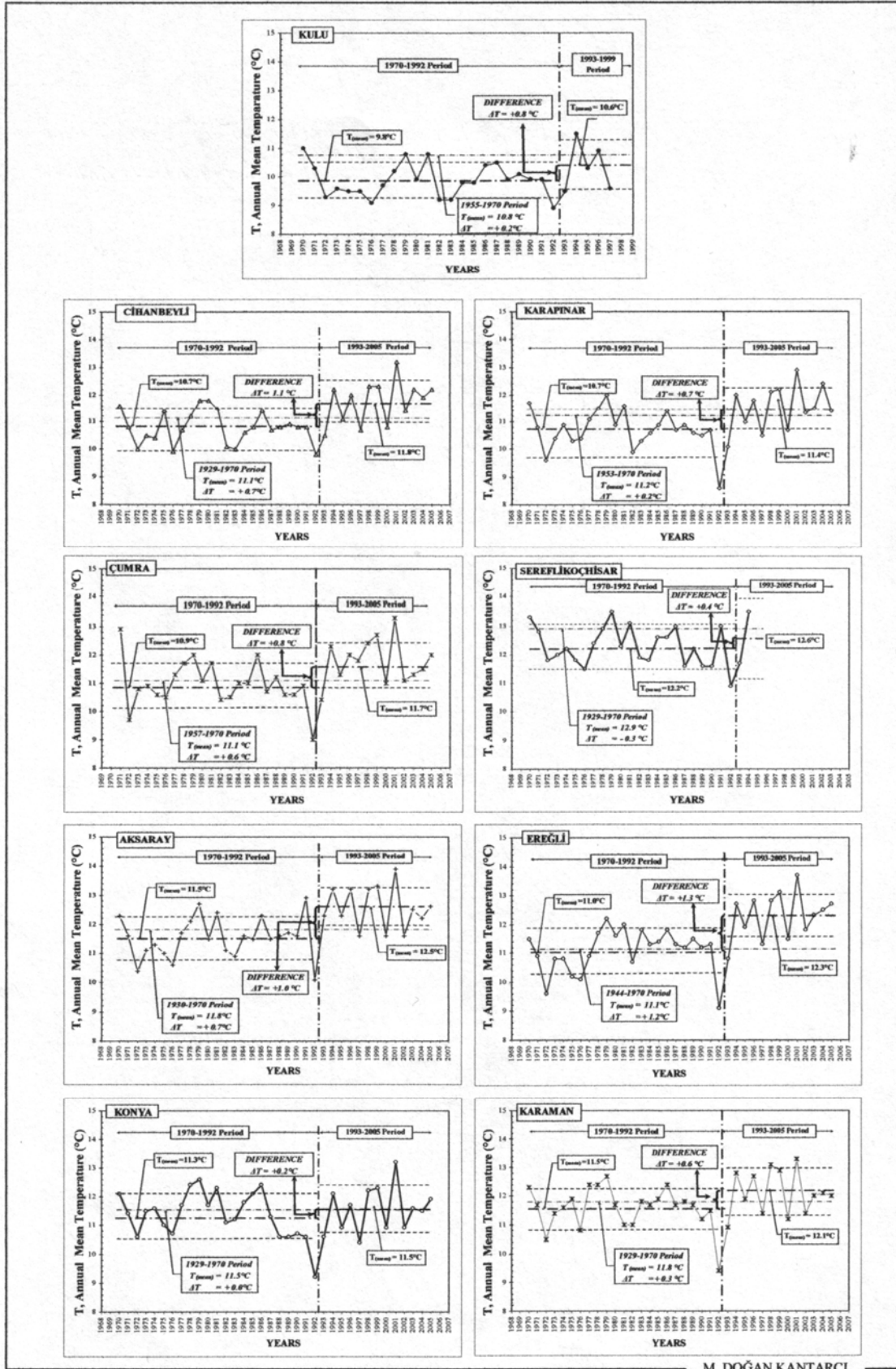
Kapalı bir havzada atık su önemli bir sorundur. Konya'nın ve Şereflikoçhisar'ın atık suları ile tuz işletmelerinin atık suları

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Semih Ekercin, E-mail: ekercin@itu.edu.tr, Tel: +90.212.285 3803.



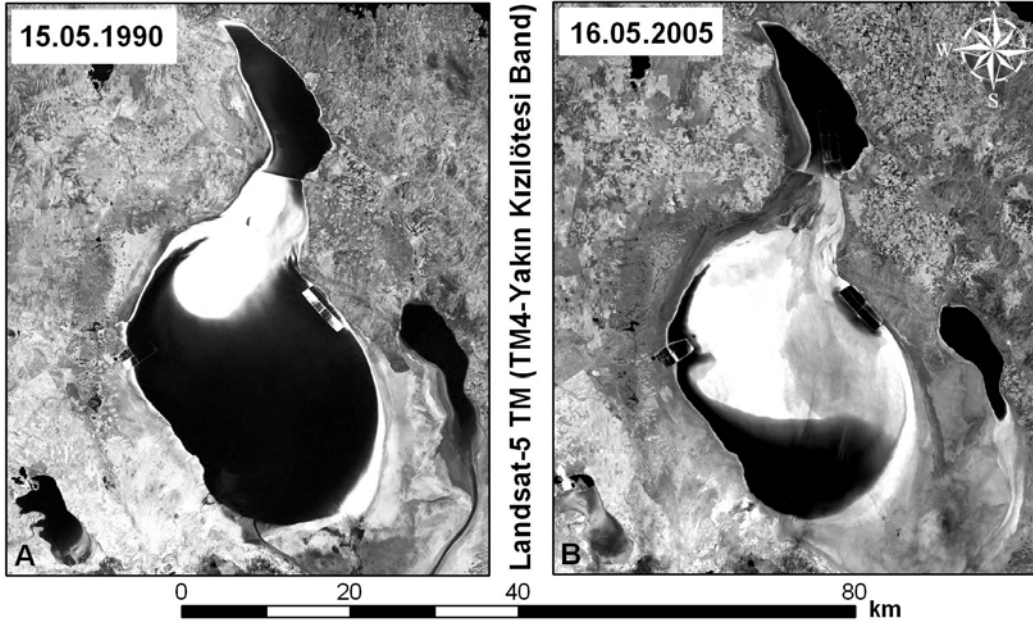
M. DOĞAN KANTARCI

ŞEKİL 1. Tuz Gölü Havzası'nda bulunan meteorolojik istasyonlara ait veriler ile elde edilen Yıllık Ortalama Sıcaklık değerlerindeki değişimin belirlenmesi amacıyla 1970-1992 ve 1993-2005 dönemlerinin karşılaştırılması (Kantarci, 2006).

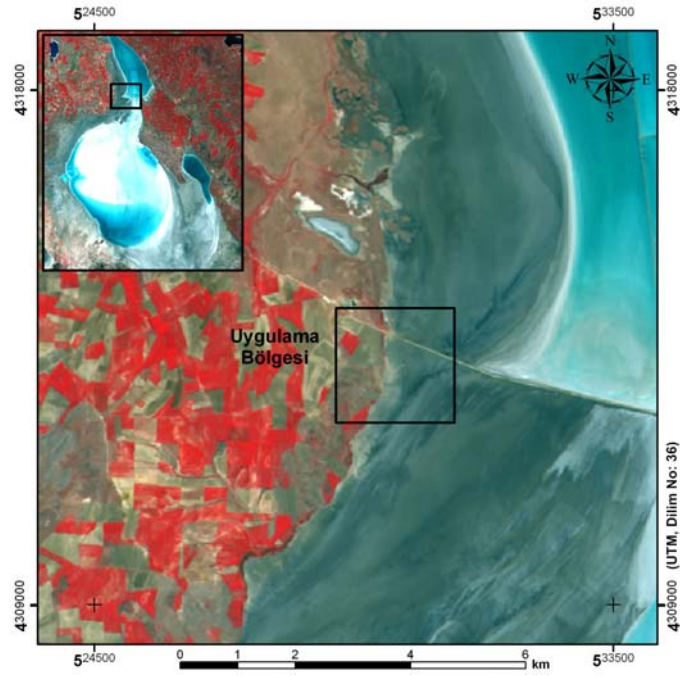


M. DOĞAN KANTARCI

ŞEKİL 2. Tuz Gölü Havzası'nda bulunan meteorolojik istasyonlara ait veriler ile elde edilen yıllık toplam yağış değerlerinin değişimi (1970-1992 ve 1993-2005 dönemlerinin karşılaştırılması).



ŞEKİL 3. Tuz Gölü'ndeki suyla kaplı alanlarda 1990-2005 yılları arasında meydana gelen azalma.



(a)



(b)

ŞEKİL 4. Çalışma alanının yerleşimi ve arazi çalışmasından görünüm

Tuz Gölü'ne verilmektedir. Konya'dan gelen ve tarımsal kirli suyu boşaltma kanalına verilen atık suyun içerdiği ağır metaller ile diğer kirletici maddeler Tuz Gölü'ne daha az ulaşmaktadırlar. Çünkü kanaldaki su uzun mesafede buharlaşmakta, taşıdığı kirletici maddeler de kanal boyunca çökelmektedirler (Ekercin, 2007). Buna karşılık Şereflikoçhisar ile tuz işletmelerinin atık suları Tuz Gölü'ne (Kuzeydoğudan) karışmaktadırlar. Bu kirli suların karıştığı yerlerde çinko miktarının yüksek bulunması dikkat çekicidir. Çinko tuzun ağırlanmasında kullanılan bileşikten kaynaklanmaktadır.

2.4. Tuz Gölü ve Yakın Çevresindeki Görünümün Değişimi

Yukarıda kısaca açıklandığı üzere Tuz Gölü'nün alanının daralması bir yandan ısınma / kuraklaşma sürecine bağlıdır. Öte yandan Mamasın Barajı ve su kuyularının açılması da Tuz Gölü'ne gelen su gelirimini azaltmıştır. Gölün ve yakın çevresinin görünümünü etkileyen diğer bir etken ise; daha yağışlı ve daha az yağışlı yıllardan oluşan dönemlerdir. Gölün su yüzeyinde belirgin bir yayılma / daralma etkisi olmasa da, yakın çevresinde tuzlu (beyaz) alanlar ile kara topraklı alanların yıldan yıla değişimi aynı noktalardaki uydu görüntülerinden yapılabilecek tanımlamaları ve değerlendirmeleri anlamsız kılmaktadır. Bu sebeple yer ölçmeleri ile uydudan algılanan özelliklerin karşılaştırılması ve bu işlemin farklı yıllarda devam ettirilmesi gerekmektedir.

3. YÖNTEM

3.1. Alan Seçimi

Yukarıda sıralanan amaçlara yönelik olarak Tuz Gölü'nün kuzey bölümünü ayıran seddenin hemen güneyindeki arazi seçilmiştir (Şekil 4). Bu arazini batısında tarla, doğusunda Tuz Gölü yer almaktadır. Tarla kenarında otlarla kaplı alan bulunmaktadır. Otlarla kaplı kuşak ile göl arasında; beyaz tuz kabuğu ile kaplı alan, kara topraklı alan, sarı topraklı alan, tuz bitkilerinin yayıldığı alan, dikenler ve otların yayıldığı alan, seyrek otlarla kaplı alan gibi farklı özelliklerdeki veya görünümdeki alanlar yer almaktadır. Böylece su yüzeyinden tarlaya (ekini biçilmiş tarlada anız) kadar farklı yeryüzü görüntüsünü bir arada ölçmek ve değerlendirmek mümkün görünmektedir (Bkz. Tablo 1).

3.2. Sıcaklık Ölçmeleri Yöntemi ve Bazı Esaslar

Arazide sıcaklık ölçmeleri üç yerde yapılmıştır. Bunlardan birincisi gölgedeki sıcaklığın ölçülmesidir. Bölgedeki sıcaklığın ölçülmesi için üstü kapalı bir gölgelik yapılmıştır (Şekil 4 (a)). Gölgeliğin çevresi açık olup, çatısı güneş ışınlarını geri yansıtmak için parlak kağıt ile kaplanmıştır. Sıcaklık ölçer 1,5 m yüksekliğe asılmıştır. Diğer iki ölçmeden biri tuz kabuğu ile kaplanmış (beyaz) alanda, diğeri otlarla kaplanmış alanda yapılmıştır.

Landsat-5 uydusu 20.06.2006 günü saat 10³⁰'da bölgeden geçeceği için, bir gün öncesinden başlanarak, üç gün ölçme yapılmıştır. Arazideki ölçmeleri karşılaştırmak için çevredeki üç meteoroloji istasyonunun saatlik ölçmeleri de alınmıştır (Cihanbeyli, Aksaray ve Kulu).

Ölçme süresince gökyüzü bulutlanmamıştır. Kuzeydoğu (Poyraz) rüzgârı hissedilecek hızda esmiştir. Özellikle akşam güneş battıktan sonra poyraz rüzgârının serin etkisi daha da

belirginleşmiştir. Hava sıcaklığı poyraza rağmen giderek artmıştır. Rüzgâr etkisinin arttığı gündüz saatlerinde sıcaklık düşüşleri (az da olsa) dikkati çekmiştir.

Otarın arasına yerleştirilen sıcaklık ölçer rüzgârın etkisinden korunmakla beraber, zaman zaman ot gölgesinde kalmıştır. Bazı sıcaklık farkları ot gölgesinden kaynaklanmıştır.

Açık alanda yere konulan sıcaklık ölçer ile ölçülen sıcaklık değerleri güneşin ısıtmasından kaynaklanmaktadır. Uydudan algılanan sıcaklık değerleri ise yeryüzünün ısınmasından sonra yayımladığı (neşrettiği) sıcaklık değerleridir. Bu sıcaklık değerlerine topraktaki su içeriği ve otların terlemesi ile atmosfere bırakılan su buharı da etkilidir.

3.3. Toprakların Nem İçerikleri ve Örnek Derinliği

Toprak suyu güneşten gelen enerjinin depolanmasını sağlamaktadır. Gözenekleri su ile dolu olan bir toprak, gözenekleri hava ile dolu toprağa göre daha geç ısınır. Çünkü her cm³ suyun 1 C° ısınması için 1 kalorilik enerji (ısı) gerekmektedir. Nemli toprak ısıdıktan (enerji biriktirdikten) sonra uydudan daha sıcak ortam olarak algılanabilir. Isınmamış nemli toprak ise tam tersine daha soğuk / serin olarak algılanır. Gözenekleri hava ile dolu kuru toprak ise enerjiyi depolayacak bir ek madde (su) içermediği için daha az ısınır (toprağın rengine bağlı olarak ısınma da farklıdır).

Toprağın emdiği güneş enerjisi ve yayımladığı sıcaklık bakımından önemli oluğu için farklı derinliklerden alınan toprak örneklerinde nem içeriği belirlenmiştir. Toprak örneklerinin alındığı derinliklerin seçilmesinde iki özellik önemle göz önüne alınmıştır:

- (1) Tuz kabuğunun kalınlığı
- (2) Uydudan algılanabilen toprak kalınlığı.

Tuz kabuğunun üst kısmı yaklaşık 2 mm, alt kısmı da yaklaşık 3 mm'dir. Bu sınır kesin değildir. Örnek alma derinlikleri 0,0-0,2, 0,2-0,5, 0,5-1,5, 1,5-2,5, 2,5-5,0, 5,0-10,0, 10,0-15,0 cm olarak seçilmiştir. Toprak örnekleri hacim örneği olarak alınmıştır. İnce katmanlar halinde alınan örnekler 1/5 m² yüzeyden 2 veya 3 mm veya 1 cm olarak falçata ile kesilip alınmıştır. Diğer örnekler ise hacim silindirleri ile alınmıştır.

3.4. Toprakların laboratuarda Analizi

Laboratuarda toprakların üç özelliği belirlenmiştir:

- (1) Toprağın nem içeriğinin belirlenmesi
- (2) Toprağın birim hacim ağırlıklarının belirlenmesi
- (3) Toprağın elektrik iletkenliğinin (tuzluluğunun) belirlenmesi.

Toprağın hacim ağırlığının ve içerdiği nem miktarının belirlenmesi için; önce topraklar serilip hava kurusu duruma gelene kadar beklenmiştir. Tuzlu olan topraklar çok güç kurumuşlardır. Hava kurusu haline gelmiş topraklar öğütülüp, 2 mm'lik elekten elenmiş ve örnek alınarak fırın kurusu (105 C°) ağırlıkları ve nem içerikleri belirlenmiştir. Tuz Gölü Havzası'ndaki yüksek sıcaklıklar ile kuru (kurutucu) rüzgârlar göz önüne alındığında, toprakların fırın kurusuna yakın değerlere kadar kuruduğu kabul edilebilir.

TABLO 1. Örnek alanlardaki toprakların birim hacim ağırlıkları ve bu hacimde içerdikleri su miktarları, elektrik iletkenliği (EC) değerleri

ÖRNEK DERİNLİĞİ cm	ÖRNEK HACİM lt	HAVA KURUSU AĞIRLIK VE NEM				FIRIN KURUSU AĞIRLIK VE NEM			TOPLAM NEM (1+2) gr/lt	ELEKTRİK İLETKENLİĞİ (EC) mmhos
		NEMLİ TOPRAK AĞIRLIĞI gr/lt	HAVA KURUSU AĞIRLIK gr/lt	(1) NEM gr/lt	NEM ORANI %	FIRIN KURUSU AĞIRLIK gr/lt	(2) NEM gr/lt	NEM ORANI %		
(1) TUZ KABUĞU (BEYAZ) KAPLI ALAN (n=3)										
0.0-0.2	1 lt	2682,20	2179,02	503,18	23,72	2084,55	94,46	5,17	597,65	25,40
0.2-0.5	1 lt	2360,71	2104,62	256,09	12,43	1983,24	121,38	5,24	377,47	24,43
0.5-1.5	1 lt	1142,79	999,72	143,07	14,42	937,74	61,98	6,57	205,06	21,10
1.5-2.5	1 lt	1336,73	1193,83	142,90	14,52	1128,33	65,50	5,82	208,39	17,56
2.5-5.0	1 lt	2024,62	1713,31	311,31	18,23	1620,15	93,17	5,78	404,48	17,16
5.0-10.0	1 lt	1954,54	1649,53	305,01	18,66	1588,78	60,75	3,93	365,77	11,48
10.0-15.0	1 lt	1997,85	1700,34	297,50	17,67	1647,64	52,70	3,21	350,22	9,08
(2) KARA TOPRAKLI (ISLAK) ALAN (n=3)										
0.0-0.2	1 lt	3467,97	2688,50	779,37	29,27	2561,77	126,73	4,97	906,10	26,20
0.2-0.5	1 lt	1832,91	1540,23	292,68	19,08	1486,14	54,09	3,68	346,77	25,70
0.5-1.5	1 lt	839,34	733,85	105,49	14,40	696,58	37,26	5,36	142,75	24,48
1.5-2.5	1 lt	973,05	826,41	146,64	17,71	785,08	41,32	5,27	187,96	22,37
2.5-5.0	1 lt	1640,29	1393,32	266,97	19,29	1327,80	65,51	4,84	332,48	20,82
5.0-10.0	1 lt	1697,51	1428,70	268,81	19,16	1353,81	74,89	5,44	343,70	18,86
10.0-15.0	1 lt	1844,70	1534,91	309,79	20,15	1481,83	53,07	3,53	362,87	14,26
(3) SARI TOPRAKLI ALAN (n=3)										
0.0-0.2	1 lt	2311,53	2027,10	283,43	14,16	1989,55	37,55	1,88	321,99	19,69
0.2-0.5	1 lt	1584,00	1455,57	115,10	8,12	1434,63	20,93	1,48	136,03	18,41
0.5-1.5	1 lt	1093,92	1043,39	50,39	4,87	997,65	45,73	4,59	91,12	12,16
1.5-2.5	1 lt	1052,90	982,39	70,51	7,18	953,62	28,76	3,01	99,27	11,08
2.5-5.0	1 lt	1952,08	1805,83	146,25	8,20	1778,31	27,52	1,57	173,77	8,00
5.0-10.0	1 lt	1301,92	1274,09	61,17	4,94	1217,88	56,21	4,63	117,38	6,83
10.0-15.0	1 lt	1845,01	1744,89	100,13	5,72	1446,22	80,66	5,35	180,79	6,00
(4) TUZ OTLARI İLE KAPLI ALAN (n=3)										
0.0-0.2	1 lt	3212,30	2782,07	430,23	15,48	2689,80	92,26	3,48	522,50	16,26
0.2-0.5	1 lt	2221,86	2055,73	166,12	8,09	1960,59	95,14	4,88	261,26	15,20
0.5-1.5	1 lt	997,84	937,49	60,35	6,44	905,03	32,45	3,54	92,80	12,97
1.5-2.5	1 lt	959,25	869,05	90,20	9,06	817,14	51,91	5,32	142,10	11,17
2.5-5.0	1 lt	1948,63	1703,58	218,05	13,10	1643,11	87,47	5,17	305,52	10,38
5.0-10.0	1 lt	1881,82	1592,81	289,01	18,17	1510,07	82,73	5,48	371,75	8,12
10.0-15.0	1 lt	1862,34	1512,14	350,20	23,14	1453,06	59,08	4,06	409,28	7,79
(5) OT KAPLI ALAN (OTLAR SIK) (n=1)										
0.0-0.2	1 lt	1141,85	1004,75	137,10	13,60	979,33	25,42	2,59	162,52	23,10
0.2-0.5	1 lt	1137,73	1036,20	101,53	9,80	1014,44	21,76	2,15	123,29	20,80
0.5-1.5	1 lt	903,28	846,78	56,50	6,67	822,56	24,22	2,94	80,72	13,43
1.5-2.5	1 lt	1170,62	1032,04	138,58	13,43	1004,59	27,45	2,73	166,03	6,78
2.5-5.0	1 lt	1671,00	1481,86	189,14	12,76	1440,52	41,34	1,82	230,48	4,60
5.0-10.0	1 lt	1751,32	1602,02	149,30	9,32	1520,16	81,86	5,39	231,16	2,48
10.0-15.0	1 lt	1826,52	1652,36	174,16	10,54	1576,35	76,01	4,83	250,17	2,11

AÇIKLAMA:

(1) Tabloda verilen değerler 1m² yüzeyde, 1 mm kalınlığında (1 lt) toprak içindir.

(2) Araziden alınan toprak örneklerinin nemi buharlaşmadan tartılmıştır.

(3) Nemli toprak – hava kurusu toprak = NEM 1 } TOPRAK NEMİ
Hava kurusu toprak – 105 C° fırın kurusu toprak = NEM 2 } (TOPRAK SUYU)

(4) DEĞERLER 3 ÖRNEK ALANIN ORTALAMASIDIR (n=3).

OT KAPLI ALANDA TEK ÖRNEK ALAN ALINABİLMİŞTİR (OTLARIN ARASINDA AÇIK YER AZLIĞI)

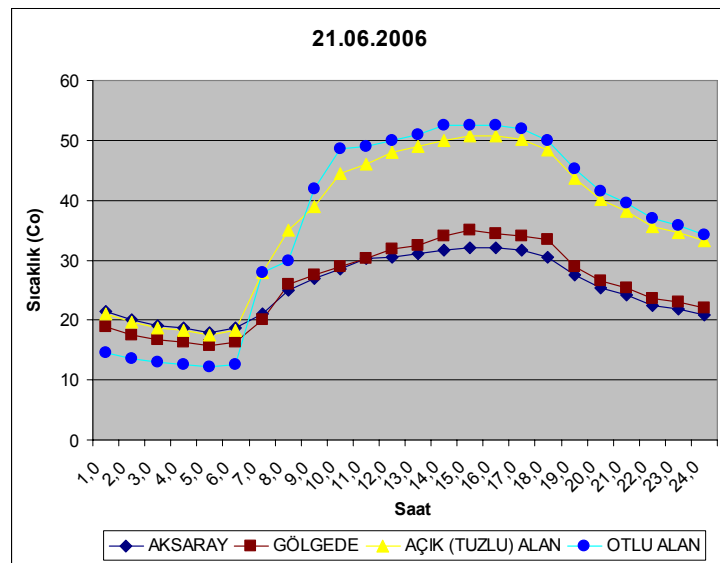
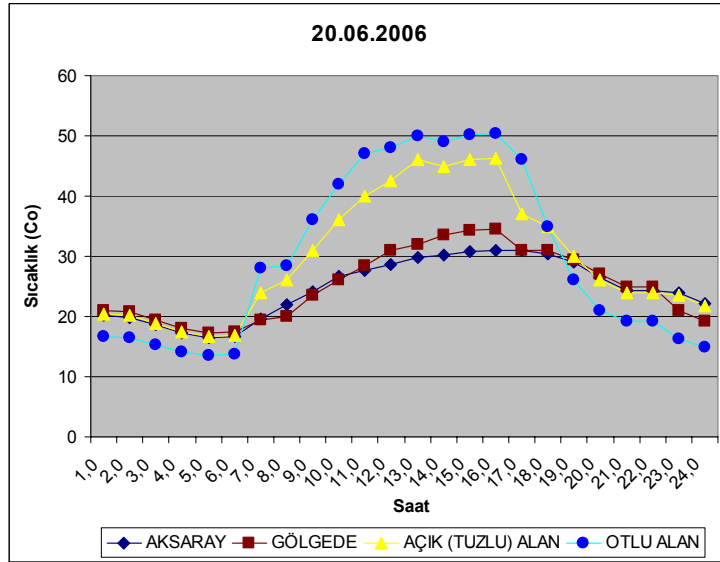
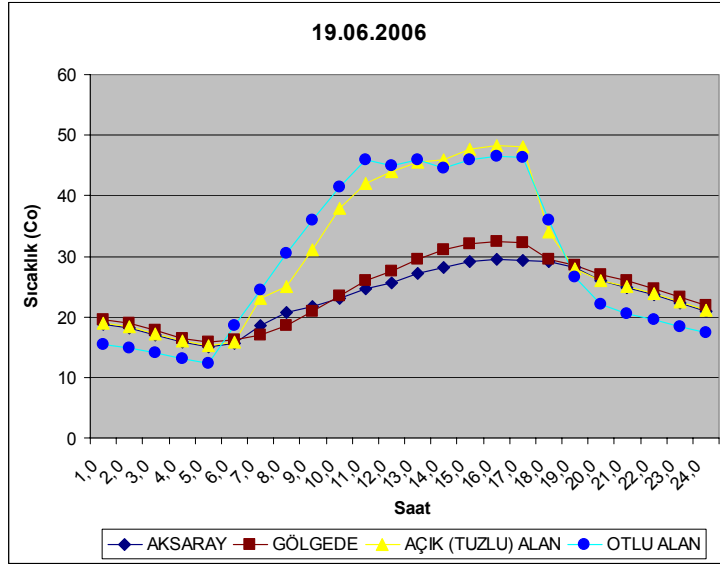
(5) Toprakların hacim ağırlıklarının yüksek olması tuz içeriğine bağlıdır.

TABLO 2. Tuz Gölü'nün batı yakasında gölgede, tuz kaplı alanda, ot kaplı alanda ölçülen sıcaklık değerleri (C°) ile Aksaray'da ölçülen sıcaklık değerleri (C°) ve 20.06.2006 günü saat 1030'da uydudan algılanan sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

SAAT	19.06.2006				20.06.2006				UYDUDAN ALGILANAN SICAKLIKLAR (10 ³⁰) İLE ÖLÇÜLEN SICAKLIKLARIN ORANLARI	21.06.2006			
	AKSARAY	GÖLGEDE	AÇIK (TUZLU) ALAN	OTLU ALAN	AKSARAY	GÖLGEDE	AÇIK (TUZLU) ALAN	OTLU ALAN		AKSARAY	GÖLGEDE	AÇIK (TUZLU) ALAN	OTLU ALAN
1,0	18,7	19,5	18,9	15,4	20,1	21,0	20,3	16,6	OTLU ALANDAKİ SICAKLIĞA ORANI	21,5	18,8	21,1	14,5
2,0	18,1	18,9	18,3	14,9	19,9	20,8	20,1	16,4		% 88,3 (39,3/44,5)	20,1	17,6	19,7
3,0	17,0	17,7	17,2	14,0	18,6	19,5	18,8	15,3	% 87,4	19,1	16,7	18,7	12,9
4,0	15,8	16,5	16,0	13,0	17,3	18,1	17,5	14,2	% 84,9	18,6	16,3	18,2	12,6
5,0	15,1	15,8	15,3	12,4	16,4	17,2	16,6	13,5	% 84,9	18,0	15,8	17,6	12,2
6,0	15,6	16,3	15,8	18,5	16,6	17,4	16,8	13,7	% 84,9	18,6	16,3	18,2	12,6
7,0	18,6	17,0	23,0	24,5	19,7	19,5	24,0	28,0	% 103,4 (39,3/38,0)	21,1	20,0	28,0	28,0
8,0	20,7	18,5	25,0	30,5	22,0	20,0	26,0	28,5	% 102,4	24,9	26,0	35,0	30,0
9,0	21,6	21,0	31,0	36,0	24,2	23,5	31,0	36,0	% 99,5	27,0	27,5	39,0	42,0
10,0	23,0	23,5	38,0	41,5	26,7	26,0	36,0	42,0	% 103,4 (39,3/38,0)	28,6	29,0	44,5	48,5
10,30					27,2	27,5	38,0	44,5	% 142,9 (39,3/27,5)				
11,0	24,7	26,0	42,0	46,0	27,7	28,5	40,0	47,0	% 141,4	30,2	30,2	46,0	49,0
12,0	25,7	27,5	44,0	45,0	28,7	31,0	42,5	48,0	% 137,4	30,5	31,8	48,0	50,0
13,0	27,2	29,5	45,5	46,0	29,8	32,0	46,0	50,0	% 137,4	31,1	32,5	49,0	51,0
14,0	28,2	31,0	46,0	44,5	30,1	33,5	45,0	49,0	% 137,4	31,6	34,0	50,0	51,8
15,0	29,2	32,1	47,6	46,0	30,8	34,3	46,0	50,1	% 137,4	32,1	35,0	50,8	52,6
16,0	29,6	32,5	48,3	46,6	31,0	34,5	46,3	50,4	% 134,5	32,1	34,5	50,8	52,6
17,0	29,4	32,3	48,0	46,3	31,0	31,0	37,0	46,0	% 131,6	31,7	34,0	50,2	52,0
18,0	29,1	29,5	34,0	36,0	30,4	31,0	35,0	35,0	% 131,6	30,5	33,5	48,3	50,0
19,0	28,1	28,5	28,0	26,5	29,0	29,5	30,0	26,0		27,6	29,0	43,7	45,3
20,0	25,9	27,0	26,0	22,0	26,5	27,0	26,0	21,0		25,3	26,6	40,1	41,5
21,0	24,8	26,0	25,0	20,5	24,4	24,9	24,0	19,3		24,1	25,4	38,2	39,5
22,0	23,6	24,7	23,8	19,5	24,4	24,9	24,0	19,3		22,5	23,7	35,7	36,9
23,0	22,2	23,2	22,4	18,3	24,0	20,9	23,6	16,2		21,8	23,0	34,6	35,8
24,0	21,0	21,9	21,2	17,3	22,1	19,3	21,7	14,9		20,9	22,1	33,2	34,3



- (1) TUZ KABUĞU KAPLI (BEYAZ) ALAN
- (2) KARA TOPRAKLI (ISLAK) ALAN
- (3) SARI TOPRAKLI ALAN
- (4) SEYREK OTLU ALAN
- (5) TUZ OTLARI KAPLI ALAN
- (6) DİKEN+OT KAPLI ALAN
- (7) OT KAPLI ALAN
- (8) ANIZ (BİÇİLMİŞ TARLA)



ŞEKİL 5.Tuz Gölü'nün batı yakasında açık alanda ve gölgede yapılan sıcaklık ölçmeleri ile Aksaray'da ölçülen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

4. BULGULAR

4.1. Toprakların Nem İçeriği ve Tuzluluğuna Ait Bulgular

(1) Açık alanda tuz kabuğu ile kaplı toprakta nem içeriği çok yüksektir. Ancak kara topraklı alanda nem içeriği daha da fazladır. Kara topraklı alan ıslaklığa çok yakın (ıslak sayılabilecek) nemliliktedir. Buna karşılık toprakların nem içerikleri tuz bitkileri ile (seyrek) kaplı alana ve ot ile kaplı alana gidildikçe azalmaktadır (Bkz. Tablo 1).

(2) Toprağın nem içeriğinin artması tuz içeriği ile bağlantılıdır. Ot ile kaplı alandaki otların arasında bulunabilen açıklıktan alınan örnek alanda toprak yüzeyi tuzdan hafifçe beyazlanmıştır. Bu örnek alanda da yüzeydeki tuz miktarı yüksektir (Bkz. Tablo 1).

(3) Toprak taban suyu ile beslenmektedir. Bir gün önce buharlaşma ile kaybedilen toprak suyunun yerini gece kapillar gözeneklerden yükselen taban suyu almaktadır. Ancak kil türündeki topraklarda yüzeyden buharlaşan suyun yeri hemen doldurulamamaktadır. Kil topraklarının ince gözeneklerinden suyun yükselmesi daha yavaştır. Bu sebeple toprak kesitindeki su içerikleri farklıdır.

4.2. Sıcaklık Ölçmeleri

Aksaray Meteoroloji İstasyonu İle Arazide Gölgede Ölçülen Sıcaklığın Karşılaştırılması

Aksaray meteoroloji istasyonunda ölçülen sıcaklık değerleri ile arazide gölgede ölçtüğümüz sıcaklık değerleri birbirine çok yakındır (Bkz. Tablo 2). Aradaki fark günün saatlerine göre %100 ile - %10 ve + % 10 arasında değişmektedir (Bkz. Tablo 2).

Açık alanda ölçülen sıcaklık değerleri Aksaray'a göre ve gölgedeki sıcaklık değerlerine göre çok farklıdır. Bu fark % 71'e kadar artmaktadır (% 171) (Bkz. Tablo 2 ve Şekil 5).

Uydudan Algılanan Yüzey Sıcaklıkları

Uydudan Algılanan Yüzey Sıcaklıkları 8 farklı alanda belirlenmiştir. Bu alanlar aşağıda niteliklerine göre sıralanmışlardır:

- (1) Tuz Kabuğu Kaplı (Beyaz) Alan
- (2) Kara Topraklı (Islak) Alan
- (3) Sarı Topraklı Alan
- (4) Seyrek Otlı Alan
- (5) Tuz Otları Kaplı Alan
- (6) Diken+Ot Kaplı Alan
- (7) Ot Kaplı Alan
- (8) Anız (Bıçılmış Tarla)

Bu örnek alanlarda uydudan algılanan sıcaklık değerleri Tablo 2' de verilmiştir. Uydudan algılanan sıcaklık değerleri ve tuz kabuğu ile kaplı açık alanda ölçülen sıcaklık değerleri arasında % 99,5'lik bir uyum ile - %4,8 ve + % 2,4 arasında farklılıklar bulunmuştur (Bkz. Tablo 2).

Uydudan algılanan yüzey sıcaklıklarının tuz kabuğu ile kaplı alandan (39,3 C°), ot ile kaplı alana (ve anız ile kaplı tarlaya) (36,2 C°) kadar 3,1 C°'lik değişimi dikkat çekicidir. Yüzeyi ıslaklık derecesine kadar nemli olan tuz kabuğu ile kaplı alan

ile kara topraklı alanda yüzey sıcaklığı (yayımlanan sıcaklık) 38,9 – 39,3 C° arasında ölçülmüştür. Yüzeyinde diken + ot kaplı alanda yüzey sıcaklığı 37,0 C°, yüzeyi ot (veya anız) kaplı alanda yüzey sıcaklığı 36,2 C° ölçülmüştür. Bu ölçme serisinde toprak suyu / yüzey sıcaklığı ilişkisi, gözenekleri su ile dolu olan toprağın daha fazla güneş enerjisini depolayabildiğini (ısındığını) göstermektedir. Gözenekleri hava ile dolu topraklar daha az güneş enerjisi depolamışlardır. Bu ilişki ölçme yapılan tarihe ve yere (Tuz Gölü kıyısı) bağlı bir ilişkidir. Çünkü 20.06.2006 tarihinde güneş doğar doğmaz hava hızla ısınmış ve saat 10³⁰'da (uydu geçiş saati) sıcaklık gölgede 27,2 C°'ye ulaşmıştır (Tablo 1 ve 2' yi karşılaştırınız).

Uydudan Algılanan Parlaklık Değerleri İle Yeryüzü Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Uydudan algılanan parlaklık değerleri yüzeye gelip yansıyan güneş ışınlarını farklı renk dalga boylarında ölçebilmemizi sağlamaktadır. Tablo 3'te 8 arazi yüzeyinden yansıyan parlaklık değerleri verilmiştir. Farklı dalga boylarında okunan parlaklık değerleri farklı yüzey özelliklerine göre değişmektedir. Ancak dikkatimizi çeken TM1 (0,45-0,52 µm) bandındaki parlaklık değerlerinin yüzey özelliklerine göre değişimidir. Açık alanda 148,8, 156,4, 166,6 gibi yüksek parlaklık değerlerine karşılık, otlarla kaplı alanlar ile anızda parlaklık değerleri 110,6, 110,8, 111,8, 117,2 olarak okunmuştur (Tablo 3 ve Şekil 6). Sadece tuz otları ile kaplı alandaki parlaklık değeri 154,2 (141-165) olup, açık alan parlaklık değerleri arasındadır. Bu yüksek parlaklık değerinin sebebi tuz otlarının yaprakların yüzeyindeki beyaz tuz kristalleridir (Tuz kristalleri büyüteç ile görülebilmektedir). Tuz otlarının yapraklarının yüzeyindeki tuz kristalleri diğer bantlarda da parlaklık değerini yükseltmektedirler.

5. SONUÇ

(1) Yapılan bu ön çalışmanın asıl amacı yatay düzlemde yan yana yer alan farklı özellikteki yüzeylerin yayımladıkları sıcaklık değerleri ile (uydudan algılanabilen), yer ölçmelerinin karşılaştırılmasıdır. Bu karşılaştırmada önemli ve uyumlu bir ilişki elde edilmiştir (Bkz. Tablo 2).

(2) Uydudan algılanan ve açık alanda yeryüzünde ölçülen sıcaklık değerleri ile gölgede ölçülen sıcaklık değerleri arasında da bir dönüştürme yapılabilecek değerler ve oranlar elde edilmiştir (Tablo 2).

(3) Yeryüzünde yapılan sıcaklık ölçmelerinin açık alan ile otlı alan arasında önemli farklar gösterdiği sayısal olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Otların arasında hava hareketlerinin azalması yüzeydeki sıcaklığın artmasına sebep olmaktadır. Ot gölgesi ise sıcaklığın daha düşük ölçülmesini sağlamaktadır. Otlar arasında ölçülen yüzey sıcaklığının uydudan algılanan yüzey sıcaklığı ile ilişkisi daha düşüktür (Tablo 2).

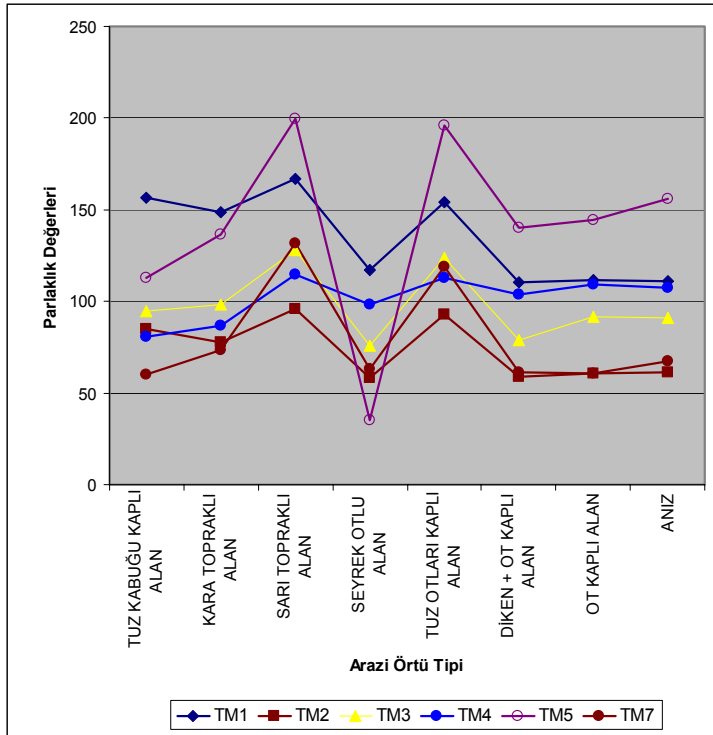
(4) Toprağın su içeriği (yüzeydeki toprakta) ölçme yapılan (Tuz Gölü kenarındaki) alanda toprağın daha fazla ısınmasına ve daha yüksek yüzey sıcaklığı yayımlanmasına sebep olmuştur (Tablo 1 ve 2'yi karşılaştırınız). Buna karşılık yüzey toprağı daha kuru olan ot kaplı alan ile anızda toprak daha az ısınmış ve daha düşük sıcaklık yayımlamıştır.

(5) Parlaklık değerleri yardımı ile yüzey özelliklerinin kavranması için sadece yeryüzü şekli, bitki örtüsü nitelikleri yetmemektedir. Bitki yapraklarının yüzeyindeki tuz mineralleri de parlaklık değerlerini etkilemektedir.

(6) Bütün bu değerlendirmeler Tuz Gölü çevresindeki arazide farklı yüzey özelliklerine göre geçerli sayılmalıdır.

TABLO 3. Tuz Gölü'nün batı yakasındaki ölçme alanında farklı arazi yüzeylerinin parlaklık ve yayımladığı sıcaklık değerleri

ALAN Ölçme Sayısı	TM1 MAVİ 0,45-0,52 µm	TM2 YEŞİL 0,52-0,60 µm	TM3 KIRMIZI 0,63-0,69 µm	TM4 YAKIN K.Ö. 0,76-0,90 µm	TM5 ORTA K.Ö. 1,55-1,75 µm	TM7 ORTA K. Ö. 2,08-2,35 µm	SICAKLIK (C°)
TUZ KABUĞU KAPLI ALAN	156,4 (156-162)	84,8 (81-87)	94,6 (93-97)	80,6 (80-82)	113 (108-120)	60 (56-65)	39,3
KARA TOPRAKLI ALAN	148,8 (146-156)	77,6 (77-78)	98,2 (97-100)	86,8 (82-89)	136,6 (128-151)	73,4 (65-85)	38,9
SARI TOPRAKLI ALAN	166,6 (165-168)	96 (95-98)	128 (127-128)	114,8 (114-116)	199,8 (199-205)	131,4 (125-135)	37,8
SEYREK OTLU ALAN	117,2 (114-120)	58,4 (57-60)	75,8 (74-79)	98,4 (90-107)	35 (131-137)	63,4 (62-66)	37,8
TUZ OTLARI KAPLI ALAN	154,2 (141-165)	93 (89-96)	123,6 (121-126)	112,8 (109-118)	196,2 (190-203)	119,2 (111-128)	37,8
DİKEN + OT KAPLI ALAN	110,6 (110-111)	58,6 (58-59)	78,6 (76-83)	103,8 (102-105)	140,4 (133-148)	61,4 (56-67)	37,0
OT KAPLI ALAN	111,8 (111-112)	60,8 (60-62)	91,8 (91-92)	109,2 (106-113)	144,6 (143-144)	60,8 (59-66)	36,2
ANIZ	110,8 (110-112)	61 (61-61)	91,2 (90-92)	107,4 (105-113)	156 (144-161)	67,2 (59-70)	36,2



ŞEKİL 6. Tuz Gölü'nün batı yakasında 8 farklı arazi yapısında uydu görüntüsünde ölçülen parlaklık değerleri

(7) Haziran 2006'da yapılmış olan ölçmelerin gelecek yıllarda ve farklı aylarda yapılması, elde edilen bilgilerin daha güvenilir olmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Ekerin, S., 2007. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu ile Tuz Gölü ve Yakın Çevresinin Zamana Bağlı Değişim Analizi. *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, pp. 172.

Kantarci, M.D., 2006. Effects Of Climate Change and Aridity On Ergene River Basin Water Productivity, International Conference on Climate Change and Middle East: Past, Present and Future, Istanbul, Turkey, 20-23 November 2006, pp. 246-258.

Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., Chipman, J.W., 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Wiley New York.

Örmeci, C., 1987. Uzaktan Algılama (Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri), İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.

Örmeci, C., Ekerin, S., 2005. Water Quality Monitoring using Satellite Image Data: A case study at the Salt Lake, Turkey, 11th SPIE International Symposium on Remote Sensing, Bruges, Belgium, September 2005, 59770K1-59770K11.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, Proje No: 105Y283) tarafından desteklenmiştir.