

KONYA KAPALI HAVZASINDA UZAKTAN ALGILAMA VE CBS TEKNOLOJİLERİ İLE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KURAKLIK ANALİZİ

O. Orhan^a, S. Ekercin^b

^aSelçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 42750,Konya(osmanorhan44@gmail.com)

^bAksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 68100, Aksaray(ekercin@gmail.com)

ANAHTAR KELİMELER: Konya Kapalı Havzası, Uzaktan Algılama, AYS, SBİ, BDİ.

ÖZET:

Konya Kapalı Havzasındaki doğal kaynakların etkin ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlamak, tarım faaliyetlerinde sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla bu çalışma kapsamında; Landsat 5-TM görüntüleri yardımıyla 28 yıllık bir periyotta bölgenin yüzey sıcaklık, kuraklık haritaları oluşturulmuş. Proje kapsamında 1984, 1989, 1998, 2003, 2007 ve 2011 yıllarına ait 29 adet Landsat-5 TM uydu görüntüsü temel veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu uydu görüntüleri öncelikle geometrik ve radyometrik olarak düzeltilmiştir. Daha sonra, düzeltilmiş uydu görüntüleri ile 1984, 1989, 1998, 2003, 2007 ve 2011 yıllarına ait 5 tam çerçeve TM görüntüleri kullanılarak 6 yıla ait mozaik uydu görüntüleri elde edilmiştir. Elde edilen bu görüntülerden indeks görüntülerinin oluşturulması aşamasına geçilmiştir. Oluşturulan Arazi yüzeyi sıcaklığı (AYS), Bitki Durum İndeksi (BDİ), Sıcaklık – Bitki İndeksleri (SBİ) değerlendirildiğinde sonuç olarak Konya kapalı Havzasında 1984 ve 2011 yılları arasında yüzey sıcaklık değerlerinin 2.00-3.00 °C arasında yükseldiği saptanmış. BDİ' ne göre belli bölgelerde yaz kuraklığı etkisinde artış olduğu, son yıllardaki yağışlardaki artış bölgenin nefes almasını sağlamış olsa da yeni bir kurak dönemin gelmesi çok muhtemel olarak görüldüğü söylenebilir.

KEY WORDS: Konya Closed Basin, Remote Sensing, LST, TVX, VCX.

ABSTRACT:

Twenty-nine images taken by Landsat-5 TM satellite were used as the basic data source. These raw images were taken in 1984, 1989, 1998, 2003, 2007 and 2011. Firstly, those raw images were corrected radiometric and geometrically within the scope of project. Six mosaic images were obtained by using the full-frame images of Landsat-5 TM which had been already transformed comparison each other. Then, Land Surface Temperature (LST), Temperature Vegetation Index (TVX) and Vegetation Condition Index (VCX) maps have been produced to determine the dimension of the drought. The obtained results showed that surface temperature rates in the basin increased 2.00-3.00°C between 1984 and 2011. According to VCI, the effects of summer drought increases in certain period. Besides according to SPI, meteorological drought indicates itself in certain periods. In addition to these (negative) results, it seems that the most important problem is the uncontrolled use of ground water resources in the region.

1. GİRİŞ

Yeryüzünün yüzey enerji dengesi, atmosferik durum ve yüzeylerin termal özellikleri, arazi yüzey sıcaklığı (AYS)'nı dramatik şekilde etkiler (Srivastava, vd., 2009). AYS, atmosfer ve arazi arasında malzeme alışverişi, hava tahmini, küresel okyanus-akış dengesi ve iklim değişikliğinde, enerji içeren birçok çevre modellerinde en önemli parametrelerden biridir. Dünya'nın iklim değişikliğinde meydana gelen küresel ve yerel değişimler, sanayi dönemi öncesinden günümüze devam etmektedir. Değişikliklerin bazıları doğal olaylar ve bazıları insan aktivitelerinden (sera gazı) dolayı meydana gelmektedir. Kuzey Yarımküre'de, ılıman bölgelerde iklim değişiklikleri nedeniyle yıllık ortalama sıcaklık 1.4°C artmıştır ve aynı zamanda yakın gelecekte bu artışın 2.5°C'ye ulaşması beklenmektedir. Günümüzde sıcaklıklardaki ortalama yıllık artış 1.4°C iken yazın sıcak ayları boyunca 2.5°C 'ye kadar net bir artış olmaktadır. Bitki yapraklarındaki terleme yükselirken, toprak ve su yüzeyindeki buharlaşma artışı gözlenmektedir. Atmosferik karbondioksit 2005'te 379 ppm'e ulaşması, buzulların erimesi ve okyanuslardaki kasırga büyüklük frekanslarının artmasına yol açmıştır. (Solomon,2007; Kantarcı, 2006; Tokgöz ve Kantarcı, 2001).

Uzaktan Algılama, arazi yüzey koşulları hakkında güncel, doğru ve detaylı bilgi sağlamak önemli bir veri kaynağıdır. Uydu görüntüleri birçok uygulamada kullanılabilir. Bunlar; maden araştırmaları, okyanus akıntılarının izlenmesi, yeryüzü

planlaması, ormanların güncel durumlarının incelenmesi ve tarımsal alanlardaki analizlerdir (Pardo-Iguzquiza, vd.,2010; Owen, vd.,1998). Bu teknoloji ayrıca çok zamanlı uydu görüntüleri ve elektromanyetik spektrumun kızılötesi ve termal bölgelerini kullanarak kuraklıktan etkilenmiş alanların belirlenmesi ve ölçümünde kullanılabilir (Pozdnyakov, vd., 2005). Termal veriler ilgili bölgelerin çok zamanlı AYS haritalarının oluşturulmasında başarıyla kullanılır. AYS'nı gözlemek, artan atmosferik sera gazları ve arazi yüzey sıcaklığı arasındaki ilişkiyi anlamak ve Dünya'nın su ve bitki örtüsü kaynaklarındaki artan arazi yüzey sıcaklığındaki artışın etkisini analiz etmek açısından önemlidir. AYS ayrıca tarımsal alanların su gereksinimini belirlemek ve sulama planlamasını yönetmek için değerli bir bilgi kaynağıdır.

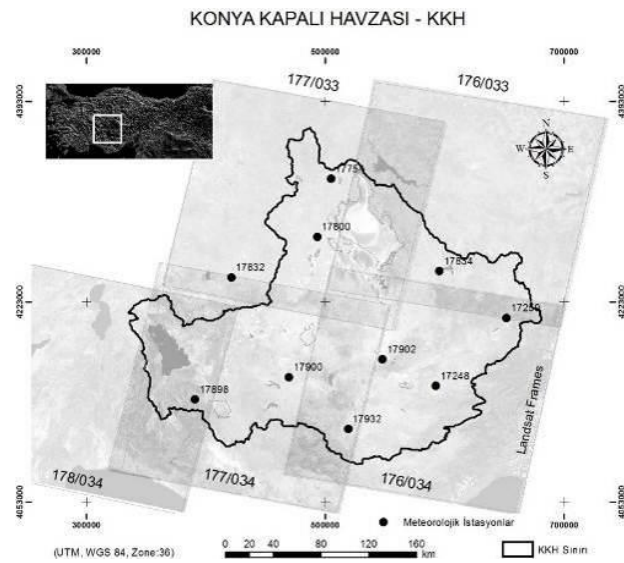
Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI), bitki örtüsü durum indeksi (BDİ), sıcaklık bitki örtüsü indeksi (SBİ) ve arazi yüzey sıcaklığı (AYS), kuraklığın zamansal olarak değişimini belirlemek ve kuraklık izlenmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Arnold, vd. 1996; Ji ve Jensen, 1999; Ward, vd. 2000; Voogt ve Oke, 2003; Gupta, vd. 1997; Falahatkar, vd. 2011; Rajasekar ve Weng, 2009; Carlson, vd. 1977; Hung, vd. 2006; Carnahan ve Larson, 1990).

Bu çalışmada çok zamanlı Landsat- 5 TM görüntüleri kullanılarak Konya Kapalı Havzası'nda görülen kuraklığın bölgeye etkilerinin izlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL METOD

2.1. Çalışma Alanı

KKH, Orta Anadolu bölgesinde 36°51'-39°29' enleminde, 31°36'-34°52' boylamında ve yaklaşık 1000 m rakımındadır. Havza 5.426.480ha alan kapsar (Türkiye'nin toplam yüzölçümünün yaklaşık %7'si) ki bu da Hollanda'dan daha büyük bir alan demektir. Havzada 11 adet sulak bölge (göl, bataklık) vardır; Samsam, Kozanlı, Kulu, Beyşehir, Suğla, Tersakan, Tuz gölleri ve Ereğli, Hotamış bataklıklarıdır. Orta Anadolu platosunda 900-1500 m rakımındaki pürüzsüz bir yüzey olarak oluşmuştur. Türkiye'nin en büyük kapalı havzası olan KKH, 3 milyon insan yaşamaktadır. Bunların %45'i kırsal, %55'i ise kentsel bölgelerde yaşamaktadır



Şekil 1. Çalışma Alanının Yerleşimi

KKH'ndaki tarımsal gelir, %9.2 oranında tahıl, %6.2 oranında fasulye ve %8.5 oranında endüstriyel ürün olan şeker pancarından sağlanır. Havzada yetersiz drenaj ve yüksek yer altı suyu seviyesi, sulama ve kurak iklim şartlarının baskın olması sonucunda bölgedeki toprak genellikle alüvyonlu ve tuzlu karakteristiğe sahiptir. Havza'nın suyu drenaj durgun su, bataklık ve yarı bataklık yerlerde tükenir. Bu geniş havzadaki büyük nehir eksikliği, sınırlı yağmur suları ve yüksek buharlaşma oranları, kapalı havzalarda az rastlanan bir uygun su dengesi oluşturur. Havza'nın merkezindeki sığ göl ve bataklıklar, bölgedeki küçük nehir akıntılarından beslenir. Havza'nın iklim karakteristikleri güneyinde Akdeniz iklimi, merkezi ve kuzeyine doğru kurak iklim, havzanın güneydoğusunda yer alan Karapınar ve civarında ise çöl iklimi görülür. Havza'daki yağış genellikle kış ve ilkbahar mevsimlerinde gözlenmiştir (Durduran, 2010).

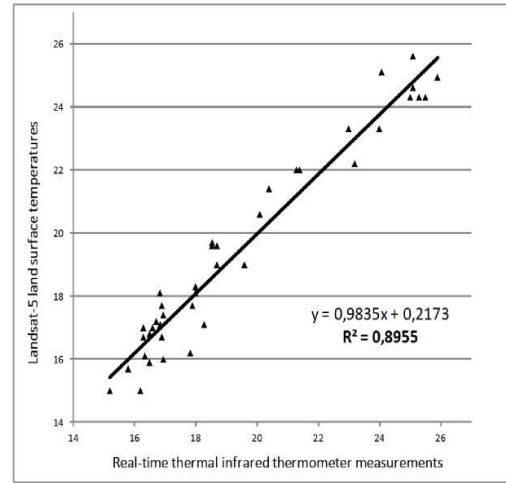
2.2. Arazi Çalışması

2011 yılı Ağustos ayı içerisinde yapılan arazi çalışmasında, Landsat-5 uydusunun 21.Ağustos.2011 (Saat: 08:21) tarihinde (Path/Row: 177/033) Tuz Gölü üzerinden üst geçişi ile eş-zamanlı (saat 07:00-10:00) olarak sıcaklık ölçmeleri yapılmıştır. Sıcaklık ölçmelerinin gerçekleştirilmesi aşamasında özellikle farklı arazi örtü tipleri (Tuz, nemli kum-toprak, tuzlu toprak, nadas tarla) üzerinde infrared termometre ile her noktada 45 tekrarlı olmak üzere toplam 50 ayrı noktada sıcaklık ölçmesi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Sıcaklık ölçmeleri gerçekleştirilen noktalar

Eş-zamanlı yersel ölçmeler ve uydu verileri (Landsat-5 TIR) arasındaki ilişki Şekil 3.'te gösterilmektedir. Regresyon sonuçları çalışma alanı için ölçülen ve Landsat-5 TIR verisinden dönüştürülen değerlerin, son derece uyumlu olduğunu ($R^2=0.90$) göstermektedir. Bu noktada, eş-zamanlı (aynı gün ve saatlerde) yapılan ölçmelerin yer ve uydu verileri arasındaki tutarlılığı artırdığı söylenebilir. Korelasyon analizleri, infrared termometre ölçmelerinden elde edilen ortalama değerler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada sıcaklık ölçmelerinin minimum ve maksimum değerleri de test edilmiştir. Sonuçlar, minimum ve maksimum sıcaklık değerleri kullanmanın ciddi bir farklılık getirmediğini göstermiştir ($R^2_{\text{mean}}:0.8955$; $R^2_{\text{min}}:8933$; $R^2_{\text{max}}:8983$).



Şekil 3. Yersel infrared termometre ölçmelerinden ve uydu görüntüsünden (termal kızılötesi band) elde edilen sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

176/33	176/34	177/33	177/34	178/34
30.08.2011	29.07.2011	21.08.2011	21.08.2011	28.08.2011
19.08.2007	19.08.2007	10.08.2007	25.07.2007	17.08.2007
08.08.2003	08.08.2003	15.08.2003	15.08.2003	22.08.2003
26.08.1998	26.08.1998	01.08.1998	01.08.1998	08.08.1998
09.08.1989	09.08.1989	16.08.1989	16.08.1989	-
03.08.1984	03.08.1984	26.08.1984	26.08.1984	16.07.1984

Çizelge 1. KKH ait Landsat-5 TM görüntü listesi

2.3. Landsat Verisi ve Görüntü İşleme

İklim verileri ile birlikte çok zamanlı Landsat görüntüleri, çalışma bölgemizde yer alan sulak alanlarda ve göllerde kuraklık etkisinin boyutunu belirlemek için kullanılmıştır (Çizelge 1). 21.Ağustos.2011 (saat 8:21) tarihinde alınan bir bulutsuz Landsat eş-zamanlı uydu görüntüsü uzaktan algılama verisi olarak kullanılmıştır. Landsat-5 TM algılayıcısının görünür-yakın kızılötesi bölgesinde-VNIR (0.45-0.52µm, 0.52-0.60µm, 0.63-0.69µm ve 0.76-0.90µm-30m) dört spektral bandı, kısa dalga kızılötesi-SWIR (1.5-1.75µm ve 2.08-2.35µm-30m'de) iki bandı ve bir band termal kızılötesi-TIR bandı mevcuttur (10.4-12.5 µm-120m).

Görüntü işleme adımında, uydu uzaktan algılama verisi, UTM projeksiyonu ve WGS84 projeksiyonuna referanslandırılmıştır. 5m mekansal çözünürlüğe sahip SPOT-5 pan uydu verisi ve 1:25.000 ölçekli standart topografik haritalar yer kontrol noktalarının elde edilmesinde kullanılmıştır. Çalışmanın Erdas Imagine ve ArcGIS yazılım paketleri kullanılarak gerçekleştirilen bu aşamalarında, en yakın komşuluk ve 2. dereceden polinomlar (yeniden örnekleme yöntemi) kullanılmıştır. Daha sonra Landsat-5 mozaik görüntüleri hazırlanmış ve KKH'nı kapsayan temel veri olarak kullanılmıştır. Geniş alan kaplayan Landsat görün mozaiklerinin oluşturulması için birçok yöntem ve yazılım yaygın olarak kullanılmaktadır (Du, vd., 2001; Kim, vd., 2007). Bu çalışmada, ERDAS Imagine© yazılımı "Image Mosaicing" algoritması kullanılmıştır

2.3.1. AYS

AYS haritalarının üretimi aşamasında Ağustos aylarında algılanmış Landsat-5 TM (1984, 1989, 1998, 2003, 2007 ve 2011) görüntüleri kullanılmıştır. Öncelikle, uydu görüntülerinin birbirleri ve yersel infrared termometre ölçmeleri ile karşılaştırılabilmesi için radyometrik olarak düzeltilmiştir (Joshi ve Bhatt, 2012).

Radyometrik düzeltme işleminin amacı, verilerin karşılaştırılabilir hale getirilmesi için DN değerlerinin AYS değerlerine dönüştürmektir. 1 numaralı denklem, DN değerlerinin spektral radyans değerlerine dönüştürülmesi için kullanılmaktadır:

$$L\lambda = L_{min} + (L_{max} - L_{min}) * DN / 255 \quad (1)$$

burada;

- L = Spectral radyans,
- L_{min} = 1.238 (Spectral radyans of DN value 1),
- L_{max} = 15.600 (Spectral radyans of DN value 255),
- DN = Piksel parlaklık değeri.

Bir sonraki aşama, uydu verilerini yersel infrared termometre (AYS) ölçmeleri ile karşılaştırılabilir hale getirmek için kullanılmaktadır. Bu aşamada spektral radyans değerlerini AYS değerlerine dönüştürmek için 2 numaralı denklem kullanılmıştır.

$$T_b = K_2 / \ln((K_1/L\lambda) + 1) \quad (2)$$

burada;

- K₁ = Kalibrasyon sabiti (607.76),
- K₂ = Kalibrasyon sabiti (1260.56),
- T_b = Yüzey Sıcaklığı

- T_b = T_b - 273 (Kelvin den dereceye dönüşüm)

2.3.2. NDVI

NDVI, uzaktan algılama verilerinin karşılaştırılması için kullanılan basit bir sayısal göstergedir. NDVI, elektromanyetik spektrumun yakın kızıl ötesi ve kırmızı bölgelerinde algılanan enerjinin oranlaması ile elde edilir. Bu bantların kullanılmasının nedeni, yeşil bitki örtüsündeki klorofilin gelen enerjiyi yutmasından ve yüzeydeki bitki yoğunluğundan etkilenmeleri nedeniyledir. Ayrıca, yakın kızıl ötesi bantta bitki ve toprak arasındaki ayırım maksimumdur (Cai, vd. 2010). NDVI, aşağıda verildiği gibi hesaplanır:

$$NDVI = \frac{NIR - red}{NIR + red} \quad (3)$$

2.3.3. BDİ

BDİ iklim bileşeni hakkında miktar olarak yorumlamaya yardımcı olur ve aşağıda verildiği gibi tanımlanır:

$$BDİ = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \quad (4)$$

burada; NDVI, NDVI_{max} and NDVI_{min}, sırasıyla; yumuşatılmış haftalık veriler, çok zamanlı maksimum NDVI ve çok zamanlı minimum NDVI değerleridir. BDİ, karşılık gelen bitkinin en iyiden en kötü durumuna göre 0 dan 100 e kadar değişir. Bu teknik, termal bölgede algılanan enerji parlaklık değerlerine dönüştürülmesi ve NDVI oranlanması ile geliştirilmiştir. Bitki sağlığının tahmin edilmesi ve kuraklık analizi çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Singh, vd. 2003).

2.3.4. SBİ

SBİ, AYS değerlerini ve NDVI değerlerini birleştirir ve aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$SBİ = \frac{NDVI}{LST} \quad (5)$$

NDVI ve AYS nin birleşimi, yüzey sıcaklığının durumu ve kuraklık arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasında kullanılabileceğini ispat etmiştir. NDVI ve AYS oranının, yani SBİ, birçok arazi örtüsü için toprak nem içeriği ile yakından ilişkili olduğu ispat edilmiştir. Yapılan çalışmalar SBİ'nin, kuraklık etkisinin bölgesel ölçekte değerlendirilmesi için hızlı ve etkili bir gösterge olduğunu işaret etmektedir (McVicar ve Biernirch, 2001).

3. İNDEKS HARİTALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Yersel sıcaklık ölçmeleri ile Landsat-5 TM (Ağustos, 2011) uydu görüntüsünden elde edilen AYS değerlerinin ilişkilendirilmesi işlemleri ile elde edilen yer ve uydu verileri arasındaki yüksek korelasyon, uydu görüntüsü parlaklık değerlerinin uygun yöntemlerle dönüştürülmesi ile elde edilen AYS değerlerinin güvenilir bilgi sağladığını göstermiştir. Çalışma alanına ait AYS değişimlerinin incelenmesi çok

zamanlı Landsat-5 TM verilerinden elde edilen AYS görüntüleri kullanılmıştır.

Şekil 4'de farklı yıllara ait uydu görüntülerinden elde edilen AYS haritalarını göstermektedir. KKH'ndaki AYS değerleri 1984 yılından 2011 yılına kadar çok ciddi değişimler göstermiştir. İncelenen 6 yıl arasında 1984 yılı tüm havza için en serin yıl olarak saptanmıştır. Havzanın çoğu bölgesinde sıcaklık değerleri 36°C'den daha düşüktür. Bu yılda havzadaki su gövdeleri daha düşük sıcaklık değerlerine sahiptir. Tuz Gölü ve diğer su yapılarının yüzey sıcaklıkları çoğunlukla 21°C'den daha düşüktür. Genellikle Havzanın güney ve güneydoğu bölgelerindeki yüzey sıcaklıkları daha yüksektir. Bu bölgeler, karasal iklimden Akdeniz ya da çöl iklimine geçiş bölgeleridir.

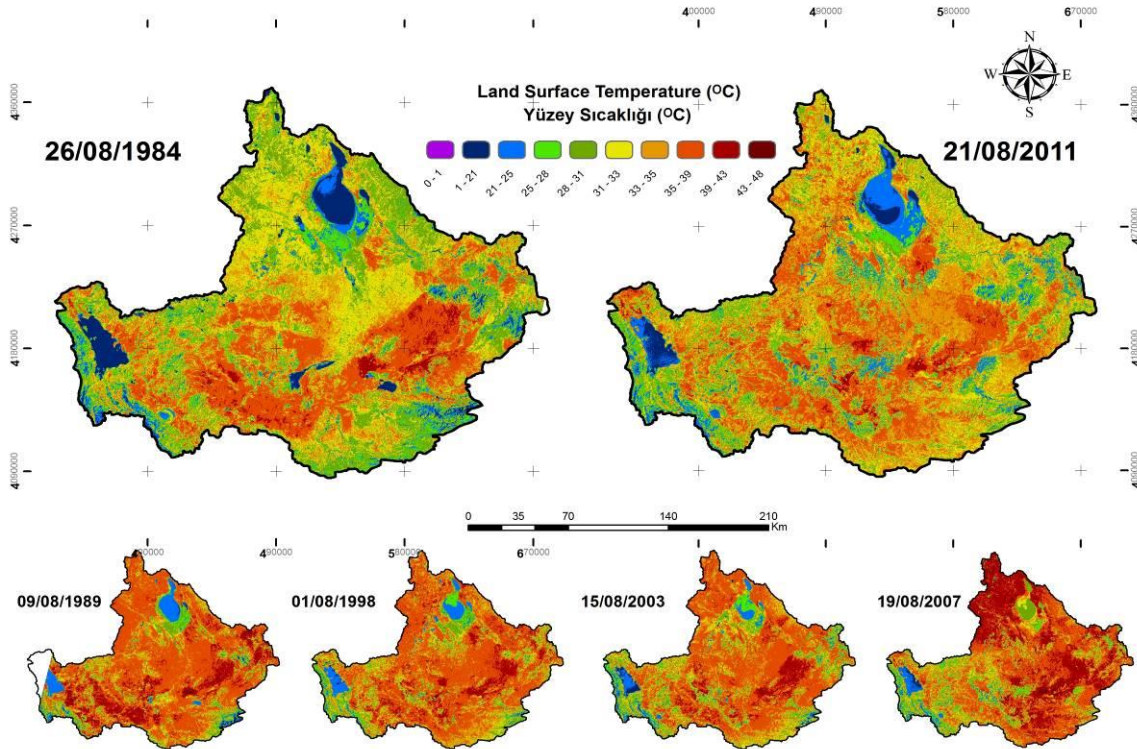
Bu nedenle daha yüksek sıcaklık değerleri beklenir. Şehir ısı adası etkisinden dolayı daha yüksek sıcaklıkların beklendiği en önemli metropoliten alanlar (Konya gibi) bu bölgededir.

Havza genelinde 1984 ve 2007 yılları arasında, kademeli bir yüzey sıcaklığı artışı kolaylıkla fark edilmektedir. 2007 yılına ait AYS haritası, diğer yıllara kıyasla en yüksek sıcaklık değerlerine sahiptir. Özellikle Havza'nın kuzey bölümünde 2007 yılında daha yüksek sıcaklık değerleri görülmektedir. 2007 yılı Ağustos ayında, açık alanlardaki daha yüksek sıcaklık değerlerine ek olarak Tuz Gölü yüzey sıcaklığı da 27 °C ve 33 °C arasındadır. 2007 yılına ait AYS haritası çalışma alanı içerisinde kuraklık hakkında yararlı bilgi sağlamaktadır. Diğer yıllara nazaran Ağustos 2007'de daha yüksek hava sıcaklıklarının elde edildiği iklim verilerinin analizi ile elde

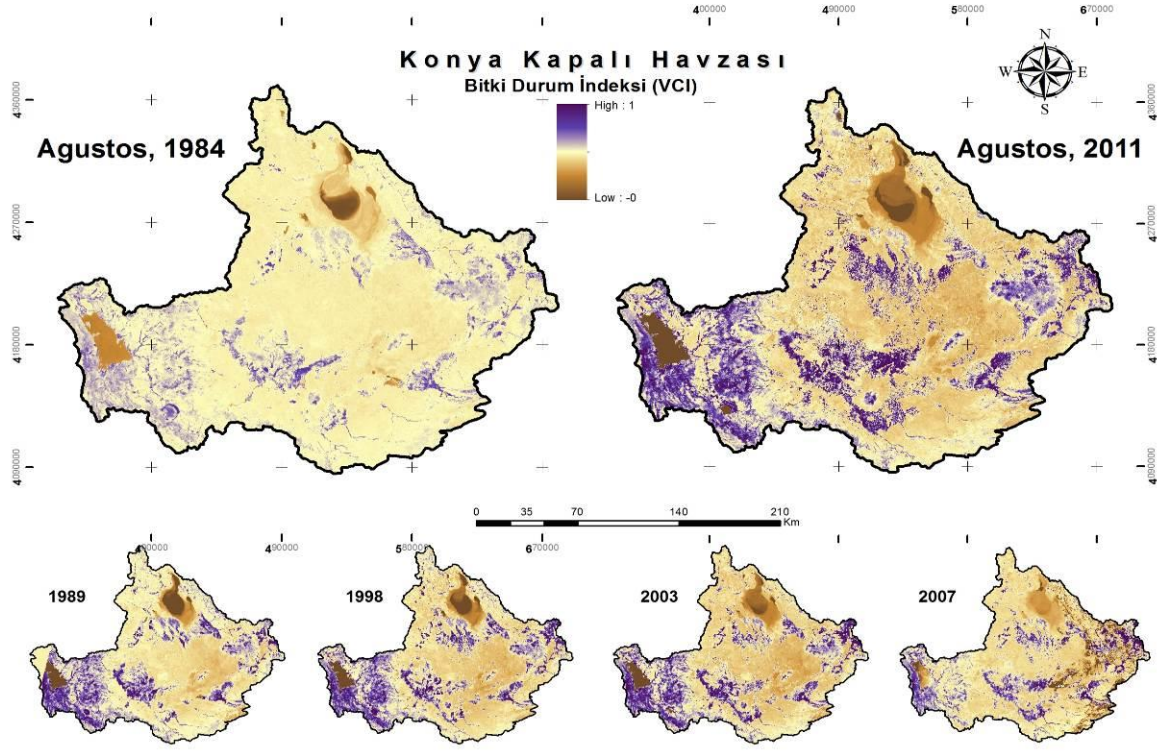
edilen sonuçlarla yukarıda belirtilen sonuçlar paralellik göstermektedir.

2011 yılında 2007 yılına kıyasla biraz soğuma meydana gelmiştir. Ancak Havza'nın genelinde arazi yüzey sıcaklıkları 1984 yılındakilerden daha yüksektir. Tuz Gölü ve diğer su yapılarının yüzey sıcaklıkları 2011 yılında da açıkça daha yüksektir. Havza içerisinde 1984 yılından sonra muhtemelen tarımsal alana ya da sulanabilir alana dönüştürülmüş, daha düşük sıcaklıklara sahip bazı bölgelere de rastlanmaktadır (Tuz Gölü'nün güneyindeki bölgeler gibi).

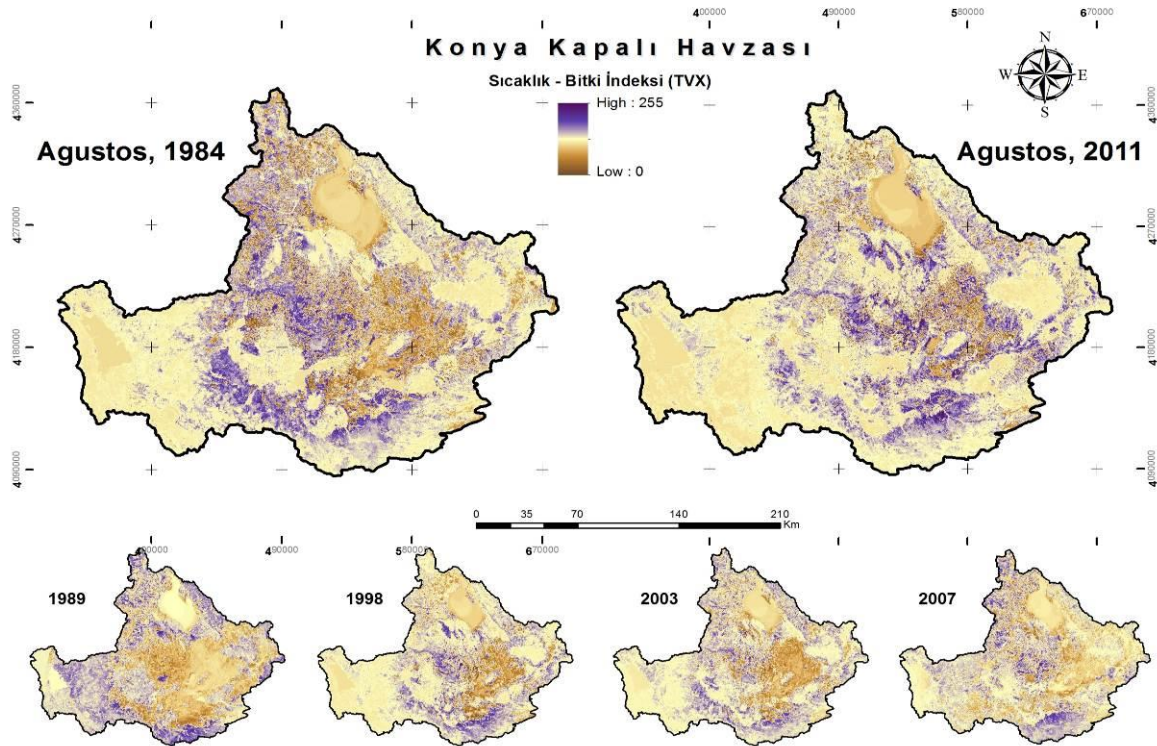
Şekil 5 ve Şekil 6.'da elde edilen indeks haritaları üzerinde önemli bilgiler sunmaktadır. 1984'ten 2011'e kadar birçok kuru toprak alanı tarımsal alana dönüşmüştür. Değişen ve oluşan tarımsal alanlar BDİ üzerinde Şekil 5.'de gösterilmektedir. 1984'te, BDİ haritasında görünen açık alanlar az-yoğun bitki örtüsüne ve yüksek sıcaklığa sahiptir. Tarımsal alanların artışı ile birlikte açık alanlar tarımsal alanlara dönüşmüştür. 1984'ten 2011'e kadar AYS ve bitki örtüsü değişimi çok açıktır. Açık alanlara kıyasla tarımsal alanlardaki sıcaklık değerleri fark edilebilir derecede düşüktür. Öte yandan Şekil 6'da görülen SBİ'nin birçok arazi örtüsü için toprak nem içeriği ile yakından ilişkili olduğu bilinmektedir. 1984 yılına göre 2011 yılında indeks değerlerinin Havza genelinde daha düşük olduğu, yani toprak neminin daha az ve kuraklık etkisinin daha fazla olduğu açıkça görülmektedir. AYS haritaları ve iklimsel verilerin analizi ile elde edilen sonuçlara paralel olarak SBİ haritaları da 2007 yılının en kurak dönem olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. KKH'nda AYS değişimlerinin gösterimi.



Şekil 5. KKH'na ait çok zamanlı BDİ haritaları.



Şekil 6. KKH'na ait çok zamanlı SBI haritaları.

5. SONUÇ

AYS değerleri 1984, 1989, 1998, 2003, 2007 ve 2011 yılları Ağustos ayı Landsat-5 TM görüntüleri kullanılarak elde edilmiştir. AYS ile yersel sıcaklık ölçmelerini ilişkilendirmek amacıyla eş-zamanlı arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Analiz edilen hava sıcaklığı, yağış ve buharlaşma verileri Havza'daki 10 adet meteorolojik istasyondan toplanmıştır. Sonuçlar eş-zamanlı AYS ve uydu uzaktan algılama verisinin uyum içerisinde olduğunu göstermiştir ($R^2=0.90$). AYS değerleri, Havza'da 1984'den 2011'e kadar arazi yüzey sıcaklığında kayda değer değişim meydana geldiğini göstermiştir. Değişimler yaklaşık 2°C civarındadır ve 2007 yılı Havza genelinde en yüksek AYS değeri olan yıldır.

AYS verisinden elde edilen bulgular, iklim verisinin analizi ile elde edilen sonuçları desteklemektedir. 1984'den 2011'e kadar Havza'daki hava sıcaklıkları önemli değişiklikler göstermiştir. Hava sıcaklığındaki eğilimler yükseliş yönündedir ve 28 yıllık periyot boyunca 2°C civarındadır. Bu bulgular AYS verisinin analizinden elde edilen farklarla oldukça benzerdir. Buharlaşmadaki eğilimler genellikle yağışta belirlenen eğilimlerden daha güçlüdür. Ağustos ayı için hem hava sıcaklığı hem de buharlaşma eğilimlerinin yıllık verilerden daha güçlü olduğu belirlenmiştir.

Landsat 5 TM ve Landsat 7 ETM uydu verileri kullanılarak SBI, AYS ve BDI gibi indeksler hesaplanmıştır. İndekslerin analizleri ve yapılan arazi kullanım haritaları 1984'ten 2011'e kadar birçok kuru toprak alanının tarımsal alana dönüştüğünü göstermiştir. Açık alanlara kıyasla tarımsal alanlardaki sıcaklık değerleri fark edilebilir derecede düşüktür. Ayrıca 1984 yılına göre 2011 yılında toprak neminin daha az ve kuraklık etkisinin daha fazla olduğu açıkça görülmektedir.

Yapılan çalışmalar neticesinde Havza'nın giderek kuraklaştığı, kurak iklim özelliği taşıyan bir havza haline geldiği görülmektedir. Zaten su azlığı çeken bir bölge iken gerekli tedbirlerin alınmaması halinde bu su azlığı daha fazla hissedilir hale gelecektir.

KKH'nda sulanan alanlarda serin iklim tahılları, şeker pancarı, mısır, fasulye, sebze, ayçiçeği, yonca ve diğer bitkiler yetiştirilmektedir. Havzada çiftçiler tarafından sulama ihtiyacı fazla olan ürünlerin yetiştirildiği genel olarak bilinmektedir. Ayrıca Havza'daki bilinçsiz ve vahşi sulama bölgede hala devam etmektedir. Bu da ihtiyaç duyulan su miktarının aşılmasına neden olmaktadır. Bu yüzden bölgede çiftçilerin kuru tarıma geçişini sağlayacak adımların atılması, çiftçilerin sulama ve tarım ürünleri hakkında bilinçlendirilmesi Havza'nın geleceği için önem arz etmektedir.

BİLGİLENDİRME

Bu çalışma TÜBİTAK (Proje No: 110Y303) tarafından desteklenmiştir.

REFERANSLAR

Arnold, Jr., Chester, L. ve Gibbons, C.J., 1996. Impervious surface coverage: The emergence of a key environmental indicator, *Journal of the American Planning Association*, 62, 243-258.

Cai, G., Du, M, Liu, Y., 2010. Regional drought monitoring and analyzing using MODIS data – a case study in Yunnan

Province. 4th IFIP TC 12 Conference, CCTA 2012 Nanchang, China, October 2010, pp. 243-251.

Carlson, T. N., Augustine, J. A. ve Boland, F. E., 1977. Potential application of satellite temperature measurements in the analysis of land use over urban areas. *Bulletin of the American Meteorological Society* 58 1301–1303.

Carnahan, W.H. ve Larson, R.C., 1990. An analysis of an urban heat sink, *Remote Sensing of Environment*, 33:65–71.

Du, Y., J. Cihlar, J. Beaubien, and R. Latifovic., 2001. "Radiometric Normalization, Compositing, and Quality Control for Satellite High Resolution Image Mosaics over Large Areas," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 39, 623-634. [doi:10.1109/36.911119].

Durduran, S. S., 2010. "Coastline change assessment on water reservoirs located in the Konya Basin Area, Turkey, using multitemporal landsat imagery", *Environmental Monitoring and Assessment*, 164, 453-461.

Falahatkar, S., Hosseini, S. M. ve Soffianian, A. R., 2011. The relationship between land cover changes and spatial-temporal dynamics of land surface temperature. *Indian Journal of Science and Technology*. 4 (2), 76-81.

Gupta, R. K., Prasad, S., Sessa, M.V.R. ve Viswanadham, T.S., 1997. The estimation of surface temperature over an agricultural area in the state of haryana and punjab, india, and its relationship with normalized difference vegetation index (ndvi) using noaa-avhrr data. *International Journal of Remote Sensing*, 18(18), 3729-3741.

Hung, T., Uchihama, D., Ochi, S. ve Yasuoka, Y., 2006. Assessment with satellite data of the urban heat island effects in Asian mega cities. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8, 34–48.

Ji, M. H. ve Jensen, J. R., 1999. Effectiveness of subpixel analysis in detecting and quantifying urban imperviousness from Landsat Thematic Mapper imagery. *Geocarto International*, 14(4), 31-39.

Joshi, J.P. ve Bhatt, B., 2012. Estimating temporal land surface temperature using remote sensing: a study of vadodara urban area, Gujarat, *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, 2, 1, 123-130.

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, Turkey*, 246-258.

Kim, K., Jezek, K. C. and Liu, H., 2007. Orthorectified image mosaic of Antarctica from 1963 Argon satellite photography: image processing and glaciological applications, *International Journal of Remote Sensing*, 28, 5357-5373.

McVicar, T.R. and Biencirch, P.N., 2001. Rapidly assessing the 1997 drought in Papua New Guinea using composite AVHRB imagery, 22, 2109-2128.

Owen, T. W., Carlson, T. N., & Gillies, R. R., 1998. Assessment of satellite remotely-sensed land cover parameters in quantitatively describing the climatic effect of

urbanization. International Journal of Remote sensing, 19, 1663-1681.

Pardo-Iguzquiza, E., Atkinson, P.M., Chica-Olmo, M., 2010. Dscokri: a library of Computer programs for downscaling cokriging in support of remote sensing applications. Comput. Geoscience, 36, 881–894.

Rajasekar, U. ve Weng, Q., 2009. Spatio-temporal modeling and analysis of urban heat islands by using Landsat TM and ETM+ imagery, International Journal of Remote Sensing, 30, 3531-3548.

Singh, R. P., Roy, S. ve Kogan, F., 2003. Vegetation and temperature condition indices from NOAA AVHRR data for drought monitoring over India. International Journal of Remote Sensing, 24, 4393-4402.

Solomon, S., 2007. Climate change 2007-the physical science basis, Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC (Vol. 4). Cambridge University Press.

Srivastava, P.K., Majumdar, T.J., Bhattacharya, A.K., 2009. Surface temperature estimation in Singhbhum Shear Zone of India using Landsat-7 ETM+ thermal infrared data. Advances in Space Research, 43, 1563–1574.

Srivastava, P.K., Majumdar, T.J., Bhattacharya, A.K., 2009. Surface temperature estimation in Singhbhum Shear Zone of India using Landsat-7 ETM+ thermal infrared data. Advances in Space Research, 43, 1563-1574.

Tokgöz, N. ve Kantarcı, M., 2001. The effect of SO₂ pollution on forest in Turkey originated from coal consumption at east-central-south European countries, Journal of Environmental Protection And Ecology, 2,402-405.

Voogt, J. A., Oke, T.R., 2003. Thermal remote sensing of urban climates. Remote Sensing of Environment 86 370–384. Doi: 10.1016/S0034-4257(03)00079-8.

Ward, D., Phinn, S. R. ve Murry, A. T., 2000. Monitoring growth in rapidly urbanized areas using remotely sensed data, Professional Geographer, 52 (3), 371-386.