

[1197]

ŞANLIURFA'NIN GÜNEYİNDEKİ OVALARDA YER ALTI SU SEVİYESİ VE ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA VE CBS KULLANILARAK İNCELENMESİ

Mehmet Ali ÇELİK¹, İbrahim Halil DOĞANTÜRK², İsmet GÜNEY³

ÖZET

Türkiye’de nüfusun hızlı ve dinamik bir şekilde artışına bağlı olarak ekonomide, yer altı ve yer üstü kaynaklarının kullanımında önemli değişiklikler yaşanmaktadır. Bu değişimlerin plansız bir şekilde gelişmesi, hem ekolojik hem de ekonomik manada ciddi sorunlara sebep olabilmektedir. Dolayısıyla bu sorunlar karşısında önlem, tedbir ve politika üretilebilmesi için bu değişimlerin kayıtlı, planlı ve sürdürülebilir olması gerekmektedir. Bu bağlamda uzaktan algılama, yeryüzünün geniş alanlarına ait arazi örtüsü, su kaynakları ve tarımsal ürün deseni kullanımında meydana gelen değişimlerin izlenmesinde ve kayıt altına alınmasında önemli kolaylıklar ve avantajlar sağlamaktadır. Zira bu çalışmada, uzaktan algılamanın sağladığı avantajlardan faydalanılarak, Suruç, Akçakale ve Ceylanpınar ovalarının, 1990-2015 yılları arasındaki süreçte arazi örtüsü değişimleri incelenmiştir. Bu kapsamda çalışma boyunca, “Şanlıurfa’nın güneyindeki ovalarda arazi örtüsü değişimlerinin, su kaynakları kullanımı üzerinde ne derece ve nasıl etkilemiştir?” sorularına cevap aranacaktır. Araştırmamızda iki önemli değişken söz konusudur. Bu değişkenlerden birincisi olan arazi örtüsü değişimlerini tespit etmek için, MODIS ve Landsat uydu verileri kullanılmıştır. Araştırmanın ikinci değişkeni için ise Devlet Su İşleri’ne (DSİ) ait yer altı su seviyesi değişimlerini gösteren rasat kuyusu ölçüm verileri kullanılmıştır. Son aşamasında ise bu iki veri setinin entegrasyonu sağlanmıştır. Araştırmamızın sonuçlarına göre, gerek Ceylanpınar gerekse de Akçakale’de benzer tarımsal ürün deseni olmasına rağmen yer altı su seviyesi değişmektedir. Akçakale’nin Harran Ovası güneyinde kalan kısımlarında, yer altı su seviyesi -10 m civarında iken Ceylanpınar’da ise yer altı su seviyesi -70 m’lere inmektedir. Bunu sebebi ise Akçakale topraklarının bir kısmının 1995 yılından itibaren Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında sulanmaya başlamasıdır. Sulama faaliyetlerine bağlı olarak Akçakale’nin Harran Ovası güneyinde yer alan kısımlarının su seviyesi hızla yükselirken, Ceylanpınar’da ise tam aksi bir durum söz konusudur. Bu çalışmada, söz konusu durumun sebepleri detaylı bir şekilde analiz edilerek ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Arazi Örtüsü değişimi, CBS, yeraltı su seviyesi değişimi, uzaktan algılama, Şanlıurfa’nın güney ovaları.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF GROUNDWATER LEVEL AND LAND COVER CHANGES USING REMOTE SENSING AND GIS PLAINS IN THE SOUTH OF ŞANLIURFA

With the fast and dynamic increasing of population in Turkey, there have been many differences about using ground and underground resources. This unplanned change lead to serious problems ecologically and economically. To solve these serious problems and to decide for some precautions, these changes needed to be recorded, planned and sustainable. Remote sensing has many advantages for recording and following changes of agriculture, water resources and land cover from all over the world. In this paper, the changes of land cover in Suruç, Akçakale and Ceylanpınar 1990-2015 years with the help and advantages of remote sensing. During the work it is tried to find answers for how and in what ways land cover changes in Şanlıurfa and what is the effects on water resources. There are two crucial factor in this survey. The first one is that the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) and Landsat satellite data were used to determine land cover changes. The second one is that State Hydraulic Works Turkey (DSI) data were used which shows the levels of underground water resources. In last phase, there is integration of these two data sets. According to this survey, Ceylanpınar and Akçakale have different levels of water resources despite similar agricultural products. Harran in Akçakale has -10 meter level while Ceylanpınar has -70 meter. one reason for this difference may be the Southeastern Anatolia Project (GAP) project which is active from 1995 till today around Akçakale. With the irrigation facilities the water level increases in this region while the Ceylanpınar is facing with the reverse situation. In this work, the reasons of this situation analyzed and examined deeply.

Keywords: Land Cover Changes, GIS, Underground Water Levels, Remote Sensing, Şanlıurfa

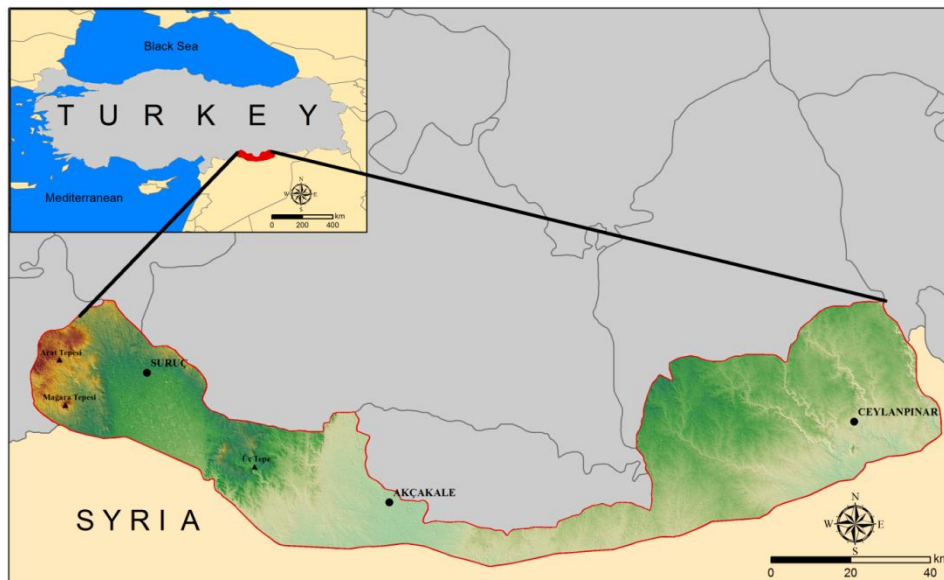
1.GİRİŞ

İçme ve kullanma suyu ihtiyacı tarım, sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak hızla artmaktadır (Bulut vd., 2011: 17). Giderek artan dünya nüfusuna paralel olarak tarım ve sanayi faaliyetlerinin etki alanlarının genişlemesi su kaynaklarını daha değerli hale getirmektedir. Bu bağlamda su kaynaklarının korunması ve kullanımı sürdürülebilir bir şekilde planlanmalıdır. Ne yazık ki, mevcut plan ve politikalar sulak alanları, nüfus, tarım ve sanayi faaliyetlerinin baskısı altından kurtaramamaktadır. Aksine mevcut plan ve politikalar sulak alanlar üzerindeki hasarı daha da derinleştirip geri dönüşü mümkün olmayan bir yöne doğru sürüklemektedir (Çelik vd., 2013: 264). Zira

Türkiye’de takip edilen yanlış yönetim ve kullanım uygulamaları ile son 40 yılda Marmara Denizi büyüklüğündeki sulak alan, kuruma ve kirlenme gibi nedenlerle ekolojik ve ekonomik işlevini yitirmiştir. Araştırmalar, Türkiye’de kişi başına düşen su miktarının 2023 yılında 1125 m³, 2030 yılında ise su fakirliği üst değeri olan 1000 m³ sınırına ulaşacağı göstermektedir. Başka bir deyişle, Türkiye çok yakın bir gelecekte su fakiri ülkeler grubuna dâhil olacaktır (İlhan ve Yüce, 2012: 7-8).

Mevcut durumda Türkiye’de yeraltı su kaynakları da iyi yönetilmemektedir. Türkiye’de yeraltı su kaynakları üzerinde taşıma kapasitesinin çok üstünde bir tüketim söz konusudur. Bunun önemli bir sebebi yeraltı sularının doğru bir şekilde planlı ve ekolojik bakış açısıyla ele alınmamasıdır. Bu bağlamda yeraltı su kaynaklarının detaylı bir şekilde izlenmesi ve hem ekonomik hem de ekolojik manada işlevini yitirmeden rehabilite edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, yeraltı su kaynaklarında yaşanan sorunlar farklı disiplinler ve araştırmacılar tarafından ele alınmıştır. Söz gelimi, ziraat mühendisleri yeraltı su kaynaklarının tuzluluk durumunu (Demir ve Kılıç, 2012) jeologlar ve çevre mühendisleri yer altı sularının hidrojeokimyası ve su kalitesini (Şener ve Güneş, 2015; Davraz ve Ünver, 2014; Karadavut, 2007), kimyacılar tarımsal etkenlerden dolayı suyun pestisit miktarını (Lacorte ve Barcelo, 1996) ele almıştır. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda ise yeraltı su kaynaklarında ciddi değişkenlikler tespit etmiş ve bu değişimin nedenlerini incelemiştir (Chia vd., 2001; Hoque vd., 2007; Scibek ve Allen, 2006; Konikow, 2011; Chen vd., 2004; Dinka vd., 2013). Önceki çalışmalar, yeraltı su seviyesi değişimlerinin iki temel faktör nedeniyle değiştiğini vurgulamaktadır. Bunlardan birincisi, iklim değişikliği (Scibek ve Allen, 2006; Konikow, 2011; Chen, vd., 2004) iken ikincisi, tarımsal kullanımlara (Dinka vd., 2013) vurgu yapılmaktadır.

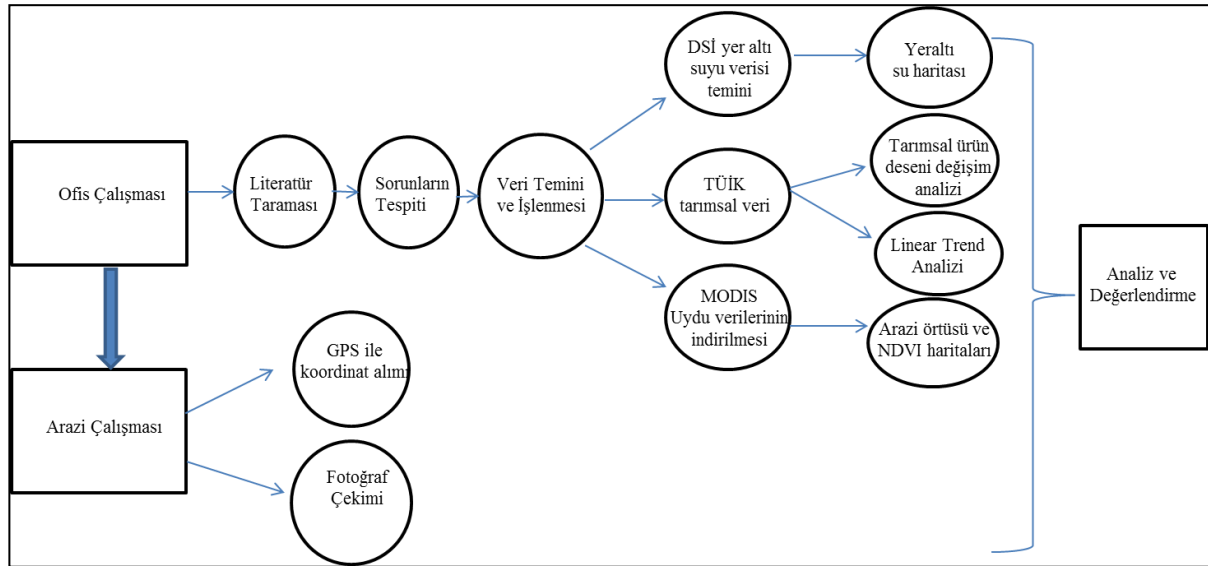
Gerek iklim değişikliği gerekse de tarımsal baskıya bağlı olarak yer altı su seviyesi değişimlerinin detaylı bir şekilde analize ihtiyacı vardır. Dolayısıyla bu sorunlar karşısında önlem, tedbir ve politika üretilebilmesi için bu değişimlerin kayıtlı, planlı ve sürdürülebilir olması gerekmektedir. Bu bağlamda uzaktan algılama, yeryüzünün geniş alanlarına ait arazi örtüsü, su kaynakları ve tarımsal ürün deseni kullanımında meydana gelen değişimlerin izlenmesinde ve kayıt altına alınmasında önemli kolaylıklar ve avantajlar sağlamaktadır. Zira bu çalışmada, uzaktan algılamanın sağladığı avantajlardan faydalanılarak, Suruç, Akçakale ve Ceylanpınar ovalarının (Şekil 1), 1995-2015 yılları arasındaki süreçte arazi örtüsü değişimleri incelenmiştir. Bu kapsamda çalışma boyunca, “Şanlıurfa’nın güneyindeki ovalarda arazi örtüsü değişimleri, yeraltı su seviyesi üzerinde ne derece ve nasıl etkili olmuştur?” sorusuna cevap aranmıştır. Araştırmamızda iki önemli değişken söz konusudur. Bu değişkenlerden birincisi olan arazi örtüsü değişimlerini tespit etmek için, MODIS uydu verileri kullanılmıştır. Araştırmanın ikinci değişkeni için ise Devlet Su İşleri’ne (DSİ) ait yer altı su seviyesi (YAS) değişimlerini gösteren rasat kuyusu ölçüm verileri kullanılmıştır. Çalışmanın son aşamasında ise bu iki veri setinin entegrasyonu sağlanmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası.

2.MATERYAL VE METOT

Araştırma temelde iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama ofis çalışmasıdır. Bu kapsamda araştırma alanına dair veri temini ve literatür taraması yapılmıştır. İkinci aşamada ise arazi çalışmasında, Şanlıurfa’nın güney ovalarına dair arazide envanter oluşturulmuş ve GPS ile koordinatlar alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışmanın iş akış şeması.

Çalışmanın ilk aşamasında literatür taramasının da yardımıyla sahaya ilişkin önemli problemler tespit edilmiş ve araştırma boyunca bu problemlere cevap aranmaya çalışılmıştır. Bu soruların başında, araştırma alanında egemen tarımsal faaliyet ve ürün nelerdir? Araştırma alanında tarımda sulama yapılıyorsa, su temini nasıl sağlanmaktadır? Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında yapılan Atatürk Baraj Gölü, Şanlıurfa'nın güney ovalarının tümünü sulamakta mıdır? Atatürk Baraj Gölünden kanallar vasıtasıyla sulama yapılmayan alanlarda hangi tarım ürünü ekilmektedir/dikilmektedir? Kanallar vasıtasıyla sulama yapılamayan alanlarda sulu tarım faaliyeti yer altı suyundan mı sağlanmaktadır? Şanlıurfa'nın güneyinde YAS seviyesinde yıllara göre nasıl bir değişim söz konusudur ve bunu sebepleri nelerdir gibi sorular tespit edilmiştir.

Araştırma sorularının cevabına ulaşmak için üç farklı veri setinden yararlanılmış ve bu veriler analizlere tabi tutulmuştur. İlk olarak, DSİ'den bölgeye ait yeraltı suyu verileri temin edilmiş ve daha sonra bu veriler CBS ortamında mekansal hale getirilmiştir. Daha sonra DSİ'nin kuyu ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen iklim verilerine *Inverse Distance Weighting* (IDW) metodu uygulanarak sıcaklık, yağış dağılışı ve yer altı su seviyesini gösteren haritalar elde edilmiştir.

1968'den 2015 yılına kadar olan 47 yıllık süreçteki yeraltı su seviyesi farkına ilişkin veriler, *change detection* metodu uygulanarak YAS seviyesi değişim analizi yapılmıştır. Böylece 1968'ten 2015 yılına kadar olan 47 yıllık süreçteki yeraltı su seviyesindeki büyük değişimi gösteren haritalar elde edilmiştir. Böylelikle en önemli değişimlerin meydana geldiği periyot tespit edilmiş ve nedenleri üzerinde durulmuştur.

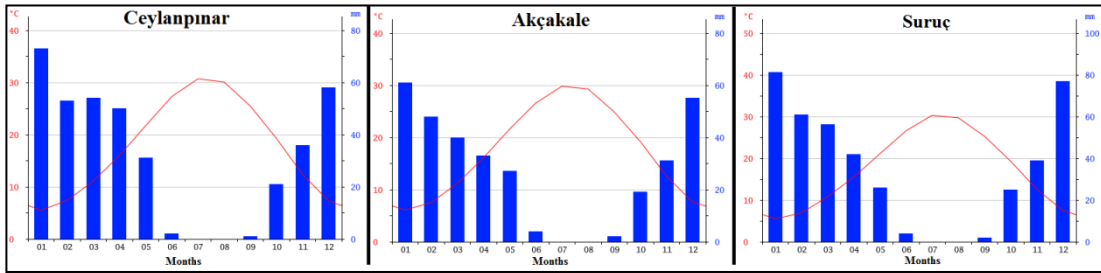
Araştırma boyunca kullanılacak ikinci veri seti ise, Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) temin edilen tarımsal verilerdir. TÜİK'e ait tarımsal ürünlerin ekim alanını gösteren veriler analiz edilmiştir. Çalışma alanında, tarımsal veri serilerinin olası gidişini tespit etmek ve istatistiksel anlamda önemli bir artma yada azalma eğiliminin olup olmadığını tespit etmek amacıyla Mann-Kendall trend analizleri uygulanmıştır. Mann-Kendall analizi non-parametrik bir test olup, Kendall'ın Tau olarak bilinen testinin uygulamasıdır. Bu metotta verilerin büyüklüğünden çok sıraları esastır (Karabulut, 2011: 38-39). Bu trend analizi, ayların mevsimlere, hatta mevsimlerin yıllık ortalama değerlere katkısını belirlemek amacıyla aylık ve mevsimlik olarak da hazırlanmıştır. Bu testte zamana göre sıralanmış (X_1, X_2, \dots, X_n) seriler, H_0 hipotezine göre zamandan bağımsız ve benzer dağılmış rasgele değişkenlerdir. H_1 alternatif hipotezine göre ise $(k \neq j)$ ve $n \geq k, j$ (n , data kayıt süresi) olmak üzere seride X_k ve X_j ardışık data değerlerinin dağılımı benzer değildir. Yani seride lineer bir trend vardır. Bu teknik eksik verilerin varlığına müsaade ettiği ve verilerin belirli bir dağılıma uyma zorunluluğu aramadığı için özellikle kullanışlıdır (Kalaycı ve Kahya, 1998: 505-506). Bu testin en önemli tarafı uygulaması kolay, sıralar üzerine esas olmasıdır (Kızılcıma vd., 2015: 3). Araştırmada kullanılacak üçüncü veri seti YAS ile tarımsal ürün deseni arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla MODIS verilerinden Normalized Difference Vegetation İndeks (NDVI) haritaları üretilmiştir. NDVI, yakın infrared ve kırmızı dalga boyundaki ışık değerlerinin birbirinden çıkarılıp daha sonra iki bandın toplamına bölünmesi ile elde edilen normalize edilmiş değerleri ifade eder.

$$NDVI = \frac{\text{Yakın Infrared band} - \text{Kırmızı Band}}{\text{Yakın Infrared band} + \text{Kırmızı Band}}$$

Bu formül -1 ila 1 arasında değişen NDVI değerlerini üretir ki, negatif değerler su, kar, bulut ve bitkiden yoksun nemli alanları ifade ederken pozitif değerler de bitki örtüsünün varlığını gösterir (Çelik ve Gülersoy, 2013: 195; Çelik ve Karabulut, 2014: 52).

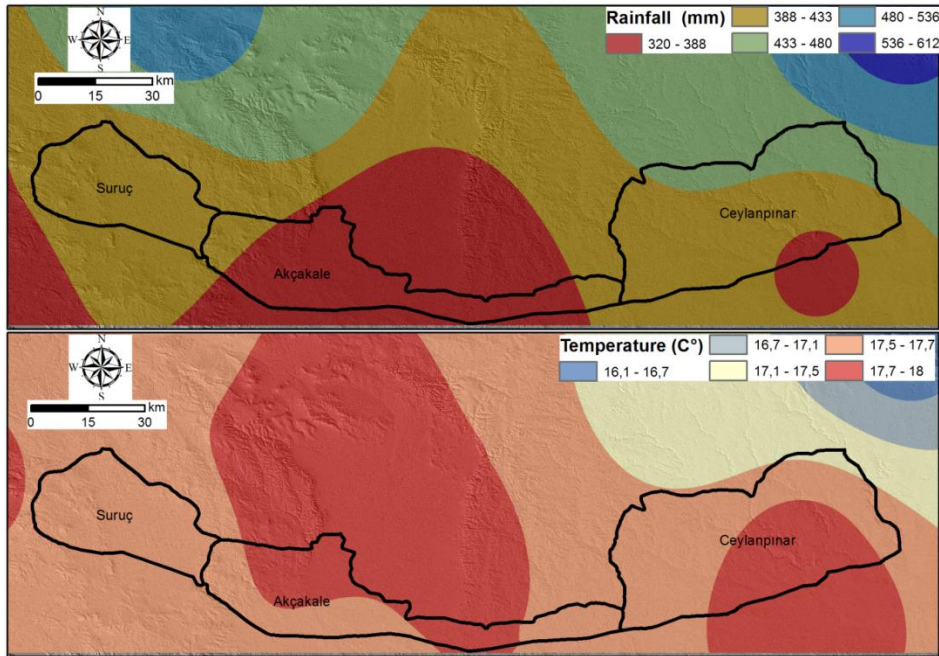
3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Yeraltı su kaynaklarının planlı bir şekilde yönetimi, kurak ve yarı kurak bölgelerdeki tarımsal üretimin sürdürülebilir olması için hayati bir rol oynamaktadır (Ahmadi ve Sedghamiz, 2007: 277). Zira çalışmamıza konu olan Şanlıurfa'nın güney ovaları yarı kurak iklim özellikleri göstermektedir. Çalışma alanında en fazla yağış kış mevsiminde, en düşük yağış ise yaz mevsiminde düşmektedir. Suruç İlçesi'nin yıllık ortalama sıcaklığı 17.6°C 'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı ise 413 mm'dir. Akçakale İlçesi'nin yıllık ortalama sıcaklığı 17.7°C 'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı: 320 mm'dir. Ceylanpınar İlçesi'nin yıllık ortalama sıcaklığı 17.9°C 'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı ise 379 mm'dir. Ceylanpınar ilçesinde 0 mm yağışla temmuz yılın en kurak ayıdır. Ortalama 73 yağış miktarıyla en fazla yağış ocak ayında görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Şanlıurfa'nın güneyindeki ovaların sıcaklık ve yağış durumu.

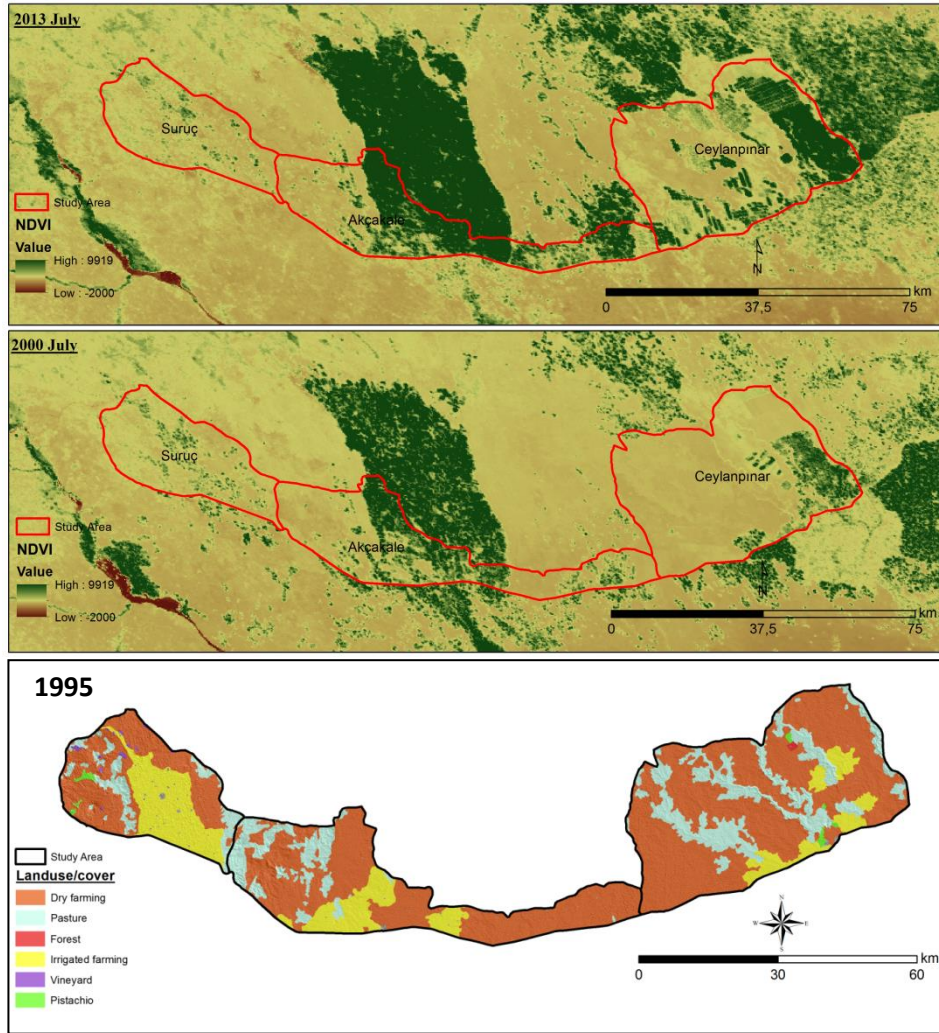
Ovanın geneline bakıldığında en yüksek yağışın Suruç ilçesinde en düşük yağışın ise Akçakale ve Ceylanpınar dolaylarında olduğu görülmektedir. Şanlıurfa'nın güneyinin sıcaklık özelliklerine bakıldığında ise en sıcak kesimin Ceylanpınar daha sonra ise Akçakale olduğu görülmektedir. Suruç ilçesinde ise sıcaklık değerleri nispeten düşüktür (Şekil 4).



Şekil 4. Şanlıurfa'nın güneyindeki ovaların sıcaklık ve yağış haritası.

Cumhuriyet Tarihi'nin en büyük yatırımlarından birisi GAP'tır (Göçer, 2004). GAP'ın ağırlıklı hedefi ise tarıma dayalı üretimdir. Bu nedenle, GAP kapsamında bölge tarımında su ihtiyacının karşılanması için büyük barajlar inşa edilmiştir. Bu kapsamda, 1983 yılında Atatürk Baraj Gölü'nün inşasına başlanmıştır. Atatürk Baraj Gölü 180 km uzunluğu, $48,7$ km³ hacmi ve 817 km² yüzölçümü ile Türkiye'nin 3. Büyük gölü konumundadır (Gürbüz vd., 2013: 854-855). Baraj gölünün inşasına bağlı olarak 1995 yılından itibaren, tarımda sulama olanaklarının artırılması ile Akçakale'nin bitkisel ürün deseni ve YAS seviyesinde hızlı değişimler meydana gelmiştir. 1995 yılında Suruç ovasında sulu tarım yapılırken, Akçakale ve Ceylanpınar'da genel olarak kuru tarım faaliyeti hâkimdir. 2000 ve

2013 yıllarına ait MODIS uydu verilerinde, Suruç'ta sulu tarım alanlarının kuru tarıma dönüştüğü görülmektedir. Ceylanpınar ve Akçakale'de ise kuru tarım alanlarında sulu tarım yapıldığı görülmektedir. Ceylanpınar ve Akçakale'de sulu tarımın yapıldığı alanlar ağustos ayında yeşil olarak gösterilen yerlerdir. MODIS uydu verilerinde, -2000 ile 10000 arasında bir değer aralığı görülmektedir. Bu değer aralığına göre, temmuz ayında -2000' doğru olan değerler kuru tarım alanına tekabül ederken, 10000'e yakın yeşil renkte gösterilen alanlar ise sulu tarım alanına tekabül etmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Araştırma alanında 1997-2013 yılları arasında arazi örtüsü değişimi.

Uydu görüntüleri ve arazi kullanımı haritalarının desteklenmesi amacıyla TÜİK' in bitkisel ürün verisi temin edilmiştir. Bu verilere göre, Akçakale'de kuru tarım ürünlerinin ekim alanında çok fazla bir değişiklik olmazken, sulu tarım alanları sürekli bir artış eğilimindedir. Özellikle Şanlıurfa tünelinin 1995 yılında açılmasından sonra sulu tarım için uygun olan pamuk ve mısırdaki ciddi artışlar gözlenmiştir. Öyle ki, 1991 yılında mısır ve pamuk ekimi neredeyse yok iken 2015 yılına gelindiğinde mısır ekim alanının 67 bin dekar, pamuk tarlalarının ise 941 bin dekar olduğu görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, TÜİK verilerine göre Akçakale İlçesi'nde 1995 yılı sonrasında sulu tarım alanları hızlı bir şekilde artmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Akçakale ilçesi 1991-2015 yılları arası tarımsal ürün değişim tablosu (Kaynak:TÜİK).

YIL	Kuru Tarım			Sulu Tarım		Kuru Tarım Toplam (da)	Sulu Tarım Toplam (da)
	Buğday	Arpa	K. Mercimek	Mısır	Pamuk		
	(da)	(da)	(da)	(da)	(da)		
1991	343,47	137,21	12,56	0	0	493,24	0
1995	626,86	95,81	3	290	600	725,67	890
2000	603,73	93	4	3,15	975	700,73	978,15
2005	574,72	104,59	5	14,18	900	684,31	914,18

2010	322,113	76,058	7,417	90,072	880,071	405,588	970,143
2015	427,192	143,988	7	67,56	941,448	578,18	1009,008

Ceylanpınar'da hem kuru tarım hem de sulu tarım ürünlerinde genel bir artış eğilimi söz konusudur. Bunun sebebi nöbetleşe ekimin yapılmasıdır. Her yılın mayıs ayında kuru tarım ürünleri hasat edilirken, haziran ayı ile birlikte sulu tarım ürünleri (mısır, pamuk) ekimi yapılmaktadır. Sulu tarım alanlarında artış eğilimi 1990'ların sonu 2000'lerin başında görülmektedir. Bilhassa 2010 yılı sonrasında pamuk bitkisinin yerini mısırın aldığı dikkati çekmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Ceylanpınar ilçesi 1991-2015 yılları arası tarımsal ürün değişim tablosu (Kaynak:TÜİK).

YIL	Kuru Tarım			Sulu Tarım		Kuru Tarım Toplam (da)	Sulu Tarım Toplam (da)
	Buğday (da)	Arpa (da)	K. Mercimek (da)	Mısır (da)	Pamuk (da)		
1991	44,73	84,77	33,64	0	0	163,14	0
1995	58,92	50,55	22,24	190	105	131,71	295
2000	558,93	30	150	5,18	282	738,93	287,18
2005	500,41	29,6	150	9,39	315	680,01	324,39
2010	546,704	100	104,099	109,968	243,117	750,803	353,085
2015	692,659	2,106	48,689	271,453	63,261	743,454	334,714

2015 yılına kadar Suruç'ta tarımsal amaçlı kullanılan suyun tamamı yeraltından sondaj yolu ile elde edilmektedir. Suruç ovasında 1980- 1990 yılları arasında sulu tarım yapılmakta özellikle pamuk tarımı ön plana çıkmaktadır. Fakat kaçak açılan sondaj kuyuları ve halkın bilinçsizce kullandığı yeraltı suyu zamanla alçalmaya başlamış hatta yok olma noktasına kadar gelmiştir. Bu nedenle pamuk ekim alanında azalma görülmektedir. GAP kapsamında Atatürk Barajından getirilen su, Suruç ovası pompaj sulama projesi ile 2015 yılı ortalarında Suruç ovasının bir kısmına verilmeye başlanmıştır. Verilen bu su neticesinde Suruç ovasında mısır ekim alanında artış gözlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Suruç ilçesi 1991-2015 yılları arası tarımsal ürün değişim tablosu (Kaynak:TÜİK).

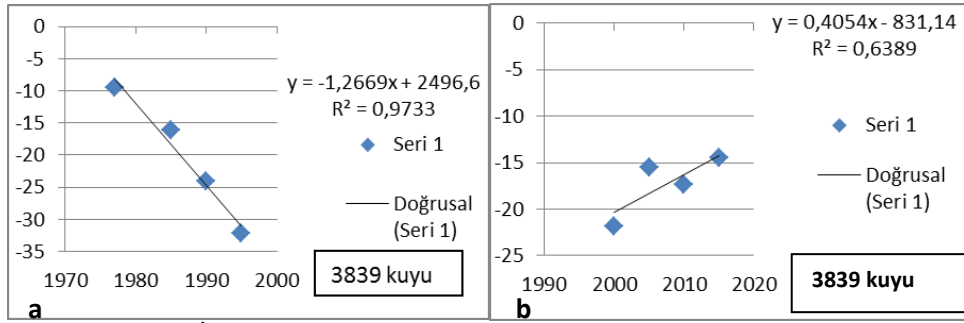
Yıl	Kuru Tarım			Sulu Tarım		Kuru Tarım Toplam (da)	Sulu Tarım Toplam (da)
	Buğday (da)	Arpa (da)	K.Mercimek (da)	Mısır (da)	Pamuk (da)		
1991	220,19	235,74	78,21	0	0	534,14	0
1995	243,78	254,51	80	190	102	578,29	292
2000	214,23	230	85	0	120	529,23	120
2005	151,67	197,34	84	0	105	433,01	105
2010	177,005	225,281	53,091	469	66	455,377	535
2015	164,621	171,583	111,472	11,293	38,763	447,676	50,056

Çalışmamızda Akçakale ilçesinde 4 farklı kuyunun 1977 -2015 yılları arasında yeraltı suyu seviyesi ile ilgili veriler incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda kuyularda 1977 yılından 1995 yılına kadar yeraltı su seviyesinde ortalama 25 metrelik bir alçalma gözlenmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Akçakale ilçesi 1977-2015 yılları arası yeraltı suyu seviyesi değişim tablosu (Kaynak:DSİ).

Yıl	3839 Nolu Kuyu	727 Nolu Kuyu	19231 Nolu Kuyu	20209 Nolu Kuyu
1977	-9,41	-16,06	-5,92	-17,93
1985	-16,19	-19,16	-13,36	-22,41
1990	-24,11	-24,32	-18,74	-27,38
1995	-32,20	-27,76	-33,07	-37,19
2000	-21,87	-3,70	-30,19	-29,99
2005	-15,48	-2,79	-23,31	-27,43
2010	-17,38	-2,24	-8,08	-26,32
2015	-14,48	-2,53	-7,22	-22,59

1993-1995 yılları sonrasında yeraltı su seviyesi gittikçe yükselmektedir. “3839-727-19231-20209” nolu kuyularda bu alçalma ve yükselme net bir şekilde görülmektedir. Fakat GAP kapsamında 1993 yılında Akçakale'nin kuzeyinde yer alan Harran Ovası'na Atatürk Barajından sulama suyu verilmiştir. Bu sebeple belirtilen kuyularda yeraltı suyu seviyesi -2,-15 m'lere kadar yükselmiştir. Anlamlı r^2 değeri bu değişimin istatistiksel olarak kuvvetli derecede olduğunu göstermektedir (Şekil 6).



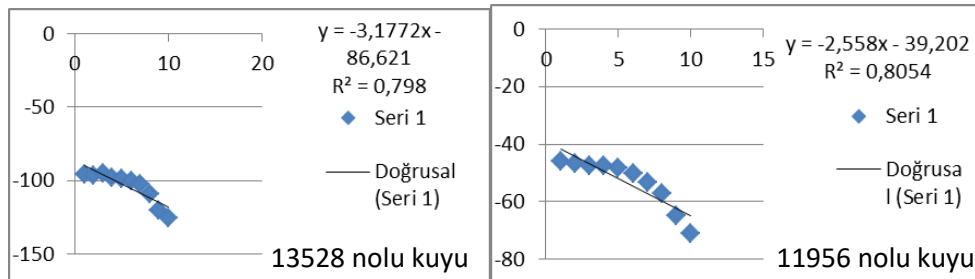
Şekil 6. Akçakale İlçesi'nde 1977-1995 (a) ile 1996-2015 (b) yılları arası regresyon analizi.

Ceylanpınar ilçesinde elde ettiğimiz verilerde yıllara göre yeraltı suyu seviyesinde alçalma, ekim alanlarında ise artış görülmektedir. Toprak yüzeyinden buharlaşma ve bitki yüzeyinden terlemenin fazla olduğu bölgede, 1995 yılı ve sonrasında özellikle su ihtiyacı fazla olan mısır ve pamuğun ekim alanında görülen artış yeraltı suyu seviyesinde de diğer yıllara oranla daha fazla bir alçalmaya neden olduğunu bize göstermektedir. Ceylanpınar çiftçilerinin, son yıllarda hem ekonomik gelirinin fazla olması hem de ikinci ürün olarak yetiştirmeye uygun olan mısır tarımına yönelmesi, yeraltı suyu seviyesinin daha da alçalmasına neden olacaktır. Sonuç olarak Ceylanpınar'da bu şekilde ekonomiye bağlı tarımın yapılması, suyun bilinçsiz ve hoyratça kullanılması yeraltı suyunun azalmasına, hatta yok olmasına neden olacağı düşünülmektedir buna en iyi örnek Ceylanpınar'ın batısında yer alan Suruç Ovasıdır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Ceylanpınar ilçesi 1968-2015 yılları arası yeraltı suyu seviyesi değişim tablosu (Kaynak:DSİ).

Yıl	8441 Nolu Kuyu	11956 Nolu Kuyu	11754 Nolu Kuyu	13528 Nolu Kuyu
1968	-27,44	-45,95	-54,15	-95,48
1975	-27,60	-46,68	-56,82	-96,14
1980	-28,17	-47,49	-57,49	-94,87
1985	-28,33	-47,61	-58,47	-98,07
1990	-28,85	-48,31	-58,87	-98,78
1995	-29,78	-50,24	-60,00	-100,19
2000	-31,61	-53,17	-61,87	-102,71
2005	-36,44	-57,12	-67,56	-109,04
2010	-45,12	-64,82	-76,90	-120,34
2015	-47,76	-71,32	-72,16	-125,33

Ceylanpınar ilçesinde YAS seviyesinin dramatik bir şekilde düştüğü görülmektedir. Nitekim regresyon analizi sonucu elde edilen r^2 değeri bu durumu istatistiksel olarak kanıtlamaktadır. Ceylanpınar ilçesinden alınan kuyu örneklerine göre, -23 m'lik bir değişim söz konusudur. 1968-2015 yılları arasında 13528 nolu kuyu yaklaşık olarak -30 m değişmiştir. 0,798 olarak tespit edilen r^2 değeri bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. 11956 nolu kuyu için de aynı durum söz konusudur. bu kuyudaki değişimin r^2 değeri 0,805'tir (Şekil 7).



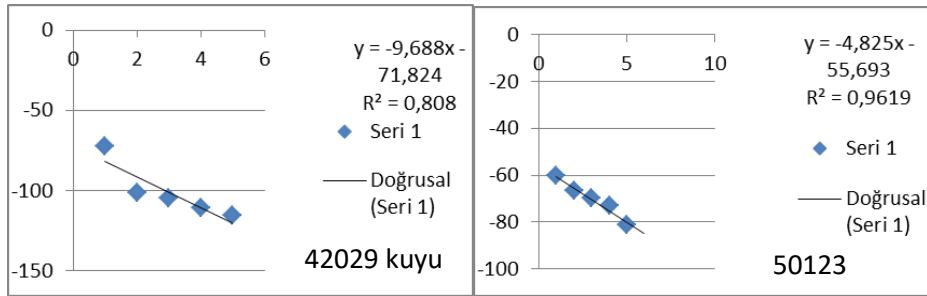
Şekil 7. Ceylanpınar ilçesinde 1968-2015 yılları arası regresyon analizi.

Ceylanpınar ilçesi YAS seviyesinde meydana gelen dramatik düşüş, Suruç ovası için de geçerlidir. (Çizelge 6 ve Şekil 8). Suruç ovasında 1997 yılından 2015 yılına gelindiğinde YAS seviyesinin bazı kuyularda (42029 nolu kuyu) 40 m civarında düştüğü görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde gerek Suruç ovasında gerekse de Ceylanpınar'da YAS seviyesi tarımsal kullanıma bağlı olarak hızlı bir şekilde düşmektedir.

Çizelge 6. Suruç ilçesi 1997-2015 yılları arası yeraltı suyu seviyesi değişim tablosu (Kaynak:DSİ).

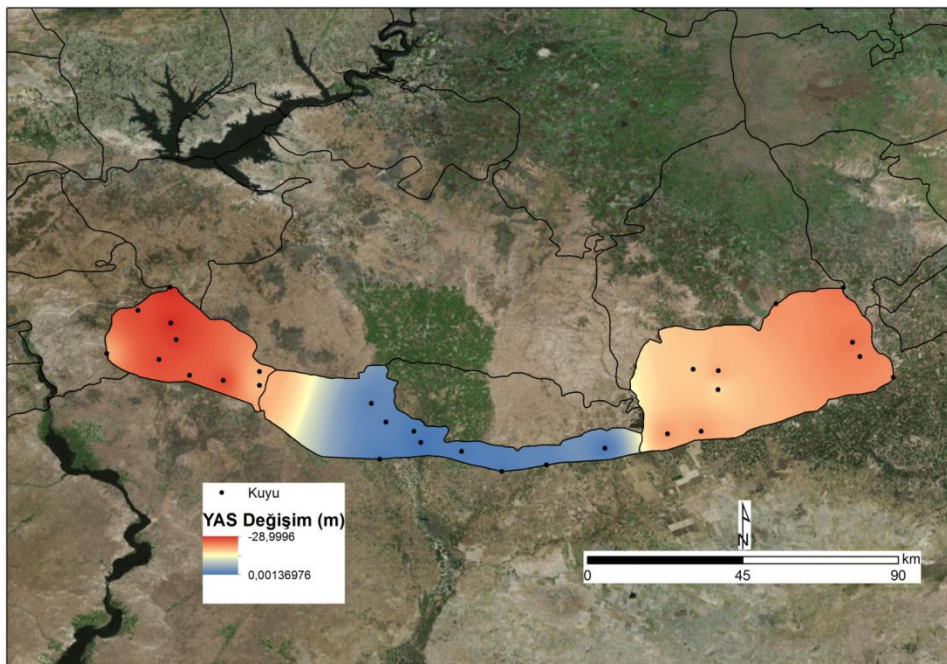
Yıl	47586/C Nolu Kuyu	42029 Nolu Kuyu	50123 Nolu Kuyu
1997	-43,14	-72,10	-60,17
2000	-59,24	-101,26	-66,75
2005	-49,12	-104,56	-69,86
2010	-62,53	-110,70	-72,78
2015	-63,82	-115,82	-81,28

Söz konusu düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır. İki kuyunun yer altı su seviyesine ait trend analizi sonuçlarında bunu görmek mümkündür. 42029 nolu kuyu 0,808 r^2 değeri ile 1997 yılından 2015 yılına doğru kuvvetli bir azalış göstermiştir. 50123 nolu kuyuda da aynı durum söz konusudur. Bu kuyudaki YAS değişiminin r^2 değeri 0,96'dır. Bu rakamlar Suruç ovasında yıllara göre YAS seviyesinin düştüğünün istatistiksel anlamda kanıtıdır (Şekil 8).



Şekil 8. Suruç ilçesinde 1968-2015 yılları arası regresyon analizi.

1968 yılından 2015 yılına gelindiğinde, YAS su seviyesinde Akçakale haricinde bir düşüş söz konusudur. Ceylanpınar ve Suruç ovalarında YAS seviyesinde -20 m'nin üzerinde değişim söz konusudur. YAS seviyesinde en fazla değişim ise -28 m ile Suruç ovasındadır. Bunun sebebi 2000'li yıllara kadar Suruç Ovası'nda sulu tarım faaliyetinin yürütülmesidir. Nitekim Suruç Ovası'nda 2000 yılı ile birlikte sulu tarım faaliyetine son verilmiştir. Yer altı su seviyesinin dramatik bir şekilde azaldığı bir diğer yer ise Ceylanpınar Ovasıdır. Akçakale İlçesi'nde yer altı su seviyesinde azalma yoktur. Aksine YAS seviyesi artı seviyelerdedir (Şekil 9).



Şekil 9. Araştırma alanında yeraltı su seviyesi (YAS) değişimi.

Bu durum Akçakale’de tuzlanma problemi yaratmaktadır. 2002 yılın ait DSİ verilerine göre, sulama öncesi tuzlu alanların oranı % 8.06 iken sonrasında bu oran % 17.74’e yükselmiştir. Sulama öncesi çok tuzlu sınıfına giren alanların oranı % 1.61 iken, sulama sonrasında % 11.29’a yükselmiştir. Sodyumluluk sorunu sulama öncesinde % 6.45 iken, sulama sonrası %8.06’ya çıkmıştır. Akçakale’de taban suyunun beklenenden çok hızlı bir şekilde yükselmesinin temel nedenleri ise zayıf su yönetimi ve arazi yapısıdır. Şimdiye kadar yaklaşık 9 000 hektarlık bir alanda yüzey altı drenaj sistemleri projelendirilmiş ve inşa edilmiştir (Bahçeci ve Bal, 2008: 21).

Bulgular kısmı genel olarak değerlendirildiğinde, gerek Suruç gerek Akçakale gerekse de Ceylanpınar’da sulu tarım alanlarının oranının gayet yüksek olduğu görülmektedir. Akçakale’de tarımsal sulama suyu Atatürk Baraj Gölünden kanallar vasıtası ile sağlanmaktadır. Buna bağlı olarak Akçakale’de yeraltı su seviyesi gayet yüksektir. YAS seviyesinin yüksek olması burada tuzlanma problemi yaratmaktadır ve bu duruma bağlı olarak tarımsal verim düşebilmektedir. Suruç’ta ise 2000’li yıllara kadar tarımsal sulama amacı ile yer altı suyu yoğun ve plansız bir şekilde kullanılmıştır. YAS seviyesinin aşırı düşmesi ile 2000’li yıllardan sonra yöre halkı mecburi olarak kuru tarıma geçmiştir. Ceylanpınar’da YAS seviyesi hızlı bir şekilde düşmektedir. Ceylanpınar’da halk yüksek ekonomik getiriden dolayı sulu tarım faaliyetlerine yoğun olarak devam etmektedir. Hatta buğday, arpa ve kırmızı mercimek gibi suya pek fazla ihtiyaç duymayan ürünler bile yüksek verim amacıyla sulanmaktadır. Bu durum beraberinde yer altı suyunun yakın bir tarihte kullanılamaz hale gelmesine neden olacaktır. Benzer durumu yaşayan Suruç’ta tarımsal ürün deseni sulu tarımdan kuruya doğru geçişe sebep olmuştur. Ceylanpınar ovasında da, Suruç’takine benzer bir durumun yaşanma ihtimali yüksektir. Ceylanpınar’da YAS seviyesinin dramatik azalışının önüne geçilmesinin iki yolu vardır. Bunlardan ilki, buraya kanallar vasıtasıyla suyun ulaştırılmasıdır. İkinci ihtimal devletin etkin tarım politikalarıyla, çiftçileri kuru tarıma teşvik etmesidir. Aksi takdirde burada halk, Suruç’ta olduğu gibi mecburi bir şekilde kuru tarım yapacaktır.

4.SONUÇ

Bu çalışmada, tarımsal kullanıma bağlı olarak YAS seviyesinde meydana gelen değişim analiz edilmiştir. Sonuçlar, Şanlıurfa’nın güneyinde, Akçakale hariç, YAS seviyesinin dramatik bir şekilde düştüğünü göstermektedir. Bunun sebebi ise yoğun bir şekilde tarımda sulama yapılmasıdır. Buna göre, Suruç ovasında 1970 yılı öncesi kuru tarım uygulaması yaygındır. Bu yıldan sonra yöre çiftçileri tarafından “çakma” adı verilen basit ve sığ sondaj kuyuları ile nispeten az sayıda sulama amaçlı işletme yapılırken, geçen süre zarfında artan yoğun talepler karşısında mevcut rezervden fazla su çekilmeye başlandı. Bunun sonucunda, yeraltı suyu seviyesi hızla düşmeye başlamıştır. Düşen su seviyesine bağlı olarak, açılan sondaj kuyu derinlikleri artmaya başlamıştır. Arazide yöre halkı ile yapılan görüşmelerden, çiftçilerin kendi sondaj makinelerini dahi imal edecek duruma geldiği tespit edilmiştir. Ovada birbirlerinin tesir yarıçapı içinde kalan çok miktarda sondaj kuyusu açıldı. Bunun sonucunda kuyu verimleri hızla azaldı. Bunun üzerine açılacak sondaj kuyu derinliğine bağlı olarak daha çok verim elde edebileceklerini düşünen vatandaşlar, her geçen gün sondaj kuyu derinliklerini arttırmaya başladılar. Açılan bu kuyularda kesinlikle teçhiz ve tecrit işlemleri sondaj tekniğine uygun yapılmamıştır. Bu bilinçsiz ve hatalı sondaj çalışmaları sonucu, doğanın jeolojik yıllar boyunca özenle kurduğu ve koruduğu akifer yapısı alttaki geçirimsiz seviyenin delinmesi ile bozularak iki akiferin birleşmesine neden olundu. Bu durumda daha önce -20,-30 m’ler de çıkan su artık -150,-200 m’ler de çıkmaya başladı. Yapılan bu yanlış ve bilinçsiz uygulama, Suruç ovasını yaklaşık 28 yıl boyunca susuz bırakmış, hatta içme suyu konusunda da yöre halkı yıllarca sorun yaşamıştır.

Ceylanpınar ilçesinde 1995 yılı ve sonrasında sulamalı tarım yaygınlaşmış, pamuk ve mısır gibi yüksek gelir getiren ürünler tarımsal üretimde ön plana çıkmıştır. ekim alanlarının artmasıyla yeraltı suyu daha fazla kullanılmaya başlanmış, bunun sonucunda, yeraltı su seviyesinde alçalma meydana gelmiştir. Suruç ovasında olduğu gibi alçalma su seviyesine bağlı olarak açılan sondaj kuyu derinliklerinde de artış gözlenmiştir. Ceylanpınar ilçesinde yeraltı suyunun azalmasını önlemek için kuru tarımın teşvik edilmesi, Baraj göllerinden tarımda sulama imkanı sağlanması gerekmektedir. Aksi durumda Ceylanpınar’ın Suruç ovasının kaderini yaşaması kaçınılmazdır.

Akçakale İlçesi’nde yer altı su seviyesinde azalma yoktur. Aksine YAS seviyesi artı seviyelerdedir. Bu durum Akçakale’de tuzlanma problemi yaratmaktadır. 2002 yılın ait DSİ verilerine göre, sulama öncesi tuzlu alanların oranı % 8.06 iken sonrasında bu oran % 17.74’e yükselmiştir. Sulama öncesi çok tuzlu sınıfına giren alanların oranı % 1.61 iken, sulama sonrasında % 11.29’a yükselmiştir. Sodyumluluk sorunu sulama öncesinde % 6.45 iken, sulama sonrası %8.06’ya çıkmıştır. Akçakale’de taban suyunun beklenenden çok hızlı bir şekilde yükselmesinin temel nedenleri ise zayıf su yönetimi ve arazi yapısıdır. Bu durum Akçakale’de tarımsal verimin düşmesine sebep olmaktadır.

Sonuç olarak, tarımsal ürün deseninde meydana gelen değişim uzaktan algılama metodolojisi ile izlenmiştir. YAS seviyesinde meydana gelen azalma ise IDW tekniği ile mekânsal olarak analiz edilmiştir. Çalışmada uzaktan algılama metodolojisi kullanılarak yapılan mekânsal analizin yanı sıra zamansal analizler de yapılmıştır. Zamansal olarak YAS seviyesinde meydana gelen değişim lineer trend analizleri ile ortaya konulmuştur.

KAYNAKLAR

- Ahmadi, A. H., Sedghamiz, A.,** 2007, Geostatistical Analysis of Spatial and Temporal Variations of Groundwater Level, *Environmental Monitoring and Assessment*, 129(1), 277-294.
- Bahçeci, İ ve Bal, M. N.,** (2008). Harran Ovasında Yüzealtı Drenaj Sistemi Kurulmuş Alanlarda Drenaj Suyu ve Toprak Tuzluluğunun Mevsimsel Değişimi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (3), 19-26.
- Bulut, S., Mert, R., Solak, K., Konuk, M.,** 2011, Selevir Baraj Gölü'nün Bazı Limnolojik Özellikleri, *Ekoloji*, 20 (80), 13-22.
- Chen, Z., Grasby, S., Osadetz, K.,** 2004, Relation Between Climate Variability And Groundwater Levels In The Upper Carbonate Aquifer, Southern Manitoba, Canada, *Journal Of Hydrology*, 290(1-2), 43-62.
- Chia, Y., Wang, Y., Chiu, J., Liu, C.,** 2001, Changes Of Groundwater Level Due To The 1999 Chi-Chi Earthquake In The Choshui River Alluvial Fan In Taiwan, *Bulletin Of The Seismological Society Of America*, 91(5), 1062-1068.
- Çelik, M. A., Kızılelma, Y., Gülersoy, A. E., Denizdurduran, M.,** 2013, Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Aşağı Seyhan Ovası Güneyindeki Sulak Alanlarda Meydana Gelen Değişimin İncelenmesi (1990-2010). *Turkish Studies*, 8 (12), 263-284.
- Çelik, M.A., Gülersoy, A.E.,** 2013, Işıklı Gölü (Çivril-Denizli) Çevresindeki Arazi Kullanım Faaliyetlerinin Göl Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26, 191-200.
- Çelik M.A., Karabulut M.,** 2014, Antakya-Kahramanmaraş Grabeninde Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orman alanları ile yağış arasındaki ilişkilerin MODIS verileri (2000-2010) kullanılarak İncelenmesi, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(1), 49-68.
- Davraz, A., Ünver, Ö.,** 2014, İnegöl Havzası (Bursa) Hidrojeolojisi ve Yeraltı sularının Kalite Değerlendirilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(2), 7-21.
- Demir, S., Kılıç, K.,** 2012, Erbaa Ovası Yeraltı Suyunun Tuzluluğunun Değerlendirilmesi, *Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(4), 79-86.
- Dinka, M.O., Loiskandl, W., Ndambuki, J. M.,** 2013, Seasonal Behavior and Spatial Fluctuations of Groundwater Levels in Long-Term Irrigated Agriculture: the Case of a Sugar Estate. *Polish Journal of Environmental Studies*, 5(22), 1325-1334.
- Göçer, K.,** 2004, İllerin Sosyo-Ekonomik Gelişme Endekslerine Göre Sıralanması ve Belirleyici Faktörler, *Kentsel Ekonomik Araştırmalar Sempozyumu*, Denizli: Pamukkale Üniversitesi, syf: 176-188.
- Gürbüz, M., Çelik, M. A., Gülersoy, A. E.,** 2013, Atatürk Baraj Gölü'nün Bozova İlçesi Tarımsal Ürün Deseni Üzerine Etkisinin İncelenmesi (1984-2011), *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 12(4), 853-866.
- Hoque, M., Hoque, M., Ahmed, K.,** 2007, Declining Groundwater Level And Aquifer Dewatering In Dhaka Metropolitan Area, Bangladesh: Causes And Quantification. *Hydrogeology Journal*, 15(8), 1523-1534.
- İlhan, A., Yüce, N.,** 2013, Türkiye'nin Sulak Alanları, <http://www.suhakki.org/2013/01/turkiyenin-sulak-alanlari/>, (02.06.2016).
- Karabulut, M.,** 2011, Doğu Akdeniz'de Ekstrem Maksimum ve Minimum Sıcaklıkların Trend Analizi, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, Özel Sayı, 37-44.
- Kalaycı, S., Kahya, E.,** 1998, Susurluk Havzası Nehirlerinde Su Kalitesi Trendlerinin Belirlenmesi, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*, 22, 503-514.
- Konikow, L. F.,** 2011, Contribution Of Global Groundwater Depletion Since 1900 To Sea-Level Rise, *Geophysical Research Letters*, 38(17).
- Kızılelma Y., Çelik, M.A., Karabulut, M.,** 2015, İç Anadolu Bölgesinde sıcaklık ve yağışların trend analizi, *Türk Coğrafya Dergisi*, 64,1-10.

Lacorte, S., Barcelo, D., 1996, Determination Of Parts Per Trillion Levels Of Organophosphorus Pesticides In Groundwater By Automated On-Line Liquid-Solid Extraction Followed By Liquid Chromatography Atmospheric Pressure Chemical Ionization Mass Spectrometry Using Positive And Negative, *Analytical Chemistry*, 68(15), 2464-2470.

Scibek, J., Allen, D. M., 2006, Modeled Impacts Of Predicted Climate Change On Recharge And Groundwater Levels, *Water Resources Research*, 42(11).

Şener, Ş., Güneş, D., 2015, Aksu (Isparta) Ovası Yüzey Ve Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(6), 260-269.