

ANTALYA İLİ YERALTISUYU KAYNAKLARININ UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNİKLERİ KULLANARAK MODELLENMESİ VE ARAZİ ÖZELLİĞİNİN BELİRLENMESİ

M. Kaynarca^a, N.Demir^b, B.T. SAN^c

ASAT Genel Müdürlüğü /Antalya Su ve Atıksu İdaresi Genel Müdürlüğü
mustafakaynarca78@gmail.com
Akdeniz Üniversitesi Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı Antalya/TÜRKİYE
nusretdemir@akdeniz.edu.tr
Akdeniz Üniversite Jeoloji Mühensliđi Anabilim Dalı Antalya/TÜRKİYE
tanersan@akdeniz.edu.tr

ANAHTAR KELİMELELER: Yeraltısuyu, İnterpolasyon, Modelleleme, Karar destek makineleri, Sınıflandırma

ÖZET:

İçme ve kullanma suyu en önemli yaşamsal kaynaklardan biridir. Ülkemizin toplam su potansiyeli 112 milyar m³ olup bunun 14 milyar m³ 'ü yeraltısuyudur. Antalya ili 79 milyon m³ yer altı suyu potansiyeli ile Ülkemizin toplam yeraltısuyu potansiyelinin %5.6 sına sahiptir. İlimiz 2.426.355 toplam nüfusa sahip olup, bu nüfusun %55.4 ü 5 merkez ilçede yaşamaktadır. Bu ilçelerin içme kullanma suyu ihtiyacının %98 'i yeraltısuyun dan karşılanmaktadır. Çalışmamızda Antalya ilinin içme ve kullanma suyunun karşılandığı alanın bir bölümünde yeraltısuyu karakteristiğini ve özelliklerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışma alanı Antalya ilinin en önemli içmesuyu kaynaklarından olan Kırkgözler olarak belirlenmiştir. Bu alandaki jeolojik veriler, sayısal arazi modeli ve kuyu bilgileri kullanılmış, yer altısuyu seviyesi, verimlilik değerlerini gösteren tematik haritalar üretilmiştir. Ayrıca 2-3 boyutlu yeraltısuyu modelleri ve sayısal arazi modelleri ve türevleri oluşturulmuştur. Çalışmada Sentinel 2 uydu görüntüleri kullanılarak karar destek makineleri yöntemi ile sınıflandırma yapılmış ve çalışma alanının arazi özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak Kentin en önemli yeraltısuyu kaynağının olduğu bölgenin yeraltısuyu karakteristiği ve arazi yapısı belirlenmiştir.

KEY WORDS: Groundwater, Interpolation, Modelling, Support vector machine, Classification

ABSATRCT:

Drinking and potable water is one of the most important vital sources. The total water potential of our country is 112 billion m³ and 14 billion m³ of it is groundwater. The city of Antalya has 79 million m³ of groundwater potential and has a 5.6% of the total groundwater potential of our country. Our province has a total population of 2.426.355 and 55.4% of this population lives in 5 central districts. 98% of the drinking water demand of these districts is met by groundwater. In our study, it was aimed to determine the characteristics and characteristics of groundwater in a part of the area where drinking and potable water of Antalya province was met. The study area was determined as Kırkgözler which is one of the most important drinking water sources of Antalya province. Geological data, digital terrain model and well information were used in this area, and thematic maps showing groundwater level and productivity values were produced. In addition, 2-3 dimensional groundwater models and digital land models and derivatives have been formed. Sentinel 2 satellite images were used in the study by means of decision support machines and land properties of the study area were determined. As a result, the groundwater characteristic and the land structure of the region where the most important groundwater source of the city is located.

1. GİRİŞ

Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri tarım, ekoloji, ulaşım, jeoloji, planlama gibi bir çok alanda ve mesleki disiplinde kullanılmaktadır. CBS; konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içinde gerçekleştirilen bir bilgi sistemidir olarak tanımlanmıştır (Yomralıoğlu, 2000). Uzaktan algılama ise mekâna dayalı mesleki disiplinlerinin özellikle arazi kullanımı, doğal kaynak kaybı, su ve toprak yönetimi, gibi çalışma alanlarında kullandıkları önemli yöntem ve teknikleri içermektedir.

İnsanoğlu için en önemli yaşamsal kaynakların başında su gelmektedir. Temiz ve kullanılabilir su kaynakları yaşamsal nitelikte olup kentimizde kullanılan suyun %98 yeraltı suyundan temin edilmektedir (DSİ, 2018). Bu kaynak içmesuyu olarak kullanılmasının yanı sıra tarımsal sulamada da yoğun olarak kullanılmaktadır. Her geçen gün önemi artan yeraltısuyunun optimum şekilde kullanılabilmesi zaman ve konum açısından davranışlarının bilinmesi ve yeryüzündeki alan kullanımları ile ilişkisi yeraltısuyunun iyi yönetilmesi açısından önem arz etmektedir (Hakölekli, 2010).

Literatüre bakıldığı zaman bu konu ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bir çalışmada Harran ovasında bir bölümünde yeraltısuyu seviyeleri ve verimlilik düzeyleri araştırılmış ve haritalandırılmıştır.Çelik (2017). Isparta bölgesinin yağış değerleri Taylan ve ark., (2016) tarafından yapılan çalışmada interpolasyon yöntemi ile modellenmiştir. Afyon Akarçay havzasının yeraltısuyu modellemesi Hakölekli ve ark., (2010) tarafından yapılmıştır. Polemio (2016) tarafından yapılan çalışmada İtalya'nın güney bölgesinin akifer modellemesi ve yeraltısuyu izlenmesi çalışması yapılmıştır. Kuniansky (2016) tarafından Florida'da yapılan çalışmada jeolojik olarak Karstik yapıdaki bu bölgedeki kuyu verileri kullanılarak akifer modeli ve akış yönleri bulunmaya çalışılmıştır.sınıflandırma ile ilgili bir çok literatür yer almakta olup Kavzoğlu vd., (2015) tarafından yapılan çalışmada destek vektör makineleri yöntemin sınıflandırmada yüksek doğruluk ile sınıflandırma yapıldığı belirlenmiştir.

Çalışmada nüfusu 1.5 milyonu bulan Antalya ili merkez ilçelerin ana içme ve kullanma suyu sistemini içinde barındıran Kırgezler yeraltısuyu kaynağı seçilmiştir. Bu sistem ile onunla ilintili olan yüzey sınıfları ve alan kullanımları da değerlendirilmiştir.Karstik bir jeolojik yapıya sahip olan bu sistemde traverten formasyonunda çalışılmıştır. Çalışmada bu formasyon üzerinde yer alan yeraltısuyu kuyuları verileri kullanarak interpolasyon yardımı ile yeraltısuyu statik, dinamik ve kuyu verimlilik tematik haritaları oluşturulmuştur. Çalışmada ayrıca yeraltısuyu statik ve dinamik seviyeri arazi modeline göre 3 boyutlu görselleştirme yapılarak yeraltısuyu seviyesi ve kuyular arazi modeline göre gösterilmiştir. Çalışmanın yapıldığı traverten formasyonunda arazi örtüsünde belirlenmesine çalışılmış, bunun içinde karar destek matrisleri yöntemi ile kontrollü sınıflandırma yapılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı Antalya ili sınırlarında merkezdeki traverten jeolojik formasyonun kapladığı alan olarak seçilmiştir.Bu alan Döşemealtı, Muratpaşa, Kepez ve Konyaaltı ilçelerinin bir bölümünü içerir. Çalışma alanının ülkemizdeki konumu şekil 1 de Antalya ilindeki sınırı ise şekil 2 de gösterilmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanının Ülkemizdeki konumu

Çalışma alanı yaklaşık 511 km² lik bir alanı kapsamaktadır.



Şekil 2. Çalışma alanı sınırı.

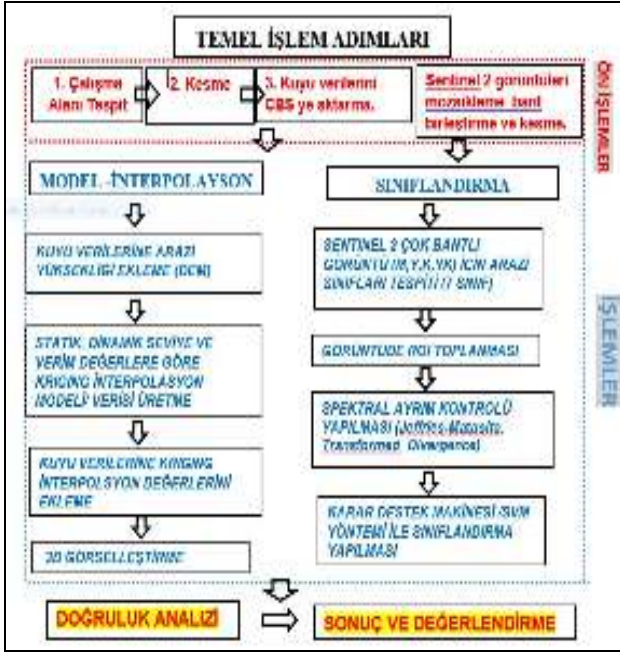
3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada veri seti olarak DSİ ve ASAT Genel Müdürlüğü'nden kuyulara ait statik, dinamik seviye, verim ve koordinat (X,Y) verilerini içeren excel tabloları ve MTA ait jeoloji haritası, Sentinel 2 çok bantlı uydu görüntüsünün 2,3,4,8 bantları (Mavi, Yeşil, Kırmızı, Yakın Kızılötesi) ve Aster Gdem sayısal arazi modeli kullanılmıştır. Çalışmada yazılım olarak Envi, Arcgis ve Mapinfo kullanılmıştır.

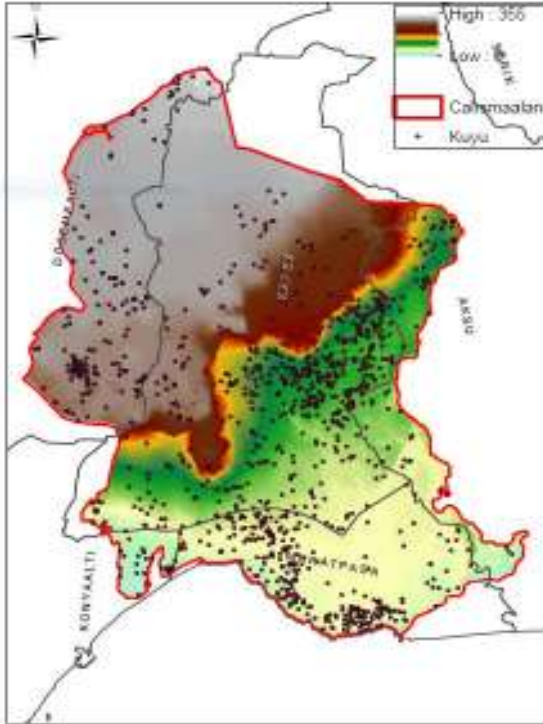
3.2 Metot

Çalışmada yapılanlar temel işlem adımları şematik olarak şekil 3 de gösterilmektedir.



Şekil 3. Temel işlem adımları şeması

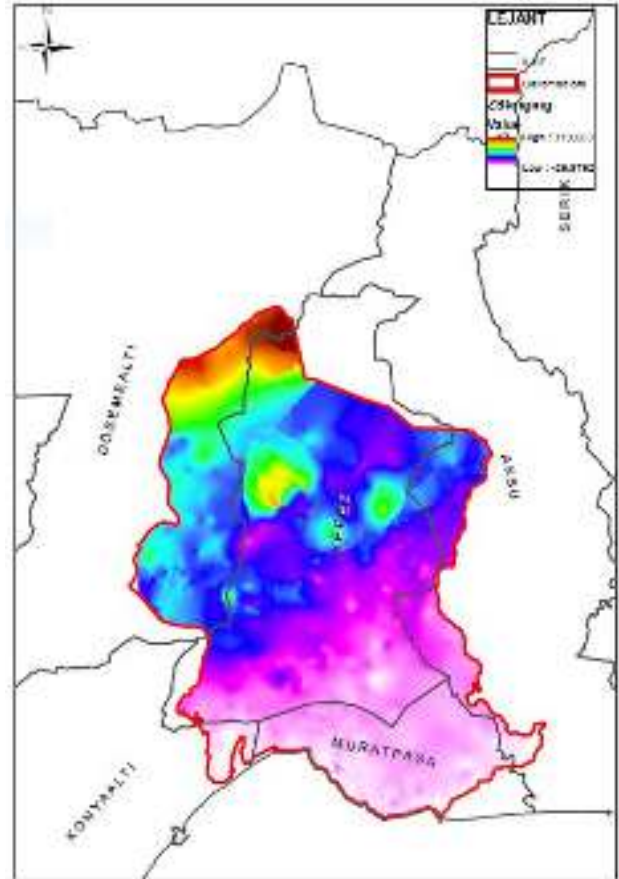
Çalışma da DSİ Genel Müdürlüğü'ne ait kuyu verileri excel tablosunda alınarak CBS ortamına aktarılmış, kuyu verileri MTA'nın Jeoloji haritası üzerine eklenmiş ve traverten olan formasyon dikkate alınarak çalışma alanı belirlenmiştir. Çalışma alanına giren bölümdaki kuyu verileri ayrılmıştır. Çalışma alanı sayısal arazi modeli Aster dem verisi ile yükseklik, eğim haritaları oluşturulmuştur. Çalışma alanına göre kuyuların dağılımı ve yükseklik modeli şekil 4 te gösterilmiştir.



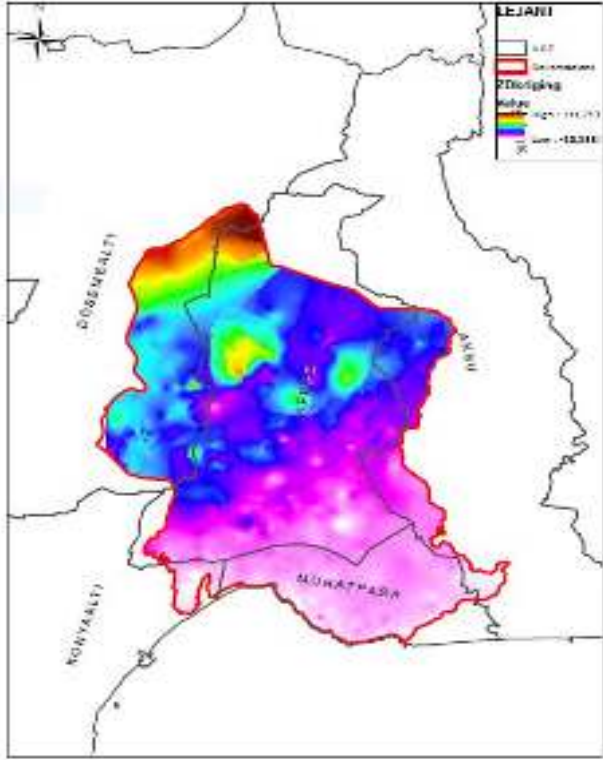
Şekil 4. Çalışma alanı kuyular ve yükselik modeli.

3.2.1. İnterpolasyon

Değeri bilinen mekânsal interpolasyon sürekli bir yüzey oluşturmak için diğer bilinmeyen alanların değerlerini tahmin eder ve bir yüzeyin temsiline olanak tanır (Gümüş, 2017). Çalışmada yeraltısuyunun statik, dinamik seviyelerini temsil etmesi için model oluşturulması için kriging interpolasyon işleme yapılmıştır. Kriging interpolasyon yöntemi, bilinen yakın noktalardan alınan verileri kullanarak, diğer noktalardaki verilerin optimum değerlerini kestiren bir enterpolasyon metodudur (Taylan, 2016). CBS ve UA birçok alanda yazılımlar kullanarak karar destek sistemlerini desteklemektedir. Bu yazılım ve sistemler, her alanda olduğu gibi su kaynaklarının korunması ve havza genelinde çalışmalar yapılması konusunda olanak sağlamaktadır. Bu ve benzeri sistemler sonucunda oluşturulan nihai haritalar gerçek değerlere olan yakınsaklıkları ile de güncel verileri desteklemektedir (Taylan, 2016). Çalışmada 1067 adet kuyuya ait kot verilerinden statik ve dinamik seviyeler tablosunda çıkarılmış ve statik ve dinamik su seviyesi kotu hesaplanmıştır. Daha sonra kriging yöntemi kullanılarak çalışma alanına ait statik ve dinamik seviye haritaları üretilmiştir. Çalışmada üretilen bu haritalar şekil 5 ve şekil 6 de gösterilmektedir.



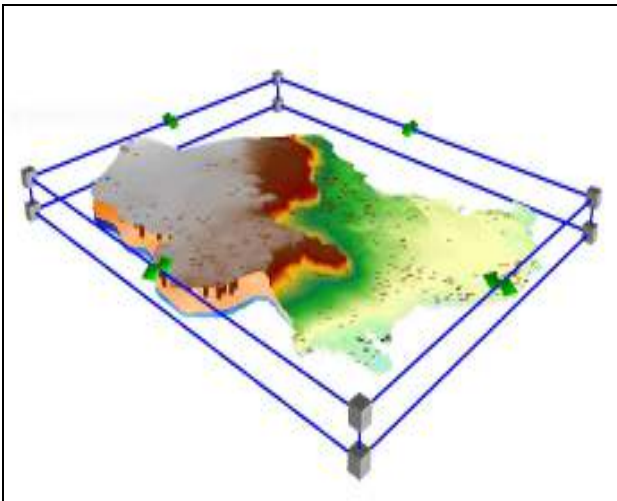
Şekil 5. Statik su seviyesi haritası.



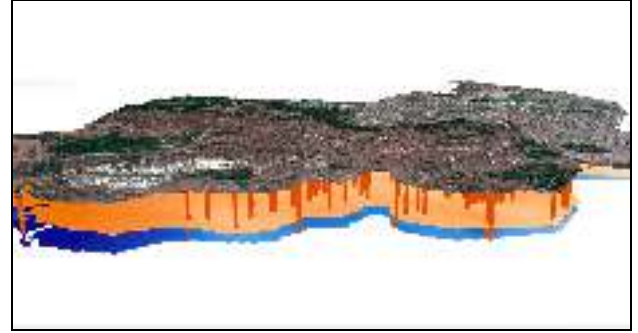
Şekil 6. Dinamik su seviyesi haritası

3.2.2. 3 Boyutlu Model

UA ve CBS de üç boyutlu modelleme ile çeşitli arazi plan ve yapı modelleri oluşturulmaktadır. Bu hem görsel hem de kavramsal olarak bilginin daha iyi anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Çalışmada da elde edilen arazi, statik ve dinamik su seviyeleri modellerinin 3 boyutlu görselleştirilmesi yapılmıştır. Bunun çalışmaya görsellik ve kavramsal zenginlik katacağı düşünülmektedir. Oluşturulan 3 boyutlu modelde sayısal arazi modeli, su seviyeleri modelleri ve kuyu verileri kullanılmıştır. Çalışmada Arcgis yazılımının 3D Analyst kullanılarak 3 boyutlu harita üretilmiştir. Oluşturulan modelin görüntüsü şekil 7 ve 8 de gösterilmiştir.



Şekil 7. 3 Boyutlu model ve arazi modeli



Şekil 8. 3 boyutlu model ve uydu görüntüsü.

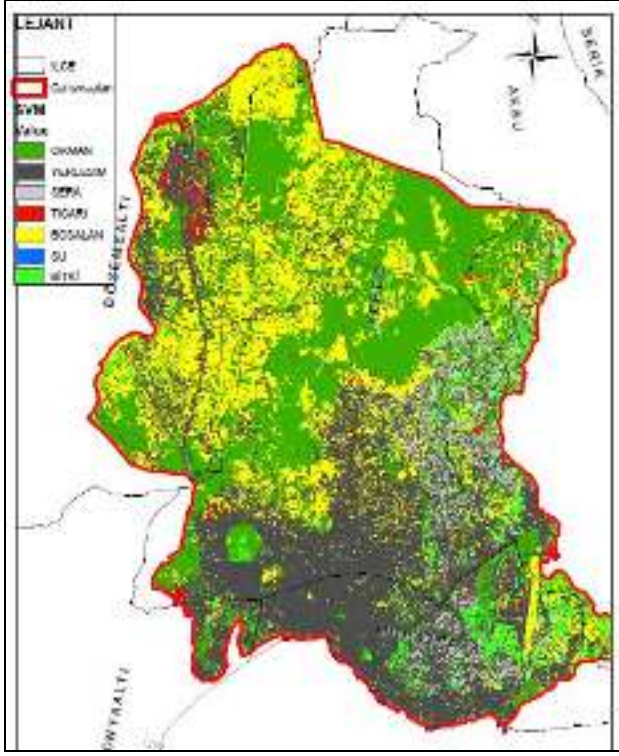
3.2.3. Sınıflandırma

Sınıflandırma birçok bilim dalında kullanılan bir karar verme işlemidir. Görüntü sınıflandırma işleminde amaç, bir görüntüdeki bütün pikselleri arazide karşılık geldikleri sınıflar ve temalar içinde otomatik atamak, yerleştirmektir (Ayhan vd., 2003). Çalışmada kontrollü/egitimli sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde önceden belirlenen sınıf ve eğitim setleri ile sınıflandırma yapılmıştır. Çalışma alanının sınıflandırılmasında yedi ayrı sınıf değerlendirilmiş ve destek vektör makinesi/svm yöntemi ile sınıflandırma yapılmıştır. Belirlenen sınıflar orman, su, yerleşim, bitki, sera, ticari alan ve boş alandır. Son yıllarda bir çok sınıflandırma ve örüntü tanıma probleminde destek vektör makineleri yöntemi kullanılmaktadır (Kavzoğlu vd., 2015). Sınıflandırma da Sentinel 2 çok bantlı görüntü üzerinden eğitim setleri belirlenmiş, spektral ayırım değerlerine bakılarak sınıfların birbirine hangi oranda karıştığı hesaplanmıştır. Yöntem olarak Jeffries-Matusita, Transformed Divergence kullanılmıştır. Bu yöntemde sonuçlar 0 ile 2 arasında değerler almaktadırlar. Sınıfların spektrla ayırım değerleri tablo 1 de gösterilmektedir.

Sınıf	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.98	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2	0.02	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
7	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
9	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
14	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
15	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
16	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01	0.01
17	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01	0.01
18	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01	0.01
19	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	0.01
20	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98

Tablo 1. Sınıflandırma spektral ayırım değerleri tablosu

Bu işlemin ardından çalışma bölgesinin Sentinel 2 çok bantlı uydu görüntüsü kullanılarak destek vektör makinesi/ svm ile sınıflandırma yapılmış olup şekil 10 da sınıflandırma sonucu görülmektedir. Sınıflandırma işleme yapıldıktan sonra morfoloji opening/closing filtresi uygulanmıştır. Bu işlem ile sınıflandırma ile elde edilen görüntü zenginleştirilmiştir.



Şekil 9. Sınıflandırma sonucu.

4. DOĞRULUK ANALİZİ

Çalışmada iki farklı doğruluk analizi yapılmıştır. Bunlar üretilen statik ve dinamik seviye modelleri ve sınıflandırma sonuçları için yapılan doğruluk analizleridir. Çalışmada kullanılan 1067 adet kuyudan statik ve dinamik seviyeleri ile modelden çıkarılan değerler kuyu tablosuna yazılmıştır. Bu işlemin ardından gerçek statik ve dinamik su kotu değerleri ile modelden üretilen değerlerin farkları alınarak bazı istatistiksel sonuçlar elde edilmiştir. Bu değerlere ilişkin yapılan hesaplamalar tablo 2 de gösterilmektedir.

Tablo	Min.	Maks.	Top.	Ort.	Std. Sap.
Statik	0	49	2487	2.33	3.96
Dinamik	0	50	2816	2.64	4.69

Tablo 2: Model doğrulaması için istatistiksel hesaplamalar.

Çalışmada yapılan sınıflandırma için yapılan doğruluk analiz sonuçları değerlendirilmiş olup toplam 25935 adet piksel doğruluk analizi için kullanılmış olup bunun alansal karşılığı $25935 \times 100 = 2.593.500 \text{ m}^2$ dir.

Kontrullü Sınıflandırma sonuçları:

Kappa değeri =0.955, Doğruluk yüzdesi=%96.76 olarak hesaplanmıştır

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada 1067 adet kuyu verisi kullanılarak oluşturulan statik ve dinamik yeraltısuyu modelleri ile referans verideki gerçek değerlerin farkları hesaplanmıştır. Fark değerlerinin ortalaması 2.33 ve 2,64 standart sapma değerleri ise 3.69 ve 4.69 olarak hesaplanmıştır. Standart sapmanın sifıra yakın değerde olması farkların bu değere yakın olduğunu göstermektedir. Bu

sonuçlara göre üretilen modeldeki değerlerin referans değerlere yakın olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca çalışmada alanında yapılan sınıflandırma işlemi ile üretilen 7 arazi sınıfının alansal dağılımı tablo 3 de gösterilmiştir.

Sınıf	Alan m ²
Orman	143.502.360,44
Yerleşim	188.975.752,48
Sera	22.882.592,72
Ticari	4.660.798,28
Boşalan	125.006.198,52
Su	125.067,28
Bitki	26.106.478,68
Toplam	511.259.248,40

Tablo 3. Sınıflandırmanın alansal dağılımı.

Sonuç olarak çalışmanın hedefi olan yeraltısuyu modeli düşük standart sapma ile çıkarılmış ve bu alandaki arazi örtüsünün yüksek doğrulukta üretildiği düşünülmektedir. Konu ile ilgili bir çok çalışma yapılmasına rağmen uzaktan algılama teknikleri ile sınıflandırma yapılarak arazi örtüsü belirlenmesi ve 3 boyutlu model üretiminin çalışmaya özgünlük kattığı düşünülmektedir. Çalışmanın yerel yönetimlerin, kamunun ve özel sektörün yeraltısuyu arama ve kullanma ile ilgili çalışmalarında da kullanabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Ayhan, E., 2003. Uzaktan Algılanmış görüntülerde Sınıflandırma ve Analiz, Researchgate.net/publication.

Çelik, R., 2017. *Harran Ovası'nın yeraltısuyu potansiyelinin coğrafi bilgi sistemi ile modellenmesi*. Dicle Üniversitesi, Müh.Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü 21280 Diyarbakır.

DSİ., (2018).www.dsi.gov.tr (Su kaynaklarına ilişkin veriler).

Gümüş, K., 2017. *Sayısal Yükseklik Modellerinin Doğruluğunu Etkileyen Doğruluğunu Etkileyen Faktörlerin Varyans Analizi İle İstatistiksel Olarak İncelenmesi*. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 6, Sayı 1, (2017), 46-58.

Hakölekli, E., 2010. Akarçay Kuzey Alt Havzası Yeraltı Suyu Modellemesi. AKÜ Fen Bilimleri Dergisi 2010-02 5-16.

Kavzoğlu, T., 2015. Nesne tabanlı yaklaşımda makine öğr. alg. sınıflandırmaya etkileri. Konya: Tufuab.

Kuniansky, L., 2016. Simulating Groundwater Flow in Karst Aquifers with Distributed Parameter Models. Florida: Scientific Investigations Report 2016-5116.

Lillesand, T., 2016. Remote sensing and image interpretation 7th edition.

Polemio, M., 2016. Monitoring and Management of Karstic Coastal Groundwater in a Changing Environment. Italian National Research Council-Research Institute for Geo-Hydrological Protection (CNR-IRPI).

Taylan, D., 2016. Isparta Bölgesi Yağış Değerlerinin IDW ve Kriging Enterpolasyon Yöntemleri ile Tahmini İMO Teknik Dergi, 2016 7551-7559, Yazı 459.

Yomralıoğlu. T., 2000. Coğrafı Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulama Kitabı.