

ESKİŞEHİR ALPU OVASI BATISININ UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMİ İLE YERALTISUYU OLANAKLARI VE KAYNAK YERLERİNİN SAPTANABİLİRLİĞİ

Can AYDAY
Sinan ÜLCAN

Anadolu Üni., Uydu ve Uzay Bilimleri Araş. Enst., Eskişehir
Anadolu Üni., Uydu ve Uzay Bilimleri Araş. Enst., Eskişehir

ÖZET

Tarım ülkesi olan ülkemizde suyun ayrı bir önemi vardır. Birçok yörelerimizde tarım sulamasında yeraltısuyundan yararlanır. Suya olan gereksinimin artması, su konusunda yapılan çalışmaların geniş boyutlara ulaşmasına neden olmuştur. Yapılan çalışmalarda sadece arazi çalışmaları ile yetinilmeyip uçak ve uydulardan yararlanılmaya başlanılmıştır. Günümüzde uydu verilerinin bu konularda kullanıldığı bilinmektedir. Uydu verileri ile elde edilen bulguların yer gerçekleri ile denştirilmesi sonucunda bölgenin yeraltısuyu özellikleri kısa sürede elde edilebilmektedir.

Çalışmanın amacı Eskişehir-Alpu Ovası'nın Batı kısmında geçmiş yıllara ait DSİ tarafından açılmış su sondajlarının yerleri ve bu kuyuların verimleri ile uydu verilerinden elde edilen bulguların karşılaştırılmasına yöneliktir. Yüksek debi ve yüksek verime sahip kuyuların bulunduğu yerlerin özelliklerinin uzaktan algılama yöntemi ile saptanmasına çalışılmıştır. Sahanın güneydoğusunda bulunan kaynak yerlerinin uzaktan algılama ile saptanabildiği belirlenmiştir.

1. GİRİŞ

Su yalnız insanlar için değil tüm canlılar için gerekli en önemli maddedir. İlk çağlardan beri insanoğlu bu önemli maddenin peşinde olmuştur. Değişik amaçlara dönük, değişik özellikte suya gereksinimi olduğunda bu özellikteki suyu bulmanın yollarını aramıştır. İlk çağlarda göl ve akarsulardan sağladığı su ihtiyacını gün geçtikçe gelişen sanayi, endüstri ile beraber sağlayamaz duruma gelmiştir. İnsanoğlu gelişen teknoloji ile birlikte istediği özellikte suyu yeraltında bulmuştur.

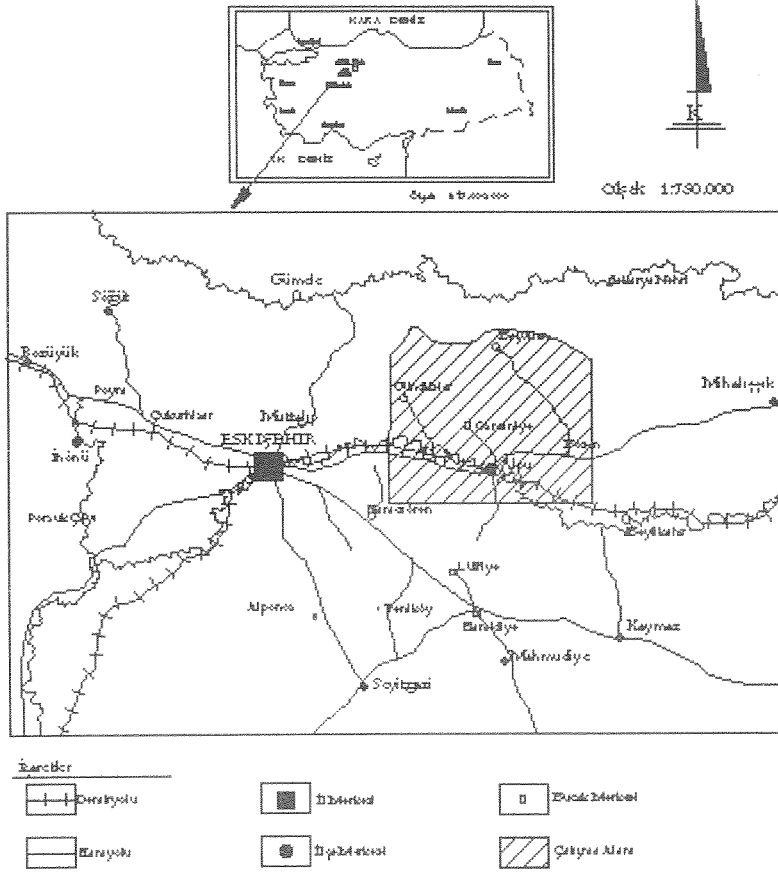
Uzaktan algılama yöntemi ile yeraltısuyu araştırmalarında araştırma yapılan yerin jeolojisi, jeomorfolojisi, tektonik durumu, toprak yapısının ortaya çıkartılması ile o yerin yeraltısuyu özelliği ortaya konulabilir. Yapılan çalışmalar sonucunda yer gerçekleri ile uydu verilerinin denştirildiği, coğrafi bilgi sistemleri kullanılması ile analiz ve modelleme yapılması sonucu daha gerçekçi sonuçların elde edildiği anlaşılmıştır.

2. ÇALIŞMANIN AMACI

Çalışmanın amacı Eskişehir yerleşim yerinin yaklaşık 16 km doğusunda bulunan Alpu Ovası'nın kuzeybatı kısmının yeraltısuyu olanakları ve kaynak yerlerinin uzaktan algılama yöntemleri ile saptanabilirliğini ortaya koymaktır. Bu nedenle görüntü iyileştirme, bandlar arasında aritmetik işlemler gibi uzaktan algılama yöntemleri kullanarak görüntünün amaca daha uygun olarak ortaya konmasına çalışılmıştır. Elde edilen görüntüler üzerinde yeraltısuyu açısından yorumlama yapılarak yer gerçekleri ile denştirilmesinin yapılmasına çalışılmıştır.

3. ÇALIŞMA ALANI

Çalışılan yer Eskişehir'in yaklaşık 16 km doğusunda bulunmaktadır. Çalışılan yer Alpu Ovası'nın bir kısmını oluşturur (Şekil 1). Eskişehir Alpu Ovası Orta Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında yer alır. Tüm ova yaklaşık 525 km² dir. Çalışılan sahanın en önemli akarsuyu Porsuk Çayı'dır ve Porsuk çalışma bölgesinin güney sınırını oluşturur. Sahanın kuzeyinde bulunan yüksek dağlardan gelen dereler ovaya inmektedir. Genellikle ovaya inen dereler kısa sürede yeraltına inmekte ve yeraltısularını beslemektedirler.



Şekil 1. Çalışılan yerin bulduru haritası

DSİ tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli hidrojeolojik harita ve sahada yapılan sondajların verileri çalışmada yer gerçekleri olarak kullanılmıştır. Çalışılan sahanın kuzey tarafları dağlıktır. Dağların yüksekliği yaklaşık 1300 m'ye ulaşır. Ovanın denizden olan yüksekliği ise 800 m civarındadır. Ovada yarıkurak karasal iklim özellikleri belirgindir. Yazları kurak ve sıcak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Ortalama yıllık yağış 327 mm'dir. Ağustos aylarında 7.3 mm olan yağış ortalaması, Aralık aylarında 46.2 mm'ye yükselir.

Ovada genellikle pancar ve buğday tarımı yapılmaktadır. Sahanın kuzey taraflarında dünyanın en önemli lületaşı ocakları bulunmaktadır. Lületaşı ve manyezit bölgenin ekonomik gelişmesine katkıda bulunan madenleridir. Sahada ulaşım bakımından problem bulunmamaktadır. Tüm yerleşim yerlerine ulaşım olanağı bulunmaktadır.

4. SAHANIN JEOLJİSİ

Çalışma yapılan sahanın jeolojisi aşağıda kısaca özetlenmiştir (DSİ, 1977). Yeraltısuyu ile yakın ilişkisi bulunan jeolojik durumun bu tür çalışmalarda öncelikle ele alınması gerekmektedir.

4.1 Paleozoik yaşlı kaya birimleri:

Metamorfik Kayaç: Çalışılan yerin en yaşlı kaya birimi metamorfik kaya birimidir. Sahada metamorfik kaya birimlerinden mermer gözlenir. Mermerler metamorfizmadan dolayı ilksel yapılarını kaybetmişler ve ikincil bir yapı kazanmışlardır. Çok kıvrımlı ve karmaşık olup içlerinde yer yer erime boşlukları içerir. Alt dokanağı şistlere geçişli olup iyice kristallize olmuştur. Mermerler genellikle beyaz ve gri renklidir. Bu kayaçın yaşı Paleozoyiktir. Bu kaya birimi Gündüzler Köyünün yaklaşık 2 km güneyinde gözlenir. Genellikle beyaz ve gri renklidir.

4.2 Mesozoik yaşlı kaya birimleri:

Ofiyolit Seri: Sahanın kuzey taraflarını kaplayan ofiyolit serisi içinde peridotit önemli yer tutar. Peridotit içinde harzburgit ve dunit hakimdir. Sahada peridotitlerin üzerinde yer yer radiolitler yer alır. Gabro ofiyolit birliğine ait kaya birimi olduğundan sahada peridotitle birlikte gözlenir. Tüm kayalar içinde süreksizlikler gelişmiştir. Atmosferik koşullar nedeni ile serpantinleşme oldukça fazladır. Serpantinleşmenin ve süreksizliklerin yoğun olduğu bölgelerde manyezit yataklarının bulunması sahaya has önemli bir özelliktir. Ofiyolit serisinin ovaya indiği yerin fay zonu olduğu yapılan çalışmalardan belirlenmiştir. Ofiyolit serinin ovanın tabanını oluşturduğu bu yörede çalışan araştırmacılar tarafından belirtilmektedir.

4.3 Senozoik yaşlı kaya birimleri:

Aglomera: Sahada ofiyolit serisinin üstünde gözlenir. Sepetçi Köyü ve doğuya doğru uzanan bir bölgede gözlenir. Doğuda aglomeralarla Neojen taban konglomeraları birbirlerine yanal geçiş gösterirler. Aglomera içinde bulunan lületaşı yumruları bu birimin en belirgin özelliğini oluşturur.

Tuf-Tüfit: Aglomeranın üstüne uyumsuzlukla gelen tüf-tüfit serisi kaba taneli malzeme içerir. genellikle rengi beyaz, kirli beyaz, gri renktedir. İnce veya çok ince tabakalı yapıya sahiptir.

Kireçtaşı-Marn-Kiltaşı: Çalışılan sahanın doğusunda ve batısında geniş alanları kaplar. Kiltaşı bu kayalar arasında en yaşlı birimdir. Rengi şarabi, kırmızımsı renktedir. Çakıl taneleri içeren bandlar içerir. Çakıl taneleri ofiyolit ve mermerden oluşur. Marnın kalınlığı ortalama 50-110 m arasındadır. Yer yer kalker merccekleri ile kesilmektedir. Kireçtaşı bu serinin en üst seviyesini oluşturur. Tektonizmadan etkilenmiştir. Bu nedenle kıvrımlı ve kırıklı bir yapı kazanmıştır. Çatlaklar kalsit dolguludur. Fosil içermemektedir. Karstik oluşumu azdır. Rengi beyaz ve sarımsıdır.

Alüvyon: Sahanın çok geniş bir kısmını kaplar. Bu bölgede önceki yıllara ait yapılan çalışmalardan eski ve yeni olarak iki tür alüvyon ayırt edilmiştir. Eski alüvyon kırmızı kil, çakıllı kil ile kum ve çakıldan oluşmuştur. Bu birim üzerinde birçok kum-çakıl ocağı bulunur. Ovanın ortasında killerden, ova kenarlarında ise iri malzemeli molozlardan oluşmuştur. Yeni alüvyon genellikle kuzeyden gelen derelerin getirip biriktirdiği malzemedir. Silt, kil, kum ve çakıl içerir. Yeni alüvyonun kalınlığı ortalama 30 m'dir.

5. ÇALIŞMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada uzaktan algılama yöntemi kullanılmıştır. Görüntü işleme sistemi yardımı ile sayısal veriler analiz edilmiş ve amaca uygun bilgilerin elde edilmesine çalışılmıştır. Çalışmada Intergraph TD-30 bilgisayar ve MBI (MGE Basic Imager)-MAI (MGE Advance Imager) görüntü işleme yazılım programları kullanılmıştır. Kullanılan uydu verisi Eylül 1987 çekim tarihli Landsat 5 uydusuna aittir.

Çeşitli görüntü analizleri arasında görüntü iyileştirme analizi bu çalışmada kullanılmıştır. Bu analiz uygulanarak Alpu Ovası'nın çalışılan kısmında yeraltısuyunun belli özelliklerinin uzaktan algılama ile ortaya konulmasına çalışılmıştır. Genellikle görüntü iyileştirme analizleri ile kaynak yerlerinin ortaya çıkartıldığı belirlenmiştir. Uzaktan algılama yöntemi ile ortaya konulmaya çalışılan sonuçlar DSİ tarafından bölgede yapılan çalışmalar ve sondaj verileri ile denştirilmiştir.

6. GÖRÜNTÜ İYİLEŞTİRME ANALİZLERİ ve HİDROJEOLJİDE UYGULANMASI

Uzaktan algılama yöntemleri içinde görüntü iyileştirme analizinin oldukça önemli bir yeri vardır. Sayısal görüntü ile çalışıldığında, genellikle sayısal işlenmemiş ham veri değerleri bilgisayarların ekran görüntü özelliklerinin çok altında kalmaktadır. Ham verilerin ekran görüntü özelliğine erişmesi gerekmektedir. Uzaktan algılamada bu olanağı sağlayan işlemlere görüntü iyileştirme denilmektedir. Görüntünün belli bir amaç için daha iyi yorumlanması açısından yapılan işlemlere görüntü iyileştirme denir (Faust, 1989). Uzaktan algılama çalışmalarında çoğu zaman sadece görüntü iyileştirme çalışmaları sonucunda istenilen bilgilere ulaşılmakta ve sınıflandırma işlemi yapılmamaktadır. Çünkü amaç, sonuca ulaşmak ve doğru çözüm üretmektir.

Günümüzde bilinen birçok görüntü iyileştirme teknikleri vardır. Bunlar genel olarak uygulandıkları yere göre ikiye ayrılırlar:

1. Noktasal iyileştirme teknikleri,
 - a. Kontrast iyileştirme,
 - i. Doğrusal,
 - ii. Çoklu doğrusal,
 - iii. Eğrisel,
 - iv. Histogram eşitleme,
 - b. Band Kombinasyonları
2. Yerel iyileştirme teknikleri,
 - a. Filtreler
 - i. Düşük band filtreleri,
 - ii. Yüksek band filtreleri
 - iii. Sınır saptama filtreleri,

Bu çalışmada noktasal iyileştirme teknikleri kullanılmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak TM7, TM4 ve TM3 bandlarını içeren görüntüler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Hidrojeoloji çalışmalarında yeraltısuyunun bulunduğu veya bulunma olasılığının yüksek olduğu yerlerin saptanması önemlidir. Uzaktan algılamanın bazı özellikleri kullanılarak bu yerlerin kısa sürede saptanması mümkündür. Yeraltısuyunun geleneksel yöntemler ile bulunmasını kontrol eden faktörler;

1. Jeoloji,
2. Jeomorfoloji,
3. Tektonik yapı,
4. Toprak cinsidir.

Uzaktan algılama ile yeraltısuyunun bulunmasında kullanılan değişkenler ise;

1. Ton ve renk farkı,
2. Doku farkı,
3. Şekil,
4. Boyut,

5. Şekil Dağılımı (Pattern),
olarak isimlendirilir (Jensen, 1986).

Uzaktan algılamanın hidrojeoloji çalışmalarda kullanılması çalışılan yerin jeolojik özelliklerine göre sınıflandırılır. Bunlar;

1. Kayalık bölgede yapılan çalışmalar,
2. Ovada, alüvyonda yapılan çalışmalardır.

Kayalık bölgede yapılan çalışmalarda yerel iyileştirme tekniklerinden olan çeşitli filtreler kullanılır. Bölgenin çizgiselliklerinin ortaya çıkartılması gereklidir. Çizgiselliklerle yeraltısuyunun bulunması arasında yakın ilişki vardır.

Ovada ve alüvyonda yapılan çalışmalarda, toprağın özelliği ve nem durumu etkilidir. Bu çalışmada toprağın killi ve kumlu olması, toprağın nemli olup olmaması, ton, renk, doku, pattern gibi değişkenlere etki eder. Bu değişkenler kullanılarak kaynak yerlerinin saptanması, yeraltısuyunun yüzeye yakın olduğu bölgelerin belirlenmesi ve paleonehir yataklarının ortaya konması mümkün olmaktadır (Chopra ve Sharma, 1993). Bu nedenle kontrast iyileştirme ve band kombinasyonu kullanılması uygun olur.

Bu çalışmada Alpu Ovası üzerinde çalışıldığı için ovaya dönük uzaktan algılama analizlerinden kontrast iyileştirme ve band kombinasyonu yöntemi tercih edilmiştir.

7. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Uzaktan algılama yöntemi ile sayısal veriler kullanmak ve bu verilerin üzerinde matematiksel işlemler yapmak, istatistiksel veriler elde etmek oldukça kolaydır. Çalışmada bu yöntemler üzerinde durulmuştur. Ham uydu verilerinin;

1. İstatistiksel analizi yapılmış,
2. Görüntü iyileştirme işlemi uygulanmış,
3. Elde edilen bilgiler yer gerçekleri ile denştirilmiş,
4. Sonuçta elde edilen bilgilerin yorumu yapılmıştır.

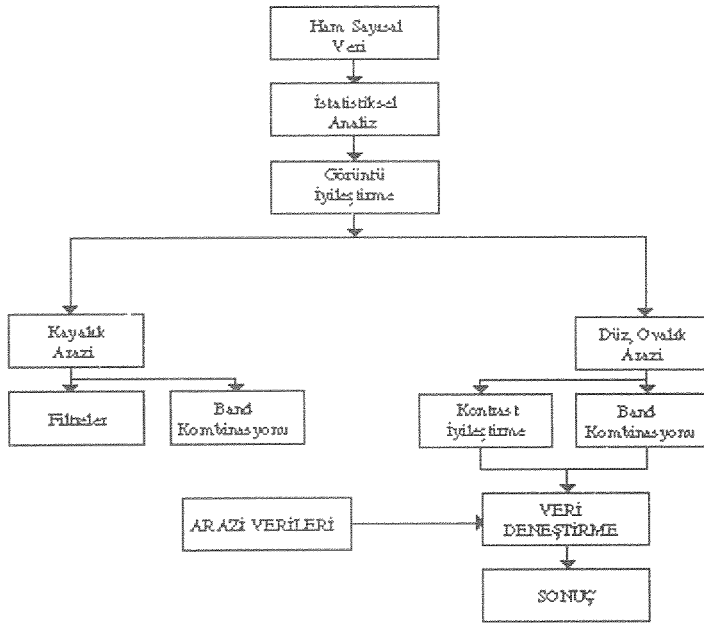
Yapılan çalışmada uygulanan iş akışının şeması (Şekil 2)'deki gibidir. Nemli toprak ile kuru toprak arasındaki ton farklılığının en farklı olduğu bandların TM3 ve TM7 olduğu gözlemsel olarak saptanmıştır. TM3'ün görsel band aralığında, buna karşın TM4'ün yakın IR bandı aralığında olması bu iki değişik uydu band verilerin birbirlerinden farklı olmasını doğurmuştur. Sadece bu iki band çalışma amacına uygunluk bakımından karşılaştırıldığında TM3'ün TM4'e göre ayrıntıyı daha fazla verdiği belirlenmiştir.

7.1. İstatistiksel Analiz

Kullanılacak bandların istatistiksel değerleri elde edilmiştir (Tablo 1). Bu değerler kullanılarak uydu verileri arasındaki farklılıkların ortaya çıkartılmasına çalışılmıştır.

Tablo 1. TM3, TM4 ,TM7 uydu band verilerinin istatistiksel değerleri

Band No	Minimum	Maksimum	Arit. Ort.	Stand. Sap.	Median	Mod
TM 3	13	215	82.96	27.90	85	101
TM 4	12	177	84.48	22.15	85	77
TM 7	2	255	65.80	22.20	70	76



Şekil 2. Çalışmada uygulanan iş akışı şeması.

7.2. Görüntü İyileştirme

Band orantılama tekniği uygulanarak TM3/TM4 bandları birbirlerine orantılanmıştır. Elde edilen yeni bandın istatistiksel değerlerin Sayısal Yansıma Değerleri (SYD) 86-146 arasında olduğu anlaşılmıştır. Elde edilen bu görüntüye aşağıdaki görüntü iyileştirme uygulamaları yapılmıştır.

1. Doğrusal kontrast iyileştirme uygulaması: Orantılanan band sonucuna doğrusal kontrast uygulanmış ve sahanının güney doğusunda kalan tüm kaynak yerlerinin ve paleo nehirlerin ortaya çıktığı gözlenmiştir. Bu yeni oluşturulan band STA1 olarak adlandırılmıştır (Şekil 3).

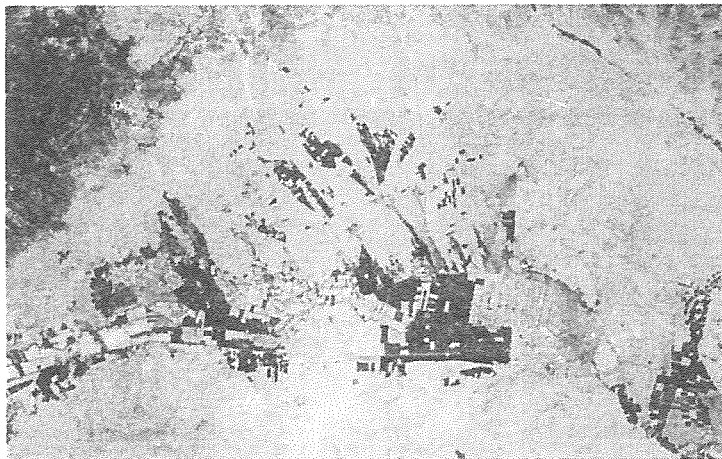
2. Histogram % cinsinden kesilerek kontrast iyileştirme uygulaması: Orantılanan band sonucuna % cinsinden kontrast iyileştirmesi uygulanmıştır. Oluşan histogramın % 4 minimum ve maksimum değerinin altından ve üstünden kesilmiş buna göre veriler yeniden değerlendirilmiştir. Bu uygulama sonucunda da tüm kaynak yerlerinin ve paleonehir olabilecek yerler açık olarak ortaya çıkmıştır.

3. Işık şiddeti ayarlaması: Bu uygulamada görüntünün sadece ışık şiddeti artırılmış ve elde edilen görüntü yorumlanmaya çalışılmıştır. Bu uygulama sonucunda çalışılan yerin güney batısında kalan dağlık bölgede bulunan kaynak yerlerinin de ayrıntılı olarak ortaya çıktığı belirlenmiştir. Yeni oluşturulan band STA2 olarak adlandırılmıştır (Şekil 4).

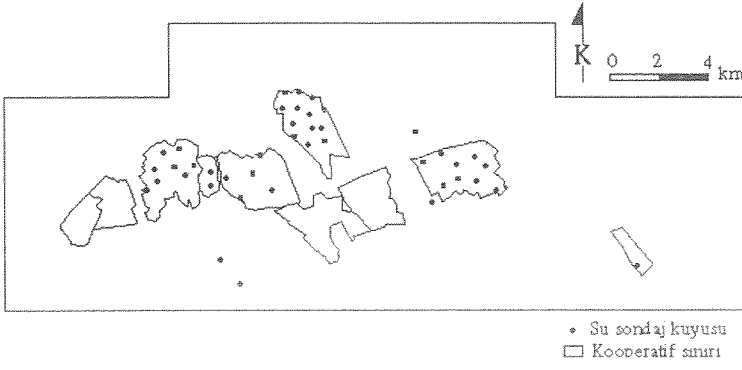
Doğrusal kontrast iyileştirme uygulaması ve ışık şiddeti ile iyileştirme sonucu elde edilen yeni bandlara (STA1 ve STA2) TM7 bandı eklenerek renklendirilmiş band kombinasyonu elde edilmiştir (STA1, STA2, TM7/RGB). Elde edilen renkli görüntüde tüm paleonehir olabilecek yerler ile nemli toprak ve kaynak yerlerinin belirgin olarak ortaya çıktığı gözlenmiştir.



Şekil 3. Doğrusal kontrast iyileştirme sonucu oluşan band (STA1). Ölçek: 1/350.000



Şekil 4. Işık şiddeti ayarlaması sonucu oluşan band (STA2). Ölçek: 1/350.000



Şekil 5. Bölgenin sondaj ve kooperatif yerlerini gösteren CBS verileri

7.3. Yer Gerçekleri ile Deneştirme

Uzaktan algılama yöntemleri kullanarak Alpu Ovası'nın çalışılan kısmının bir kesiminin yeraltı suyu açısından daha büyük potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. Bu elde edilen bulgular aynı bölgede daha önce elde edilen sondaj verileri gibi yer gerçekleri ile deneştirilmeye çalışılmıştır. Aynı bölgenin coğrafi bilgi sistemleri yöntemi kullanılarak çalışması sonucunda elde edilen verileri (Ülcan ve diğerleri, 1997) ile çalışma sonuçları deneştirilmiştir (Şekil 5). Deneştirme sonucunda ovanın su potansiyeli yüksek olan yerlerinde henüz kooperatifleşmeye gidilmediği belirlenmiştir. Genellikle açılan sondaj kuyularının uzaktan algılama yöntemi ile su potansiyelinin yüksek olabileceği saptanan yerlerde olmadığı anlaşılmıştır. Önceki çalışmalardan, arazi çalışmaları sonucunda saptanan kaynak yerleri ile uzaktan algılama yöntemi sonucu belirlenen kaynak yerlerinin birebir uydukları gözlenmiştir. Önceki çalışmalarda belirtilmeyen bazı kaynak yerleri uzaktan algılama yöntemi ile saptanmıştır.

8. SONUC ve ÖNERİLER

Sonuçlar;

1. Uzaktan algılama yöntemi ile düz ova veya alüvyonda su potansiyeli yüksek olan alanların saptanabileceği anlaşılmıştır.
2. Görüntü iyileştirme tekniklerinden olan kontrast iyileştirme ve band orantılama işlemlerinin su potansiyeli yüksek olan alanların ortaya çıkartılmasında etkili olduğu belirlenmiştir.
3. Bu amaç için kullanılan en uygun uydu bandlarının TM3, TM4 ve TM7 olduğu belirlenmiştir.
4. TM3/TM4 band orantılaması sonucunda elde edilen değerlerin görüntü iyileştirilmesi sonucu elde edilen yeni bandların amaca çok daha uygun oldukları anlaşılmıştır.
5. Yapay renklendirilmiş STA1, STA2, TM7/RGB band kombinasyonu sonucunda elde edilmiş renkli görüntü çalışılan sahada su potansiyeli yüksek alanları, paleonehirleri ve kaynak yerlerini belirgin olarak ortaya çıkarmaktadır.
6. Yer gerçekleri ile yapılan deneştirmeler sonucunda tüm kaynak yerlerinin uydu verileri ile saptanabildiği belirlenmiştir.

Öneriler;

1. Ovanın bir kısmında yapılan bu çalışmanın tüm ovaya uygulanması gerekmektedir.
2. Bu tür çalışmanın ve çalışma sırasında izlenen yöntemin başka bir yörede uygulanması gerekmektedir. Yöntemin doğruluğunun sınanması açısından buna gereksinim vardır.
3. Yeraltı suyu konusu ile ilgilenen kamu kurum ve kuruluşlarının uzaktan algılama yöntemini çalışma süresini kısaltıcı ve daha doğru sonuç veren bir araç olarak görmeleri gerekmektedir.
4. Yağmurlu ve kuru mevsime ait iki değişik görüntü alınıp değişimlerin karşılaştırılmasının yapılması gereklidir. İki değişik mevsime ait veriler kullanılarak yapılacak bu tür çalışma işin doğruluğunu yükseltecektir.

9. DEĞİNİLEN KAYNAKLAR

Chopra R. ve Sharma P.K., 1993, Landform analysis and ground water potential in the Bist Doab area, Punjab. India, Int. J. Remote Sensing, v. 14, no. 17, p. 3221-3229

DSİ, 1977, Eskişehir-Alpu Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu, 39 s., DSİ Matbaası, Ankara

Faust Nicholas L. 1989, Image Enhancement, v.20, Encyclopedia of Computer Science and Technology, New York:Marcel Dekker, Inc.

John R. J., 1986, Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, p.7, Prentice-Hall, New Jersey

Ülcan S. ve diğerleri, 1997, Eskişehir Alpu Ovası batısının, yeraltısuyu sondaj verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanarak yorumlanması, Jeoloji Mühendisliği ve Sondaj Uygulamaları Sempozyumu 17-19 Şubat 1997 Bildiri Özleri, s.2.