JEOTERMAL KAYNAKLARIN VE TESİSLERİN CBS YÖNTEMLERİ KULLANILARAK İRDELENMESİ: ESKİŞEHİR ÖRNEĞİ

Mehtap ÖZENEN KAVLAK¹, Emrah PEKKAN², Saye Nihan ÇABUK³

¹Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, 26555, Tepebaşı, Eskişehir, mehtapozenen@anadolu.edu.tr

²Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzak Bilimleri Enstitüsü, Yer Bilimleri Anabilim Dalı, 26555, Tepebaşı, Eskişehir, epekkann@anadolu.edu.tr

³Doç. Dr., Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzak Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı, 26555, Tepebaşı, Eskişehir, sncabuk@anadolu.edu.tr

ÖZET

Eskişehir; Marmara, Karadeniz, Akdeniz ve Ege bölgelerini birleştiren önemli bir ağın merkezinde yer almakta olup, yoğun nüfusa sahip olan kesimlerin yaşadığı İstanbul, Ankara, Bursa ve Konya şehirlerine karayolu ve tren yolu ile bağlıdır.

Son 10 yıl içerisinde şehir güzellikleri ve kültürel mirası ile yerli turist çeken Eskişehir ili sıcak su kaynaklarını da barındırmaktadır. Şehir merkezinde yer alan kükürt oranı yüksek hamamlar geçmişte şifa kaynağı olarak değerlendirilirken ne yazık ki günümüzde eski önemini yitirmiştir. Ayrıca sıcak sular bölgesi şehrin merkezinde kalmış ve küçük işletmelerle Eskişehir sıcak suları yeterince değerlendirilememiştir.

Mevcut durum ve potansiyel göz önüne alınarak bu çalışmada, Eskişehir kent merkezine ulaşımı kolay olan bir alanda, turistik değer taşıyacağı öngörülen bir jeotermal tesis için en uygun yer seçimi çalışması coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında yapılmıştır. Kurulacak olan tesisin şehrin ekonomisine önemli katkı sağlayacağı düşünülmekte olup, istihdamın artırılması, atıl kaynakların değerlendirilmesi, bacasız sanayinin geliştirilmesi öngörülmektedir.

Anahtar Sözcükler: coğrafi bilgi sistemleri (CBS), Eskişehir, jeotermal, turizm, yer seçimi

ABSTRACT

EVALUATION OF GEOTHERMAL RESOURCES AND FACILITIES USING GIS METHODS: ESKİŞEHİR CASE

Eskişehir is located in the core of a significant network that connects Marmara, Black Sea, Mediterranean and Aegean Regions to each other. Additionally, Eskişehir is connected with İstanbul, Ankara, Bursa and Konya, which are highly populated cities, via highway and railway.

The city, which has become an attractive destination for the tourists especially for the last decade with its rich urban beauties and cultural heritage, is also famous for its geothermal water resources. In the past, the baths located in the city centre with high sulfur rates used to be regarded as healing centers. Unfortunately, today, these places have lost their significance. Additionally, the region called "Sıcak Sular", where these mentioned local baths are mostly located, is surrounded with the high-density urban fabric preventing the development of the area. As a result, the hot water resources of the city have not been properly assessed and used except by those small local enterprises and a considerably small group of inhabitants.

Considering the current situation and the potential, in this study, the most suitable areas for the implementation of a geothermal facility, which is supposed to be easily accessible and have high touristic value, were determined utilizing the geographical information systems (GIS). Such a facility is expected to contribute to the urban economy, as well as providing employment opportunities, enlivening the disregarded resources and increasing the tourism activities in the region.

Keywords: Eskişehir, geographic information systems (GIS), geothermal, site selection, tourism

1. GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kavramı, doğada bulunan ve varlığını sürdüren güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle, hidro (okyanus, gel-git, dalga) ve hidrojen gibi çok çeşitli enerji kaynakları için kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yereldir. Enerjide dışa bağımlılığı azaltmaları ayrıca kesintisiz ve temiz enerji kaynakları olmaları nedenleriyle sürdürülebilir enerji açısından özel bir önem taşımaktadırlar. Bu nedenle, dünya genelinde yenilenebilir enerjilerin yaygınlaştırılmasına yönelik teşvikler arttırılmıştır. Yenilenebilir enerjinin katkısı 2013 yılında % 8,5 iken, giderek artış eğilimi göstererek 2014 yılında % 19,1'e, 2015 yılında ise, % 23,7'ye yükselmiştir (Bayraç ve Çildir 2017). ETKB Strateji Planına göre, 2023'te Türkiye kurulu gücünün %49'unun yenilenebilir enerji kaynakları ile sağlanacağı öngörülmektedir (Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı 2014).

Bilimsel tanımıyla Jeotermal enerji, yerin derinliklerindeki kayalar içinde birikmiş olan ısının akışkanlarca taşınarak yer altı depolarında toplanması ile oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Başta elektrik üretimi olmak üzere sağlık turizmi ve balneoloji, seracılık, konut ısıtmacılığı, tıp ve sanayi pek çok sektörde kullanım alanı bulunmaktadır. Jeotermal enerjinin maliyeti düşüktür. Yatırım maliyetinin geri dönüşü kısa zamanda olmaktadır. Çevreye verilen zarar ise minimum düzeydedir.

Ülkemiz jeotermal kaynaklar açısından Dünyada ilk yedi ülke arasında yer alırken, Avrupa'da kaynak potansiyeli açısından birinci, kaplıca uygulamaları konusunda ise üçüncü sıradadır (Termal Turizm Master Planı 2007-2023). Kültür ve Turizm Bakanlığı hedefleri doğrultusunda termal turizminin geliştirilmesine yönelik olarak bünyesinde kür parkı, kür merkezi ve konaklama entegrasyonunu sağlayan tesisler bulunduran uluslararası standartlara sahip nitelikli tesislerin sayısı ile birlikte, turizm geliri ve turist sayısının arttırılması hedeflenmekte ve termal sularımızın yıkanma amaçlı kullanımı dışında insan sağlığı, zindelik, rekreasyon, eğlence, dinlence ve spor tesisleri gibi imkanların yer aldığı ve tüm yıl boyunca hizmet verebilen tesisler oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu tür modern tesislerin özendirilmesiyle bir yandan insanoğlunun sağlık ve rekreatif amaçlı ihtiyaçlarına günün sağlık teknolojilerine uygun cevap verilmesi beklenirken, diğer yandan da geleneksel Türk kaplıca ve hamam kültürünün geleneğinin çağdaş mimari ve işletme sistemi içerisinde birlikte değerlendirilmesiyle ülkemize özgü bir markalaşma ve tanıtım boyutu kazandırılmaya çalışılmaktadır.

Türkiye'de 2007 yılında yürürlüğe giren Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ile jeotermal enerjinin kullanımı düzenlemeye alınmıştır. İl Özel İdareleri bu konuda yetkilendirilmiştir. Bu kanunla, jeotermal ve doğal mineralli su kaynaklarının en verimli bir şekilde aranması, araştırılması, geliştirilmesi, üretilmesi, korunması, bu kaynaklar üzerinde hak kazanılması ve hakkın devredilmesi, çevre ile uyumlu olarak ekonomik şekilde değerlendirilmesi ve terk edilmesi ile ilgili hususlar da açıklanmıştır (Biberici vd. 2017).

Türkiye genelinde termal turizm bölgeleri 4 kısıma ayrılmaktadır. Bunlar: Güney Marmara, Güney Ege, Frigya ve Orta Anadolu Termal Turizm Kentleri Bölgeleri'dir. Eskişehir ili Termal Turizm Kentleri Bölgeleri sınıflandırmasında Friga Bölgesi dahilinde 3. bölgede yer almaktadır. Kızılınler ve Mihalgazi Sakarılıca termal turizm merkezleri Eskişehir'de öncelikli geliştirilecek termal turizm merkezleri kapsamına alınmıştır (Termal Turizm Master Planı 2007-2023).

Eskişehir ili çok eski zamanlardan beri sıcak - şifalı su kaynakları - kaplıcaları ile medeniyetlere ev sahipliği yapmıştır. Günümüzde Eskişehir hamamları eski önemini yitirmiş ve ufak işletmeler şeklinde şehir merkezinde küçücük bir alanda sıkışıp kalmıştır. Yer altında yatan bu gizli hazine yeterince değerlendirilememektedir. Kültür turizmi açısından sıkça ziyaret edilen şehir, özellikle hafta sonları yoğun bir şekilde turist ağırlamaktadır. Ancak kaplıca turizmi bu kapsama alınmamaktadır. Çünkü uygun nitelikte, her kesime hitap edebilecek, modern bir termal tesis bulunmamaktadır. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı verilerine göre; ülkemizde 2006 yılında, 1.668.317 kişi kayıtlı olarak, termal kaplıca turizminden faydalanmıştır. Ancak Eskişehir ili verilerine göz atıldığında, kayıtlı olarak bir tesiste termal turizmden faydalanan vatandaş bulunmamaktadır. Bu nedenle: Bu çalışmada Eskişehir kent merkezine ulaşımı kolay olan bir alanda, turistik değer taşıyacağı öngörülen bir jeotermal tesis için en uygun yer seçimi çalışması coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında yapılmıştır. Kurulacak olan tesisin şehrin ekonomisine önemli katkı sağlayacağı düşünülmekte olup, istihdamın arttırılması, atıl kaynakların değerlendirilmesi, bacasız sanayinin geliştirilmesi öngörülmektedir. Bu kapsamda modern bir jeotermal tesiste bulunması gereken özellikler araştırılmıştır. Buna yönelik olarak gerekli literatür çalışması tamamlanmıştır. Kurulması muhtemel bir tesisin olası faydalarından bahsedilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

İnsanlık ortaya çıktığından bu yana, insanların yerleşim yerlerini deniz, göl, akarsu kenarlarına yaptıkları dikkat çekmektedir. Bunun sebebi suyu değişik amaçlarla kullanma zorunluluğudur. Suyun tedavi amaçlı kullanımı ise ilaçlı tedaviden çok daha önceleri ortaya çıkmıştır. Şifalı bitkiler ve şifalı suların tedavi amaçlı ayrıca güzellik ve zinde kalma için kullanımı insanlık tarihi kadar eskidir. Yıkanma kavramı günümüze kadar ulaşmış uygarlık göstergesidir. Milattan önce yıkanma işlevi daha çok akarsular ile gerçekleştirilmekteydi. Hintliler Ganj nehrini, Asurlular Fırat'ı,

Mısırlılar Nil'i dini inançları doğrultusunda kullanmıştır. Hititlerin Anadolu'daki hamamlarda, suların toplandığı havuzlarda yıkandığı ise tarihi kalıntılardan anlaşılmaktadır.

Suyun şifa verici özelliklerinden yararlanma fikri büyük ölçüde tesadüflerin yardımıyla gerçekleşmiştir. Bu hususta kesin bir tarih vermek mümkün değildir. Hasta hayvanlar doğal bir içgüdüyle şifalı kaynaklardan yararlanmaktaydı. Bunu gözlemleyen insanoğlu ise dikkatini bu yöne vererek farklı görünümde, kokuda ve sıcaklıktaki suları kullanma fikrine adapte oldu. Böylece M.Ö. 2000'li yıllarda suyun mucizevi etkilerinin keşfedildiği düşünülmektedir. Mineral ve termal banyolar ise M.Ö. 500 civarında Yunanistan'da kendini göstermiştir. Eski Yunan banyoları doğal sıcak kaynaklar ya da volkanların yakınında inşa edilmişlerdir. Roma çağında ılıcalar çok önemli bir yer tutmuştur. Roma ve Bizanslıların aksine, halka açık tutulan termalizm anlayışı ilk kez Selçuklu Türkler tarafından geliştirilmiştir. Türklerde Anadolu'da yerleşik hayata geçişle birlikte "Hamamlar" ortaya çıkmıştır. Şifalı sulardan yararlanma konusu ise Osmanlı Döneminde en parlak devrini yaşamıştır. Tarihi kayıtlar, sadece İstanbul ve Bursa'da 7536 hamamın bulunduğunu göstermektedir (Güvenç 2007; Yorulmazer ve Şengül 2017, Yegül 2009, 2011, 2012; Ertuğrul 2009).

Yalçın ve Kılıç tarafından, Akarçay Havzası'nın Afyonkarahisar ili içerisinde kalan alanda, CBS tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analiz Metodu (MCDA) kullanılarak, muhtemel jeotermal alanlar belirlenmiştir (Yalçın ve Kılıç Gul 2017). Trumpy vd., İtalya'nın Sicilya adasındaki potansiyel olarak keşfedilmemiş jeotermal kaynakları tanımlamak için CBS modelleri tarafından oluşturulan mekansal korelasyonları ortaya koyarak tercih edilebilirlik haritaları oluşturmuşlardır (Trumpy vd. 2015). Yousefi vd., CBS tabanlı jeolojik, jeokimyasal ve jeofizik veri kümelerini birleştirerek potansiyel jeotermal kaynak alanlarının bir haritasını oluşturmaya dayalı bir jeotermal keşif ve kaynak tanımlama yöntemi açıklanmaktadır. Uygunluk analizi ve jeotermal alan tanımlaması yapılarak ve çeşitli kriterler belirleyerek, 18 umut vaat eden bölgeye vurgu yapan bir İran haritası çizilmiştir (Yousefi vd. 2010).

Güvenç tarafından yapılan doktora tezinde: Türkiye turizmini on iki aya yayacak ve turizm gelirini iki katına çıkartacak termal turizm konusu mimarlık disiplini açısından ele alınmıştır. Ayrıca Türkiye'deki termal turizm tesislerinin planlama ve tasarım ilkelerine ilişkin bir model önerisi de geliştirilmiştir (Güvenç 2007). Çiftçi Balıkesir'deki termal turizm girişimcilerinin, yeterli sayıda ve kalitede kaynak zenginliğine rağmen bu zenginliği yatırıma dönüştürmedeki yetersizliği dikkate alınarak, termal girişimcilerin bu alanla ilgili sorunlarını, sektöre bakış açılarını öğrenmek amacıyla bir yüksek lisans tezi gerçekleştirmiştir (Çiftçi 2018). Akbulut çalışmasında; Ankara, Eskişehir, Niğde ve Sivas gibi illerin, termal kaynaklar bakımından, kaplıca turizmi için büyük bir potansiyeli olduğuna ancak bu kaynaklardan çeşitli sebeplerden ötürü tam olarak yararlanılamadığına değinmektedir (Akbulut 2010). Külekçi ise jeotermal enerjinin sürdürülebilirliği, jeotermal enerjinin çevreye etkisi gibi konuların, ülkemizdeki doğal kaynakların korunması ve çevre dostu kullanımları açısından bir değerlendirme yapmıştır (Külekçi 2009).

3. METOT

Bu kısımda; jeotermal enerjinin turizmde kullanımına yönelik gerekli açıklamalar yapılmıştır. Sonrasında ise Eskişehir ilinde kurulması olası bir termal tesis için yer seçimi çalışması Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Jeotermal Enerjinin Termal Turizmde Kullanımı

Ülkemiz çok önemli bir jeotermal kuşak üzerinde bulunmaktadır. 1300'ün üzerinde kaynak barındırmasına karşın jeotermal enerjiden yeterince faydalanamamaktadır (Külekçi 2009). Türkiye'de Jeotermal tesis olarak banyo ve yüzme amaçlı kullanım Aralık-2014 itibarıyla 1005 MWt (Megawatt- termal ısı) civarındadır (Mertoğlu vd. 2015).

Ülkelere göre değişik sınıflandırmalar olmasına rağmen jeotermal enerji, sıcaklık içeriğine göre üç gruba ayrılmaktadır (Şahin 2013).

1- Düşük Sıcaklıklı Sahalar (20-70 °C)

Düşük ve orta sıcaklıklı sahalarda, bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında başta ısıtmacılık olmak üzere (sera, bina, zirai kullanımlar), endüstride (yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayisinde, dericilikte, soğutma tesislerinde), kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, akışkandaki CO₂ den kuru buz elde edilmesinde) kullanılmaktadır.

2- Orta Sıcaklıklı Sahalar (70-150 °C)

Orta entalpili sahalardaki akışkanlardan da elektrik üretimi için teknolojiler geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur.

3- Yüksek Sıcaklıklı Sahalar (150 °C'den yüksek)

Yüksek entalpili sahalardan elde edilen akışkan ise, elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da kullanılabilmektedir (Kıvanç Ateş ve Serpen 2013).

Turistler sosyal bir tesiste doğa ile temas edebilecekleri, eğlenip dinlenebilecekleri, spor yapabilecekleri, gezip kültür etkileşiminde bulunabilecekleri, güvenilir ve aynı zamanda mahremiyet duygularına da hitap edebilen bir ortam arayışında bulunmaktadır. Tüm bu özelliklerinin yanı sıra güzellik ve zindelik hizmeti ile sağlık turizmi imkanını da barındırabilen bir tesis şüphesiz ki mükemmel bir öncelikli turizm destinasyonu olacaktır.

3.2. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Eskişehir ili içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Koordinatları Kuzeybatı noktasında 39°52'26"N ve 30°19'51"E, Kuzeydoğu noktasında 39°52'53"N ve 30°45'41"E, Güneybatı noktasında 39°38'41"N ve 30°20'6"E ve son olarak Güneydoğu noktasında ise 39°39'12"N ve 30°46'35"E şeklindedir. Toplamda 94,921 km²'lik alanı kaplamaktadır. Bilinen jeotermal sıcak su kaynaklarını kapsaması, turistik bir çevreye sahip olması ayrıca merkezi bir konumda yer alması gibi sebeplerden ötürü bu bölge çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu.

3.3. Yöntem

Bu çalışma ArcGIS 10.4 programı ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle Eskişehir merkezdeki jeotermal kaynak verileri işlenmiştir. Sonrasında: Yüzey, konum ve jeotermal değerleri içeren 6 katman ağırlık puanlarına göre değerlendirilerek “Ağırlıklı Çakıştırma” aracı ile analiz edilmiştir. Ağırlıklı çakıştırmada kullanılamayacak, yapılaşmanın mümkün olmadığı bölgeler sınırlandırılmış alan kapsamına dahil edilmiştir. Bölge yapı itibari ile Porsuk Çayı'nın alüvyonları üzerine kuruludur. Bu nedenle litoloji analiz kapsamına dahil edilmemiştir. Sonuçta ise bir uygunluk haritası oluşturulmuştur. Bu uygunluk haritası kurulması muhtemel bir jeotermal tesis için seçili alanda en uygun yerleri göstermektedir.

3.3.1. Jeotermal Alanlar

Eskişehir merkezdeki mevcut 11 hamamın konum, derinlik ve sıcaklık gibi verileri mevcuttur. Bu veriler IDW (Inverse Distance Weighted) yöntemi ile analiz edilmiştir. Jeotermal kaynakların sıcaklık değişimleri Şekil 2a'da gösterilmektedir. Şekil 2b'de ise jeotermal kaynakların kuyu derinliği değişimleri verilmiştir. Jeotermal alana işaret eden çizgisellikler incelenerek potansiyel kaynağın varlığı ortaya konulmuştur. Spatial Statistics aracı ile “Merkez Hamam” jeotermal kaynağın konumu Eskişehir ölçeğinde tahmin edilmiştir (Şekil 2c). Bu merkez ortalama bir konumda olup sıcaklık değeri 45°C’dir.

a) IDW-Jeotermal kaynakların sıcaklık dağılımı haritası

b) IDW-Jeotermal kaynakların kuyu derinliği haritası

c) Çalışma alanında bulunan hamamlar ve “Merkez Hamam”

Şekil 2. Çalışma alanında bulunan hamamlar ve IDW sonuçları (IDW Enterpolasyon değerleri, mevcut hamamların çevresinde geçerlidir. Hamamlardan uzak bölgelerdeki sıcak su derinliği ve sıcaklığı tahminleri doğru değildir.).

Termal su, termal borularla taşınmaktadır. Bu taşıma esnasında suyun sıcaklığı debisine bağlı olmakla birlikte her km’de 0,1°C ile 0,5°C düştüğü öngörülmektedir. Bu nedenle ortalama olarak her kilometrede 0,3°C ısı kaybı olacağı düşünülmektedir. Hamamların ısı değerleri göz önüne alınarak belirlenen merkez hamam noktası etrafında, 1000 m aralıklarla 5000 m boyunca, 5 adet tampon bölge oluşturulmuştur. Sonrasında ağırlıklı çakıştırma işleminde kullanılmak üzere ağırlıklandırılarak raster formata dönüştürülmüştür (Şekil 3).

Şekil 3. Jeotermal kaynak merkezinden uzaklık haritası ağırlık puanları.

3.3.2. Yüzey Analizleri

Yüzey analizlerinin içeriğinde Eğim ve Bakı haritalarının oluşturulması yer almaktadır. Özellikle büyük yapıların kurulacağı yerin seçiminde eğim durumu daha önemlidir. Eğimli alanlar maliyeti ve ulaşımı olumsuz etkileyeceği için tercih edilmemektedir. Çalışma alanında eğim çok fazla olmamakla birlikte düzlük kısımlara daha yüksek ağırlık puanı verilmiştir. Eskişehir iline ait dem verisi kullanılarak eğim haritası oluşturulmuştur (Şekil 4a). Eğim yüzde değerine göre 9 sınıfa ayrılarak ağırlık puanları ile derecelendirilmiştir (Şekil 4b). Yine dem haritası kullanılarak bakı yönleri tayin edilmiştir (Şekil 4c). Bakı haritasına da ağırlık puanlarına göre reclassifiy işlemi yapılmıştır (Şekil 4d). Güney ve güneye bakan yönlere daha yüksek değerler atanmıştır.

a) Bakı analizi

b) Bakı haritası ağırlık puanları

c) Eğim analizi

d) Eğim haritası ağırlık puanları

Şekil 4. Yüzey analizleri.

3.3.3. Konum Analizleri

Kurulması olası bir tesis için en önemli faktörlerden bazıları; kolay ulaşım için yollara olan uzaklık ve araç park edebilmek için otoparklara olan mesafedir. Eskişehir kültür turizmi konusunda yoğun turist almaktadır. Bu nedenle tesisin turizm merkezlerine ulaşılabilir bir konumda olması da önem arz etmektedir. Bunlar göz önüne alındığında

ağırlıklı çakıştırmada kullanılmak üzere önem derecelerine göre ağırlıklandırılarak; yolların (Şekil 5a), otoparkların (Şekil 5b) ve turistik merkezlerin (Şekil 5c) etrafında tampon bölgeler oluşturulmuştur.

a) Yolların tampon bölge analizi

b) Otoparklara uzaklık tampon bölge analizi

c) Turistik merkezlere uzaklık tampon bölge analizi

Şekil 5. Konum analizleri.

3.3.4. Ağırlıklı Çakıştırmada Kullanılamayacak Sınırlandırılmış Alanlar

Sulak alanlar, fay hatları, üniversiteler, askeri alanlar, hastaneler, OSGB bölgeleri çalışma kapsamında sınırlandırılmış alan olarak tanımlanmaktadır. Bu bölgelerde yapılaşmanın olması mümkün değildir. Şekil 6'da bu alanları gösteren bir harita yer almaktadır.

Şekil 6. Sınırlandırılmış alanlar.

3.3.5. Ağırlıklı Çakıştırma ve Uygunluk Haritası

Ağırlıklı çakıştırma, bütünleşmiş bir analiz yapabilmek için farklı değerlere sahip, yani farklı birimlerle ifade edilen girdilerin aynı ortamda değerlendirilebilmesi amacıyla her bir kritere verilen ağırlık puanlarının çakıştırılması ile gerçekleştirilen bir tekniktir. Ağırlıklı çakıştırmada öncelikle her bir katman içindeki öznitelikler amaca göre, en uygundan en az uygun olana doğru sıralanır. Sonrasında ise, en uygun olan sınıfa en yüksek değer verilerek puanlar atanır. Çalışmada hiçbir şekilde uygun görülmeyen sınıflara ise en düşük ağırlık puanı atanmalıdır. Ağırlıklı çakıştırmada girdi olarak sadece değerleri belli olan raster veriler kullanılabilmektedir. Bu çalışmada kullanılacak ağırlıklı çakıştırma katmanları Şekil 7’de gösterilmektedir.

Şekil 7. Ağırlıklı çakıştırmada kullanılacak katmanlar.

Çalışmada kullanılan katmanlar ve ağırlık puanları da Çizelge 1’de yer almaktadır. Bu değerler belirlenirken geçmişte yapılan çalışmalar göz önüne alınmış, ayrıca uzman görüşlerine yer verilmiştir.

Çizelge 1. Ağırlıklı çakıştırmada kullanılan katmanlar ve ağırlık puanları.

Ağırlık Puanı	Kriterler	Faktör Değeri	Göstergeler
%12	Yüzey	Eğim	< % 3
			% 3-4
			% 4-5
			% 5-6
			% 6-7
			% 7-8
			% 8-9
			% 9-10
			> % 10
			Güney
%30	Konum	Bakı	Güneydoğu
			Güneybatı
			Doğu
			Batı
			Kuzeydoğu
			Kuzeybatı
			Kuzey
		Yollara Mesafe	50 m
			100 m
			150 m
			200 m
		Otoparklara Mesafe	50 m
			100 m
			150 m
			200 m
		Turistik Merkezlere Mesafe	50 m
			100 m

%58	Jeotermal Durum	Jeotermal Kaynak Merkezine Olan Mesafe	150 m 200 m 1000 m 2000 m 3000 m 4000 m 5000 m Sulak Alanlar Fay Hatları Üniversite Alanları Askeri alanlar Hastaneler OSGB Alanları
	Sınırlandırmalar		

Tüm bu değerler bir araya getirilerek, ağırlıklı çakıştırma işlemi ArcGIS 10.4 programı yardımıyla yapılmıştır. İşlem sonucunda oluşturulan “Eskişehir ilinde kurulması olası bir jeotermal tesis için en uygun yer seçimi haritası” Şekil 8a’da yer almaktadır. 9 puan en uygun, 8 ve 7 puanlar ise uygun alanları göstermektedir.

a) En uygun yer seçimi haritası

b) Uygunluk haritası - 1

c) Uygunluk haritası - 2

Şekil 8. Eskişehir ilinde kurulması olası bir jeotermal tesis için en uygun yer seçimi sonuç haritaları.

Şekil 8b’de en uygun yerlerin Adalar, Doktorlar Caddesi ve Haller Gençlik Merkezi civarında, Şekil 8c’de ise en uygun yerlerin Hamamyolu, Taşbaşı Çarşısı, Yediler Parkı civarında tespit edildiği görülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak: Eskişehir şehir merkezinde bulunan jeotermal tesisin konumu ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile belirlenmiştir. Eskişehir şehir merkezindeki termal saha, düşük ve orta sıcaklıklı sahalar sınıfına girmektedir. Bu çalışma ile Eskişehir şehir merkezindeki jeotermal saha bölgesel olarak termal turizm kapsamında değerlendirilmiş olmasına rağmen, termal kaynaklar farklı amaçlar (ısıtmacılık, yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayisi, dericilik, soğutma tesisleri ve kimyasal madde üretimi) için de kullanılabilir. Bu kapsamda termal suyun termal borular ile taşınması yoluna gidilebilmektedir.

Jeotermal için en uygun yer Eskişehir’in en kalabalık alanlarına denk gelmektedir. Bu nedenle nüfus yoğunluğu değerlendirilerek tesise ulaşımın daha kolay olduğu bölgeler belirlenebilir. Sıcak su kaynağını kullanan bir tesis

planlandığında, sıcak su kaynağının sürdürülebilirliği önemlidir. Bu nedenle öncelikle rezervuarın hacmi ve sürekliliği ile ilgili çalışmalar yapılması uygun olacaktır. Termal sular, yüksek miktarda çözünmüş madde içerikleri nedeniyle, yüzey sularına doğrudan deşarjları; mevcut ekosistemlere zarar verebilmektedir. Bu nedenle kullanılan suyun arıtılması veya rezervuara geri kazanımı planlanmalıdır.

Dünya genelinde enerji kaynakları hızla kullanılmakta ve tüketilmektedir. Bu da çeşitli çevre sorunlarına yol açmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir temiz enerji kaynakları kullanımı artırılmalıdır. Çeşitli alanlarda kullanılabilen jeotermal enerjinin çevreye vereceği zarar en aza indirilebilir. Üretim maliyeti düşüktür ayrıca yatırım maliyetini de kısa sürede karşılamaktadır. Enerji açığını kapatarak ülke ekonomisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu gibi sebeplerle jeotermal enerjiye teşvikler artırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akbulut, G.**, 2010. Türkiye’de Kaplıca Turizmi ve Sorunları. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2010 9(1):35-54.
- Bayraç, H.N., Çildir, M.**, 2017. AB Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 201-212.
- Biberci, M.A., Özhüner, E., Çelik, M. B.**, 2017. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belediyelerde Kullanımı. *Şehir Düşünce Dergisi*, 2018(11): 80-93.
- Çiftçi, G.**, 2018. Termal Turizm Girişimciliği Üzerine Bir Araştırma Balıkesir Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik Anabilim Dalı, Balıkesir, 124 sayfa.
- Ertuğrul, A.**, 2009. Hamam Yapıları ve Literatürü. *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi*, 7(13): 241-266.
- Güvenç, C.**, 2007. Türkiye’deki Termal Turizm Tesislerinin Planlama ve Tasarım İlkelerine İlişkin Bir Model Önerisi (Çanakale Örneği). *Doktora Tezi*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 268 sayfa.
- Kıvanç Ateş, A. H., Serpen, U.**, 2013. Yüksek Entalpili Jeotermal Sahalar İçin Uygun Santral Araştırması. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 181-194.
- Külekçi, Ö. C.**, 2009. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi. *Çevre Bilimleri Dergisi*, Cilt 1: 83-91.
- Mertoğlu, O., Şimşek, Ş., Başarır, N.**, Geothermal Country Update Report of Turkey (2010-2015). *Proceedings World Geothermal Congress 2015*, Melbourne, Australia, 1-9.
- Şahin, A.**, 2013. Jeotermal Enerji ve Türkiye “Jeotermal Enerji Yatırımları Açısından Değerlendirme”. *MEGE*. 40 sayfa.
- Termal Turizm Master Planı, 2007-2023. *T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı*, Ankara. 188 sayfa.
- Trumpy, E., Donato, A., Gianelli, G., Gola, G., Minissale, A., Montanari, D., Santilano, A., Manzella, A.**, 2015. Data Integration and Favourability Maps For Exploring Geothermal Systems In Sicily, Southern Italy. *Geothermics*, 56 (2015): 1-16.
- Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı, 2014. *T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı*, Ankara. 75 sayfa.
- Yalçın, M., Kılıç Gül, F.**, 2017. A GIS-based multi criteria decision analysis approach for exploring geothermal resources: Akarcay Basin (Afyonkarahisar), *Geothermics*, 67 (2017): 18-28.
- Yegül, F.**, 2009. Anadolu Su Kültürü: Türk Hamamları ve Yıkama Geleneğinin Kökleri ve Geleceği. *Anatolia Dergisi*, 35: 99-118.
- Yegül, F.**, 2011. Roma Dünyasında Yıkama. *Koç Üniversitesi Yayınları*. İstanbul.
- Yegül, F.**, 2012. Anadolu Hamam Kültürü: Bin Işık Huzmesi, Bin Ilık Parmak. *Koç Üniversitesi Yayınları*. İstanbul.
- Yorulmazer, G., Şengül, N.**, 2017. Turistik Bir Çekicilik Olarak Yıkama Kültürü Ve Tarihsel Süreç İçerisinde Anadolu’daki Gelişimi. *Eurasian Academy of Sciences Social Science Journal*, 168-180.
- Yousefi, H., Noorollahi, Y., Ehara, S., Itoi, R., Yousefi, A., Fujimitsu, Y., Nishijima, J., Sasaki, K.**, 2010. Developing the Geothermal Resources Map of Iran. *Geothermics*, 39 (2010): 140-151.