

AHP YÖNTEMİ İLE TARIMA UYGUN ALANLARIN BELİRLENMESİ

Halil AKINCI¹, Ayşe YAVUZ ÖZALP², Bülent TURGUT³

¹Yrd. Doç. Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 08000, Seyitler, Artvin, hakinci@artvin.edu.tr

²Yrd. Doç. Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 08000, Seyitler, Artvin, ayavuzozalp@artvin.edu.tr

³Yrd.Doç. Dr. Artvin Çoruh Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 08000, Seyitler, Artvin, bturgut@artvin.edu.tr

ÖZET

Tarımdan sanayiye kadar birçok sektörün vazgeçilmez olan toprak, insanoğlu için hayati öneme sahiptir. Toprağın yeteneğine uygun olarak kullanımı, doğal kaynakların sürekliliği ve ülke kalkınması açısından büyük önem taşımaktadır. Dünya’da ve özellikle ülkemizde, nüfusun hızla artmasıyla birlikte yaşamsal ihtiyaçlar artmakta ve bu durum toprak üzerinde yoğun baskı oluşturmaktadır. Bu baskı, yanlış arazi kullanımına ve doğal kaynakların hızla tüketilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, arazinin sadece günümüzün değil geleceğin ihtiyaçlarını da karşılayacak şekilde yeteneğine uygun olarak kullanımının planlanması ve arazi kullanımına yönelik doğru kararların verilebilmesi için arazi kullanımı uygunluk analizlerinin yapılması gerekmektedir. Arazi kullanımı uygunluk analizi, sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen arazi kullanım politikaları geliştirmek için vazgeçilmez bir işlemdir. Aynı zamanda tarım, yerleşim ve rekreasyon gibi farklı kullanım türleri için arazinin potansiyelini belirlemeye yönelik bir çok kriterli karar verme sürecidir. Bu çalışmanın amacı, inşası planlanan barajlar nedeniyle başta ilçe merkezi olmak üzere, mevcut yerleşim ve tarım alanları sular altında kalacak olan Artvin ili Yusufeli ilçesindeki uygun tarım alanlarının belirlenmesidir. Çalışmada, arazi kullanımı uygunluk analizlerinde yaygın olarak kullanılan “Analitik Hiyerarşi Process (AHP)” yöntemi kullanılmıştır. Uygulamada, Büyük Toprak Grubu, Diğer Toprak Özellikleri, Arazi Kullanım Kapiliyeti, Arazi Kullanım Kapiliyeti Alt Sınıfı, toprak derinliği, erozyon derecesi, eğim, bakı ve yükseklik parametreleri kullanılmıştır. Parametrelerin ağırlıklandırılmasında uzman görüşlerine başvurulmuş ve üretilen uygunluk haritası, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)’nın arazi uygunluk sınıflandırmasına göre 5 kategoriye ayrılmıştır. Yeniden sınıflandırılan uygunluk haritasına göre, çalışma alanının % 0,42’sinin (981,90 ha) tarımsal üretim için yüksek derecede uygun, % 2,34’ünün (5431,19 ha) orta derecede uygun, % 61,03’ünün (141387,60 ha) ise düşük derecede uygun olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında, mevcut halıyla tarımsal üretim için uygun olmayan alan oranının % 17,49 (40521,05 ha) ve tamamen uygun olmayan alan oranının ise % 18,71 (43335,29 ha) olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara ulaşılmasında, çalışma alanındaki eğimin oldukça yüksek olmasının, toprak derinliğinin tarımsal üretim için yeterli olmamasının ve erozyon derecesinin yüksek olmasının etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: CBS, AHP, tarım, arazi kullanımı uygunluk analizi, Yusufeli.

ABSTRACT

DETERMINING SUITABLE ARABLE LANDS WITH AHP METHOD

Considered as an indispensable resource for many sectors from agriculture to industry, soil (land) has a vital importance for human being. It possesses great importance for sustainability of natural resources and development of countries when it is used sufficiently, in other words, according to its ability. With the population growth in the World and especially in our country, living needs are increasing, causing high pressure over soil. This pressure results in misuse of land and rapid consumption of natural resources. That is why land use suitability analyses need to be completed in order to plan lands to be used according to their abilities and to make proper decisions not only for current but also for future needs. Land use suitability analysis is an essential process for generating land use policy to support sustainable development. In addition, it is a multi-criteria decision making process towards determining potential of lands for various usages such as agriculture, settlement and recreation. The purpose of this study was to determine suitable arable lands in Artvin’s Yusufeli district since present settlements (including the district center) and agricultural areas will be inundated due to the construction of planned large dams. In this study, the Analytic Hierarchy Process (AHP) that has commonly being applied to land use suitability analyses was used. In the application process, several parameters including great soil groups, some other soil properties, land use capability classification, land use capability sub-classification, soil depth, erosion degree, slope, aspect and elevation were used. In weighting of these parameters, we asked experts’ opinions and a suitability map created from these opinions were separated into 5 categories according to the land suitability classification provided by the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nation. Newly classified suitability map showed that only 0,42% (981,90 ha) of the whole study area was highly suitable while 2,34% (5431,19 ha) and 61,03% (141.387,60 ha) were suitable with moderately and marginally degrees, respectively. On the other hand, it was found that while 17,49% (40521,05 ha) of land was currently unsuitable, 18,71% (43335.29 ha) of land was classified as permanently not suitable for agricultural production. It was interpreted that very high slope, insufficient soil depth for agricultural production, and high erosion degree of the study area were effective factors in these findings.

Keywords: GIS, AHP, agriculture, land use suitability analysis, Yusufeli.

1. GİRİŞ

Arazi gibi çoğaltılmayan doğal kaynakların rasyonel ve sürdürülebilir kullanımının, ekonomik kalkınmanın en önemli göstergelerinden biri olduğu bilinen bir gerçektir. Nitekim Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu (World Commission on Environment and Development) arazinin uygun kullanımını sürdürülebilir gelişme ile ilişkilendirmiş ve gelişmeyi, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme yetisini kaybetmeksizin mevcut ihtiyaçları karşılama olarak tanımlamıştır (Feizizadeh ve Blaschke, 2012). Bununla birlikte, yaşanan hızlı nüfus artışı ve göç, özellikle büyük şehirlerde yaşamsal ihtiyaçların karşılanması noktasında yeni alanlar gerektirmektedir. Bu da özellikle orman, mera, sulak alan ve tarım alanlarının yerleşim ve sanayi alanlarına dönüştürülmesine yol açmakta ve arazilerin potansiyeline uygun olmayan kullanımlarına neden olmaktadır. Arazi üzerindeki baskıların neden olduğu yanlış arazi kullanımları kırsal alanlarda ise farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde özellikle son yıllarda hızlı artış gösteren kırsal kalkınma programları ile gerçekleştirilen havaalanı, baraj, yol ve köprü gibi büyük yatırım projeleri, ciddi büyüklüklerde arazi kullanım değişikliklerine neden olmaktadır. Bu durum, ülkemizde arazi kullanım planlarının ve arazi yönetim politikalarının olmadığı göz önünde bulundurulduğunda daha da önemli bir hale gelmektedir.

Bu noktada, doğal kaynakların potansiyeline uygun biçimde planlı ve sürdürülebilir kullanımının sağlanmasına ve dolayısıyla doğal kaynakların tüketilmeden gelecek nesillere aktarılmasına imkan sağlayacak arazi kullanım plan ve politikalarının üretilmesi oldukça önemlidir. Arazi kullanım planlamasının ön koşulu ise arazi uygunluğunun değerlendirilmesidir. Söz konusu değerlendirme, arazinin kullanımındaki fırsat ve kısıtlar hakkında bilgi sağlayarak, arazilerin optimal kullanımına kılavuzluk eder (Mokarram ve Aminzadeh, 2010) ve mevcut kaynakların değerlendirilen potansiyeline göre kullanılabilirliği kararını içerir (Bandyopadhyay vd., 2009). Bunun için öncelikle, arazi özellikleri ve kullanıcı gereksinimlerini dikkate alan uygunluk analizleri ile en uygun arazi kullanım tipi belirlenir (Akbulak, 2010; Amiri ve Shariff, 2012). Arazi kullanım uygunluk analizi, bir arazinin belli bir kullanım türü (tarım, orman, vb.) için uygunluğunu ve uygunluk düzeyini belirleme işlemidir. Bu işlemin önemli bir adımı ise arazinin uygunluğunu etkileyen kriterlerin tanımlanmasıdır (Al-Shalabi vd., 2006). Çeşitli ve çok sayıda kriterin varlığı, arazi kullanım uygunluk analizini artan derecede karmaşık bir hale getirmektedir. Çünkü belirli bir arazinin uzun süreli ve bozulmaksızın kullanımını desteklemek için o arazi biriminin doğasında var olan özelliklerinin yanında sosyo-ekonomik ve çevresel maliyetleri ve sonuçları gibi kriterlerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Duc, 2006; Bandyopadhyay vd., 2009).

Arazinin belli bir kullanım için uygunluğunun değerlendirilmesi, birçok kriterin birlikte ele alınmasını gerektirmektedir. Arazinin uygunluğunu etkileyen kriterlerin aynı önem derecelerinde bulunmaları nedeniyle ağırlıklarının ve alt kriterlerin puanlarının belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmıştır (Parakach, 2003). Bu çalışmada, AHP yöntemi kullanılarak, Artvin ili Yusufeli ilçesinde tarıma uygun alanların belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak Yusufeli ilçesinin seçilmesinin ana nedeni, ilçe sınırları içerisinde yapılmakta olan Artvin ve Yusufeli Barajlarının ilçe merkezini, ilçedeki birçok köyü ve özellikle Çoruh nehri kıyısındaki verimli tarım arazilerini sular altında bırakacak olması ve dolayısıyla ilçenin arazi kullanımında önemli değişikliklere neden olacak olmasıdır. Bu çalışma ile Yusufeli ilçesinde tarıma uygun alanların dağılımları ve büyüklükleri belirlenerek, geçim kaynağı tarım olan ilçe halkı için yeni yerleşim yeri seçiminde potansiyel tarım alanlarının dikkate alınması sağlanacaktır. Ayrıca Yusufeli gibi oldukça eğimli ve dik yerlerde tarıma uygun alanların değerlendirilmesinin nasıl olması gerektiği yönünde öneriler getirilecektir.

Tarım için arazi uygunluk potansiyelinin değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken kriterlerde belli bir standardın olmadığı, kişilerin çalışmalarında genellikle ulaşabildikleri kriterleri kullandıkları görülmektedir. Bu tür çalışmalarda, arazinin topoğrafik ve toprak özellikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, Wang (1994) tarımsal arazi uygunluk değerlendirmesinin, sıcaklık ve yağış gibi iklimsel özellikler, eğim ve ulaşılabilirlik gibi topoğrafik özellikler ile fiziksel ve kimyasal bazı toprak karakteristikleri (sıcaklık, nem, toprak havalandırması, doğal verimlilik, derinlik, tekstür ve tuzluluk) içeren çok çeşitli ve sayıda ölçülebilir fizyografik veriler içerdiğini belirtmiştir. Kalogirou (2002), arazi değerlendirmesinde arazinin fiziksel ve ekonomik karakteristiklerini dikkate aldığı çalışmasında, “toprak toksisite ve köklenme koşulları”, “tuzlanma” ve “taban suyu seviyesi, taşkın tehlikesi ve drenaj” olarak adlandırdığı 3 ana faktör altındaki 17 fiziksel özelliği kullanmıştır. Perveen vd. (2007) tarımsal arazi uygunluk analizinde AHP yöntemini kullandıkları çalışmalarında, toprak tekstürü, toprak nemi, toprak konsistansı (kıvamu), pH, toprak drenajı, organik madde içeriği ve eğim parametrelerini kullanmışlardır. Zengin ve Yılmaz (2008), tarıma uygun alanların değerlendirilmesinde arazi kullanım kabiliyet sınıfı (AKKS), toprak derinliği, sınırlayıcı toprak özellikleri, drenaj, erozyon, eğim, bakı, su varlığı, yağış, sıcaklık, bitki örtüsü ve ulaşım parametrelerini dikkate alırken Akbulak (2010), eğim, erozyon, toprak derinliği, sınırlayıcı toprak özellikleri, yükselti ve yola yakınlık parametrelerini kullanmıştır. Bandyopadhyay vd. (2009) tarıma uygun alanların belirlenmesinde toprak tekstürü, organik madde içeriği, toprak derinliği, eğim ve arazi kullanımı/örtüsü parametrelerini kullanmıştır. Son olarak Feizizadeh ve Blaschke (2012), tarımsal üretim için İran’ın Tabriz kentinde

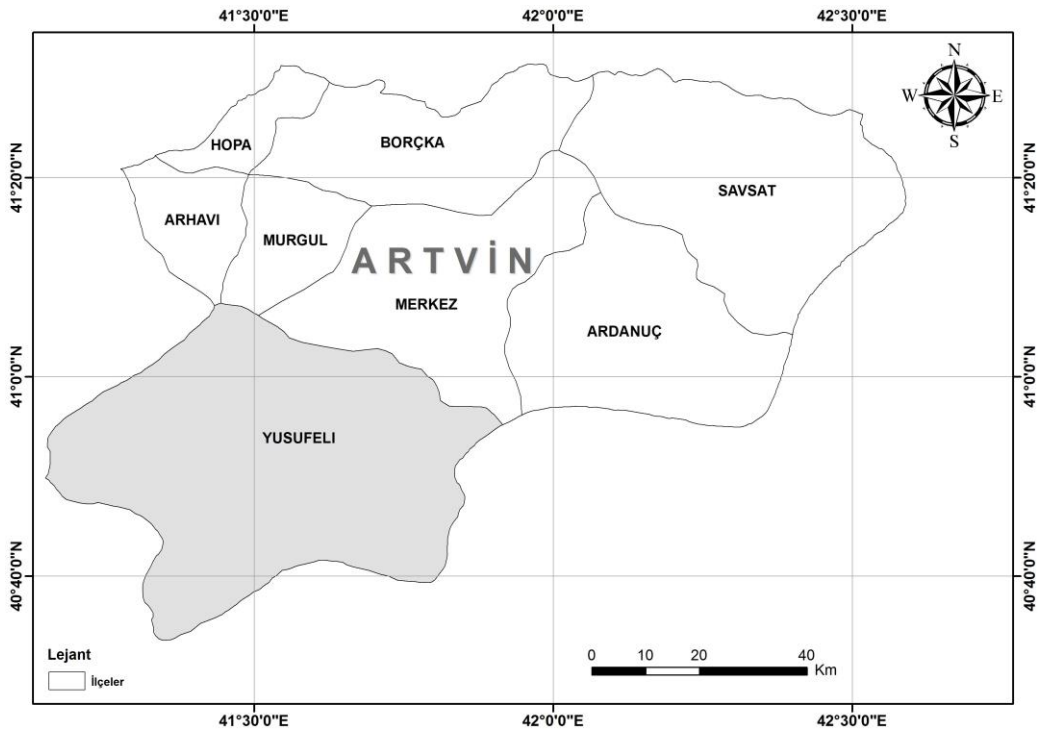
gerçekleştirdikleri arazi uygunluk analizinde topografya, iklim, toprak özellikleri ve su kaynakları olarak dört ana grubun içerdiği 8 faktörü (yükseklik, eğim, bakı, toprak verimliliği, toprak PH, sıcaklık, yağış ve yeraltı suyu) kullanmışlardır.

Tüm bu bilgilerin ışığında bu çalışmada, tarıma uygun yerlerin belirlenmesinde çalışma alanının koşulları da dikkate alınarak 9 kriter (arazi kullanım kabiliyet sınıfları (AKKS), büyük toprak grupları (BTG), toprak derinliği, eğim, bakı, yükseklik, erozyon, diğer toprak özellikleri (DTO) ve arazi kullanım kabiliyet alt sınıfları (ATS)) belirlenerek değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma, Artvin il merkezinin güneybatısında yer alan Yusufeli ilçesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma alanı, coğrafi olarak $40^{\circ} 34' 20.06''$ ve $41^{\circ} 07' 34.91''$ kuzey enlemleri ile $41^{\circ} 09' 34.41''$ ve $41^{\circ} 54' 32.28''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. İlçenin yüzölçümü yaklaşık olarak 2300 km^2 dir. 1 belde ve 61 köy idari alanı bulunan ilçenin, 2011 yılı adrese dayalı nüfus kayıt sistemine göre toplam nüfusu 21.725'dir. Bunun 6.318'i ilçe merkezinde, 15.407'si ise belde ve köylerde yaşamaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı haritası

Yüksekliğin 320 m ile 3937 m arasında değiştiği çalışma alanında, ilçe merkezinin deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 600 metredir. Köy yerleşim yerlerindeki ve tarımsal alanlardaki yükseklik ise ortalama 1300 m civarındadır. Bununla birlikte, çalışma alanında yüksekliği 2000 m'nin üzerinde olan köyler ve tarımsal alanlarda bulunmaktadır. Konumu itibari ile oldukça engebeli ve dağlık bir alana sahip olan ilçenin %89'unda eğim %30'un üzerindedir ve düz alanlar neredeyse yok denecek kadar azdır. Yusufeli meteoroloji istasyonunun Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen uzun yıllar (1970–2000) rasat verilerine göre, ilçedeki yıllık ortalama yağış 278,5 mm ve aylık ortalama sıcaklık $14,17^{\circ}\text{C}$ 'dir. En düşük sıcaklık Ocak ayında görülmekte olup ortalama $1,1^{\circ}\text{C}$ 'dir. En yüksek sıcaklık ise Temmuz ve Ağustos aylarında görülmekte olup ortalama $25,8^{\circ}\text{C}$ 'dir.

Oldukça engebeli bir topografyaya sahip olan sahada, dağlar ve bunlar arasına yerleşmiş dar ve derin vadiler mevcut jeomorfolojik görünümü oluşturmaktadır. Engebeli bir topografyanın hâkim olduğu sahada eğimin etkisiyle çoğu yerde ana kaya açığa çıkmıştır. Bununla birlikte toprak örtüsünün mevcut olduğu sahalarda hakim toprak türünü kahverengi orman toprağı oluşturmaktadır. Vadiler boyunca akarsu kenarlarında akarsuların taşımış olduğu malzemenin birikmesiyle oluşan alüvyal topraklar bulunmaktadır (Koday ve Erhan, 2010). Yusufeli ilçesi önemli

miktarda araziye sahip olmakla birlikte ekim ve dikime uygun alan oldukça sınırlıdır (Gök, 2010). Zeytin, pirinç ve üzüm başta olmak üzere her türlü meyve ve sebzenin kısıtlı alanlarda yetiştirilebildiği, çok engebeli ve dağınık köy yerleşmeleri, Çoruh Irmağı ile yan kollarına ait vadi içlerinde yer almaktadır. Yusufeli ve çevresinde ticarete konu olan ve çiftçi ailelerin geçimine katkı yapan en önemli kültür bitkisi zeytindir. Ayrıca ilçede seracılık hızla gelişmekte ve alternatif bir gelir kaynağı olarak düşünülmektedir (Aytekin ve Aktaş, 2010).

2.2. Analitik Hiyerarşi Process Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Process (Analytic Hierarchy Process - AHP) yöntemi, Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında çok ölçütlü karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir bir model olarak geliştirilmiştir (Kavas, 2009). En iyi bilinen ve en yaygın kullanılan çok kriterli analiz yaklaşımlarından biri olan AHP yöntemi, birden çok kritere bağlı olan bir problemin çözümünde, kullanıcıların kriterlerin ağırlıklarını belirlemesine olanak sağlamaktadır. AHP yönteminde her problem için amaç, kriterler (ölçütler), alt kriterler ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanılır (Özcan vd., 2009). Problem, hiyerarşik bir yapıya oturtulduktan sonra, hiyerarşiyi oluşturan ölçütlerin ağırlıkları hesaplanır (Öztürk ve Batuk, 2010). Bir düzeydeki ölçütlerin hiyerarşide hemen bir üst düzeyde yer alan ölçütler açısından değerlendirilmesinde Saaty (1980) tarafından önerilen tercih ölçeğinden (Çizelge 1) yararlanılarak bir puanlama yapılır ve ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (Saaty, 1980; 2004). İkili karşılaştırma matrisi n adet öge için $n(n-1)/2$ adet karşılaştırmadan oluşur (Malczewski, 1999; Öztürk ve Batuk, 2010).

Çizelge 1. AHP yönteminde kullanılan ikili karşılaştırma tercih ölçeği (Saaty, 1980).

Önem Derecesi	Açıklama
1	Ölçütler eşit öneme sahip.
3	1. ölçüt 2. ölçüte göre biraz daha önemli
5	1. ölçüt 2. ölçüte göre fazla önemli
7	1. ölçüt 2. ölçüte göre çok fazla önemli
9	1. ölçüt 2. ölçüte göre en kuvvetli (aşırı derecede fazla) öneme sahip
2, 4, 6, 8	Ara değerler

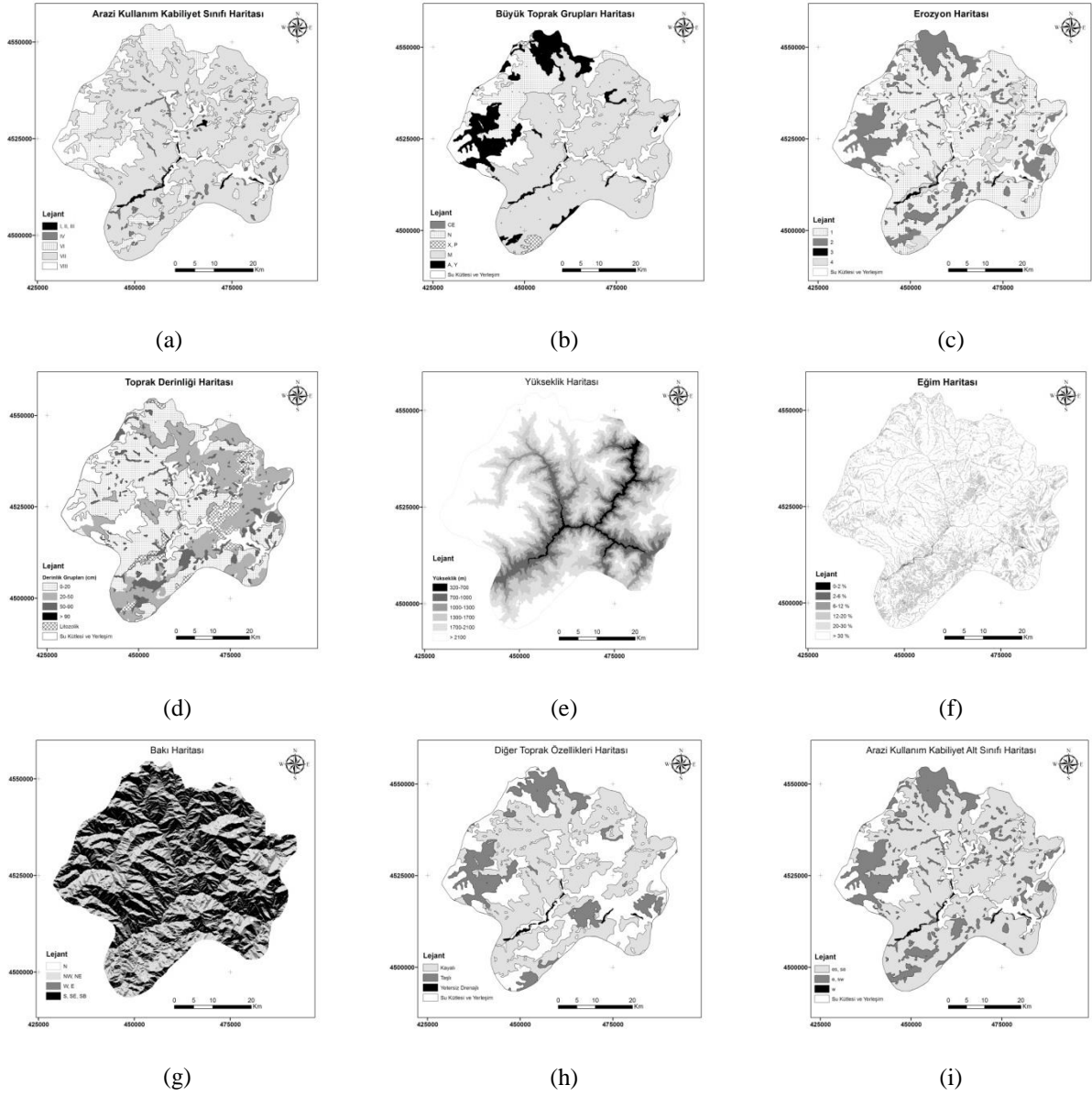
AHP ile bir problemin çözülmesi, ikili karşılaştırmaları yapılan ölçütlerin ağırlıkları ya da öncelikleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Ağırlık veya önceliklerin belirlenmesi, ikili karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Bunun için, matrisin sütun elemanları her bir sütun toplamına bölünerek "normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi" elde edilir. Elde edilen matristeki satır elemanları toplanır ve toplam değer satırdaki eleman sayısına bölünür. Böylelikle öncelik vektörü ya da ağırlık vektörü elde edilmiş olur (Tombuş, 2005; Kavas, 2009). Ağırlıklar 0-1 aralığındadır ve toplamları 1'dir (Malczewski, 1999; Öztürk ve Batuk, 2010).

AHP yönteminde ölçütlerin ikili karşılaştırmaları yapılırken belirli bir derecede tutarsızlık oluşabilir. Bunun için ikili karşılaştırmaların mantıksal tutarlılığı kontrol edilmelidir (Öztürk ve Batuk, 2010). İkili karşılaştırma yargılarının tutarlılığını ölçmek için Saaty (1980) tarafından önerilen tutarlılık oranı (Consistency Ratio - CR) kullanılmaktadır. Bu nedenle, ikili karşılaştırma matrisi için bir tutarlılık oranı hesaplanır. Bu oran için Saaty tarafından önerilen üst limit 0.10'dur. Yargılar için hesaplanan tutarlılık oranı 0.10'un altında ise yargıların yeterli bir tutarlılık sergilediği ve değerlendirmenin devam edebileceği kabul edilmektedir. Eğer tutarlılık oranı 0.10'un üstünde ise yargılar tutarsız kabul edilmektedir. Bu durumda yargıların kalitesinin iyileştirilmesi gerekir. Tutarlılık oranı yargıların yeniden gözden geçirilmesiyle düşürülebilir (Öztürk ve Batuk, 2007).

2.3. Verilerin Hazırlanması ve AHP Yöntemi Kullanılarak Uygulamannın Gerçekleştirilmesi

Çalışma sahasındaki tarıma uygun alanların belirlenmesi için Büyük Toprak Grubu (BTG), Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı (AKKS), Arazi Kullanım Kabiliyeti Alt Sınıfı (ATS), toprak derinliği, eğim, bakı, yükseklik, erozyon derecesi ve Diğer Toprak Özellikleri (DTO) parametreleri kullanılmıştır. Topografik parametrelere ilişkin veriler (eğim, bakı ve yükseklik), sayısal formattaki 1/25.000 ölçekli standart topografik haritalardan elde edilmiştir. Uygulamada ilk olarak, ArcGIS 9.3.1 yazılımı kullanılarak çalışma alanının Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuş, üretilen SYM 25x25m hücre boyutuna sahip ESRI GRID formatına dönüştürüldükten sonra çalışma alanının eğim, bakı ve yükseklik haritaları üretilmiştir (Şekil 2).

Çalışma alanında, toprağın karakteristik özelliklerini yansıtan parametrelere ilişkin veriler için Tarım Reformu Genel Müdürlüğü (TRGM)'nden temin edilen 1/25.000 ölçekli sayısal toprak haritaları kullanılmıştır. Çalışma alanının, 25x25m hücre boyutlu ESRI GRID formatındaki BTG, AKKS, ATS, toprak derinliği, erozyon derecesi ve DTO haritaları, ulusal toprak veritabanındaki öznitelik parametreleri dikkate alınarak ESRI Shape formatındaki toprak haritalarından üretilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışmada kullanılan parametrelere ilişkin haritalar; a) Arazi kullanım kabiliyet sınıfı haritası b) Büyük toprak grupları haritası c) Erozyon haritası d) Toprak derinliği haritası e) Yükseklik haritası f) Eğim haritası g) Bakı haritası h) Diğer toprak özellikleri haritası i) Arazi kullanım kabiliyet alt sınıfı haritası

Çizelge 2. İkili karşılaştırma matrisi ve parametre ağırlıkları

Ölçüt	BTG	AKKS	ATS	Derinlik	Eğim	Bakı	Yükseklik	Erozyon	DTO	Ağırlık
BTG	1	2	2	3	4	6	8	9	9	0.278
AKKS	1/2	1	2	3	4	6	7	9	9	0.233
ATS	1/2	1/2	1	2	3	4	5	7	8	0.162
Derinlik	1/3	1/3	1/2	1	2	3	5	6	7	0.116
Eğim	1/4	1/4	1/3	1/2	1	3	5	6	7	0.096
Bakı	1/6	1/6	1/4	1/3	1/3	1	1	2	3	0.040
Yükseklik	1/8	1/7	1/5	1/5	1/5	1	1	1	3	0.032
Erozyon	1/9	1/9	1/7	1/6	1/6	1/2	1	1	2	0.025
DTO	1/9	1/9	1/8	1/7	1/7	1/3	1/3	1/2	1	0.018

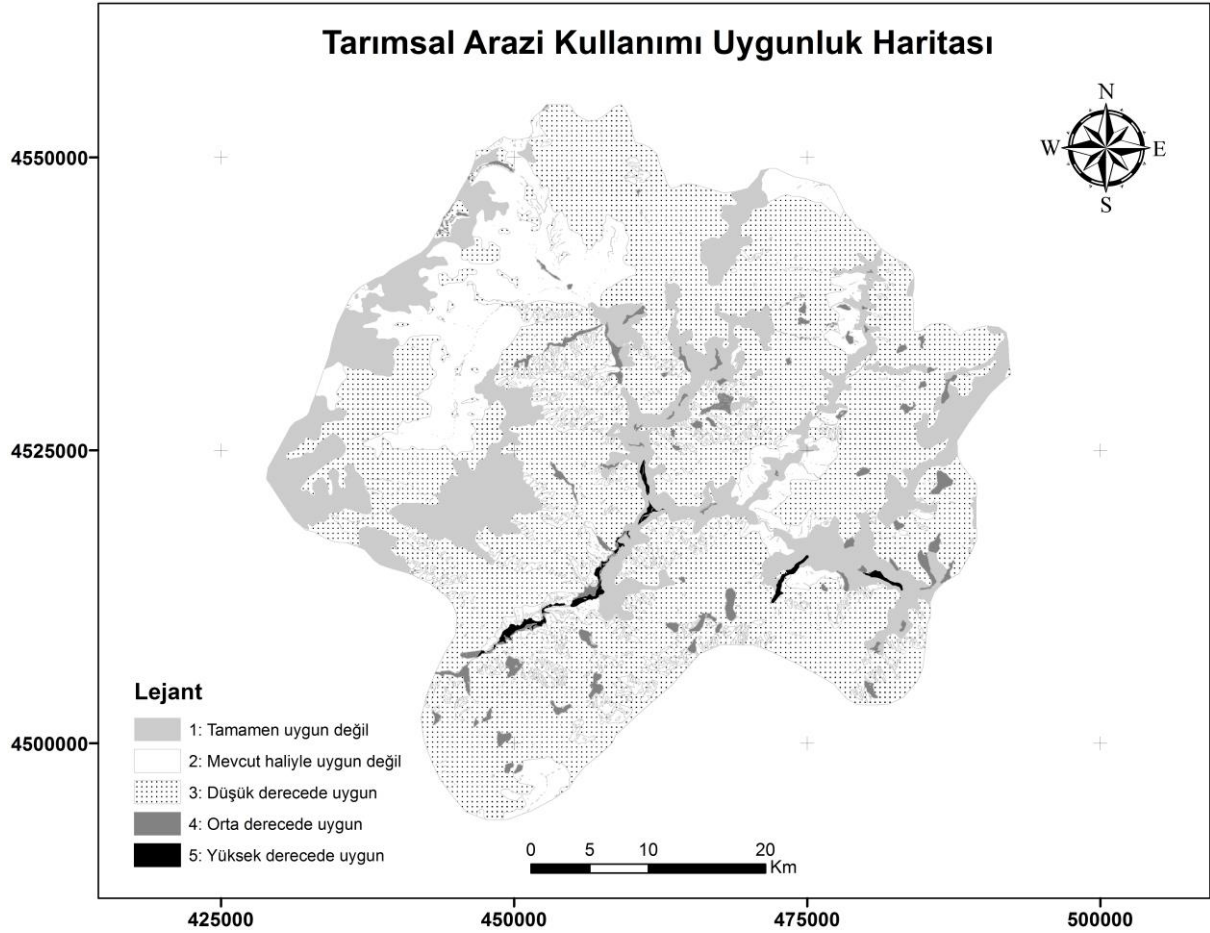
Daha sonra, AHP yöntemine göre parametrelerin ağırlıklarının belirlenmesi için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur (Çizelge 2). İkili karşılaştırma matrisindeki yargılar (parametrelerin birbirlerine göre önem dereceleri), konuyla ilgili uzmanların görüşlerine başvurularak belirlenmiştir. İkili karşılaştırma yargılarının tutarlılık oranı (CR), 0,0674 olarak hesaplanmıştır. Alt parametreler ise yine uzman görüşleri doğrultusunda 0-10 aralığında puanlandırılmıştır (Çizelge 3). Parametre ağırlıkları ve alt parametre puanları, ArcGIS 9.3.1 ortamında ilgili katmanlara atandıktan sonra 9 parametreye ait raster harita ağırlıklı toplam (weighted sum) bindirme analizi (overlay analysis) kullanılarak çakıştırılmış ve Şekil 3. de gösterilen tarımsal arazi kullanımı uygunluk haritası üretilmiştir. Tarımsal arazi kullanımı için uygunluk indeksi 0.240 ile 8.938 arasında değişen analiz katmanı (tarımsal arazi kullanımı uygunluk haritası), FAO (1976)'nın arazi uygunluk sınıflandırmasına göre eşit aralıklarla 5 sınıfa ayrılmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan parametrelerin ağırlıkları, alt parametrelerin puanları ve alansal dağılımları

No	Parametre	Ağırlık	Alt Parametreler	Puan	Alan (ha)	Alan (%)
1	Derinlik (cm)	0.116	Derin (>90)	10	59,82	0,03
			Orta Derin (50-90)	8	17435,36	7,53
			Sığ (20-50)	6	58673,75	25,33
			Çok sığ (0-20)	2	102003,67	44,03
			Litozolik	1	10151,40	4,38
			Su Yüzeyleri ve Yerleşim Alanları	0	43333,00	18,70
2	Eğim (%)	0.096	% 0-2 (düz)	10	111,60	0,05
			% 2-6 (hafif)	8	746,20	0,32
			% 6-12 (orta)	6	2425,22	1,05
			% 12-20 (dik)	4	6630,61	2,86
			% 20-30 (çok dik)	3	14702,41	6,35
			> % 30 (sarp)	1	207040,96	89,37
3	Yükseklik (m)	0.032	320-700	10	5814,21	2,51
			700-1000	9	20088,91	8,67
			1000-1300	7	29425,77	12,71
			1300-1700	6	51614,53	22,28
			1700-2100	4	48306,95	20,85
			> 2100	2	76406,63	32,98
4	Bakı	0.040	G, GB, GD	8	89651,23	38,70
			K	2	26989,43	11,65
			KB, KD	5	59245,80	25,57
			B, D	7	55770,54	24,08
5	AKKS	0.233	I, II, III	10	1533,13	0,66
			IV	8	4506,77	1,95
			VI	2	37873,55	16,35
			VII	1	144410,55	62,34
			VIII	0	43333,00	18,70
6	BTG	0.278	A, Y (Alüvyal toprak, yüksek dağ çayır toprakları)	10	27185,29	11,74
			M (Kahverengi orman toprağı)	8	135440,55	58,47
			X, P (Bazaltik topraklar, Kırmızı sarı potzolik topraklar)	7	2041,68	0,88
			N (Kireçsiz kahverengi orman toprağı)	5	23648,21	10,21
			CE (Kestane rengi topraklar)	3	8,27	0,00
			Su Yüzeyleri ve Yerleşim Alanları	0	43333,00	18,70
7	Erozyon	0.025	1 (hiç yok veya çok az)	10	132707,48	57,29
			2 (orta)	8	44053,29	19,02
			3 (şiddetli)	6	1276,78	0,55
			4 (çok şiddetli)	4	10286,45	4,44
			Su Yüzeyleri ve Yerleşim Alanları	0	43333,00	18,70

Çizelge 3.'ün devamı

8	DTO	0.018	r (kayalı)	2	110079,02	47,52
			t (taşlı)	4	32446,02	14,01
			y (yetersiz drenajlı)	6	1276,78	0,55
			No Data	0	44522,18	19,22
			Su Yüzeyleri ve Yerleşim Alanları	0	43333,00	18,70
9	ATS	0.162	es, se (eğim ve erozyon zararı, toprak yetersizliği)	2	144861,48	62,53
			e, sw (eğim ve erozyon zararı, toprak yetersizliği, yaşlık, drenaj bozukluğu veya taşkın zararı)	3	42279,47	18,25
			w (yaşlık, drenaj bozukluğu veya taşkın zararı)	5	1183,05	0,52
			Su Yüzeyleri ve Yerleşim Alanları	0	43333,00	18,70



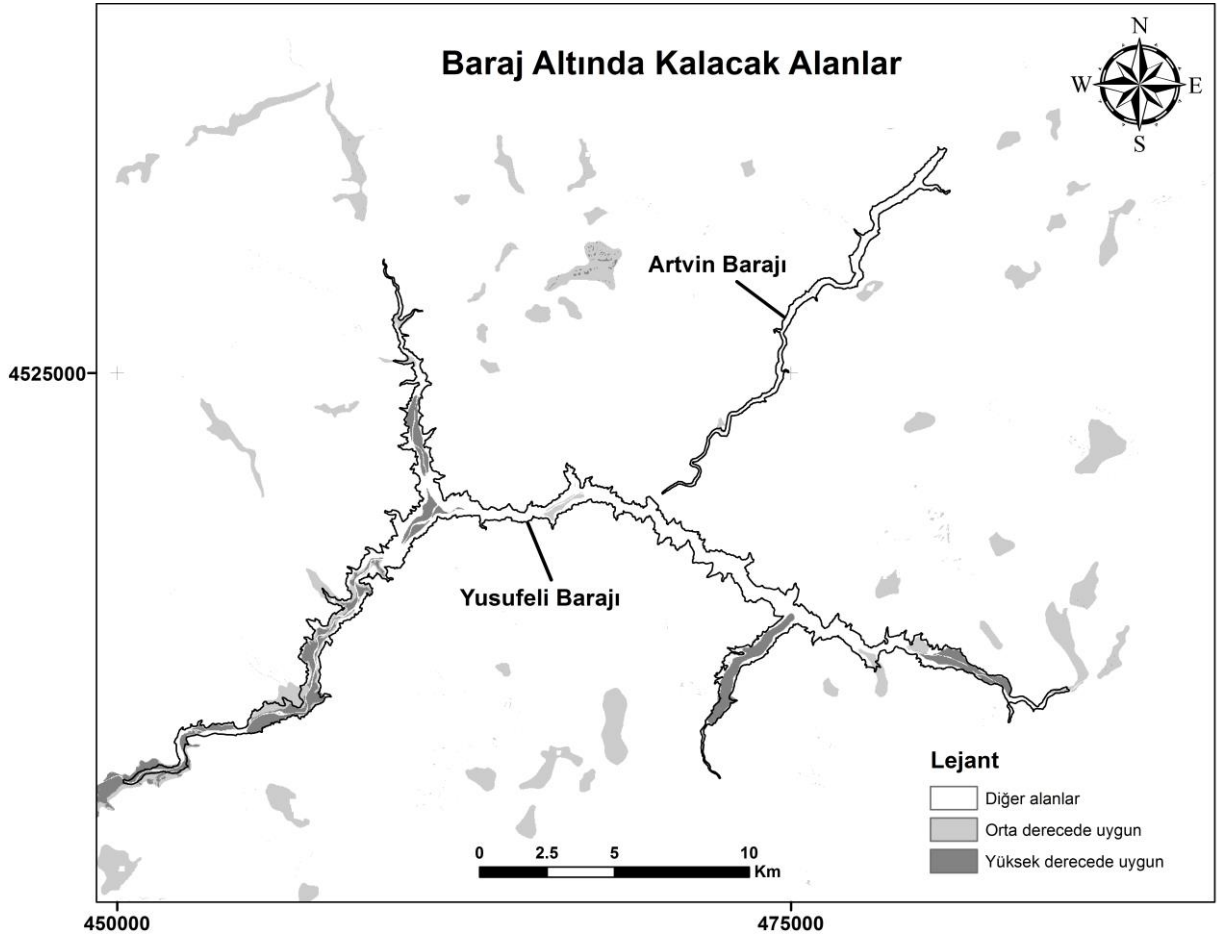
Şekil 3. Yusufeli ilçesine ait tarımsal arazi kullanımı uygunluk haritası

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada üretilen tarımsal arazi kullanımı uygunluk haritasına göre, alanın % 0.42'sinin (981.90 ha) tarımsal üretim için yüksek derecede uygun, % 2.34'ünün (5431.19 ha) orta derecede uygun, % 61.03'ünün (141387.60 ha) ise düşük derecede uygun olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında, mevcut haliyle tarımsal üretim için uygun olmayan alan oranının % 17.49 (40521.05 ha) ve tamamen uygun olmayan alan oranının ise % 18.71 (43335.29 ha) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Çalışma alanında inşası gerçekleştirilecek olan barajların su kotları dikkate alındığında, toplamda 3219.15 ha'lık alanın Yusufeli Barajı, 438.13 ha'lık alanın ise Artvin Barajının suları altında kalacağı tespit edilmiştir. Çizelge 4'te görüldüğü gibi özellikle yüksek derecede tarıma uygun alanların yaklaşık olarak %78'i (763.58 ha), orta derecede tarıma uygun olan alanların ise %5'i (289.65 ha) su altında kalacaktır (Şekil 4).

Çizelge 4. Tarımsal arazi uygunluk analizi sonucunun alan ve yüzde olarak dağılımı

Sınıf	Aralık	Tarıma Uygun Alan		Barajlar altında kalan alan (Ha)		Kullanılabilir Alan	
		Ha	%	Yusufeli	Artvin	Ha	%
1	0.2400 - 1.9796	43335.29	18.707	1760.32	299.66	41275.31	18.10
2	1.9796 - 3.7192	40521.05	17.492	161.31	8.26	40351.48	17.70
3	3.7192 - 5.4588	141387.60	61.033	248.42	126.09	141013.09	61.85
4	5.4588 - 7.1984	5431.19	2.344	285.52	4.13	5141.54	2.26
5	7.1984 - 8.9380	981.90	0.424	763.58	-	218.32	0.09
TOPLAM		231657.03	100.00	3219.15	438.13	227999.74	100.00



Şekil 4. Baraj altında kalacak olan tarıma uygun alanlar

Çalışma alanına ait Corine 2006 arazi örtüsü verisi incelendiğinde ise mevcut durumda alanın sadece %9.67'sinin (22403.64 ha) tarımsal faaliyetler için kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu alanların da, %4.97'si (1113.62 ha) Yusufeli Barajı, %0.32'si (72.15 ha) ise Artvin Barajı altında kalacaktır.

Ayrıca, analiz sonuçlarına göre yüksek ve orta derecede tarıma uygun olduğu belirlenen alanların mevcut arazi kullanımları da Corine 2006 arazi örtüsü verileriyle karşılaştırılmıştır. Buna göre, yüksek ve orta derecede tarıma uygun alanların %70.17'sinin fiiliyatta da tarım olarak kullanıldığı, %27.20'sinin Ormanlık ve Doğal alanlar, %2.63'nün ise su kütlesi gibi diğer alanlar kategorisine girdiği tespit edilmiştir.

Son olarak, tamamen tarıma uygun olmayan alanların mevcuttaki arazi kullanımları incelendiğinde, bu alanların %3.68'inin tarımsal faaliyetler için kullanıldığı, %95.10'unun Ormanlık ve Doğal Alanlara ve geride kalan

%1.22'lik kısmın ise diğer alanlara isabet ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca, mevcut haliyle tarıma uygun olmayan alanların %5'inde de tarımsal faaliyetlerin yapıldığı belirlenmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapımı devam etmekte olan Artvin ve Yusufeli barajları altında kalacak olan tarım arazilerinin ve Yusufeli ilçesi bazında tarıma uygun alternatif alanların belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, çok kriterli karar verme analizlerinden biri olan AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada, alanın topoğrafik özelliklerini ve toprak yapısını yansıtan 9 kriter dikkate alınmıştır. Analiz sonucunda, çalışma alanının %2.768'lik kısmının yüksek ve orta derecede, %61.033'lük kısmının ise düşük derecede tarıma uygun olduğu belirlenmiştir. Yüksek ve orta derecede tarıma uygun olduğu belirlenen alanların yaklaşık % 70'inin mevcutta da tarım, % 30'unun ise ormanlık ve doğal alanlar olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Düşük derecede uygun olan tarım alanları açısından konu ele alındığında ise bu alanların yaklaşık % 88'inin ormanlık ve doğal alanlara rastladığı belirlenmiştir. Ayrıca, adı geçen barajların su kotları dikkate alındığında halihazırda tarımsal faaliyetler için kullanılan 1185.77 ha'lık alanın da su altında kalacağı belirlenmiştir. Bu nedenle, tarım yapılabilecek alternatif arazilerin belirlenmesi gündeme gelmiştir. Bu amaçla, değerlendirme sonucunda ortaya çıkan tarıma uygun araziler incelendiğinde, yukarıda belirtildiği gibi büyük bir kısmının ormanlık ve doğal alana isabet ettiği görülmüştür. Bu alanların mevcut orman mevzuatı nedeniyle tarımsal kullanıma tahsis edilemeyeceği ortadadır. Dolayısıyla, orman vasfının korunarak tarıma ve böylece yöre halkına destek sağlaması amacıyla odun dışı orman ürünleri üretimine odaklanılması kaçınılmazdır. Nitekim Orman Genel Müdürlüğü'nün de son yıllardaki eğilimleri bu yöndedir. Bunlara ilaveten, verimli toprakların su altında kalacak olması ve alternatif alanların yüksek kotlarda bulunuyor olması nedeniyle ürün deseninin yeniden ele alınması gerekmektedir. Bu yöndeki araştırmalar, bir sonraki çalışmanın konusunu oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

Akbulak, C., 2010. Analitik Hiyerarşi Süreci ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Yukarı Kara Menderes Havzası'nın Arazi Kullanımı Uygunluk Analizi, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(2), 557-576.

Al-Shalabi, M.A., Mansor, S.B., Ahmed, N.B., Shiriff, R., 2006. GIS Based Multicriteria Approaches to Housing Site Suitability Assessment, XXIII FIG Congress, October 8-13, Germany.

Amiri, F., Shariff, A.R.B.M., 2012. Application of Geographic Information Systems in Landuse Suitability Evaluation for Beekeeping: A Case Study of Vahregan watershed (Iran), *African Journal of Agricultural Research*, 7(1), 89-97.

Aytekin, O., Aktaş, A., 2010. Yusufeli'de Yapılmaları Planlanan Hidro-Elektrik Barajların Kültür Varlıklarına Olan Etkileri Üzerine Ön Değerlendirme, Geçmişten Geleceğe Yusufeli Sempozyumu, 10-12 Haziran, Yusufeli, Artvin.

Bandyopadhyay, S., Jaiswal, R.K., Hegde, V.S., Jayaraman, V., 2009. Assessment of Land Suitability Potentials for Agriculture Using a Remote Sensing and GIS Based Approach, *International Journal of Remote Sensing*, 30(4), 879-895.

Duc, T.T., 2006. Using GIS and AHP Technique for Land-use Suitability Analysis, International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences.

FAO, 1976. A Framework for Land Evaluation, Soils Bulletin 32, FAO and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Feizzadeh, B., Blaschke, T., 2012. Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: a multi-criteria evaluation approach using GIS, *Journal of Environmental Planning and Management*, DOI:10.1080/09640568.2011.646964

Gök, Y., 2010. Tarihi Süreç İçerisinde Yusufeli Nüfusu, Geçmişten Geleceğe Yusufeli Sempozyumu, 10-12 Haziran, Yusufeli, Artvin.

Kalogirou, S., 2002. Expert systems and GIS: an application of land suitability evaluation, *Computers, Environment and Urban Systems*, 26(2002), 89-112.

Kavas, E., 2009. Analitik Hiyerarşik Süreç Yöntemiyle İzmir İlinde Heyelan Duyarlılığının Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı İncelenmesi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi (CBS2009), 02-06 Kasım, İzmir.

- Koday, Z., Erhan, K.,** 2010. Yusufeli İlçesinin İdari Coğrafya Analizi, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 1-11.
- Malczewski, J.,** 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley and Sons, New York.
- Mokarram, M., Aminzadeh, F.,**2010. GIS-Based Multicriteria Land Suitability Evaluation Using Ordered Weight Averaging with Fuzzy Quantifier: A Case Study in Shavur Plain, Iran, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. 38, Part II.
- Özcan, O., Musaoğlu, N., Şeker, D.Z.,** 2009. Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi: Sakarya Havzası Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs, Ankara.
- Öztürk, D., Batuk, F.,** 2007. Çok Sayıda Kriter ile Karar Vermede Kriter Ağırlıkları, Yıldız Teknik Üniversitesi Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 25(1), 86-98.
- Öztürk, D., Batuk, F.,** 2010. Konumsal Karar Problemlerinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin Kullanılması, Yıldız Teknik Üniversitesi Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 28, 124-137.
- Parakash, T.N.,** 2003. Land Suitability Analysis for Agricultural Crops: A Fuzzy Multicriteria Decision Making Approach, Msc Thesis, the International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, 68 page.
- Perveen, M. F., Nagasawa, R., Uddin, M. I., Delowar, H. K. M.,** 2007. Crop-Land Suitability Analysis Using A Multicriteria Evaluation & GIS Approach, 5th International Symposium on Digital Earth (ISDE5), June 5-9, University of California, Berkeley, USA.
- Saaty, T. L.,** 1980. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill Comp., New York.
- Saaty, T. L.,** 2004. Mathematical Methods of Operations Research, Dover Publications, Mineola, pp.415–447.
- Tombuş, F.E.,** 2005. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Erozyon Risk Belirlemesine Yeni Bir Yaklaşım, Çorum İli Örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Wang, F.,** 1994. The Use of Artificial Neural Networks in a Geographical Information System for Agricultural Land-Suitability Assessment, *Environment and Planning A* 1994, 26, 265-284.
- Zengin, M., Yılmaz, S.,** 2008. Ardahan Kura Nehri ve Yakın Çevresi Alan Kullanımlarının Belirlenmesi ve Optimal Alan Kullanım Önerileri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(1), 43-54.