

# Büyük Barajların Tarım Arazileri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi ve Artvin’de CBS ve AHP Yöntemi Kullanılarak Alternatif Tarım Arazilerinin Belirlenmesi

Halil Akıncı<sup>1\*</sup>, Ayşe Yavuz Özalp<sup>1</sup>, Mehmet Özalp<sup>2</sup>, Bülent Turgut<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 08100, Seyitler, Artvin.

<sup>2</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 08100, Seyitler, Artvin.

## Özet

*Bu çalışmada, Artvin il sınırları içerisinde inşa edilen barajlar nedeniyle Merkez ilçede sular altında kalan tarım alanlarının yerine kullanılabilir potansiyel tarım alanları belirlenmiştir. Çalışmada, arazi kullanımı uygunluk analizlerinde yaygın olarak kullanılan “Analitik Hiyerarşi Proses (AHP)” yöntemi kullanılmıştır. Uygulamada, büyük toprak grubu, arazi kullanım kabiliyet sınıfı, arazi kullanım kabiliyeti alt sınıfı, diğer toprak özellikleri, toprak derinliği, erozyon derecesi, eğim, bakı ve yükseklik parametreleri kullanılmıştır. Parametrelerin ağırlıklarının belirlenmesinde uzman görüşlerine başvurulmuş ve üretilen tarımsal arazi uygunluk haritası, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü’nün (FAO) arazi uygunluk sınıflandırmasına göre 5 kategoriye ayrılmıştır. Üretilen haritadan orman, mera ve rezervuar alanları ile onaylı imar planı sınırı çıkarıldıktan sonra çalışma alanının %0,58’inin (660,94 ha) yüksek derecede, %2,08’inin (2387,04 ha) orta derecede, %1,69’unun ise (1942,58 ha) düşük derecede tarımsal üretim için uygun olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, mevcut haliyle tarımsal üretim için uygun olmayan alan oranının %0,92 (1059,57 ha) ve tamamen uygun olmayan alan oranının ise %0,09 (108,43 ha) olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara ulaşılmasında, çalışma alanının yaklaşık %85’inin orman vasfında olmasının, yaklaşık %82’sinin VII. sınıf arazi olmasının, çalışma alanındaki eğimin oldukça yüksek olmasının ve toprak derinliğinin tarımsal üretim için yeterli olmamasının etkili olduğu tespit edilmiştir.*

## Anahtar Sözcükler

CBS, AHP, Tarım, Arazi Uygunluk Analizi, Artvin

## 1. Giriş

Şehirlerdeki hızlı nüfus artışı ve göç, yaşamsal ihtiyaçların karşılanması noktasında yeni alanlar gerektirmektedir. Bu da özellikle orman, mera, sulak alan ve tarımsal alanlar gibi doğal kaynakların yerleşim veya sanayi alanlarına dönüştürülmesine ve bu alanların potansiyellerine uygun olmayan şekilde kullanılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, doğal kaynakların tüketilmeden gelecek nesillere aktarılmasına ve potansiyellerine uygun biçimde planlı ve sürdürülebilir kullanımlarının sağlanmasına olanak sağlayan arazi kullanım planlarının üretilmesi oldukça önemlidir.

Arazi kullanım planlamasının ön koşulu 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 kullanılabilmesi 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, rekreasyon, 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 kullanımı 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).

Diğer taraftan, 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, Perveen vd. (2007) tarımsal arazi uygunluk analizinde toprak tekstürü, toprak nemi, toprak konsistansı (kıvamı), 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. 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. Son olarak Akıncı vd. (2013), Artvin’in Yusufeli ilçesinde tarıma uygun alanları belirledikleri

\* Sorumlu Yazar: Tel: +90 (466) 215 10 40 Faks: +90 (466) 215 10 57

E-posta: hakinci@artvin.edu.tr (Akıncı H.)

çalışmalarında büyük toprak grubu, arazi kullanım kabiliyet sınıfı, arazi kullanım kabiliyeti alt sınıfı, toprak derinliği, eğim, bakı, yükseklik, erozyon derecesi ve diğer toprak özellikleri parametrelerini kullanmışlardır.

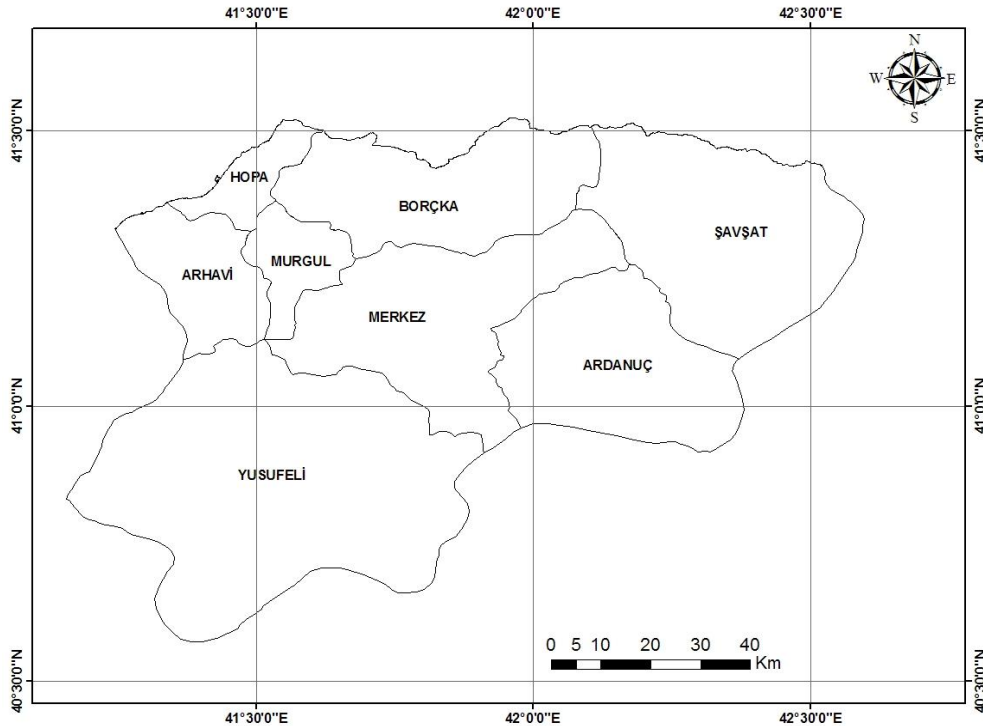
Yukarıda da görüldüğü gibi belirli bir arazi parçasının tarımsal üretim için uygunluğunun değerlendirilmesi birçok kriterin birlikte ele alınmasını gerektirmektedir. Arazinin uygunluğunu etkileyen kriterlerin aynı önem derecelerinde bulunmaları nedeniyle ağırlıklarının ve alt kriterlerin puanlarının belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmıştır (Parakach 2003). Örneğin, Perveen vd. (2007), pirinç üretimi için fiziksel arazi uygunluğunu belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında Analytical Hierarchy Process (AHP) yöntemini kullanmışlardır. Mustafa vd. (2011), CBS ile AHP yöntemini entegre ettikleri çalışmalarında Hindistan'ın Kheragarh tehsil bölgesinde yaz ve kış mevsimlerinde yetiştirilebilecek bazı ürünler için tarım alanlarının uygunluğunu değerlendirmişlerdir. Benzer şekilde, Feizizadeh ve Blaschke (2012), tarımsal üretim için arazi kaynaklarının optimal kullanımını araştırdıkları çalışmalarında AHP yöntemini kullanarak CBS tabanlı bir arazi uygunluk analizi gerçekleştirmişlerdir. Mendas ve Delali (2012), CBS ve ELECTRE Tri çok kriterli analiz metodunu birleştirerek tarım için arazi uygunluk haritalarının üretilmesine olanak sağlayan bir konumsal karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Akıncı vd. (2013) ise CBS ve AHP yöntemini kullanarak Yusufeli (Artvin) ilçesinde baraj suları altında kalacak olan tarım arazilerinin yerine alternatif tarım arazilerini belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, CBS ile tarımsal arazi kullanımını uygunluk analizlerinde yaygın olarak kullanıldığı tespit edilen çok kriterli karar verme yaklaşımlarından biri olan AHP yöntemi kullanılarak, Artvin ili Merkez ilçesinde tarıma uygun alanların belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak Merkez ilçenin seçilmesinin ana nedeni, ilçe sınırları içerisinde inşa edilen Deriner Barajı ile Borçka ilçesinde inşa edilen ve rezervuar alanı Merkez ilçeye kadar uzanan Borçka Barajının 325,80 ha verimli tarım arazisini sular altında bırakmış olmasıdır. Bu çalışmanın sonucunda Merkez ilçede tarıma uygun alanların dağılımları ve büyüklükleri belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma Alanı

Çalışma, Artvin ilinin Merkez ilçesinde gerçekleştirilmiştir.  $40^{\circ} 54' 57''$  –  $41^{\circ} 21' 31''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 30' 51''$  –  $42^{\circ} 10' 31''$  doğu boylamları arasında kalan ilçe 114861,86 ha'lık bir alana sahiptir (Şekil 1). Artvin il sınırları içerisinde Çoruh Nehri üzerinde 7 büyük baraj ve HES tesisinin yapımı söz konusudur ve bunlardan 2012 yılında su tutmaya başlayan Deriner Barajı ile 2006 yılında su tutmaya başlayan Borçka Barajı Artvin Merkez sınırları içerisinde yer almaktadır (Yıldırım 2013). Artvin İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü verilerine göre tarım arazileri il yüzölçümünün yaklaşık %9'unu oluşturmaktadır. İldeki tarımsal işletmeler küçük aile işletmelerinden oluşmaktadır. Tarımsal üretimde tamamen insan gücüne dayalı üretim modeli söz konusu olup makineli tarım yok denecek kadar azdır. Bitkisel üretim, çoğunlukla Çoruh Nehri ve kollarının oluşturmuş olduğu vadi tabanında bulunan tarımsal arazilerde yapılırken hayvansal üretim yüksek kesimlerde yapılmaktadır (Yavuz Özalp vd. 2013).



Şekil 1: Çalışma alanı haritası

## 2.2. Arazi Uygunluk Analizinde Kullanılan Parametreler

Çalışmada, Akıncı vd. (2013) tarafından Artvin'in Yusufeli ilçesinde tarıma uygun alanların belirlenmesinde kullanılan yöntem ve parametreler kullanılmıştır. Bu nedenle, çalışma alanını oluşturan Merkez ilçedeki tarıma uygun arazilerin belirlenmesi için Büyük Toprak Grubu (BTG), Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı (AKKS), Arazi Kullanım Kabiliyeti Alt Sınıfı (ATS), toprak derinliği, eğim, baki, yükseklik, erozyon derecesi ve Diğer Toprak Özellikleri (DTO) parametreleri kullanılmıştır.

### 2.2.1. Büyük Toprak Grubu

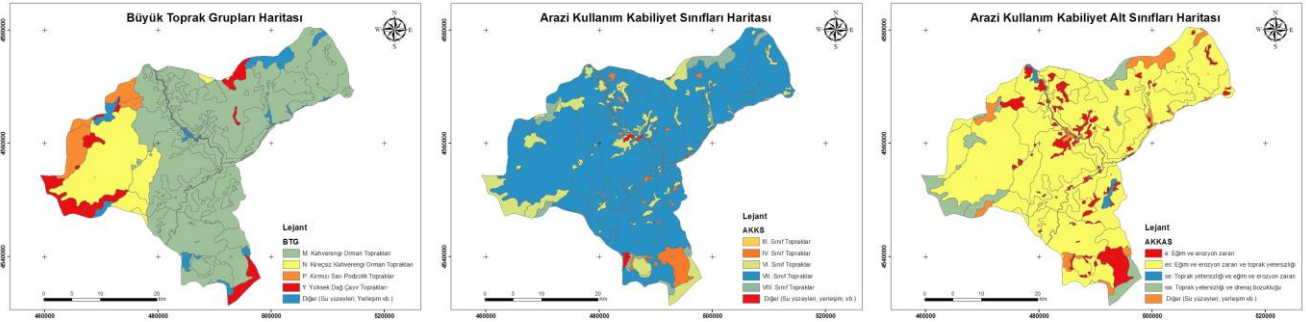
Toprak sınıflandırma sistemleri, toprakların oluştuğu koşulların ve toprakların davranışlarının tahmin edilmesine yardımcı olmak için oluşturulmuştur. Toprak davranışları ise tarımsal üretim yapabilmek için toprak performansının tahmin edilmesine yardımcı olmaktadır. Bu nedenle arazilerin tarımsal üretime uygunluğu hakkında karar verirken hakim toprak sınıfının da bilinmesi gerekmektedir (Akıncı vd. 2013). Alandaki hakim toprak grubu Kahverengi Orman Topraklarıdır (Şekil 2). Çalışma alanında ayrıca Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları, Yüksek Dağ Çayır Toprakları ve Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar mevcuttur.

### 2.2.2. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı

Arazi kullanım kabiliyet sınıfı (AKKS), özel yönetim gerektiren bitkiler hariç diğer birçok kültür bitkisinin üretimi için toprağın uygunluğunu gösterir. AKKS'lerin oluşturulmasında topraklar, üzerinde yetiştirilecek tarımsal ürünler için gösterecekleri sınırlılıklar, kullanıldıkları takdirde ürünlerde oluşabilecek zarar riskleri ve bu toprakların yönetim uygulamalarına gösterecekleri tepkilere göre gruplandırılırlar (Akıncı vd. 2013). Çalışma alanındaki hakim AKKS VII. sınıf arazilerdir (Şekil 2). Bunu sırası ile VI. sınıf ve VIII. sınıf araziler takip etmektedir. Tarımsal üretim için uygun olmayan bu araziler, çalışma alanının %96,42'sini kapsamaktadır. III ve IV. sınıf arazilerin kapladığı alan ise %2,8 olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

### 2.2.3. Arazi Kullanım Kabiliyet Alt Sınıfı

Arazi kullanım kabiliyeti alt sınıfı (ATS), arazi kullanım kabiliyet sınıfı sisteminin ikinci kategorisidir. Alt sınıflar, kabiliyet sınıfını belirleyen baskın sınırlılıkları temsil eder (Akıncı vd. 2013). Çalışma alanının %90'a yakın kısmında eğim ve buna bağlı olarak erozyon zararı ve yetersiz toprak derinliği sorunları vardır (Tablo 3). Ayrıca, alanda drenaj bozukluğu, yaşlılık ve taşkın zararı sorunları görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2: Çalışmada kullanılan haritalar a) BTG haritası b) AKKS haritası c) ATS haritası

### 2.2.4. Toprak Derinliği

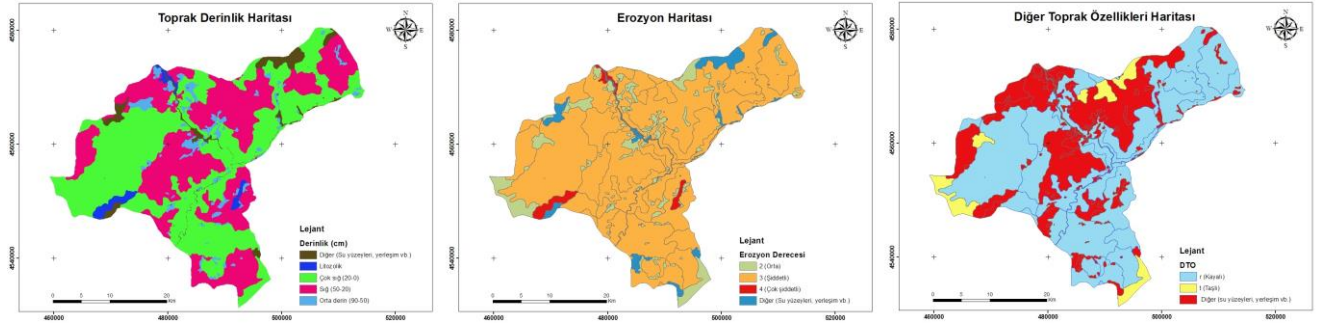
Toprak derinliği, bitkilerin talep ettiği suyun ve besin elementlerinin sağlandığı yer olan toprağın hacmi ve bitkilerin kök alanı olarak tanımlanır. Toprağın su depolama kapasitesi ve etkili köklenme derinliği esas olarak toprak derinliği ile ilişkilidir. Toprak derinliği, toprakların hidrolojik özellikleri ve erozyona karşı olan davranışlarında etkili olan en önemli toprak özelliğidir. Toprak derinliğindeki değişkenlik ana kayanın kimyasal ayrışması, kimyasal ayrışma yoluyla oluşmuş materyalin kaybı ve erozyon yoluyla toprağın taşınması gibi toprak oluşum süreçlerine bağlıdır (Fu vd. 2011). Toprak derinliği, toprağın oluşum yaşının yanında topografya, ana materyal, canlılar ve iklim ile de doğrudan ilişkilidir (Gessler vd. 2000). Çalışma alanındaki eğimin çok yüksek olması toprak derinliğinin düşük olmasına neden olmuştur. Şekil 3 de görüldüğü gibi, alanın %90'a yakın bir kısmında toprak derinliği sığ ve çok sığ sınıflarında yer almaktadır. Bitkisel üretim için daha elverişli olan orta derin toprakların oranı ise %4,88 olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

### 2.2.5. Erozyon

Toprak kayıpları, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumsuz yönde etkileyerek toprak verimliliğini azaltır. Erozyon bitki köklerinin rahat gelişimi için gerekli olan toprak derinliğini ve bitkiler için yararlı olan su miktarını azaltır, bitki besin elementi miktarını ve organik madde içeriğini düşürür ve sonuç olarak bitki yetiştirilmesi için uygun olmayan bir toprak tabakasının ortaya çıkmasına neden olur (Lobo vd. 2005). Şekil 3 de görüldüğü gibi, çalışma alanının yaklaşık %84'ünde şiddetli, yaklaşık %10'unda ise orta şiddetli erozyon zararı görülmektedir (Tablo 3).

### 2.2.6. Diğer Toprak Özellikleri

Alanda bitkisel üretimi sınırlandıracak diğer toprak özellikleri içerisinde ilk sırada kayalılık (%61,08), ikinci sırada ise taşlılık (%5,49) gelmektedir (Tablo 3). Kayalılık ve taşlılık sorunu erozyon zararlarının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 3: Çalışmada kullanılan haritalar a) toprak derinliği haritası b) erozyon haritası c) DTO haritası

### 2.2.7. Yükseklik

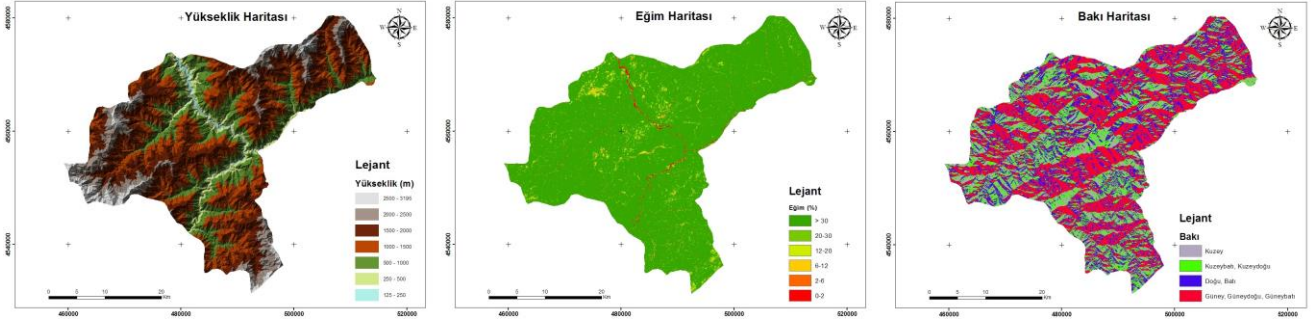
Yükselti, özellikle dağlık alanlarda sıcaklık değişimlerine neden olarak bitki örtüsünün farklılaşmasında rol alan önemli bir faktördür. Dikey yönde sıcaklık, troposferin ilk 4km'sinde her 100 m'de 0,5 °C, 4 km'nin üzerinde 0,6 °C ve tropozoz yakınında ise 0,7-0,8 °C düşer. Genel bir kural olarak, dağlarda yüksekliğin her 100 m artması, güneyden kuzeye veya alçak enlemlerden yüksek enlemlere doğru 100 m uzaklaşmaya denk gelir. Yani, dağlarda her 100 m yükseldikçe bitkilerin vejetasyon dönemlerine başlamaları ve çiçek açmaları 4-6 gün kadar gecikir (Atalay 2006). Bu durum tarımsal üretim için seçilecek bitki çeşitliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Çalışma alanındaki en düşük yükseklik değerleri (125 m) Çoruh nehrinin aktığı vadide elde edilmiştir. Bunun yanında vadi yamaçlarından itibaren yüksekliğin hızlı bir şekilde arttığı ve 3000 m'nin üzerinde değerlere ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4).

### 2.2.8. Eğim

Toprakların normal olarak gelişebilmeleri her şeyden önce alanın jeomorfolojik özellikleri ile yakından ilişkilidir. Toprak tabakasının kalınlığı eğim arttıkça sığlaşmakta, eğim azaldıkça kalınlaşmaktadır (Atalay 2006). Eğim derecesi, erozyon kontrolünü etkileyen ana faktördür (Koulouri ve Giourga 2007). Eğim derecesindeki artışa bağlı olarak erozyonla taşınan materyal miktarında bir artış söz konusudur. Buna bağlı olarak eğim derecesindeki artışla birlikte hem toprakların gelişmesi yavaş cereyan etmekte (Atalay 2006) hem de toprak derinliğinde ve toprağın üretkenliğinde bir azalma meydana gelmektedir. Eğim bir yandan bitki yetişme ortamı olan toprağın özelliklerini olumsuz yönde etkileyerek dolaylı yoldan bitkisel üretimi sınırlandırmakta diğer yandan toprak işleme, sulama, drenaj gibi yönetim uygulamalarını ve makine kullanımını sınırlandırarak doğrudan tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir. Çalışma sahasındaki arazilerin %92'sinde eğim %30'un üzerindedir (Şekil 4). Başka bir ifadeyle, alanın hemen hemen tamamı çok dik ve sarp sınıfta yer almaktadır (Tablo 3).

### 2.2.9. Bakı

Bitkilerin fizyolojik aktivitelerini sürdürebilmeleri için belirli zaman aralıklarında güneşe ihtiyaçları vardır. Bu ihtiyaç süresi bitki çeşidine bağlı olarak değişiklik gösterir. Ama genel bir yaklaşım olarak, kültür bitkilerinin çoğunluğu günün önemli bir bölümünde güneş ışığı alan güney ve batı bakılarında optimum gelişme gösterirler. Bu nedenle bakı tarımsal üretim yapılacak alanların seçiminde bir değerlendirme kriteri olarak ele alınmaktadır (Akıncı vd. 2013). Çalışma alanının yaklaşık %65'inde güneşlenme açısından herhangi bir sorun olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 3).



Şekil 4: Topoğrafik haritalar a) yükseklik haritası b) eğim haritası c) baki haritası

### 2.3. Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Proses (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, alt kriterler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir model kullanılır (Saaty 1990). 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 (Tablo 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).

Tablo 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 (Tomuş 2005). Ağırlıklar 0-1 aralığındadır ve toplamaları 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) 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).

### 2.4. Veri Setleri ve İzlenen Yöntem

Çalışmada kullanılan topoğrafik parametrelere (eğim, baki ve yükseklik) ilişkin veriler, sayısal formattaki 1/25.000 ölçekli standart topoğrafik haritalardan elde edilmiştir. Uygulamada ilk olarak, ArcGIS 10 yazılımı kullanılarak çalışma alanının Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuş, üretilen SYM 10x10m hücre boyutuna sahip ESRI GRID formatına dönüştürüldükten sonra çalışma alanının eğim, baki ve yükseklik haritaları üretilmiştir.

Çalışma alanında, toprağın karakteristik özelliklerini yansıtan parametrelere ilişkin veriler için Tarım Reformu Genel Müdürlüğü’nden temin edilen 1/25.000 ölçekli sayısal toprak haritaları kullanılmıştır. Çalışma alanının, 10x10m hücre

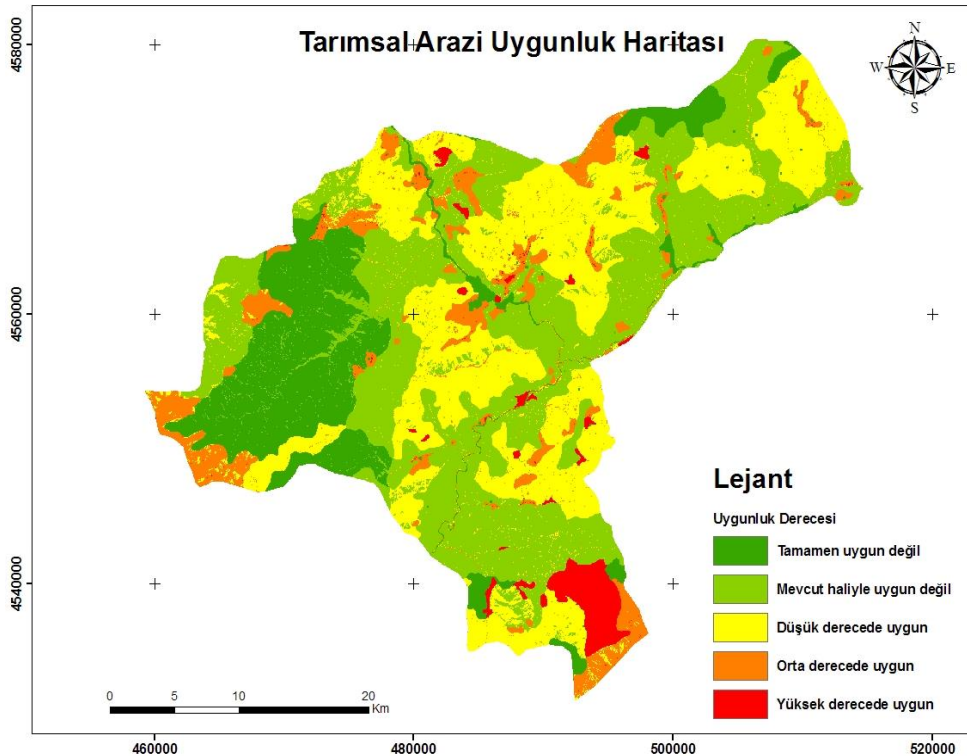
boyutlu ESRI GRID formatındaki BTG, AKKS, ATS, toprak derinliği, erozyon derecesi ve DTO haritaları, ulusal toprak veri tabanındaki öznelik parametreleri dikkate alınarak ESRI Shape formatındaki toprak haritalarından üretilmiştir.

Çalışma alanındaki orman ve mera arazileri, Artvin Orman Bölge Müdürlüğü'nden ESRI Shape formatında temin edilen 1/25.000 ölçekli orman amenajman planlarından elde edilmiştir. Artvin DSİ Bölge Müdürlüğünden Borçka ve Deriner Barajlarının koordinatları ile su kotları temin edildikten sonra SYM kullanılarak rezervuar alanları hesaplanmıştır.

Tablo 2: İkili karşılaştırma matrisi ve parametre ağırlıkları

Kriter	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 (Tablo 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 (Tablo 3). Parametre ağırlıkları ve alt parametre puanları, ArcGIS 10.0 ortamında ilgili katmanlara atandıktan sonra 9 parametreye ait raster harita, ağırlıklı toplam (weighted sum) bindirme analizi (overlay analysis) kullanılarak çakıştırılmış ve tarımsal arazi kullanımı uygunluk haritası üretilmiştir. Tarımsal arazi kullanımı uygunluk indeksi 0.24 ile 7.768 arasında değişen analiz katmanı (tarımsal arazi kullanımı uygunluk haritası), FAO (1976)'nın arazi uygunluk sınıflandırmasına göre "natural breaks" sınıflandırma yöntemi kullanılarak 5 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 5). Yeniden sınıflandırılan uygunluk haritasından orman, mera, baraj rezervuar alanları ve onaylı imar planı sınırları çıkarılarak Merkez ilçenin tarımsal arazi kullanımı uygunluk haritası üretilmiştir (Şekil 6).



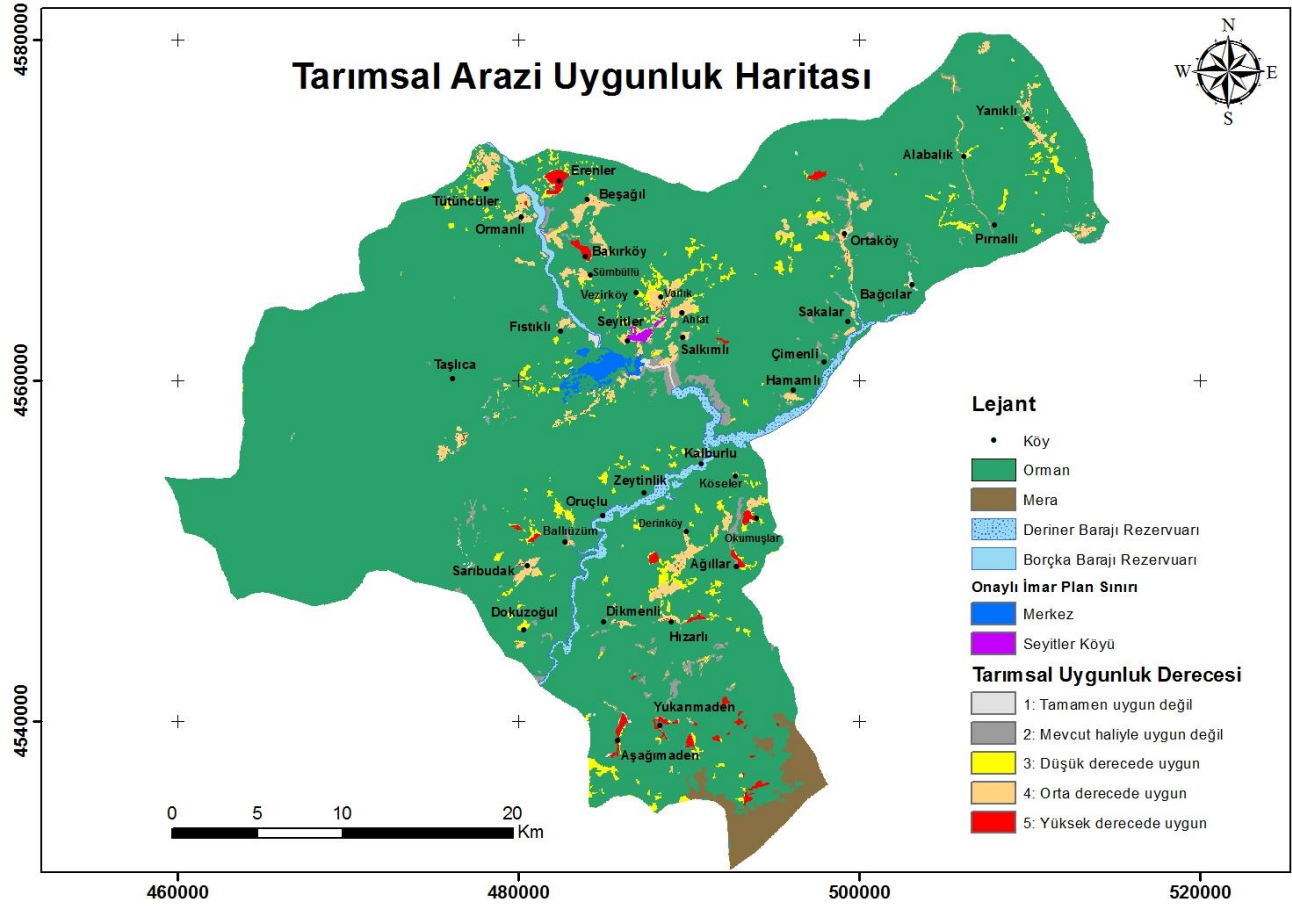
Şekil 5: Tarımsal arazi uygunluk haritası

Tablo 3: Çalışmada kullanılan parametrelerin ağırlıkları ve alt parametrelerin puanları

Parametre	Ağırlık	Alt parametre	Alan (ha)	Alan (%)	Puan
BTG	0.278	Y (Yüksek Dağ Çayır Toprakları)	6712.26	5.84	10
		M (Kahverengi Orman Toprakları)	78850.11	68.65	8
		P (Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar)	5093.09	4.43	7
		N (Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları)	18996.71	16.54	5
		Diğer (Su yüzeyleri, yerleşim alanları vb.)	5209.69	4.54	0
AKKS	0.233	III	43.05	0.04	10
		IV	3168.77	2.76	8
		VI	12322.27	10.73	2
		VII	94118.08	81.94	1
		VIII	4314.48	3.76	0
		Diğer (Su yüzeyleri, yerleşim alanları vb.)	895.21	0.78	0
ATS	0.162	e (Eğim ve erozyon zararı)	7585.81	6.60	3
		es (Eğim ve erozyon zararı, toprak yetersizliği)	94666.22	82.42	2
		se (Toprak yetersizliği, eğim ve erozyon zararı)	703.97	0.61	2
		sw (Toprak yetersizliği, yaşlık, drenaj bozukluğu)	6711.58	5.84	3
		Diğer (Su yüzeyleri, yerleşim alanları vb.)	5194.28	4.52	0
Toprak Derinliği (cm)	0.116	Orta derin (90-50)	5602.61	4.88	8
		Sığ (50-20)	45006.38	39.18	6
		Çok sığ (20-0)	57741.49	50.27	2
		Litozolik	2082.15	1.81	1
		Diğer (Su yüzeyleri, yerleşim alanları vb.)	4429.23	3.86	0
Eğim (%)	0.096	0-2	912.80	0.79	10
		2-6	296.94	0.26	8
		6-12	695.35	0.61	6
		12-20	2038.79	1.77	4
		20-30	5241.82	4.56	3
		> 30	105676.16	92.01	1
Bakı	0.040	Düz, G, GD, GB	44773.42	38.98	8
		D, B	29711.92	25.87	7
		KD, KB	27095.68	23.59	5
		K	13280.84	11.56	2
Yükseklik (m)	0.032	125-500	7491.84	6.52	10
		500-750	9714.77	8.46	9
		750-1000	13302.63	11.58	8
		1000-1500	34459.84	30.00	7
		1500-2000	30542.36	26.59	5
		> 2000	19350.42	16.85	2
Erozyon Derecesi	0.025	2 (Orta)	11329.60	9.86	8
		3 (Şiddetli)	96255.83	83.80	6
		4 (Çok şiddetli)	2082.15	1.81	4
		Diğer (Su yüzeyleri, yerleşim alanları vb.)	5194.28	4.52	0
DTO	0.018	r (Kayalı)	70156.23	61.08	4
		t (Taşlı)	6306.90	5.49	2
		Veri yok	37814.63	32.92	0
		Diğer (Su yüzeyleri, yerleşim alanları vb.)	584.09	0.51	0

### 3. Bulgular

Çoruh nehri üzerinde inşa edilen barajlardan 2681,56 ha rezervuar alanına sahip Deriner Barajının 2106,17 ha'ı (yaklaşık % 80'i), 1028,70 ha rezervuar alanına sahip Borçka Barajının ise 449,01 ha'ı (yaklaşık % 45'i) Artvin Merkez ilçe sınırları içerisinde kalmaktadır. Merkeze bağlı 13 köy (Aşağımaden, Ballüzüm, Çimenli, Derinköy, Dikmenli, Dokuzoğul, Kalburlu, Köseler, Oruçlu, Sakalar, Salkımlı, Sarıbudak ve Zeytinlik) kısmen ya da tamamen Deriner Barajı suları altında kalırken, yine Merkeze bağlı 6 köy (Erenler, Fıstıklı, Ormanlı, Seyitler, Sümbüllü ve Tütüncüler) kısmen Borçka Barajı suları altında kalmıştır. Sular altında kalan arazilerin niteliğine bakıldığında, 262,55 ha tarım arazisinin Deriner Barajı ve 63,25 ha tarım arazisinin Borçka Barajı altında olmak üzere toplamda 325,80 ha tarım arazisinin sular altında kaldığı tespit edilmiştir (Toker 2010).



Şekil 6: Mera, orman, baraj rezervuar alanları ve imar planı sınırlarının çıkarılması ile elde edilen tarımsal uygunluk haritası.

Üretilen tarımsal arazi kullanımı uygunluk haritası (Şekil 5) ve Tablo 4 değerlendirildiğinde, tamamen tarıma uygun olmayan alan oranı % 17,34 (19913,30 ha) ve mevcut haliyle tarıma uygun olmayan alan oranı % 39,15 (44971,59 ha) iken, düşük derecede tarıma uygun alan oranının % 31,47 (36144,33 ha), orta derecede tarıma uygun alan oranının % 9,14 (10494,39 ha) ve yüksek derecede tarıma uygun alan oranının ise % 2,91 (3338,25 ha) olduğu belirlenmiştir (Şekil 6).

Çalışma alanının %91,5'i (105154,86 ha) orman ve mera vasfındaki arazi ile kaplıdır (Tablo 4). Düşük derece tarıma uygun alanların %93,8'i (33914,22 ha), orta derecede tarıma uygun alanların %70,4'ü (7384,69 ha), yüksek derecede tarıma uygun alanların ise %73,9'u (2467,99 ha) orman ve mera arazileri ile çakışmaktadır. Türkiye'de yürürlükte olan yasal mevzuatlar gereğince, orman ve mera arazilerinde tarımsal faaliyetler yürütülemeyeceği için bu alanlar uygunluk haritasından çıkarılmıştır.

Çalışma alanında var olan barajların rezervuar alanları dikkate alındığında, toplamda 2555,18 ha'lık alanın Deriner ve Borçka Barajlarının suları altında kalacağı hesaplanmıştır (Tablo 4). Ayrıca çalışma alanı kapsamında onaylı 2 imar planı sınırı dikkate alındığında toplamda 993,27 ha alanın uygunluk haritasından çıkarılması gerektiği ve bu alanın %69,6'sının düşük, orta ve yüksek derecede tarıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak düşük, orta ve yüksek derecede tarıma uygun olduğu tespit edilen 49976,97 ha alanın 44986,41 hektarı üstte belirtilen sebeplerden ötürü tarımsal amaçlı kullanılamayacağı için sadece 4990,56 hektarının tarımsal amaçlı kullanılabileceği belirlenmiştir.

Tablo 4: Tarımsal arazi uygunluk analizi sonucunun alansal ve yüzde olarak dağılımı

Uygunluk derecesi	Çalışma Alanı		Orman	Mera	Borçka Barajı	Deriner Barajı	Onaylı İmar Plan	Kullanılabilir Alan	
	ha	%						ha	%
1	19913.30	17.34	18819.99	253.25	252.70	235.65	243.29	108.43	0.09
2	44971.59	39.15	42308.04	6.67	116.60	1421.70	59.00	1059.57	0.92
3	36144.33	31.47	33663.05	251.17	22.73	110.54	154.26	1942.58	1.69
4	10494.39	9.14	6124.304	1260.39	53.50	217.36	451.80	2387.04	2.08
5	3338.25	2.91	2236.307	231.68	3.48	120.92	84.93	660.94	0.58
Toplam	114861.86	100.00	103151.70	2003.16	449.01	2106.17	993.27	6158.55	5.36



#### 4. Sonuçlar

Artvin Merkez ilçe ölçeğinde tarıma uygun alternatif alanların belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, CBS ve çok kriterli karar analizi metodlarından biri olan AHP yöntemi kullanılmıştır. Çalışma, alanın topoğrafik özelliklerini ve toprak yapısını yansıtan 9 kriter kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme sonucunda, çalışma alanının % 43,52'sinin düşük, orta ve yüksek derecede olmak üzere tarımsal üretim için uygun olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte çalışma alanı sınırları içinde mevcut olan orman, mera niteliğindeki alanlar, Borçka ve Deriner Barajları Rezervuar alanları ve onaylı imar plan sınırları içinde kalan alanlar dikkate alındığında tarımsal üretim için uygun olan alanların %90'ının bu alanlara isabet ettiği ve dolayısıyla tarım amaçlı kullanılamayacağı belirlenmiştir. Tarım için uygun alan oranının bu kadar düşük çıkmasının iki temel nedene bağlı olduğu belirlenmiştir. Birinci ve en etkili neden, çalışma alanında tarıma uygun olduğu belirlenen arazilerin büyük bir kısmının mevcut orman ve mera alanlarına isabet etmesidir. Türkiye'de yürürlükte olan orman ve mera mevzuatı, orman ve mera alanlarının korunmasını sağlamak amacıyla tarımsal üretimde dahil olmak üzere başka bir amaçla kullanılmalarına izin vermemektedir. Bu nedenle, çalışma alanının yaklaşık olarak %85'ini kapsayan bu alanlar değerlendirme dışı bırakılmıştır. İkinci neden ise çalışma alanının jeomorfolojik özelliklerinden kaynaklanan sorunlardır. Çalışma alanındaki hakim büyük toprak grubunu oluşturan kahverengi orman toprakları, hafif asidik özelliklerinin dışında bitkisel üretim açısından bir olumsuzluğa sahip değildir. Ancak yüksek eğim derecesi gibi alanın jeomorfolojik durumundan kaynaklanan sorunlar erozyon şiddetini, çıplak kayalık alanların oranını, toprak derinliğini ve arazi kullanım kabiliyet sınıfını olumsuz yönde etkilemiştir. Tüm bu olumsuzluklar, çalışma alanında bitkisel üretim yapılabilecek alan miktarının düşük çıkmasına neden olmuştur.

#### 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.
- Akıncı, H., Yavuz Özalp, A., Turgut, B., (2013), *Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique*, Computer and Electronics in Agriculture, 97 (2013), 71-82.
- 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.
- Atalay, İ., (2006), *Toprak oluşumu, sınıflandırılması ve coğrafyası*, Meta Basım Matbaacılık, İzmir.
- 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 (GIS-IDEAS 2006), 9-11 November, Ho Chi Minh City, Vietnam.
- FAO, (1976), *A Framework for Land Evaluation*, Soils Bulletin 32, FAO and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Feizizadeh, B., Blaschke, T., (2012), *Land suitability analysis for Tabriz county, Iran: a multi-criteria evaluation approach using GIS*, Journal of Environmental Planning and Management, 2012, 1-23.
- Fu, Z., Li, Z., Zai, C., Shi, Z., Xu, Q., Wang, X., (2011), *Soil thickness effect on hydrological and erosion characteristics under sloping lands: A hydrogeological perspective*, Geoderma, 167-168, 41-53.
- Gessler, P.E., Chadwick, O.A., Chamran, F., Althouse, L., Holmes, K., (2000), *Modeling soil-landscape and ecosystem properties using terrain attributes*, Soil Science Society of America Journal, 64, 2046-2056.
- Kavas, (2009), *Analitik Hiyerarşik Süreç Yöntemiyle İzmir İlinde Heyelan Duyarlılığının Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı İncelenmesi*, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi (CBS2009), 02-06 Kasım, İzmir.
- Koulouri, M., Giourga, C., (2007), *Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands*, Catena, 69(3), 274-281.
- Lobo, D., Lozano, Z., Delgado, F., (2005), *Water erosion risk assessment and impact on productivity of a Venezuelan soil*, Catena, 64(2-3), 297-306.
- Malczewski, J., (1999), *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, John Wiley and Sons, New York.

- Mendas, A., Delali, A., (2012), *Integration of multicriteria decision analysis in gis to develop land suitability for agriculture: application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria*, Computers and Electronics in Agriculture, 83, 117-126.
- 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, 38(II), 508-512.
- Mustafa, A.A., Singh, M., Sahoo, R.N., Ahmed, N., Khanna, M., Sarangi, A., Mishra, A.K., (2011), *Land suitability analysis for different crops: a multi criteria decision making approach using remote sensing and GIS*, Researcher, 3(12), 61-84.
- 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 (ITC), Enschede, The Netherlands.
- 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 International, New York, NY, U.S.A.
- Saaty, T.L., (1990), *An exposition of the AHP in reply to the paper 'remarks on the analytic hierarchy process'*, Management Science, 36, 259-268.
- Saaty, T.L., (2004), *Mathematical Methods of Operations Research*, Dover Publications, Mineola, 415-447.
- Toker, E., (2010), *Borçka ve Deriner Barajlarının Çoruh Havzasında Neden Olduğu Arazi Kullanım Değişiminin ve Arazi Tahribatının İrdelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- 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.
- Yavuz Özalp, A., Akıncı, H., Temuçin Kılıçer, S., (2013), *Artvin ili arazisinin topografik ve bazı fiziksel özelliklerinin tespiti ve bu özelliklerin arazi örtüsü ile ilişkisinin incelenmesi*, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14, 292-309.
- Yıldırım, S., (2013), *Çoruh Nehri Üzerinde Tamamlanan, İnşası Devam Eden ve Planlanan Büyük Barajların Neden Olduğu Olacağı Arazi Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- 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.