



## **Analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri ile Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizi**

**Cengiz Akbulak\***

### **Özet**

Kaynakların etkin ve doğru kullanımı kalkınmanın sağlanmasında önemli bir unsurdur. İhtiyaçların giderek arttığı ve çeşitlendiği günümüzde, kaynaklar üzerinde büyük bir baskı oluşmaktadır. Bu baskının etkisiyle ortaya çıkan yanlış arazi kullanımı, arazi kaynaklarının tahrip edilmesine, yoksulluk ve diğer sosyal problemlerin artmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda nüfusun giderek arttığı Türkiye'de arazinin potansiyeline uygun şekilde kullanılması zorunluluk haline gelmektedir. Çünkü mekanların sürdürülebilirliği, ancak doğal ve kültürel potansiyelin saptanması ve ekolojik yapıya uygun arazi kullanımının uygulanması ile başarılabilir. Arazinin en iyi şekilde değerlendirilmesi konusu çeşitli yöntemler kullanılarak pek çok araştırmacı tarafından incelenmiş ve arazi uygunluk analizleri yapılmıştır.

Bu çalışmada, Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizi yapılmıştır. Uygunluk analizinin gerçekleştirilmesinde coğrafi bilgi sistemleri metodolojisi ile çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan analitik hiyerarşi süreci birlikte kullanılmıştır. Çalışmada tarım, çayır-mera ve orman olmak üzere üç farklı arazi kullanım türü değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirme sonunda söz konusu arazi kullanım türleri için uygunluk analizleri yapılmış, inceleme alanı için optimal arazi kullanımı uygunluk haritası oluşturulmuş ve oluşturulan harita ile mevcut arazi kullanım durumu kıyaslanmıştır.

Optimal arazi kullanım haritasına göre inceleme alanının % 75,1'inin "orman" %15,2'sinin "tarım" ve % 8,5'inin ise "çayır-mera" olarak kullanılması önerilmiştir. Önerilen optimal arazi kullanımı ile mevcut arazi kullanım durumu karşılaştırıldığında, mevcut arazi kullanımında tarım alanlarının önerilen tarım arazilerinden fazla olduğu, orman ve çayır-mera alanlarının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Buna göre inceleme alanında arazilerin bir bölümünün potansiyeline uygun olarak kullanılmadığı, orman veya çayır-mera olarak değerlendirilmesi gereken arazilerin bir bölümünde tarım yapıldığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kara Menderes Havzası; Arazi Kullanımı; Analitik Hiyerarşi Süreci; Coğrafi Bilgi Sistemleri; Uygunluk Analizi

\* Yard.Doç.Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 17100, Çanakkale. E-mail: cakbulak@comu.edu.tr

## Land use suitability analysis of the Upper Basin of the Kara Menderes River using analytical hierarchy process and geographical information systems

Cengiz Akbulak\*

### Abstract

Sustainable development links to a rationalistic and effective use of resources. Presently, growth in human needs for a variety of reasons causes a great pressure on the existing resources, which has induced in misuse-based deterioration of lands as well as increase in poverty and several kinds of social problems. In this context, due to rapid growth of population in Turkey, the most appropriate use of lands according to their potentials is essential, because sustainability of environments can only be achieved on condition that natural and cultural potentials are appointed and the land use is enforced in compliance with ecological properties. In previous attempts of land suitability analyses, the subject “the most proper use of land” has been the focus of several authors.

In this study, land suitability analysis of the upper basin of the Kara Menderes River was carried out, which drains the Biga Peninsula, west of the Marmara Region in Turkey, on the basis of geographical information systems and analytical hierarchy process, a technique used for multi-criteria decision making studies. After the determination of suitability in terms of the main three land use types, i.e. agriculture, meadow-pasture and forest, an optimal land use map was produced and results were compared to the present-day land use situation.

Based on optimal land use results, an area of 15.2% is suggested for agricultural activities. The area proposed for meadow-pasture lands corresponds to only about 8.5%. Forest areas constitute, however, the foremost class with the suggested value of 75,1%. When data from optimal land use is compared with that in the present-day conditions, it is noticed that the proportion of agricultural areas exceeds the suggested value of optimal land use, as opposed to the proportions of forest and meadow-pasture areas having smaller distributions. This implies that some agricultural areas, which are recommended to be evaluated as forest and meadow-pasture areas herein, are presently used for agricultural purposes.

**Keywords:** Kara Menderes Basin; Land Use; Analytical Hierarchy Process; Geographic Information Systems; Suitability Analysis

## Giriş

İhtiyaçların giderek artması ve çeşitlenmesi sonucunda kaynaklar üzerinde oluşan baskı, yanlış arazi kullanımını da beraberinde getirerek, arazi kaynaklarının tahrip edilmesine ve yoksulluk başta olmak üzere çok çeşitli sosyal problemlerin yaşanmasına zemin hazırlamaktadır (FAO, 1976). Bu problemlerin çözülebilmesi, gerek doğal kaynakların gerekse insan kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının sağlanmasıyla mümkündür (Hopkins, 1977; Malczewski, 2004). En önemli doğal kaynaklardan biri olan arazinin kullanımında sürdürülebilirliğin sağlanması için arazi özelliklerinin ve kullanıcı gereksinimlerinin dikkate alınmasıyla en uygun arazi kullanım tipinin belirlenmesi gerekir (Mohit ve Ali, 2006). Arazinin belirli kullanım tiplerine göre uygunluğu ise uygunluk analizleri ile ortaya konulur (FAO, 1985; Rossiter, 1996).

Arazi kullanımı uygunluk analizi birçok kullanım türü için arazinin potansiyelini tahmin etme işlemi olup, çeşitli arazi kullanım türlerinin gereksinimleriyle, arazinin sahip olduğu niteliklerin kıyaslanmasından ibarettir (Beek, 1978; Dent vd., 1981; Özcan, 1991). Analizde arazinin fiziksel özelliklerinin yanı sıra, sosyo-ekonomik koşullarının da dikkate alınması gerekir (FAO, 1976). Böylece uygunluk analizi, arazi biriminde sadece belirli bir kullanımı destekleyecek doğal kapasiteyi değil aynı zamanda sosyo-ekonomik ve çevresel değerleri de göz önünde bulunduran çok kriterli bir karar verme sürecidir.

Arazi kullanımı uygunluk analizlerinde uygun arazi kullanım tipinin belirlenmesi için farklı kriterlere rölatif ağırlıklar atamak giderek daha karmaşık hale gelmektedir. Bu nedenle ağırlık hesaplamasında kolaylık sağlayan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Mendoza, 1997). ÇKKV yöntemleri nitel veya nicel ağırlıkları, kriterlerin puanlama veya sıralanmasını, amaçların önemi açısından tek ya da çoklu setler halinde düzenlenmesini içerir (Heywood vd., 1994). Ancak bu yöntemlerin tek başına kullanılması coğrafi boyutta ciddi eksiklikler ortaya çıkarır (Jankowski, 1995). Bu eksiklikler, mekândaki heterojenliği göz önünde bulundurarak değerlendirme imkânı tanıyan Mekânsal Çok Kriterli Analiz (MÇKA) tekniği ile büyük ölçüde giderilmektedir (Malczewski, 1999). MÇKA tekniği, değerlendirme kriterlerinin oluşturduğu setler ile karar verici tercihlerine ek olarak, kriter değerlerinin ve alternatiflerin mekanda göstereceği farklılıkları da göz önünde bulundurur. MÇKA tekniğinin uygulanması, ÇKKV tekniklerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri

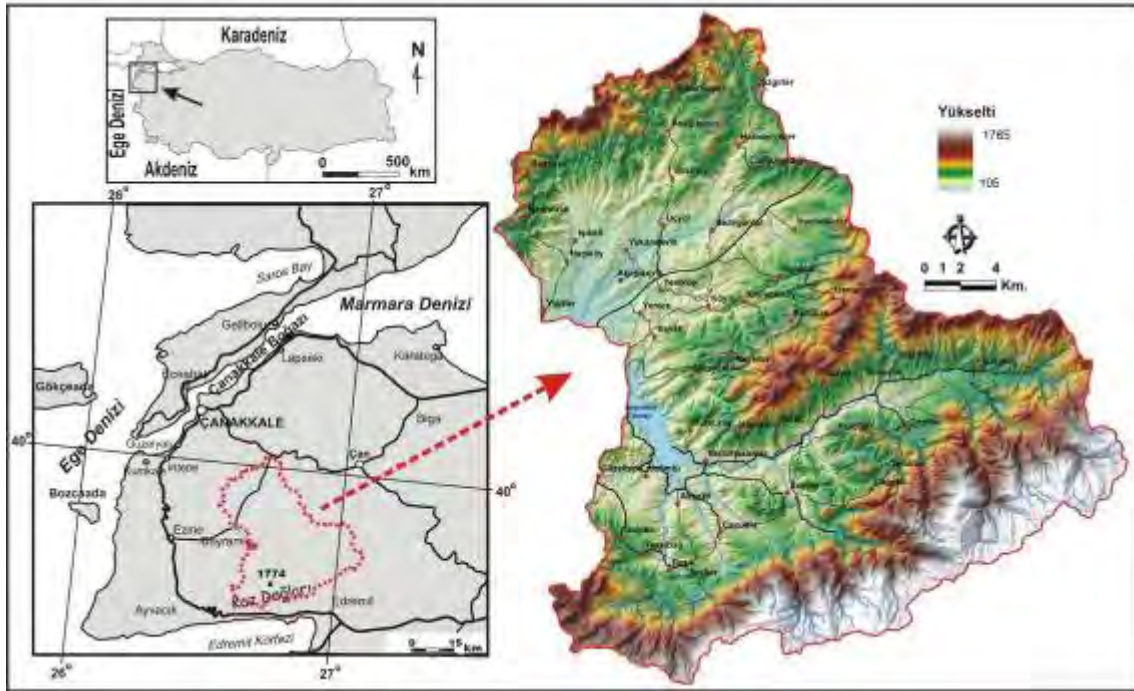
Akbulak, C. (2010). Analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri ile Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 7:2. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>

(CBS)'nin birlikte kullanımıyla gerçekleştirilebilmektedir. Bu yaklaşım, subjektif değerler ve tercihlerin, coğrafi özellikler ile birleşimindeki eksiklikleri büyük ölçüde azaltmaktadır (Mohit ve Ali, 2006).

Bu çalışmada, AHS ve CBS yöntemlerinin bir arada kullanılmasıyla Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizinin gerçekleştirilmesi ve havza ölçeğinde yapılacak olan bu tip çalışmalara bir model oluşturulması amaçlandı.

### İnceleme alanının genel coğrafi özellikleri

Yukarı Kara Menderes Havzası Güney Marmara Bölümü'nün batı kısmını oluşturan Biga Yarımadası'nın orta kesiminde yer almaktadır (Şekil 1). İnceleme alanı  $26^{\circ}37'45''$  -  $26^{\circ}59'48''$  doğu boylamları ile  $39^{\circ}36'42''$  -  $40^{\circ}01'33''$  kuzey enlemleri arasında  $703,9$   $\text{km}^2$ 'lik bir alan kaplamaktadır.



**Şekil 1.** İnceleme alanının lokasyon haritası

İnceleme alanı Kara Menderes Çayı'nın iki büyük kolu ve bunlara katılan yan kollar tarafından drene edilir. İki büyük koldan güneyde olanı aynı zamanda Kara Menderes Çayı'nın esas kolunu oluşturur (Bilgin, 1969) ve Kaz Dağları'nın kuzey yamaçlarındaki güçlü akarsularla beslenir. Kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda akış göstererek Kara Menderes Çayı'na karışan Kursak Çayı ise ikinci büyük kolu meydana getirir. İnceleme alanındaki yükselti değerleri 105 m ile 1765 m arasında değişmektedir. Yukarı Kara

Menderes Havzası'nda alüvyal taban düzlükleri ile bunları sınırlayan etek düzlükleri veya alt yamaçlar sosyo-ekonomik bakımdan en canlı kesimleri meydana getirmektedir. Taban düzlüklerinde yoğun olarak sulu tarım faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Söz konusu alanlarda başta elma olmak üzere çeşitli meyve ve sebzelerin üretimi yapılırken, etek düzlüklerinde şaraplık üzüm üretimi yapılmaktadır. Havzadaki yerleşmelerin büyük kısmı bu alçak kuşak içinde yer alır. Yukarı Kara Menderes Havzası'nın Evciler doğusunda kalan kesimi ise daha yüksek ve engebeli olduğu için ekonomik faaliyetler bakımından kısıtlayıcı koşullar göstermektedir. Ancak, zengin bitki örtüsü nedeniyle ekolojik potansiyeli yüksek olan bu alanlarda orman işletme çalışmaları ekonomik değer taşımaktadır.

İnceleme alanının iklim özelliklerini ortaya koymada yararlanılan Bayramiç meteoroloji istasyonunun verilerine göre, yıllık ortalama sıcaklık 14,3 °C'dir (DMİGM, 1994). En sıcak ay 26,2 °C ile Temmuz, en soğuk ay ise 5,1 °C ile Ocak'dır. Yıllık yağış miktarı 700 mm'ye yaklaşmaktadır. Akdeniz makroklimasının etkisiyle inceleme alanında yağışların önemli bir bölümü kış aylarında düşerken, yağışlar yaz aylarında minimum değerler göstermektedir. Nitekim en yağışlı ay Aralık (114 mm), en az yağışın düştüğü ay ise Ağustos'tur (9.4 mm). İnceleme alanında kuzey sektörlü rüzgârlar egemendir ve bu yönden esen rüzgârların frekansı % 60 düzeyindedir.

İnceleme alanında, doğal bitki örtüsünün tahrip edilmediği kesimlerinde, 500–600 m'lik yüksekliklere kadar kızılçamın egemenliği söz konusudur. Kaz Dağları'nın yamaçları boyunca yüksekliğin artmasıyla birlikte 800 m'den itibaren karaçam, 900 m'den itibaren kayın yayılış gösterir. Göknar barındıran orman kuşağı ise yaklaşık 1000 m yükseltiden başlar ve 1500–1600 m'lere kadar devam eder.

Yukarı Kara Menderes Havzası'ndaki toplam nüfus miktarı 10,528'dir (TUİK, 2010) ve nüfusun tamamı köylerde yaşamaktadır. İnceleme alanında 47 adet köy yerleşmesi bulunmaktadır. En büyük yerleşme olan Evciler köyünün nüfusu 1,741 iken, en küçük yerleşme durumundaki Yeniköy'ün nüfusu sadece 21'dir.

Yukarı Kara Menderes Havzası'nda en önemli ekonomik faaliyetler tarım ve hayvancılıktır. Yerleşmelerin hemen hemen tamamında bu iki faaliyet bir arada sürdürülmekle birlikte, bir bölümünde tarım bir bölümünde ise hayvancılık birincil ekonomik faaliyet durumundadır. Özellikle alüvyal vadi tabanlarında veya etek düzlüklerinde sulamalı tarım arazilerine sahip Karaköy, Yeşilköy, Tongurlu, Evciler, Sarıot, Köseler, Çavuşlu ve Gedik gibi yerleşmelerde tarım birincil geçim kaynağı durumunda iken, inceleme alanının

kuzey kesiminde yer alan Yanıklar, Aşağışevik, Üçyol, Bezirganlar, Bekirler, Köylü, Söğütgediği ve Yenice köylerinde hayvancılık birincil ekonomik faaliyet durumuna geçmektedir. Havzanın nispeten yüksek kısımlarında yer alan Çırıpılar, Toluklar, Osmaniye, Cazgırlar, Hacıdervişler ve Korucak gibi köylerde ise tarım ve hayvancılığın yanı sıra ormancılık faaliyeti de sürdürülmektedir.

### **Materyal ve yöntem**

Çalışmada, 1/25.000 ölçekli topografya haritaları temel harita olarak (H17c4, H17d3, H17d4, İ17a1, İ17a2, İ17a3, İ17a4, İ17b1, İ17b3, İ17b4, İ17c1, İ17c2, İ17d1, İ17d2 No'lu paftalar) kullanıldı. Bu haritaların yanı sıra, Çanakkale İl Envanter Raporu'nda yer alan 1/100.000 ölçekli toprak haritalarından faydalanarak toprakların derinlik durumu, erozyon şiddeti, sınırlayıcı toprak özellikleri ve arazi kullanım kabiliyetleri gibi özellikleri belirlendi. Bayramiç meteoroloji istasyonunun iklim verileri ve havzadaki yerleşmelere ait nüfus verileri ise yardımcı materyal olarak kullanıldı. Verilerin ve haritaların bilgisayar ortamına aktarılması işlemleri Arc-GIS 9.3.1 CBS yazılımı ile gerçekleştirildi. AHS yöntemi kapsamındaki hesaplamalar ise FORTRAN 95 yazılımı ile yapıldı.

Çalışmada uygunluk analizinin gerçekleştirilmesi amacıyla yapılan işlemler aşağıda belirtilmiştir.

#### ***CBS ile veri girişi ve analizde değerlendirmeye alınan katmanların oluşturulması:***

Çalışmada öncelikle topografya haritaları ve toprak haritalarının CBS ortamında sayısallaştırılması sonucunda vektör veri tabanı oluşturuldu. Sayısallaştırılmış olan eşyüksele eğrileri kullanılarak inceleme alanının raster (grid) formatlı sayısal yükselti modeli (SYM) üretildi. SYM üzerinden analizde kullanılan eğim, yükselti ve bakı katmanları elde edildi. Sayısallaştırılmış olan toprak haritaları ise yine raster formata dönüştürülerek erozyon şiddeti, sınırlayıcı toprak özellikleri ve toprak derinliği gibi analiz katmanları üretildi. İnceleme alanının genişliği ve analizin yapılabilirliği göz önünde bulundurularak piksel boyutu 100x100 m olarak alınmıştır.

İnceleme alanındaki mevcut arazi kullanım durumu, Güre (2009) tarafından CORINE sınıflandırma sistemine göre yapılmış olan Çanakkale İli arazi kullanım sınıflamasından alınmıştır. Sınıflandırma sonuçları CBS ortamına aktarılarak analizler sonucunda elde edilen optimal arazi kullanım haritası ile karşılaştırılmıştır.



**Kriterlerin ve uygunluk puanlarının belirlenmesi:** Çalışmada tarım, çayır-mera ve orman olmak üzere üç farklı arazi kullanım türü (AKT) için uygunluk analizi yapıldı. Analizlerde öncelikle her bir AKT için arazi karakteristikleri (kriterleri) belirlendi. Bu kapsamda tarım için eğim, erozyon, toprak derinliği, sınırlayıcı toprak özellikleri, yükselti ve yola yakınlık; çayır-mera için eğim, erozyon, mevcut arazi kullanım durumu ve toprak derinliği; orman için ise eğim, bakı, toprak derinliği, sınırlayıcı toprak özellikleri, yükselti ve yola yakınlık kriterleri değerlendirmeye alındı. Kriterlerin belirlenmesinden sonra değerlendirmeye alınan her bir kriter için uygunluk puanları saptandı. Kriterlerin uygunluk puanları literatürdeki çalışmalar (FAO, 1976; Yılmaz, 2005; Cengiz ve Akbulak, 2009) ve inceleme alanının koşulları dikkate alınarak belirlendi. Örneğin, tarıma uygunluk analizinde değerlendirmeye katılan eğim kriteri için Tablo 1'de görülen uygunluk puanları verildi. Söz konusu uygunluk puanları değerlendirmeye alınan kriterlerin her biri için AKT'lere göre ayrı ayrı belirlendi ve analizde bir katman olarak kullanılmak üzere "raster veri" şeklinde haritalanmıştır.

**Tablo 1.** Tarım için yapılan uygunluk analizinde eğim kriterinin uygunluk puanları

Eğim sınıfı (%)	Uygunluk puanı
0-2	10
2-6	8
6-12	6
12-20	3
20-30	1
>30	0

**Kriterlerin ağırlık puanlarının saptanması:** Değerlendirmeye alınan kriterlerin uygunluk puanlarının verilmesinin ardından, bu kriterlerin birbirlerine göre önemi dikkate alınarak ağırlık puanları saptandı. Kriterlerin ağırlık puanları, AHS tekniği kullanılarak, çeşitli bilim dallarındaki uzmanlar ve yerel kamu kurumlarında çalışanların görüşleri dikkate alınarak belirlendi.

**AHS yönteminin uygulanması:** Saaty (1980) tarafından geliştirilen AHS tekniği, grup kararlarının belirli bir sistematik ve mantık yaklaşımı içinde değerlendirilmesini sağlar. Bu özelliğinden dolayı AHS, çok farklı alanlarda ve çok çeşitli amaçlar için başarı ile uygulanmaktadır. Bu yöntem kırsal kalkınma (Oddershede vd., 2007), sürdürülebilir kalkınma planlarının modellenmesi (Quaddus ve Siddique, 2001) ve yerleşim planlaması (Min, 1994) çalışmalarında dünya genelinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yöntemin kullanıldığı diğer

konular arasında orman kaynaklarının yönetimi (Pukkala ve Kangas, 1993), çevresel karar analizi (Anselin vd., 1989) ve çevresel etki değerlendirmesi (Ramanathan, 2001) gibi alanlar bulunmaktadır. AHS yöntemi ülkemizde de arazi kullanım planlaması (Yılmaz, 2005), akarsu havzalarının planlanması (Özügül, 2006), perakende ticaret alanları için yer seçimi (Önüt vd., 2010) gibi çok çeşitli çalışma alanlarında kullanılmaktadır.

AHS, çok kriterli karmaşık problemlerin analizinde bir hiyerarşi oluşturulması esasına dayanır (Saaty, 1980). Bu yöntem, bir düzeydeki öğelerin, hiyerarşide hemen bir üst düzeyde yer alan öğeler açısından görece önemlerini saptayacak şekilde, Tablo 2'de görülen değerler ve tanımlara göre bir puanlama yapılması ve ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturulması esasına dayanır.

**Tablo 2.** AHS değerlendirme ölçeği (Saaty, 1980)

Sayısal değer	Tanım
1	Öğeler eşit derecede öneme sahiptir.
3	1. ölçüt 2.'ye göre biraz daha önemlidir.
5	1. ölçüt 2.'ye göre fazla önemlidir.
7	1. ölçüt 2.'ye göre çok fazla önemlidir.
9	1. ölçüt 2.'ye göre olası en kuvvetli öneme sahiptir.
2,4,6,8	İki yakın ölçek arasındaki ara değerdir. Uzlaşma gereken durumlarda kullanılmaktadır.

Çalışmada değerlendirmeye alınan kriterlerin ağırlık puanları AHS tekniği ile belirlenirken; (i) ilk adımda her bir AKT için kriterlerin etki durumu göz önünde bulundurularak ikili karşılaştırmaların yapıldığı matrisler oluşturuldu (Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5), (ii) ikinci adımda her bir tablodaki matrisin en büyük özdeğerinin özvektörü (kriterlerin ağırlık değerleri) hesaplandı (Tablo 6), (iii) yöntemin son adımında ise elde edilen özvektörün tutarlılık kontrolü yapıldı. Tutarlılık kontrolü, yargıların mantıksal tutarsızlığını ölçer ve yargılarda olabilecek hataların tanımlanmasına olanak sağlar. Yöntemin geçerli olması için tutarlılık oranı 0.10 (%10) veya daha küçük olmalıdır. Eğer bu oran 0.10'dan büyük ise ikili karşılaştırma matrislerinin yeniden oluşturulması gerekir (Saaty 1980). Çalışmada tarım, çayır-mera ve orman AKT'leri için gerçekleştirilen uygunluk belirleme sonuçlarına göre tutarlılık oranları sırasıyla 0.048, 0.013 ve 0.039 olarak hesaplandığından, karar matrislerinin tutarlı olduğu görüldü (Tablo 6).



**Tablo 3.** Tarım AKT için değerlendirmeye alınan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Kriterler	AKK	EŞ	Y	E	STO	U	B
Arazi kullanım kabiliyeti (AKK)	1	3	5	2	7	5	8
Erozyon şiddeti (EŞ)	1/3	1	3	1/3	6	4	7
Yükselti (Y)	1/5	1/3	1	1/4	4	2	4
Eğim (E)	1/2	3	4	1	5	4	6
Sınırlayıcı toprak özellikleri (STÖ)	1/7	1/6	1/4	1/5	1	1/2	2
Ulaşım (U)	1/5	1/4	1/2	1/4	1/2	1	3
Bakı (B)	1/8	1/7	1/4	1/6	1/2	1/3	1

**Tablo 4.** Çayır-mera AKT için değerlendirmeye alınan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Kriterler	E	EŞ	TD	STO	ŞAK
Eğim (E)	1	1/3	2	6	1
Erozyon şiddeti (EŞ)	3	1	5	8	2
Toprak derinliği (TD)	1/2	1/5	1	3	1/2
Sınırlayıcı toprak özellikleri (STÖ)	1/6	1/8	1/3	1	1/5
Şimdiki arazi kullanımı (ŞAK)	1	1/2	2	5	1

**Tablo 5.** Orman AKT için değerlendirmeye alınan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Kriterler	E	EŞ	Y	TD	STO	U
Eğim (E)	1	1/2	5	2	5	4
Erozyon şiddeti (EŞ)	2	1	6	4	6	6
Yükselti (Y)	1/5	1/4	1	1/3	2	1/3
Toprak derinliği (TD)	1/2	1/4	3	1	4	2
Sınırlayıcı toprak özellikleri (STÖ)	1/5	1/6	1/2	1/4	1	1/3
Ulaşım (U)	1/4	1/6	3	1/2	3	1

**AKT'lere göre fiziksel uygunluk değerlerinin hesaplanması:** Çalışmanın bu aşamasında kriterlere ait uygunluk puanları ve ağırlık değerlerinin CBS ortamında birleştirilmesiyle, her bir piksel için AKT'lere göre Fiziksel Uygunluk Endeksi (FUE) değerleri hesaplandı. AKT'lere göre kriterlerin uygunluk ve ağırlık puanlarının birleştirilmesi,

$$S = \sum_{i=1}^n w_i x_i$$

Bu denklemde  $S$ ,  $w_i$ ,  $x_i$  ve  $n$  sırasıyla; toplam arazi uygunluk puanını, arazi uygunluk kriterinin ağırlık değerini, arazi uygunluk kriterine ait alt kriter puanını ve arazi uygunluk kriterinin toplam sayısını göstermektedir.

**FUE değerlerinin sınıflandırılması:** AKT'ler için elde edilen FUE değerleri standartlaştırılarak, FAO sınıflama sistemine (FAO, 1977) göre; "çok uygun", "orta derecede uygun", "az derecede uygun" ve "uygun değil" olmak üzere dört sınıf altında gruplandırıldı.

**Her bir AKT için uygunluk haritalarının oluşturulması:** Yukarıdaki sınıflandırmaya dayanarak CBS ortamında her bir AKT için uygunluk haritaları üretildi (Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4).

**Tablo 6.** Uygunluk analizinde kullanılan kriterlerin ağırlık puanı

AKT	Kullanılan kriterler	Kriterlerin ağırlık puanı
Tarım	Arazi kullanım kabiliyeti	0.354
	Erozyon şiddeti	0.126
	Yükselti	0.189
	Eğim	0.208
	Sınırlayıcı toprak özellikleri	0.037
	Yola yakınlık	0.059
	Bakı	0.027
	<i>Tutarlılık oranı: 0.048</i>	
Çayır-mera	Eğim	0.198
	Erozyon şiddeti	0.454
	Toprak derinliği	0.102
	Sınırlayıcı toprak özellikleri	0.041
	Şimdiki arazi kullanımı	0.205
	<i>Tutarlılık oranı: 0.013</i>	
Orman	Eğim	0.254
	Erozyon şiddeti	0.418
	Yükselti	0.053
	Toprak derinliği	0.141
	Sınırlayıcı toprak özellikleri	0.041
	Yola yakınlık	0.093
	<i>Tutarlılık oranı: 0.039</i>	

**AKT'lerin önceliklerinin belirlenmesi:** İnceleme alanı için en uygun arazi kullanımının önerilmesi için AKT'ler arasındaki önceliklerin belirlenmesi gerekmektedir. AKT'ler arasındaki öncelikler yine uzmanların katılımıyla, AHS tekniği kullanılarak belirlenmiştir (Tablo 7). Öncelikler belirlenirken, alanda yaşayan nüfusun gereksinimleri ve

kaynakların sürdürülebilirliği göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre öncelik sırası tarım, orman ve çayır-mera şeklinde belirlenmiştir.

**Tablo 7.** AKT'lerin tercih önceliği bakımından ikili karşılaştırılması

AKT	T	Ç-M	O
Tarım (T)	1	5	3
Çayır-Mera (Ç-M)	1/5	1	1/3
Orman (O)	1/3	3	1

**Her bir piksel için en uygun AKT önerisinin yapılması:** Elde edilen AKT uygunluk haritaları CBS ortamında çakıştırılmış ve AKT'ler için belirlenen öncelikler dikkate alınarak "optimal arazi uygunluk haritası" elde edilmiştir.

**Optimal arazi kullanımı önerisi ile mevcut arazi kullanım durumunun karşılaştırılması:** Analizin son aşamasında optimal arazi uygunluk haritası ile mevcut arazi durumunu gösteren haritanın karşılaştırması yapılmıştır.

## Bulgular

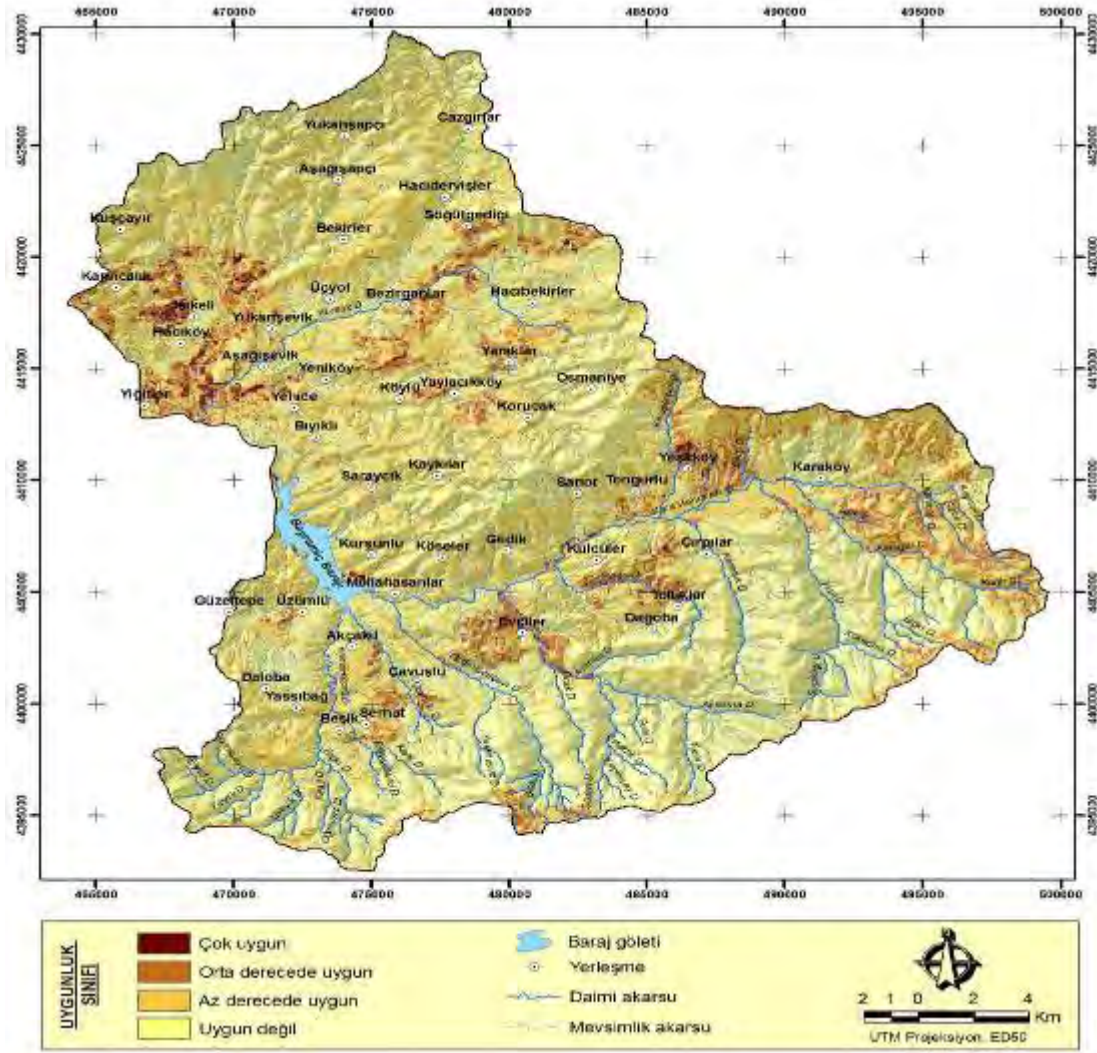
Arazi değerlendirme çalışmaları sonucunda dikkate alınan AKT'ler için oluşturulan uygunluk haritaları Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'de verilmiştir. AKT'lerin alansal dağılım değerleri ise Tablo 9'da verilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı gibi inceleme alanında tarım, çayır-mera ve orman arazi kullanım türleri için "çok uygun" sınıfta yer alan arazilerin oranı sırasıyla % 0,6, % 0,9 ve % 22'dir. "Orta derecede uygun" sınıfta yer alan arazilerin oranı ise tarım için % 4,5, çayır-mera için %8,2 ve orman için %48,7 olarak hesaplanmıştır. Böylece bu iki kategoriye dâhil alanların toplam oranı tarım için ancak %5,1 iken, orman için % 75,1'i bulmaktadır.

İnceleme alanında tarıma uygun araziler genellikle Kara Menderes Çayı ve kollarının oluşturduğu alüvyal düzlüklere karşılık gelmektedir (Şekil 2). Analiz sonuçlarına göre tarım yapmaya uygun olmayan arazilerin toplam araziler içindeki payı % 62,8'dir. İnceleme alanında eğim değerlerinin yüksek olması, toprak derinliğinin az olması ve erozyon şiddetinin fazla olmasından dolayı tarım yapmaya uygun arazilerin genel araziler içindeki payı düşük düzeylerde kalmaktadır.



**Şekil 2.** Yukarı Kara Menderes Havzası arazilerinin tarım için uygunluk sınıfları haritası

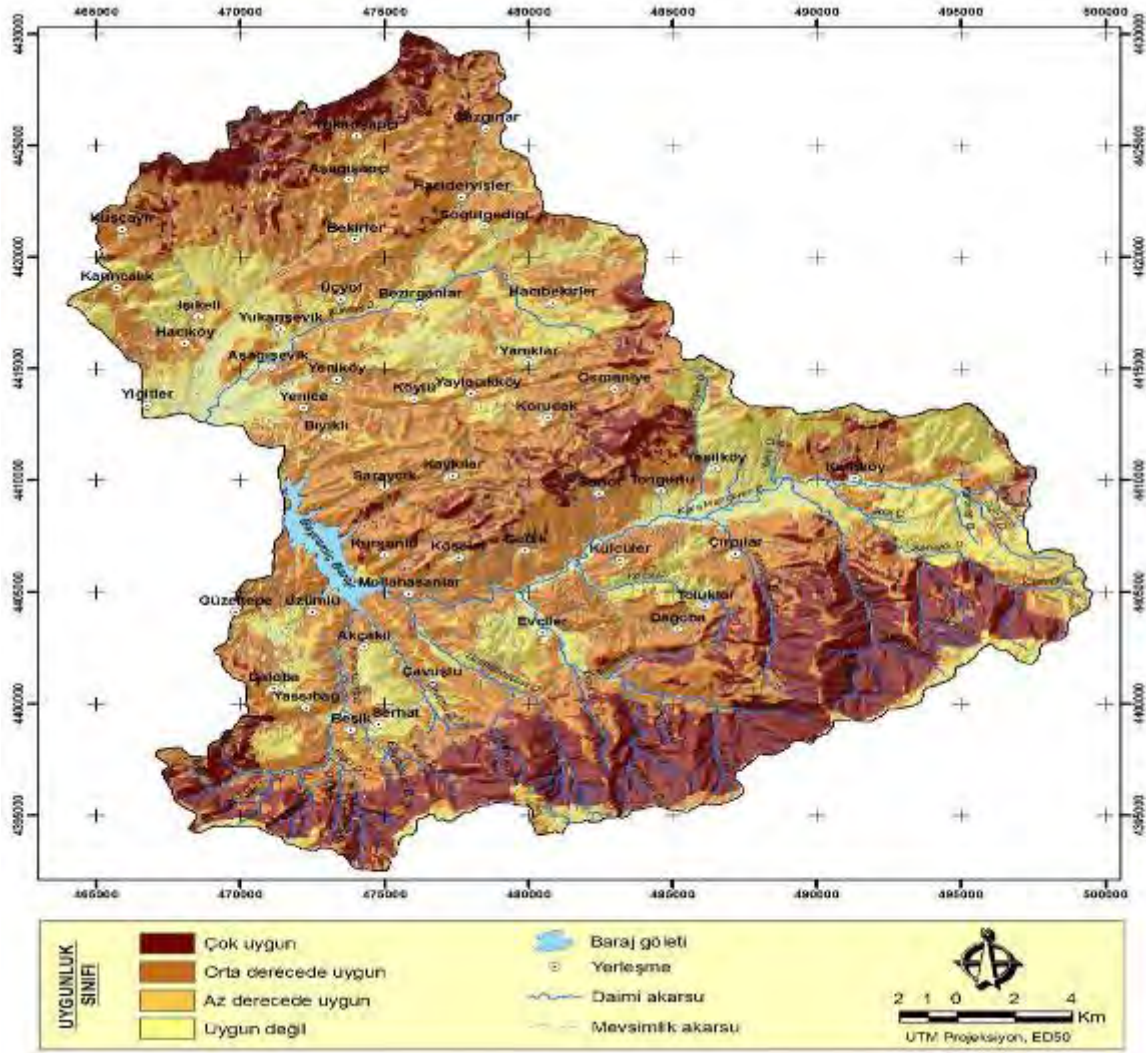
Çayır-mera uygunluk sınıflarının dağılışı tarım ile benzerlik göstermektedir. Nitekim analiz sonuçlarına göre çayır-mera için “çok uygun” sınıfta yer alan arazilerin payı % 0,9, “orta derecede uygun” arazilerin payı ise % 8,2 olarak bulunmuştur. Söz konusu araziler inceleme alanının kuzeybatı ve güneydoğu kesimlerinde daha geniş sahalar kaplamaktadır (Şekil 3). Çayır-mera için “az derecede uygun” ve “uygun değil” sınıfta bulunan arazilerin oranı sırasıyla % 46,2 ve % 43,6’dır. Böylece, inceleme alanının tarım gibi çayır-mera AKT için de dar alanlarda uygunluk gösterdiği anlaşılmaktadır.



**Şekil 3.** Yukarı Kara Menderes Havzası arazilerinin çayır-mera için uygunluk sınıfları haritası

Analiz sonuçlarına göre inceleme alanının % 22'sinin orman AKT için "çok uygun" sınıfına dahil olduğu görülmektedir (Tablo 8). Orman için "çok uygun" sınıfta yer alan araziler inceleme alanının güneyinde ve kuzey kesimlerinde bulunmaktadır (Şekil 4). Bu kesimler aynı zamanda havzanın yüksek ve engebeli arazilerine karşılık gelmektedir. Orman için "orta derecede uygun" alanların genel içindeki payı % 48,7 olarak hesaplanmıştır. Orman için "çok uygun" ve "orta derecede uygun" sınıfta yer alan arazilerin inceleme alanı genelindeki payı %70'i aşmaktadır ki bu oranlar tarım ve çayır-mera AKT'leri için sırasıyla % 5,1 ve % 9,1'dir. Böylece analiz sonuçları inceleme alanının orman AKT için daha uygun koşullar sağladığını ortaya koymuştur.



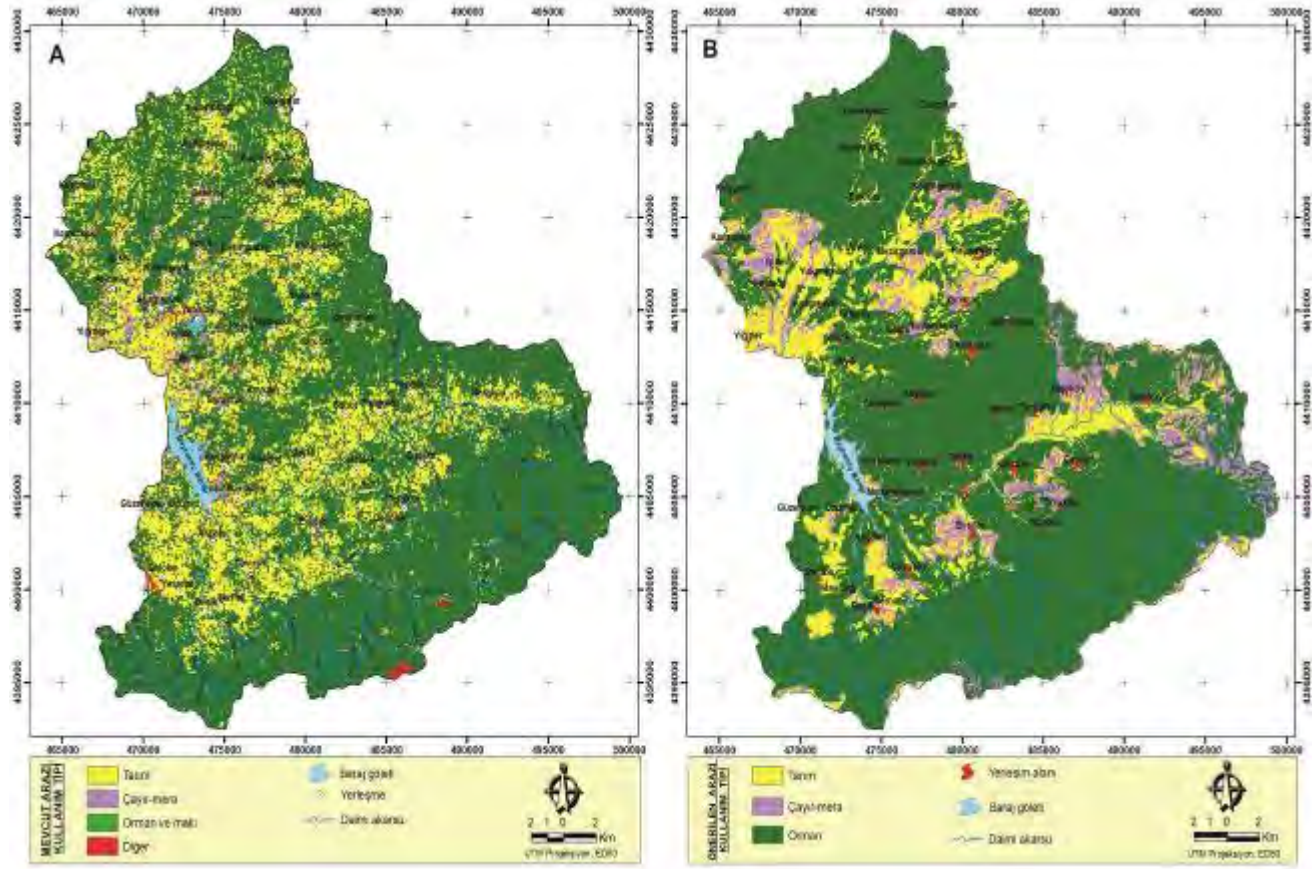


**Şekil 4.** Yukarı Kara Menderes Havzası arazilerinin orman için uygunluk sınıfları haritası

İnceleme alanı için önerilen optimal arazi kullanım haritası Şekil 5'de, önerilen AKT'lerin alansal değerleri ise Tablo 9'da sunulmuştur. Analiz sonuçlarına göre arazilerin % 75,1'nin orman olarak değerlendirilmesi önerilmektedir. Tarım ve çayır-mera olarak önerilen arazilerin inceleme alanı içindeki payları ise sırasıyla % 15,2 ve % 8,5 olarak hesaplanmıştır.

Analiz sonuçlarına dayanarak ortaya konulan optimal arazi kullanımı önerisi ile mevcut arazi kullanım durumu Tablo 9 ve Şekil 5'de sunulmuştur. Tablodan da anlaşılacağı üzere mevcut arazi kullanımında tarım arazilerinin önerilen optimal arazi kullanımına göre daha yüksek bir paya sahip olduğu görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre inceleme alanında 10,684 ha'lık bir arazinin tarıma ayrılması önerilirken, mevcut arazi kullanım durumuna göre tarım yapılan arazilerin alanı 18,492 ha'dır. Bu değerlerden tarım arazisi olarak kullanılan alanların % 42'sinin tarım yapmak için uygun olmadığı anlaşılmaktadır.





**Şekil 5.** İnceleme alanında mevcut arazi kullanım durumu (A) ve önerilen optimal arazi kullanımı (B)

**Tablo 8.** Yukarı Kara Menderes Havzası arazilerinin AKT'lere göre uygunluk sınıfları

Uygunluk sınıfı	Tarım		Çayır-mera		Orman	
	Alan (ha)	%	Alan (ha)	%	Alan (ha)	%
Çok uygun	435	0,6	624	0,9	15,500	22,0
Orta derecede uygun	3,188	4,5	5,760	8,2	34,282	48,7
Az derecede uygun	21,659	30,8	32,542	46,2	16,085	22,9
Uygun değil	44,218	62,8	30,574	43,4	3,633	5,2
Yerleşim alanı	283	0,4	283	0,4	283	0,4
Baraj ve gölet	607	0,9	607	0,9	607	0,9
<b>Toplam</b>	<b>70,390</b>	<b>100</b>	<b>70,390</b>	<b>100</b>	<b>70,390</b>	<b>100</b>

Mevcut arazi kullanım durumu ile önerilen optimal arazi kullanım durumu, “çayır-mera” AKT bakımından karşılaştırıldığında, önerilen arazi kullanımında çayır-mera alanlarının daha geniş olduğu görülmektedir. Çayır-meranın alanı optimal arazi kullanım önerisine göre 5,962 ha iken, mevcut arazi kullanımına göre 1,410 ha'dır. Bu durumda

potansiyel çayır-mera alanlarının ancak %23.6'sı bu amaca uygun olarak değerlendirilmekte, kalan bölümü tarım alanı veya orman olarak kullanılmaktadır (Şekil 5).

**Tablo 9.** Yukarı Kara Menderes Havzası'nda mevcut arazi kullanım durumu ve optimal arazi kullanım önerisine göre arazi kullanım tipleri

AKT	Mevcut arazi kullanımı		Önerilen optimal arazi kullanımı	
	Alan (ha)	%	Alan (ha)	%
Tarım	18,492	26.3	10,684	15.2
Çayır-mera	1,410	2.0	5,962	8.5
Orman	48,958	69.6	52,854	75.1
Baraj ve gölet	607	0.9	607	0.9
Diğer*	923	1.3	283	0.4
<b>Toplam</b>	<b>70,390</b>	<b>100.0</b>	<b>70,390</b>	<b>100</b>

\*Yerleşim alanları, çıplak araziler ve eski taş ocaklarını kapsamaktadır.

Optimal arazi kullanım önerisine göre “orman” AKT için ayrılması gereken arazilerin alanı 52,854 ha'dır ve inceleme alanının % 75,1'lik kısmına karşılık gelmektedir (Tablo 9). Mevcut arazi kullanım durumuna göre ise ormanların genel arazi kullanımı içindeki payı % 69.6 (48,958 ha)'dır. Bu değerler dikkate alındığında optimal arazi kullanımında orman olarak önerilen arazilerin 3,626 ha'lık bölümünün farklı amaçlarla değerlendirildiği görülmektedir. Söz konusu arazilerin büyük kısmı tarımsal amaçlı kullanılmaktadır (Şekil 5).

## Sonuç ve tartışma

Arazi kullanımını uygunluk analizi çok çeşitli kriterlerin göz önünde bulundurulduğu karmaşık bir süreçtir. Bu karmaşık problemin çözümü için farklı yöntemlerden yararlanılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin bir bölümü istenilen sonuca ulaşmada yetersiz kalmaktadır. Bu durumun üstesinden gelmek için ÇKKV yöntemlerinin kullanılması gerektiği yaygın olarak kabul görmektedir (Malczewski, 1999; Eldrandaly vd., 2003). ÇKKV tekniklerinden olan AHS'nin bu bakımdan etkili bir yöntem olduğu pek çok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Hill vd., 2005; Eleren, 2006; Girard ve Toro, 2007). Yöntem, ağırlıkların belirlenmesinde faydalanılan diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında kararların tutarsızlıklarının ölçümüne imkân sağladığı için daha üstündür. Bu yöntem, arazi kullanım kararlarını belirlemede zaman ve efor harcamayı önemli derecede azaltırken aynı zamanda alana ait daha zengin bilgilerin yaratılmasına ve planlama için altyapı oluşturulmasına katkı

sağlayabilir. Tüm bu üstünlüklerine karşın, karar verme süreçlerinde AHS'nin tek başına kullanımı, incelemeye konu olan alandaki mekânsal farklılıkları yansıtamadığı için yetersiz kalır (Carver, 1991; Malczewski, 1996). Bu eksiklik, CBS'nin kullanımı ile büyük ölçüde giderilebilir. Mekâna ilişkin verilerin girilmesi, depolanması, düzeltilmesi, yönetilmesi, analiz edilmesi ve bilgi üretilmesi aşamalarında büyük üstünlüğe sahip olan CBS (Marble vd., 1984; Clarke, 1997; Longley vd., 2001), mekânsal karar verme sürecinde etkin bir rol oynamaktadır. Diğer taraftan CBS analizlerden elde edilen sonuçların haritalanmasına da olanak sağlar (ESRI, 1999; Liu vd., 2007). Bu avantajlarından dolayı CBS ile AHS'nin arazi uygunluk analizlerinde bir arada kullanılması birçok çalışmada uygun yöntem olarak kabul edilir (Joerin vd., 2001; Ying vd., 2007; Cengiz ve Akbulak, 2009).

Bu çalışmada AHS ve CBS yöntemleri birlikte kullanılarak, Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanım uygunluk analizi yapıldı. Uygulanan yöntem, yerel halkın bilgisinin ve uzman görüşlerinin coğrafi prensipler çerçevesinde birleştirilmesine olanak sağladı. Çalışmada AKT'ler için uygunluğu belirleyen kriterlerin ağırlık puanları ve AKT'ler arasındaki öncelikler AHS yöntemi yardımı ile atanırken, kriterlerin uygunluk ve ağırlık değerleri CBS ortamında karşılaştırıldı. Her bir AKT için üretilen uygunluk haritaları birleştirilerek inceleme alanı için optimal arazi uygunluk haritası elde edildi ve mevcut arazi kullanım durumu ile karşılaştırıldı.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre inceleme alanında orman AKT için uygun arazilerin çok geniş bir yer kapladığı belirlendi. Ancak orman olarak kullanılması önerilen arazilerin bir bölümünün tarımsal amaçlı kullanıldığı mevcut arazi kullanım durumundan anlaşılmaktadır. Diğer taraftan çayır-mera olarak kullanılması önerilen arazilerin bir bölümünün de yine tarım arazisi olarak değerlendirildiği görülmektedir. Buna göre inceleme alanında orman ve çayır-mera arazileri üzerinde bir baskının bulunduğu ve bu baskının tarımsal amaçlı kullanımdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle orman olarak değerlendirilmesi önerilen alanların tarım arazisi şeklinde kullanılmasının, inceleme alanında zaten önemli bir sorun olan erozyonu daha da şiddetlendireceği öngörülmektedir.

Arazi kullanımı uygunluk analizlerindeki temel amaç, incelemeye konu olan alandaki doğal kaynakların potansiyelleri ile yerel halkın gereksinimleri göz önünde bulundurularak, kaynakların sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesi yönünde öneriler getirmektir. Analizlerden elde edilen sonuçlar arazi kullanımı planlama çalışmalarına önemli katkılar sağlayabilir. Bu bağlamda, planlama çalışmalarında, karar destekleme sistemi olarak AHS ve

Akbulak, C. (2010). Analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri ile Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 7:2. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>

CBS yöntemlerinin birlikte kullanımı, arazi kullanımı uygunluklarının saptanmasında, uygunluk durumunun haritalanmasında ve elde edilen sonuçların uygulamaya aktarılmasında yarar sağlayabilecek bir yaklaşımdır. Bu çalışma, arazi kullanımı uygunluk analizlerinde AHS ve CBS yöntemlerinin birlikte kullanımının havza ölçeğinde iyi sonuçlar ortaya koyduğunu gösterdi. Diğer taraftan, bu yöntemin geçerliliğinin araştırılması için, başka havzalarda da uygulanmasının yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 108K550 No'lu projenin bir bölümünden oluşturulmuştur. Yazar ayrıca FORTRAN 95 kaynak kodlarını hazırlayarak hesaplamalarda yardımcı olan Doç. Dr. Hasan Tatlı'ya (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü) teşekkür eder.

### **Kaynaklar**

- Anselin, A, Meire, P.M. ve Anselin, L. (1989). Multicriteria techniques in ecological evaluation: An example using the analytical hierarchy process. *Biological Conservation* 49, 215-229.
- Beek, K.J. (1978). *Land evaluation for agricultural development. International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI. Publication 23, Wageningen.*
- Bilgin, T. (1969). *Biga Yarımadasının güneybatı kısmının jeomorfolojisi. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enst. Yayınları No.55 İstanbul.*
- Carver, S.J. (1991). Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems* 5, 321-39.
- Cengiz, T. ve Albulak, C. (2009). Application of analytical hierarchy process and geographic information systems in land-use suitability evaluation: a case study of Dümrek village (Çanakkale, Turkey). *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 16 (4), 286-294.
- Clarke, K.C. (1997). *Getting started with geographic information systems*, Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Dent, D. ve Young, A. (1981). *Soil survey and land evaluation. George Allen and Unwin, Boston.*
- DMİGM. (1994). *Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Bayramiç İstasyonu 1975-1993 dönemi ortalama ve ekstremler klimatoloji bülteni, Ankara.*
- Eldrandly, K., Eldin, Sui, D. (2003). A COM based spatial decision support system for industrial site selection. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis* 7 (2), 72-92.
- Eleren, A. (2006). Kuruluş yeri seçiminin analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile belirlenmesi; deri sektörü örneği. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 20 (2), 405-416.

- Akbulak, C. (2010). Analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri ile Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımını uygunluk analizi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 7:2. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>
- 
- ESRI. (1999). *Using Arcview GIS*. Environmental System Research Institute, Inc., Redlands, CA.
- FAO. (1976). A framework for land evaluation. *FAO Soils Bulletin* No.32, Rome.
- FAO. (1977). A framework for land evaluation. *International Institute for Land Reclamation and Improvement /ILRI*. Publication 22. Wageningen, The Netherlands.
- FAO. (1985). Guidelines: Land evaluation for irrigated agriculture. *FAO Soils Bulletin* No. 55, Rome.
- Girilal, L.F. ve Toro, P. (2007). *Integrated spatial assessment: A multicriteria approach to sustainable development of cultural and environmental heritage in San Marco dei Cavoti, Italy*. CEJOR 15, 281–299.
- Güre, M. (2009). *Avrupa Birliği CORINE arazi kullanım sınıflandırma sistemi ve Çanakkale Uygulaması*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü basılmamış doktora tezi.
- Heywod, D.I., Oliver, J., Tomlison, S.J. (1994). *Building an exploratory multi criteria modeling environment for spatial decision support*. In: (Ed) Fisher P, Innovations in GIS 2, Taylor and Francis, London, 127-136.
- Hill, M.J., Braaten, R., Veitch, S.M., Lees, B.G., Sharma, S. (2005). Multi-criteria decision analysis in spatial decision support: The asses analytic hierarchy process and the role of quantitative methods and spatially explicit analysis. *Environmental Modeling and Software*, 20 (7), 955-976.
- Hopkins, L.D. (1977). Methods of generating land suitability maps: A comparative evaluation. *Journal of American Institute of Planners*, 43(4), 386-400.
- Jankowski, P. (1995). Integrating geographical information systems and multiple criteria decision making methods. *International Journal of Geographic Information System* 3 (2). 251-273.
- Joerin, F., Theriault, M., Musy, A. (2001). Using GIS and outranking multicriteria analysis for land-use suitability assessment. *International Journal of Geographical Information Science* 15, (2), 153-174.
- Liu, Y., L.V, X., Qin, X., Guo, H., Yu, Y., Wang, J., Mao, G. (2007). An integrated GIS-based analysis system for land-use management of lake areas in urban fringe. *Landscape and Urban Planning* 82, 233-246.
- Longley, P.A., Goodhild, M.F., Maguire, D.J., Rhind, D.W. (2001). *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Malczewski, J. (1996). A GIS-based approach to multiple criteria group decision-making. *Geographical Information Systems* 10 (8), 955-971.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. Wiley, New York.
- Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning* 62 (2004) 3–65.
- Marble, D.H., Calkins, H.W., Pequet, D.J. (1984). *Basic readings in geographic information systems*. Williamsville, NY, SPAD Systems Limited.



Akbulak, C. (2010). Analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri ile Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımını uygunluk analizi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 7:2. Erişim: <http://www.insanbilimleri.com>

Mendoza, G.A. (1997) Introduction to analytic hierarchy process: Theory and applications to natural resources management. *In Proceedings of 1997 ACSM/ASPRS Annual Convention*, Vol 4, Resource Technology, April 7–10, Seattle, 30–39.

Min, H. (1994). Location planning of airport facilities using the Analytic Hierarchy Process. *Logistics and Transportation Review*, 30 (1), 79-94.

Mohit, A.M., Ali, M.M. (2006). Integrating GIS and AHP for land suitability analysis for urban development in a secondary city of Bangladesh. *Jurnal Alam Bina*, Jilid 8, (1), 1-19.

Oddershede, A., Arias, A., Cancino, H. (2007). Rural development decision support using the Analytic Hierarchy Process. *Mathematical and Computer Modeling* 46, 1107-1114.

Önüt, S., Efendigil, T., Kara, S.S. (2010). A combined fuzzy MCDM approach for selecting shopping center site: An example from İstanbul, Turkey. *Expert Systems with Applications* 37, 1973-1980.

Özcan, H. (1991). *Çukurova Bölgesi narenciye üretim potansiyelinin belirlenmesi üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Adana.

Özügül, M.D. (2006). Ekolojik planlamada kullanılabilir analitik bir model önerisi- Ömerli içme suyu havzası örneği. *Megaron-YTÜ Mim. Fak. E-Dergisi* 1 (4), 201-217.

Pukkala, T., Kangas, J. (1993). A heuristic optimization method for forest planning and decision making. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8, 560-570.

Quaddus, M.A., Siddique M.A.B. (2001). Modelling sustainable development planning: A multicriteria decision conferencing approach. *Environmental International* 27, 89-95.

Ramathan, R. (2001). A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment. *Journal of Environmental Management* 63, 27-35.

Rossiter, D.G. (1996). *A Theoretical framework for land evaluation*. Elsevier Sci., 72, 165-202.

Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, ISBN 0-07-054371-2, USA.

TÜİK. (2010). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Çanakkale İli, 2009 yılı verileri, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul> (erişim: 06.04.2010).

Yılmaz, E. (2005). *Bir arazi kullanım planlaması modeli: Cehennemdere vadisi örneği*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 253, DOA Yayın No: 37, Tarsus.

Ying, X., Guang-Ming, Z., Gui-Qia, C., Lin, T., Ke-Lin, W., Dao-You, H. (2007). Combining AHP with GIS in synthetic evaluation of eco-environment quality- A case study of Hunan Province, China. *Ecological Modelling* 209, 97-109.