



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Arazi Değerlendirme Çalışmalarında Parametrik Bir Yaklaşım Olan Doğrusal Kombinasyon Tekniği

Orhan DENGİZ^a, Fatma Esra SARIOĞLU^a

^a Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Kurupelit, Samsun, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi— Bitkisel Üretim https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001234

Sorumlu Yazar: Orhan DENGİZ, E-posta: o_dengiz@yahoo.com, Tel: +90 (362) 312 19 19 / 1463

Geliş Tarihi: 28 Mart 2012, Düzeltmelerin Gelişi: 03 Haziran 2013, Kabul: 10 Haziran 2013

ÖZET

Bu çalışmanın amacı parametrik bir model olan Doğrusal Kombinasyon Tekniği kullanılarak çalışma alanına ait arazilerin arazi uygunluk sınıflamasının belirlenmesi ve haritalanmasıdır. Çalışma alanı, Samsun İli Bafra ilçesine bağlı Dedeli ve Çetinkaya Köyleri ve yakın çevresini kapsamakta olup yaklaşık 1762.4 ha'dır. Çalışma alanına ait haritalama birimleri ve modeller için gerekli olan toprak parametrelerinin belirlenmesinde daha önce yapılmış detaylı toprak haritasından yararlanılmıştır. Ayrıca, CBS programı kullanılarak çalışma alanının arazi uygunluk haritaları oluşturulmuştur. Tarımsal yönden arazi uygunluk haritasına göre, araştırma alanının büyük bir kısmı olan 1035.7 ha'ı (% 58.8) uygun ve çok uygun sınıfları oluştururken, % 31.3'ü (552.4 ha) az uygun sınıfa girmektedir. Toplam alanın yalnız % 9.9'nu oluşturan Kz4.Ad1a, Hz1.Ed2a ve Tt1.Dd2i haritalama birimleri ise tarımsal kullanıma uygun değildirler. Son olarak, Doğrusal Kombinasyon Tekniği ile elde edilen sonuçlar Arazi Kalite İndeks modeli ile elde edilen uygunluk sınıflarıyla karşılaştırılmış ve sonuçların birbirine yakınlık gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Parametrik metod; Doğrusal kombinasyon tekniği; Arazi değerlendirme

Parametric Approach with Linear Combination Technique in Land Evaluation Studies

ARTICLE INFO

Research Article —Crop Production

Corresponding Author: Orhan DENGİZ, E-posta: o_dengiz@yahoo.com, Tel: +90 (362) 312 19 19 / 1463

Received: 28 March 2012, Received in Revised Form: 03 June 2013, Accepted: 10 June 2013

ABSTRACT

The main aim of this study is to determine land suitability class and mapping using linear combination technique that is a parametric model. This study was carried out in Dedeli and Çetinkaya village and their near vicinity located at Bafra district of Samsun province covers about 1762.4 ha. Land mapping units and some soil parameters required for models were taken from detailed soil map prepared before. In addition, land suitability map was produced using GIS programme for the study area. The results of land suitability for agricultural use showed that while 58.8% of the study area soils

were classified as best and good, about 31.3% were classified as moderately good lands. Only 9.9% of the study area located on Kz4.Ad1a, Hz1.Ed2a andTt1.Dd2i land mapping units was not suitable for agricultural uses. Finally, it was determined closely relation as compared results of linear combination technique with land quality index model

Keywords: Parametric method; Linear combination technique; Land evaluation

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

İhtiyaçların giderek artması ve çeşitlenmesi sonucunda doğal 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). Bu bağlamda nüfusun giderek arttığı Ülkemizde arazilerin 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 (Akbulak 2010). Topraklar farklı kullanımlara dayalı olarak, kategorize edilebildiği ve kullanılabilirdiği takdirde sürdürülebilir tarıma varılacaktır (FAO 1983 & 1984). Üretim alanlarının sürdürülebilir kullanımı için önce mevcut sorunları belirlemek ve gidermek amacıyla topraklarının tüm karakteristik özelliklerini ortaya koymak gerekmektedir. Bu nedenle de detaylı toprak etüd ve haritalama çalışmalarının büyük önemi vardır.

Toprak ve arazi kaynakları hakkında hızlı, doğru, yeterli bilgi ve verilerin, günümüz teknolojilerinden yararlanılarak akılcı analizlerinin ve değerlendirmelerinin yapılabilmesinde arazi değerlendirme ve arazi kullanım planlamalarının yapılması gereklidir (FAO 1993). Arazi değerlendirme, arazilerin kullanım potansiyellerinin tahmin işlemidir. Arazi değerlendirme yöntemleri genelde, uzman bilgisine dayalı niteliksel yöntemlerle, simulasyon modellerine dayalı

niceliksel modeller şeklinde ayrılır. Niceliksel modeller arazi performansı için oldukça detaylı ve genellikle çok veri gerektirmektedir. Bu bağlamda; arazi uygunluk değerlendirmesi, doğal olarak çok kriterli bir problem olarak görülmelidir. Bir başka ifadeyle, arazi uygunluk çözümlemesi çalışmalarına, birden fazla kriteri içeren bir değerlendirme veya çok kriterli karar verme problemi olarak yaklaşmak uygun olacaktır. Buna göre çok kriterli arazi uygunluk değerlendirmeleri matematiksel formüllerle ifade edilmektedir. Parametrik sistemlerin tek bir kategorik düzeyleri vardır. Bu sistemle yapılan sınıflamalarda ele alınan her bir parametre matematiksel modeller içerisinde kullanılarak elde edilen indeks değerlerine göre arazi uygunluk sınıfları belirlenmektedir.

Bu çalışmanın amacı, tarımın yoğun olarak gerçekleştirildiği Bafra Ovası içerisinde yer alan Çetinkaya bölgesindeki yamaç ve aluviyal araziler üzerinde oluşmuş toprakların daha önce yapılmış olan detaylı temel toprak haritasındaki veriler yardımıyla, tarımsal kullanıma uygunluk sınıflarının Doğrusal Kombinasyon Tekniği kullanılarak belirlenmesidir. Ayrıca bu teknik kapsamında seçilen niceliksel arazi ve toprak parametrelerinin ağırlık değerlerinin belirlenmesine yönelik Analitik Hiyerarşi Süreci tekniği kullanılmıştır. Böylece, toprakların niceliksel özelliklerine dayalı detaylı toprak çalışması, ilk kez Doğrusal Kombinasyon Tekniği içerisinde kullanılmış, tarımsal kullanımlar yönünden arazi uygunluk haritası oluşturulmuştur. Son olarak, modelden elde edilen sonuçların daha önce alana uygulanmış olan diğer parametrik yaklaşım modeli olan Arazi Kalite İndeks modeli ile karşılaştırması yapılmıştır.

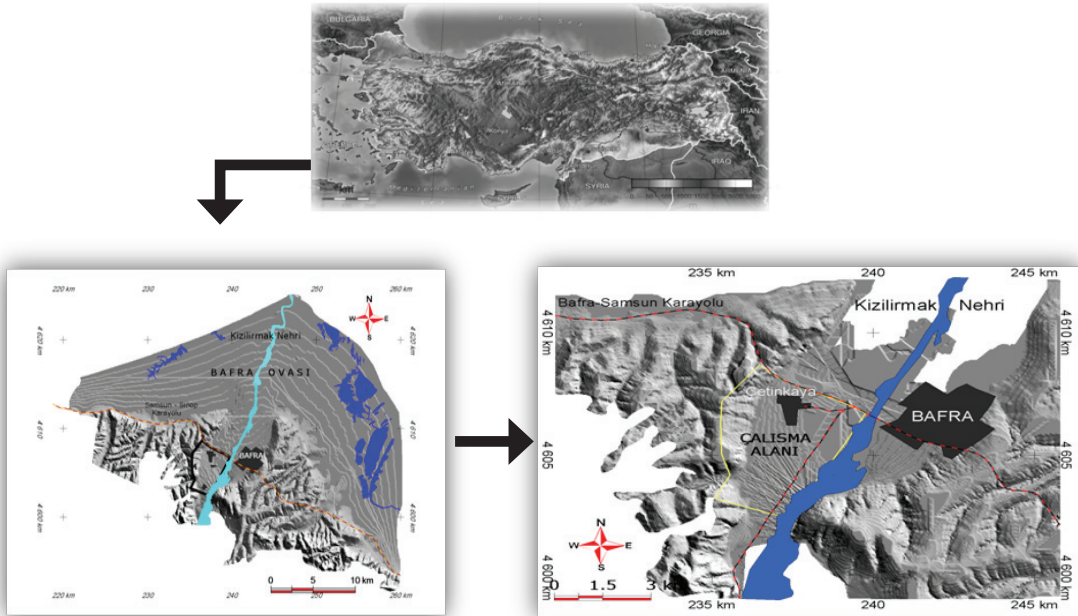
2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanının tanımı

Araştırma alanı Samsun İlinin Bafra ilçesine 5 km mesafede bulunan, Dedeli, Yağmurca, Hıdırellez, Çetinkaya Köylerini ve yakın çevresini içermektedir. Çalışma alanı yaklaşık 1762,4 ha olup 1:25.000 ölçekli haritada E35c4 paftası içerisinde, Kızılırmak nehrinin ise sol sahilinde yer almaktadır. Nispeten taban arazide deniz seviyesinden yükseklik 5-10 m arasında değişim gösterirken, kuzey ve kuzey batı yönlerindeki yükseklik artışı ile 150 m' ye çıkmaktadır (Şekil 1).

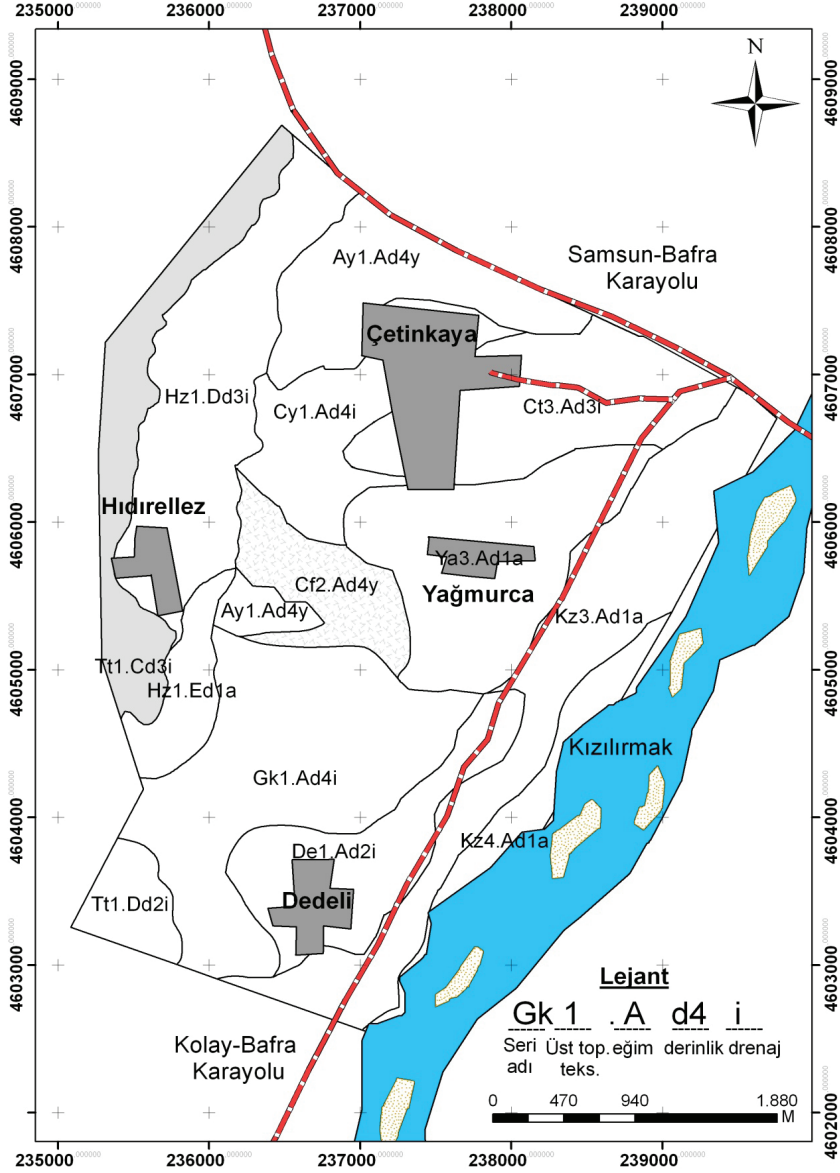
Çalışma alanının yıllık sıcaklık ortalaması 13.6 °C ve yağış ortalaması ise 764.3 mm' dir. Toprak nem ve sıcaklık rejimi olarak ustik nem ve mesic sıcaklık rejimlerine sahip olduğu belirlenmiştir (Soil Survey Staff 1999). Ayrıca, çalışma alanı Thornthwaite (1948), iklim sınıflamasına göre; C2 B2'sb4' singeleri ile gösterilen "yarı nemli –

nemli iklimler, mezotermal, yazın orta derecede su açığı, denizel iklim etkisine yakın" bir iklim tipine sahiptir. Araştırma alanı Kızılırmak Nehrinin farklı zamanlarda getirdiği alüvyal depozitler üzerinde yer alan taban araziler ile yamaç, etek arazilerden oluşmaktadır. Etek araziler üzerinde yer alan topraklar daha çok ince bünyeli koluviyal materyallerin üzerinde yer alırken, taban araziler Kızılırmak Nehrinin biriktirmiş olduğu eski ve yeni alüvyonlardan oluşmuştur. Sarioğlu & Dengiz (2012) tarafından hazırlanan detaylı toprak etüd haritalama çalışmasına göre, alanda 10 farklı toprak serisi belirlenmiş ve toprakların pedogenetik özellikleri ile üst tanı horizonları (epipedon) ve bunların altında bulunan yüzey altı tanı horizonları ve özelliklerine göre Entisol, Inceptisol, ve Vertisol ordolarında sınıflandırmışlardır. Bu ordolar içerisinde % 53.5 (940.6 ha) ile Entisoller en fazla alan kaplarken bunu sırasıyla % 35.0 (640 ha) ile Inceptisoller ve % 11.5 (204. 8 ha) ile Vertisoller izlemektedir (Şekil 2).



Şekil 1- Çalışma alanı yer bulduru haritası

Figure 1- Location map of the study area



Şekil 2- Çalışma alanı detaylı toprak haritası

Figure 2- Soil map of the study area

Çalışma alanının taban arazileri ile taşkın düzlükleri yoğun tarımsal faaliyetlerde kullanılmakta olup genellikle suluda sebze (domates, biber, karpuz, fasulye vb) ve tahıl (buğday, mısır,

çeltik) üretilmektedir. Etek arazileri kuru tarımın alanlarının yanı sıra meralık alanlar oluştururken, yamaç ve çok dik alanlar bozuk ormanlık olarak kullanılmaktadır.

2.2. Yöntem

Yürütülen bu çalışmada izlenen yol, arazilerin tarımsal amaçlı uygunluk yönünden değerlendirilmesi sürecinde yer alan farklı arazi ve toprak parametrelerinin (kriterlerin) tanımlanan her bir haritalama ünitesi için oranlarının hesaplanmasıdır. Arazi uygunluk çözümlemesi çalışmalarına, birden fazla kriteri içeren bir değerlendirme veya çok kriterli karar verme problemi olarak yaklaşmak uygun olacaktır. Buna yönelik birçok teknikler olmasına karşın bu çalışmada çok kriterli arazi uygunluk değerlendirmesi tekniği olarak, Doğrusal Kombinasyon Tekniği kullanılmıştır (Patrono 1998).

Doğrusal Kombinasyon tekniğinde, tarımsal açıdan arazi kullanım şeklini etkileyen kriterlerin her birine bir ağırlık değeri atanmaktadır. Bu ağırlık değerleri, kriterlerin göreceli önemine göre belirlenmektedir. Sonrasında bu kriterler alt

kriterlere ayrılmakta ve bu alt kriterler kendi içinde ayrı bir sayısal değerlendirmeye tabi tutularak alt kriter puanları saptanmaktadır. Daha sonra bu alt kriter puanları, ait olduğu kriterin ağırlık değeri ile çarpılmaktadır. Böylece kriterler aynı ölçüğe konularak birlikte toplanabilir yani kombine edilebilir hale getirilmektedir. Bu teknikteki tarımsal amaçlı arazilerin uygunluk değerlendirmesi yaklaşımına ait matematiksel eşitlik aşağıdaki şekildedir.

$$S = \sum_{i=1}^n (W_i \cdot X_i) \quad (1)$$

Burada S , toplam arazi uygunluk puanı; W_i , i parametrenin ağırlık değeri; X_i , i parametresine ait alt kriter puanı; n , ele alınan parametrelerin toplam sayısıdır. Her bir haritalama ünitesi için doğrusal kombinasyon tekniği ile hesaplanan değerler Çizelge 1' e göre sınıflandırılarak alanın arazi uygunluk haritası oluşturulmuştur.

Çizelge 1- Arazi uygunluk sınıfları ve sınıflara ait değerler

Table 1- Land suitability classes and their values

Tanımlama	Sınıf	Değer
Çok uygun	S1	> 4.000
Uygun	S2	3.501 - 4.000
Az uygun	S3	2.501 - 3.500
Uygun değil	N	0.000 - 2.500

Arazi uygunluk çözümlemelerinde belirleyici olabilecek toplam 8 parametre dikkate alınmıştır. Bu parametreler fiziksel kriterler (eğim, derinlik, bünye ve drenaj) ve kimyasal kriterler (EC, pH, CaCO₃ içeriği, verimlilik) olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Ayrıca bu kriterler alt faktörlere ayrılarak 0 ile 4 arasında ağırlık değerleri verilmiştir. Alt faktör arazilerin tarımsal açıdan kullanımını imkansız kılıyorsa 0, kültür bitkilerinin yetiştirilmesine optimum imkan sağlaması durumunda 4 değerini almaktadır. 0-4 arasında kalan değerler ise toprak karakteristiğinin bitki gelişimini sınırlama derecesine göre değişmektedir (Çizelge 2).

Parametrelerin (Kriterlerin) her birine ait ağırlık puanlarının belirlenmesi işleminde, değerlendirmeye alınan kriterlerin birbirlerine göre önemi dikkate alınarak ağırlık puanları Saaty (1980) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Bu teknik, ele alınan parametrelerin ikili olarak karşılaştırılmasından elde edilen öncelik değerlerine dayalı bir ölçüm teorisidir ve en iyi karar alternatifinin seçilmesinde, hem kantitatif (objektif, nicel) ve hem de kalitatif (sübjektif, nitel) faktörlerin dikkate alınmasına imkan vermektedir. İkili karşılaştırmalara dayalı göreceli önceliklendirme ölçüğü Çizelge 3 de verilmiştir (Saaty 1980).

Çizelge 2- Tarımsal arazi uygunluk sınıflamasına yönelik modelde kullanılan parametreler ve alt faktörlere ait ağırlık puanları

Table 2- Weighted values for parameters and sub factors which are used in model for determination of agricultural land suitability class

<i>Fiziksel parametreler</i>							
<i>Eğim %</i>		<i>Bünye</i>		<i>Drenaj</i>		<i>Derinlik (cm)</i>	
<i>Alt faktör</i>	<i>Ağırlık puanı</i>	<i>Alt faktör</i>	<i>Ağırlık puanı</i>	<i>Alt faktör</i>	<i>Ağırlık puanı</i>	<i>Alt faktör</i>	<i>Ağırlık puanı</i>
Düz 0-2	4	Çok ince (C->%45)	2	İyi	4	0-20	1
Hafif 2-6	3	Orta ince (C-<%45, CL, SiL, SCL)	3	Orta	3	20-50	2
Orta 6-12	2	Orta (L, Si, SiL, fSL)	4	Yetersiz	2	50-90	3
Dik 12-20	1	Kaba (S, SL, LS)	0	Fena	1	90+	4
Çok dik 20+	0						
<i>Kimyasal parametreler</i>							
<i>pH</i>		<i>EC (dS m⁻¹)</i>		<i>CaCO₃ (%)</i>		<i>Verimlilik</i>	
<i>Alt faktör</i>	<i>Ağırlık puanı</i>	<i>Alt faktör</i>	<i>Ağırlık puanı</i>	<i>Alt faktör</i>	<i>Ağırlık puanı</i>	<i>Alt faktör</i>	<i>Ağırlık puanı</i>
>8.2-<5.5	1	0-2	4	0-5	2	Çok düşük	1
5.5-6.5	2	2-4	4	5-10	4	Düşük	2
6.5-7.5	4	4-8	1	10-20	3	Orta	3
7.5-8.2	3	8-10	0	20-30	1	Verimli	4
		10+	0	30+	0		

Çizelge 3- AHS tekniğinde tercihler için kullanılan ikili karşılaştırmalar ölçeği

Table 3- The AHS scales for paired comparisons

<i>Sözel tercih hükmü</i>	<i>Açıklama</i>	<i>Değer</i>
Eşit tercih edilme	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur	1
Kısmen tercih edilme	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine göre kısmen tercih ettiriyor	3
Oldukça tercih edilme	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine göre oldukça tercih ettiriyor	5
Kuvvetle tercih edilme	Bir faaliyet değerine göre kuvvetle tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görünüyor	7
Kesinlikle tercih edilme	Bir faaliyetin değerine göre tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenirliliğe sahip	9
Orta değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler	2, 4, 6, 8
Ters (karşıt) değerler	Bir eleman başka bir elemanla karşılaştırıldığında yukarıdaki değerlerden birisi atanır. Bunlardan ikinci eleman birinci eleman ile karşılaştırıldığında ters değere sahip olur	

Çalışmada değerlendirmeye alınan kriterlerin (parametrelerin) ağırlık puanları AHS tekniği ile belirlenirken;

- a) İlk adımda kriterlerin etki durumu göz önünde bulundurularak ikili karşılaştırmaların yapıldığı matrisler oluşturulur,

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Burada A , ikili karşılaştırmalar matrisi; a_{ij} , hiyerarşinin bir üst düzeyindeki elemana göre, i elemanının j elemanına göre önemidir ($i, j = 1, 2, \dots, n$)'dir.

İkili karşılaştırma matrisinin özellikleri şöyle sıralanabilir.

$$a_{ji} = 1/a_{ij} \quad (3)$$

$$a_{ij} > 0 \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

İkili karşılaştırmalar matrisinin tam tutarlı olabilmesi için aşağıdaki özelliği sağlaması gerekir.

$$a_{ik} = a_{ji} a_{jk} \quad (i, j, k = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

İkili karşılaştırma hükümleri kesin olarak tutarlı ise, yani yukarıdaki eşitlik sağlanıyor ise, o takdirde A ikili karşılaştırmalar matrisinin girdileri hata içermeyecektir ve aşağıdaki eşitlik ifade edilebilecektir.

$$a_{ij} = \frac{W_i}{W_j} \quad (6)$$

Burada W_i , A ikili karşılaştırmalar matrisi vasıtasıyla hesaplanmış olan i elemanına ilişkin öncelik değeri; W_j , A ikili karşılaştırmalar matrisi vasıtasıyla hesaplanmış olan j elemanına ilişkin öncelik değeri ifade etmektedir. Yukarıdaki eşitlikten faydalanılarak aşağıdaki eşitlik yazılabilir.

$$a_{ik} a_{kj} = \frac{W_i}{W_k} \frac{W_k}{W_j} = \frac{W_i}{W_j} = a_{ij} \quad (7)$$

$$(i, j, k = 1, 2, \dots, n)$$

İkili karşılaştırmalar matrisinin köşegen elemanları 1 değerini almaktadır. Yani,

$$a_{ii} = 1 \quad (i, j, k = 1, 2, \dots, n)$$

- b) A matrisi oluşturulması sonrasında karşılaştırılan parametrelerin her birinin önceliğinin hesaplanması (en büyük özdeğer vektörü veya öncelik vektörü veya kriterlerin ağırlık değerleri):

Adım 1: İkili karşılaştırmalar matrisinin her bir sütunundaki değerler toplanır.

Adım 2: İkili karşılaştırmalar matrisindeki her bir eleman, bulunduğu sütunun toplam değerine bölünür. Bu işlem sonucunda elde edilen matris *normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisi* denir.

Adım 3: Normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisinin her bir satırındaki elemanların aritmetik ortalaması hesap edilir. Bu aritmetik ortalama değerleri, karşılaştırılan elemanların göreceli öncelikleri ile ilgili bir tahmin sağlar.

- c) Yöntemin son aşamasında ise elde edilen özvektörün tutarlılık kontrolünün yapılmasıdır. İkili karşılaştırmalar matrisi (A), sonuçta elde edilen öncelik vektörü (W) ile çarpılmak suretiyle yeni bir vektör elde edilir. Bu yeni vektörün her bir elemanını öncelik vektöründe buna karşılık gelen değere bölerek ikinci bir yeni vektöre ulaşılır. Bu son vektörün değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak maksimum özdeğer λ_{\max} tahmin edilmiş olur. λ_{\max} , ikili karşılaştırmalar matrisinin eleman sayısına (n) ne kadar yakın bir değer olur ise, sonuç o kadar tutarlı olacaktır (Kumar & Ganesh 1996).

O halde A ikili karşılaştırmalar matrisinin tam tutarlı olmaması durumunda λ_{\max} değeri n 'den ve diğer özdeğerler de sıfırdan sapacaklardır. Bu sapmalar aşağıda formülü verilen "*Tutarlılık İndeksi (Tİ)*" yardımı ile belirlenmektedir.

$$T\bar{I} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (8)$$

$$TO = \frac{T\bar{I}}{R\bar{I}} \quad (9)$$

Öte yandan tutarlılık oranını (TO) hesaplayabilmek için “*Rastgele (Tesadüfi) İndeks (Rİ)*” değerleri de bilinmelidir. Bu değerler 1-15 boyutlu matrislerin her bir boyutunda 100’er adet matrisin rastgele olarak doldurulması ve yukarıdaki formüle göre hesaplanan Tutarlılık İndekslerinin ortalamasını almak suretiyle oluşturulmuştur (Çizelge 4).

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).

Çizelge 4- Tutarlılık oranının hesaplanmasında kullanılan ve matris boyutlarına göre değişen rastgele indeks değerleri (Saaty 1980)

Table 4- Random index values used for calculation of consistency ratio which change according to matrix size (Saaty 1980)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rİ	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanına ait detaylı temel toprak haritası kullanılarak 14 tane haritalama birimi (HB) belirlenmiştir. Arazilerin tarımsal yönden uygunluklarının belirlenmesine yönelik olarak seçilen fiziksel kriterler (eğim, derinlik, bünye ve drenaj) ve kimyasal kriterler (EC, pH, CaCO₃ içeriği, verimlilik) için yapılan ikili karşılaştırmalara dayalı olarak elde edilen ağırlık değerleri Çizelge 5’ de sunulmuştur.

Çizelge 5’den görüleceği üzere, 0.233 ağırlık değeri ile bu uygunluk kriterlerinden eğim kriteri, en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak ortaya çıkmıştır. Bu kriteri sırasıyla drenaj kriteri (0.162), toprak bünye kriteri (0.157), pH kriteri (0.141), derinlik kriteri (0.103), EC kriteri (0.100), verimlilik (0.044) ve kireç kriteri (0.008) izlemektedir. Bu kriterlerin ikili karşılaştırmalarına ait ortalama Tutarlılık Oranı ise 0.07 olarak belirlenmiştir. Toprak-su muhafazası tedbirleri almadan veya çok az tedbirler alınarak işlemeli tarımın yapılabilmesi için eğim % 10-12’ geçmemesi gerekmektedir (Sönmez 1994). Bu nedenle eğim işlemeli tarım gerçekleştirilmesinde kriterler içerisinde en önde gelenidir. Çünkü, eğim gerek tarla içi mekanizasyon veya tarla trafiği gibi

faaliyetlerinin doğru yapılması, gerekse de toprak erozyonu açısından önemli rol oynamaktadır (Dengiz 2007). Ele alınan kriterlere yönelik hiyerarşik ilişki içerisinde ikinci ve üçüncü sırada ise drenaj ve bünye gelmektedir. Toprakta yeterince su ve bitki besin maddesi tutulmasında, toprakların strüktürel gelişimlerin sağlanması dolayısıyla bitki kök gelişiminde, hava-su ve ısı sirkülasyonunda, mikroorganizma faaliyetleri gibi birçok toprak kalite özellikleriyle yakından ilişki bulunmaktadır. Gülser & Candemir (2006) yaptıkları çalışmada, farklı bünyelere sahip topraklara sahip alanlarda toprak işleme tav zamanlarına göre farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir. Killi toprakların bu zamandan önce işlenmesi durumunda toprakların fiziksel yapılarında önemli bozulmalar olurken, fazla nemli koşullarda işlenmeleri durumunda ise fazla çeki gücü istemesinin yanı sıra topraklarda iri kesekler meydana gelmektedir ki bu da topraklarda yapısal bozulmalara neden olmaktadır. Son sıralarda yer alan kireç çalışma alanı içerisinde bitkilerin gelişmelerine olumsuzluk yaratacak sınırlarda olmaması ve verimlilik kriteri ise düşük görülen alanlarda gübreleme faaliyetleri gibi unsurlarla giderilebilmesi nedeniyle ağırlık değerleri düşük bulunmuştur.

Çizelge 5- Parametrelere ait ağırlık değerlerinin belirlenmesine yönelik AHS tekniği hesaplamaları

Table 5- Calculations of AHS technique to determine weighted values for parameters

<i>İkili karşılaştırmalar matrisi</i>								
	Eğim	Bünye	Drenaj	Derinlik	pH	EC	CaCO ₃	Verimlilik
Eğim	1.000	3.000	9.000	5.000	2.000	2.000	2.000	3.000
Bünye	0.333	1.000	9.000	3.000	2.000	4.000	4.000	3.000
Drenaj	0.111	0.111	1.000	4.000	2.000	4.000	2.000	3.000
Derinlik	0.200	0.333	0.250	1.000	2.000	2.000	2.000	4.000
pH	0.500	0.500	0.500	0.500	1.000	3.000	5.000	5.000
EC	0.500	0.250	0.250	0.500	0.333	1.000	4.000	6.000
CaCO ₃	0.500	0.250	0.500	0.500	0.200	0.250	1.000	3.000
Verimlilik	0.333	0.333	0.333	0.250	0.200	0.160	0.333	1.000
Toplam	3.477	5.777	20.833	14.750	9.733	16.410	20.333	28.000
<i>Normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisi</i>								
	Eğim	Bünye	Drenaj	Derinlik	pH	EC	CaCO ₃	Verimlilik
Eğim	0.287	0.519	0.036	0.338	0.205	0.121	0.098	0.107
Bünye	0.095	0.173	0.036	0.203	0.205	0.243	0.196	0.107
Drenaj	0.031	0.019	0.327	0.271	0.205	0.243	0.098	0.107
Derinlik	0.057	0.057	0.081	0.067	0.205	0.121	0.098	0.142
pH	0.143	0.086	0.163	0.033	0.102	0.182	0.245	0.178
EC	0.143	0.043	0.081	0.033	0.034	0.060	0.196	0.214
CaCO ₃	0.143	0.043	0.163	0.033	0.020	0.015	0.049	0.107
Verimlilik	0.095	0.057	0.109	0.016	0.020	0.010	0.016	0.035
<i>Öncelik vektör</i>								
	Normalize edilmiş satırlar toplamı		Normalize edilmiş satırlar ortalaması		Öncelik vektörü			
Eğim	1.704		1.704/8		0.213			
Bünye	1.256		1.256/8		0.157			
Drenaj	1.296		1.296/8		0.162			
Derinlik	0.824		0.824/8		0.103			
pH	1.128		1.128/8		0.141			
EC	0.800		0.800/8		0.100			
CaCO ₃	0.071		0.071/8		0.008			
Verimlilik	0.352		0.352/8		0.044			

$$\lambda_{\max} = 8.730; TI = 0.104; TO = 0.074$$

Doğrusal Kombinasyon tekniği dikkate alınarak arazi değerlendirme çalışması sonucu oluşturulan tarımsal uygunluk haritası Şekil 3’ de ve her bir HB’ne ait uygunluk sınıfları, alansal ve oransal dağılımları Çizelge 6 da verilmiştir.

Doğrusal Kombinasyon Tekniği modeline göre çalışma alanı topraklarının büyük bir kısmı olan 1035.7 ha’ ı (% 58.8) tarımsal yönden arazi uygunluk sınıflamasında uygun ve çok uygun sınıfları oluştururken, % 31.3’ü (552.4 ha) az uygun sınıfa girmektedir. Toplam alanın yalnız % 9.9’nu oluşturan Kz4.Ad1a, Hz1.Ed2a ve Tt1.Dd2i haritalama birimleri ise tarımsal kullanıma uygun değildirler. Bu alanların tarımsal kullanıma uygunsuzluklarının başlıca nedeni, tarımsal kullanımlardaki sınırlandırıcı faktörleri olan eğimin çok fazla olması, sığ toprak derinliği, çok kaba bünyeli ve düşük verimlilik özellikleri göstermeleridir Sarıoğlu & Dengiz (2012). Ayrıca daha önce Sarıoğlu & Dengiz (2012) tarafından aynı alana Arazi Kalite İndeks (AKI) modeli uygulanmışlar, elde edilen sonuçlara göre çalışma alanının % 42.5’i (748.2 ha) tarımsal yönden ve

kalite özellikleri bakımından çok uygun ve uygun (S1 ve S2) sınıfına dahil edilirken, alanın %9.9’unun tarımsal yönden uygun olmadığı belirlenmiştir. Modellerden elde edilen bu sonuçların AKI modeli ile bire bir aynı olmamasına karşın, her iki modelde de arazilerin tarımsal yönden uygun ve çok uygun sınıflara ait değerlerin yüksek, tarımsal kullanıma elverişli olmayan alanların ise çok düşük ve aynı değeri vermesi nedeniyle modeller arasında uyumluluk olduğundan söz edilebilir.

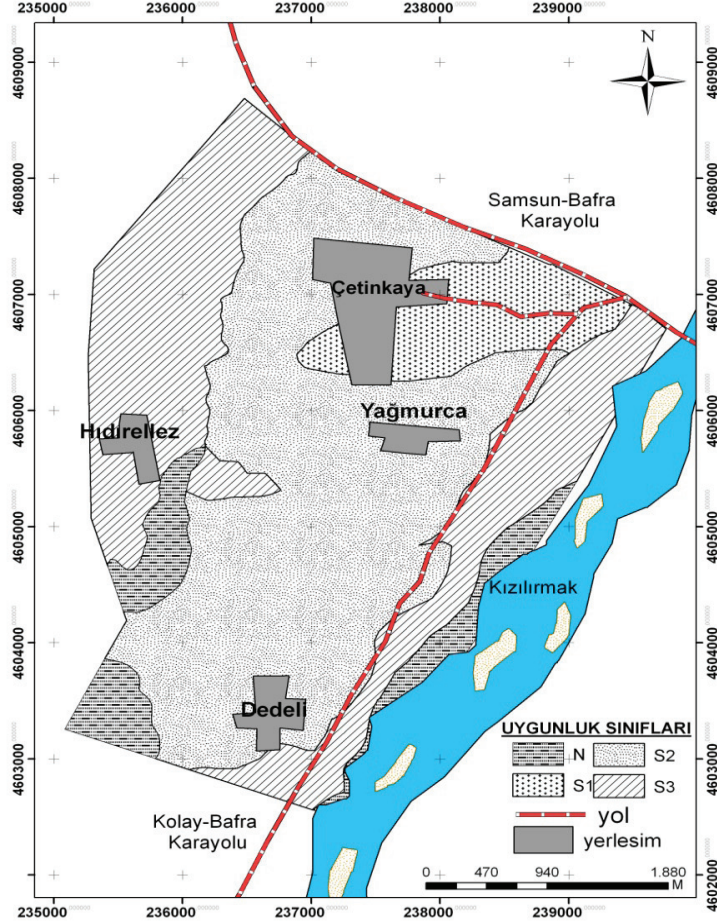
4. Sonuçlar

Analitik Hiyerarşik Süreç tekniği, karmaşık alternatif seçimi problemlerinin çözülmesi yönünde güçlü bir araçtır. Bu teknik yardımıyla sadece biyofizik kriterler değil sosyal, ekonomik, çevresel, kültürel, yönetsel ve politik kriterler de çözümlenmelere dahil edilebilmektedir. Bu özelliği, AHS tekniğinin en önemli avantajlarından birisidir. Böylece daha gerçekçi bir planlama ve karar verme süreci gerçekleştirilmektedir.

Çizelge 6- Doğrusal kombinasyon tekniğine göre HB’lerine ait arazi uygunluk sınıfları dağılımı

Table 6- Distribution of land suitability classes of HB’s based on linear combination technique

Haritalama Birimleri	Değer	Sınıf	Alan (ha)	Oran (%)
Kz4.Ad1a	2.285	N	93.1	5.3
Kz3.Ad1a	3.441	S3	221.9	12.6
De1.Ad2i	3.860	S2	121.2	6.9
Gk1.Ad4i	3.752	S2	253.0	14.4
Tt1.Dd2i	2.490	N	36.7	2.1
Ya3.Ad1a	3.585	S2	184.8	10.5
Çf2.Ad4y	3.627	S2	71.9	4.1
Hzi.Dd3i	2.939	S3	201.1	11.4
Hzi.Ed2a	2.137	N	44.5	2.5
Cy1.Ad4i	3.909	S2	118.5	6.6
Ay1.Ad4i	3.735	S2	114.4	6.5
Ay1.Ad4y	3.411	S3	18.5	1.0
Çt3.Ad3i	4.348	S1	171.9	9.8
Tt1.Cd3i	3.221	S3	110.9	6.3



Şekil 3- Doğrusal kombinasyon tekniğine göre arazi uygunluk haritası

Figure 3- Land suitability map according to linear combination technique

Ayrıca günümüzün ileri teknolojilerinden sayılan CBS tekniklerinin kullanılması çalışma alanına ait çok geniş hacimli veri ve bilgilerin kısa süre içerisinde elde edilmesi, sorgulanması ve/veya analiz edilmesi, depolanması ve farklı haritaların üretilmesine imkan tanımıştır. Bu tekniklerin kullanımlarının yaygın hale getirilmesi planlamacıların ve karar vericilerin daha hızlı ve doğru olarak sonuçlara ulaşmasına ve doğal kaynakların (toprak ve arazi) sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına imkân sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından desteklenen PYO.ZRT.1901.11.011 no'lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

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

- Dengiz O (2007). Assessment of Soil Productivity and Erosion Status for the Ankara-Sogulca Catchment Using GIS. *International Journal of Soil Science* 2 (1); 15-28.
- FAO (1976). A Framework for land evaluation: Soils Bulletin 32, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
- FAO (1983). Guidelines. Land evaluation for rainfed agriculture: Soils Bulletin 52, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy: pp. 233
- FAO (1984). Land evaluation for forestry, forestry paper 48: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
- FAO (1993). An international framework for evaluating sustainable land management. Rome, Italy
- Gülser C & Candemir F (2006). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampus Topraklarının Bazı Mekaniksel Özellikleri ve İşlenebilirlikleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 21(2): 213-217
- Hopkins L D (1977). Methods of generating land suitability maps: A comparative evaluation. *Journal of American Institute of Planners* 43(4): 386-400
- Kumar N V & Ganesh L S (1996). A Simulation-Based Evaluation of the Approximate and Exact Eigenvector Methods Employed in AHP, *European Journal of Operational Research* 95: 656-662
- Malczewski J (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning* 62; 3-65
- Patrono A (1998). Multi-Criteria Analysis and Geographic Information Systems: Analysis of Natural Areas and Ecological Distributions. *Multicriteria Analysis for Land-Use Management*, Edited by Euro Beinat and Peter Nijkamp, Kluwer Academic Publishers, Environment and Management-Volume: 9, pp: 271-292, AA Dordrecht, The Netherlands
- Saaty T L (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York
- Sarıoğlu F E & Dengiz O (2012). Soil Survey and Mapping of Soils Formed on Two Different Physiographic Units and Their Classification. *The International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management*, 15-17 May, Çeşme, İzmir, Turkey
- Sarıoğlu F E & Dengiz O (2012). Arazi Değerlendirme Çalışmalarında Farklı Parametrik Yaklaşımların Değerlendirilmesi. *Toprak Su Dergisi* 1(2): 82-87
- Soil Survey Staff (1999). *Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey*. USDA Handbook No: 436, Washington D.C. USA
- Sönmez K (1994). *Toprak Koruma*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 169, Erzurum
- Thorntwaite C W (1948). An Approach to a Rational Classification of Climate. *Geographic Review*, 38: 55-94
- Yılmaz E (1999). Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinin Çözümü (Solving Multiple Criteria Decision Making Problems Using the Analytic Hierarchy Process), Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayını, *DOA Dergisi* 5: 95-122