



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Çeltik tarımına uygun alanların belirlenmesinde çok kriterli arazi değerlendirme

Orhan Dengiz ^{1,*}, Mehmet Arif Özyazıcı ²

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

² Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt

Özet

Mevcut arazi kaynaklarının optimum kullanımının sağlanması arazi uygunluk analizlerinin ön koşuludur. En uygun çeltik alanlarını seçimine yönelik faktörlere ait bilgilerin yetersizliği ve bir araya getirilememesi, üretim düşüklüğüne neden olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin Orta Karadeniz Bölgesinde yer alan Çarşamba Ovası üzerinde yer alan ve Terme Çayı tarafından getirilmiş alüvyal depozitler üzerinde oluşan toprakların çeltik (*Oryza sativa*) yetiştiriciliği için en uygun alanların belirlenmesidir. Öncelikle Çarşamba Ovasının doğusunda kalan ve Terme Çayının Ovaya girdi noktadan denize döküldüğü yere kadar olan 19 km mesafe içerisinde ve yaklaşık olarak akarsuyun her iki yakasında 2.5 km genişlik kaplayan ve çoğunluğu düz eğime sahip 53.6 km² lik alan içerisinde toprak, topografya, arazi kullanımı ve arazi örtüsü vb. karakteristiklerinin ortaya çıkartılmıştır. Çeltik yetiştiriciliği için en uygun alanların belirlenmesi için alana ait konumsal verilerin analizinde coğrafi bilgi sistemi, jeostatistik ve analitik hiyerarşik süreç olan çok kriterli değerlendirme yaklaşımları kullanılmıştır. Çalışma sonucuna göre, toplam alanın %20'si uygun olmayan (N1 ve N2) alanları oluştururken, yaklaşık %69'luk kısmı uygun (S1) ve orta uygun (S2) sınıflarda belirlenmiştir. Ayrıca, toplam alanın 603 ha'lık kısmı ise çeltik yetiştiriciliği için az uygun (S3) olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arazi uygunluk değerlendirmesi, CBS, çeltik yetiştiriciliği

Multi-criteria land assessment for determination of rice growing suitability sites

Abstract

Land suitability analysis is a prerequisite to achieving optimum utilization of the available land resources. Lack of knowledge on best combination of factors that suit production of rice has contributed to the low production. The aim of this study were to determine the most suitable areas for rice crop (*Oryza sativa*) based on some physic-chemical properties of various soils formed on alluvial deposits carried by the Terme River on the Çarşamba Plain in the Central Black Sea Region of Turkey. For that reason, firstly land use-land cover, topographic and soil characteristics were determined in 53.6 km² mostly flat land which was sized about 19 km length which is between Black Sea and at the beginning of mountain and 2.5 km width in both sides of Terme River that located on sought part of Çarşamba Plain. To overcome the management and analysis of large volumes of spatial data for land suitability in this study, the geographic information system, geostatistic techniques and multi-criteria assessment using analytical hierarchy approaches were used to solve complex geographical problems and to reach reliable results for rice cultivation. According to results, it was determined that 69% of the study area has highly (S1) and moderately (S2) suitable whereas, 20 of it has not suitable for rice cultivation. In addition, 603 ha of the study area has marginally suitable coded as S3 for rice cultivation.

Keywords: Land suitability assessment, GIS, rice cultivation.

© 2018 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Buğdaygiller familyası (Poaceae)'nda yer alan çeltik (*Oryza sativa* L.) bitkisi; elde edilen ürünü (pirinç) ile birlikte, dengeli beslenmede karbonhidratlı besinler arasında dünyada buğdaydan sonra en çok tüketilen ve çok sayıdaki insanın temel besin maddesini teşkil eden önemli bir üründür. Türkiye'de yaklaşık 900 bin ton olan çeltik üretiminin yaklaşık 123 bin tonu Samsun ilinden karşılanmakta; Terme havzasının da içerisinde bulunduğu Çarşamba ovasında ise 21 bin ton civarında çeltik üretilmekte (Anonim, 2017) ve bu yönüyle de çeltik bitkisi Samsun ili ekonomisine önemli etkisi olan tarımsal bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır.

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0362 3121919

E-posta : odengiz@omu.edu.tr

Geliş Tarihi : 25 Ekim 2017

Kabul Tarihi : 05 Haziran 2018

e-ISSN : 2146-8141

Toprak isteği bakımından seçici olmamakla birlikte, yüksek kalitede ve verimde ürün alabilmek için bitki besin maddelerince zengin, su geçirmeyen killi bünyeli, kum ve kireç oranı düşük, 4.5-7.5 pH değerine sahip topraklar çeltik tarımına uygun topraklar (Göney, 1980; Doğanay, 2007) olarak tanımlanmaktadır. Türkiye’de çeltik yetiştiriciliğinin büyük çoğunluğu alüviyal araziler üzerinde gerçekleştirilmektedir. Alüviyal arazilerin en önemli özellikleri; flüviyal depozitler taşıdıkları kaynağa, taşıyıcı gücün enerjisine ve akışın şiddetine bağlı olarak, farklı parçacık boyutlarında olabilmektedir. Bu da, alüviyal arazilerde yer alan toprakların kısa mesafeler içerisinde çok fazla değişkenliğe sahip özellikleri içermesine neden olabilmektedir (Dengiz ve Gülser, 2014; Dengiz ve ark., 2014).

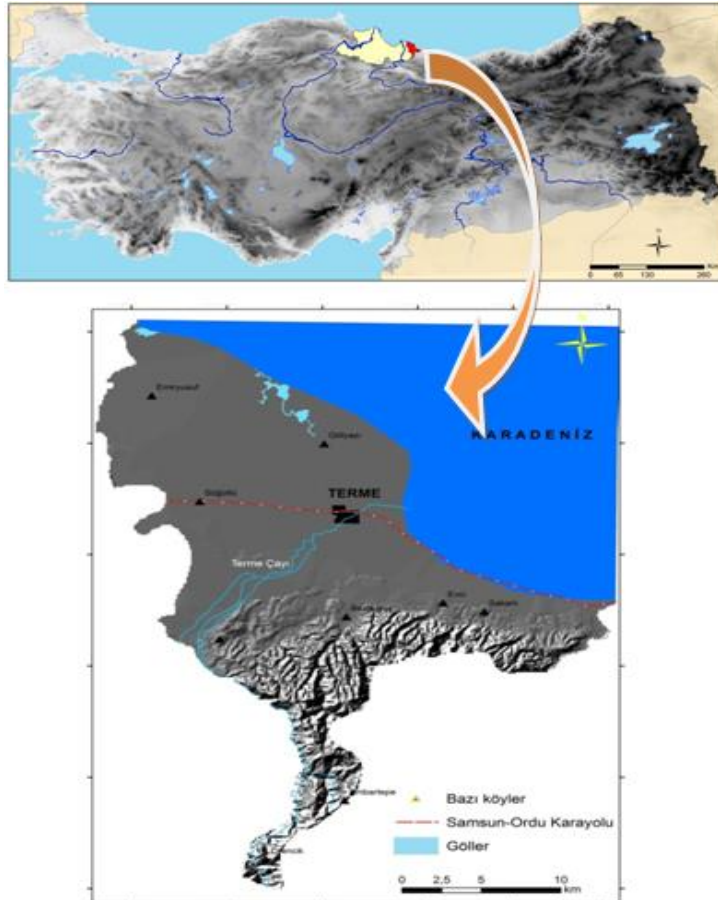
Çeltik üretimi için uygun ekolojiye sahip Türkiye, pirinç ithalatçısı konumundadır. Sulama alanlarının yetersizliği, sınırlı ekim alanları, küçük ve parçalı araziler ve üretim maliyetinin yüksekliği bunun sebepleri arasında belirtilebilir. Çeltik yetiştiriciliğinde kullanılan topraklara ait detaylı veri ve haritaların olmaması da çeltik üretiminin dolayısıyla üretimin azlığına sebep olan bir diğer unsurdur. AHP tekniği ve jeostatistik gibi programlar kullanılarak coğrafi bilgi sisteminde veri tabanı oluşturularak geliştirilen model yardımıyla, çeltik tarımının yapılabileceği en uygun alanların doğru bir şekilde belirlenmesi, Türkiye çeltik üretiminin arttırılmasında başvurulacak en uygun yoldur.

Bu çalışmanın ile, Türkiye’nin Orta Karadeniz Bölgesinde yer alan Çarşamba Ovası üzerinde yer alan ve Terme Çayı tarafından getirilmiş alüviyal depozitler üzerinde oluşan toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve verimlilik özellikleri dikkate alınarak AHP, jeostatistik ve CBS yardımıyla çeltik (*Oryza sativa*) yetiştiriciliği için en uygun alanların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı genel özellikleri

Çalışma Samsun ilinin Terme ilçesi sınırları içerisinde ve Çarşamba Ovasının doğusunda yer alan Terme Çayının Çarşamba Ovasına gidiği yer ile denize döküldüğü yaklaşık 20 km mesafe ile çayın her iki yakası arasındaki 53. 6 km² genişlik kaplayan alan içerisinde gerçekleştirilmiştir. Samsun İline bağlı Orta Karadeniz Bölgesinde bulunan Terme ilçesi; yüzölçümü 583 km² olup, Terme Çayı kenarında ve denizden 3 km. içeride kurulmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası.

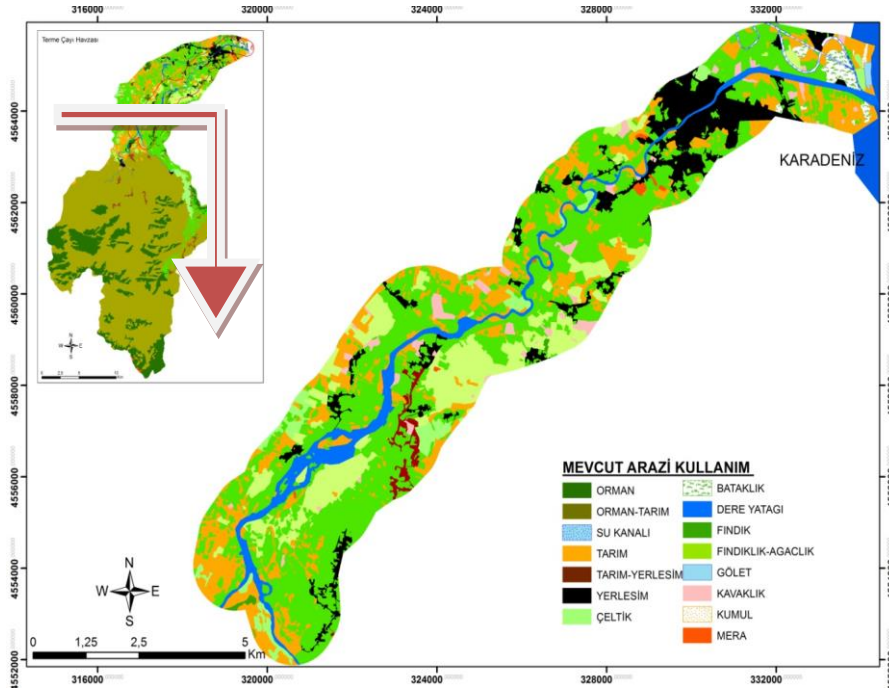
İlçe ekonomisinin temel kaynağı tarım olup, toplam arazi varlığı 54857 ha'dır. Bu arazilerin 42631 ha üzerinde tarımsal üretim yapılmakta olup toplam arazi varlığının % 77.71'ini oluşturmaktadır. İlçe topografik bakımdan çok değişkenliğe sahip olup, 0-10 m yüksekliğe sahip delta ovasından, 970 m ye kadar yükseklik çıkabilmektedir. İlçenin güneyinde yer alan Canik Dağlarının yüksekliği yer yer 2000 metreyi bulmaktadır. Kuzey çarşamba Ovası'nın doğu ucu, ilçe sınırları içindedir. Yükseltisi 20-70 m arasında değişen ova, Terme Ovası adıyla da anılır. Güneydeki dağlardan beslenen Terme Çayı, ilçe merkezini aştıktan sonra Karadeniz'e ulaşır.

Taşkın oluşmasında çok önemli bir etkiye sahip olan eğim faktörü, havzanın jeomorfolojik özellikleri içinde yer alır. Bütün koşullar aynı olduğunu varsaydığımızda, eğimin fazla olduğu yerlerde, toprağın su tutma kabiliyetinin az olması nedeniyle, yağışla gelen suların toprağa sızması eğimin az olduğu alanlara oranla daha azdır. Bunun sonucunda akışa geçen su miktarı eğimin fazla olduğu alanlarda daha fazla olur. Bu alanlarda bitki örtüsünün de çok büyük önemi vardır. Bitki örtüsünün az olduğu yerlerde akarsuyun taşıdığı sediment miktarı daha fazladır. Bu durum aynı zamanda aluviyal arazilerin oluşmasında önemli bir mekanizma olan taşınım ve sedimentasyon olaylarının da etkileyerek, mesafe içerisinde farklı tane boyutundaki fraksiyonları içeren gerek yataylamasına gerekse de dikeylemesine alan içerisinde birikimler olabilmektedir.

Terme Çayı, Terme ilçe merkezinin 5 km mansabında Karadeniz'e birleşmektedir. İlçenin ovalık alanlarında taban suyunun yüksek olması bitkisel üretimi engellemektedir. Özellikle yağışların yoğun olduğu dönemlerde ovalarda ve taban arazilerde oluşan göllenmeler, seltaşkınları bitki gelişimini ve verimi olumsuz etkilemesinin yanı sıra dere kenarlarında bulunan verimli toprakların nehrin kenar aşınırma ve koparmaları sonucu toprakların kayıp olmasına da neden olmaktadır.

Terme'de her mevsim yağışlı tipik Karadeniz iklimi hüküm sürmektedir. Terme ilçesine en yakın Ünye 17624 nolu rasatın 1960-2014 yılları arası verilerine göre, yıllık ortalama yağış miktarı 964,8 mm olup en fazla Kasım ayında ne düşük ise 52.7 mm ile Mayıs ayında ölçülmüştür. İlçenin sıcaklık durumu ise ortalama yıllık sıcaklık durumu 14.3 °C ve en sıcak ay 23.2 °C ile Ağustos ve en düşük sıcaklık ise 6.8 °C ile Şubat ayında ölçülmüştür.

Terme Çayının her iki yakasının yaklaşık birer km mesafe alanı kaplayan çalışma alanı içerisinde yer alan mevcut arazi kullanım dağılımı Şekil 2' de verilmiştir. Alanda yaygın olarak fındık yetiştiriciliği yanı sıra 5450.4 da alanda çeltik üretimi yapıldığı görülmektedir. % 9.5'lük kısım ise bataklık, gölet, su kanalı, kumul alan ve dere yatağından oluşmaktadır.



Şekil 2. Çalışma alanı mevcut arazi kullanım haritası.

Çalışma alanı toprakları Coşkun ve Dengiz (2016) tarafından yapılan toprak etüd ve haritalama çalışmasına göre, 17 toprak profili incelenmiş, incelenen topraklar 4 ordo, 6 altordo, 8 büyük grup ve 10 alt grup içerisine yerleştirilmiştir. Bu ordolar içerisinde % 55.3 ile Inceptisoller en fazla alan kaplarken bunu sırasıyla % 30.6 ile Entisoller, 8.9% ile Vertisoller ve % 5.2 ile de Alfisoller izlemektedir. Araştırmacılar, 10

almaktadır. 0-4 arasında kalan değerler ise toprak karakteristiğinin çeltik bitkisinin gelişimini sınırlama derecesine göre değişmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Parametreler ve onlara ait alt faktörler ağırlık oranları.

Parametreler									
Bünye		Drenaj		pH		Derinlik (cm)			
Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı
Si, SL, fSL, G, S, LS	0	iyi/aşırı	1	>8.4-4.0	1	0-20	1		
L,SCL, SiL	1	Orta iyi	2	7.9-8.4	2	20-50	2		
CL, SiC, C- <45%	3	Yetersiz	3	4.0-5.0	3	50-90	3		
SiCL, SC, C- >45%	4	Fena	4	7.4-7.8	4	90+	4		
				5.1-5.5					
				5.5-7.3					
Parametreler									
CaCO ₃ (%)		Toplam Azot (%)		Yarayışlı P (mg kg ⁻¹)		Yarayışlı K (mg kg ⁻¹)		Yarayışlı Zn (mg kg ⁻¹)	
Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı	Alt Faktör	Ağırlık Puanı
> 20	1	< 0.1	1	<5	1	<10	1	<0.3	1
15-20	2	0.1-0.2	3	5-10	2	10-30	2	0.5-0.3	2
5-15	3	>0.2	4	10-25	3	30-60	3	0.7-0.5	3
0-5	4			> 25	4	>60	4	>0.7	4

Parametrelerin (Kriterlerin) her birine ait ağırlık puanlarının belirlenmesi işlemi, 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 ölçeği Tablo 3' te verilmiştir (Saaty, 1980).

Tablo 3. AHS tekniğinde tercihler için kullanılan ikili karşılaştırmalar ölçeği.

Sözel Tercih Hükmü	Açıklama	Değer
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; i-) İlk adımda kriterlerin etki durumu göz önünde bulundurularak ikili karşılaştırmaların yapıldığı matrisler oluşturulur,

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

Burada,

A = İkili karşılaştırmalar matrisi,

a_{ij} = Hiyerarşinin bir üst düzeyindeki elemana göre, i elemanının

j elemanına göre önemidir (i, j= 1,2,...,n)'dir.

İkili karşılaştırma matrisinin özellikleri

- $a_{ji} = 1/a_{ij}$,

- $a_{ij} > 0$ (i, j= 1,2,...,n)'dir.

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

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

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.

$$a_{ij} = \frac{W_i}{W_j}$$

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.

$$a_{ik} a_{kj} = \frac{W_i}{W_k} \frac{W_k}{W_j} = \frac{W_i}{W_j} = a_{ij} \quad (i,j,k= 1,2,\dots,n)$$

İkili karşılaştırmalar matrisinin köşegen elemanları 1 değerini almaktadır. Yani, $a_{ii} = 1$ ($i,j,k= 1,2,\dots,n$).

ii-) 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 matrise *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.

iii-) 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 and 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.

$$Tİ = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Öte yandan Tutarlılık Oranını 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 (Tablo 4).

Tablo 4. Tutarlılık oranının hesaplanmasında kullanılan ve matris boyutlarına göre değişen rastgele indeks değerleri (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

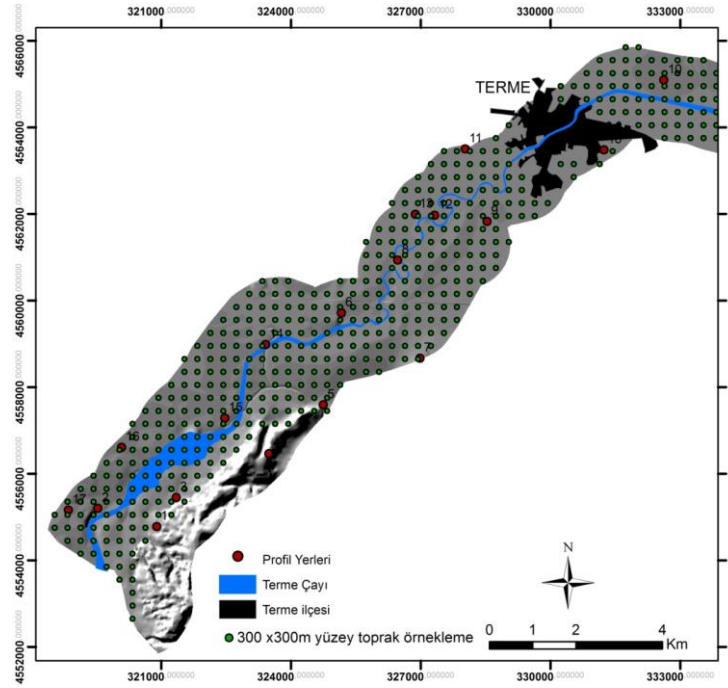
$$TO = T_i/R_i$$

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).

Araştırma alanından 300 x 300 m aralıklara sahip grit sistemde, toplam 419 adet yüzey (0-20cm) toprak örnekleme yapılmıştır (Şekil 4).

Alınan toprak örneklerinde, bünye Hidrometre yöntemiyle (Bouyoucous, 1951), toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre kullanılarak (Soil Survey Labrotory, 1992), elektriksel iletkenlik saturasyon çamurunda kondaktivimetre aleti kullanılarak (Soil Survey Labrotory, 1992), kireç serbest karbonatların tayininde Scheibler kalsimetresi kullanılarak (Soil Survey Staff, 1993), yarayışlı potasyum 1 N amonyum asetat (NH₄Oac) ile ekstrakte edilen potasyumun analiz edilmesiyle (Soil Survey

Labrotory, 1992), toplam azot mikro Kjeldahl metodu ile belirlenmiş (Bremner, 1982), yarıyıllı fosfor Olsen metoduyla (Olsen, 1982), çinko DTPA ile ekstrakte edilebilir mikro element analiziyle (Lindsay ve Norvell 1978) belirlenmiştir.



Şekil 4. Çalışma alanı içerisinde grid sisteminde örnek alınan noktalar.

Çalışma alanına ait elde edilen toprak analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler SPSS 12.0 paket programında yapılmış, uygunluk sınıfların konumsal dağılım alanlarının belirlenmesinde ise ArcGIS 10.2v programları kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerine ait tanımsal istatistikleri

Çeltik tarımı yapılan topraklardan alınan örneklerin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 5'de verilmiştir. Tablo 5'de verilen çarpıklık katsayıları incelendiğinde; toprakların kil, silt, pH, toplam N ve S değeri dışındaki diğer özelliklerin normal dağılımdan uzak pozitif dağılımlar gösterdiği; kil, pH ve S değerlerinin incelenen tüm özellikler içerisinde negatif çarpıklığa sahip toprak özellikleri olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, incelenen toprak özelliklerinden kum ve S değerlerinin kabul edilebilir (± 2) çarpıklık katsayısı gösterdiği belirlenmiştir. Pozitif çarpıklık katsayıları, incelenen toprak özelliklerinin ortalamasının üzerinde aşırı uç değerlere sahip olduğunu, negatif çarpıklık katsayısı gösteren özellikler ise bazı alanlarda ortalamasının altında değerler aldığını göstermekte; nitekim, kabul edilebilir sınırların dışındaki toprak özelliklerinin tamamında değişkenlik katsayılarının yüksek bulunması da, bu durumu desteklemektedir.

Tablo 5. Çeltik tarımı yapılan toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler (n= 419)

	Bünye (%)			EC (dS m ⁻¹)	pH	CaCO ₃ (%)	Toplam N (%)	Alınabilir P (ppm)	Alınabilir K (ppm)	Zn (ppm)	S
	Kil	Silt	Kum								
En düşük	4.71	0.38	0.91	0.02	4.05	0.195	0.001	2.65	35.00	0.01	1.129
En yüksek	67.73	84.40	93.54	1.92	7.85	18.394	0.367	181.05	1707.50	3.31	3.332
Ortalama	37.12	31.72	31.16	0.44	6.38	1.385	0.134	20.62	193.40	0.41	2.730
Basıklık	0.04	3.64	2.73	8.61	1.68	99.72	0.77	55.18	19.84	16.59	2.022
Çarpıklık	-0.22	0.11	1.46	2.71	-0.37	8.49	0.21	5.63	3.74	3.60	-1.610
Ortanca	37.49	31.73	27.88	0.37	6.40	1.18	0.13	18.11	142.50	0.29	2.880
Std.S	12.32	8.89	15.09	0.30	0.49	1.22	0.05	13.65	177.12	0.41	0.488
Varyans	151.90	79.11	227.59	0.09	0.24	1.48	0.00	186.36	31372.11	0.17	0.238
D.K	33.21	28.04	48.42	66.95	7.71	87.83	35.87	66.20	91.58	101.52	17.862

S: Çeltik uygunluk indeksi

Wilding (1985) ve Mulla ve Mc Bratney (2000) toprak özelliklerindeki değişimlerin açıklanmasında önemli bir gösterge olarak kabul edilen değişkenlik katsayısını, aldığı değerlere göre düşük (< % 15), orta (% 15-35)

ve yüksek (>% 35) olarak sınıflandırmaktadırlar. Bu çalışmada; toprağın kil ve silt içeriği ile pH ve S değerleri dışındaki diğer fiziko-kimyasal toprak özelliklerinin, yüksek değişkenliğe sahip olduğu, en fazla değişkenlik gösteren toprak özelliğinin ekstrakte edilebilir Zn (% 101.52) olduğu görülmektedir. Çinkoda, değişkenlik katsayısının yüksek bulunması Özyazıcı ve ark. (2015)'in bulgularıyla paralellik göstermiştir. Bununla toprak pH'sının bazı yerlerde ortalamanın altında olmasına rağmen, değişkenlik katsayısının (% 7.71) incelenen özellikler içerisinde en düşük oranı verdiği ve düşük grupta yer aldığı görülmektedir. Benzer bulgular; Özyazıcı ve ark. (2011), Dengiz ve ark. (2015) ve Özyazıcı ve ark. (2016) tarafından da rapor edilmiştir.

AHP analizi ve çeltik uygunluk sınıflaması

Arazilerin çeltik tarımına uygunluklarının belirlenmesine yönelik olarak seçilen fiziksel kriterler (derinlik, bünye ve drenaj) ve kimyasal kriterler (pH, CaCO₃ içeriği, toplam azot, yarayışlı P, K ve Zn) için yapılan ikili karşılaştırmalara dayalı olarak elde edilen ağırlık değerleri Tablo 6'da sunulmuştur. Tablo 6'dan görüleceği üzere, 0.284 ağırlık değeri ile bu uygunluk kriterlerinden toprak bünye kriteri, en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak ortaya çıkmıştır. Bu kriteri sırasıyla toprak pH kriteri (0.176), drenaj kriteri (0.167), CaCO₃ içeriği kriteri (0.114), derinlik kriteri (0.104), yarayışlı fosfor (0.053), toplam azot (0.049), yarayışlı potasyum (0.031 ve yarayışlı potasyum kriteri (0.022) izlemektedir. Bu kriterlerin ikili karşılaştırmalarına ait ortalama Tutarlılık Oranı ise 0.09 olarak belirlenmiştir. Dengiz (2013) Çankırı Kızılırmak ilçesi aluviyal araziler üzerinde tarımı yapılan çeltik bitkisinin arazi uygunluk sınıflaması çalışmasında ve Sağlam ve ark. (2015) Bafra Ovası, Fener köyü çeltik tarımı yapılan toprakların, çeltik tarımı için toprak kalite özelliklerinin çok değişkenli istatistik ve jeostatistik analizler ile incelenmesi konumsal dağılımlarının belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada bünye özelliklerinde kil oranı potansiyel kalite indikatör olarak belirlemişlerdir. Ele alınan kriterlere yönelik hiyerarşik ilişki içerisinde ikinci ve üçüncü sırada ise toprak reaksiyonu ve drenaj gelmektedir. Çeltik bitkisi özellikle yüzey toprağının su iyi tutabildiği, drenajı zayıf, ağır bünyeli topraklarda en iyi gelişim gösterir. Toprağın verim gücü, kültür topraklarından sağlanan ürünün miktarı ve kalitesi ile yakından ilgilidir. Toprağın verim gücünü belirleyecek önemli faktör ise toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin dikkate alınarak kullanılmaları ve yönetilmeleri ile mümkündür. pH' s 4 ile 8 arasında değişik gösteren topraklara uyum sağlayabilir gibi kavramlar kullanılmakta ancak, geçirgenliği yüksek olan kumlu topraklar fazlaca su kaybına yol açtıkları ve besin maddelerince fakir olduklarından, çeltik yetiştirmeye elverişli değildirler. Ayrıca, çeltik üretim alanlarımızın alkalilik, tuzluluk, çinko, demir ve fosfor eksikliği gibi ve bilhassa ekim nöbeti yapılmadan yetiştirilmesi sonucu toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri de bozulmaktadır. Beşinci sıralarda yer alan kireç çalışma alanı içerisinde bitkilerin gelişmelerine olumsuzluk yaratacak sınırlarda ve son sıralarda ise verimlilik kriteri, düşük görülen alanlarda gübreleme faaliyetleri gibi unsurlarla giderilebilmesi nedeniyle ağırlık değerleri düşük bulunmuştur.

Tablo 6. Parametrelere ait ağırlık değerlerinin belirlenmesine yönelik AHS tekniği hesaplamaları.

İkili Karşılaştırmalar Matrisi									
	Bünye	Drenaj	pH	Derinlik	CaCO ₃	T.N	A.F	A.P	A.Z
Bünye	1.000	9.000	3.000	5.000	3.000	5.000	9.000	9.000	5.000
Drenaj	0.111	1.000	7.000	7.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
pH	0.333	0.140	1.000	5.000	9.000	5.000	9.000	5.000	7.000
Derinlik	0.200	0.140	0.200	1.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.000
CaCO ₃	0.333	0.333	0.111	0.200	1.000	7.000	9.000	5.000	9.000
T.N	0.200	0.333	0.200	0.200	0.140	1.000	5.000	3.000	3.000
A.F	0.111	0.333	0.111	0.200	0.110	0.200	1.000	5.000	7.000
A.P	0.111	0.333	0.200	0.200	0.200	0.330	0.200	1.000	5.000
A.Z	0.222	0.333	0.140	0,330	0.110	0.330	0.140	0,200	1.000
Total	2.601	11.945	11.962	19.99	21.56	26.86	41.34	36.20	43.00
Normalize Edilmiş İkili Karşılaştırmalar Matrisi									
	Bünye	Drenaj	pH	Derinlik	CaCO ₃	T.N	A.F	A.P	A.Z
Bünye	0.380	0.750	0.250	0.260	0.140	0.190	0.220	0.250	0.12
Drenaj	0.050	0.080	0.530	0.370	0.140	0.110	0.070	0.080	0.07
pH	0.120	0.010	0.080	0.260	0.400	0.190	0.220	0.140	0.16
Derinlik	0.080	0.010	0.080	0.050	0.200	0.190	0.120	0.140	0.07
CaCO ₃	0.120	0.030	0.010	0.010	0.030	0.260	0.220	0.140	0.21
T.N	0.080	0.030	0.010	0.010	0.007	0.040	0.120	0.070	0.07
A.F	0.050	0.030	0.010	0.010	0.050	0.007	0.020	0.140	0.16
A.P	0.050	0.030	0.020	0.010	0.003	0.010	0.005	0.030	0.12
A.Z	0.070	0.030	0.010	0.020	0.030	0.010	0.004	0.006	0.02

Tablo 6. (devamı)

Öncelik Vektör

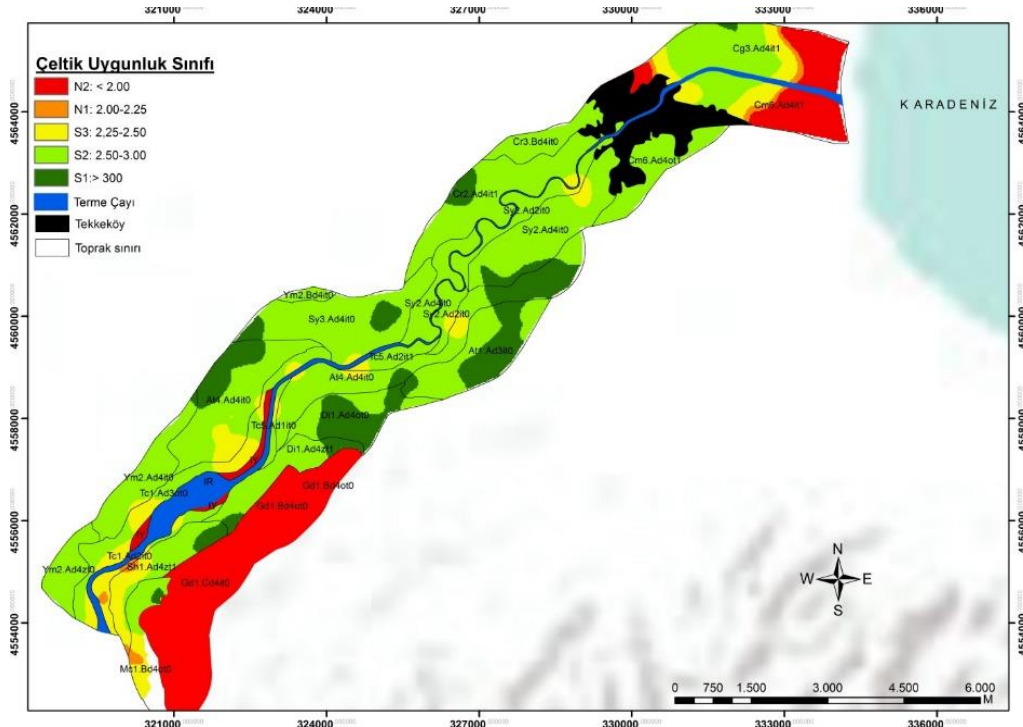
Criteria	Normalize Edilmiş Satırlar Toplamı	Normalize Edilmiş Satırlar Ortalaması	Öncelik Vektör
Bünye	2.560	2.560/9	0.284
Drenaj	1.500	1.500/9	0.167
pH	1.580	1.580/9	0.176
Derinlik	0.940	0.940/9	0.104
CaCO ₃	1.030	1.030/9	0.114
T.N	0.437	0.437/9	0.049
A.F	0.477	0.477/9	0.053
A.P	0.278	0.278/9	0.031
A.Z	0.200	0.200/9	0.022

T.N: Toplam azot. A.F: Yarayışlı fosfor. A.P: Yarayışlı potasyum. A.Z: Yarayışlı çinko, $\lambda_{\max} = 10.044$, CI= 0.131, CR= 0.09

Doğrusal kombinasyon tekniği dikkate alınarak çeltik arazi uygunluk değerlendirme çalışması sonucu oluşturulan çeltik arazi uygunluk haritası temel toprak haritası ile birlikte Şekil 5' de ve her bir uygunluk sınıflarına ait alansal ve oransal dağılımları Tablo 7'de verilmiştir. Toplam alanın yaklaşık % 69'u çok uygun ve uygun sınıfları oluştururken, yaklaşık % 19'u ise uygun olmayan sınıflara girmektedir. Buna karşılık yaklaşık % 11'lik kısım ise çeltik tarımı için az uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Çeltik tarımına uygun olmayan alanların en önemli kısıtlayıcı özellikleri bünye, toprak derinliği ve eğim oluşturmaktadır. Irmak yatağına yakın olan yerlerde yer alan Terme Çayı serisine ait toprakların çakıllı, taşlı ve kaba bünyeli sığ derinlikte olmasının yanı sıra Terme Çayının Karadeniz'e döküldüğü her iki yakasında yer alan Çangalar ve Çay Mahallesi serilerine ait Cg3.Ad4ot1 ve Cm6.Ad4it1 haritalama birimlerinin bir kısmı bünyeleri kaba bünyeli ve %70 ve üzeri kum içermesi nedeniyle çeltik tarımı için uygun değildir. Çeltik tarımı için önemli bir diğer unsur ise suyun tavalarda eşit olarak dağılımın sağlanması bu nedenle eğimin oldukça düşük olması gerekmektedir. Fakat Güneydibağdat serisine ait topraklarda eğim hafif ve orta (%6-10) arasında değişmektedir.

Tablo 7. Çeltik uygunluk sınıflarına ait alansal ve oransal dağılım

Uygunluk Sınıfı	Alan (ha)	Oran (%)
S1	563,4	10,6
S2	3121,1	58,6
S3	603,3	11,3
N1	63,3	1,2
N2	978,4	18,4
Toplam	5329,5	100,0



Şekil 5. Çalışma alanı toprak haritası üzerinde çeltik uygunluk sınıflarına ait alansal dağılım haritası

Kaynaklar

- Anonim, 2017. Seçilmiş Göstergelerle Samsun. Türkiye İstatistik Kurumu, Yayın No: 4276, <http://www.tuik.gov.tr/ilGostergeleri/iller/SAMSUN.pdf> (Erişim tarihi: 27.03.2017).
- Bouyoucos GJ, 1951. A Recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*. 43: 9.
- Coşkun A, Dengiz O, 2016. Samsun Terme Havzası bazı temel fizyografik karakteristikleri belirlenmesi ve tarımsal taşkın alanlarının toprak haritalanması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3:1-13.
- Bremner JM, Mulvaney CS, 1982. Nitrogen-Total. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2 nd ed. *Agronomy* 9: 595-624.
- Dengiz O, 2013. Land suitability assessment for rice cultivation based on GIS modeling. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 37: 326-334, DOI: 10.3906/tar-1204-36.
- Dengiz O, Şisman A, Gülser C, Şişman Y, 2014. Arazi toplulaştırmasında kullanılan arazi kalite dereceleme yöntemine alternatif yaklaşım. *Toprak Su Dergisi* 1: 59-69.
- Dengiz O ve Gülser C, 2014. Farklı fluvial depozitler üzerinde oluşmuş toprakların dağılım alanların belirlenmesi ve sınıflandırılması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 1: 9-17.
- Dengiz O, Özyazıcı MA, Sağlam M, 2015. Multi-criteria assessment and geostatistical approach for determination of rice growing suitability sites in Gokirmak catchment. *Paddy and Water Environment*, 13(1): 1-10.
- Doğanay H, 2007. Ekonomik Coğrafya 3 "Ziraat Coğrafyası", Aktif Yayınları, Erzurum.
- Göney S, 1980. Sıcak Bölgelerde Ziraat Hayatı, Coğ. Enst. Yayın No: 116, Ed. Fak. Yay. No: 2732, Ed. Fak. Matbaası, İstanbul.
- Kumar NV, Ganesh LS, 1996. A Simulation-based evaluation of the approximate and exact eigenvector methods employed in AHP, *European Journal of Operational Research* 95: 656-662.
- Lindsay WL, Norvell WA, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society America Journal* 42(3):421-428.
- Mulla DJ, Mc Bratney AB, 2000. Soil spatial variability. *Handbook of Soil Science* CRS Pres., pp. 321-352.
- Olsen SR, Sommers EL, 1982. Phosphorus availability indices. Phosphorus soluble in sodium bicarbonate. *Methods of Soils Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties*. Editors: A. L. Page, R. H. Miller, D. R. Keeney, p. 404-430
- Özyazıcı MA, Dengiz O, Aydoğan M, Bayraklı B, Kesim E, Urla Ö, Yıldız H, Ünal E, 2015. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının bazı makro ve mikro bitki besin maddesi konsantrasyonları ve ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW) ile haritalanması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 16(2): 187-202.
- Özyazıcı MA, Dengiz O, Aydoğan M, Bayraklı B, Kesim E, Urla Ö, Yıldız H, Ünal E, 2016. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 31(1): 136-148.
- Özyazıcı MA, Özyazıcı G, Dengiz O, 2011. Determination of micronutrients in tea plantations in The Eastern Black Sea Region, Turkey. *African Journal of Agricultural Research* 6(22): 5174-5180.
- 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.
- Sağlam M, Dengiz O, Saygın F, 2015. Assessment of horizontal and vertical variabilities of soil quality using multivariate statistics and geostatistical methods. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 46: 1677-1697
- Saaty TL, 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Soil Survey Staff, 1992. *Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey*. Soil Surv. Invest. Rep. I. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C. USA.
- Soil Survey Staff, 1993. *Soil Survey Manual*, USDA. Handbook No: 18 Washington D.C.
- Wilding LP, 1985. Spatial Variability: It's documentation, accommodation and implication to soil surveys. In: *Soil Spatial Variability*, (Eds: Nielsen, D.R. and J. Bouma) Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp: 166-194.