



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

## CBS Kullanılarak Çeltik Tarımı için Arazi Uygunluk Değerlendirmesi: Hayrabolu Deresi Havzası (Trakya Yarımadası) Örneği

Emre ÖZŞAHİN<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Namık Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 59030, Tekirdağ, TÜRKİYE

### ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

DOI: 10.1501/Tarimbil\_0000001388

Sorumlu Yazar: Emre ÖZŞAHİN, E-posta: eozsahin@nku.edu.tr, Tel: +90 (282) 250 26 96

Geliş Tarihi: 01 Eylül 2014, Düzeltmelerin Gelişi: 17 Şubat 2015, Kabul: 17 Şubat 2015

### ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'nin önemli çeltik ekim alanlarının bulunduğu Trakya Yarımadasında yer alan Hayrabolu Deresi Havzası'nda çeltik tarımı için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli arazi uygunluk değerlendirmesinin yapılması amaçlanmıştır. Havza alanı Tekirdağ ilinde çeltik tarımının yapıldığı en önemli sahadır. Bu bakımdan Tekirdağ ilinin Türkiye çeltik üretimine olan katkısını değerlendirmek ve gelecekte yapılacak tarımsal amaçlı planlamalara destek olması açısından çalışmanın önemli olduğu düşünülmektedir. Çalışma amacı kapsamında Dengiz (2013) tarafından kullanılan yöntem içeriğinden yararlanılmıştır. Bu amaçla Ekinci (1990) tarafından bildirilen yöre topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri kullanılmıştır. Çalışma sonunda Hayrabolu Deresi Havzası'nın % 74.1 oranla çeltik tarımına uygun arazilerden oluştuğu tespit edilmiştir. Türkiye'deki çeltik ihtiyacındaki artışa bağlı olarak yakın gelecekte havzada yeni sahalarda bu tahılın yetiştirilmesi için kullanılacağı anlaşılmaktadır. Bu bakımdan çeltik tarımına açılacak yeni sahaların bu veya buna benzer farklı çalışmalarla tespit edilip, araştırılması doğal kaynakların kullanımının sürdürülebilir olması bakımından oldukça mühim bir husustur. Sonuç olarak CBS teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları, benzer sahalarda için aynı yöntemin rahatlıkla kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çeltik tarımı; Coğrafi bilgi sistemleri (CBS); Dengiz yöntemi; Arazi uygunluk değerlendirme; Hayrabolu deresi havzası; Tekirdağ

## Land Suitability Assessment for Rice Cultivation Using GIS: Hayrabolu Stream Basin (Thrace Peninsula) Case

### ARTICLE INFO

Research Article

Corresponding Author: Emre ÖZŞAHİN, E-mail: eozsahin@nku.edu.tr, Tel: +90 (282) 250 26 96

Received: 01 September 2014, Received in Revised Form: 17 February 2015, Accepted: 17 February 2015

### ABSTRACT

This study aims to generate a Geographic Information Systems (GIS) based land suitability assessment for rice cultivation in the Hayrabolu Stream Basin located in the Thrace Peninsula where important rice cultivation areas of Turkey situated. The basin area is most important rice cultivation site in Tekirdağ province. In this regard, the study was considered

significant attributes for evaluating current contribution of Tekirdağ province to the rice cultivation in Turkey and supporting the future agricultural plans in the region. The method employed by Dengiz (2013) was used in the present study. In addition, the physical and chemical properties of the soils reported by Ekinci (1990) were utilized in the study. It was determined that 74.1% of the Hayrabolu Stream Basin consisted of typical rice cultivation lands. New sites in the basin may be used for the cultivation of this grain in near future due to increasing rice demand in Turkey. Therefore, determination and characterization of possible new rice sites by means of GIS technologies is quite important for sustainable utilization of natural resources. Consequently results of this study indicated that GIS based techniques could be used for similar sites.

Keywords: Rice cultivation; Geographic information systems (GIS); Dengiz method; Land suitability assessment; Hayrabolu stream basin; Tekirdağ

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

## 1. Giriş

Günümüze kadar yaklaşık 5000 yıldan beri tarımı yapılan çeltik (Özşahin 2008), işlenip pirinç haline getirildiğinde yeryüzündeki çok sayıdaki insanın temel besin maddelerinden birisine dönüşmektedir (Taşlıgil & Şahin 2011). Bu nedenle tahıllar içerisinde dünya çapında bir öneme sahiptir (Sezer & Mut 2004). Nitekim Dünya’da çeltik ekimi  $156 \times 10^6$  ha ve üretimi ise  $660 \times 10^6$  t’dur (Dengiz 2013). Türkiye’de ise Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanının 2012 yılı verilerine göre çeltik ekimi 1196639 dekar, üretim ise 880000 t’dur. Bütün bu istatistik veriler gerek dünya, gerekse Türkiye açısından çeltik tarımının önemini göstermektedir.

Günümüzde neredeyse bütün dünya ülkeleri, gerçekleştirdikleri bilimsel çalışmalar ile arazi değerlendirme, arazi kullanım ve tarımsal üretim planlamaları yapmaktadır (Dengiz et al 2009; 2010a; Dengiz & Sarioğlu 2013). Böylece tarımsal anlamda verimlilik özelliklerinin ve kalite indikatörlerinin belirlenmesi sağlanarak sürdürülebilir agroekosistemler oluşturulmaktadır (Dengiz & Özcan 2006; Dindaroğlu & Canbolat 2011). Tarımsal ürünler açısından bu tür çalışmalar daha çok arazi uygunluk ve kalite değerlendirmesi şeklinde yapılabildiği gibi (Dengiz & Baskan 2009), doğal kaynak yönetimi ve çevresel değerlendirme şeklinde de gerçekleştirilebilmektedir (Dengiz et al 2010b). Bu kapsamlı çalışmalar, yaşadığımız bilgi çağında bilgi teknolojisine bağlı olarak Coğrafi

Bilgi Sistemleri (CBS) destekli olarak yapılmaktadır (Dengiz & Sarioğlu 2011).

Perera et al (1993) Sri Lanka’nın güneyinde çeltik tarımı için uygun alanları CBS’ye dayalı olarak araştırmışlardır. Mongkolsawat et al (2002) Kuzeydoğu Tayland’daki Aşağı Namphong havzasındaki arazilerin çeltik tarımına uygunluğunu CBS tabanlı arazi değerlendirme modelinde sorgulamışlardır. Usul et al (2006) Amasya ilinin güneybatısında yer alan Gökhöyük Tarım İşletmesinde CBS destekli arazi kalite değerlendirmesi yapmışlardır. Dengiz & Özcan (2006) Samsun ilindeki Bafra Ovası’nın CBS kullanarak arazi verimlilik özelliklerini belirlemişlerdir. Dengiz et al (2010a) Bafra Ovası’nda çeltik tarımının yapıldığı araziler için CBS tabanlı arazi uygunluk haritalamasını yapmışlardır. Cheng & Wu (2011) Çin’in Zhejiang ilinde çeltik tarımı ve verimi için CBS destekli uygunluk indeksi belirlemesi ve haritalaması yapmışlardır. Dengiz (2013) İç Anadolu Bölgesi’ndeki Çankırı ilinin Kızılırmak ilçesindeki çalışma alanın çeltik tarımı için CBS tabanlı arazi uygunluk haritalamasını yapmıştır.

Bu çalışmada CBS kullanılarak Hayrabolu Deresi Havzası’nda çeltik tarımı için arazi uygunluk değerlendirmesinin yapılması amaçlanmıştır. Bu amaçla Dengiz (Dengiz et al 2010a; Dengiz 2013) tarafından kullanılan yöntem içeriğinden yararlanılmıştır.

Çalışma, Tekirdağ ilinde çeltik tarımının yapıldığı en önemli yeri kapsamı, ilin Türkiye

çeltik üretimine olan katkısını değerlendirmek ve gelecekte yapılacak çalışmalara destek olması açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca bu çalışma günümüzde, Türkiye’de tarımın karşılaştığı en büyük problem olan verim düşüklüğünün de (Taşlıgil 2010) giderilmesi adına atılacak önemli bir adımı oluşturmaktadır. Son olarak elde edilen bulgular ve sonuçlar, konu hakkında kuramsal çalışmalara ve hipotezlerin geliştirilmesine yardımcı olabileceği gibi, bu konularda çalışacak bilim insanlarına da bir kaynak teşkil edebilecektir.

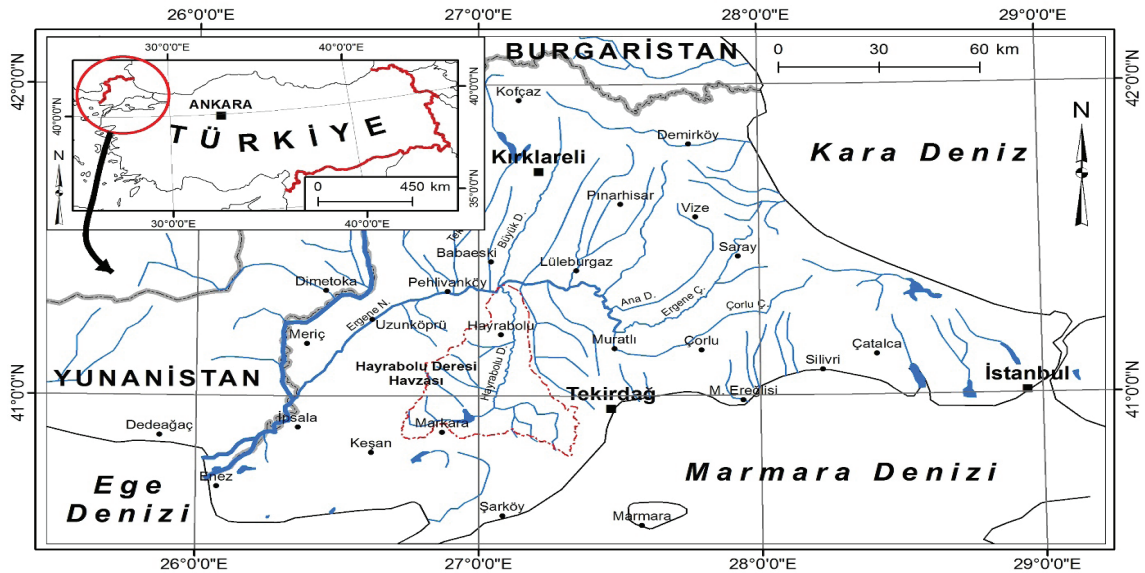
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. İnceleme alanının konumu ve genel özellikleri

İnceleme alanı, Türkiye’nin kuzeybatı kesiminde (Şekil 1), Marmara Bölgesi’nin Ergene Bölümü’nde yer almaktadır. İdari olarak havzanın büyük çoğunluğu Tekirdağ ili sınırları olmak üzere Edirne ve Kırklareli il sınırları dahilinde bulunmaktadır. Havzanın yüzölçümü 1536 km<sup>2</sup> olup, Ergene Nehri’nin bir kolu olan Hayrabolu Deresi’nin su bölümü sahasını oluşturmaktadır (Şekil 1).

Trakya Havzası’nda yer alan inceleme alanında, jeolojik olarak Üst Eosen’den günümüze farklı yaş ve türde değişik kayalar yayılış göstermektedir. Üst Eosen’den Kuvaterner’e kadar farklı dönemlerde oluşmuş kırıntılılar en geniş sahada bulunur. En genç çökeller ise Kuvaterner’e ait alüvyonlar’dır. Tektonik olarak, Kuzey Anadolu Fayı ailesinin (Şengör 2011) batı uzantısında bulunan Ganos (Saroz-Gaziköy) fayı’nın kuzeyinde konumlanmaktadır (Işık 2007).

Havza alanında jeomorfolojik olarak çeşitli yerçekli sistemleri bulunur (Altın et al 1992). Havzanın güney kesiminde inceleme alanının en yüksek kesimleri olan Ganos (Işıklar) Dağı yer alır. Havzanın kuzeyinde Ergene Nehri’ne doğru olan kısımlarında alüvyon vadi tabanları şeklinde gelişmiş ovalık sahalarda bulunur. Dağ ve ova tabanları arasında aşınım ve birikim yüzeyleri şeklinde plato sahalarda yayılış gösterir. Havza alanında yaz mevsiminin sıcak ve kurak, kış mevsiminin ise soğuk ve kar yağışlı bir karakterde olduğu karasal iklim koşulları egemendir (Gürpınar 1994). Bölge genelinde yapılan toprak çalışmalarından elde



Şekil 1- Havza alanının konumu

Figure 1- Location of basin area

edilen bilgiler ışığında havza alanında Toprak Taksonomisine göre Entisol, Alfisol, İnceptisol, Mollisol ve Vertisol olmak üzere 5 toprak ordusu yer almaktadır (Ekinci 1990). Havza alanının doğal bitki örtüsünü ormanlar oluşturur. Saha genelinde kurak ormanlar hakim durumdadır (Dönmez 1990). Buna mukabil havzanın Ganos Dağı'na doğru olan kesimlerinde meşe, gürgen, ıhlamur ağaçlarının oluşturduğu nemli ormanlarda yayılış gösterir (Güngördü 1999).

Genel olarak tarımsal amaçlı olarak kullanılan havza alanında en geniş sahada buğday, ayçiçeği, mısır ve çeltik tarımı yapılmaktadır (Adiloglu & Güler 2010; Orak et al 2012). Ancak çeltik tarımı havza açısından oldukça önemlidir. Zira büyük çoğunluğu Tekirdağ ili sınırları içerisinde kalan havza alanı, 2013 yılında bu ilde çeltik tarımının yapıldığı tek yerdir. Gerçekten de Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanının 2013 yılı verilerine göre (TUİK 2014) çeltik tarımında ülke genelinde ekilen alan (31000 dekar) ve üretim (28899 ton) açısından 7., verim (932 kg da<sup>-1</sup>) açısından da 3. sırada yer alan Tekirdağ ilinde çeltik tarımının yapıldığı tek alan burasıdır (Çizelge 1). Ayrıca bu durum T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı'ndan elde edilen 1:25000 ölçekli Ulusal Arazi Örtüsü Sınıflandırma sisteminden alınan verilerde de teyit edilmektedir (Şekil 2).

Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı kayıtlarına (TUİK 2014) göre havza alanındaki çeltik ekimi ile ilk kayıt 1996 yılında tutulmaya başlanmıştır. Bu dönemde 300 da alanda çeltik tarımı yapılmıştır. Daha sonra bazı

yıllarda dalgalanma yaşanmışsa da günümüze kadar çeltik tarımının yaygınlaşarak attığı görülmektedir (Çizelge 2). Çalışmayı daha anlamlı kılmak için geçmiş ve günümüze ait arazi kullanımı verileri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma 1999 yılı ve 2013 yıllarına ait çeltik tarlalarının mekânsal dağılışı şeklinde gerçekleştirilmiştir. 1999 yılındaki dağılışı 1:100000 ölçekli Tekirdağ İli Arazi Varlığı raporundan (Tekirdağ İli Arazi Varlığı 1999), 2013 yılındaki dağılışı ise 1:25000 ölçekli Ulusal Arazi Örtüsü Sınıflandırma sisteminden alınan veriler çerçevesinde elde edilmiştir. Buna göre 1999 yılında 1500 da alanda lokal olarak yapılan çeltik tarımı, günümüze doğru genişleyerek 2013 yılında 31000 da'a ulaşmıştır (Çizelge 2, Şekil 3). İlgili yıllarda görülen bu artış beşeri faktörlerin yanında doğal faktörlerin de bu sahanın çeltik tarımına müsait olduğunu göstermektedir.

## 2.2. Yöntem

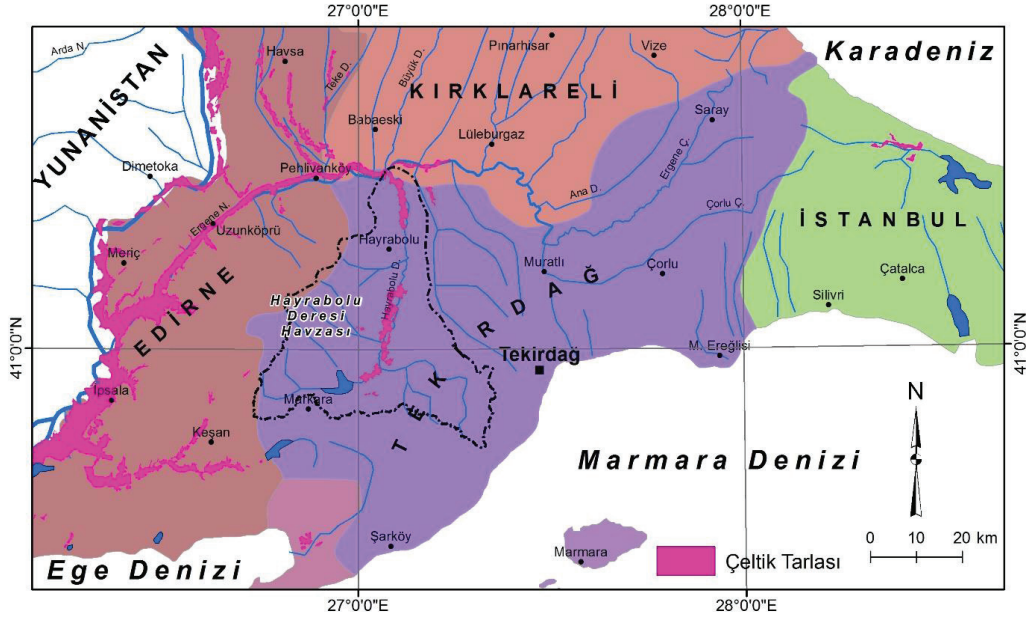
Çeltik tarımı için uygunluk değerlendirmesinin yapılmasının amaçlandığı bu çalışma, bilimsel araştırma yöntemlerine bağlı kalınarak hazırlık; gözlem, ölçme ve istatistik; analiz ve sonuç olmak üzere dört aşamada tamamlanmıştır.

Çalışmanın hazırlık safhasında, öncelikli olarak konu ve alan ile ilgili literatür taranarak gözden geçirilmiştir. Daha sonra temel materyal olarak kullanılacak toprak analizleri ve hâlihazırda bulunan haritalar tedarik edilmiştir. Toprak analizleri için, Ekinci (1990), Adiloglu ve Güler (2010) tarafından yapılan ölçüm sonuçlarından yararlanılmıştır. Bu yararlanma, havza alanı ve yakın çevresini

### Çizelge 1- 2013 yılında havza alanının çeltik tarımı açısından Türkiye ve Tekirdağ ilindeki durumu (TUİK 2014)

Table 1- The state of the basin area in terms of rice cultivation in Turkey and Tekirdağ province in 2013 (TUİK 2014)

Yer		Ekilen alan (da)	Hasat edilen alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )
Türkiye		1105924	1105924	900000	814
Tekirdağ		31000	31000	28899	932
Havza alanı	Hayrabolu	30000	30000	28110	937
	Malkara	1000	1000	789	789



Şekil 2- Havza alanı ve yakın çevresindeki çeltik tarlalarının dağılışı

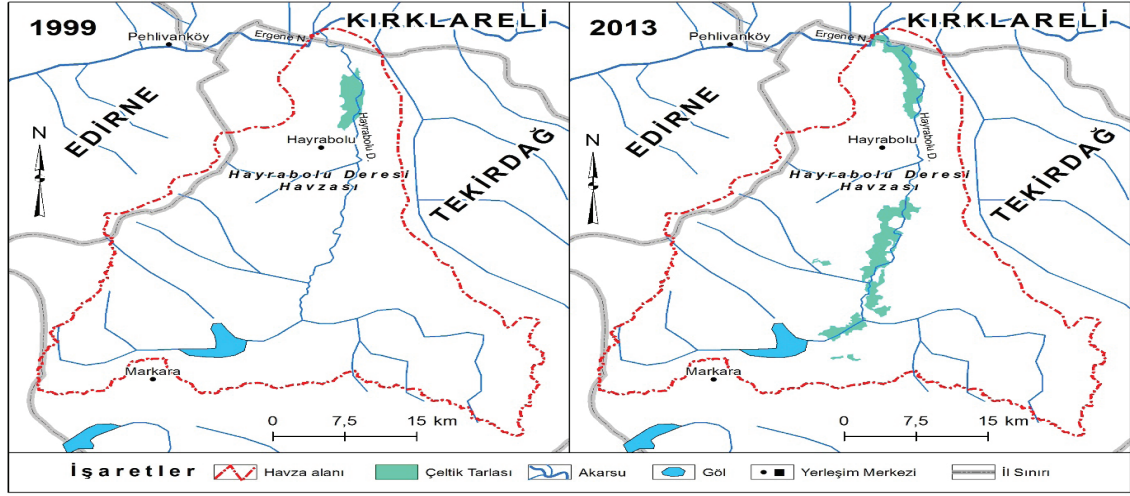
Figure 2- Distribution of Rice paddies in the basin area and its surroundings

Çizelge 2- Havza alanında çeltik tarımının zamansal değişimi (TUİK 2014)

Table 2- Temporal change of rice cultivation in the basin area (TUİK 2014)

Yıllar	Ekilen alan (dekar)	Hasat edilen alan (dekar)	Üretim (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )
1996	300	300	150	500
1997	1200	1200	535	446
1998	1480	1480	808	546
1999	1500	1500	794	529
2000	2050	2050	2264	2033
2001	5870	5870	4206	1261
2002	6630	6630	4729	1320
2003	9220	9220	6200	1316
2004	16440	16440	12255	1427
2005	17500	17500	12960	1422
2006	35177	35177	25658	1491
2007	32697	32697	31809	1746
2008	35721	35721	29835	1702
2009	20500	20500	17582	1716
2010	27075	27075	26255	1940
2011	25604	25604	22023	1720
2012	37700	37700	30924	1606
2013	31000	31000	28899	1726





Şekil 3- Havza alanında çeltik tarlalarının 1999 ve 2013 yıllarındaki mekânsal dağılışı

Figure 3- The spatial distribution of paddy field in the basin area in 1999 and 2013 years

karakterize eden 153 toprak örneğinin fiziksel ve kimyasal ölçüm sonuçlarının derlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Analizi yapılan örneklerin drenaj, tekstür, derinlik, tuz, kireç, organik madde, elektriksel iletkenlik (EC), Toprak reaksiyonu (pH), Sodyum (Na), Potasyum (K), Yarayışlı Fosfor ( $P_2O_5$ ), Yarayışlı Potasyum ( $K_2O$ ), Hacim ağırlığı ve Katyon değişim kapasitesi (KDK) ölçüm sonuçları kullanılmıştır. Bu sonuçların mekânsal dağılışı toprak parametrelerinin incelenmesinde çok sık kullanılan ve daha iyi olduğu bildirilen (Uygur et al 2010) ters uzaklık ağırlıklandırma (Inverse Distance Weighting-IDW) entarpolasyon yöntemiyle yapılmıştır.

Çalışmada 1:25000 ölçekli topografya paftalarından temel altlık harita olarak yararlanılmıştır. Bunun yanında Japonya Ekonomi, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı (METI) Dünya Uzaktan Algılama Veri Analiz Merkezi (ERSDAC) ve Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) tarafından üretilen Sayısal Yükseklik Modeli (GDEM)'nden, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yaptırılan 1:500000 ölçekli jeoloji haritasından ve Altın et al (1992) tarafından bildirilen saha hakkındaki jeomorfolojik bilgilerden faydalanılmıştır. Bütün

bu verilerin dağılışı ve haritalandırılması, ArcInfo/ArcMap 10.2 paket programı destekli olarak CBS ortamında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın gözlem, ölçme ve istatistik aşamasında, havza alanında sistematik bir şekilde arazi çalışmaları yapılmıştır. Bu esnada, hem literatürden hem de haritalar üzerinden toplanan veriler yerinde kontrol edilmiştir. Yine bu safhada, ilk aşamadaki toprak analiz sonuçları Microsoft Excel 2013 programında düzenlenmiş ve CBS tabanına Microsoft Access 2013 yazılımı kullanılarak aktarılmıştır.

Çalışmanın analiz kısmı, 10x10 m çözünürlüğünde üretilen grid haritalarla üç aşamada tamamlanmıştır. Bu safhada Dengiz (Dengiz et al 2010a; Dengiz 2013) tarafından çeltik tarımı için kullanılan metodolojiden istifade edilmiştir. Analiz kısmının ilk aşamasında besin elementi yarayışlılık indeksi, ikinci aşamada toprak kalitesi indeksi ve üçüncü aşamada ise arazi uygunluk indeksi tespit edilmiştir (Şekil 4, Çizelge 3).

Arazi kalite parametreleri çeltik tarımı için önem derecesine göre atanmıştır. Bu bakımdan Dengiz (Dengiz et al 2010a; Dengiz 2013) tarafından bildirilen arazi uygunluk parametreleri ve indeks

değerleri kullanılmıştır. İndeks değerlerinden yararlanılarak tanımlanan faktör haritaları oluşturulmuştur.

Elde edilen faktör haritaları kullanılarak önce besin elementi yarayırlılık indeksi Eşitlik 1'e göre analiz edilmiştir.

$$NAI = NA \times K \times P_2O_5 \times K_2O \quad (1)$$

Burada; NAI, besin elementi yarayırlılık indeksi; Na, Sodyum; K, Potasyum;  $P_2O_5$  (Yarayırlı fosfor) ve  $K_2O$  (Yarayırlı potasyum)'dur.

İkinci olarak ise toprak kalite indeksi Eşitlik 2'ye göre analiz edilmiştir.

$$SQI = R \times T \times D \times F \times S \times K \times OM \times EC \times H \times V \times C \quad (2)$$

Burada; SQI, toprak kalite indeksi; R, drenaj; T, tekstür; D, derinlik; F, topografya; S, tuz; K, kireç; OM, organik madde; EC, elektriksel iletkenlik; H, toprak reaksiyonu; V, hacim ağırlığı; C, katyon değişim kapasitesidir.

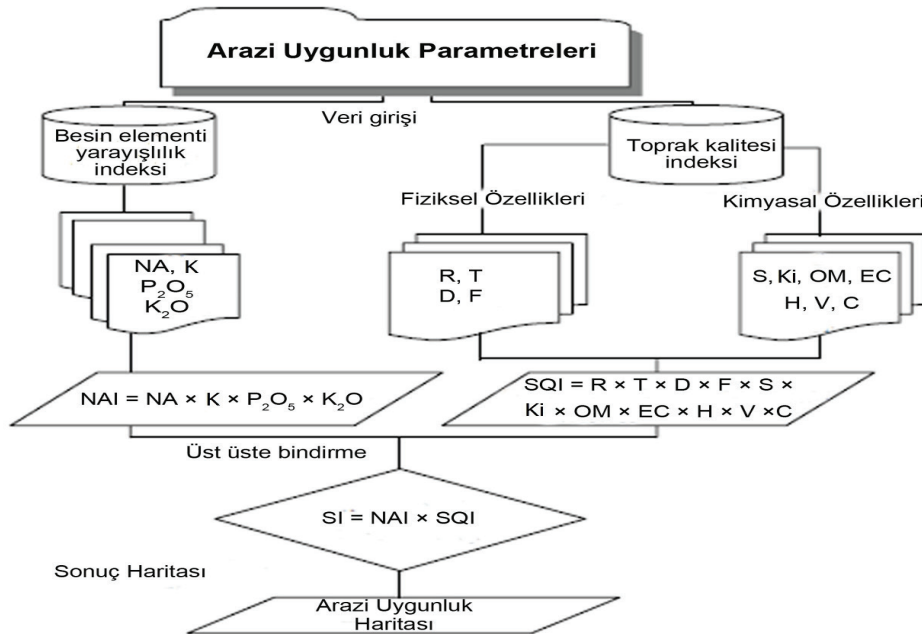
Her iki aşamada uygulanan eşitlik içerikleri doğrultusunda oluşturulan faktör haritaları ise Eşitlik 3 kapsamında birleştirilmiştir.

$$SI = NAI \times SQI \quad (3)$$

Burada; SI, uygunluk indeksi; NAI, besin elementi yarayırlılık indeksi ve SQI, toprak kalite indeksi'dir.

Nihai aşamada elde edilen uygunluk indeksi haritası Dengiz (Dengiz et al 2010a; Dengiz 2013) tarafından yapılan ayırım göz önünde bulundurularak 4 sınıf altında sıralanmıştır (Çizelge 4).

Çalışmanın sonuç aşamasında ise hem literatür taraması hem de arazi çalışmalarından elde edilen veriler, güncel çalışmalar ışığında değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular tartışılarak güncel bazı problemlerle ilişkilendirilmiş ve çeşitli öneriler geliştirilmiştir.



Şekil 4- Havza alanında çeltik tarımı için arazi uygunluk değerlendirmesindeki CBS uygulamalarının sistematik şeması

Figure 4- Schematic chart of GIS application to land suitability assessment for rice cultivation in the basin area

**Çizelge 3- Havza alanında çeltik tarımı için arazi kalite parametrelerinin faktör oranları**

Table 3- The factor ratios of quality parameters for rice cultivation in the basin area

Arazi kalite parametreleri		Faktör oranları			
Tanımlanan faktörler	Birim	1.0	0.8	0.5	0.2
		0.60 - >	0.60 - 0.40	0.40 - 0.10	0.10 - <
		NAI = NA × K × P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> × K <sub>2</sub> O			
Sodyum (Na)	me 100 g <sup>-1</sup>	1 - >	1 - 0.50	0.50 - 0.20	0.20 - <
Potasyum (K)	me 100 g <sup>-1</sup>	1.50 - >	1.50 - 1	1 - 0.50	0.50 - <
Yarayışlı Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg da <sup>-1</sup>	10 - >	10 - 5	5 - 2	2 - <
Yarayışlı Potasyum (K <sub>2</sub> O)	kg da <sup>-1</sup>	150 - >	150 - 100	100 - 50	50 - <
II. Toprak kalite indeksi (SQI)		SQI = R × T × D × F × S × Ki × OM × EC × H × V × C			
Drenaj (R)		Çok kötü	Kötü	Orta derecede iyi	İyi
Tekstür (T)	%	Kil	Kil, Killi balçık	Killi balçık, Kumlu killi balçık, Kumlu kil	Kil, Killi balçık, Kumlu killi balçık, Balçıklı kum
Derinlik (D)	cm	100 - >	100 - 75	75 - 50	50 - <
Topografya (F)	Yerçekilleri	Dağ	Plato	Ova	Taraça
	Eğim (%)	6 - >	6 - 4	4 - 2	2 - <
Tuz (S)	%	0.15 - >	0.15 - 0.05	0.05 - 0.02	0.02 - <
Kireç (Ki)	%	5 - >	5 - 1	1 - 0.60	0.60 - <
Organik Madde (OM)	%	5 - >	5 - 3	3 - 2	2 - <
Elektriksel iletkenlik (EC)	mS cm <sup>-1</sup>	0.30 - >	0.30 - 0.20	0.20 - 0.10	0.10 - <
Toprak reaksiyonu (H)	pH	7.5 - >	7.5 - 7	7 - 6.5	6.5 - <
Hacim ağırlığı (V)	g cm <sup>-3</sup>	1.75 - >	1.75 - 1.50	1.50 - 1.25	1.25 - <
Katyon değişim kapasitesi (C)	me 100 g <sup>-1</sup>	50 - >	50 - 30	30 - 20	20 - <



#### Çizelge 4- Çeltik tarımı için arazi uygunluk değerlendirmesi

Table 4- Land suitability evaluation for rice cultivation

Tanımlama	Uygunluk sınıfı	İndeks değeri
Çok uygun	S1	1.00 - 0.250
Orta derecede uygun	S2	0.250 - 0.100
Uygun	S3	0.100 - 0.025
Uygunsuz	N	0.025 - <

### 3. Bulgular ve Tartışma

Dünya nüfusunun beslenmesindeki üç önemli tahıldan biri olan (Zaman 2001; Doğanay 2007) çeltik, işlendiğinde dünya nüfusunun yarısından fazlasının temel gıdasını oluşturmaktadır (Bulut 2006; Özşahin 2008). Bu nedenle Türkiye tarımında çok önemli bir yer teşkil etmektedir (Taşlıgil & Şahin 2011). Bilhassa gerek Dünya, gerekse Türkiye ölçeğinde çeltik tarımı kapsamında yapılan çalışmalar bu bakımdan oldukça önemli ve zaruri bir durum kazanmaktadır.

Tekirdağ ilinde çeltik tarımının yapıldığı tek saha olan Hayrabolu Deresi Havzası'nda çeltik tarımı için arazi uygunluk değerlendirilmesinin yapıldığı bu çalışmada kullanılan toprak analizlerindeki tüm örneklerin, besin elementi yarıyışlılık ve toprak kalite indeksleri değerlendirilmiştir.

Çalışmanın analiz kısmının ikinci safhası olan toprak kalite indeksi'nin tespit edilmesinde ise drenaj, tekstür, derinlik, topografya, tuz, kireç, organik madde, elektriksel iletkenlik, toprak reaksiyonu, hacim ağırlığı ve katyon değişim kapasitesi gibi parametreler değerlendirilmiştir. Bu bağlamda çeltik tarımı için en müsait alanlar; drenajın kötü (Meral & Temizel 2006), toprak tekstürünün killi yapıda (Er & Geçit 1988), toprak derinliğinin fazla (Göney 1980; Özgöz et al 2012), yerçekillerinin düz ya da düze yakın (Taşlıgil & Şahin 2011), eğimin az (Sürek 2002), kireç oranının düşük (Doğanay 2007), organik madde bakımından zengin (Sürek 2002), elektriksel iletkenliğin düşük (Sürek 2002), toprak reaksiyonunun 8.5'ten düşük (Sürek 2002), hacim ağırlığı ve katyon değişim kapasitesinin (kil oranıyla doğru orantılıdır) ise yüksek (Ekinci 1990) olduğu yerlerdir.

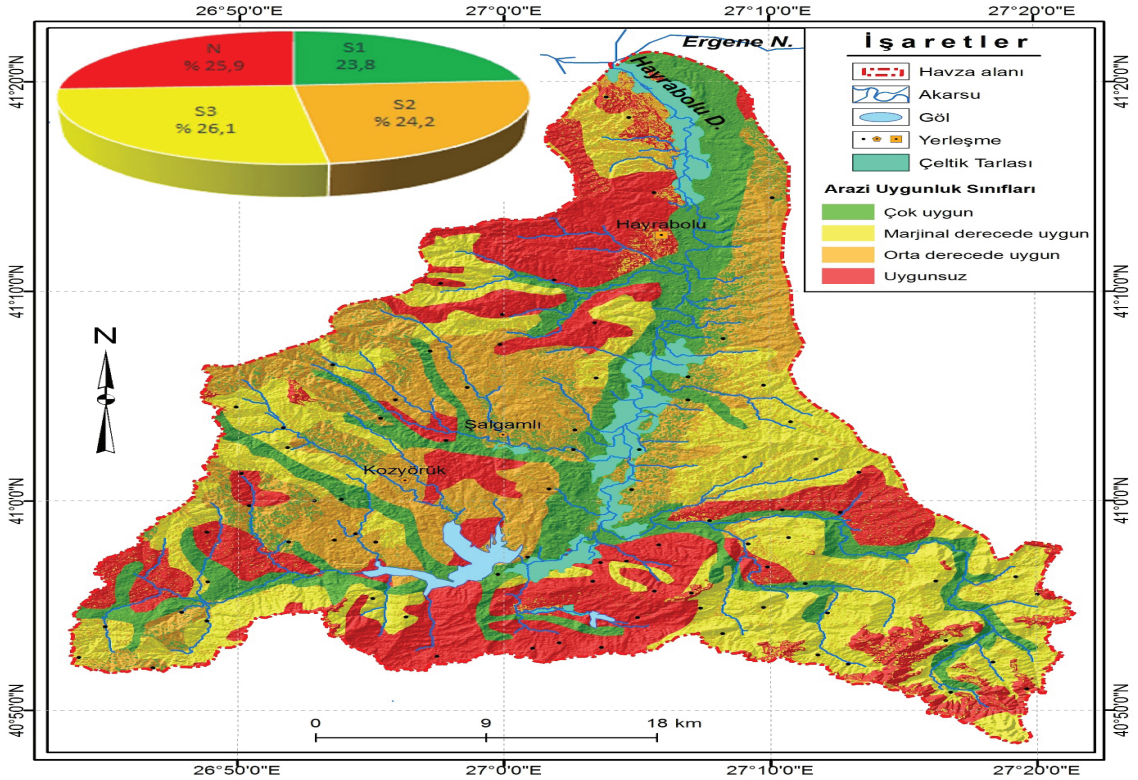
Bu çalışma kapsamında formül içerikleri dâhilinde gerçekleştirilen analizler sonucunda, Hayrabolu Deresi Havzası'nın çeltik tarımı için uygun olduğu anlaşılmıştır. Zira havza alanının % 26.1'i uygun, % 24.8'inin orta derecede uygun ve % 23.8'inin de çok uygun sahalardan oluşmaktadır (Çizelge 5). Havza alanında çeltik tarımı için en uygun alanlar başta Hayrabolu Deresi olmak üzere bu akarsuya ait kolların oluşturduğu alüvyon vadi tabanlarıdır (Şekil 5). Çeltik tarımı için uygunsuz sahaların oranı ise % 25.9'dur (Çizelge 5). Havzanın güneyinde Ganos Dağı'na doğru olan kesimleri ile Hayrabolu şehrinin batısındaki plato sahaları da çeltik tarımı için uygunsuz alanlar kategorisindedir (Şekil 5). Diğer arazi uygunluk sınıfları ise bu gruplar arasında dağılışı gösterir (Şekil 5).

#### Çizelge 5- Havza alanında çeltik tarımı için arazi uygunluk sınıflarının dağılışı

Table 5- Distribution of land suitability classes for rice cultivation in the basin area

Uygunluk sınıfı	Alan (km <sup>2</sup> )	Oran (%)
S1: Çok uygun	365.2	23.8
S2: Orta derecede uygun	372.2	24.2
S3: Uygun	401.2	26.1
N: Uygunsuz	397.4	25.9
Toplam	1536.0	100.0

Çalışma sonucunda tespit edilen arazi uygunluk sınıflarının oranları havzanın çeltik tarımına müsait olduğunu desteklemektedir. Zira benzer bulgulara literatürde de erişilmiştir. Perera et al (1993) Sri Lanka'nın güneyi için yaptıkları çalışmada bu sahanın % 72'sinin çeltik tarımına çok uygun veya uygun olduğunu tespit etmişlerdir. Mongkolsawat et al (2002) Kuzeydoğu Tayland'daki Aşağı Namphong havzasının % 17.7'sinin çeltik tarımı için müsait olmadığını belirlemişlerdir. Dengiz et al (2010a) Bafra Ovası'nın bir kısmını kapsayan çalışmalarında inceledikleri alanın % 79'unun çeltik tarımına çok uygun ve uygun arazilerden oluştuğu bulgusuna erişmişlerdir. Cheng & Wu (2011) Çin'in Zhejiang ilinin çeltik tarımına çok uygun olduğunu ortaya koymuşlardır. Dengiz (2013) İç Anadolu Bölgesi'ndeki Çankırı ilinin Kızılırmak ilçesindeki çalışma alanının çeltik tarımı açısından çok uygun ve uygun arazilerden oluştuğu sonucuna ulaşmıştır.



Şekil 5- Havza alanının çeltik tarımı için arazi uygunluk değerlendirmesi haritası

Figure 5- Land suitability assessment map for rice cultivation in the basin area

Hayrabolu Deresi Havzası'ndaki çeltik tarımına uygun alanların dağılışı sonuçları ayrıca, hâlihazırda çeltik tarımının yapıldığı sahalarla paralellik göstermektedir (Şekil 5). Bu uyumluluk çalışma bulgularının da doğru olduğuna işaret etmektedir.

Bununla birlikte CBS tabanlı arazi uygunluk çalışmalarının planlama ve yönetim açısından olduğu kadar, doğal kaynakların korunmasında da önemli olduğu anlaşılmıştır. Dengiz & Özcan (2006) benzer çalışmaların doğal kaynakların, özellikle toprakların, karakteristiklerine uygun sürdürülebilir bir şekilde üretkenliklerinin devamlılığı sağlamaya yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Dengiz et al (2007) bu tür çalışmaların birçok veriyi doğru ve hızlı bir şekilde analiz edilmesinde planlamacılara önemli kolaylıklar sağladığını bildirmişlerdir. Dengiz et al (2009) CBS destekli tarımsal kullanıma

uygunluk çalışmalarının, hem kullanıcılara hem de karar vericilere kararların alınmasında çabukluk ve esneklik kazandırdığının altını çizmişlerdir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışma sonunda Tekirdağ ilinde tek çeltik tarımını yapıldığı yer olan Hayrabolu Deresi Havzası'nın % 74.1 oranla çeltik tarımına uygun arazilerden oluştuğu tespit edilmiştir. Türkiye'deki çeltik yetiştirilmesindeki artış eğilimine bakılarak yakın gelecekte havza alanında yeni sahalarda bu tahılın yetiştirilmesi için kullanılacağı anlaşılmaktadır. Bu bakımdan çeltik tarımına açılacak yeni sahaların bu veya buna benzer farklı çalışmalarla tespit edilip, araştırılması doğal kaynakların kullanımının

sürdürülebilir olması bakımından oldukça mühim bir husustur.

Son olarak CBS teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları, benzer sahalar için aynı yöntemin rahatlıkla kullanılabileceğini göstermiştir.

## Kaynaklar

- Adıloğlu A & Güler M (2010). Hayrabolu Yöresi Tarım Topraklarının Verimlilik Durumu. *Hayrabolu Değerleri Sempozyumu* 13 Ekim 2010, s. 41-46, Tekirdağ
- Altın B N, Eldeniz Ş & Kayacılar C (1992). Hayrabolu dolayının jeomorfolojik ve neotektonik gelişimi-Ergene Nehri Havzası Güneyi, Trakya. *İ. Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülten* 9(9): 299-307
- Bulut İ (2006). Genel Tarım Bilgileri ve Tarımın Coğrafi Esasları (Ziraat Coğrafyası). Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara
- Cheng Q & Wu X (2011). Mapping paddy rice yield in Zhejiang Province using MODIS spectral index. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 35: 579-589
- Dengiz O & Özcan H (2006). Samsun-Bafra Ovası topraklarının CBS yardımıyla verimlilik indekslerinin (PI) belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(38): 136-142
- Dengiz O & Baskan O (2009). Land quality assessment and sustainable land use in Salt Lake (Tuz Gölü) specially protected area. *Environmental Monitoring and Assessment* 148: 233-243
- Dengiz O, Özdemir N, Öztürk E & Yakupoğlu T (2009). Doğu Karadeniz Bölgesi fındık arazilerinin tarımsal kullanıma uygunluk sınıflarının belirlemesi, pilot çalışma; Ünye-Tekiraz beldesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 24(3): 174-183
- Dengiz O, Sezer İ, Özdemir N, Göl C, Yakupoğlu T, Öztürk E, Sırat A & Şahin M (2010a). Application of GIS model in physical land evaluation suitability for rice cultivation. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 25(S-3): 184-191
- Dengiz O, Özcan H, Koksal S E, Baskan O & Kosker Y (2010b). Sustainable natural resource management and environmental assessment in the Salt Lake (Tuz Gölü) Specially Protected Area. *Environmental Monitoring and Assessment* 161: 327-342
- Dengiz O & Sarıoğlu F E (2011). Samsun ili bazı arazi özellikleri ve arazi kullanım durumlarının topografik özellikleri ile birlikte CBS analizleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 48(1): 55-60
- Dengiz O & Sarıoğlu F E (2013). Arazi değerlendirme çalışmalarında parametrik bir yaklaşım olan doğrusal kombinasyon tekniği. *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences* 19: 101-112
- Dengiz O (2013). Land suitability assessment for rice cultivation based on GIS modeling. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 37: 326-334
- Dindaroğlu T & Canbolat M Y (2011). Kuzgun baraj gölü su üretim havzasının toprak kalitesi bakımından değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 42(2): 145-151
- Doğanay H (2007). Ekonomik Coğrafya 3 (Ziraat Coğrafyası). Aktif Yayınları, Erzurum
- Dönmez Y (1990). Trakya'nın Bitki Coğrafyası. Genişletilmiş İkinci Baskı, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3601, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 51, İstanbul
- Ekinci H (1990). Türkiye Genel Toprak Haritasının Toprak Taksonomisine Göre Düzenlenebilir Olanaklarının Tekirdağ Bölgesi Üzerinde Araştırılması. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı (Basılmamış), Adana
- Er C & Geçit H H (1988). Çeltik. Garanti Bankası Tarım Bilgileri Dizisi 6, Ankara
- Göney S (1980). Sıcak Bölgelerde Ziraat (Ziraat Coğrafyası). Cilt: IV, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 116, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 2732, İstanbul
- Güngördü M (1999). Marmara Bölgesinin Bitki Coğrafyası. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 3416, İstanbul
- Gürpınar E (1994). Bir Çevresel Analiz Örneği Trakya. Der Yayınları, İstanbul
- Horuz A, Korkmaz A & Karaman M R (2013). Çeltik topraklarının silisyumlu gübrelemeye tepkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences* 19: 268-280
- İşık Ü (2007). Nusratlı-Yağcı-Tekirdağ arasındaki bölgenin hidrojeolojisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Uygulamalı Jeoloji Programı (Basılmamış), İstanbul

- Meral R & Temizel K E (2006). Çeltik Tarımında Sulama Uygulamaları ve Etkin Su Kullanımı. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* **9**(2): 104-109
- Mongkolsawat C, Thirangoon P & Kuptawutinan P (2002). A physical evaluation of land suitability for rice: A methodological study using GIS. Computer Centre, Khon Kaen University, Thailand
- Orak A, Sağlam N & Üngör M G (2012). Hayrabolu Köylerinde Çiftçilerin Sorunlarına Yönelik Yapılan Anket Çalışması. Hayrabolu Tarla Bitkileri Üretim Sorunları ve Çözüm Önerileri Paneli. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Tekirdağ
- Özgöz E, Günel H, Önen H, Bayram M & Acir N (2012). Effect of management on spatial and temporal distribution of soil physical properties. *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences* **18**: 77-91
- Özşahin E (2008). Gönen Ovasında Pirinç Tarımı. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* **18**(2): 49-70
- Perera L K, Kajiwaru K & Tateishi R (1993). Land suitability assessment by GIS for paddy cultivation in Sri Lanka. With a concern on environmental protection. In: Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS. *Better Understanding of Earth Environment* **4**: 2076-2078
- Sezer İ & Mut Z (2004). Samsun ilinde çeltik tarımının durumu ve üretimi arttırmak için öneriler. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi* **21**(1): 57-66
- Sürek H (2002). Pirinç Tarımı. Hasad Yayıncılık, İstanbul
- Şengör A M C (2011). İstanbul Boğazı Niçin Boğaziçi'nde Açılmıştır? Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları No: 5, s. 57-102, İstanbul
- Taşlıgil N (2010). Türkiye Ziraatının Problemleri. Çantay Kitabevi, İstanbul
- Taşlıgil N & Şahin G (2011). Türkiye'de çeltik (*Oryza sativa* L.) yetiştiriciliği ve coğrafi dağılımı. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* **4**(6): 182-203
- Tekirdağ İli Arazi Varlığı (1999). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. İl Rapor No: 59, Ankara
- TÜİK (2014). Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. (Erişim tarihi: 29.03.2014)
- Usul M, Dilsiz A & Tuğaç M G (2006). Gökhöyük tarım işletmesi topraklarının kalite durumlarının değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **37**(1): 21-27
- Uygur V, Irvem A, Karanlık S & Akis R (2010). Mapping of total nitrogen, available phosphorous and potassium in Amik Plain, Turkey. *Environmental Earth Sciences* **59**: 1129-1138
- Zaman M (2001). Çarşamba Ovası'nda çeltik tarımı. *Doğu Coğrafya Dergisi* **7**(5): 447-479