

## Isparta İli Meyve Yetiştirme Potansiyeli Yüksek Alanların Bazı Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Haritalanması

Levent BAŞAYIĞIT\* Hüseyin ŞENOL Metin MÜJDECİ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 32260 Çünür, Isparta.

\*Yazışma yazarı: levent@ziraat.sdu.edu.tr

**Özet:** Bu çalışmada Isparta ilinde meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanların bazı toprak özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile haritalanmasına yönelik bir yaklaşım yer almaktadır. Bu amaçla, çalışma alanı toprakları havzalara bölünmüş, toplam 160 farklı nokta, iki farklı derinlik için bazı belirlenen pH, EC, kireç, organik madde, tuz ve KDK değerlerine ait noktasal veriler kullanılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin konumsal analiz enterpolasyon araçları ters uzaklık enterpolasyon tekniği (IDW) kullanılarak noktasal veriler alansal verilere dönüştürülmüştür. Böylece her bir toprak özelliği için tematik haritalar üretilmiştir. Oluşturulan tematik haritaların kontrolü amacıyla rastgele seçilen 40 farklı noktada toprak örneği alınmış, bu örneklerde yapılan analiz sonuçları ile üretilen tematik haritalar karşılaştırılarak doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda, toprak özelliklerini gösteren tematik haritaların havza bazında genel fikir verebileceği, noktasal verilerin alansal verilere yayılmasında enterpolasyon tekniğinin toprak özellikleri için kullanımında çeşitli kısıtların ortaya çıktığı ve örnekleme sayısının diğer uygulama alanlarına göre daha fazla olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Coğrafi Bilgi Sistemleri, Ters Uzaklık Enterpolasyon Tekniği, Toprak Özellikleri, Toprak Haritası.

### Evaluation of Potential Fertility of Land for Fruit Orchards in Isparta Using Geographical Information Systems

**Abstract:** This study aims to produce maps of some soil properties in the potential area for fruit growing in Isparta, using Geographical Information System (GIS). For this purpose, the study area was divided into basins. The data related to KDK, pH, claim, organic matter, EC and salinity of soils which were collected from 160 different points in two depths were used. Data was converted spatial data using IDW interpolation process of spatial analyses module in GIS. Thus the thematic maps of each soil properties were produced. In accuracy evaluation, the 40 different control points were sampled and analysed. Then the obtained values were compared to thematic map layers. It was determined that, these maps which include the values of soil properties can provide general presentation for basin. However there was a constraint for using of interpolation process in converting the point data into spatial data. In addition, sampling number in soil research were most important factor for interpolation works.

**Key words:** Geographical Information Systems, IDW, Soil Properties, Soil Map.

#### Giriş

Bilgi teknolojilerindeki gelişmeye paralel olarak şekillenen Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), özellikle ekonomik, politik, sosyal ve kültürel kaynakların yönetimi ve entegrasyonu gibi karmaşık analiz gerektiren uygulamaların çözümlerinde karar destek mekanizması olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler,

karmaşık bilgi yapısının daha anlaşılır olabilmesi ve yoğun bilginin denetlenebilmesi için oluşturulmuş bilgisayar destekli sistemler bütünüdür. CBS, konumsal verilerin toplandığı, konumsal bilgiyi görüntüleyebilen, grafik ve nitelik bilgilerinin eş zamanlı kullanıldığı, farklı bilgi kaynaklarından

gelen verileri bütünleştirerek yönetim, planlama ve analiz problemlerinin çözümüne katkıda bulunan, bilgi alışverişinde standardizasyonu ve harita ile tabloların kombinasyonunu sağlayan özelliktedir. Böylece, sayısal akıllı haritalar yardımıyla sorgulama amaçlı veri tabanlarını ve istatistiksel analizleri kullanarak, bilginin sınıflandırılmasını sağlamakta, nesnelere ve olaylardan, sonuçları tahmin etmekte ve stratejik planlamada öne çıkmaktadır. (Yomralıoğlu, 2000, Akbaş ve ark., 2008).

Toprak, üç boyutlu, üç fazlı dinamik sistemlerin bütününden oluşmaktadır. Bu bütünlük ise toprakların çok kısa aralıklarda değişebilmesi ve özellikleri yönüyle sayısız değişkenlerin bir araya gelmesiyle sonuçlanmaktadır. Bu değişkenliğin çözülmesinde ve uygun bir sistem içerisinde yorumlanmasında coğrafi bilgi sistemleri en uygun araçlar olmaktadır.

CBS'nin toprak uygulamaları daha çok arazi kullanım planlamaları üzerine yoğunlaşmıştır. CBS ortamına harita katmanları olarak aktarılan veriler ile (toprak haritası, arazi yetenek sınıfları, sulu tarıma uygunluk sınıfları, tarımsal kullanıma uygunluk durumları ve potansiyel kullanım grupları gibi) parsel bazında ideal arazi kullanımları belirlenebilmektedir. Ayrıca bu uygulamalar ile her bir parsel için üretim planları, münavebe sistemine göre uygun ürün deseninin saptanması ve münavebe uygulamaları için birden fazla senaryonun üretilmesini de içeren uygun yönetim sisteminin oluşturulması mümkün olmaktadır (Başayığit ve ark., 2004).

Toprak bilgi sistemleri toprakla ilişkili olan tüm disiplinler için önemli bir bilgi kaynağı olmaktadır. Ancak basılı haritaların yorumlanması hayli zor olmakta, konumsal verilerle oluşturulan ve sayısal veri tabanlarına sahip bilgi sistemleri ortamındaki haritaların yorumlanması ise kolay olmaktadır. (King et al., 1995; Fink et al., 2003; Dinç, 2008)

Toprak reaksiyonu, bünyesi, kireç içeriği, organik madde miktarı gibi toprak özellikleri, toprakta bulunan besin elementlerinin bitkiye yararlı miktarları üzerinde önemli bir etkiye sahip olup,

sağlıklı bir bitki gelişiminde toprak özelliklerinin belirlenmesi ve olası etkilerinin önceden belirlenerek ona göre bir besleme programı oluşturulması gerekmektedir. Toprağın sahip olduğu temel özelliklerine göre bitki deseninin seçilmesi ve yönetim faaliyetlerinin yürütülmesi verimlilik açısından vazgeçilmez bir yapılanma şeklidir. Uygulanan bu yapılanma üretimde verimi artırırken, yalnızca bitki çeşidi-besin elementi dengesi üzerine kurulan yönetim planları tarımsal üretimde verim düşüklüğüne neden olmaktadır.

Özellikle elma ve kiraz gibi meyvelerin kalitesi ve hasat sonrası dayanımı üzerine, derim öncesi beslenme koşullarının etkisi de oldukça önem taşımaktadır (Karaçalı, 2002).

Bu çalışmada, son dönemlerde kullanımı yaygınlaşan CBS'nin bir uygulama alanı olan Toprak Bilgi Sistemlerine bir örnek yer almaktadır. Çalışmada CBS'nin toprak verimliliği için önemli olan bazı toprak özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılabilirliği araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

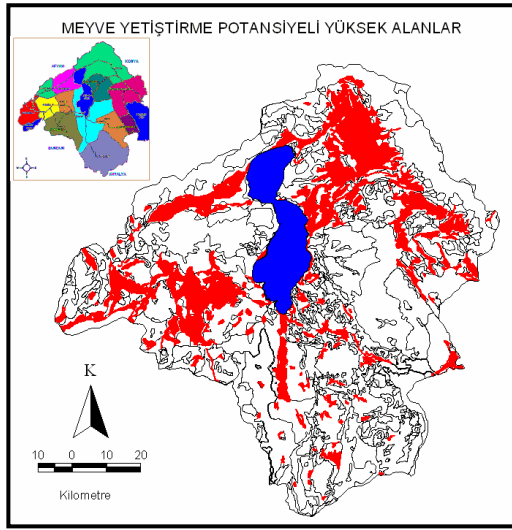
### Materyal

#### *Çalışma alanına ait bilgiler*

Çalışma alanı Isparta il sınırı içerisinde 247,000-375,000 m doğu, 4,132,000-4,264,000 m kuzey (UTM Coğrafi koordinat sistemi) koordinatları arasında kalmaktadır. Şekil 1'de çalışma alanının konumu verilmiştir.

Çalışma alanı İç Anadolu karasal iklimi ile Akdeniz ılıman iklimi arasında geçit bölge iklimine sahiptir. Ancak genel yağış ve sıcaklık özellikleri ile karasal bölge iklimine (yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı) daha yakındır.

Isparta ilinde 25 yıllık ortalama meteorolojik verilere göre yağış ortalaması 524 mm, yıl içerisinde 79.6 mm ile en fazla yağış Aralık ayında, 6.5 mm ile en az yağış Ağustos ayında düşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 12.4 °C, yıllık ortalama oransal nem % 55 olarak gerçekleşmektedir (Anonim, 1994; Anonim, 1999).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

Çalışma, meyve yetiştirme potansiyeli yüksek araziler olarak tanımlanmış 154,495 hektar alanı kapsamaktadır. Bu alanlarda yaygın toprak tipleri koluviyal, kestane rengi topraklar ve aluviyaller şeklinde sıralanmıştır. Bu üç toprak grubu meyve yetiştirme potansiyeli yüksek arazilerin % 81.5'ini oluşturmaktadır. Arazi kullanım kabiliyeti sınıflamasına göre, çalışma alanının % 32.8'i I. sınıf, % 35'i II. sınıf ve % 22.4'ü ise III. sınıf arazi olarak tanımlanmaktadır. İlk dört sınıfın toplamı ise % 96.3 olarak belirtilmiştir. Çalışmada materyal olarak seçilen ve meyve yetiştirme potansiyeli yüksek araziler olarak tanımlanan bu alanların büyük çoğunluğu (% 94.98) toprak haritasında kuru tarım (nadaslı), sulu tarım, bahçe (sulu) kuru tarım (nadaslı) sulu tarım olarak tanımlanmıştır. Ayrıca aynı arazilerin uydu verisinde de kuru ya da sulu tarım amaçlı kullanıldığı, mera orman ve çıplak kayalık olarak belirlenen alanların çalışma alanı içerisinde yer almadığı belirtilmiştir (Başayığit ve Şenol, 2008).

#### Temel veriler

Çalışmada meyve yetiştirme potansiyeli yüksek arazileri gösteren harita (Başayığit ve Şenol, 2008), Tübitak-Togtag tarafından desteklenen 2776 no'lu ve "Isparta Yöresindeki Elma ve Kirazların Beslenme Durumlarının Belirlenmesi" isimli araştırma çerçevesinde tesadüfi örnekleme ile 120

farklı noktadan alınan toprakların analiz sonuçları ve konumsal bilgileri ve proje sonuç raporu (Aydemir ve ark, 2004), "Şarkikaraağaç sulama şebekesi arazilerinin tarımsal üretim potansiyelinin belirlenmesi" isimli proje verileri, toprak haitasındaki ünitelere karşılık gelecek şekilde alınmış 40 ayrı noktaya ait toprak analiz sonuçları ve diğer konumsal bilgiler ve sonuç raporu (Akgül ve ark, 2004) ve Atabey Ovası topraklarının genel özellikleri ve sınıflandırılması projesi sonuç raporu (Akgül ve ark, 2001) kullanılmıştır.

#### Yöntem

Çalışma, CBS uygulamaları, arazi çalışmaları ve örnekleme ile toprak analizleri olmak üzere üç farklı aşamadan oluşmaktadır.

#### CBS uygulamaları

Çalışmanın CBS uygulamaları ARC GIS 9.2 yazılımı ile yürütülmüştür. Çalışma daha önceden hazırlanmış sayısal ya da metinsel veriler ile arazide örneklenen topraklarda yapılan analiz sonuçlarının coğrafi bilgi sistemleri ortamında değerlendirilmesi üzerine kurulmuştur. Bu bilgilerin harita katmanları halinde depolanıp CBS ortamında analiz edilerek toprak verimliliğinin yorumlanmasına yönelik bilgilerin üretilmesi amaçlanmıştır.

CBS uygulamaları 6 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar;

1. Temel kartoğrafik materyalin hazırlanması,
2. Toprak örnekleme noktalarının CBS ortamına aktarılması,
3. Veri tabanlarının hazırlanması,
4. Konumsal analizler,
5. Sonuç haritalarının üretimi,
6. Sonuç haritalarının kontrolü .

Çalışmanın ilk aşaması olan temel kartoğrafik materyalin hazırlanması amacıyla meyve yetiştirme potansiyeli yüksek arazileri gösteren haritada (Başayığit ve Şenol, 2008) bağımsız ve küçük alanlar elemine edilerek bütünleşik havzalar oluşturulmuştur. Eleminasyon işleminde büyüklüğü 10 hektardan daha küçük olan poligonlar seçilmiştir. İkinci olarak temel veriler bölümünde belirtilen

projeler çerçevesinde toprak örneklerinin alındığı noktalara ait koordinatlar arazide GPS yardımıyla belirlenerek CBS ortamına aktarılmış ve nokta topolojisi kurulmuştur. Çalışmanın üçüncü aşamasında, her bir örnekleme noktası için 0-20 cm ve 20-40 cm olmak üzere iki farklı derinlik için toprak reaksiyonu (pH), kireç, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), tuz ve katyon değişirme kapasitesi (KDK) miktarlarını içeren veri tabanları hazırlanmıştır. Daha sonra örnekleme noktalarının dağılımı ve birbirlerine olan pozisyonlarına bağlı olarak, konumsal analizler yapılmış iki nokta arasında kalan alanlar için tahminler oluşturulmuştur. Bu amaçla toprak örneklerine ait analizlerin yayılmasında ve elde edilen istatistik analiz sonuçlarına göre ters uzaklık enterpolasyon tekniği (IDW) kullanılmıştır (Anonymous, 1997). Böylece arazi çalışması ile elde edilen ve toprakların genel özelliklerini gösteren noktasal veriler alansal harita bilgileri haline dönüştürülmüştür. Çalışmanın son aşamasında ise oluşturulan haritaların doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır. Bu amaçla haritada yer alan farklı sınıflar rastgele alanlarda kontrol edilmiştir. Kontrol amacıyla 40 farklı noktada iki farklı derinlikten (0-20 cm, 20-40 cm) alınan toprak örneklerinde toprak reaksiyonu, kireç, elektriksel iletkenlik, organik madde, tuz ve katyon değişirme kapasitesi analizleri yapılarak doğruluk test edilmiştir.

#### Arazi çalışmaları ve örnekleme

Arazi çalışmaları; daha önce yapılmış analizlerin örneklendiği noktaların koordinatlarının belirlenmesi ve kontrol amaçlı toprak örnekleme çalışmalarından oluşmuştur.

Koordinatların belirlenmesi Magellan XL tipi el GPS i ile Europ 1950 UTM koordinat sistemine göre yapılmış ve sayısal haritalar üzerine aktarılmıştır. Kontrol amaçlı toprakların örnekleme noktasında ise yüzey (0-20 cm) ve yüzey altı (20-40 cm) olmak üzere iki farklı derinlikte örnekleme gerçekleştirilmiştir.

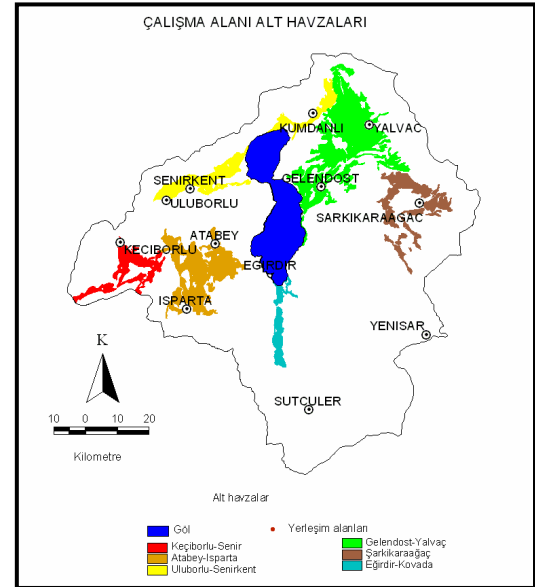
#### Toprak analizleri

Arazi çalışmalarında alınan toprak örneklerinde toprak reaksiyonu (pH), kireç, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde, toplam tuz ve katyon değişirme kapasitesi (KDK) analizleri yapılmıştır.

Toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC), saturasyon macununda pH metre ve EC metre ile ölçülmüş, toplam tuz % olarak hesaplanmıştır. Toprak bünyesi, Bouyoucos hidrometre metoduna göre, katyon değişirme kapasitesi (KDK), sodyum ile saturasyon yöntemine göre, kireç içeriği Scheibler kalsimetresi ile organik madde Walkley-Black yöntemine göre, Kacar (1994) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir.

#### Bulgular

Meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanlarda yapılan eliminasyon işlemi sonucu 25,018 ha'lık bir alan 100 hektardan daha küçük ve her hangi bir komşusu olmayan poligonlardan oluşmuştur. Bu alanlar çıkarılarak oluşturulan alt havzaların konumu şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Havzaların konumu

Şarkikaraağaç havzasının büyüklüğü 15,771.5 ha ve Keçiborlu-Senir havzası 11,548.2 ha olarak belirlenmiştir. Eğirdir-Kovada havzası ise en küçük havza (6,229.5

ha) olmuştur. Havzaların toplamı 129,477 ha olarak hesaplanmıştır.

Çalışmada toprakların özellikleri her bir havza için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu özelliklere ait tematik haritalar ek de, elde edilen haritaların değerlendirmesi ise Doğruluk Değerlendirmesi başlığı altında yer almaktadır.

#### Toprak özellikleri

Çalışmada kullanılan toprak analiz sonuçlarının tanımlayıcı istatistik bilgileri çizelge 1'de verilmiştir. Toprakta en az değişkenliği alt toprak reaksiyonu (VK=3.05) göstermiştir. En fazla değişkenlik ise yüzey elektriksel iletkenlik değeri (VK=64.22) ve kireç içeriğinde (VK=60.07) bulunmuştur. Çeşitli çalışmalarda toprak özelliklerindeki değişkenlik varyasyon katsayılarına (VK) göre düşük (% 15'den az), orta (% 15-35) ve yüksek (% 35'dan fazla) olmak üzere 3 sınıfa ayrılmaktadır (Wilding ve ark. 1994,

Mulla ve Mc Bratney 2000, Akbaş ve Durak 2006). Buna göre değişkenliğin toprak reaksiyonu için düşük diğer toprak özellikleri için ise yüksek olarak tanımlamak doğru olacaktır. Toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları literatürlere uygun bulunmuştur (Ameyan 1986; Wilding ve ark. 1994; Camberdella ve Carlen 1999; Brejda ve ark. 2000; Mulla ve Mc Bratney 2000; Akbaş ve Durak. 2006). En az değişkenin toprak reaksiyonu olması toprağı oluşturan aktif faktörlerin etkisinin bir sonucu olarak düşünülmektedir. Çalışmanın yürütüldüğü alanın genişliği ve toprakların çeşitliliği göz önüne alındığında kireç içeriğinin geniş bir yayılım göstermesi beklenen bir sonuçtur. Ancak yüzey toprağının elektriksel iletkenliğindeki bu değişkenliğin alt toprakta görülmemesi ve çalışma alanının şimdiki arazi kullanımının baskın olarak meyve bahçesi olması kimyasal gübrelemenin etkisini akla getirmektedir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan analizlerin tanımlayıcı istatistik bilgileri

	Derinlik	n	Min.	Mak.	Ort.	SS	VK	BSK	ÇRP
<b>pH</b> <b>(1:2)</b>	0-20	160	6.46	8.45	7.86	0.26	3.32	6.47	-1.28
	20-40	160	6.92	8.46	7.87	0.24	3.05	2.21	-0.35
<b>EC</b> <b>(ds/m)</b>	0-20	160	0.39	4.04	0.72	0.46	64.22	28.79	4.55
	20-40	160	0.39	1.63	0.63	0.22	35.34	7.34	2.44
<b>Kireç</b> <b>(%)</b>	0-20	160	0.01	48.00	23.16	14.10	60.87	-1.22	-0.22
	20-40	160	0.90	50.00	23.79	14.26	59.94	-1.20	-0.01
<b>OM</b> <b>(%)</b>	0-20	160	0.85	3.85	1.83	0.65	35.30	0.58	0.95
	20-40	120	0.56	2.81	1.42	0.46	32.57	0.28	0.73
<b>Tuz</b> <b>(%)</b>	0-20	160	0.03	0.16	0.06	0.03	42.97	4.16	1.85
	20-40	160	0.03	0.20	0.06	0.03	45.74	11.21	2.72
<b>KDK</b> <b>(me/100 gr)</b>	0-20	120	10.76	54.23	27.71	7.58	27.35	2.51	1.25
	20-40	120	8.19	53.95	27.23	7.54	27.68	2.09	1.02

SS:Standart Sapma

VK:Varyasyon katsayısı

BSK:Basıklık

ÇRP:Çarpıklık

Tematik haritalara göre çalışma alanı topraklarının özellikleri ve havzalara göre dağılımı çizelge 2'de oluşturulan haritalar ise ek'de verilmiştir. Bölgeye ait toprakların toprak reaksiyonu değerleri 6.46-8.58 arasında değişmektedir. Tematik haritaya göre alanın büyük bölümünün nötr ile hafif alkali karakter taşıdığı bulunmuştur. Toprak örneklerde yapılan analizler sonucu elektriksel iletkenliği 0.340-4.039 ds/m arasında değiştiği belirlenmiştir. Elektriksel iletkenliği yönüyle çalışma alanı toprakları 0.5-1.0 ds/m sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Bu değerler toplam tuz

içeriği ile paralellik göstermektedir. Çalışma alanı topraklarında toplam tuz içerikleri % 0.001-0.195 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Tematik haritada ise 0.05-0.10 sınıfı en yaygın olduğu bulunmuştur. Bu bulgular ışığında çalışma alanı toprakları tuzluluk yönüyle problemlili görünmemektedir.

Çalışma alanında belirlenen kireç içerikleri % 1-47 arasında bulunmuştur. Enterpolasyon ile oluşturulan tematik haritada ise yaygın guruplar % 5-30 arasında dağılmıştır. Alan topraklarında organik madde içerikleri % 0.56-8.82

arasında değiştiği belirlenmiştir. Tematik haritalara göre yüzey toprağının bulunduğu sınıf % 0.6-0.9 iken alt toprakta % 0.3-0.6 sınıfında bulunmuştur. Katyon değiştirme

kapasitesi ise 8.19-54.23 me/100 gr arasında değişmekle birlikte tematik haritada en yaygın sınıf 20-30 me/100gr olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Havzalara göre toprak özelliklerinin dağılımı

Özellik	Derinlik	Eğirdir Kovada	Atabey Isparta	Uluborlu Senirkent	Gelendost Yalvaç	Keçiborlu Senir	Ş.karaağaç
<b>pH (1:2)</b>	0-20	7.30-8.45	7.60-7.99	6.46-8.12	7.18-7.86	7.73-8.38	7.96-8.58
	20-40	7.30-8.35	7.46-8.07	7.56-8.11	6.92-7.87	7.73-8.46	7.96-8.58
<b>EC (ds/m)</b>	0-20	0.494-1.174	0.421-1.766	0.428-4.039	0.39-1.514	0.459-3.311	0.340-1.870
	20-40	0.469-0.694	0.469-0.694	0.404-1.631	0.401-1.429	0.459-1.388	0.340-1.870
<b>Kireç (%)</b>	0-20	2-41	1-28	1-40	1-26	23-39	1-35
	20-40	2-43	1-28	3-47	1-26	19-42	1-35
<b>OM (%)</b>	0-20	1.29-3.61	1.15-2.20	0.85-2.6	1.01-3.81	1.18-2.71	1.00-8.82
	20-40	0.82-2.80	0.99-1.60	0.56-1.79	0.91-2.81	0.97-2.42	Veri yok
<b>Tuz (%)</b>	0-20	0.031-0.084	0.030-0.087	0.001-0.113	0.01-0.160	0.039-0.195	0.009-0.090
	20-40	0.033-0.067	0.030-0.087	0.001-0.113	0.01-0.160	0.039-0.195	0.009-0.090
<b>KDK (me/100 gr)</b>	0-20	19.82-35.99	12.97-37.80	17.13-54.23	10.76-38.46	17.18-38.82	Veri yok
	20-40	19.13-35.90	12.79-40.00	15.78-53.95	8.19-40.32	17.81-38.82	Veri yok

#### Doğruluk değerlendirmesi

Enterpolasyon ile oluşturulan haritaların kontrol amacıyla örneklenen topraklarda yapılan analiz sonuçları çizelge 3'de verilmiştir. Buna göre toprakların toprak reaksiyonu 4.70-8.80 arasında, elektriksel iletkenliği 0.107-1.115 dsm/m, kireç içeriği % 0.01-32.05, organik madde miktarı % 0.4-2.95, toplam tuz miktarı % 0.00-0.04 ve katyon değiştirme kapasitesi ise 6.26-35.66 me/100 gr olarak belirlenmiştir. Ayrıca 40 noktadan örnekleme yapılan ve 6 farklı

toprak analizi ile değerlendirilen toplam 240 deşikenden 202'si tematik haritalarla uygun sınıflarda yer almıştır. Farklı sınıflarda yer alan 38 deşikenden 11'i kireç, 10'u elektriksel iletkenlik, 6'sı tuz, 6'sı organik madde, 3'ü katyon değiştirme kapasitesi ve 2'si ise toprak reaksiyonuna ait bulunmuştur. Bu bulgular hesaplanan varyasyon katsayısı ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 3. Kontrol noktalarından örneklenen toprakların istatistik bilgileri

	n	Min.	Mak.	Ort.	SS	VK	BSK	ÇRP
<b>pH (1:2)</b>	80	4.70	8.80	7.54	0.70	9.22	5.58	-1.79
<b>EC (ds/m)</b>	80	0.107	1.115	0.497	251.60	54.64	0.83	0.30
<b>Kireç (%)</b>	80	0.01	32.05	4.40	7.21	163.86	6.34	2.45
<b>OM (%)</b>	80	0.4	2.95	1.34	0.68	50.78	-0.47	0.29
<b>Tuz (%)</b>	80	0.00	0.04	0.02	0.01	48.66	-0.61	0.10
<b>KDK (me/100 gr)</b>	80	6.26	35.66	17.73	8.57	48.34	-0.47	0.86

SS:Standart Sapma VK:Varyasyon katsayısı

BSK:Basıklık

ÇRP:Çarpıklık

Ayrıca bölgede yapılan bir çalışmada yapılan toprak analizleri sonucunda bu çalışmada tahmin edilen değerlere benzer sonuçlar vermiştir. Bu çalışmada ilçe sınırları esas alınarak toprak örnekleme yapılmış ve Atabey, Uluborlu, Keçiborlu, Senirkent, Eğirdir, Yalvaç, Gelendost ilçeleri için toprak reaksiyonu 7.3-8.0, 7.3-7.9, 7.7-8.0, 7.7-8.0, 7.7-8.5, 7.5-7.9 ve 7.6-8.0, kireç miktarı % 11-23, 2-33, 39-48, 25-38, 2-29, 25-39 ve 8-40, organik madde değeri % 0.9-2.8, 1.2-36, 0.6-2.1, 0.9-2.7, 0.9-2.2, 1.0-2.8 ve 0.8-2.7 olarak belirlenmiştir (Erdal, 2005). İlçe sınırları esas alınarak yapılan bu çalışmadan elde edilen değerler de % 95 oranında tahmin edilen sınırlar arasında kalmıştır.

### Tartışma ve Sonuç

Çalışmada ortaya çıkan ilk sonuç Isparta ilinde meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanlara ait havzaların oluşturulmasıdır. Oluşturulan bu havzalar jeolojik, pedolojik ve jeomorfolojik olarak bir birinden farklı özelliklere sahiptir. Bölgesel planlamalar için temel olacak niteliktedir.

Havzalar esas alınarak her bir toprak özelliği için alt ve üst limitlerin tahmin edildiği ve dağılımlarının gösterildiği tematik haritalar üretilmiştir. Bu haritalar 1:100,000-1:250,000 ölçeğe ve bu ölçeğe uygun detayda oluşturulmuştur. Çalışma ile oluşturulan haritalar, bitki yetiştiriciliği, toprak verimliliği, bitki besleme ve gübreleme ile ilgilenen araştırmacı ve uygulamacılar için genel bilgi niteliğinde olup, Isparta ilinde meyve yetiştirme amaçlı uygulamalarda hangi bölgelerde nasıl bir toprak özellikleri ile karşılaşabileceği konusunda önbilgi sahibi olmasını sağlayacaktır.

Çalışmanın diğer bir sonucu, toprak verimliliğinin belirlenmesi amacıyla önceden alınmış ve analizi yapılmış toprak örneklerini kullanarak tematik haritaların üretilebilirliğidir. Tematik haritaların üretilmesinde CBS'nin kullanımı en uygun yöntem olmaktadır. Ancak CBS ile toprağın sahip olduğu özellikler hakkında bilgi üretmek için birim alana düşen örnek sayısının belirleyici etken olduğu unutulmamalıdır. Örnek sayısı ise toprak

özelliklerine göre değişmektedir (Akbaş ve Durak, 2006). Toprak örnekleme noktalarının artırılması, coğrafi bilgi sistemlerinde yapılan konumsal analizlerin alt havzalara bölünerek koşullu uygulanması ve toprak haritalarından sağlanan sınırların da kullanılması daha doğru ve detaylı sonuçlara ulaşmayı sağlamaktadır.

Örnek sayısının artırılarak gerek parsel bazında arazi kullanım planlarının gerçekleştirilmesi gerekse hassas tarım teknikleri gibi uygulamalar için gerekli haritaların üretilmesi mümkün ise de önceliğin detaylı toprak etüd ve haritalama çalışmalarına verilmesi en akılcı yaklaşım olacaktır.

Toprak, oluşumunda etkili olan faktörlerin sayısız değişkeninin bir araya gelmesi sonucu oluşmaktadır. Bu nedenle çok kısa mesafelerde bile özellikleri değişebilmektedir. Ayrıca birbirine komşu olan iki farklı toprak biriminin bir biri ile interaksyonu olmayabilmektedir. Bu nedenle taban suyu özellikleri, atmosfer kirliliği, sıcaklık ve yağış gibi kullanımlarda başarıyla uygulanan IDW ve Kriging enterpolasyon teknikleri ve jeostatistik metotlar toprak özelliklerinin tahmin edilmesinde ve haritaların oluşturulmasında daha kısıtlı kullanılabilirlerdir.

### Teşekkür

Bu çalışmada daha önce yapılmış toprak analizleri kullanılmıştır. Bu verilerin sağlandığı projelerin yürütücüleri Prof. Dr. Orhan Aydemir ve Prof. Dr. Mesut Akgül'e desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Akbaş, F ve Durak. A, 2006. Entisol Ordosuna Ait Bir Arazide Bazı Toprak Özelliklerinin Değişiminin Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20 (39):43-52.
- Akbaş, F, Ünlükara, A., Kurunç, A., İpek, U., Yıldız, H., 2008. Tokat-Kazova'da Taban Suyu Gözlemlerinin CBS Yöntemleriyle Yapılması ve Yorumlanması. Sulama

- ve Tuzlanma Konferansı, 12-13 Haziran 2008, Şanlıurfa.
- Akgül, M., Başayığit, L., Uçar, Y. ve Müjdeci, M., 2001. Atabey Ovası Toprakları. SDÜ. Ziraat Fakültesi Yayın No: 15, Araştırma Serisi Yayın No: 1. Isparta.
- Akgül, M., Başayığit, L., Işıldar, A.A., Uçar, Y. ve Şenol, H. 2004. Şarkikaraağaç Sulama Şebekesi arazilerinin tarımsal üretim potansiyellerinin belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Yayın No:23, Araştırma Serisi Yayın No:2
- Ameyan, O., 1986. Surface Soil Variability of a Map Unit on Niger River Alluvium, Soil Sci. Soc. of Am. J., 50:1289-1293.
- Anonim, 1994. Köy Hizmetleri genel Müdürlüğü Isparta İli Arazi Varlığı.
- Anonim, 1999. Isparta ili meteoroloji envanteri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 1997, Understanding GIS the ARC/INFO Method, ISBN 1-879102-01-3, ESRI California 92373-8100, USA.
- Aydemir, O., Erdal, İ., Koyuncu, M.A., Koyuncu, F., 2004. Isparta Yöresindeki Elma Ve Kirazların Beslenme Durumlarının Belirlenmesi. Togtag-2776 Proje Sonuç Raporu.
- Başayığit, L. 2004. CORINE Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemine Göre Arazi Kullanım Haritasının Hazırlanmasında:Isparta Örneği. Ankara Üniv. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (4) 366-374.
- Başayığit, L. ve Şenol, H., 2008. Meyve Yetiştirme Potansiyeli Yüksek Alanların Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Belirlenebilirliği ve Uzaktan Algılama Metodu ile Kontrolü, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 3(1): 1-9.
- Brejda, J. J., Moorman, T. B., Smith, J. L., Carlen, D. L, Alln, D. L. and Dao, T. H., 2000. Distribution and Variability of Surface Soil Properties at a Regional Scale, Soil Science Society of America Journal, 64:974-982.
- Camberdella, C. A. and Carlen, L. D. 1999. Spatial Analysis of Soil Fertility Parameters, Precision Agriculture, 1:5-14.
- Dinç, A. O., 2008. Development of Soil Information System for the Turkish Republic of Northern Cyprus. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 5(1); 53-60.
- Erdal, I., 2005. Leaf Nutrient Concentrations of Apple Orchards in Isparta Province, Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (4) 411-416.
- Finke, P., R. Hartwich, R. Dudal, J. Ibanez, M. Jamagne, D. King, L. Montanarella and N. Yassoglou, 2003. Manuel of Procedures. Georeferenced Soil Database for Europe. European Commission Joint Resarch Centre. Italy. p 163.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. A.Ü.Z.F. Eğ. Arş. Gel. Vakfı Yay. No: 3, Ankara
- Karaçalı, İ. 2002. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması (3. Baskı). E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 494. İzmir.
- King, D., A. Burrill, J. Daroussin, C. Le Bas, R. Tavernier and E. Van Ranst, 1995. The EU Soil Geographic Database. In: Agriculture; European land information systems for agro-environmental monitoring. European Commission Joint Resarch Centre. Italy. pp:43-60.
- Mulla, D. J. ve McBratney, A. B., 2000. Soil Spatial Variability A-321-A-351, In: Handbook of Soil Science, Malcolm E. Sumner (Ed. In Cheif) CRS Press.
- Wilding, L. P., Bouma, J. and Gross, D. W., 1994. Impact of Spatial Variability on Interpretative Modelling, In:Quantitative Modelling of Soil Forming Processes R.B. Bryant and Arnold R.W. (ed), SSSA Special Publication Number 39, SSSA, Inc. Madison Wisconsin, USA.
- Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. İber Ofset, 2. Baskı, Trabzon.



Ek: Meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanların bazı toprak özelliklerine ait tematik haritalar

