

ÇİLEK TARIMI YAPILAN ARAZİDE UZAYSAL DOĞAL ORGANİK MADDE DEĞİŞİMLERİNİN JEOİSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ

M.Rüştü KARAMAN¹, Tekin SUSAM², Metin TURAN³, Ahmet TUTAR⁴, Sezer ŞAHİN¹

¹Gaziosmanpaşa Üniv., Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl., Tokat

²Gaziosmanpaşa Üniv., Müh. ve Doğa Bilim Fak., Harita Müh. Böl., Tokat

³Atatürk Üniv., Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum

⁴Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Sakarya

ÖZET

Jeoistatistiksel çalışmalar özellikle noktasal değişimlerin tahmin edilmesini sağlamak suretiyle tarım topraklarında uzaysal değişimlerin anlaşılması ve modellenmesinde önemli avantajlar sunmaktadır. Bu amaç doğrultusunda yürütülen çalışmada, Tokat-Erbaa yöresinde çilek tarımı yapılan arazilerde grid örnekleme sistemine göre 5 x 5 m aralıklarla (X ve Y doğrultusunda) ve 0-20 cm derinlikten toprak örnekleme yapılmıştır. Örnekler kimi fiziksel ve kimyasal analizler için laboratuvar ortamında gerekli işlemlerden geçirilmiştir. Çalışma alanında noktasal organik madde değişimlerinin simülasyonunda jeoistatistiksel enterpolasyon yöntemlerinden ordinary kriging (OK), ordinary kriging (anizotrop), radial bases function, global weighted interpolation and invers distance weighted kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre en iyi tahminleme ordinary kriging (anizotrop) enterpolasyon yönteminden elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Jeoistatistik, doğal organik madde, enterpolasyon, çilek tarlası*

DETERMINATION OF SITE SPECIFIC VARIABILITY OF NATURAL ORGANIC MATTER ON THE STRAWBERRY FIELD BY USING GEOSTATISTICAL METHODS

ABSTRACT

Geostatistic offers many advantages in understanding and modeling of site specific variations of the field soils through spatially predictions. For this aim, a study has been conducted on a strawberry field located in Erbaa, Tokat, Turkey. Soil samples were systematically collected at 0-20 cm depth based on regular grid system. In the sample position, the distance on the X and Y directions was 5 x 5 m. The soil samples were prepared for some chemical analyses. In the study, the geostatistical interpolation methods of ordinary kriging (OK), ordinary kriging

(anizotrop), radial bases function, global weighted interpolation and invers distance weighted were constructed and fitted to simulate the site specific levels of natural soil organic matter. It has been determined that the best prediction was made by using ordinary kriging (anizotrop) with the data set having higher correlation.

Key words: *Geostatistic, natural organic matter, interpolation, strawberry field*

1. Giriş

Seri, hatta tarla bazında bile toprak özelliklerinin mesafeye bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiği uzunca süredir bilinmektedir (DeCourt vd., 1996). Dolayısıyla, belli bir arazide ve belli bir örnekleme noktasında yapılan çeşitli fiziksel ve kimyasal toprak analiz sonuçlarının, çevresindeki diğer örnekleme noktaları ile uzaysal (yersel) olarak ilişkilendirilmesi ve böylece noktasal değişen toprak özelliklerine göre detaylı haritaların oluşturulması gerekir. Oysa, geleneksel yöntemler ile bu işlemin gerçekleştirilmesi hem güç olmakta ve hem de zaman almaktadır. Jeostatistiksel yöntemlerin, özellikle büyük ovalarda toprak haritalama birim sınırlarının çizilmesinde kullanılabilecek önemli bir yöntem olduğu görülmüştür (İmamoğlu ve ark., 2011). Buna karşılık, hesaplamalardaki karmaşıklık ve zorluk nedeniyle araştırmacılar uzunca bir süre jeostatistiksel yöntemlerin kullanımından uzak durulmuştur. Ancak, son zamanlarda mikro-bilgisayarların yaygın hale gelmesi ve bu yöntemlerle ilgili hazır paket programlarının piyasada mevcut olmasıyla birlikte bu engel büyük oranda ortadan kalkmış ve jeostatistiksel tahminleme yöntemleri hızla yaygınlaşmıştır (Webster, 1985; Ishaaks ve Sriwastava, 1989; Mallants ve ark., 1996).

Jeostatistik, istatistiğin uygulamalı bir dalı olup, birbirleri ile uzaysal ilişkiye sahip veriler (uzaklıkla veri değişimi arasında ilişki olan veriler) arasındaki mesafeyi de hesaba katarak istatistiksel yöntemlerle veri olmayan bölgelerin tahminlemesini esas alır. Geleneksel istatistiğin tersine, jeostatistiksel yaklaşım bir arazi üzerinde iki ayrı noktadan elde edilen verilerin aralarında bir korelasyonun olduğunu varsayar. Burada, üzerinde gözlem yapılan iki nokta arasındaki mesafenin artması ile bu iki nokta üzerinde elde edilen verilerin arasındaki korelasyonun gittikçe azaldığı ve belli bir noktadan sonra ise tamamen yok olduğu varsayılır. Gözlem verilerinin deneysel variogram yapısının belirlenmesi jeostatistiksel çalışmaların temelini oluşturur (Vieira ve ark., 1983). Variogram analizi, incelenen herhangi bir özelliğin konumsal bağımlılık derecesini, kriging analizi ise ölçme yapılmayan nokta veya alanlardaki özelliklerin tahminlemesinde kullanılır (Öztaş, 1995). Daha sonra, gözlemlenen değerler arasındaki korelasyon strüktürü kullanılarak kriging, ko-kriging ve indikatör kriging gibi teknikler yardımıyla örneklenmeyen noktalara ilişkin değerler tahmin edilebilir veya örnekleme planları çıkarılabilir (Trangmar ve ark., 1985; Mulla ve Schepers, 1997; Karaman ve ark., 2010).

Arazinin uzaysal değişimi (spatial variability) dikkate alınarak noktasal gübrelemeye (site specific management) yönelik ülkemizde başarı ile yürütülmüş çalışmalar söz konusudur (Güçdemir ve ark., 2004). Jeostatistik yöntemlerin ayrıca, maden yataklarının modellenmesi, rezerv parametrelerinin değişimi ve dağılımı, rezerv tahmini ve işletme tasarımı için de oldukça kullanışlı olduğu bildirilmiştir (Isaaks ve Srivastava, 1989; Rivoirard, 1994; Clark ve Harper, 2000). Bu çalışmada ise, arazideki doğal organik madde değişimlerinin jeostatistiksel farklı enterpolasyon yöntemler kullanılarak tahmin edilebilirliği araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Araştırma, Tokat-Erbaa yöresinde çilek tarımı yapılan arazide yürütülmüştür. Çilek yetiştirilen arazilerde grid örnekleme sistemine göre 5 x 5 m aralıklarla (X ve Y doğrultusunda) ve 0-20 cm derinlikten toprak örnekleme yapılmıştır. Örnekler kimi fiziksel ve kimyasal analizler için laboratuvar ortamında gerekli işlemlerden geçirilmiştir. Toprak örneklerinde, organik madde kapsamı (Walkley, 1947), saturasyon oranı (Richards, 1954), elektriksel iletkenlik (E.C.) (Richards, 1954), CaCO₃ (Allison ve Moodie, 1958), pH (1:2.5) (Jackson, 1958) ve yarıyıllı fosfor (Olsen ve ark., 1954) analizleri yapılmıştır. Deneme alanı topraklarının genel özellikleri; saturasyon yüzdesi % 54.42 (killi-tın), EC 0.51 dS/m, CaCO₃ % 0.73, pH 5.41, yarıyıllı fosfor 38.82 kg P₂O₅/da olarak bulunmuştur.

Örnekleme noktası verilerinde tanımlayıcı istatistiksel analizler (StatMost, 1995) ve jeostatistiksel analizler, ArcMap 9.3.1. GIS software, (ESRI, 2005), kullanılmış ve doğal organik madde dağılımları tahminlenmiştir. Jeostatistiksel değişkenlik semivariogram fonksiyonu ile irdelenmiş ve özellikle toprak haritalamalarında en sık kullanılan spherical modelin veriye daha uygun olduğu görülmüştür. Aşağıdaki formül, semivariogram veri elemanları arasındaki benzerliğin ölçütü olarak kullanılır;

$$\gamma(h) = 1/2E[Z(x_i) - Z(x_{i+h})]^2$$

Burada;

$\gamma(h)$ = 'h' mesafesinde hesaplanan yarıvariogram,

$Z(x_i)$ = 'i' noktadaki değişkenin değeri,

$Z(x_{i+h})$ = 'i' noktadaki değerden h mesafe kadar uzaktaki değişkenin değeridir.

Örnekler arasında bu mesafeye kadar olan uzaklıklarda örnekler arasında bir ilişkinin (korelasyon) olduğu (birbirlerini tanımlayıcı) ve aralarında bu mesafeden daha fazla mesafe olan örneklerin birbirleri ile ilişkili olmadığı kabul edilir (Çetin,1996). Enterpolasyon yöntemleri olarak Ordinary Kriging (OK), Ordinary Kriging (Anizotrop), Radial Bases Function, Global Weighted

Interpolation, Invers Distance Weighted kullanılmıştır (Burrough ve McDonnell, 1998). Örneğin OK değerinin eşitliği aşağıdaki gibidir;

$$Z(s_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(s_i)$$

Kriging tahminindeki temel amaç komşu örneklerden faydalanılarak ağırlıklı ortalama ile bir değer üretmektir. Bu haliyle haritalar daha az değişkenlik gösterir. Örneklenmemiş noktalarda gerçek ve tahmin edilen değerler arasında önemli bir fark vardır. Kriging bu farkı en aza indirmeye çalışır. Tahmin edilen değerlerin değişkenliği, gerçek değerlere göre daha azdır (Yünsel, 2007). Enterpolasyon performans sonuçlarının değerlendirilmesinde Root Mean Squared Error (RMSE) değerleri kullanılmıştır. Buna göre, en küçük RMSE değeri en uygun performans değerinin bir ölçüsüdür (Burrough and McDonnell, 1998).

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanında ölçülen kimi toprak analiz değerleri ile ilgili tanımlayıcı istatistiki analiz sonuçları Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Çilek tarlasında ölçülen kimi toprak analiz değerleri ile ilgili tanımlayıcı istatistiki analiz sonuçları

Parametre	Min.	Maks.	Ort.	SD	C.V.%	Skewnes	Kurtosis
pH (1:2.5)	4.50	6.30	5.41	0.480	8.9	0.05	1.94
Organik madde, %	1.88	5.16	3.30	0.727	21.8	0.51	2.92
CaCO ₃ , %	0.55	1.12	0.73	0.099	13.6	0.55	3.50
Avail. P ₂ O ₅ , kg/da	19.37	65.19	38.82	9.131	23.5	0.34	2.83

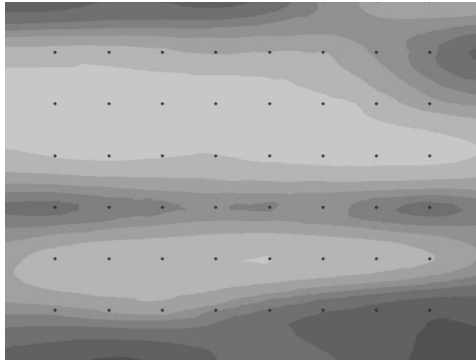
Çizelge 1’den de görülebileceği gibi elde edilen C.V. değerleri ve basıklık-yatıklık oranları, arazide doğal organik madde ve yarıyışlı fosfor ile ilgili uzamsal değişimleri açık olarak ortaya koymaktadır. Toprak organik maddesi ve yarıyışlı fosfor içerikleri ile ilgili olarak elde edilen C.V. değerleri sırasıyla % 21.8 ve % 23.5 olarak bulunmuştur. Nitekim Wilding (1985), C.V. değerlerini 0-15 (düşük), 16-35 (orta) ve 36 < (yüksek) değişken olarak sınıflandırmıştır.

Bu çalışma ile ilgili alanda OM içeriklerinin haritalanması yapılmıştır. Toprak özelliklerinin haritalanmasında sıkça kullanılan enterpolasyon yöntemleri kullanılarak en uygun haritalama tekniği, haritalama modelleri ile elde edilen modellerin karesel ortalama hataları karşılaştırılarak elde edilmiştir.

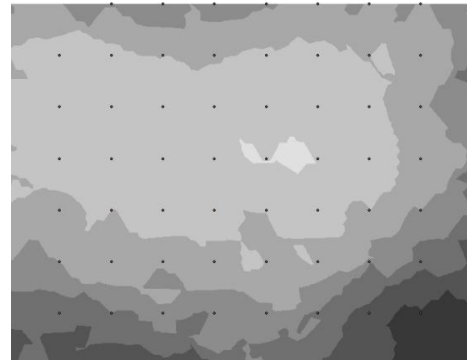
Çizelge 2. Çilek tarlasında uzaysal doğal organik madde değişimlerinin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi

Enterpoalsyon metodu	RMS değeri
Ordinary Kriging	0.6684
Ordinary Kriging (Anizotrop)	0.5867
Radial Bases Function	0.6638
Global Weighted Interpolation	0.6839
Invers Distance Weighted	0.6602

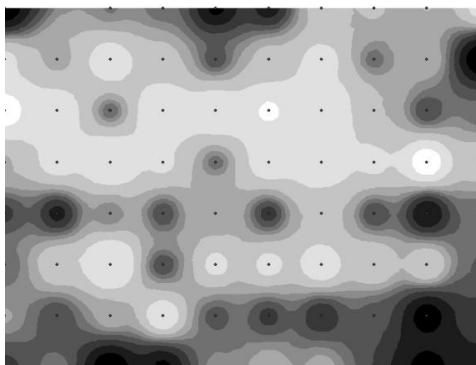
Model denemeleri sonucunda enterpolasyon yöntemleri içerisinde en uygun sonucun Ordinary Kriging (Anizotropy) ile elde edildiği görülmüştür. Özellikle kriging dışındaki modellerde verinin yapısı ile ilgilenilmediğinden isotropy özelliği de dikkate alınmamakta ve elde edilen haritaların RMS hataları da yüksek olmaktadır. Kriging ile modelleme yapılırken sadece uzaklık değil yönsel değişim farkları da incelenmiş ve veride anizotropy durumu tespit edilmiştir.



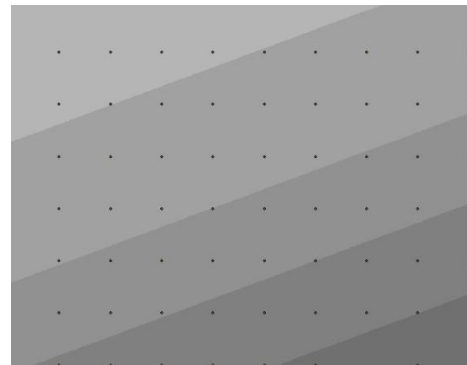
Ordinary Kriging (Anisotropy)



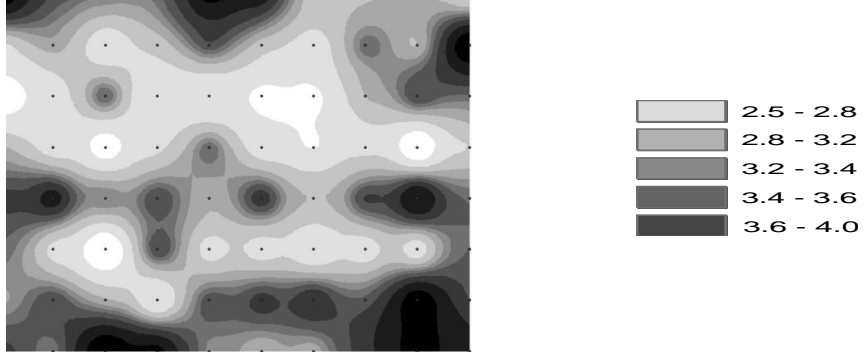
Ordinary Kriging



Radial Bases Function

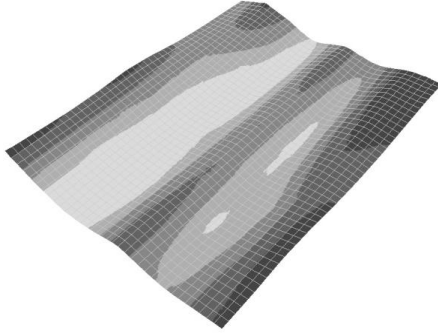


Global Weighted Interpolation

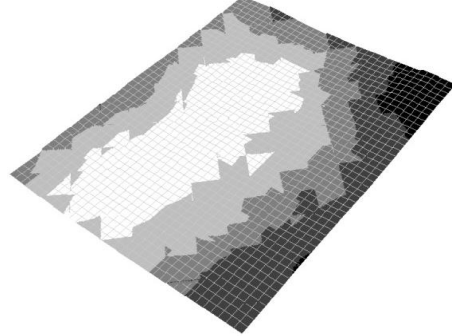


Invers Distance Weighted

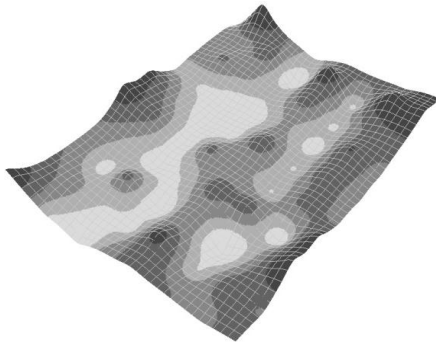
Şekil 1. Farklı enterpolasyon yöntemleri ile elde edilen doğal organik madde dağılım haritaları

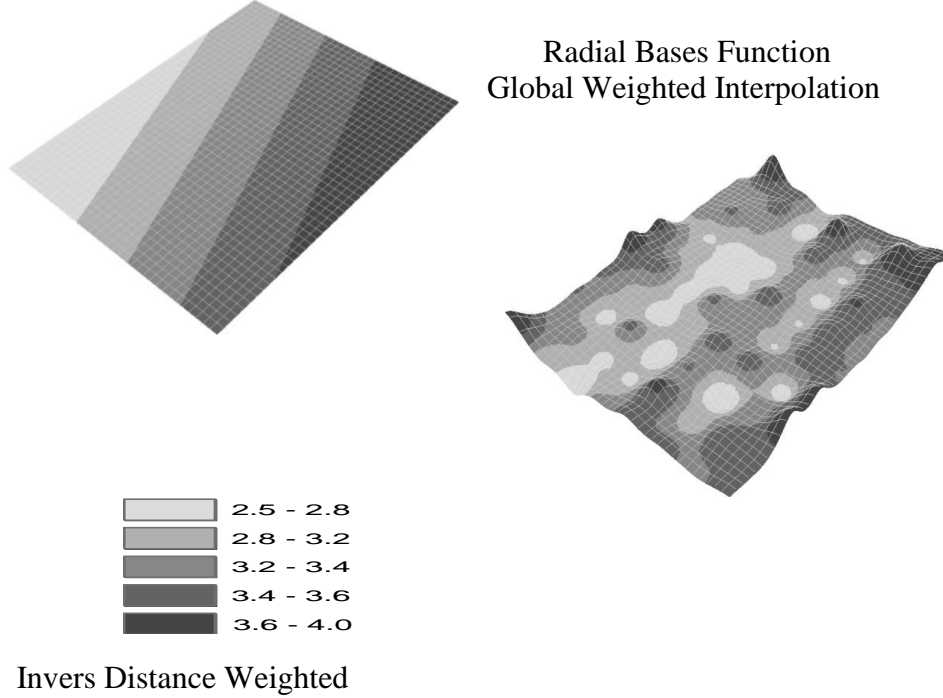


Ordinary Kriging (Anisotropy)



Ordinary Kriging





Şekil 2. Farklı enterpolasyon yöntemleri ile elde edilen üç boyutlu doğal organik madde dağılım haritaları

4. Sonuç

Arazide noktasal değişimlerin tahmin edilmesini sağlamak suretiyle tarım topraklarında uzaysal değişimlerin anlaşılması ve modellenmesinde farklı jeostatistiksel enterpolasyon yöntemleri test edilmiştir. Çalışma alanında noktasal organik madde değişimlerinin simülasyonunda jeostatistiksel enterpolasyon yöntemlerinden ordinary kriging (OK), ordinary kriging (anizotrop), radial bases function, global weighted interpolation and invers distance weighted kullanılmıştır. Toprakta uzamsal organik madde değişimleri ile ilgili simülasyon yapılmış ve en küçük RMS (hata) değerli enterpolasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre en iyi tahminleme, ordinary kriging (anizotrop) enterpolasyon yönteminden elde edilmiştir. Bulgular ayrıca, bu tür enterpolasyon yöntemlerinin arazideki toprak özellikleri değişimlerinin uzaysal tahminlemede başarı ile kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Kaynakça

- Allison, L.E. and Moodie, C.D., 1965. Carbonate, In: Methods of Soil Analysis. Part 2., Agronomy J., 9:1379-1400.
- Burrough, P.A. and McDonnell, R.A., 1998. Principles of geographical information systems. 978-0-19-823365-7, Oxford University Press.
- DeCourt, H., Darius, P.L. and Baerdemaeker, J.D. 1996. The spatial variability of topsoil fertility in two Belgian Fields. Computers and Electronics in Agr. 14: 179-196.
- ESRI, 2005. Geostatistical Analysis Module Hand Book. ESRI Inc. Publication, The Netherland.
- Chapman, H.D. and Pratt, F.P., 1961. Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters, Univ. of California Div. Agr. Sci. USA.
- Clark, I. and Harper, W.V., 2000. Practical Geostatistics. Greyden Press, Columbus, 116.
- Çetin, N.M., 1996. Jeostatistiksel yöntemlerle nokta ve alansal yayışların saptanması ve stokastik olarak modellenmesi, örnek havza uygulamaları. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 127, Adana.
- Güçdemir, İ.H., Türker, U., Karabulut, A. ve Arcak, Ç., 2004. Gübreleme teknolojilerindeki yenilikler (Hassas tarım uygulamaları) ve bunun tarımsal üretime etkileri üzerine bir çalışma. 3. Ulusal Gübre Kongresi "Tarım Sanayi Çevre. Ed. M.R. Karaman, A.R. Brohi, Bildiri Kitabı Cilt 1. s. 1005-1014, 11-13 Ekim, Tokat.
- İmamoğlu, M.Z., Sertel, E., Kurucu, Y. ve Örmeci, C., 2011. Jeostatistik yöntemler kullanılarak farklı toprak özelliklerine ait haritaların oluşturulması ve CBS ile analizi. II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi 22-25 Kasım, Ankara.
- Isaaks, E.H. and Srivastava, R.M., 1989. An introduction to applied geostatistics. Oxford University Press, New York.
- Jackson, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Karaman, M.R., Susam, T., Er, F., İşeri, İ. and Karkacier, O., 2010. Comparing of geostatistical interpolation methods in predicting of spatial structure of soil organic matter on the agricultural field. IEEE Proceedings, pp. 290-294, ISSN 1548-1603.
- Mallants, D., Binayak, P.M., Diederik, J. and Feyen, J. 1996. Spatial variability of hydraulic properties in a multi-layered soil profile. Soil Sci. 161:167-18.
- Mulla, D.J. and Schepers, J.S. 1997. Key processes and properties for site-specific soil and crop management. In: Pierce F.J., Sadler E.J., eds. The site-specific management for agricultural systems. Madison, WI:CSSA and SSSA.

- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanable, F.S. and Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. Agricultural Handbook, U.S. Soil Dept. 939, Washington D.C.
- Öztaş, T., 1995. Jeoistatistiğin toprak bilimindeki önemi ve uygulaması. İlhan akanla Toprak ve Çevre Sempozyumu. Cilt.I, s. 271-280, Ankara.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. USDA Agric. Handbook, 60, Washington, D.C.
- Rivoirard, J., 1994. Introduction to disjunctive kriging and non-linear geostatistics. Oxford University Press Inc. pp. 180.
- StatMost, 1995. Dataxiom Software Inc. User's Guide: StatMost. 5th Ed. Dataxiom Soft. Inc., LA., USA.
- Trangmar, B.B., Yost, R.S. and Uehara, G. 1985. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. Advances in Agronomy 38:45-93.
- Vieira, S.R., Hatfield, J.L., Nielsen, D.R. and Biggar, J.W., 1983. Geostatistical theory and application to variability of some agronomic soil properties. Hilgardia, 51(3):1-75.
- Walkley, A., 1947. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils: effect of variations in digestion conditions and inorganic soil constituents. Soil Sci., 63:251-263.
- Webster, R., 1985. Quantitative Spatial Analysis of Soils in The Field. Advances in Soil Sci. Vol.:3, pp. 3-69, Springer-Verlag, New York.
- Yünsel, T.Y., 2007. Maden yataklarının jeoistatistiksel yöntemlerle analizi ve modellenmesi. Ç.U. Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği A.B.D., PhDr Tezi, Adana.