

155658

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DATAE-PASINLER DENEME İSTASYONU TOPRAK  
ÖZELLİKLERİNİN DAĞILIM PATERNLERİNİN JEOİSTATİSTİKSEL  
YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ

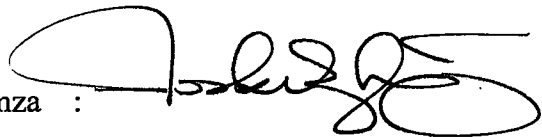
Bülent TURGUT


TOPRAK ANABİLİM DALI


ERZURUM  
2004

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ danışmanlığında Bülent TURGUT tarafından hazırlanan bu çalışma 01 / 09 / 2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ İmza : 

Üye : Doç. Dr. Mustafa CANBOLAT İmza : 

Üye : Doç. Dr. Ali KOĞ İmza : 

Üye : ..... İmza :

Üye : ..... İmza :

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

Prof. Dr. Mehmet ERTUĞRUL  
Enstitü Müdürü  
(İmza)



**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Y.Lisans Tezi

### DATAE-PASINLER DENEME İSTASYONU TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN DAĞILIM PATERNLERİNİN JEOİSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ

Bülent TURGUT

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Bu çalışmada, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü (DATAE) Pasinler Deneme İstasyonu topraklarının tane büyüklük dağılımı, organik madde ve kireç içeriği, pH ve yarayışlı fosfor miktarındaki değişimin jeoistatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilmesi ve dağılım paternlerinin belirlenerek haritalandırılması amaçlanmıştır. Enstitü arazisinin 1000 da'lık kısmında kuzey-güney ve doğu-batı yönlerinde 100 m aralıklarla gridler oluşturulmuş ve hatların kesim noktalarından 0-20 cm derinliklerden toplam 68 örnek alınmıştır.

İncelenen toprak özelliklerinden organik madde ve kireç içeriği, pH ve yarayışlı fosfor isotropik küresel (spherical) model ile, kil ve kum ise anisotropik linear model ile tanımlanmışlardır. Silt içeriği ise yapısal varyans göstermemiştir. Tanımlanan semivariogram modelleri esas alınarak ve "Blok Kriging" interpolasyon tekniği kullanılarak elde edilen dağılım haritalarında, incelenen toprak özelliklerinin kendi aralarında ve ürün deseni ile yakın ilişkiler gösterdiği saptanmıştır.

2004, 54 Sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Jeoistatistik, DATAE, yersel değişkenlik, toprak özellikleri

## **ABSTRACT**

MsC Thesis

### **DISTRIBUTION PATTERNS OF SOIL PROPERTIES IN THE DATAE- EXPERIMENTAL STATION DETERMINED BY GEOSTATISTICAL METHODS**

**Bülent TURGUT**

Ataturk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Soil

Supervisor: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

The objective of this study was to determine spatial variability patterns of particle size distribution, organic matter, lime contents, pH and plant-available P content of soils in the Experimental Station of the Eastern Anatolia Agricultural Research Institution. The research area, about 1000 dekar, was grided with 100 m intervals in the north to south and east to west directions, and 68 soils samples were collected from 0-20 cm dept at each intersection.

An isotropic-spherical semivariogram was fit to explain spatial variability of organic matter, lime content, pH and plant available P. Clay and sand content showed anisotropic variation, and silt content produced pure nugget effect. Block Kriging analysis, an advanced interpolation technique, was performed to prepare distribution maps. Distribution patterns of soils properties studied showed a great amount of similarities with each other, as the patterns of yield.

**2004, 54 Pages**

**Keywords:** Geostatistics, DATAE, spatial variability, soil properties.

## TEŞEKKÜR

Bu çalıőmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın hocam Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ' a ve her türlü yardımları için Toprak Bölümü öğretim üye ve personeline teşekkür ederim. Ayrıca Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Őerafettin ÇAKAL'a, Serin İklim Tahılları Bölümünde alıőan Őube arkadaşlarıma ve Ahmet KÜÜKÖZDEMİR' e teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalıőmalarım esnansında göstermiő oldukları destek ve sabırdan dolayı eőime ve oğluma teőekkürlerimi sunarım.

Bülent TURGUT

Ağustos 2004

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. Jeostatistiksel Teori.....	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı.....	18
3.1.2. İklim.....	19
3.1.3. Toprak örneklerinin alındığı alanın toprak özellikleri.....	19
3.2. Yöntemler.....	20
3.2.1. Örnekleme.....	20
3.2.2. Laboratuvar analiz yöntemleri.....	21
3.2.2.1. Toprak tekstürü.....	21
3.2.2.2. Toprak reaksiyonu.....	22
3.2.2.3. Kireç.....	22
3.2.2.4. Organik madde.....	22
3.2.2.5. Yarayışlı fosfor.....	22
3.2.3. İstatistik Analiz Metodları.....	22
3.2.4. Jeostatistiksel analizler.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	24
4.1. Tanıtıcı İstatistik Sonuçları.....	24
4.2. Jeostatistiksel Değerlendirme.....	26
4.3. Dağılım Paternlerinin Belirlenmesi.....	32
4.3.1. Kil.....	32
4.3.2. Silt.....	33

4.3.3. Kum.....	34
4.3.4. Organik madde.....	35
4.3.5. Kireç.....	36
4.3.6. pH.....	37
4.3.7. Yarayışlı fosfor.....	38
<b>SONUÇ.....</b>	<b>39</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>41</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>45</b>
EK 1.....	45
EK 2.....	47
EK 3.....	52



## SİMGELER DİZİNİ

$A_0$	Range
$C$	Yapısal varyans
$C_0$	Nugget varyans
$C_0+C$	Sill varyans
$h$	Lag mesafesi
$N$	Örnek çiftlerinin sayısı
$Z(x)$	İncelenen özelliğin ölçüm değeri
$\gamma$	Semivaryans



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. İdeal bir semivariogram modeli (spherical model). .....	13
Şekil 2.2. Spherical (küresel) model .....	14
Şekil 2.3. Exponential (katlamalı) model .....	15
Şekil 2.4. Linear model .....	16
Şekil 2.5. Linear - sill model .....	16
Şekil 2.6. Gaussian model .....	17
Şekil 3.1. Çalışma alanının coğrafik konumu.....	18
Şekil 3.2. Erzurum iline ait 73 yıllık iklim verilerinin aylara göre dağılımı. ....	19
Şekil 3.3. Toprak örneklerinin alındığı noktaların arazi üzerindeki dağılımı .....	20
Şekil 3.4. Toprak örneklerinin alındığı arazinin ekim deseni.....	21
Şekil 4.1. İncelenen özelliklerin varyasyon katsayısı değerlerinin değişimi.....	25
Şekil 4.2. Topraktaki organik madde miktarının tanımlandığı spherical model .....	28
Şekil 4.3. Topraktaki kireç oranının tanımlandığı spherical model.....	29
Şekil 4.4. Toprak pH'nın tanımlandığı spherical model .....	29
Şekil 4.5. Topraktaki yarayıslı fosfor miktarının tanımlandığı spherical model.....	30
Şekil 4.6. Topraktaki kil içeriğinin tanımlandığı linear model.....	30
Şekil 4.7. Topraktaki kum içeriğinin tanımlandığı linear model.....	31
Şekil 4.8. Topraktaki silt içeriği için bir model tanımlanamamıştır (nugget varyans)...	31
Şekil 4.9. Kil içeriğinin inceleme alanındaki değişim paterni.....	32
Şekil 4.10. Silt içeriğinin inceleme alanındaki değişim paterni .....	33
Şekil 4.11. Kum içeriğinin inceleme alanındaki paterni .....	34
Şekil 4.12. Organik madde miktarının inceleme alanındaki değişim paterni.....	35
Şekil 4.13. Topraktaki kireç oranının inceleme alanındaki değişim paterni .....	36
Şekil 4.14. Toprak pH'nın inceleme alanındaki değişim paterni .....	37
Şekil 4.15. Topraktaki yarayıslı fosforun inceleme alanındaki değişim paterni .....	38

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Tüm alana ait tanıtıcı istatistik sonuçları .....	24
Çizelge 4.2. Toprak özellikleri arasındaki korelasyon .....	26
Çizelge 4.3 İncelenen özellikler için tanımlanan semivariogram model ve model parametreleri .....	27



## 1. GİRİŞ

Bir toprak özelliğinin herhangi bir noktadaki ölçüm değeri, onun söz konusu noktadaki uzaysal konumunun bir fonksiyonudur. Bu durum, toprak özelliklerinin arazide süreklilik gösterdiğine işaret eder. Ancak, topraklarla ilgili çalışmalarda, araştırma sahasının örnekleme esasına göre seçilen noktalarında incelenen özellikleri için kaydedilen ölçüm değerleri esas alınarak söz konusu toprak varlığı temsilen değerlendirilmektedirler. Doğal yaklaşımda budur, çünkü incelemeye konu olacak toprak özelliğini araştırma sahasının bütün noktalarında ölçme olanaksızdır. Ancak, toprak gibi heterojen bir yapıya sahip olan varlığın incelenen özellikleri de büyük bir varyasyon göstermektedir. Bu durumda, incelenen özelliğe ait klasik istatistiksel parametrelerin güven sınırları da daralmaktadır. Klasik istatistikte seçilen temsili noktaların birbirlerinden bağımsız olduğu ve örnek ortalamasının popülasyon ortalamasını en iyi bir şekilde temsil ettiği varsayılır. Oysa, birbirlerine yakın olarak örneklenen noktaların kendi aralarında daha çok benzer olması olağandır. Yani ölçülen değerler örnekleme noktaları arasındaki mesafenin bir fonksiyonudur ve mesafeden bağımsız olarak düşünülemezler. Bu nedenle, incelenen özelliklerin değerleri arasında doğal olarak bulunan yersel değişimin derecesinin (uzaysal bağımlılığın) belirlenmesi gerekir. Söz konusu uzaysal bağımlılığın belirlenmesinde jeoistatistiksel metotlar başarıyla uygulanmaktadır (Öztaş 1995).

Jeoistatistik, ilk olarak yerbilimlerinde karşılaşılan kestirim problemlerinin çözümüne yönelik olarak ortaya çıkmıştır. Jeoistatistiksel teorinin temelleri ilk olarak Fransız maden mühendisi G. Matheron tarafından ortaya atılmış ve yöntem daha sonra çok benimsenerek, geniş bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu gün jeoistatistiğin uygulamaları yalnız yerbilimleri ile sınırlı olmayıp, pek çok alanda yaygın olarak görülmektedir (Tercan ve Saraç 1998).

Jeoistatistiksel yöntemler, örneklemenin sınırlı olduğu alanlarda toprak özelliklerinin tahmin edilmesinde karşılaşılan problemlerin çözümünde incelenen toprak özelliğinin

fonksiyonunu tanımlamak için yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Bocchi *et al.* 2000, Webster and Oliver 2001).

Jeoistatistiksel metotlar, toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin sayısallaştırılmasında oldukça yararlıdır ( Warrick *et al.* 1986, Kutilek and Nielsen 1994, Reese and Moorhead 1996, Bourgault *et al.* 1997) ve toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin zamana ve uzaya bağlı olarak tanımlanmasında kullanılmaktadır (Goovaerts 1999).

Uzaysal değişkenliğin jeoistatistiksel uygulamaları, incelenen konunun parametrelerinin uzaydaki varyasyonunu tanımlayabilir ve değişkenler arasındaki ilişkiyi izah edebilir ve genellikle uzaysal değişkenlik, örneklenmemiş alanların değerlerinin tahmin edilmesinde kullanılır (Huang *et al.* 2001, Sadler *et al.* 2000).

Son on yıl boyunca bilgisayar imkanlarının gelişmesi tüm dünyada, elde edilen toprak verilerini özel bir yöntem tabii tutmak için gerekli olan sayısal metotların kullanımını desteklemiştir. Geoistatistik, veri yöntemlerine gözlemlerin uzaysal ve geçici koordinatlarını birleştirmek için istatistiksel aletlerin bir setini sağlamaktadır (Goovaerts 1999).

1980'lerin sonuna kadar Geoistatistik esas itibariyle semivariogramlarla birlikte uzaysal modellerin tanımlanması ve kriging ile beraber örneklenmemiş lokasyonlarda toprak özelliklerinin değerlerinin tahmin edilmesi için bir araç olarak görülüyordu (Trangmar *et al.* 1985, Warrick *et al.* 1986). Yeni yöntemler son zamanlarda ilerlemiş problemleri çözmek için geliştirilmektedir, bu problemler; toprak özellikleri veya toprak kirlilik konsantrasyonları hakkında kesin olmayan tahminler, toprak özellik değerlerinin uzaysal dağılımının stochastic simülasyonu ve uzay zaman yöntemlerinin modellenmesidir.

Son yirmi yılda, toprak biliminde jeostatistiksel metotların uygulamaları farklı kriging metotları kullanılarak, toprak özelliklerinin tahmin edilen uzaysal değişkenliğine odaklanmıştır (Yost *et al.* 1982, Trangmar *et al.* 1987, Miller *et al.* 1988, Lark 2002).

Jeostatistik, aynı zamanda toprak verimliliğinin uzaysal değişkenliğini anlamak için de oldukça yararlı bir yöntemdir (Gang and Jishuang 2000), örneğin, bir besin elementi konsantrasyonunun uzaysal değişkenliğinin hesaplanması veya gübre uygulamalarının uzaysal değişkenliğini planlamak için kullanılabilir (Schepers *et al.* 2000). Bunun gibi yönetim kararları, bir toprak özelliğinin eşik değerine dayandırılabilir gibi, toprak besin elementlerinin yönetimi de eşik değerlerine dayandırılabilir (Lark and Ferguson 2004).

Jeostatistiksel metotlar iki aşamada uygulanır. İlk aşamada, incelemeye konu olan toprak özelliğinin ölçülen noktaları arasındaki otokorelasyonun, yani doğal olarak bulunan uzaysal bağımlılığın derecesi belirlenir. İkinci aşamada ise ileri bir interpolasyon tekniği yardımıyla incelenen özelliğin örneklenmeyen nokta ve alanlardaki değerleri tahmin edilerek dağılım paterni belirlenmeye çalışılır. Semivariogramlar uzaysal bağımlılık derecesinin belirlenmesi ve Kriging analizi ise interpolasyon aşamasında yaygın olarak kullanılan araçlardır (Öztaş 1995).

Jeostatistiğin genel kavramı uzaysal varyasyonun ölçütleridir. Uzaysal olarak bağımsız veriler, veri noktalarının yerlerini önemsemeyerek aynı değişkenliği gösterir. Fakat bununla birlikte uzaysal veri çoğu durumda uzaysal olarak bağımsız değildir. Uzaysal olarak yakın olan veri değerleri, birbirinden uzak olan veri değerlerinden daha az değişkenlik gösterirler. Bu yöntemin temel özelliği veri setinden veri setine değişir. Her bir set veri noktaları arasındaki mesafe ve değişkenliğin kendine özgü fonksiyona sahiptir. Bu değişkenlik genellikle semivaryans olarak adlandırılan bir fonksiyon olarak hesaplanır (Wikipedia 2004).

Jeostatistiksel analizlerin merkezinde variogram ( $\gamma(h)$ ) vardır.  $\gamma(h)$  bir tesadüf fonksiyonunun uzaysal bağımlılığını tanımlar, variogram örnek verilerinden elde edilmek zorundadır ve bir bölgede variogramı hesaplamak için yapılan örnekleminin tesadüfi olmaması gerekmektedir. Uygulamada bilim adamları variogramın hesaplanması için hem gridlerde hem de transektlerde sistematik örnekleminin değişik formlarını kullanırlar (Lark 2002).

Webster ve Oliver (1993), semivariogram değerinin güvenli tahmini için en az 150 verinin olması gerektiğini belirtmiş ve ayrıca daha büyük örneklere anisotropik varyasyonun tanımlanması gerektiğini bildirmişlerdir.

Toprak bilimi literatürü şimdi örneklenmemiş alanlarda toprak değişkenliğini hesaplamak için kriging'in birçok örneğini içermektedir (Lark and Ferguson 2004), bu teknikler gridlerden alınan örneklerdeki toprak özelliklerinin kontur haritalarının meydana getirilmesinde kullanılabilir (Burgess and Webster 1980).

Pasinler deneme istasyonunun üzerinde bulunduğu alan alüviyal bir arazidir. Alüviyal araziler; dünyada ve ülkemizde büyük üretim potansiyeline sahip olan, farklı zamanlarda nehirlerin getirdikleri malzemelerin depolanması ile oluşmuş, toprak özelliklerinin çok kısa mesafelerde değiştiği alanlardır. Alüviyal arazilerin düz ve düze yakın olmaları nedeniyle arazi yapısı- toprak ilişkilerinden, farklı toprakların ayırt edilmesi zordur (Di *et al.* 1989).

Öztaş ve Ardahanlıoğlu (1998), Fırat nehrinin taşıyıp biriktirdiği sedimentlerle oluşan Erzincan- Ada arazisi alluvial topraklarının tekstürel değişimlerini incelemek ve farklı zamanlarda biriktirilen materyalin profildeki katmanlaşma üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Toprağın kil, silt ve kum içeriğinin arazideki dağılımının küresel (spherical) semivariogram modele uygunluk gösterdiği ve değişim aralıklarının sırasıyla 27, 16 ve 18 m olduğunu belirlemişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü (DATAE) Pasinler Deneme İstasyonu alüviyal topraklarının tekstür, organik madde, kireç, pH, ve yararışlı P gibi özelliklerine ait yersel değişkenlik parametrelerini ve değişim paternini belirlemek ve değişim haritalarını çıkarmak, bu değişkenliğin arazideki ekim deseni ile ilişkisini tartışmak ve değerlendirmektir.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akbaş (2004)'ın bildirdiğine göre; topraklarda meydana gelen değişkenlik, doğal süreçlerin ve amenajman uygulamalarının farklı yersel ve zamansal konumdaki etkilerinin sonucudur. Değişkenliğin ana nedenleri; ana materyal, biyolojik faktörler ve topografya gibi toprak oluşturan faktörlerdeki farklılıklardır. Bununla birlikte amenajman uygulamaları da yersel ve zamansal konumdaki toprak değişkenliğini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu faktörlerden bazıları kısa mesafelerde etkili olurken, bazıları daha uzun mesafelerde etki göstermektedir (Castrignano *et al.* 2000).

Yine Akbaş (2004)'ın bildirdiğine göre doğal değişkenlik; jeolojik ve pedolojik süreçlerden kaynaklanmaktadır. Toprak oluşumunda pedojenik süreçler belli iklim ve bitki örtüsü koşullarında ana materyal üzerine biyolojik aktivite, ayrışma reaksiyonları ve toprak profili boyunca su ile ayrışma ürünlerinin taşınması olaylarının bir bileşenidir. Homojen ana materyalin ayrışması sadece çok az sayıda toprak için geçerlidir ve ana materyalin kendisi düzensiz olarak kısa mesafelerde değişkenlik göstermektedir. Ana materyal homojen kayalardan oluşmuş olsa bile, kayalar kimyasal kompozisyon ve mineralojik yapılarında değişkenlik taşımaktadırlar (Goderya 1998).

Sun *et al.* (2003), Çin'in dağlık subtropikal bir bölgesinde yaptıkları çalışmada jeostatistiksel yöntemler kullanarak toprak kalitesindeki değişiklikler ve toprak özelliklerinin zamansal değişkenliğini belirlemeye çalışmışlardır. 1985 ve 1997 yıllarında 112 ha'lık araziye 100 x 100 metrelik gritlere bölmüş ve 105 noktadan 0-15 cm derinliğinden toprak örnekleri alınmıştır. Yapılan analizler sonucunda toprak özelliklerinin geniş bir değişkenlik gösterdiğini en yüksek varyasyon katsayısının fosforda ve en düşük varyasyon katsayısının da pH da olduğunu belirtmişlerdir.

Assadian *et al.* (1998) Teksas'ta nehir suyuyla sulanan ve Meksiko'da ise atık sularla karışmış nehir suyuyla sulanan iki yonca tarlasında, toprakta ve yoncada Cd, Pb, Ni, Zn, Cr ve Co birikimlerinin uzaysal değişkenliğini belirlemiştir. Pulluk tabakasının altındaki



metal konsantrasyonunun artması, topraktaki Zn ve Ni in tutarsız jeostatistiksel trend göstermesi ve Pb'nin toprak tekstürüyle ilişkilendirilememesi sonucu sulama sularının, metallerin taşınması için tek bir kaynak olmadığı sonucuna varılmıştır.

Diiwu *et al.* (1998), değişik toprak su karakteristik modellerinin performanslarını toprak işleme şekilleri ve toprak horizonlarını göz önünde bulundurarak analiz etmiş ve karşılaştırmışlardır. Ayrıca model parametrelerindeki toprak özelliklerinin uzaysal dağılımını da araştırmışlardır. Model parametrelerindeki değişkenlik %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Model tahmininde geleneksel toprak işleme tekniklerinin sıfır toprak işleme tekniklerinden daha güvenilir olduğunu ve ayrıca her iki toprak işleme yönteminde de toprağın A horizonunda bütün modellerin eşit performans gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kuzey batı İspanya'da yapılan bir çalışmada doğal vejetasyon altındaki topraklar ve toprak işlemeli tarım yapılan topraklardan alınan örneklerde toprağın kimyasal özellikleri ve tane büyüklük dağılımı için analizler yapılmış ve bu toprak özelliklerinin uzaysal dağılımı tespit edilmiştir. Toprak organik madde miktarı ve kation değişim kapasitesinin toprak işlemeli tarım yapılan tarlalarda daha fazla olduğunu ve taşlılaşmanın yine aynı tarlada daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında yanyana olmalarına rağmen toprak işlemeli tarım yapılan alanın doğal vejetasyon örtüsü altındaki alandan daha homojen olduğu bildirilmiştir. Bazı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin paterni söz konusu toprak kullanım şekilleri için farklı bulunmuştur (Paz-Gonzales *et al.* 2000).

Mahinakbarzadeh *et al.* (1991), bir toprak harita ünitesi üzerine yerleştirilmiş transektler boyunca organik maddenin uzaysal değişkenliğini incelemişler ve organik madde içeriğinin diğer toprak özelliklerine nazaran daha az bir değişim gösterdiğini bildirmişlerdir, fakat bunun yanında toprak toplam karbon miktarının örnek alınan transektler boyunca, arazinin kullanım şeklinden daha ziyade, topoğrafik durumuna bağlı olarak periyodik bir davranış gösterdiği saptanmıştır (Huang *et al.* 2001).

Xu ve Tao (2003), toprak yüzeyindeki 10 ağır metalin değişim paternini faktöryel kriging yöntemini kullanarak araştırmış, 200, 400 ve 1000 km'lik mesafelerdeki topraklardan alınan örneklerin, kendi özellikleri ile birlikte vejetasyon tipi, ana materyal tipi ve toprak pH'sını topraktaki ağır metallerin uzaysal dağılımının kontrol edilmesinde ana faktör olarak tanımlamışlardır.

Soya fasulyesi ve mısırdaki protein ve yağ konsantrasyonundaki değişkenliğinin uzaysal olarak karakterize edildiği bir çalışmada, eğim derecesi ve şekli gibi topoğrafik özelliklerin dağılım paterni üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Ilık ve kurak dört yetiştirme sezonunda düşük eğimli arazilerde birim alanda daha yüksek verim gözlenmiştir. Bunun yanında yağışlı sezonda ise düşük verim elde edilmiştir (Kravchenko et al. 2002).

Cassel *et al.* (2000), toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ve bunların buğdayla ilişkilerini uzaysal olarak değerlendirmişler ve heterojen olanlarda ürün değişkenliğinin temelini oluşturan yöntemleri tanımlamaya yardım etmek için stochastic yaklaşımları tartışmışlardır.

Gang ve Jishuang (2000), amonyum azotu, yarayışlı potasyum ve fosfor, organik madde ve toplam nitrojeni içeren toprak besin elementlerinin istatistiksel ve jeostatistiksel araştırmalarını, arazide oluşturulan gridler boyunca uygulamışlar ve toprak besin elementi dağılım haritasını oluşturmuşlardır.

Yapılan bir başka çalışmada; 60 cm aralıklarla örneklenmiş iki paralel 100 metrelik transekt boyunca, toprak-su karakteristik eğrisi, tane büyüklüğü, sature edilmiş hidrolik iletkenlik ve kütle yoğunluğunu içeren toprak özellikleri ölçülmüş ve parametrelerin 50 metrelik ana döngülerde güçlü bir periyodik davranışa sahip oldukları bulunmuştur (Buchter *et al.* 1991),

Xuewen *et al.* (2001); jeoistatistiksel yöntemleri kullanarak yaptıkları bir çalışmada, koruma koşullu program (CRP) uygulanan topraklardaki pH'ın, sürekli aynı ürünün ekildiği (CCC) topraklardan daha yüksek olduğunu ve CRP'de iki derinlik arasındaki pH farklılığının belirgin olduğunu, fakat CCC'de belirgin olmadığını belirtmişlerdir. Diğer taraftan aynı çalışmada P konsantrasyonunun açık bir şekilde CCC'de CRP'den daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Bunun yanında toprak toplam karbonunun transektler boyunca arazide topoğrafik pozisyona ve toprak kullanımına bağlı olarak periyodik bir davranış sergilediğini göstermişlerdir.

Güneydoğu İrlanda'nın çayır arazilerinden 1964 yılında alınan 191 toprak örneği ve 1996 yılında alınan 220 toprak örneği toprak organik karbon yönünden incelenmiştir. 30 yıllık periyodun ardından toprakta organik karbonundaki değişikliğin geçici ve uzaysal değişkenliği geleneksel istatistik, jeoistatistik ve coğrafik bilgi sistemi analizleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Lognormal bir özellik dağılımı her iki veri seti içinde incelenmiş ve *t* testi sonucuna göre bu iki veri seti arasında farklılık bulunmamıştır. Toprak kullanımındaki ve toprak işlemedeki değişiklikler uzaysal farklılık için yeterli derecede önemli olmadığı bildirilmiştir (Zhang and McGrath 2004).

McGrath ve Zhang (2003) Jeoistatistiksel yöntemler kullanarak toprak organik karbonu ile siltli kil arasında istatistiksel olarak önemli derecede negatif bir korelasyonun olduğunu ve toprak organik karbonu ile kum arasında negatif bir korelasyonun olduğunu saptamışlardır.

Çoklu uzaysal skalada topraktaki mikrobiyal topluluklarının dağılımını çok iyi anlayabilme amacına yönelik olarak Doğu Virjinya'da bir buğday tarlasında mikrobiyal topluluk yapısının uzaysal organizasyonunu incelemek için yaklaşık 200 örneği içeren bir sörvey çalışması yapılmıştır. Uzaysal korelasyonun örneklerin büyüklüğüne bağlı olarak 6 m den daha çok 0.3 cm lik mesafelerde görüldüğü bildirilmiştir (Franklin and Mills 2003).

Shuster *et al.* (2001) toprağın 0-40 cm derinliğindeki 4 tabakasından 28 x 24 cm lik gritler oluşturarak aldıkları toprak örneklerinde, solucanlardan kaynaklanan toprak organik karbonundaki uzaysal değişkenliği araştırmışlardır. Araştırmacılar toprağa solucan ilave edilerek toprağın 0-10 cm lik kısmında organik maddede önemli derecede bir artış (16.1 den 17.9 g C kg<sup>-1</sup>) olduğunu ve yine 0- 20 cm lik kısımda da 12.4 ten 14.7 g C kg<sup>-1</sup> a yükselen bir organik madde artışı olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun yanında organik maddenin uzaysal dağılımının diğer alanlarla karşılaştırıldığında uniform yapıdan kurtulduğu görülmektedir

Stark *et al.* (2004), organik tarım yönetimi ve geleneksel tarım yönetimi uygulanan iki alan üzerinde 50 cm çapında üç noktadan 15 cm den örnekler almış ve bunların ayrı ayrı biyotik (mikrobiyal biomass, karbon ve nitrojen, arginine deaminase aktivitesi) abiyotik (toplam karbon ve nitrojen) toprak özelliklerinin analizlerini yapmışlar ve bunun ardından verileri biyotik özelliklerde uzaysal heterojenlik için jeostatistiksel yöntemler kullanarak test etmişlerdir. Biyotik toprak özellikleri örnekleme noktaları arasında önemli derecede farklılık göstermiştir. Jeostatistiksel analizler ve uygun bir katlamalı (exponential) model biyotik toprak özelliklerinde uzaysal bir yapının var olduğunu göstermiştir ve 25-30 cm lik ayrılık mesafelerinin üzerinde örnekler bağımsızlık göstermiştir.

Lark ve Ferguson (2004), Gaussion Disjunctive Kriging (DK) ile Indicator Kriging (IK) tekniklerinin karşılaştırılması için bir arazi yüzey toprağındaki yararlanılabilir fosfor üzerinde çalışılmıştır. 247 noktadan elde edilen verilerden bir tahmin alt gurubu seçilmiş ve hesaplama için DK ve IK kullanılmıştır. DK ve IK nin verdiği sonuçlar birbirine benzer bulunmuştur ve bu tekniklerin birbiri yerine önerilemeyeceği bildirilmiştir.

Anctil *et al.* (2002), semivariogram modellemesi yardımıyla toprağın ilk 5 cm'lik kısmında organik madde bakımından zengin bir toprağın nem içeriğinin ölçek modelini karakterize etmeye çalışmışlardır. Araştırmacılar, toprak nem içeriğinin normal bir dağılım gösterdiğinin ve organik madde içeriğiyle önemli seviyede bir korelasyonunu

olmadığını bildirmişlerdir. Bunun yanında 100 m'lik mesafelerde mineral topraklar için organik maddde içeriği ve nem miktarlarında bir korelasyonun olabileceğini bildirmişlerdir.

Kuzyakova *et al.* (2001), yaptıkları bir çalışmada, tarla denemelerinde ilişkilerin incelenmesi ve toprak çalışması sonuçlarının modellenmesinde jeoistatistiksel tekniklerin yeterliliğini incelemiş ve tarla denemelerinin kurulmasında jeoistatistiksel yöntemlerin uygulanabileceğini göstermişlerdir.

Yapılan diğer bir çalışmada uzun süre otlatılan meralarda, agronomik karakterler için farklılığın büyüklüğünün tespitini, olası uzaysal varyasyonun araştırılmasını ve örneklemelerde bunların etkilerini belirlemeye çalışmışlardır (Liu *et al.* 1999).

Morgan *et al.* (2002) yaptıkları bir çalışmada, geleneksel ve jeoistatistiksel metodları ve interpolasyon haritalarını kullanarak, patates ekili tarlalarda ve bunların ürünlerinde bazı nematod popülasyonlarının geçici stabiliteelerini ve uzaysal dağılımlarını hesaplamaya çalışmışlardır. Nematod yoğunluğunun tek başına patates verimi, toprak nemi veya toprak pH'ı ile yüksek derecede korelasyon göstermediği, sürekli olarak *Verticillium solgunluğu* ile korelasyon gösterdiği bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada 40-45 cm derinliğinde pullukla yapılan bir toprak işleme ve 20-25 cm derinliğinde yüzey diskli toprak işleme aletiyle yapılan diğer bir toprak işleme yöntemlerinin etkilerini belirlemede toprağın öz direnci verilerine jeoistatistiksel yöntemler uygulanmıştır. Üç boyutlu interpolasyon haritaları yüzeydeki toprak direncinin rasgele bir varyasyona sahip olduğunu göstermiştir (Castrignano *et al.* 2003).

Simülasyon modelleri için girdileri daha fazla detaylandırmak şartıyla uzaysal olarak değişken toprak bilgilerinin kullanımının mantıklılığını ve bunun hesaplanan sulama suyu ihtiyaçları üzerine etkilerini değerlendirmek için jeoistatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Ürün verimi, gerçek evapotranspirasyon, sulama uygulamaları ve

topraktaki su drenajının simule edilmiş değerleri, jeostatistik temelli uygulamalarda benzer sonuçlar vermiştir(Bechini *et al.* 2003).

Ardahanlıoğlu vd. (2002), Iğdır ovasındaki tuz ve sodyum etkisine maruz kalmış topraklardaki değişebilir sodyum yüzdesi, bor konsantrasyonu, elektriki iletkenlik ve pH'ın uzaysal dağılım paternini araştırmışlardır. Kriging değerlerinden elde edilen dağılım haritaları, pH hariç ölçülen diğer toprak özelliklerinin dikey dağılım paternlerinin çok farklı olduğunu göstermiştir, bununla beraber yatay doğrultudaki dağılım paternlerinde ise daha az bir farklılık gözlenmiştir.

Gimeno-Garcia *et al.* (2004), yaptıkları bir çalışmada Akdeniz yöresindeki bir maki yangınının ardından toprak yüzeyindeki sıcaklık dağılımının uzaysal paternini saptamaya çalışmışlardır. Sonuçta sıcaklık dağılımının iki dominant uzaysal paterni (spherical and linear) görölmüştür. Spherical model yaklaşık 4 ve 10 m arasında değişmiş ve temel olarak doğal biomass ve sıcaklık zamanı ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Linear patternde ise topra ısısının düşükten yükseğe doğru artışının meteorolojik olaylarla kontrol edildiğini göstermiştir.

Klasik istatistikten gelen varyans kavramı jeostatistikte semivaryansa genişletilmiştir ve birbirine bağlı uzaysal varyasyonlar bir variogram olarak tanımlanır (Warrick *et al.* 1986, Huang *et al.* 2001).

## 2.1. Jeostatistiksel Teori

Semivariogramlar belli bir x mesafesi ile birbirlerinden ayrılan örnek çiftleri arasındaki varyansın mesafeyle olan ilişkisini gösterir. Diğer bir ifade ile, örnekleme çiftleri arasındaki mesafenin bir fonksiyonu olarak uzaysal bağımlılığı tanımlar ve matematiksel olarak aşağıdaki eşitlikle ifade edilirler (Journel and Huijbregts 1978).

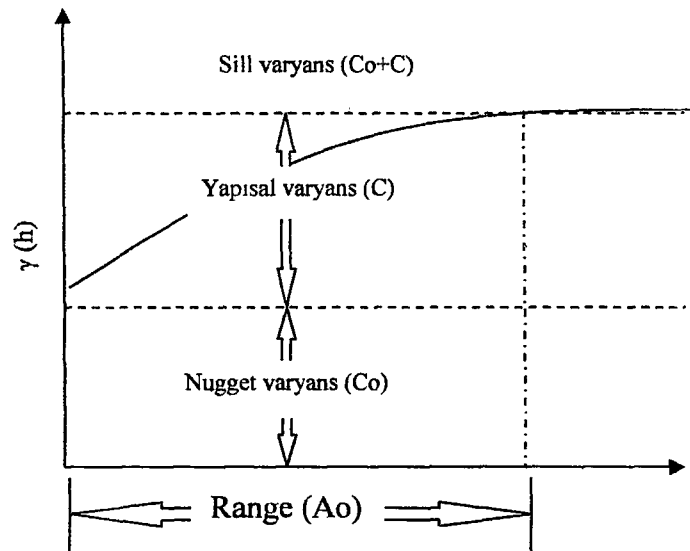
$$\gamma(h) = \frac{1}{2} N(h) \sum_{i=1}^N [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Burada,  $\gamma(h)$  semivaryans;  $N(h)$   $h$  mesafesi ile ayrılan örnek çiftlerinin sayısı;  $Z(x_i)$ , incelenen özelliğin  $i$  noktadaki ölçüm değeri ve  $Z(x_i + h)$  incelenen özelliğin  $(i+h)$  noktadaki ölçüm değeridir.

Mesafenin bir fonksiyonu olan ve uzaysal olarak ayrılmış veri noktaları arasındaki semivaryansı grafikize eden bir semivariogram, toprak özelliklerinin uzaysal ilişkilerini iyi bir şekilde tanımlar (Warrick *et al.* 1986, Buchter *et al.* 1991).

Genel olarak ideal bir semivariogramda, örnekleme çiftleri arasındaki mesafe arttıkça ( $h, 2h, 3h, \dots, h$ ) semivaryans değeri de artar ve belli bir noktadan sonra az yada çok sabit bir değere ulaşır (Şekil 2.1). Semivariogram grafiğinin x eksenine paralel konuma geldiği bu noktadaki semivaryans değeri “tepe varyansı” (sill variance), semivariogramın tepe varyansını yakaladığı noktadaki  $x$  değeri ise “etki aralığı” (range of influence) olarak adlandırılır (Öztaş 1995).

Sadece örnek çiftleri arası mesafenin dikkate alındığı semivariogram hesaplamalarına izotropik semivariogramlar, mesafe ve yönün birlikte dikkate alındığı semivariogram hesaplamalarına ise anizotropik semivariogramlar kullanılmaktadır (Goovaerts 1999).



Şekil 2.1. İdeal bir semivariogram modeli (spherical model).

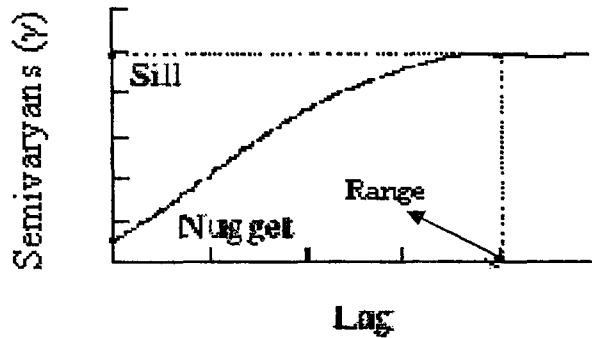
Teorik semivariogram modelinin seçimi için hesaplanmış olan deneysel semivariogram değerleri mesafeye karşı grafiklenir. En çok kullanılan semivariogram modelleri; küresel, üssel, Gaussian, linear ve silli linear modelleridir (Trangmar *et al.* 1985, Goovaerts 1999). Bu modellerde  $C_0$ ,  $C_0+C$  ve  $A_0$  parametreleri nugget varyans, tepe (sill) ve etki aralığı (range) olarak tanımlanır. Nugget değerinin küçük olması, varyansı yansıtmak için uygun olan örnekleme mesafesini daha iyi bildirir ayrıca lag mesafesindeki artışa bağlı olarak semi varyansta önemli derecede değişkenliğin olmadığı noktadaki nokta, sill diye adlandırılır ve tesadüf varyasyonun önemini yansıtır (Nielsen 1998).

Spherical (küresel) model, bazı  $A_0$  aralıkları için modifiye edilmiş bir ikinci dereceden fonksiyondur (şekil 2.2), nokta çiftleri otokorele edilmesi fazla uzun değildir ve semivariogram bir asimptota kavuşur ve aşağıdaki şekilde formüllendirilir. (Huang *et al.* 2001).

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[ 1.5(h/A_0) - 0.5(h/A_0)^3 \right] \quad h \leq A_0$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \quad h > A_0$$

Burada  $h$  lag mesafesi,  $C_0$  nugget varyans,  $C$  yapısal varyans ve  $A_0$  range değeridir.



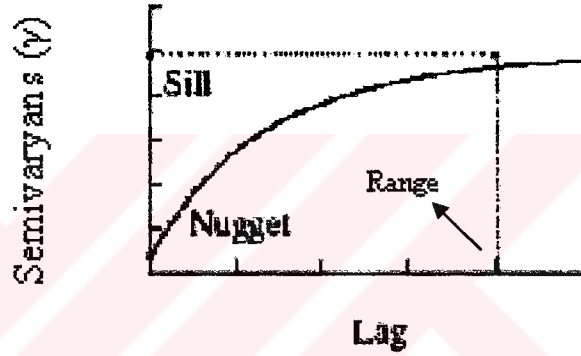
Şekil 2.2. Spherical (küresel) model



Exponential (katlamalı) model (şekil 2.3) spherical modelle sill değerine yavaş yavaş varması yönünden benzerdir fakat farklılığı sill değeri asla bir noktada sabitleşmez ve aşağıdaki şekilde formüllendirilir (GS+ 2004).

$$\gamma(h) = C_0 + C[1 - \exp(-h/A_0)]$$

Burada  $h$  lag aralığı,  $C_0$  nugget varyans ( $\geq 0$ ),  $C$  yapısal varyans ( $\geq C_0$ ) ve  $A_0$  range parametresidir.



Şekil 2.3. Exponential (katlamalı) model

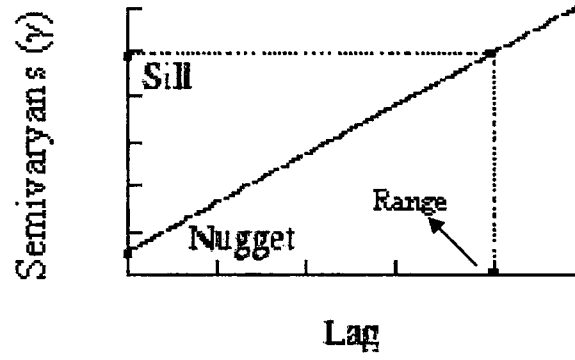
Şekil 2.4'ten de görüldüğü gibi linear (doğrusal) model düz hatlı bir variogramı temsil eder, burada sill yoktur.  $A_0$  değeri isteğe bağlı olarak variogramda son lag sınıfı için aralık mesafesi olarak tanımlanabilir ve aşağıdaki gibi formüllendirilir (GS+ 2004).

$$\gamma(h) = C_0 + [h(C/A_0)]$$

Burada  $h$  lag aralığı,  $C_0$  nugget varyans ( $\geq 0$ ),  $C$  yapısal varyans ( $\geq C_0$ ) ve  $A_0$  range parametresidir.

Linear model, gerek uygulamasının kolay olması ve gerekse bir çok semivariogramın küçük lag (örnek çiftleri arasındaki mesafenin katları) mesafeleri için linear bir ilişki vermesi nedeniyle en yaygın olarak kullanılan Semivariogram modellerinden birisidir.

Ayrıca; interpolasyon işleminde kısa lag mesafelerinin esas alınması bu modelin kullanılmasında avantaj sağlamaktadır (Webster and Oliver 1990).

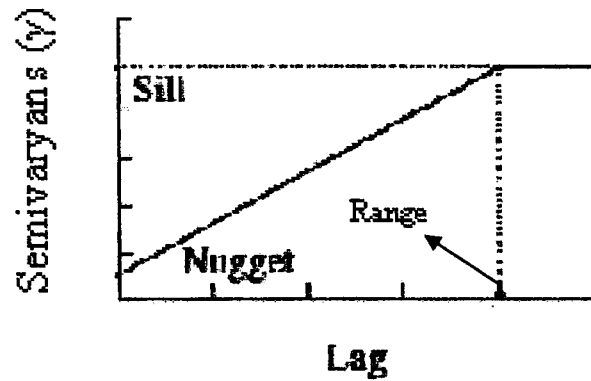


Şekil 2.4. Linear model

Linear-sill modeli linear modele bazı  $A_0$  mesafeleri hariç benzerdir (şekil 2.5), nokta çiftlerinin otokorelasyon edilmesi fazla uzun değildir ve variogram bir asimptota ulaşır. Bu metod şöyle formüle edilebilir (GS+ 2004).

$$\begin{aligned} \gamma(h) &= C_0 + [h(C/A_0)] & h \leq A_0 \\ \gamma(h) &= C_0 + C & h > A_0 \end{aligned}$$

Burada  $h$  lag mesafesi,  $C_0$  nugget varyans ( $\geq 0$ ),  $C$  yapısal varyans ( $\geq C_0$ ) ve  $A_0$  range parametresidir.

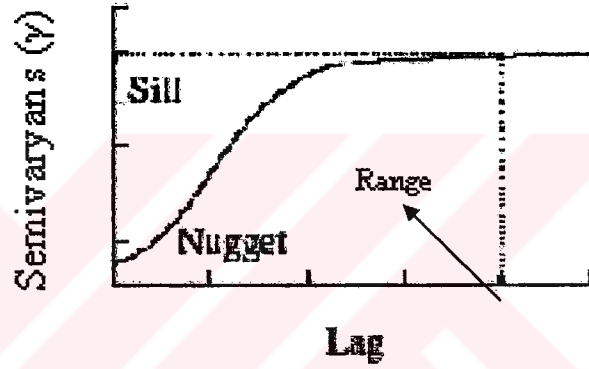


Şekil 2.5. Linear-sill model

Şekil 2.6'da görüldüğü gibi Gaussian veya hiperbolik model exponential modelle benzerdir fakat y ekseninde kesilen noktaya aşamalı olarak yükselindiği kabul edilir ve şu şekilde formüle edilir (GS+ 2004).

$$\gamma(h) = C_0 + C[1 - \exp(-h^2 / A_0^2)]$$

Burada  $h$  lag aralığı,  $C_0$  nugget varyans ( $\geq 0$ ),  $C$  yapısal varyans ( $\geq C_0$ ) ve  $A_0$  range parametresidir.



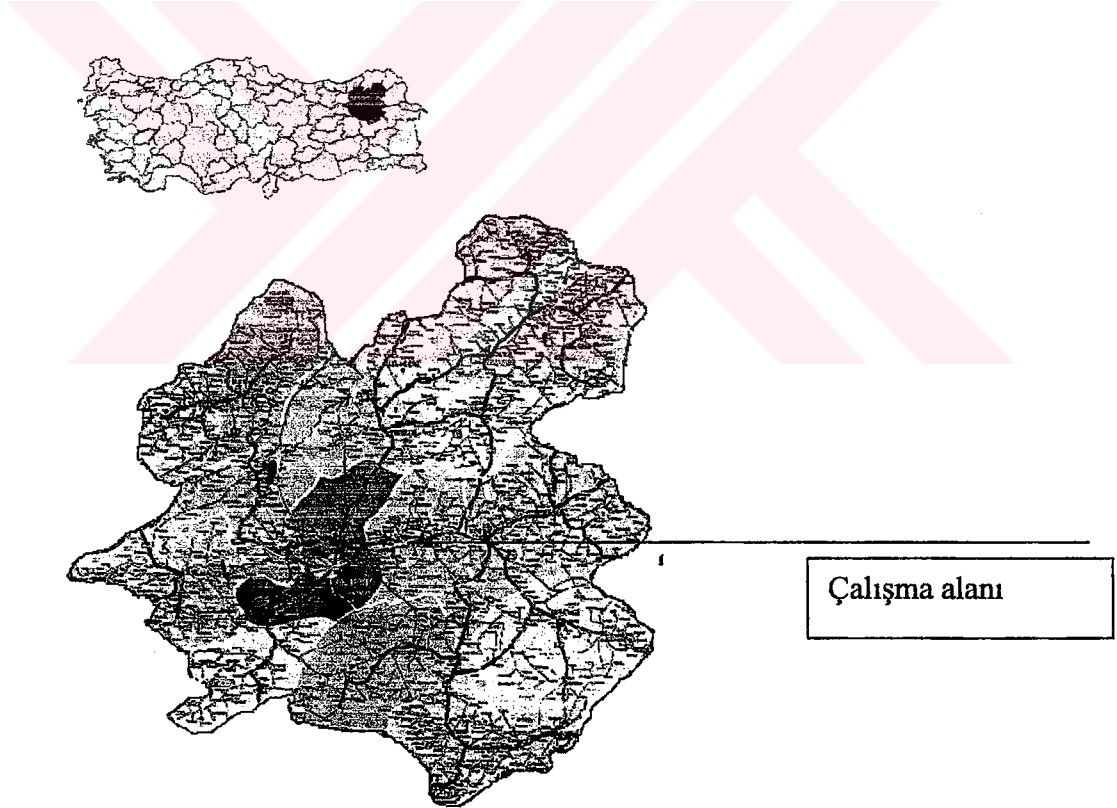
Şekil 2.6. Gaussian model

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

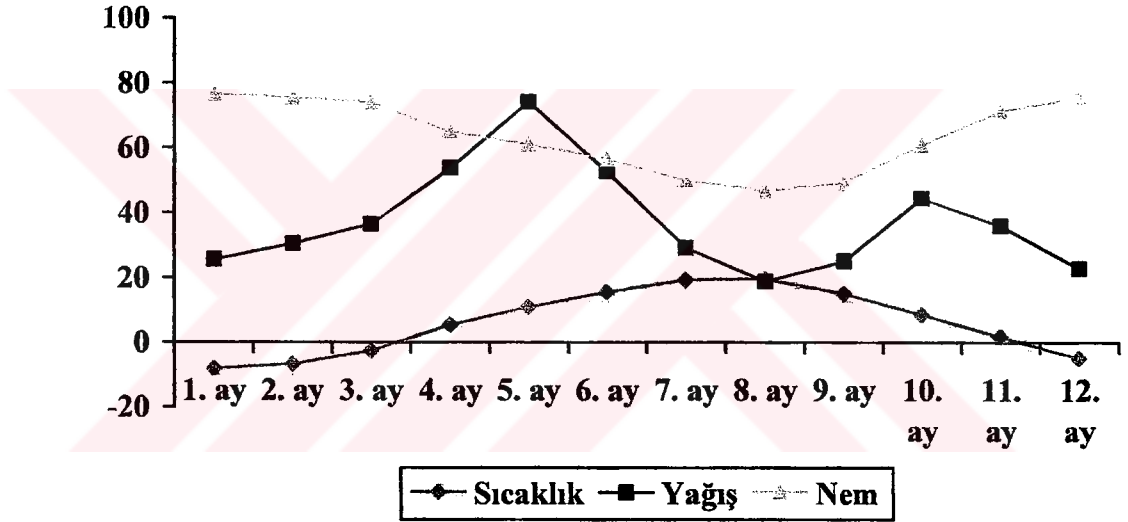
Erzurum ili Doğu Anadolu Bölgesinin kuzey doğusunda yer almaktadır. Kuzeyde Artvin ve Rize, kuzey -batıda Bayburt, batıda Erzincan, güneyde Bingöl, doğuda Kars ve Ağrı illeri ile sınırları bulunmaktadır. Bu çalışmanın yürütüldüğü Pasinler Deneme İstasyonu Erzurum'un batısında Pasinler İlçesi sınırları içersindedir. Pasinler ovası, Türkiye'nin kuzey doğusunda  $39^{\circ} 58' 723''$  Kuzey enlem ve  $41^{\circ} 37' 500''$  Doğu boylam dereceleri arasında yer alır, deniz seviyesinden yüksekliği 1680 metredir ( şekil 3.1)



Şekil 3.1. Çalışma alanının coğrafik konumu.

### 3.1.2. İklim

Ovada karasal iklim hüküm sürer ve görülen iklim tipi sebebiyle kış mevsimi soğuk ve kar yağışlı, yaz ayları ise serin ve kurak geçmektedir. Ovada yüksek basınç şartları etkili olmaktadır ayrıca gece ile gündüz, yaz ile kış ayları arasındaki sıcaklık farkları oldukça yüksektir. Şekil 3.2’de verildiği gibi yetmiş üç yıllık verilere göre aylık ortalama yağış en fazla mayıs (74.1 mm), en az ağustos (18.9 mm) ayında düşmektedir. Sıcaklık ortalaması 6.0 °C, en sıcak aylar temmuz (19.2 °C) ve ağustos (19.5 °C) aylarıdır (Anonim 2001).



Şekil 3.2. Erzurum iline ait 73 yıllık yağış ortalamalarının aylara göre dağılımı.

### 3.1.3. Toprak örneklerinin alındığı alanın toprak özellikleri

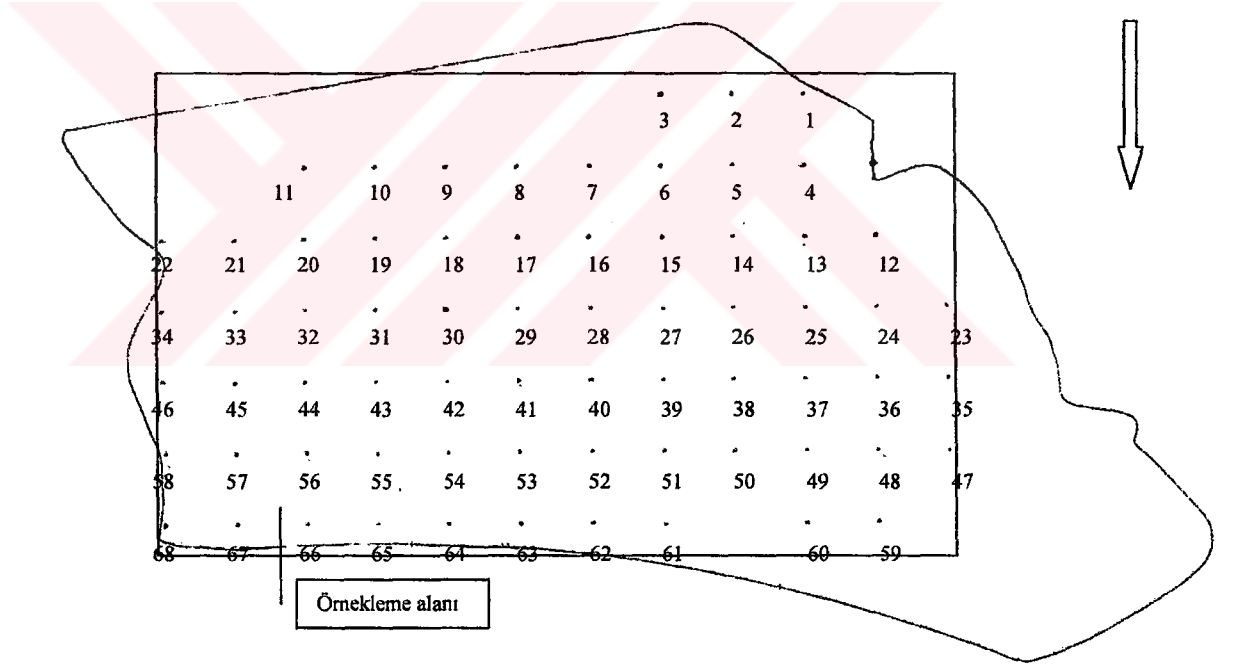
Toprak örneklerinin alındığı Pasinler Deneme İstasyonu toprakları alüvyal materyal üzerinde oluşmuş olup kahverengi renk hakimdir (Anonymous 1998). Barik (2004)’e göre allüviyal topraklar ovada taban arazileri olarak nitelendirilen bölgelerde yüzey sularunun tabanlarında veya etki alanlarında akarsular tarafından taşınarak birikmiş olan genç sedimentler üzerinde yer alan düz veya düze yakın meyile sahip (A) C profilli azonal topraklardır. Arazi toprakları hafif alkalın karakterde olup organik madde bakımından “az” sınıfına dahil edilmektedir, fosfor bakımından ise “orta” sınıfına

dahildir. Arazi genelinde killi ve killi tınlı toprak tipi hakimdir. Arazinin eğimi %1'in altında yani düzdür.

### 3.2. Yöntemler

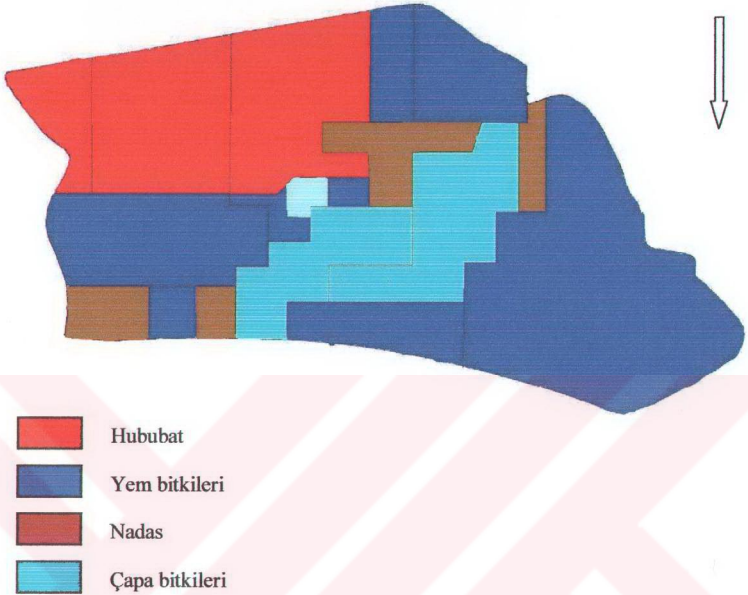
#### 3.2.1. Örneklemeye

Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü (DATAE) Pasinler Deneme İstasyonu arazisi kuzey-güney ve doğu-batı doğrultularında 100 m aralıklara sahip transektlere bölünmüş ve bu transektlerin kesişme noktalarında bulunan farklı ürün desenine sahip 68 noktadan 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Şekil 3.3'te örnek alınan noktaların arazi üzerindeki dağılımı görülmektedir.



**Şekil 3.3.** Toprak örneklerinin alındığı noktaların arazi üzerindeki dağılımı

Şekil 3.4'de örnek alınan arazinin ekim deseni verilmiştir, şekilden de anlaşılacağı üzere arazide ağırlıklı olarak çayır-mera yem bitkileri, hububat ve mısır, patates gibi çapa bitkileri yetiştirilmektedir. Bu noktadaki 5 yıllık ürün deseni ve uygulanan gübre miktar ve cinsleri ek 1 ve ek 2'de verilmiştir.



Şekil 3.4. Toprak örneklerinin alındığı arazinin ekim deseni

### 3.2.2. Laboratuvar Analiz Yöntemleri

Alınan örnekler plastik torbalara konulup etiklendikten sonra DATAE laboratuvarına getirilmiş ve oda sıcaklığında kurumaları sağlanmıştır. Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespit edilebilmesi için örnekler Toprak Bölümü laboratuvarında 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve tekstür, pH, organik madde, kireç, ekstrakte edilebilir P aşağıdaki yöntemler kullanılarak belirlenmiştir.

#### 3.2.2.1. Toprak tekstürü

Toprakların tekstürü Bouyoucos Hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Gee and Bauder 1986).

### **3.2.2.2. Toprak reaksiyonu**

Toprakların pH'ları 1:2.5'lük toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (McLean 1982).

### **3.2.2.3. Kireç**

Toprakların kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak belirlenmiştir (Nelson 1982).

### **3.2.2.4. Organik madde**

Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Nelson and Sommers 1982).

### **3.2.2.5. Yarıyışlı fosfor**

Çalışmanın yapıldığı toprakların yarıyışlı fosfor miktarları “suda çözünebilir fosfor tayini” ile belirlenmiştir (Kacar 1972).

## **3.2.3. İstatistik Analiz Metodları**

Veri setinde yer alan tüm toprak örneklerine tanıtıcı istatistik uygulanmıştır. Tanıtıcı istatistikte yer alan her bir değişken için ortalama, standart sapma, minimum, maksimum, % varyasyon katsayısı, çarpıklık ve basıklık değerlerinin hesaplanmasında ve ayrıca toprak özellikleri arasındaki korelasyonun belirlenmesinde SPSS 10 paket programı kullanılmıştır (SPSS 1999).



#### 3.2.4. Jeostatistiksel Analiz

Herbir toprak özelliğinin uzaysal bağımlılığı semivariogram analizi ile belirlenmiştir. En uygun isotropik modelin seçiminde, kullanılan 5 ayrı model içerisinde en yüksek  $r^2$  ve/veya en düşük kareler toplamını veren model prensibinden hareket edilmiştir (Akgül vd. 1995). Belirlenen semivariogram modelleri esas alınarak ve “Kriging” analizi kullanılarak inceleme alanı içerisinde her 10 m için bir tahmin yapılmıştır. Bu tahminlerin yapılmasında kullanılan komşu noktaların sayısı ilgili özelliğin semivariogram değişim aralığı esasına göre belirlenmiştir (Akgül vd. 1995).

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

##### 4.1. Tanıtıcı İstatistik Sonuçları

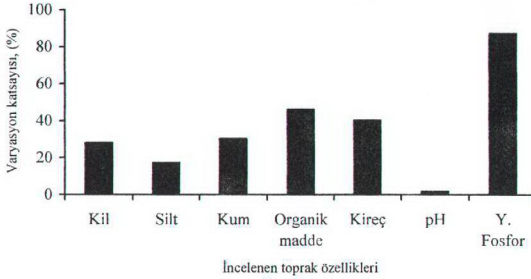
Yapılan analizler sonucunda elde edilen toprak örneklerine ait kil, silt ve kum içerikleri, organik madde içerikleri, kireç oranları, pH ve yarıyırlı fosfor miktarları ek 3'te verilmiştir.

Üzerinde çalışılan 68 örnek için tanıtıcı istatistikler yapılmış, inceleme alanı için aritmetik ortalama, standart sapma, minimum, maksimum, çarpıklık, basıklık ve % varyasyon katsayısı değerleri belirlenmiştir, bu değerler çizelge 4.1'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Tüm alana ait tanıtıcı istatistik sonuçları

	<i>Ortalama</i>	<i>Standart sapma</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maksimum</i>	<i>Çarpıklık</i>	<i>Basıklık</i>	<i>V.K.%</i>
Kil (%)	40.2	11.2	10.5	59.3	-0.7	2.9	28.0
Silt (%)	29.2	5.0	9.8	37.7	-1.0	5.4	17.0
Kum (%)	30.6	10.8	7.8	64.4	1.1	4.4	35.5
Org.Mad.(%)	1.8	0.8	0.1	3.9	0.4	3.4	46.1
Kireç (%)	6.3	2.5	1.6	13.8	0.1	2.8	40.4
pH (1:2.5)	7.8	0.1	7.5	8.1	-0.6	2.9	1.7
P (ppm)	29.1	25.5	0.7	93.1	0.9	2.6	87.3

Tüm alanda yapılan değerlendirme sonucu elde edilen varyasyon katsayısı değerlerine göre incelenen özellikler içerisinde fosfor en değişken özellik olarak (VK: %87) belirlenmiştir, en düşük varyasyon katsayısı gösteren özellik ise %1.7 ile pH olmuştur (şekil 4.1). Bu durum, inceleme alanına ait ölçüm değerlerinin klasik istatistiksel yöntemler kullanıldığı durumda en güvenilir olanının toprak reaksiyonu (pH), en az güvenilir olanın ise yarıyırlı P olduğunu göstermektedir. Yarıyırlı P'un yanı sıra organik madde ve kireç içeriğindeki yüksek varyasyon da arazinin kullanım durumu ile ilgilidir.



**Şekil 4.1.** İncelenen özelliklerin varyasyon katsayısı değerlerinin tüm alan için değişimi

Varyasyon katsayısının genelde yüksek olması (özellikle yarayırlı fosfor için) incelenen özelliklerin klasik istatistikler kullanılarak yorumlanmasını hata payını yükseltmektedir. Bu nedenle jeoistatistiksel bir değerlendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır (Akgül vd. 1995).

İnceleme alanı topraklarındaki kil içeriği %10.4 ile %59.4 arasında olup ortalama %40.2 dir. Silt içeriği %9.8 ile %37.7 arasında bir değişim göstermektedir ve ortalama değeri %29.2 dir. %7.78 ile %64.37 arasında değişen kum içeriğinin ise ortalaması %30.6 dir. İnceleme alanı topraklarının genelde “kil” tekstür sınıfına girdiği görülmektedir.

Organik madde miktarı %0.14 ile %3.91 arasında değişmekte olup ortalama %1.79 ile “az” sınıfına girmektedir. Bunun yanında pH 7.50 ile 8.08 arasında değişmekte ve ortalama olarak (7.84) hafif alkalin özellik göstermektedir. Kireç içeriği %1.57 ile %13.76 arasında değişim göstermektedir. Yarayırlı fosfor 0.69 ile 93.07 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> arasında olup ortalama 29.06 ile “orta” seviyededir(çizelge 4.1).

Tüm alandan alınan örneklere uygulanan korelasyon analizinde, elde edilen sonuçlar çizelge 4.2’de verilmiştir. Toprak pH’sı ile kireç ve kil içeriği arasında %1 seviyesinde önemli pozitif bir ilişki mevcuttur. pH ile organik madde, silt ve fosfor arasında %5 seviyesinde önemli negatif bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Yine kireç ile pH ve kil arasında %1 seviyesinde önemli pozitif bir ilişkinin olduğu ve kireç ile kum ve fosfor

arasında ise %1 seviyesinde önemli negatif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Bunun yanında organik madde ile kil arasında %1 seviyesinde önemli pozitif ve kum ile negatif bir ilişkinin olduğu ayrıca fosfor ile %5 seviyesinde önemli negatif bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Çizelge 4.2'den de görüldüğü gibi kil ile kum ve fosfor arasında %1 seviyesinde, silt ile %5 seviyesinde önemli negatif ilişkiler mevcuttur. Topraktaki silt miktarı ile fosfor arasında %5 seviyesinde önemli pozitif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Yine topraktaki kum miktarı ile fosfor arasında %1 seviyesinde önemli pozitif bir ilişki mevcuttur.

**Çizelge 4.2.** Toprak özellikleri arasındaki korelasyon

	pH	Kireç	Organik madde	Kil	Silt	Kum	Fosfor
pH							
Kireç	0,387**						
Organik madde	-0,253*	0,187					
Kil	0,331**	0,552**	0,352**				
Silt	-0,243*	-0,120	-0,023	-0,299*			
Kum	-0,231	-0,517**	-0,354**	-0,899**	-0,150		
Fosfor	-0,285*	-0,663**	-0,258*	-0,521**	0,301*	0,402**	

#### 4.2. Jeoistatistiksel Değerlendirme

İncelenen özelliklerin araştırma sahası içerisindeki değişiminin isotropik (sadece örnek çiftleri arasındaki mesafeye bağımlı) veya anisotropik (örnek çiftleri arasındaki mesafenin yanısıra örnekleme yönünde bağımlı) olup olmadığını belirlemek amacıyla 4 ayrı istikamet için (kuzey-güney, kuzeydoğu-güney batı, doğu batı, güneydoğu-kuzeybatı) yöne bağımlı semivariogramlar hesaplanmıştır. İncelenen özelliklerden yarayışlı fosfor, pH, kireç, organik madde isotropik bir değişim göstermesine karşılık kil, silt ve kum anisotropik bir değişim göstermiştir (çizelge 4.3).

Toprakların organik madde ve kireç içerikleri, pH ve yarayışlı fosfor miktarları spherical modelle tanımlanmışlardır (şekil 4.2, 4.3, 4.4, 4.5) bunun yanında kil ve kum içerikleri ise linear modelle tanımlanmıştır (şekil 4.6, 4.7). Silt içeriği ise herhangi bir modelle tanımlanamamıştır (şekil 4.8). Bu seçilen örnekleme aralığının organik madde,

kireç, pH ve yarayışlı fosfor miktarlarının uzaysal bağımlılığını belirlemek için uygun olduğunu, buna karşılık kil ve kum içerikleri için daha kısa mesafeli örneklemenin yapılması gerektiğine işaret edilmektedir.

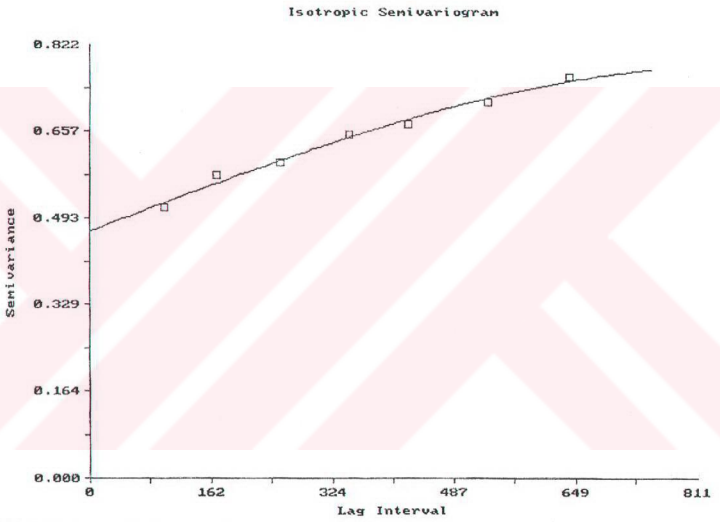
**Çizelge 4.3** İncelenen özellikler için tanımlanan semivariogram model ve model parametreleri

İncelenen özellik	Model	Co	Co+C	A	r <sup>2</sup>	% Nugget
Kil (%)	Anisotropic Linear Nugget	36.9	213.9	688	0.71	17
Silt (%)		23.5	26.9			87
Kum (%)	Anisotropic Linear	44.7	173.9	630	0.83	25
Organik madde (%)	Isotropik Spherical	0.47	0.79	881	0.99	59
Kireç (%)	Isotropik Spherical	0.01	7.37	297	0.79	0.1
pH (1:2.5)	Isotropik Spherical	0.01	0.02	669	0.98	50
Yarayışlı fosfor (ppm)	Isotropik Spherical	99	773.6	466	0.99	12

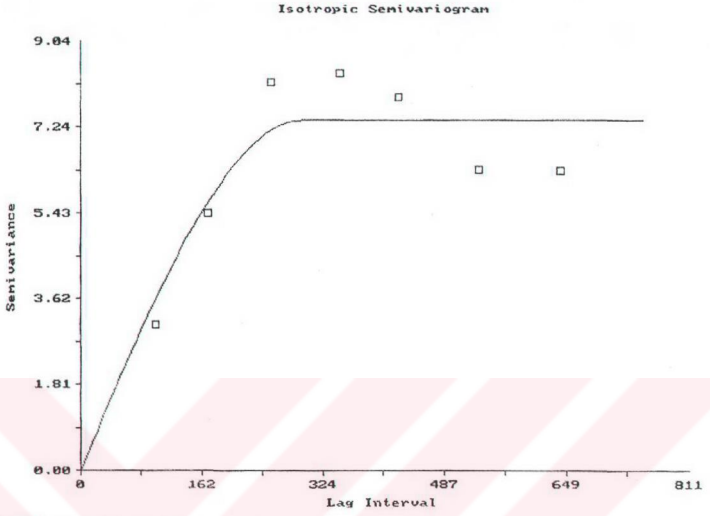
Semivariogramların değişim aralıkları (range) kil için 688, kum için 630, organik madde için 881, kireç için 297, pH için 669 ve yarayışlı fosfor için ise 466 m olarak belirlenmiştir. Bu mesafeler söz konusu özelliğin ölçülen iki noktada birbirleri ile ilişkili olabileceği maksimum mesafeyi göstermektedir. Diğer bir anlatımla, belirlenen değişim aralığından daha büyük bir mesafe ile ayrılan iki örneğin birbirlerinden bağımsız olacağı, daha kısa mesafeler içinde ise bir korelasyonun mevcut olabileceğine işaret etmektedir.

İncelenen özellikler arasında silt içeriği hariç (%87 nugget) diğer özellikler için yapısal varyansın toplam varyans içerisinde önemli bir kesimi oluşturduğu görülmektedir (çizelge 4.3). En önemli yapısal varyans ise kireç içeriği için saptanmıştır.

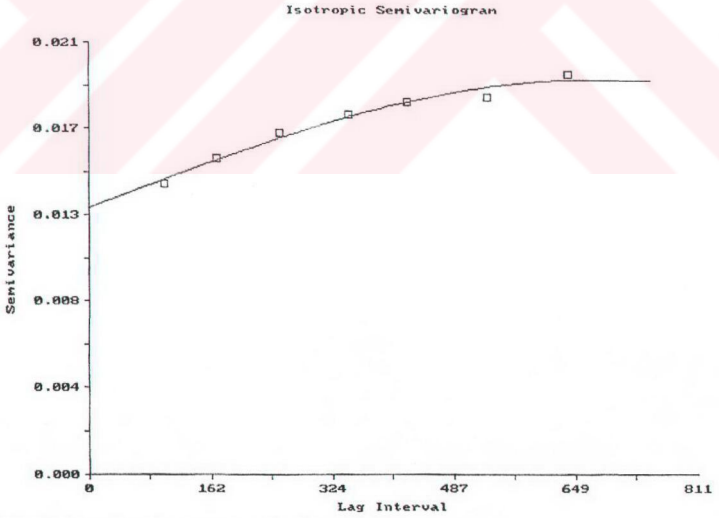
Semivariogramların en önemli iki üstünlüğü, incelenen toprak özelliği için örnekleme çiftlerinin birbirleri ile ilişkili olabileceği maksimum mesafeyi belirlemeye olanak sağlaması ve “Kriging” işlemi için gerekli parametreleri sağlamasıdır (Akgül vd. 1995). Bu çalışmada herbir özellik için belirlenen en uygun semivariogram modeli dikkate alınarak ve “Blok Kriging” işlemi kullanılarak her 100 m<sup>2</sup> (10 x 10) lik bloklar için tahminler yapılmıştır.



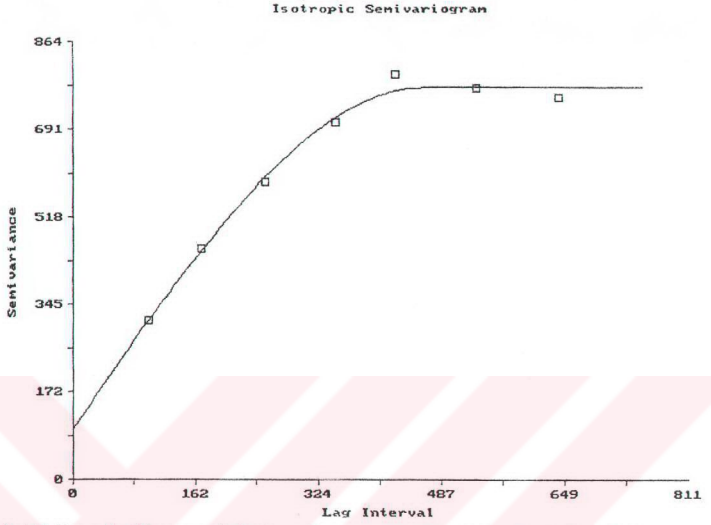
Şekil 4.2. Topraktaki organik madde içeriğinin tanımlandığı spherical model



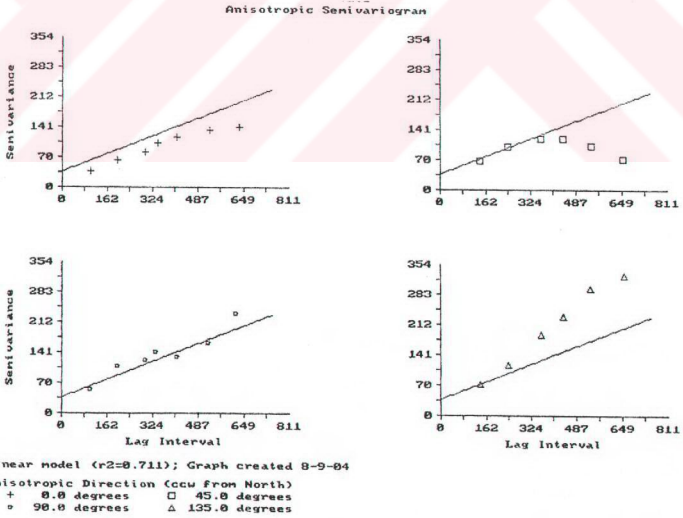
Şekil 4.3. Topraktaki kireç oranının tanımlandığı spherical model



Şekil 4.4. Toprak pH'sinin tanımlandığı spherical model

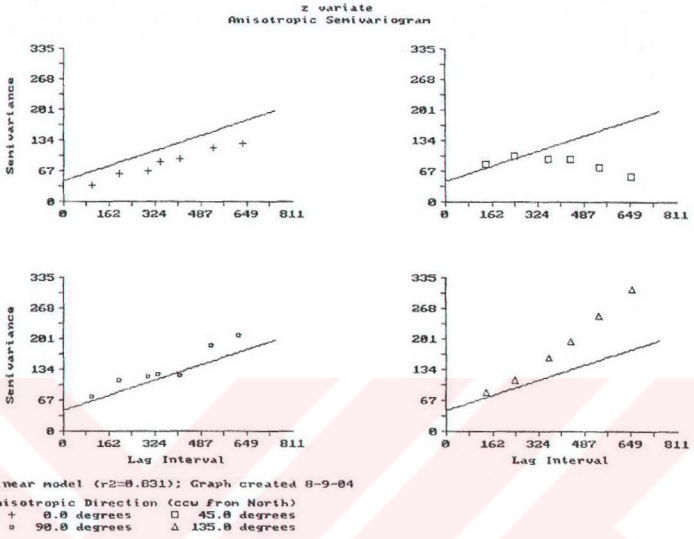


Şekil 4.5. Topraktaki yarıyıllı fosfor miktarının tanımlandığı spherical model

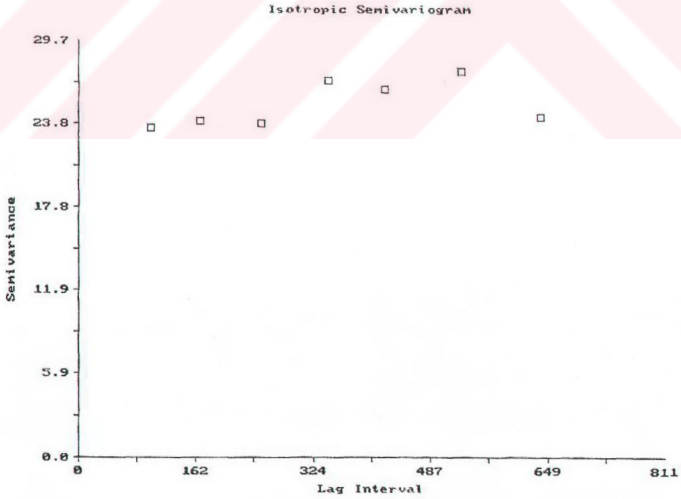


Şekil 4.6. Topraktaki kil içeriğinin tanımlandığı linear model





Şekil 4.7. Topraktaki kum içeriğinin tanımlandığı linear model

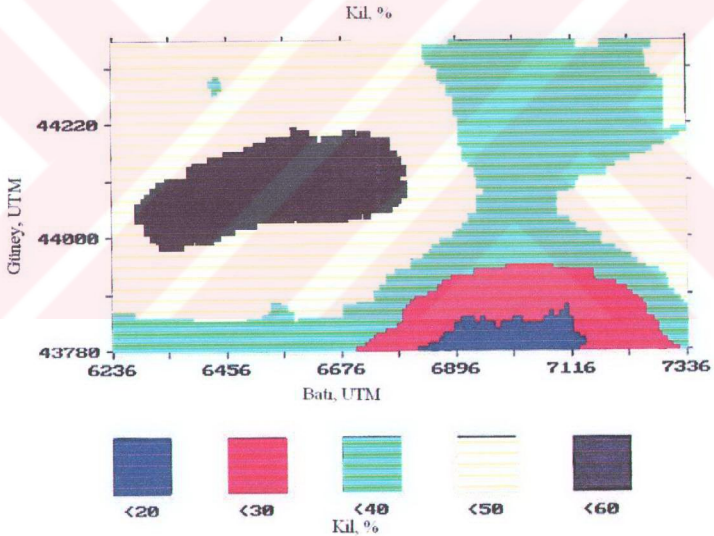


Şekil 4.8. Topraktaki silt içeriği için bir model tanımlanamamıştır (nugget varyans)

### 4.3. Dağılım Paternlerinin Belirlenmesi

#### 4.3.1. Kil

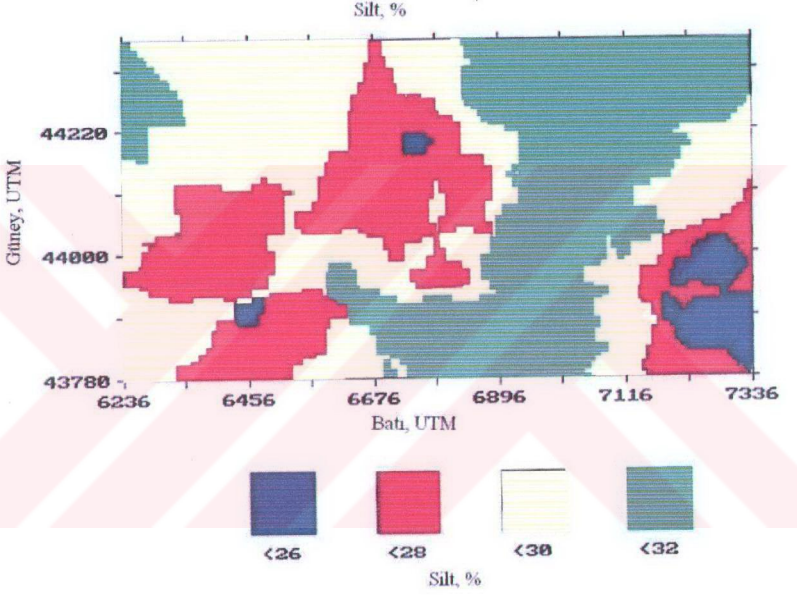
İnceleme alanındaki kil fraksiyonunun “Blok Kriging” uygulanarak belirlenen dağılım paterni şekil 4.9’da görülmektedir. Kil içeriğine ait dağılım paterni incelendiğinde inceleme alanında yem bitkileri ve hububat ekilen topraklardaki kil içeriğinin yüksek olduğu görülmektedir. Çapa bitkilerinin ekili olduğu alanlarda ise kil içeriğinin biraz daha düşük olduğu, bunun yanında arazinin kuzey kısmında dere yatağına yakın olan yerlerde ise yıkanma sonucu kil içeriğinin en düşük seviyede olduğu görülmektedir.



Şekil 4.9. Kil içeriğinin inceleme alanındaki değişim paterni

### 4.3.2. Silt

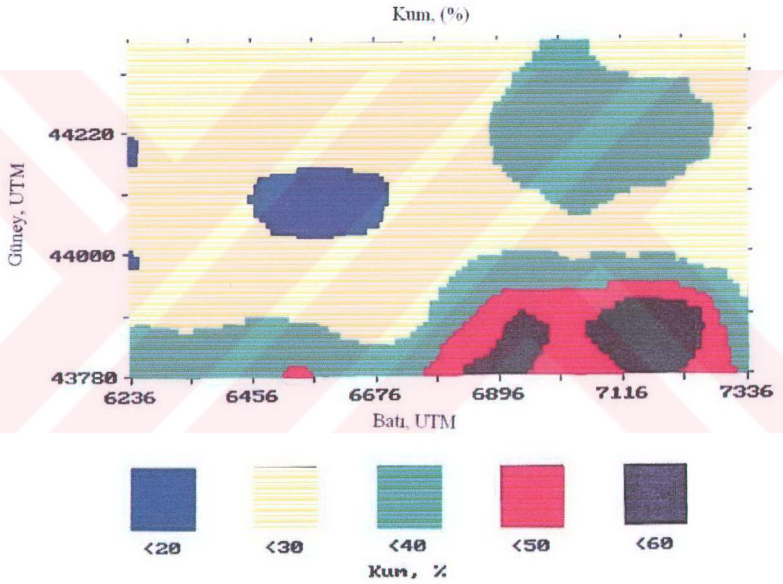
İnceleme alanında silt fraksiyonunun değişiminde bir düzensizlik görülmektedir bunun sebebi ise farklı zamanlarda taşınan alüvial materyalin silt içeriğinin ve taşınmayı sağlayan akıntının bir fonksiyonu olabileceği sanılmaktadır (şekil 4.10).



Şekil 4.10. Silt içeriğinin inceleme alanındaki değişim paterni

### 4.3.3. Kum

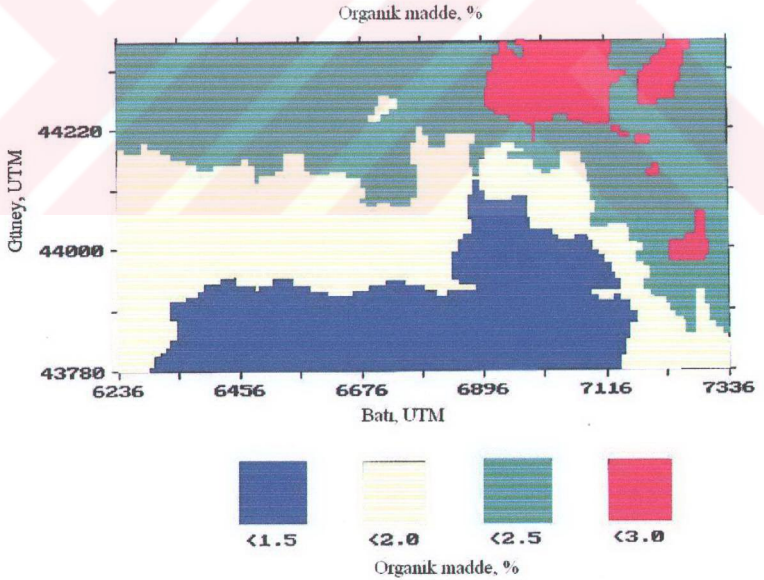
Şekil 4.11 incelendiğinde arazinin kuzey bölümünde yer alan dere yatağında kum içeriğinin en yüksek oranda olduğu görülmektedir, bunu yıkanmaya bağlayabiliriz, arazinin bu bölümünden güney kısmına doğru gidildikçe kum içeriğindeki düşüş rahatlıkla görülebilmektedir. Uzun yıllardır yem bitkileri altında kalan topraklarda ise kum içeriği en düşük seviyede görülmektedir.



Şekil 4.11. Kum içeriğinin inceleme alanındaki paterni

#### 4.3.4. Organik madde

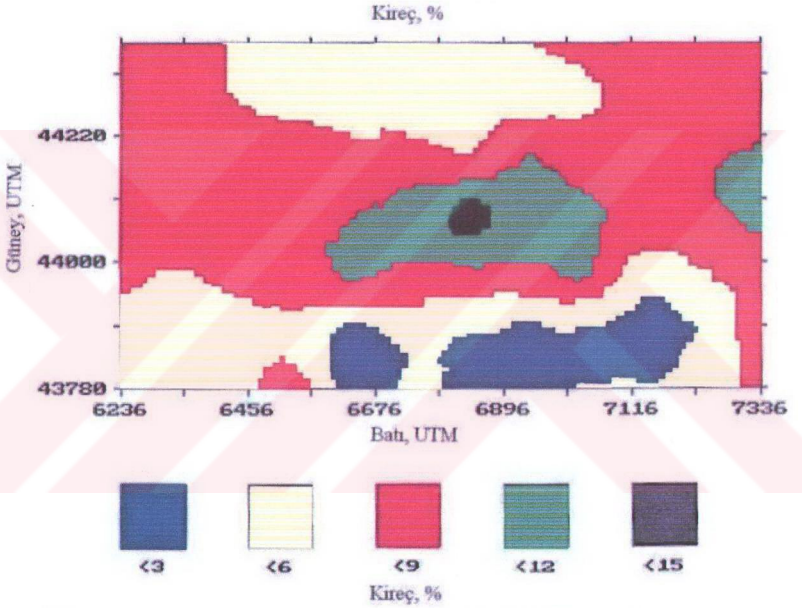
Organik madde miktarının “Blok Kriging” uygulanarak elde edilen değişim paterni incelendiğinde inceleme alanının güney kısmında hububat ekili alanda yüksek bir organik madde miktarı görülürken bu değer çapa bitkilerinin ekili olduğu alanda ve dere yatağında düşük bir değer vermektedir. Çapa bitkilerinin ekili olduğu alanda toprak, diğer alanlardan daha fazla işlendiğinden toprağın sürekli havalanması sonucu organik maddenin mineralizasyonu da hızlı olmaktadır dolayısıyla organik madde içeriği bu alanlarda düşük çıkmıştır. Yonca ve yüksek çayır yumağı ekili alanlarda da yüksek organik madde miktarına rastlanılmaktadır fakat yapay mera deneme arazilerine doğru gidildikçe bu oran yine düşmektedir, bunun sebebi ise yapay mera çalışması yapılan arazide daha önceki yıllarda çapa bitkilerinin deneme alanlarının bulunmasıdır (şekil 4.12).



Şekil 4.12. Organik madde içeriğinin inceleme alanındaki değişim paterni

#### 4.3.5. Kireç

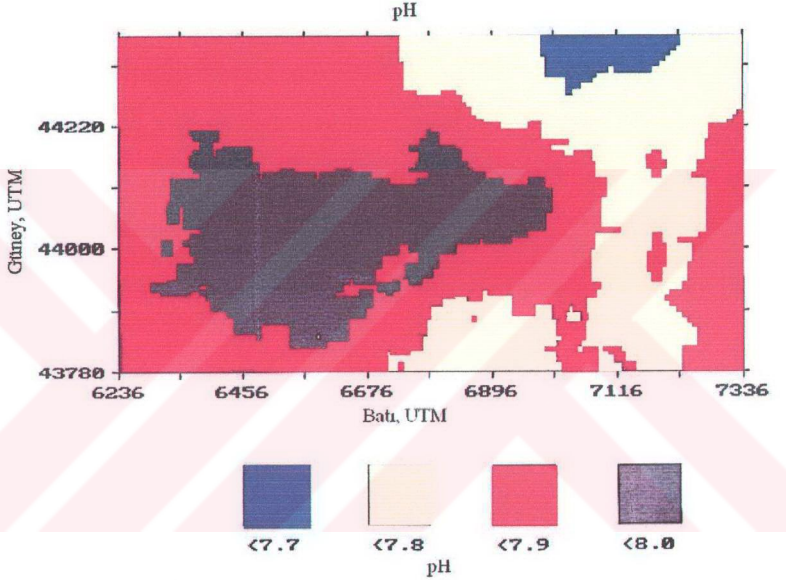
İnceleme alanının orta kısmında yani çapa bitkilerinin ekili olduğu alanlarda kireç oranının daha yüksek bir değere sahip olduğu şekil 4.13'den görülmektedir. Hububat ve yem bitkilerinin ekili olduğu kısımlara doğru gidildikçe bu oranın düştüğü ve dere yatağının bulunduğu arazide ise en az kireç oranının bulunduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. Topraktaki kireç oranının inceleme alanındaki değişim paterni

### 4.3.6. pH

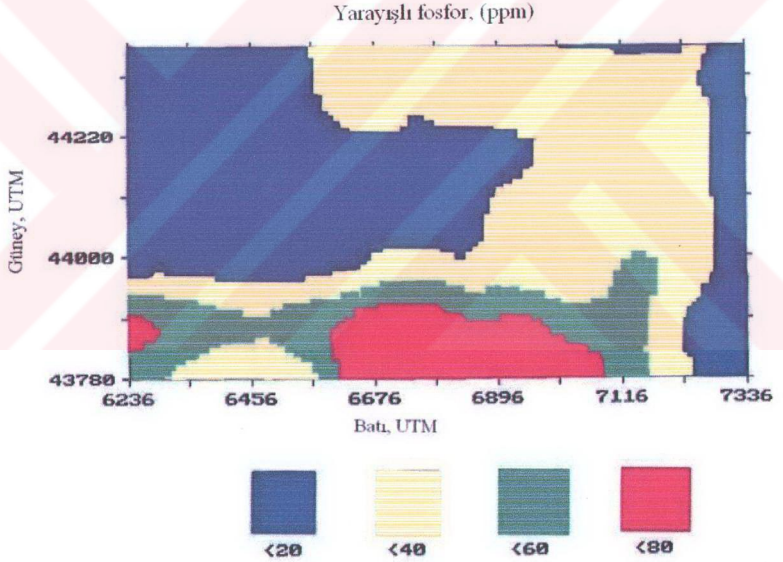
pH'nin inceleme alanındaki değişim paterni incelendiğinde yem bitkilerinin ekili olduğu alanlarda en yüksek değere ulaştığı görülmektedir. Hububat ve çapa bitkilerinin ekili olduğu alanlarda ise bu değerin azaldığı şekil 4.14'den görülmektedir.



Şekil 4.14. Toprak pH'nın inceleme alanındaki değişim paterni

#### 4.3.7. Yarayırlı fosfor

İnceleme alanındaki yarayırlı fosforun değişim paterni incelendiğinde, yem bitkileri ekili bölüm ile hububat ekili bölümde fosforun en düşük değer gösterdiği görülmektedir, bunun yanında arazinin kuzey kesiminde yani patates ve mısır tarlalarının bulunduğu bölümde bu değer kademeli olarak artmaktadır. Arazinin en kuzey kısmında yer alan hayvan otlatmanın yoğun olduğu meralarda ise fosfor oranının en fazla olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin hayvansal atıklardan kaynaklandığı bildirilmektedir (Haygarth et al. 1998).



Şekil 4.15. Topraktaki yarayırlı fosforun inceleme alanındaki değişim paterni



## 5. SONUÇ

İnceleme alanı topraklarında yapılan tekstür tayini sonucu kil içeriğinin %10.5 ile %59.3 arasında değiştiği ve ortalama %40.2 olduğu, silt içeriğinin %9.8 ile %37.7 arasında değiştiği ve ortalama %29.2 olduğu, kum içeriğinin ise %7.8 ile %64.4 arasında değiştiği ve ortalama %30.6 olduğu belirlenmiştir. Bu değerlerden yola çıkarak arazi topraklarının “kil” tekstür sınıfına girdiği saptanmıştır. Kil içeriğinin en düşük olduğu bölümün dere yatağı olduğu ve yem bitkileri ve hububat ekili bölümlerde ise en yüksek değere vardığı belirlenmiştir. Bununla beraber kum içeriği incelendiğinde en düşük değer yem bitkileri ve hububat ekili bölümlerde, en yüksek değer ise dere yatağının bulunduğu bölümde elde edildiği görülmektedir. Kil ve kum içerikleri ekim deseni ile ve arazi yapısı ile yakın ilişki göstermektedir, bununla birlikte kum ve kil içerikleri kendi aralarında da ilişki göstermektedir. Dağılım haritaları incelendiğinde kum içeriğinin yüksek olduğu bölümlerde kil içeriğinin düşük olduğu görülebilmektedir.

Arazi topraklarının organik madde içeriği %0.14 ile %3.9 arasında değiştiği ve ortalama %1.8 ile “az” sınıfına girdiği belirlenmiştir. Organik madde içeriğinin en düşük olduğu bölümler çapa bitkileri, yapay mera ve yem bitkileri deneme alanlarının olduğu yerlerdir. Bu alanlarda toprağın işlenmesi, mineralizasyonun yüksek olmasına ve bu ise organik maddenin daha hızlı parçalanmasına sebep olmaktadır. Yapay meranın bulunduğu bölümde ise daha önceden yine çapa bitkileri ve yem bitkilerinin deneme alanlarının bulunduğu belirlenmiştir, bu sebeple organik madde içeriği bu bölümlerde de düşük seviyelerde çıkmıştır. Hububat, sürekli yüksek çayır yumağı ve yonca ekili bölümlerde ise organik madde içeriğinin en yüksek seviyede olduğu saptanmıştır.

Yapılan pH ölçümleri 7.5 ile 8.1 arasında değişmiş ve 7.8’lik bir ortalama ile “hafif alkalin” sınıfına dahil olduğu saptanmıştır. Yem bitkileri ve hububat ekili bölümlerdeki toprakların pH ları yüksek, çapa bitkileri ekilen bölümlerdeki toprakların pH ları düşük seviyede oldukları tespit edilmiştir. Kil içeriğinin yüksek olduğu bölümlerde de pH’ın yüksek değerler verdiği dağılım haritalarının incelenmesinden anlaşılmaktadır.

İncelenen toprakların kireç içerikleri %1.6 ile %13.8 arasında değişmiş ve %6.3 ortalama göstermiştir. Çapa bitkilerinin ekili olduğu bölümde kireç oranının yüksek olduğu yem bitkileri ve hububat ekili bölümlere doğru gidildikçe kireç oranının düştüğü, dere yatağının geçtiği arazinin kuzey kısmında, yıkanmdan dolayı kireç oranı en düşük seviyede tespit edilmiştir. Dağılım haritaları incelendiğinde kum içeriğinin arttığı bölümlerde kireç oranının düştüğü görülmektedir yani iki özellik arasında negatif bir ilişkinin olduğu söylenebilir.

Fosfor miktarları 0.7 ile 93.1 arasında değişmiş ve 29.1 lık bir ortalama ile “orta” sınıfına dahil edildiği saptanmıştır. Sürekli hayvan otlatmasının yapıldığı ve doğal mera olarak sınıflandırdığımız bölümde yararılı fosfor miktarı en yüksek seviyede, hububat ekili bölümlerde ise yararılı fosfor miktarı en düşük seviyede tespit edilmiştir.

İncelenen toprak özelliklerinin semivariogram hesaplamaları yapılmış ve yararılı fosfor, pH, kireç ve organik maddenin isotropik bir değişim gösterdiği bunun yanında kil, silt ve kumun ise anisotropik bir değişim gösterdiği saptanmıştır. Bunun yanında yapılan jeostatistiksel analizler sonucunda toprakların organik madde ve kireç içerikleri, pH ve yararılı fosfor miktarları küresel (sferikal) modelle, kil ve kum içerikleri ise linear modelle tanımlanmışlardır. Silt içeriği ise herhangi bir modelle tanımlanamamıştır.

Semivariogramların değişim aralıkları, kil, kum, organik madde, kireç, pH ve yararılı fosfor için sırasıyla 688, 630, 881, 297, 669 ve 466 m olarak hesaplanmıştır.

İncelenen her bir toprak özelliği için “Blok Kriging” interpolasyon tekniği kullanılarak dağılım paternleri belirlenmiş ve haritalandırılmaları yapılmıştır. Elde edilen dağılım haritalarında, incelenen toprak özelliklerinin kendi aralarında ve ürün deseni ile yakın ilişki gösterdiği saptanmıştır.

**KAYNAKLAR**

- Akbaş, F. 2004. Entisol ordosuna ait bir arazide bazı toprak özelliklerinin değişiminin geleneksel ve jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. Gaziosmanpaşa üniversitesi fen bilimleri enstitüsü toprak anabilim dalı. Yayınlanmamış doktora tezi.
- Akgül, M., T. Öztaş, M.Y. Canbolat, 1995. Atatürk Üniversitesi topraklarında tekstürel değişimin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. İ. Akalın Toprak ve Çevre Semp. I: 82-91, Ankara.
- Anctil, F., R Mathieu., L.E Parent, A.A. Viau, M. Sbih, Hessami, M. 2002. Geostatistics of near surface moisture in bare cultivated organic soils. *Journal of Hydrology* 260: 30-37.
- Anonymous, 1998. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Pasinler Projesi Söylemez Barajı Sulama Alanı Planlama Drenaj Raporu, cilt 1.
- Anonymous, 2001. T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşler Genel Müdürlüğü, Erzurum Bölge Müdürlüğü Raporları.
- Ardahanlıoğlu, O., T. Öztaş, S.Evren, H.Yılmaz, Z.N. Yıldırım, 2002. Spatial variability of exchangeable sodium, electrical conductivity, soil pH and boron content in salt and sodium affected areas of the Iğdir Plain (Turkey)
- Assadian, N.W., L.C. Esparza, L.B. Fenn, A.S. Ali, S. Miyamoto, U.V. Figueroa, A.W. Warrick, 1998. Spatial variability of heavy metals in irrigated alfalfa fields in the upper Rio Grande River basin. *Agricultural Water Management* 36:141-156.
- Barik, K., 2004. Erzurum ili Pasinler ilçesi Yukarı Pasinler Ovası'nda işlenen tarım arazilerindeki toprakların sıkışma durumlarının belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış doktora tezi, Erzurum.
- Bechini, L., S. Bocchi, T. Maggiore, 2003. Spatial interpolation of soil physical properties for irrigation planning. A simulation study in northern Italy. *European Journal of Agronomy*. 19: 1-14.
- Bocchi, S., Castrignano, A., Fornaro, F., Maggiore, T. 2000. Application of factorial kriging for mapping soil variation at field scale. *European Journal of Agronomy* 13: 295-308.
- Bourgault, G., A.G. Journel, L.D. Rhoaders, D.L. Corwin, S.M. Lesch. 1997. Geostatistical analysis of a salinity data set. *Adv. Agron.* 58: 254-291.
- Buchter, B., P.O. Aina, A.S. Azari, D.R. Nielsen. 1991. Soil spatial variability along transects. *Soil Technology* 4: 297-314.
- Burgess, T.M., R. Webster. 1980. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties. I. The variogram and punctual kriging. *J. Soil Sci.* 31: 315-331.
- Cassel, D.K., Wendroth, O., Nielsen, D.R. 2000. Assessing spatial variability in an agricultural experiment station field: Opportunities arising from spatial dependence. *Agron. J.* 92: 706-714.
- Castrignano, A., Giuglirini, L., Risaliti, L., Martinelli, N., 2000. Study of spatial relationships among some soil physico- chemical properties of a field in central Italy using multivariate geostatistics. *Geoderma*, 97: 39-60.

- Castrignano, A., Maiorana, M., Fornaro, F. 2003. Using regionalized variables to assess field-scale spatiotemporal variability of soil impedance for different tillage management. *Biosystem Engineering* 85: 381-392.
- Di, H.J., Trangmar, B.B., Kemp, R.A., 1989. Use of geostatistics in designing sampling strategies for soil survey. *Soil Sci. Am. J.* 53: 1163-1167.
- Diiwu, J.Y., R.P. Rudra, W.T. Dickinson, G.J. Wall, 1998. Tillage and Heterogeneity effects on the performance of soil water characteristics models. *J. Agric. Engng. Res.* 71: 307-313.
- Franklin, R.B., A.L. Mills, 2003. Multi-scale variation in spatial heterogeneity for microbial community structure in an eastern Virginia agricultural field. *FEMS Microbiology Ecology.* 44:335-346.
- Gang L. and Jishuang, K. 2000. A study on spatial variability of soil nutrient within field. ICETS2000, session 6 pp: 190-194.
- Gee, G.W., Bauder, J.V., 1986. Particle size analysis, methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd edition. *Agronomy no:9.* 383-411, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Geostat, 2004. [www.geostat.com](http://www.geostat.com)
- Jimeno-Garcia, E., Andreu, V., Rubio, J.L. 2003. Spatial patterns of soil temperatures during experimental fires. *Geoderma* 118: 17-38.
- Goderya, F.S., 1998. Field scale variations in soils properties for spatially variable control: A review, *Journal of soil contamination* 7(2):243-264.
- Goovaerts, P., 1999. Geostatistics in soil science: State of the art and perspectives. *Geoderma*, 89 (12): 1-45
- GS+, 2004. Gamma Design Software. GS+ Geostatistics for Agronomic and Biological Sciences. Version 5.3 a, MI, USA.
- Haygarth, P.M., S.C. Varvis, P. Chapman, R.F. Smith, 1998. Mass balance for P in grassland management systems and potential for transfer to waters. *Soil use and management*, 14: 160-167.
- Huang, X., E.I. Skidmore, G. Tibke. 2001. Spatial variability of soil properties along a transect of CRP and Continuously Cropped Land. 10th International Soil Conservation Organization Meeting p:641-647.
- Journel, A.G., C.H. Huijbregts. 1978. *Mining geostatistics*, Academic press, New York.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri II. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları 453. Uygulama kılavuzu 15:55-390. Ankara
- Kravchenko, A.N., Bullock, D.G. 2002. Spatial variability of soybean quality data as a function of field topography: I. Spatial Data Analysis. *Crop Sci.* 42: 804-815.
- Kutilek, M. and D.R. Nielsen. 1994. *Soil Hydrology: GeoEcology Textbook*. Catena Verlag. Cremlingger- Destedt, Germany.
- Kuzyakova, I.F. , Romanenkov, V.A., Kuzyakov, Ya.V. 2001. Application of geostatistics in processing the result of soil and agrochemical studies. *eurasian Soil Science* vol:34 no:11 pp:1219-1228.
- Lark, R.M., 2002. Optimized spatial sampling of soil for estimation of the variogram by maximum likelihood. *Geoderma* 105: 49-80.
- Lark, R.M., Ferguson R.B., 2004. Mapping risk of soil nutrient deficiency or excess by disjunctive and indicator kriging. *Geoderma* 118: 39-53
- Liu, W., Guertal, E.A., van Santen, E., 1999. Population differentiation, spatial variation, and sampling of tall fescue under Grazing. *Agron. J.* 91: 801-806.

- Mahinakbarzadeh, M., S. Simkins, and P.L.M. Veneman, 1991. Spatial variability of organic matter content in selected Massachusetts map units. P. 231-242.
- McGrath D. and Zhang, C. 2003. Spatial distribution of soil organic carbon concentration in grassland of Ireland. *Applied Geochemistry* 18:1629-1639.
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and requirement. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties.* 2nd edition. Agronomy no:9. 199-224, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Miller, M.P., M.J. Singer, D.R. Nielsen. 1988. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:1133-1141.
- Morgan, G.D. , MacGuidvin, A.E., Zhu, J., Binning, L.K., 2002. Population dynamics and distribution of root lesion nematode (*Pratylenchus penetrans*) over a three year potato crop rotation. *Agron. J.* 94: 1146-1155.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and gypsum. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties.* 2nd. edition. Agronomy no:9. 181-197, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties.* 2nd edition. Agronomy no:9. 539-579, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Nielsen, D.R. 1998. *College on soil physics: Applied time series analysis and geostatistical methods*, International Center for Theoretical Physics, Italy.
- Öztaş, T., 1995. Jeoistatistiğin toprak bilimindeki önemi ve uygulanaşı. *İ. Akalın Toprak ve Çevre Semp. I:*271-280, Ankara.
- Öztaş, T., Ardahanlıoğlu, O., 1998. Alüvial depozitlerde tekstürel değişim. *Doğu Anadolu Tarım Kongresi. Cilt II. S:* 1256-1264, Erzurum.
- Paz-Gonzales, A., S.R. Vieira, M.T.T. Castro, 2000. The effect of cultivation on the spatial variability of selected properties of an umbric horizon. *Geoderma* 97: 273-292.
- Reese, R.E. and K.K. Moorhead. 1996. Spatial characteristics of soil properties along an elevational gradient in a Carolina Bay Wetland. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60:1273-1277.
- Sadler, E.J., Bauer, P.J., Busscher, W.J. 2000. Site-specific analysis of a droughted Corn Crop: I. Growth and Grain Yield. *Agron. J.* 92:395-402.
- Schepers, J.S., Schlemmer, M.R., Ferguson, R.B., 2000. Site-specific considerations for managing phosphorus. *J. Environ. Qual.* 29, 125-130.
- Shuster, W.D., Subler, S., McCoy, E.L. 2001. Deep-burrowing earthworm additions changed the distribution of soil organic carbon in a chisel-tilled soil. *Soil Biology & Biochemistry* 33: 983-996.
- SPSS; 1999. *SPSS In., Version 10.* USA.
- Stark, C.H.E., L.M. Condrón, A. Stewart, H.J. Di, M.O. Callaghan, 2004. Small-scale spatial variability of selected soil biological properties. *Soil Biology & Biochemistry.*
- Sun, B., S. Zhou, Q. Zhao, 2003. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical China. *Geoderma* 115: 85-99.
- Tercan, A.E., C. Saraç. 1998. Maden yataklarının değerlendirilmesinde jeoistatistiksel yöntemler. *Jeoloji mühendisleri odası yayınları no:48. s:* 137. Ankara.

- Trangmar, B.B., Yost, R.S., Uehara, G., 1985. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Advances in Agron.* 38: 45-94.
- Trangmar, B.B., R.S. Yost, M.K. Wade, G. Uehara, M. Sudjadi. 1987. Spatial variation of soil properties and rice yield on recently cleared land. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:668-774.
- Warrick, A.W., D.E. Myers, D.E. Nielsen. 1986. Geostatistical methods applied to soil Science. P. 53-57. In A. Klute (ed) *Methods of Soil Analyses Part I: Physical and Mineralogical Methods*. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Webster, R., Oliver, M. 1990. *Statistical methods in soil and land resource survey*. Oxford University press, London. ISBN: 0-19-823317-5.
- Webster, R., Oliver, M. 1993. How large a sample is needed to estimate the regional variogram adequately? In: Soares, A. (Ed.), *Geostatistics Troia '92*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp.155-156.
- Webster, R., Oliver, M., 2001. *Geostatistics for environmental scientist*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Wikipedia, 2004. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).
- Xu, S. and S. Tao, 2003. Coreionalization analysis of heavy metals in the surface soil of Inner Mongolia. *The Science of the Total Environment*.
- Xuewen, H., Skidmore, E.I., Tibke, G., 2001. 10 th International soil conservation organization meeting. In: D.E. Stott, R.H. Mohtar and G.C. Steinhardt (ed). *Sustaining the global farm*.
- Yost, R.S., G. Uehara, R.L. Fox. 1982. Geostaistical analysis of soil chemical propeties of large land areas. II Kriging. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46: 1033-1037
- Zhang, C., D. McGrath, 2004. Geostatistical and GIS analyses on soil organik carbon concentrations in grassland of southeastern Ireland from two different periods. *Geoderma*, 119: 261-275.

Ek 1. Örnek alınan noktaların 5 yıllık ekim deseni

Örnek no	2002-2003	2001-2002	2000-2001	1999-2000	1998-1999	Örnek no	2002-2003	2001-2002	2000-2001	1999-2000	1998-1999
1	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	18	Buğday	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı
2	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	19	Buğday	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı
3	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	20	Buğday	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı
4	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	21	Buğday	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı
5	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	22	Arpa	Fasulye	Yonca	Yonca	Yonca
6	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	23	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca
7	Arpa	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	24	Nadas	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca
8	Arpa	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	25	Patates	Mısır	Arpa	Yonca	Yonca
9	Arpa	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	26	Patates	Mısır	Arpa	Yonca	Yonca
10	Buğday	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	27	Nadas	Patates	Arpa	Yonca	Yonca
11	Buğday	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	28	Mera	Mera	Mera	Mera	Mera
12	Nadas	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	29	Fasulye	Arpa	Mısır	Nadas	Nadas
13	Patates	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	30	Arpa	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı
14	Mera	Mera	Mera	Mera	Mera	31	Buğday	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı
15	Nadas	Arpa	Mısır	Nadas	Nadas	32	Buğday	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı
16	Nadas	Arpa	Mısır	Nadas	Nadas	33	Buğday	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı
17	Arpa	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	34	Arpa	Fasulye	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı	Y. Çayır yumağı

Ek 1. (devam)

Örnek no	2002-2003	2001-2002	2000-2001	1999-2000	1998-1999	Örnek no	2002-2003	2001-2002	2000-2001	1999-2000	1998-1999
35	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	52	Patates	Mısır	Yonca	Yonca	Yonca
36	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	53	Mısır	Patates	Yonca	Yonca	Yonca
37	Patates	Mısır	Yonca	Yonca	Yonca	54	Mısır	Patates	Buğday	Patates	Buğday
38	Patates	Mısır	Yonca	Yonca	Yonca	55	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca
39	Mısır	Patates	Yonca	Yonca	Yonca	56	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Otlak ayrığı	Otlak ayrığı
40	Mısır	Patates	Yonca	Yonca	Yonca	57	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Otlak ayrığı	Otlak ayrığı
41	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	58	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Otlak ayrığı	Otlak ayrığı
42	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	59	Yonca	Yonca	Yonca	Fasulye	Patates
43	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	60	Yonca	Yonca	Yonca	Fasulye	Patates
44	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	61	Mera	Mera	Mera	Mera	Mera
45	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	62	Mera	Mera	Mera	Mera	Mera
46	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	Yapay mera	63	Mera	Mera	Mera	Mera	Mera
47	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	64	Mısır	Patates	Buğday	Patates	Buğday
48	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	65	Nadas	Ayçiçeği	Nadas	Nadas	Nadas
49	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	Yonca	66	Çayır üçgülü	Çayır üçgülü	Çayır üçgülü	Çayır üçgülü	Çayır üçgülü
50	Patates	Mısır	Yonca	Yonca	Yonca	67	Nadas	Buğday	Patates	Buğday	Patates
51	Patates	Mısır	Yonca	Yonca	Yonca	68	Nadas	Buğday	Nohut	Buğday	Nadas



Ek 2 Örnek alınan noktalarda uygulanan gübre cins ve miktarları (kg/da)

Örnek no	2002-2003		2001-2002		2000-2001		1999-2000		1998-1999	
	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı
1	-			-		-	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
2	-			-		-	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
3	-			-	TSP	8	TSP	8	TSP	8
4	-						NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
5	-						NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
6	-				TSP	8	TSP	8	TSP	8
7	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	12					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
8	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	12					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
9	DAP	10					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
10	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
11	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
12	-				TSP	15				
13	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25 36.4			TSP	15				
14	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Serpinti miktarında								
15			DAP	10	TSP	12.5				
16		-	DAP	10	TSP	12.5				

Ek 2. (devam)

Örnek no	2002-2003		2001-2002		2000-2001		1999-2000		1998-1999	
	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı
17	DAP	10					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
18	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
19	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
20	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
21	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
22	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15	TSP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	15 9.6	TSP	15				
23		-			TSP	15				
24		-			TSP	15				
25	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25 36.4	DAP	23	DAP	10	TSP	15	TSP	15
26	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25 36.4	DAP	23	DAP	10	TSP	15	TSP	15
27	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	serpinti miktarında	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25 36.4	DAP	10	TSP	15	TSP	15
28										
29	DAP	10			TSP	12.5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	
30	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
31	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
32	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15					NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5

Ek 2. (devam)

Örnek no	2002-2003		2001-2002		2000-2001		1999-2000		1998-1999	
	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı
33	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15	TSP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	15 9.6			NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5
34		-			TSP	15				
35		-			TSP	15				
36	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25 36.4	DAP	23			TSP	15		
37	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25 36.4	DAP	23			TSP	15		
38	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25 36.4 30	DAP NH <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	34 28.5 7.1			TSP	15		
39	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	20 26	DAP NH <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	34 28.5 7.1			TSP	15		
40	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	20 26	DAP NH <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	34 28.5 7.1			DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25 36.4	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15
41		-								
42	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40						
43	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40						
44	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40						
45	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40						
46	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40						



Ek 2. (devam)

Örnek no	2002-2003		2001-2002		2000-2001		1999-2000		1998-1999	
	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı	Gübre cinsi	Miktarı
62		-								
63										
64	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	20 26	DAP NH <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	34 28.5 7.1	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25 36.4	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15
65	TSP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	8 10	TSP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	8 10						
66	-									
67	-	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15		DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25 36.4	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25 36.4
68	-	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15		TSP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 11.1	DAP NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.6 15		

Ek 3. Örnek alınan noktalarındaki toprak özellikleri

Toprak no	pH	Organik madde (%)	Kireç (%)	Fosfor (ppm)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)
1	7.6	2.5	6.5	13.7	46.4	31.1	22.4
2	7.6	3.8	6.9	17.9	35.0	32.9	32.1
3	7.6	2.0	6.0	16.5	37.7	33.5	28.7
4	7.8	1.3	7.2	38.5	31.4	35.0	33.6
5	7.7	2.7	5.3	38.5	32.1	35.0	32.9
6	7.6	3.3	4.6	36.7	39.2	30.8	30.0
7	8.0	1.9	5.2	26.4	41.9	28.7	29.4
8	7.7	1.9	5.3	17.5	42.2	30.5	27.3
9	7.8	2.2	5.1	35.4	49.2	24.5	26.3
10	7.9	1.9	5.1	12.0	43.4	30.8	25.8
11	7.8	2.7	6.1	10.6	32.9	37.1	30.0
12	7.6	1.7	8.7	20.9	34.2	30.8	35.0
13	7.8	2.1	8.7	30.9	33.5	28.7	37.7
14	7.8	3.8	7.8	34.7	37.7	28.4	33.9
15	7.9	1.8	9.3	2.7	30.0	28.7	41.3
16	7.8	2.0	5.9	13.1	52.4	27.2	20.4
17	7.9	2.4	7.0	20.3	53.0	26.6	20.4
18	7.9	2.0	6.6	10.3	48.2	26.6	25.2
19	8.0	2.0	7.9	7.9	54.5	21.0	24.5
20	7.9	2.3	6.8	10.6	47.6	30.8	21.6
21	7.8	2.3	7.4	3.8	48.2	31.4	20.4
22	8.0	2.0	6.3	4.1	48.2	33.5	18.3
23	8.0	2.2	9.9	2.4	54.5	27.2	18.3
24	7.8	3.9	8.4	35.7	44.0	30.8	25.2
25	7.8	2.9	8.7	15.8	47.6	26.6	25.8
26	7.9	0.1	9.4	33.7	32.6	35.3	32.1
27	7.9	0.1	10.2	49.8	41.9	35.6	22.4

Ek 3 (devam)

Toprak no	pH	Organik madde (%)	Kireç (%)	Fosfor (ppm)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)
28	8.0	2.2	13.8	4.1	48.2	25.2	26.6
29	8.0	1.6	10.5	9.6	57.5	17.9	24.5
30	7.8	2.2	9.0	16.1	56.6	35.6	7.8
31	7.9	1.8	8.0	2.1	59.3	30.8	9.9
32	7.9	1.5	8.2	3.1	52.4	26.6	21.0
33	8.0	1.5	7.4	4.1	51.8	22.4	25.8
34	7.8	1.6	6.8	7.9	48.2	26.6	25.2
35	8.1	1.4	7.0	2.7	50.9	24.5	24.5
36	7.6	2.5	5.8	37.4	46.1	27.3	26.6
37	7.7	2.2	3.9	53.6	41.9	30.2	27.9
38	8.0	0.6	9.8	17.2	35.6	37.7	26.6
39	8.0	2.2	8.6	19.2	39.8	28.7	31.5
40	8.0	1.2	8.5	17.9	41.9	29.3	28.7
41	7.8	2.5	8.6	29.2	46.1	29.3	24.5
42	8.1	1.3	10.2	7.6	41.3	26.6	32.1
43	8.1	1.5	7.2	1.4	44.0	27.3	28.7
44	8.0	1.5	7.6	2.4	50.3	25.2	24.5
45	7.9	1.8	5.7	8.2	53.3	24.2	22.5
46	7.8	2.1	7.0	0.7	48.2	35.6	16.2
47	7.9	3.3	7.9	5.8	49.7	24.5	25.8
48	7.8	2.1	3.1	10.6	22.4	16.1	61.4
49	7.9	0.3	1.6	47.7	10.5	25.2	64.4
50	7.5	1.1	2.7	44.0	22.4	26.6	51.0
51	7.7	0.9	2.1	75.9	17.1	26.3	56.6
52	7.6	1.1	3.1	62.8	25.5	34.7	39.8
53	7.8	1.3	3.8	93.1	47.9	29.2	22.8
54	8.0	1.8	1.7	74.5	46.9	29.8	23.3

## Ek 3 (devam)

Toprak no	pH	Organik madde (%)	Kireç (%)	Fosfor (ppm)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)
55	7.9	1.1	5.7	66.3	37.9	33.7	28.5
56	7.9	1.9	4.1	50.1	42.6	27.1	30.3
57	7.9	1.7	3.1	72.5	45.3	27.0	27.7
58	7.9	1.5	4.8	83.1	39.7	29.1	31.2
59	7.8	1.1	4.8	19.2	20.8	30.6	48.6
60	7.9	1.5	3.2	82.1	22.9	37.4	39.7
61	7.9	1.2	2.3	71.4	14.8	34.2	51.0
62	7.7	0.9	2.1	78.0	13.3	32.3	54.5
63	7.9	0.7	3.6	62.8	28.1	34.9	37.1
64	7.7	1.1	1.6	71.8	27.7	34.8	37.4
65	7.9	0.4	7.4	14.4	45.2	9.8	45.0
66	7.9	0.7	5.1	14.1	33.0	33.0	34.0
67	7.9	0.6	5.9	22.3	34.6	28.8	36.6
68	7.8	2.3	3.7	48.4	34.1	30.8	35.1



## ÖZGEÇMİŞ

Erzurum'un Horasan ilçesinde 10.02.1974 tarihinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Horasan'da tamamladı. 1991 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nden 1996 yılında mezun oldu. Mayıs 1997 – Eylül 2001 tarihleri arasında sınıf öğretmeni olarak görev yaptı. Mart 1999 – Temmuz 2000 tarihleri arasında vatani görevini yaptı. 2001-2004 yılları arasında, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı.

Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsünde 2001 yılından beri Ziraat Mühendisi olarak görev yapmakta olup, evli ve bir çocuk babasıdır.

