



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**BAYAT, ÇORUM, TARIM ALANLARININ VERİMLİLİK
PARAMETRELERİNİN YERSEL DEĞİŞKENLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

SİNEM SEZER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Antakya/HATAY
2013**



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**BAYAT, ÇORUM, TARIM ALANLARININ VERİMLİLİK
PARAMETRELERİNİN YERSEL DEĞİŞKENLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

SİNEM SEZER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Antakya/HATAY
2013**

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAYAT, ÇORUM, TARIM ALANLARININ VERİMLİLİK
PARAMETRELERİNİN YERSEL DEĞİŞKENLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Sinem SEZER
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

Doç.Dr. Veli UYGUR danışmanlığında hazırlanan bu tez 05/09/2013 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Veli UYGUR

Yrd. Doç. Dr. Rifat AKIŞ

Yrd. Doç. Dr.Ahmet ATASOY

Başkan

Üye

Üye

Bu tez Enstitümüz Toprak Bilimi ve Bitki BeslemeAnabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No: 689

Doç. Dr. İsmail Hakkı KARAHAN
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma M.K.Ü Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca Desteklenmiştir.

Proje No: 227

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirilerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılmayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

SİNEM SEZER

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
ÖZET	III
ABSTRACT.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Çalışma Alanının Özellikleri	15
3.2. Toprak Örneklerinin Alınması	15
3.2. Toprak Analizleri	17
3.2.1. Toprak tekstürü	17
3.2.2. Toprak reaksiyonu (pH).....	17
3.2.3. Katyon değişim kapasitesi (KDK).....	17
3.2.4. Kireç tayini (CaCO_3)	18
3.2.5. Organik madde.....	18
3.2.6. Yarayışlı fosfor	18
3.2.7. Elektriksel iletkenlik	18
3.2.8. Toplam azot analizi	18
3.2.9. Değişebilir katyonlar	18
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi	19
3.3.1. Tanımlayıcı istatistikler.....	19
3.3.2. Variogram modelleme süreci	19
3.3.3. Kriging yöntemi	21
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	24
4.1. Tanımlayıcı İstatistikler	24
4.2. Toprak Özelliklerinin Mesafeye Bağlı Değişimini Tanımlayan Modeller ve Parametreleri.....	26
4.3 İncelenen Toprak Özelliklerine Ait Jeostatistik Değişim Paterni Haritaları.....	33
4.3.1. Katyon değişim kapasitesi	33
4.3.2. Kireç içeriği	34

4.3.3. Değişebilir potasyum.....	36
4.3.4. Değişebilir sodyum.....	37
4.3.5. Toplam (Kjeldahl) azotu	38
4.3.6. pH.....	40
4.3.7. Yarıyışlı fosfor.....	41
4.3.8 Organik Madde	43
4.3.9 Toprak Tekstürü	43
4.3.10 Elektriksel İletkenlik	45
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46
KAYNAKLAR	47
TEŞEKKÜR.....	52
ÖZGEÇMİŞ.....	53

ÖZET**BAYAT, ÇORUM, TARIM ALANLARININ VERİMLİLİK
PARAMETRELERİNİN YERSEL DEĞİŞKENLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Topraklarda yersel değişkenliğin bilinmesi girdi kullanımının daha etkin olmasını ve tarımsal uygulamaların çevreye duyarlı olmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda Çorum ili Bayat ilçesine ait Kızılırmak kıyısında kalan bazı tarım alanlarında toprak verimlilik parametrelerinin yersel değişkenliği grit yöntemiyle alınan kompozit toprak örneklerinde yapılan analizlerle belirlenmiştir. Topraklarda pH, EC, kireç (%), organik madde (%), toplam azot, yarıyışlı fosfor, değişebilir Ca, K ve Na ve toprak bünyesi gibi parametreler belirlenmiştir. Daha sonra bu parametrelerin yersel değişkenliği kriging yöntemiyle modellenerek yersel değişim haritaları oluşturulmuştur. İncelenen parametrelerden K, Na, P, N, kireç, pH, kil ve kum'un mesafeye bağımlı bir değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Diğer parametreler ise nugget model göstermiştir. Toprakların genelinde fosfor yetersizliği gözlenmiştir. pH ve EC'nin çalışma alanında önemli bir problem oluşturmadığı gözlenmiştir. Bu sonuçlarda tarımsal girdiler daha etkin kontrol edilebilecek ve tarımsal uygulamaların çevreye duyarlılığı artacaktır.

2013, 53 sayfa

Anahtar Kelimeler: Toprak özellikleri, toprak verimliliği, kriging, mesafeye bağılı değişkenlik, Bayat

ABSTRACT**DETERMINATION OF SPACIAL VARIABILITY OF SOIL FERTILITY
PARAMETERS IN AG-LANDS OF BAYAT, ÇORUM**

Knowing spatial distribution of soil fertility parameters enables efficient agricultural input management and more environmentally friendly practices in agriculture. Thus, spatial distribution of fertility parameters of Bayat's (Çorum) ag-lands situating alongside the Kızılırmak was determined by taking composite surface soil samples in grit system. Soil parameters to be analysed are: pH, EC, lime equivalent (%), organic matter (%), total nitrogen, available phosphorus, exchangeable cations (Ca, K, and Na), and soil texture. Then, krigging was subjected to soil analysis data for determining the spatial variation and maps. These will enable to locate and determine the problematic areas and the degree of the problems. K, Na, P, N, lime, pH, clay, and sand parameters showed a spatial variability whereas the rest of the soil parameters showed nugget models. Majority of the study area is poor in available phosphorus concentration. Both pH and EC were currently not problematic in any location of the study area but there was a salinization risk in the South East part due to leaching of soluble salts. The results the study can ensure the control of agricultural inputs towards environmentally friendly practices.

2013, 53 pages

Key words: Soil properties, soil fertility, krigig, spacial variability, Bayat

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4. 1. Bayat ovası topraklarının tanımlayıcı özellikleri.....	24
Çizelge 4. 2. Toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişimini tanımlayan modeller ve model parametreleri	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1. Toprak örneklerinin alındığı noktalar ve koordinatları.....	16
Şekil 3. 2. Toprak örneklerinin alındığı bölgenin topoğrafik haritası.....	17
Şekil 3. 3. Tipik bir küresel yarıvariogram modeli.....	21
Şekil 4. 1. Çalışma alanı topraklarının K içeriklerine ait semivariogram.....	30
Şekil 4. 2. Çalışma alanı topraklarının Na içeriklerine ait semivariogram.....	30
Şekil 4. 3. Çalışma alanı topraklarının P içeriklerine ait semivariogram.....	31
Şekil 4. 4. Çalışma alanı topraklarının N içeriklerine ait semivariogram.....	31
Şekil 4. 5. Çalışma alanı topraklarının Kireç içeriklerine ait semivariogram.....	32
Şekil 4. 6. Çalışma alanı topraklarının pH içeriklerine ait semivariogram.....	32
Şekil 4. 7. Çalışma alanı topraklarının % kil içeriklerine ait semivariogram.....	33
Şekil 4. 8. Çalışma alanı topraklarının % kum içeriklerine ait semivariogram.....	33
Şekil 4. 9. Çalışma alanı içerisinde toprakların katyon değişim kapasitesinin değişim paterni.....	34
Şekil 4. 10. Çalışma alanı içerisinde toprakların % kireç içeriğinin değişim paterni.....	36
Şekil 4. 11. Çalışma alanı içerisinde toprakların potasyum içeriğinin değişim paterni.....	37
Şekil 4. 12. Çalışma alanı içerisinde toprakların sodyum içeriğinin değişim paterni	38
Şekil 4.13. Çalışma alanı içerisinde toprakların azot içeriğinin değişim paterni...	40
Şekil 4.14. Çalışma alanı içerisinde toprakların pH sına ait değişim paterni.....	41
Şekil 4.15. Çalışma alanı içerisinde toprakların fosfor içeriğinin değişim paterni.	43
Şekil 4.16. Çalışma alanı içerisinde toprakların % kil içeriğinin değişim paterni..	43
Şekil 4.17. Çalışma alanı içerisinde toprakların % kum içeriğinin değişim paterni	45

1. GİRİŞ

Toprakları toprak yapan faktörlerin kombinasyonunun değişmesine bağlı olarak kısa mesafeler içerisinde farklı özellikler göstermektedir (Dobermann ve ark., 1995). Bunun yanında tarım topraklarında farklı amenajman sistemlerinin uygulaması da toprak özelliklerinde önemli varyasyonların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Liu ve ark., 2011; Mapa ve Kumaragamage, 1996; Ren ve ark., 2011). Topraklardaki bu değişkenlik, genellikle toprak oluşturan faktörlerin kombinasyonundaki değişikliğe ki bu da genelde bir referans noktadan artan uzaklığa bağlı bir fonksiyon olarak tanımlanabilmektedir. Ancak, herhangi bir özelliğin ya da toprağın tüm özelliklerinin arazide nasıl bir değişkenlik gösterdiğinin belirlenmesi her zaman toprak bilimciler için önemli bir problem olmuştur. Zira incelenecek olan toprak özelliğinin arazinin tüm noktalarında nasıl bir değişkenlik gösterdiğinin belirlenmesi sonsuz sayıda toprak örneklemesini gerektireceğinden böyle bir işlemin yapılması olası değildir. Bu nedenle kabul edilebilir bir hata payı ile uygun bir örnekleme sistemiyle alınmış temsili toprak örneklerinin seçilmesi ve ortaya çıkan değişimlerin modellemelerle belirlenmesi daha uygulanabilir bir durumdur.

Belirlenen bir toprak özelliğinin belirli bir noktadaki değeri aslında o parametrenin söz konusu noktadaki uzaysal konumunun bir fonksiyonudur. Başka bir deyişle bu yaklaşım, toprak özelliklerinin arazide süreklilik gösterdiğini bildirmektedir. Herhangi bir toprak özelliğinin mesafeye bağlı değişimi incelendiğinde birbirine yakın olan örneklerin parametre değerlerinin uzak olan örneklerinkine göre daha fazla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Hamlett ve ark. 1986). Bu nedenle havza bazında veya ova bazında yapılacak olan araştırmalarda alınacak olan toprak örneklerinin arasındaki mesafenin dikkate alınması gerekmektedir. Bu şekilde minimum sayıda örnekleme ile maksimum miktarda anlamlı toprak verisi üretebilmek ve geniş alanlarda uzun dönemli planlama, problem veya risklerin belirlenmesi, arazideki değişkenliğe göre gübreleme uygulamalarının oluşturulabilmesi gibi birçok veri jeostatistik yöntemler kullanılarak elde edilebilmektedir.

Yaygın uygulamada çiftçiler arazilerinin homojen olduğunu düşünerek toprak ve bitki amenajmanı uygularlar ve bunun sonucunda da arazideki değişkenliklerden

dolayı bazı bölgelerde yetersiz bazı bölgelerde de aşırı uygulamaların ortaya çıkmasına neden olur. Bu da pratikte belirli alanlarda çevresel riski arttırırken, belirli alanlarda da verimi düşürmektedir. Bu nedenlerle girdi kullanımı artmakta, yapılan tarımın ekonomik değeri ve sürdürülebilirliği azalmakta, çevre kirliliği ve gereksiz enerji kullanımı artmaktadır (Castrignano ve ark., 2000).

Toprak verimliliğiyle ilgili parametreler çok dar alanlarda, hatta birkaç metre mesafe de bile, önemli değişimler gösterebilir. Nem, yarayışlı fosfor, A-horizonunun derinliği, değişebilir Na yüzdesi gibi parametrelerdeki değişkenlik düz düze yakın bir tarla da bile önemli varyasyonlar gösterebilir (Goderya, 1998; Rockstrom ve ark., 1999). Hatta sözü edilen parametreler karık veya damla sulamanın uygulandığı bir tarımsal faaliyette metreler içerisinde bile önemli değişimler gösterebilir. Bu durumda özellikle toprakta hareketliliği yüksek olan nitrat, sodyum ve nem içeriği gibi parametreler çok kısa mesafelerde son derece değişkendir (Goderya, 1998; Manning ve ark., 2001; Shahandeh ve ark., 2005; Stenger ve ark., 2002). Organik madde içeriği, kil içeriği ve verimlilik gibi parametrelerin çiftlik bazındaki değişkenliğinin bilinmesinin iyi bir başlangıç noktası olduğu bildirilmektedir (Heijting ve ark. 2011).

Kompozit toprak örneklerinde incelenen bazı toprak parametreleri dar alanlarda oldukça değişken iken, örnekleme mesafesinin artmasıyla bu değişkenlikte önemli derecede azalmalar ortaya çıkmaktadır (de Oliveira ve ark., 2010). Diğer taraftan eğimli arazilerde ise jeomorfolojik birimler ile haritalama birimleri dikkate alınarak yapılan kompozit örneklerin bile arazi tanımlaması son derece yetersiz olabilmektedir.

Yukarıdaki nedenler göz önünde bulundurularak Çorum ili Bayat ilçesi tarım alanlarının mevcut verimlilik durumu ve verimliliği kısıtlayan problemlerin belirlenmesi ve daha ekonomik ve çevre dostu tarımsal uygulamaların yapılmasına ışık tutmak üzere bu çalışma planlanmıştır. Bu çalışmanın gerek yöredeki ziraat mühendislerinin stratejik çalışmalarında gerekse yörenin detaylı bir verimlilik envanteri olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Farklı arazi kullanım koşullarında toprakların toplam azot ve fosfor içeriğini incelemiştir (Wang ve ark., 2009). Liudaogou havzasından (6.89 km² alandan) aldıkları 689 yüzey toprağında klasik istatistik ve jeostatistik kullanarak platodaki tarım, çayır ve çalılık alanların topraklarının mesafeye bağlı toplam azot ve fosfor içeriklerinin heterojenliklerini ortaya koymuşlardır. Çayır örtüsü altındaki topraklar

hariç diğerkullanımlarda azot ve fosfor içeriği normal dağılım göstermiştir. Toprakların azot içeriklerinin organik madde içeriğiyle, toplam fosfor içeriği ise daha çok ince taneciklerin miktarı ile ilişkili bulunmuştur. Farklı arazi kullanım koşullarında her iki parametre de orta derecede bir değışkenlik göstermiştir ve sıralama azdan çoğa doğru; tarım alanı, çayır ve çalılık olarak belirlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Mapa ve Kumaragamage (1996) tropikal bir Alfisol toprakta değişen bitki örtüsünün toprak pH, elektriksel iletkenlik (EC), kil içeriği, organik C ve yarıyışlı P değerlerine olan etkisini 45x45 m'lik grit örnekleme ile alınan 132 toprak örneğinde incelemiştir. Değişkenler jeostatistik ile mekansal bağımlılık yarı-variogramlar ve geleneksel istatistik metoduyla değerlendirilmiştir. pH dışındaki tüm özellikler mesafeye bağlı bir değişim göstermiştir. EC nin mesafeye bağlı değişimi kısa mesafede diğer parametrelerle kıyaslandığında daha zayıf bir model vermiştir. Organik karbon ise en kısa mesafede bağımlılık göstermiştir. Ölçülmeyen alanların değerleri yarı-variogramlardan elde edilen veriler blok kriging kullanılarak tanımlanmış ve kullanılmıştır. Bu da EC'nin ekim nöbeti kullanılan bu alanlarda bitkisel üretim için sınırlayıcı bir faktör olmadığını göstermiştir. Karbon yer yer tarımsal kullanımda sıkıntı oluşturabilecek bölgelere sahip iken fosfor arazinin genelinde tarımsal üretimi kısıtlayıcı bir faktör olarak belirlenmiştir.

Schlesinger ve ark. (1996) Meksika'nın Chihuahuan çölünün otlaklarında 20 cm'den az aralıklarla alınan toprak örneklerinde N varyasyonunun %35-76 arasında olduğu bulunmuştur. Geriye kalan varyans 7 m'nin üzerindeki mesafelerde bulunmuştur. Kısa mesafedeki bağımlılığın çölde yetişen bitkilerin kök bölgesi civarındaki değişimlerden kaynaklandığı bildirilirken uzak mesafedeki (>7 m) değişimler bitki örtüsünden bağımsız olduğu rapor edilmiştir. Kaliforniya'nın Mojave çölündeki çalılık alanda da benzer davranışı gözlemlemişlerdir. Bu alandaki topraklarda çalılarının çevresinde PO_4 , Cl, SO_4 ve K birikmesi; çalılarının arasında kalan alanlarda ise Rb, Na, Li, Ca, Mg ve Sr birikmesi belirlemişlerdir. Toprak özelliklerinin dağılımındaki bu değişim dünya genelinde kurak ve yarı kurak alanlarda çölleşmeyi engellemek açısından yararlı bir yöntem olabileceği kanaatine ulaşmışlardır.

Couto ve ark. (1997) Brezilya'nın Mato Grosso bölgesinde toprakta bitki besleme ile ilgili problemleri anlayabilmek için farklı haritalama birimleri ve arazi şekillerini kesen dört hat boyunca toprak örnekleme yapmışlardır. Bu çalışmada K-e (değişebilir K) ve S-B'den (toplam baz) parametrelerinin arazi kullanımına bağlı olarak iyi tanımlanmış bir dağılım gösterdiğini belirlemişlerdir. Özellikle K-e iki horizontta kuvvetli mekansal bağımlılık ve anizotropi göstermiştir. K-e ve S-B parametrelerinin

arazideki değişkenliğinin hassas bir şekilde belirlenebilmesi için farklı yoğunlukta örnekleme yapılması gerektiği ve toprak etüd bilgileri kullanılarak S-B nin arazideki değişkenliğinin tanımlanmasında örneklemenin %96 ya kadar azaltılabileceği bildirilmiştir.

Bhatti ve ark. (1999) Pakistan'ın kuzey batısındaki Dera İsmail Khan sınır eyaletinin Hafızbad Köyünde bir çiftlikte 50X15 m şeklindeki ızgara aralığı ile 15 cm den toprak örneği alarak toprak özellikleri ile buğday verimi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yapılan analizlerde verim alanında önemli bir farklılık çıkmamıştır. Toprak verimliliği ve ürün verimliliği haritaları Kriging'in modern jeostatistiksel tekniği kullanarak hazırlanmış çiftlik bazında verimlilik yönetimi bu haritalara göre farklı yönetim bölgelerine ayrılmıştır.

Castrignano ve ark. (2000) İtalya da bulunan 4 hektarlık bir alanda 0-10 cm ve 10-30 cm derinlikten aldıkları toprak örneklerinde pH, kasyon değişim kapasitesi (CEC), toplam N, olsen P, değişebilir K ve Na parametrelerini belirlemiştir. Klasik istatistik ve jeostatistik analizler, gübrelemeden gelen makro ve mikro besin elementlerinin Na, N ve CEC gibi toprak özelliklerindeki kısa vadeli varyasyonun temel nedeni olduğunu bildirmişleridir.

Cox ve ark. (2003) toprak özelliklerinin yersel değişimiyle ürün arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu amaçla üç farklı arazinin 0.5 hektarlık alanlarının merkezlerinden toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Ca, Mg, K, P ve pH (suda) ve tektürü belirlenmiştir. Toprak örneği alınan noktaların arazideki yükselti farkı, eğim ve verim değerleri belirlenmiştir. Veri setine varyasyon katsayısı, korelasyon katsayısı ve temel bileşen analiziyle birlikte kademeli regresyon analizleri uygulanmıştır. Arazilerden ikisi yetersi-orta seviyede P ve K değerlerine sahip olmasına rağmen düşük verim değerlerine, üçüncü parça ise düşük P ve K değerlerine rağmen oransal olarak daha yüksek verim değerlerine sahip olduğu belirlenmesi ürünü etkileyen faktörün bu ikisinin dışında bir faktör olduğuna işaret ettiği bildirilmiştir. Kuzey kısımlarda pH dışındaki toprak özellikleri daha yüksek değişkenliğin en yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu alanlarda K'nın kısa mesafelerde zamansal ve yersel değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. pH da çok az bir değişkenlik olmasına rağmen üründen yıldan yıla ve araziden araziye farklılık gözlenmiştir. Verimlilik parametrelerinin ürünle ilişkisini belirlemek için diğer toprak faktörlerinin de gözönünde bulunurulması gerektiği rapor

edimiştir. Topografya verim ilişkileri de araziden araziye farklılık göstermektedir. Araştırmacılar, kil miktarının yüksek olduğu alanlarda her üç arazide verimin yüksek olması nedeniyle kil içeriğinin problemli alanların yönetiminde bir anahtar rolü oynayabileceği sonucuna varmışlardır.

Dercon ve ark. (2003) Andes, Ekvator, da yavaş toprak oluşumunun gözlemlendiği teraslarda toprakların mesafeye bağlı değişimini ve uygulanan toprak koruma tekniğinin etkisini incelemişlerdir. Teraslardan 1 m yükselti farkıyla oluşturulmuş olan konturlardan 0-15 cm derinlikten toprak örnekleme yapılmıştır. Kambisolden Phaeosem'e değişen, 4-8 m genişliğinde ve %15-30 eğime sahip 8 terasta tanımlayıcı toprak özelliklerinin değişimi incelenmiştir. Teraslar geleneksel ve yoğunlaştırılmış (organik gübreli ve gübresiz) şekilde 2-4 yıl yönetilmiştir. Teraslar arasında iki farklı tampon bitki örtüsü kuşağı oluşturulmuştur. Toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişiminin yüksek olduğu belirlenmiştir. Yersel değişkenlik toprak örneğinin alındığı pozisyonla ilişkili bulunmuş ve teraslarda verimliliğin yukarıdan aşağıya doğru arttığı belirlenmiştir. Çalışma toprağın yönetim şeklinin yersel değişkenliği dağılımını ve miktarını önemli derecede etkilediğini göstermiştir.

Sun ve ark. (2003) 1985-1997 yılları arasında Çin'in subtropikal iklime sahip bölgesinde toprak özelliklerinin zamansal ve yersel değişimi ile toprak kalitesindeki değişimleri incelemişlerdir. 112 hektarlık bir alandan 100X100 grid yöntemi ile 0-15 cm den 105 ayrı yerden toprak örneği almışlardır. En fazla değişim yarayışlı fosforda görülürken en az değişim toprak pH'sında gözlenmiştir. Çeltik topraklarında zamana bağlı olarak en fazla azalma organik maddede gözlenmiş diğer özelliklerde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Kullanım dışı alanlardaki değişime ek olarak yukarı kesimlerde yapılan gübreleme yarayışlı P ve K arttırırken; yeniden ormanlaştırılan alanlarda tersi bir durum belirlenmiştir. Tarım dışı alanların çeltik alanlarına dönüştürülmesi toprak verimliliğini arttırmıştır. Jeostatistik analizler toprak özelliklerinin tamamının orta-güçlü yersel bağımlılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Toprak özelliklerinin range değerleri 1987 yılında yaklaşık olarak aynı bulunmuştur. Arazilerin kullanım şeklinin değişmesi kimyasal özelliklerin range değerlerinin azalmasına neden olmuştur. Araştırmacılar toprak kalitesindeki değişimlerin jeostatistik kullanılarak başarılı bir şekilde ortaya konabileceğini bildirmişlerdir.

Voortman ve ark.(2004) toprak özelliklerindeki mekansan değişimlere ek olarak non-parametrik kernel yoğunluk regresyonu ve mesafeye bağlı ekonometriyi kullanarak arazide meydana gelen ürün değişikliğinin %81'ini açıklamıştır. Makro besin elementleri elde edilen ürünü kabul edilebilir oranlarda açıklayabilse de mesafeye bağlı değişim veya otokorelasyon uygulamasıyla açıklanabilen kısım artmıştır. Bu da değişimin N, P ve K dışındaki toprak özelliklerinin yersel değişkenli ve darı büyümesini belirlediğini göstermektedir. Bu çalışmada yersel değişkenliğin ana nedeni olan iyon değişim komplekslerindeki katyonların miktarlarının ve doygunluk derecelerinin etkileri belirlenmiştir. Bu parametrelerin eklenmesiyle ürünlerdeki değişimin %82 si açıklanabilmiştir. Mg ve N anın yüksek olduğu noktalarda ürünün düşük olduğu belirlenmiştir. Düşük verimden Mg ve Na'ya bağlı kil minerallerinin destabilizasyonunun etkili olduğu kanaatine varılmıştır. Bunu çıkış, suyun infiltrasyonu ve alt toprağın doygunluğu takip etmiştir.

Cox ve ark.(2005) iki pamuk arazisinden toprak özellikleriyle verim arasındaki ilişkiyi incelemek için ızgara yöntemiyle belirlenen noktalardan alınan toprak örneklerinde Lancaster –ekstrakte edilebilir Ca, Mg, K, P, suda pH ve tekstür analizi yapmışlardır. Arazilerin eğimi, yüksekliği ve verimi belirlenmiştir. Veri setlerine tanımlayıcı istatistik, Pearson korelasyon katsayısı, temel bileşen kademeli regresyon ve karışık model analizleri uygulanmıştır. Toprak özellikleri ve verim oransal olarak küçük alanlarda değişim göstermiştir. Kimyasal parametreler arasında pH en az değişim göstermiştir. Verimin tek bir kimyasal özellik tarafından belirlenmediği, arazinin kuzey kesimlerinde K, Mg ve P ye; güney kesimlerinde ise yükseklik, kum içeriği, pH ve katyonların miktarına bağlı değişimler olduğu belirlenmiştir.

Mueller ve ark. (2005) Kentucky genelindeki 5 alanda üretilen toprak kalitesi haritalarının doğruluğunu ve toprak kalite haritalarının doğruluğuyla verilerin istatistiksel özellikleriyle ilişkilerini araştırmışlardır. 30.5 m mesafeyle oluşturulan ızgara yöntemiyle alınan toprak örneklerinde pH, tampon pH, K, P, Ca ve Mg içerikleri belirlenmiştir. Her alan için 4 tane 61.0 m ve 9 tane 91.5 m alt küme verilerinden 30.5 m ızgaraları elde edilmiştir. Semivaryogramlar sadece 30.5 m ve 61.0 m ızgara veri setleri için yeterli model olabilmiş, bundan dolayı sadece bu veri setleri kriging ile interpolasyon edilebilmiştir. Çoklu kademeli regresyon, Kentucky alanlarının haritalama kalitesini ve Michigan çalışmasının kalitesi değerlendirilmesinde

kullanılmıştır. Tahmin etkinliğinin, oransal yapı değişkenliğinin, range değerinin ve girit mesafesinin bir fonksiyonu olduğu belirlenmiştir ($R^2 = 0.82$). Range değerinin oluşturulan haritanın kalitesini belirleye en önemli değişken olduğu bildirilmiştir.

Cox ve ark. (2006) 2 yıl boyunca 3 tipik Misisipi alanında seçilen fiziksel ve kimyasal özelliklerin yersel değişkenliğini ve verimi etkileyen faktör veya faktörleri belirlemeye çalışmışlardır. Araziler 1 hektarlık ızgara alan üzerinde örneklenmiş ve topraklarda pH (suda 1:1), Ca, K, Mg, Na, P, kil içeriği ve örnekleme noktasının yüksekliği belirlenmiştir. Veri setine uygulanan tanımlayıcı istatistik analizlerden varyasyon katsayısı en az değişimin pH da en fazla değişim ise fosfor miktarında olduğunu göstermiştir. Temel bileşen analizi ile benzer özellikler gruplandıktan sonra regresyon analizinde kullanılmıştır. Kademli regresyon analizi verimi belirleyen temel bileşenlerin topografya, kil miktarı, yarayışlı P ve K olduğunu göstermiştir.

Pracilio ve ark.(2006) Kuzey Nolba, Güney Nolba ve Summersette olmak üzere 3 alanda radyometri ile belirlenmiş toprak tekstürü ve yarayışlı potasyumu belirlemişlerdir. Çalışma alanındaki toprak özelliklerini linear korelasyon analizleri kullanılarak incelemişlerdir. Haritalama ile ilgili analizler Summerset arazisinde yoğunlaştırılmıştır. Toprak özellikleri çok değişkenli linear regresyon analizi ve rayometrik, topografik ve lokason verilerin kullanıldığı bir modelle haritalanmıştır. Radyometrik verilerin kullanıldığı çok değişkenli lineer regresyon toprak tekstürü ve yarayışlı K içeriğindeki varyansın %70 veya daha fazlasını açıklayabilmiştir. Arazi kontrolleri kil ve yarayışlı K için sırasıyla oluşan varyansın %66 ve %60 ının tahmin edilebildiğini göstermiştir. Bu çalışma radyometrinin yeterli toprak tekstür aralığının bulunduğu yaşlı topraklarda, yarayışlı-K ve kil değerinin güvenilir bir şekilde tahmininde başarıyla kullanılabileceğini göstermiştir.

Huang ve ark. (2007) Çin'in Yangtze Nehri'nin delta bölgesinin Jiangsu Eyaleti'nin Rugao Kentinin tarım arazisinde 1982 yılından 1997-2002 ye kadar geçen süreçte toprak organik maddesinin ve toplam azot içeriğinin zamansal ve yersel değişimini incelemişlerdir. Toprak organik maddesinin 20 yıllık süreçte sürekli olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. 1982-1997 yılları arasında organik madde ve toplam azot orta-batıdaki arazilerde organik atıkların topraklara ilave edilmesi ve ekim nöbetinin mısır-buğday dan çeltik-buğdaya değişmesi nedeniyle hızla artışı bildirilmiştir. 1997 yılından sonraki süreçte ise doğu ve kuzey tarafta yer alan arazilerde organik madde

hasat artışı ilavesi ve yönetim şeklinin değişmesine bağlı olarak hızla artarken, orta batıda yavaş artmış hatta bazı kısımlarında hasat artıklarının azalan miktarlarda ilavesine bağlı olarak azalmıştır. Toplam azot içeriği de genelde organik madde ile paralel bir davranış sergilemiştir. Toprak organik maddesinin hasat artıklarının ve organik gübrelerin toprağa ilavesiyle; toplam azotun ise organik gübre uygulamasıyla birlikte yapılan ticari gübre uygulamasıyla arttığı sonucuna varılmıştır.

Jiang ve ark. (2008) 1982-2005 yılları arasında Xiaojiang havzası topraklarının toplam K, toplam P, toplam nitrojen, organik madde ve pH 'ın zamansal ve mekansal değişkenliği GIS ve jeostatistik yöntemlerle analiz etmişlerdir. Zamansal olarak toprak pH sı ve toplam K nın artma eğilimi gösterdiği; buna karşılık organik madde, toplam azot ve fosfor miktarının ise azalma eğiliminde olduğu bildirilmiştir. Fertilite indeksleri için semivariogram modellerinin parametreleri ve mesafeye bağlılık paterni 20 yıllık süreçte önemli ölçüde değişmiştir. Tüm bu değişimlerin yönlendirici faktörünün arazi kullanımındaki ve toprak yönetimindeki değişimler olduğu bildirilmiştir.

Ortega ve Santibanez (2008) 2002-2003 ve 2003-2004 üretim sezonu boyunca Metropolitan ve Şili'nin 60'ıncı bölgesi arasındaki 13 ticari alandan alınan örneklerle toprağın 6 kimyasal özelliği analiz edilmiştir. Ölçülen toprak verimliliği değişkenleri kriging ve lineer variogramları kullanılarak verim örnekleme noktasına interpolate edilmiştir. Üç imar yönteminin (küme analizi, temel bileşen analizi, varyasyon katsayısı yöntemi) toprak verimliliği açısından homojen yönetim bölgelerinin çizilmesinde yeterli olduğunu göstermiş ve deney yerlerinin çoğunda herhangi bir yöntem ile verim seviyelerini ayırt etmek mümkün olmuştur.

Van de Wauw ve ark. (2009) May-Leibo havzasında yarı-detaylı toprak yağış etüdü yürütmüşlerdir. Burgu ile açılan profil çukurları fizikokimyasal analize tabi tutulmuş, bu bilgiler hava fotoğrafları, jeolojik ve jeomorfolojik gözlem bilgileri ile kombine edilmiştir. Topografya, jeomorfoloji, jeoloji ve toprak renkleri kullanılarak hava fotoğraflarından toprak tipi tahmin edilebilmiştir.

Vieira ve ark. (2009) 30 yıl kahve yetiştiriciliği sonrasında buldozerle bozulan kahve bahçesindeki toprak kimyasal özelliklerinin yersel değişkenliğini belirlemek amacıyla 20x20 m aralıklarla 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden 36 toprak örneği alınmıştır. Topraklarda pH, organik madde, K, Ca, Mg, potansiyel asitlik, NH_4 ve NO_3 parametreleri belirlenmiştir. Veri setine genel tanımlayıcı istatistik ve jeostatistik

uygulanmıştır. Toprak özelliklerinde küresel modellerle tanımlanan bir yersel değişkenliğin olduğu belirlenmiştir. 31-60 m mesafede hem yüzey hem de yüzey altı topraklarda orta-güçlü bir yersel değişkenlik tespit edilmiştir.

Amado ve ark. (2009) Rio Grande do Sul Brezilya’da iki ticari plantasyonda toprak hidrolojik özellikleriyle birlikte diğer toprak özellikleri ve verim arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu maksatla toprakların kimyasal özellikleri 100 x 100 m gridlerde 0-10 cm derinlikten toprak örnekleriyle belirlenmiştir. Biçerdöverlere takılan verim sensörleriyle çalışma alanında 3 farklı toprak yönetim bölgesi belirlenmiştir. Oluşan bu bölgelerden 15 grid noktasından 0-0.05 m, 0.05-0.10 m ve 0.10-0.20 m katmanlarından toprak örnekleri alınarak analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistik ve jeostatistik kullanılarak analiz edilen temel toprak verileri incelenmiş ve arazide küresel modellerle tanımlanmış güçlü-orta seviyede yersel değişkenlik tanımlanmıştır. Yarıyışlı P yüksek miktarda yersel değişkenlik gösterirken pH en az yersel değişkenlik göstermiştir. Verimde de yersel bir değişkenliğin olduğu, verimin az olduğu yerlerde bu değişkenliğin Trindade arazisinde toprak asitliği, düşük bazla doygunluk, düşük yarıyışlı su miktarıyla ilişkili bulunduğu, Palmeira arazisinde ise hacim ağırlığı, toprak direnci ve makroporozite ile ifade edilen kompaksiyonla ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Farklı arazi kullanım koşullarında toprakların toplam azot ve fosfor içeriğini incelemişlerdir (Wang ve ark., 2009). Liudaogou havzasından (6.89 km² alandan) aldıkları 689 yüzey toprağında klasik istatistik ve jeostatistik kullanarak platodaki tarım, çayır ve çalılık alanların topraklarının mesafeye bağlı toplam azot ve fosfor içeriklerinin heterojenliklerini ortaya koymuşlardır. Çayır örtüsü altındaki topraklar hariç diğer kullanımlarda azot ve fosfor içeriği normal dağılım göstermiştir. Toprakların azot içeriklerinin organik madde içeriğiyle, toplam fosfor içeriği ise daha çok ince taneciklerin miktarı ile ilişkili bulunmuştur. Farklı arazi kullanım koşullarında her iki parametre de orta derecede bir değişkenlik göstermiştir ve sıralama azdan çoğa doğru; tarım alanı, çayır ve çalılık olarak belirlenmiştir.

Cobo ve ark. (2010) köyde yerleşim düzenlerinin toprak mekansal yapılarını (yani ortak kullanım alanı, eski yerleşim ve yeni yerleşim yeri) araştırmak için üç noktada 750, 150 ve 30 m de sıralı olarak dizilen birbiri içine yerleştirilmiş bağımsız ızgara ile 432 örneği sonuçlandırmışlardır. Her noktadan MIRS (mid-infrared

spectroscopy) aracılığı ile analiz edilen karmaşık humus örnekleri alınmıştır. Her toprak özelliğini her noktada doğru bir şekilde tahmin edebilmek için gerekli olan minimum örnek boyutları hesaplanmıştır. Üç noktada da toprak özelliklerinin mekansal analizlerinin küresel modelleri genellikle iyi tarif edilen standart bağımsız yön semivariogramları oluşturarak değerlendirilmiştir. Nihayetinde taban rasyonu genellikle toprak özelliklerinin bölgeye özgü olduğunu göstermiştir. Geoistatistiksel analiz MIRS 'in bütünleşme, eşleme ve yatay düzeyde izleme yani toprak verimliliği ve karbon tutma değerlendirmeleri için düşük maliyetli ve umut verici bir yaklaşım olduğunu sonucuna varılmıştır.

Liu ve ark. (2010) toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişim derecelerini incelemişlerdir. On dört toprak özelliği örneklenip geoistatistikle analiz edilmiştir. Toprak organik maddesi aktif organik maddeyle, toplam azotla, yarıyışlı azotla, yarıyışlı fosforla, yarıyışlı potasyum, bakır, demir ve manganla önemli pozitif korelasyonlar vermiştir.

Paillet ve ark. (2010) tarlada devamlı kurulu iki orman parselinde elektrikli rezistans (ER) ile toprak özellikleri arasındaki korelasyonları incelemişlerdir. ER ölçümleri toprak örneklerinin yerlerini belirlemek ve örnekleme desenini oluşturmak amacıyla kullanılmıştır. Toprak A horizonu örneklenerek toprak pH sı, hacim ağırlığı, kalıtsal nem, tekstür, organik madde ve bitki besin elementleri incelenmiştir. Toprak özellikleri ve ER ölçümlerinin sonuçları parseller içinde yüksek değişkenlik göstermiştir. Er ölçümleriyle toprak nemi, katyon değişim kapasitesi ve texture orta seviyede olmasına rağmen önemli korelasyonlar gösterdiler. Bu çalışmanın sonunda ER ölçümlerine dayalı olarak sınırlı sayıda toprak örneğinden faydalanarak temel toprak özellikleri haritalanmıştır.

Sarmadian ve ark. (2010) geoistatistik kullanarak CaCO_3 dağılımını yüzey toprakta yarı kurak bölgedeki bir toprak için haritalamışlardır. Araştırmacıların amaçları sırasıyla CaCO_3 dağılımını mesafeye bağlı olarak incelemek, kriging ve cokriging metotlarını kıyaslamak ve yüzey toprakta CaCO_3 dağılımını devamlı haritalama yöntemiyle haritalamak olarak belirlemişlerdir. Örnekleme katmanlı rastgele örnekleme deseni olarak seçilmiştir. Toprak profilinde 0-15 cm derinlikten 23 örnek alınmış ve EC ikincil değişken olarak kullanılmıştır. Metotların karşılaştırılması için birebir doğrulama (cross-validation), korelasyon katsayısı ve ortalama kareler toplamının karekökü

(RMSE) kıstasları kullanılmıştır. Sonuç olarak cokriging kriging metoduna göre daha yüksek bir korelasyon kat sayısı ($r= 0.76$) ve daha düşük RMSE (4.1) değerleriyle daha hassas doğrulukta bir kreç dağılım haritası üretmiştir.

Liu ve ark. (2010) biyomas karbon (MBC), biyomas azot (MBN) ve biyomas fosfor (MBP) un 446 ha tepelik bir alanda mesafeye bağlı değişimini incelediler. 523 tane toprak örneği 0-20 cm derinlikten rastgele bir şekilde çelikt tarlalarından, kuru alanlardan, meyve bahçelerinden ve ağaçlık alanlardan alınmıştır. Bu değişkenlerin hepsi orta derecede bir mesafeye bağlı değişkenlik gösterdiler. Kriging dağılım desenleri C, N ve P haritalarında üst üste düşecek kadar benzerlik sergilemiştir. Regresyon kriging metodu sıradan kriging metoduna göre daha detaylı bir sonuç vermiştir. Araştırmanın sonucunda azotun çevresel değişkenlerden en çok etkilendiği ve hassas davrandığı ortaya konulmuştur.

Zanao ve ark. (2010) maktör besin elementlerinin sürülmemiş bir oksisol toprakta mesafeye baplı depişimini incelemiştirlerdir. Sekiz yıllık benzer şekilde işlemez tarım yapılan biri killi diğeri orta bünyeli bir oksisol topraktaki P, K, Mg, ve S ün dağılımı incelenmiştir. İki farklı derinlikten (0-10, 10-20 cm) toplam 121 örnek 50 m örnek aralığıyla alınmıştır. Mesafeye bağlı değişim besin maddeleri, tekstür ve örnekleme derinliği için değişim göstermiştir. Orta bünyeli oksisol killi bünyeli oksisola göre daha yüksek mesafeye bağlı değişimi göstermiştir. Her iki oksisolda da besin maddesindeki mesafeye bağlı değişkenlik 0-10 cm derinlik için yüksek bulunmuştur.model range değerleri orta bünyeli toprak için 9-29 m, killi oksisol için 31-399 m olarak bulunmuştur. Jeostatistik açısından bu değerler killi oksisoldan daha az sayıda orta bünyeli oksisoldan daha fazla örnek toplanacağı anlamına gelmektedir.

Luck ve ark. (2011) Elektromagnetik indiksyon metre kullanarak toprağın 1.5 mt ve 2 mt altındaki toprak özelliklerini incelemişler ve 40 yıllık farklı gübrelemeye rağmen Elektriki İletkenlikte (EI) kayda değer bir etki görmemişlerdir. Elektriki iletkenlik ve kil içeriği arasında ki önemli derecede doğrusal ilişki toplam değişkenliğin %80' idir. Elektromagnetik indiksyon ölçümlerinde yüksek değerler yüksek kil içeriğiyle uyumlu görünürken yer yer kaba tekstürlü alanların ortaya çıkması bazı tarlalarda yüksek bir değişkenliğe neden olmuştur.

Ren ve ark. (2011) toprak organik maddesinin mesafeye bağlı değişimi üzerine topografya, toprak tipi, arazi kullanım şekli ve diğer çevresel faktörlerin etkisini Çin'in

Tongyu yöresinde incelemişlerdir. Toprak organik maddesinin mesafeye bağlı değişiminin, iklim, ana materyal, topoğrafya ve toprak tipi gibi faktörlere bağlı olduğu belirlenmiştir. Arazi kullanım şekli (tarım arazisi, çayır ve ormanlık alan) ile organik madde arasında önemli bir değişim olmadığı belirlenmemiş olmasına rağmen tarım alanlarının genelde daha düşük organik madde içerdiği gözlemlenmiştir.

Jiang Hou ve ark. (2012) Örnek lokasyonunu saptamak için GPS kullanarak Mart 2009 da yaklaşık 20 m'lik grid üzerinde 0-20 cm derinlikten 111 noktadan toprak örneklerini almış, klasik istatistiksel ve jeostatistik yöntemleriyle 16 toprak kimyasal özelliklerini analiz etmiştir. Net dağılımlar Al, Ba, Fe, K, Mn, Na, Si, Ti ve V arasındaki önemli pozitif korelasyonların güçlü konumsal benzerliğe önderlik ettiğini göstermiştir. Toprak değişkenlerinin mekansal dağılımlarını gösteren interpolate edilmiş besin haritaları potansiyel tarım yönetim bölgesini netleştirmek ve mekansal çeşitliliği daha iyi anlamak için yararlı olmuştur. Toprak total besin dağılım haritaları, çalışma bölgesinde kurutulmuş tütün ürününü ve kaliteyi artırmak için alana özgü gübreleme yöntemini temeli olarak kullanılabilmektedir.

Najafian ve ark. (2012) İran'ın merkezinde bulunan 132 hektarlık bir araziden 0-30 cm derinlikten alınmış topraklarda toplam nitrojen (N), kullanılabılır fosfor(P), kullanılabılır potasyum(K), kullanılabılır bakır(Cu), kullanılabılır çinko(Zn), kullanılabılır demir(Fe) ve kullanılabılır manganez(Mn) analiz edilmiştir. Sonuçlar toprağın organik ürün içerikleri Cu ve Zn'nin Marvdasht'ın tarlalarında çok düşük olduğunu göstermiştir. Tarlada mekansal dağılım modeli ve toprağın kimsayal özelliklerinin bağımlılık derecesi değişkenlik göstermiş ve N, K, CaCO₃ ve elektrik iletkenlik (EC) verileri orta derecede mesafeye bağlı değişkenlik ortaya koymuştur. Diğer değişkenler için variogramlar daha güçlü mesafeye bağlı değişim ortaya çıkarmıştır. Sonuçlar yarayıslı P için daha uzun bir range değeri (480 m) ve onu takiben toplam (N) için (429 m) değerini göstermiştir. Diğer kimyasal özelliklerin değerini daha kısa (128 m den 170 m ye) göstermiştir. N, P, K, Fe, Mn, Cu ve Zn'nin net dağılımı haritalanmıştır. Bu, çeşitliliği hesaplamak için örneklem stratejisinin farklı toprak kimyasal özelliklerine ve arazi kullanım desenine uygulanması gerekliliğini ispatlamış ve böylece toprağın güçlü mesafeye bağlı değişkenlik derecesine sahip alanların kolayca yönetilebilir ve doğru tarım için bu alanlara özgü gübreleme planı geliştirilebilmiştir.

Neto ve ark. (2012) Bitki koleksiyonlarını 900 m²'lik bir alanda 5X5 m planda düzenli bir gride uygulamıştır. Kuru yeşil yaprak kütlesi (MSFV), gövde(MSC),kuru ürün(MSMM) ve toplam kuru madde (MST), otlak ve toprağın organik madde (MOS) içeriği tanımlayıcı istatistiklerle, %5 ağırlıkta çoklu karşılaştırma yöntemi ortalamanın kıyaslanmasıyla, jeostatistik analiz (Kriging) yöntemiyle analiz edilmiştir. Düşük–orta ve yüksek aşınmalı Marandu Çimi bölgeleri içinde ve arasında MSFV, MSC, MSMM, MST ve MOS ürünlerinin mesafeye bağlı heterojenliği gözlemlenmiştir. 5X5 m'lik grid ve agronomik özelliklerin mesafeye bağlı değişkenliğini otlak çim içeriğinin MOS aşınma seviyesini sırasıyla düşük ve yüksek olarak tanımlamak, nitelenmek ve haritalandırmak için yeterli olmuştur.

Sanchez ve ark. (2012) 200 hektarlık bir alanda biri iç bükey, diğeri dışbükey 2 rölyef belirlemiştir. Topraklar 50 m aralıklarla toplamda 623 noktadan grid olarak örnekler alınmış ve örneklere kimyasal analizler yapılmıştır. Elde edilen veriler tanımlayıcı istatistikler ve jeostatistik modelleme kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlara göre; Rölyef formlar jeostatistik analize dahil edildiğinde toprakta kalker, fosfor ve potasyum uygulamasının etkisinde artış olduğu gözlemlenmiştir.

Gontijo ve ark. (2012) toprak Fe, Cu, Zn, Mn, organik madde içeriği ve kırmızı–sarı latasolde yetişen karabiber mahsulü arasındaki mesafeye bağlı değişkenliği değerlendirmiştir. Brezilyanın, Espirito Santo eyaletindeki Sao Mateusta da sulama yapılan karabiber ekili bir alanda yürütülmüştür. Bölge 100 x120 m ağaç gölgesinden 0-0.20 m'lik katmandan en az 5 m mesafeli grid planına göre 120 toprak örneği alınmıştır. Her bir örnekleme noktasına en yakın 3 karabiber bitkisi hasat edilerek değerlendirilmiştir. Toprak Fe içeriği ile kara biber ürünü arasında negatif bir korelasyon ve Zn, Mn ve organik ürün içerikleri arasında pozitif korelasyon vardır.

Grego ve ark. (2013) mesafeye bağlı değişimin derecesini, jeostatistik modelleme mesafeye bağlı değişim haritası, kriging ve tanımlayıcı istatistikler kullanarak toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini ve epigeal ürününü 2010/2011 yılı yaz ve sonbahar dönemi için tipik bir hapludox toprakta modellemektir. Toprak tekstürü, hacim ağırlığı, kompaksiyon, infiltrasyon, Ph, KDK parametreleri için mesafeye bağlı değişiklik modellenmiştir. Sonuç olarak en yüksek miktarda bozuşmaya uğramış otlak alanlar belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

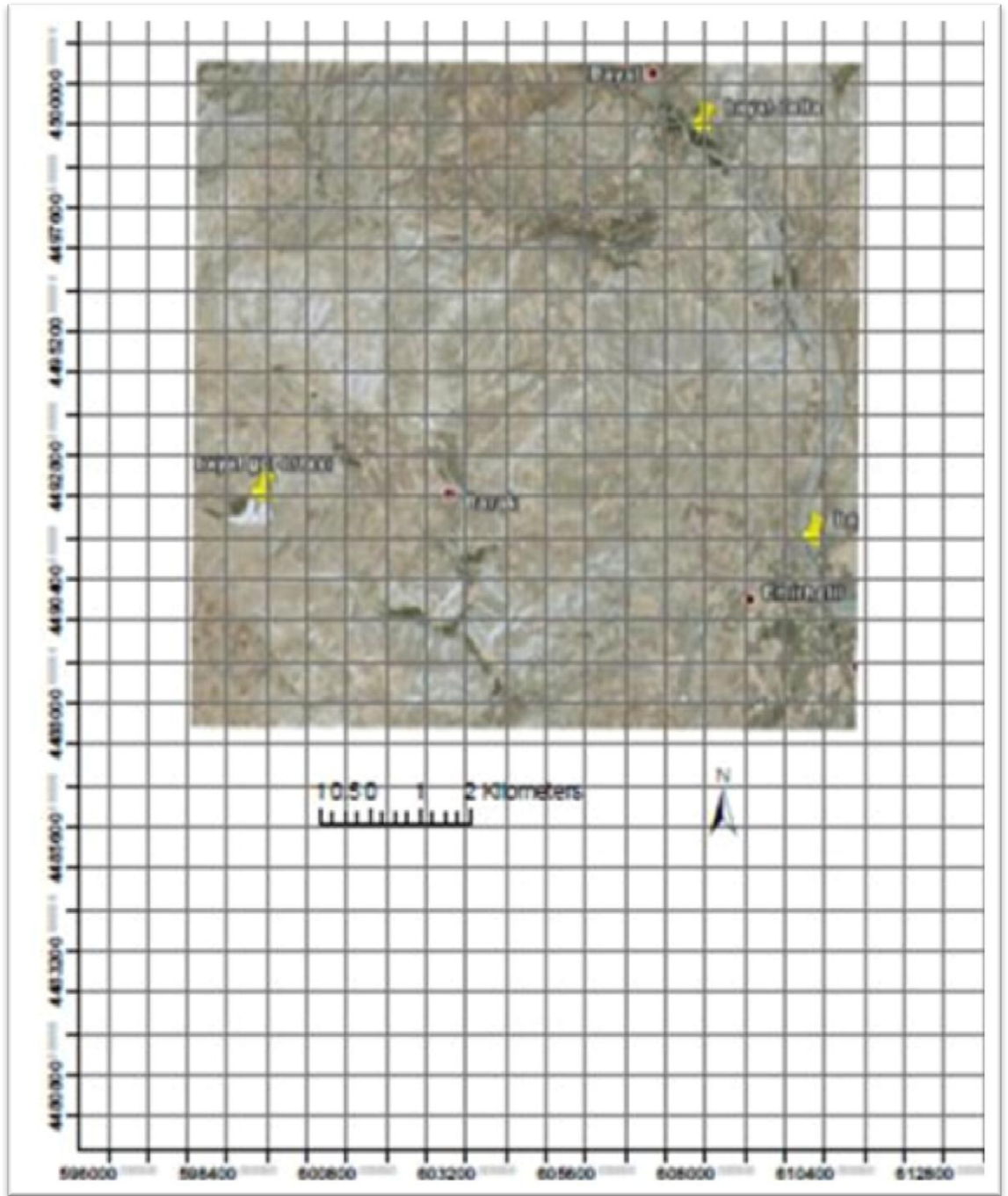
3.1. Çalışma Alanının Özellikleri

Çorum İli Türkiye tarım Havzaları içerisinde Yeşilırmak Havzası ve Orta Kızılırmak Havzası'nda bulunmaktadır. Çorum İli Merkez İlçesi, Bayat, Dodurga, İskilip, Kargı, Laçın, Mecitözü, Oğuzlar, Ortaköy ve Osmancık ilçeleri Yeşilırmak Havzası içerisinde yer almaktadır (Anonim 2009, Anonim 2010).

Bayat İlçesi 41 derece kuzey paralellerinin güneyinde, 34 derece Doğu Meridyeninin doğusunda Karadeniz bölgesi ile İç Anadolu bölgesinin kesim noktasında Köroğlu Dağlarının doğuya uzantısı ile İç Anadolu'nun Orta Kızılırmak bölümünde yer almaktadır. Bayat ilçesine Doğuda İskilip ve Uğurludağ, güneyinde Sungurlu, Batıda Çankırı Merkez İlçe ve Yapraklı, Kuzeyde de Kastamonu'nun Tosya İlçesi komşudur. Yüzölçümü 784 km² dir. İlçe merkezinde rakım 625 m dir. İlçenin kuzeyinde yer alan Karatepe de rakım 1400 m ve Öbek tepede rakım 2013 m'yi bulmaktadır. İlçe merkezinin güney-batısında yer alan Asma tepesinde rakım 1270 m olup güneye doğru gidildikçe rakım 500 m'ye kadar düşmektedir. Bu nedenle Bayat İlçesinin Kuzeyi dağlık, Güney kümle halinde tepelerin ve kısmen ovaların yer aldığı kırık, dalgalı ve engebeli bir arazi yapısı yer almaktadır.

3.2. Toprak Örneklerinin Alınması

Çorum'un Bayat İlçesinde belirlenen örnekleme alanından 700 x 700 m aralıklarla ızgara sistemi ile gritler oluşturulmuştur. Oluşturulan gritlerin kesişim noktalarının koordinatları belirlenmiştir (Şekil 3.1). GPS aleti ile grit kesişim noktaları bulunarak tarım arazisi olarak kullanılan yerlerden 2012 buğday hasadı sonrasında toprak yüzeyindeki bitki artıkları temizlenerek 0-20 cm'den toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örneği plastik poşetlere konularak ve etiketlenerek laboratuara getirilip oda sıcaklığında kurutulmuştur. Hava kuru toprak örnekleri tanımlayıcı toprak analizleri için 2 mm lik elekten elenmiştir.



Şekil 3. 1. Toprak örneklerinin alındığı noktalar ve koordinatları



Şekil 3. 2. Toprak örneklerinin alındığı bölgenin topoğrafik haritası

3.2. Toprak Analizleri

Toprak örneklerinde tanımlayıcı toprak özelliklerinden organik madde, yarıyıllı fosfor, toplam azot, elektriksel iletkenlik, değişebilir katyonlar, yarıyıllı mikro elementler (Fe, Mn, Cu ve Zn), tekstür, pH, kireç parametreleri aşağıda verilen yöntemlerle belirlenmiştir.

3.2.1. Toprak tekstürü

Bouyoucos Hidrometre yöntemi ile toprak su süspansiyonunun hidrometre ile okunması sonucu belirlenmiştir (Gee and Hortage 1986).

3.2.2. Toprak reaksiyonu (pH)

1:2.5' lik toprak su süspansiyonunda pH'sı belirli bir standart çözelti yardımıyla kalibre edilmiş cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir (McLean 1982).

3.2.3. Katyon değişim kapasitesi (KDK)

Toprakların katyon değişim kapasiteleri, amonyum asetatla (1 N, pH = 7,0)

ekstrakte edilen değişebilir katyonların miktarından çözünebilir katyonların miktarı çıkartılarak elde edilen katyonların miktarlarının toplamından hesaplanmıştır (Rhoades, 1982a).

3.2.4. Kireç tayini (CaCO_3)

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

3.2.5. Organik madde

Toprakların organik madde içerikleri; modifiye edilmiş Wakley-Black yöntemiyle belirlenmiştır (Nelson ve Sommers, 1982).

3.2.6. Yarayışlı fosfor

Toprakların yarayışlı fosfor miktarları; 0,5 M pH sı 8,5 ayarlı NaHCO_3 çözeltisiyle (1: 20 oranında toprak: çözelti) ekstrakte edilmiş ve askorbik asit yöntemiyle renklendirilerek 880 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunarak belirlenmiştır (Olsen ve Sommers, 1982).

3.2.7. Elektriksel iletkenlik

Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri; 1:2,5 toprak su karışımında elektriki iletkenlik aletiyle okunarak belirlenmiştır (Demiralay, 1993).

3.2.8. Toplam azot analizi

Toprak örneklerinin azot içeriği salisilik asit+tuz karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikrokjeldahl yöntemiyle belirlenmiştır (Bremmer ve Mulvaney, 1982).

3.2.9. Değişebilir katyonlar

Toprak örneklerinde değişebilir katyonlar (Ca^{++} , Na^+ ve K^+); amonyum asetat yöntemi ile oluşturulan süzüğün Alev fotometresi ile okuması yapılmıştır (Rhoades 1982). Süzüklerdeki Mg^{++} konsantrasyonları ise MP-AES ile belirlenmiştir.

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

3.3.1. Tanımlayıcı istatistikler

Toprak analizlerinden elde edilen parametrelerin ova genelinde nasıl değiştiği yani ortalaması, maksimum ve minimum değerler, basıklık ve yatıklık değerleri GS+, 9 (Gama Desing Software, 2008) paket programı kullanılarak belirlenmiştir.

3.3.2. Variogram modelleme süreci

Toprak özelliklerinin yersel değişkenliğinin belirlenmesinde uygun modelin seçilebilmesi için önce yarıvariogram analizleri yapılmıştır. Deneysel yarıvariogramlar Journel ve Huijbregts (1978) tarafından aşağıdaki eşitlikle tanımlanmıştır:

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

denklemden $N(h)$, h mesafe vektörüyle birbirinden ayrılan örnek çifti sayısı ve $Z(x_i)$ ile $Z(x_i+h)$ ise h mesafe vektörüyle ayrılan bir örnek çiftinin değerleridir. Yarıvariogram, mesafeye karşı yarı değişkenliğin grafikte gösterimidir (Lark, 2003). Daha sonra bu deneysel variogram her bir değişken için teorik bir variograma uyarlanmıştır. Sonra, R^2 (açıklanabilen varyans) ve en küçük RSS (residual sum of squares, kalıntı hatalar toplamının karesi) değerinin elde edildiği deneysel variogram en uygun model olarak belirlenmiştir (Wang, 1999). Model belirlendikten sonra örneklenmemiş noktadaki değerler point kriging yöntemi (nokta tahmincisi) ile tahmin edilmiş ve kros-validasyon (birebir doğrulama) süreciyle modeller doğrulanmıştır. Analiz edilen her bir toprak özelliği için mesafeye bağlı değişim haritaları oluşturulmuştur. Haritaların kabul edilebilirliği verilerin standart sapma değeri ile standart sapma haritasındaki en büyük standart sapma değerlerinin kıyaslanması ile değerlendirilmiştir. Tüm jeostatistiksel analizler GS+ (Versiyon 9) Jeostatistik paket programı ile yapılmıştır (Gamma Design Software, 2008).

Yarıvariogram Analizi: Herhangi bir arazide ölçülen bir parametrenin arazi içerisinde dağılmış farklı noktalarının değerleri arasında bir korelasyon olduğu varsayılır. Yapısal analizden sonra, örnek alınmayan yerlerdeki tahminler kriging tekniği kullanılarak elde edilir. Yarıvariogram ve mesafe vektörü kullanılarak, değişkenin örnek alınmayan bir

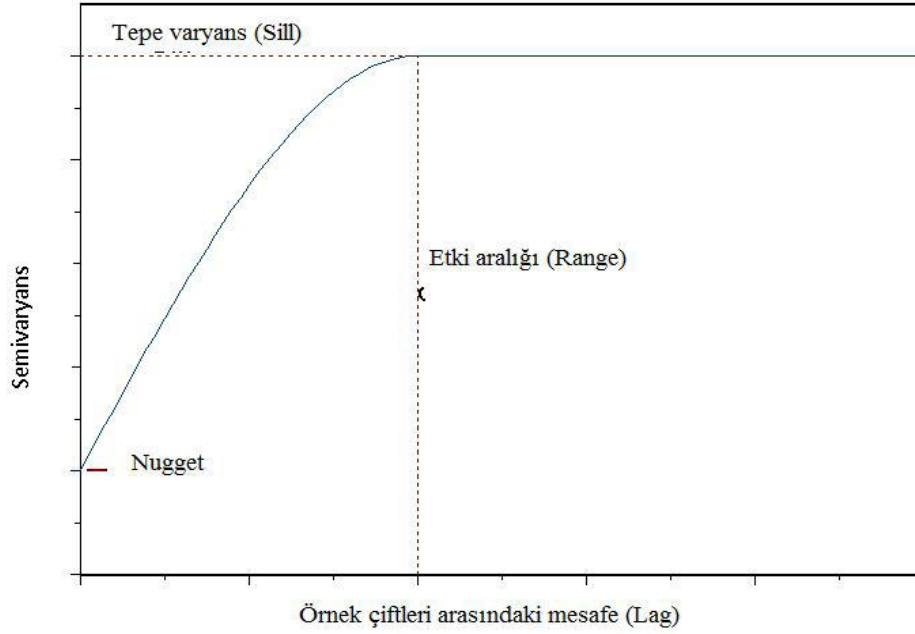
noktadaki değerini tahmin etmede kullanılan tahmin süreci kriging olarak adlandırılır (Yeşilırmak ve ark., 2009). Yarıvaryans, örnek çiftleri arasındaki mesafenin fonksiyonu olarak yersel dağılımın bir göstergesidir ve yarıvaryansın değeri sill değerine kadar örnekleme noktaları arasındaki mesafe küçüldükçe azalır, mesafe büyüdüğü de artar. Sill değerinden sonra yarıvaryans değeri, örnekleme çiftleri arasındaki mesafe artışından etkilenmez (Journel ve Huijbregts (1978). Bu şekilde sill değerinden örneklerin birbiriyle ilişkili olduğı en uygun örnekleme mesafesi de belirlenmiş olur.

İsotropik yarıvariogram Şekil 3.2.'de görüldüğü biçimdedir (Babagil, 2008). Bu variogramda Nugget Varyans (Co): örnekler arası mesafe vektörü (h) sıfır değerine eşit olduğıunda yarıvaryans değeri kesinlikle sıfırdır, fakat yarıvaryans değeri sıfır değerine ölçülemeyecek kadar yakın olduğı zaman yarıvaryans değeri sıfırdan farklıdır (Webster, 1985). Nugget varyans doğal değişkenliğin (örnekleme mesafesinden daha kısa mesafede alınan örneklerden kaynaklanan hatalar, örnek çiftleri arasındaki doğal varyanstan), toprak işleme, toprak yönetimi ve analiz sırasındaki ölçüm hatalarından ileri gelen varyansların toplamıdır (Rao ve Wagnet, 1985).

Sill (Co+C): Kısaca, sill grafiğın aldığı maksimum yarıvaryans değerdir ve burada C yapısalvaryansı ifade etmektedir. Yapısal varyans konumsal heterojenliğin bir ölçüsüdür ve örnekler arasındaki mesafeye bağı otomatik korelasyondan (autocorrelation) kaynaklanmaktadır (Zheng ve ark., 2009).

Range (Etki aralığı): yarıvaryansın sill değerine ulaştığı mesafedir ve bu mesafeden sonra örnek çiftleri arasında korelasyon bulunmaz (Zheng ev ark., 2009).

Yarıvariogramda ideal olarak, örnekleme çiftleri arasındaki mesafe arttıkça (h , $2h$, $3h$... nh) yarıvaryans değeri de artar ve belli bir mesafeden sonra sabit bir değere ulaşmaktadır (Şekil 3.2). Bu mesafenin büyüklüğüne yarıvariogramın range değeri denir.



Şekil 3. 3. Tipik bir küresel yarıvariogram modeli

Teorik semivariogram modelinin seçimi için hesaplanmış olan deneysel semivariogram değerleri, mesafeye karşı grafiklenmektedir.

3.3.3. Kriging yöntemi

Kullanılan Kriging Tahmincisi: Kriging, incelenen toprak özelliğinin ölçüm yapılan noktaları arasındaki uzaysal bağımlılık derecesinden faydalanılarak örneklenmeyen nokta veya alanlardaki tahminlerde kullanılan bir interpolasyon tekniğidir (Öztaş, 1995; Yaprak ve Arslan, 2008). Kriging metodu kullanılırken, tarafsız bir tahmin yapabilmek için bazı varsayımlar bulunmaktadır. Bunların başında “ikinci derece değişmezlik (second order stationary)” kuralı gelmektedir. Bu kurala göre verinin tahmin süreci bir kovaryans fonksiyonuna bağlıdır ve örnekler arasında kovaryans vardır. Bu nedenle variyogramın sınırları bellidir. Başka bir deyişle variogram bu sınırların dışına çıkamaz ve artan bir fonksiyondur.

Kriging interpolasyonu, minimum varyansla tarafsız tahmin yapmak için kullanılabilecek en iyi tahmincidir (Stein ve Corsten, 1991). Bu çalışmada en az 8 komşu nokta kullanılarak enterpolasyon yapılmıştır [Eş.2]. Her veri setlerine gereğinde karakök ve Ln transformasyonları uygulanmıştır.

$$Z_{OK}^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_{(xi)} \quad [\text{Eş.2}]$$

$Z^*(x_0)$ değeri örneklenmemiş noktanın tahmin edilen değeridir. N tahmini yapılan koordinattaki örnek değerinin tahmininde kullanılan komşu örnek noktaları sayısıdır. λ_i komşu örneğe $z(x_0)$ uygulanan ağırlık katsayısıdır. Ağırlık katsayıları $z^*(x_0)$ tahmini değerlerinin tarafsız olabilmesi için seçilirler. Böylece tahmin edilen değerle ölçülen değer arasındaki beklenen fark sıfırdır [Eş.3].

$$E[Z_{(x_0)}^* - z_{(x_0)}] = 0 \quad [\text{Eş.3}]$$

Ve bu nedenle tahmin edilen $z^*(x_0)$ değer ve x_0 koordinatındaki ölçülen değer arasındaki varyans aşağıdaki gibi minimize edilir [Eş.3]:

$$\text{var}[Z_{(x_0)}^* - z_{(x_0)}] = \text{minimum} \quad [\text{Eş.4}]$$

Toplam ağırlıklar 1 olur ve bu ağırlıkların özel kombinasyonları minimum varyansı oluşturacak şekilde kriging sistemini oluştururlar [Eş.5].

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j C(x_i, x_j) - \mu = C(x_i, x_0) \text{ for } i = 1, 2, 3, \dots, n, \sum \lambda_j = 1 \quad [\text{Eş.5}]$$

$C(x_i, x_j)$ ve $C(x_i, x_0)$ sırasıyla x_i noktasında ölçülen değişkenle ve tahminin yapıldığı koordinattaki (x_0) örnek arasındaki kovaryans fonksiyonlarıdır. μ ise Lagrange çarpanıdır.

Modelin Doğrulanması (Kros-Validasyon): Kriging kros-validasyon sürecini yöneten işlemdir. Ancak bu işlemde sonra karar verilen model kalıcı ve değişimlere karşı dirençli olur. Kriging sisteminin seçimine karar verildikten sonra (ki bu çalışmada ordinary kriging yöntemi seçilmiştir) model seçimi gerçekleştirilmiştir. Kros-validasyon süreci tanımlayıcı istatistikler üretir ve bu istatistiklere bağlı olarak modelin yeteneğine

karar verilir. Uygun yarıvaryans modelinin seçimi deneysel varyogram modelinin en iyi tahmini verebileceğine inanılan modele görsel olarak uydurulmasıyla başlanabilir. Validasyonda temel kriterler azaltılmış ortalama hata ve azaltılmış varyanstır (Journel ve Huijbregts, 1978). Kros-validasyon süreci veri setindeki bir örnek noktasını geçici olarak siler kriging sürecinde seçilmiş olan modeli kalan verilere uydurur. Böylece sildiği değeri tahmin etmeye çalışır. Daha sonra silinen örnek değerini yerine koyar ve sıradaki değerle aynı işlemi veri setindeki bütün noktalar için yapar. Buna “çapraz-doğrulama” doğrulama denir. Sonuçları bir h-serpinti diyagramında gösterir ve oluşan grafiğin doğrusal denklemini üretir. Bu özelliklerinden dolayı kros-validasyon bir sayışım sürecidir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1.Tanımlayıcı İstatistikler

Bayat ovasından alınan toprakların tanımlayıcı istatistik verileri Çizelge 4.1 de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden topraklardaki değişebilir ya da bitkiye yarayışlı potasyum içeriklerinin yeterlilik seviyesinin çok üzerinde olduğunu göstermektedir. Zira Alparslan ve ark. (2005) göre yapılan sınıflamaya göre 1 M amonyum asetatla değişebilen K miktarı 370 mg/kg'ın üzerinde olduğunda K miktarı yeterli, 1000 mg/kg'ın üzerinde olduğunda ise çok yüksektir.

Topraklardaki değişebilir P miktarı 2.013 mg/kg ile son derece düşüktür. Toprakların yarayışlı fosfor içeriği yetersizdir. Bitkiden bitkiye değişmekle beraber, Alpaslan ve ark. (2005)' e göre Olsen yöntemiyle belirlenen fosfor miktarının yeterlilik sınırları 8-25 mg P/kg dır. Bu da ova genelinde verimli bir bitki yetiştiriciliği için fosforlu gübreleme uygulanmasını gerekli kılmaktadır.

Çizelge 4. 1. Bayat ovası topraklarının tanımlayıcı özellikleri

Değişken	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	Skewness	Kurtosis	CV (%)
K(mg/kg) ^a	2100	520	770	3220	-0.32	-0.50	24.8
Na (mg/kg) ^b	3.680	1.611	-1.61	9.05	-0.37	0.48	43.8
P (mg/kg) ^b	2.013	0.4	0.99	2.96	-0.03	-0.30	19.9
% N	0.1427	0.07	0.245	0.591	-0.21	0.02	16.4
% Kireç ^a	3.537	0.852	0.32	5.2	-0.96	1.72	24.1
pH	7.181	0.401	6.02	7.88	-0.22	-0.55	5.6
EC	464.2	585.8	113.0	3200	2.24	4.36	126.2
% kil	45.4	13.7	11.8	74.4	-0.15	-0.24	30.3
% silt	34.0	8.0	15.2	72.7	1.36	2.52	61.2
% kum	20.6	12.6	1.3	69.9	1.40	5.56	23.6

^a Karekök dönüşüm yapılan değişken.

^b Ln dönüşüm yapılan değişken.

Varyasyon katsayısı sodyum (Na) iyonu için diğer değişkenlere göre en yüksek bulunmuştur. Bu durum Na iyonunun arazide mesafeye bağlı değişiminin yüksek olduğunu göstermektedir. Sodyum iyon konsantrasyonu arazinin topografyası, mineral çözünürlük, toprak nem potansiyeli, buharlaşma miktarı ve ana materyale bağlı olarak değişebilir (refereans koyabilirsiniz). Toprak pH sı en düşük CV% değerine (5.6) sahip olup, pH en az değişen toprak değişkeni olarak ortaya çıkmaktadır. Toprak pH'sı örnekleme sahasında nötr ve nötre yakın değerler olarak dağılmaktadır. Toprak pH'sından sonra ikinci en az değişkenlik gösteren toprak özelliği topraktaki yüzde azot (%N) miktarıdır. Bunun varyasyon katsayısı da toprağın fosfor içeriğine ait CV değerine yakındır. Toprak organik maddesinin az olması ve toprağın azot kaynaklarınca fakir olması toprak azotunun varyasyon katsayısının düşük bulunmasına bir sebep teşkil edebilir. Bunun tersine toprak fosforu değişik kaynaklardan mineralize olabildiği için CV değeri toprak azotuna göre nispi bir yükseklik göstermektedir. Toprak özellikleri içerisinde bir tek P içeriği smetrik dağılıma en yakın dağılımı göstermiştir (skewness:-0.03). Dağılım fonksiyonunun smetrisine bakıldığında bütün toprak özellikleri asimetrik bir normal dağılım göstermişlerdir ve hepsi ortalamanın solunda sola kuyruklu negatif skewness değerlerine sahiptirler. Bunun anlamı birkaç tane küçük gözlem değeri büyük gözlem değerlerine göre daha sola yaslanmış olarak smetrik dağılımı bozmaktır. Benzer şekilde kurtosis değerleride 2'den daha küçük olup normal dağılıma çok yakın bir dağılımı ifade etmektedirler. Burada toprak kireç içeriği dalgalanma göstermekte yani arazide bir tek dağılım göstermemektedir. Daha yoğun bir toprak örnekleme yapılarak bu dağılım hassaslaştırılabilir.

Toprakların mesafeye ve yer şekillerine bağlı en çok değişim gösteren EC parametresi 1:2,5 toprak su karışımında ortalama 464.4 ve minimum 113 ile 3200 dS/m arasında değişim göstermiştir. Ortalama değer irdelendiğinde ova genelinde tuzluluğun problem olmadığı ancak yaklaşık 15-20 örnekleme noktasında tuzluluğun bitki yetiştiriciliği açısından problem teşkil edebilecek seviyelerde olduğu düşünülmektedir. Bu örnekleme noktaları genellikle çalışma alanının drenaj şartlarının iyi olmadığı yamaçlardan yıkanan materyallerin biriktiği çukur noktalarda olduğu gözlenmiştir. Arazide su hareketiyle çok yer değiştirmesine bağlı olarak ölçülen parametreler arasında en yüksek standart sapma ve varyasyon katsayısına sahip olmuştur. Benzer şekilde EC

değerleri 2.52 skewness değeriyle birlikte pozitif yönde normal dağılımdan sapma göstermiştir.

Çalışma alanındaki toprakların tekstüründe kil fraksiyonu baskındır. Kil içeriği ortalama %54.4 olup %11.8 ile 74.4 arasında değişim göstermiştir. Silt fraksiyonu topraklarda ortalama %34 oranında bulunurken maksimum %72.7 minimum %15.2 olarak bulunmuştur. Kum fraksiyonun ortalama bulunuşu %20.6 iken minimum değer %1.3 maksimum değer %69.9 olarak tespit edilmiştir. Toprakların tekstür bileşenlerinden kil, silt ve kum oranları genel itibarıyla 2' nin altındaki skewness değerleriyle normal dağılım göstermiştir. Varyasyon katsayıları kum da daha az olmakla birlikte bunu kil ve silt takip etmiştir (Çizelge 4.1).

4.2.Toprak Özelliklerinin Mesafeye Bağlı Değişimini Tanımlayan Modeller ve Parametreleri

Bayat Ovası topraklarının özelliklerinin mesafeye bağlı değişkenliğini tanımlayan modeller ve model parametreleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Toprak kireç içeriği hariç bütün toprak özellikleri üstel modele göre mesafeye bağlı değişim göstermektedirler (Şekil 4.1-4.6). Bunların tersine toprak kireç içeriği küresel modele göre arazide dağılım deseni göstermektedir (Şekil 4.5). Toprak potasyum içeriği, kireç ve pH'sı 650 m mesafede bir komşuluk ilişkisi örnekleme yapılarak dağılım desenleri oluştururken, toprak azotu (660 m), toprak fosfor içeriği (900 m) ve toprak sodyum içeriği (1200 m) çap içerisinde bulunan örneklerle dağılım deseni oluşturmuşlardır. Bu durumda sodyum iyonunun dağılım ortalaması daha fazla örnek sayısı ile yapılmıştır. Üstel modellerin range değerleri gerçek model range değerleri olmayıp range parametresi değerleridir. Üstel modeller için gerçek range değerleri variogram grafiğinde mesafeye bağlı değişimin %95 inin geçildiği noktadaki mesafe değeri olarak kabul edilmektedir.

Çizelge 4. 2. Toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişimini tanımlayan modeller ve model parametreleri

Değişkenler	Model	Örnekleme Çapı (m)	Nugget	Sill	Range	C/C0+C	R2	RSS	Bağımlılık Derecesi
K(%)	Üstel	650	2.155E-003	4.32E-003	23000	0.501	0.453	5.82E-7	Orta
Na(mg/kg)	Üstel	1200	0.8800	3.0640	2650	0.738	0.961	0.14	Orta
P mg/kg	Üstel	900	0.1395	0.2800	31100	0.502	0.170	1.39E-3	Orta
N%	Üstel	660	0.0042	0.0089	31100	0.525	0.528	2.11E-6	Orta
Kireç %	Küresel	650	0.3950	1.6830	31100	0.777	0.831	0.088	Kuvvetli
pH	Üstel	650	0.0864	0.1838	3140	0.530	0.813	1.65E-3	Orta
Kil%	Üstel	1073	28,7	200,1	1440	0,857	0,696	4282	Kuvvetli
Kum %	Üstel	1073	0.1532	0.4324	1970	0.646	0.751	0.0115	Orta

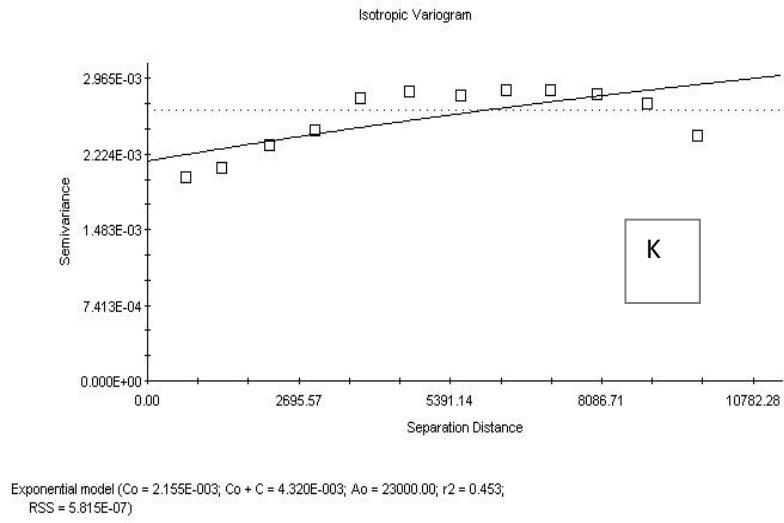
Mesafeye bağılı değişim modellerinden üstel modellerin hepsi örnek çiftleri arasında orta kuvvette bir korelasyon (C/C_0+C) göstermektedirler. Toprak kireç içeriği küresel modele göre dağılım göstermekte olup range parametresi modelin range değerine eşittir (31100). Fosfor, azot ve kireç içerikleri örnek çiftleri arasındaki maksimum korelasyon mesafesi (range) değerlerine sahip olmakla beraber bu mesafe bu üç değişken için eşittir. Bunları potasyum, pH ve sodyum izlemektedir. Başka bir deyişle, toprak fosfor, azot ve kireç örnek çiftleri arasında 31100 m mesafeye kadar ilişki kurulabilir ve örnekler bir birlerine bu mesafeden sonra herhangi bir korelasyon oluşturmaz ve benzemezler. Benzer şekilde toprak bu üç değişken için orta ve kuvvetli derecede homojendir. Bu sonuç, alınan bir kireç, fosfor ve azot örneği 31100 m uzunluğunda bir düzlemi temsil etme yeteneğinde olduğu anlamına da gelmektedir.

Bayat Ovasında sodyumun diğer değişkenlere göre daha kısa mesafelerde değiştii ve toprağın sodyum açısından bir soruna sahip olduğu görölmektedir. Çünkü sodyumun sill değeri (mesafeye bağılı örnek varyansı) en az 1 ile 709 defa diğer değişkenlerin sill değerlerinden büyüktür. Bu durum toprağın sodyum açısından iyi yönetilmesini gerektirmektedir. Bu çalışma sahasında bir tek kireç çok kuvvetli bir mesafeye bağılı dağılım ilişkisi göstermektedir. Bu durum kirecin arazide dominant bir faktör olduğunu ve anamateryal ve sekonder karbonatlardan kaynaklanabileceğini göstermektedir. Bölgenin kurak-yarı kurak iklime sahip olması nedeniyle karbonatların toprak profilinden yıkanamaması ve toprak oluşumunda kalsifikasyon sürecinin etkin olduğu da gözlenmektedir. Model nugget değerleri (mesafeye bağılı olmayan varyans değerleri) enstrümantal analiz yöntemleri, ölçme hataları, ölçüm cihazlarındaki hatalar ve insan kaynaklı hatalardan ortaya çıkmakta olduğundan bu hataların toplamı nugget varyans olarak tanımlanır. Genellikle örnek çiftleri arasındaki mesafeden daha az mesafeye sahip olan örneklerden kaynaklanmaktadır (650 m den daha az mesafedeki örnek noktaları). Modellerin nugget değerleri en azdan en yükseğe doğru K, N, pH, P, Na ve CaCO_3 sıralamasıyla değişmektedirler. Bu nedenle nugget değerleri rast gele değişimi göstermektedirler. Modellerin mesafeye bağılı değişim varyansları açısından incelendiğinde, modellerin sill değerleri K, N, pH, P, CaCO_3 ve Na sıralamasını göstermektedir. Bu da gösteriyorki sodyum açısından bu çalışma sahasının yönetim planlamasına ihtiyacı vardır. Deneysel variogramların teorik variogramlara uydurulması (fitting process) sürecinin göstergeleri olarak R^2 ve RSS değerleri kullanılmıştır. Ancak

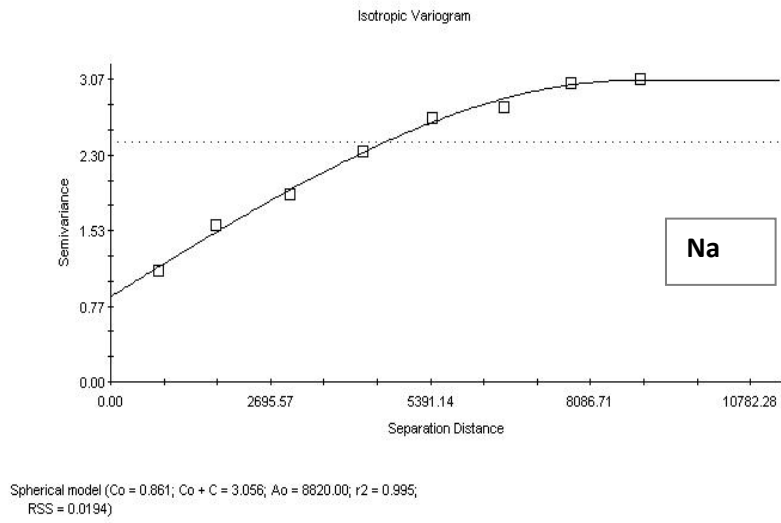
bu değerler birbirleriyle karşılaştırılmasının yapılması uygun değildir. Çünkü bu değerler modellerin geliştirilmesi sürecindeki modelin uygunluğunun seçiminde rol oynamaktadırlar. Burada R^2 nin mümkün olduğunca yüksek ve RSS ninde mümkün olan en düşük seviyede ama 1 ve daha düşük olması gözetilmelidir. Buna göre RSS değeri en yüksek olan model tahmin yaparken daha fazla hata yapma yeteneğindedir. Örneğin, sodyumun dağılımı daha fazla bir hatayla tahmin edilmektedir.

Kumun arazideki dağılımını gösteren model üstel model olarak bulunmuştur. Kum ve kil örnekleme çapı 1073 m alınarak bu mesafe içine düşen komşu örnek çiftleri ile tahminler yapılmıştır. Kum içeriğinin model parametrelerinden silin nuggete oranı 2,8 olarak bulunmuştur. Başka bir deyişle örneğin varyansı mesafeye bağlı olamayan örnek varyansının (nugget) yaklaşık 3 katıdır. Kil içeriği ile kıyaslandığında toprağın kum içeriği kil içeriğine oranla orta güçte bir mesafeye bağlı değişim modeli tarafından haritalanmıştır. Örnekler arasındaki mesafeye bağlı değişkenlik kilde daha yüksekken kumda daha azdır. Buna rağmen kum örnekleri arasındaki korelasyon mesafesi (range) kile göre daha yüksektir (1970 m).

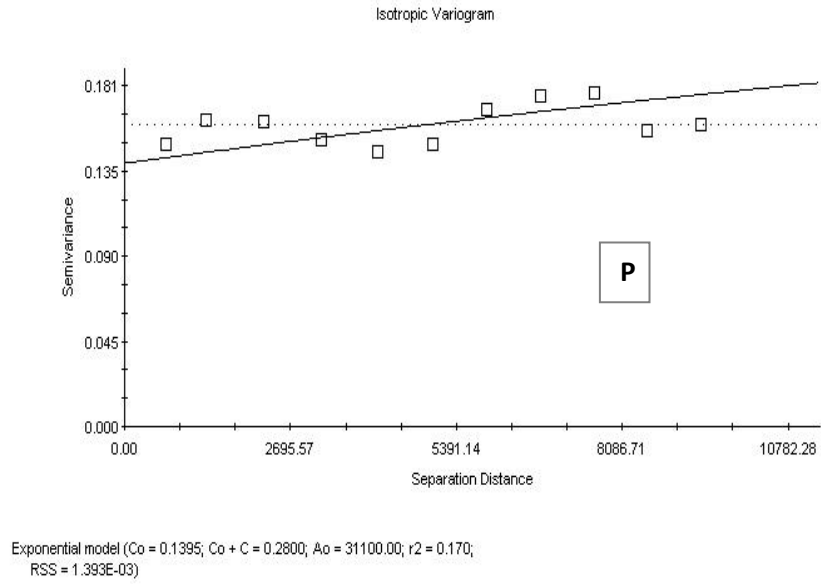
Kil içeriği fraksiyon olmayıp 100 ile çarpılmıştır. Bu nedenle kil içeriğine ait model parametreleri çok yüksek görünmektedir. Kilin dağılımını inceleyen mesafeye bağlı değişim modeli üstel model olup örnekler arasındaki mesafeye bağlı değişkenliğin kuvvetli olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle örnekler arasındaki değişkenliğe ait varyansın çok büyük bir kısmı (0,86) mesafeye bağlı değişim modeli tarafından açıklanabilmektedir. Modelin sill değeri nugget değerinin en az 7 katıdır. buda gösteriyorki açıklanamayan varyans toplam varyansın küçük bir kısmıdır. Kil örnekleri arazide en fazla 1440 m etkileşim mesafesi (korelasyon mesafesi) içinde bulunmaktadır.



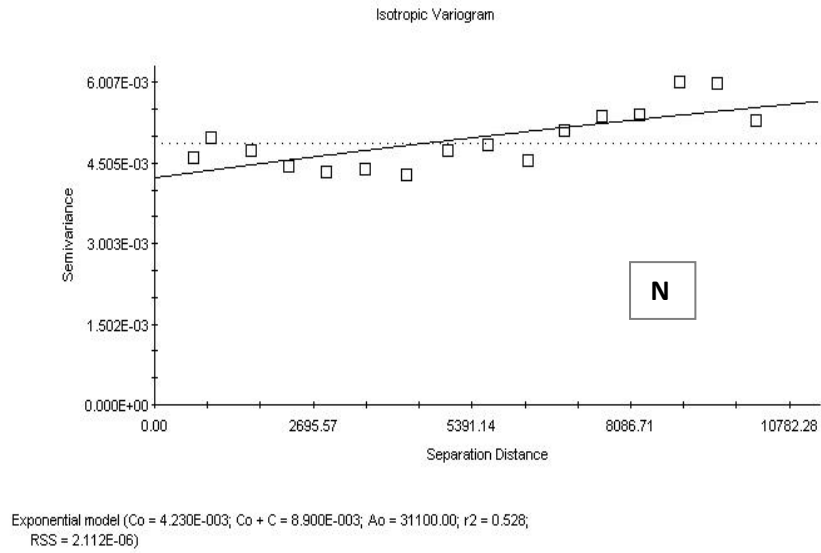
Şekil 4. 1. Çalışma alanı topraklarının K içeriklerine ait semivariogram



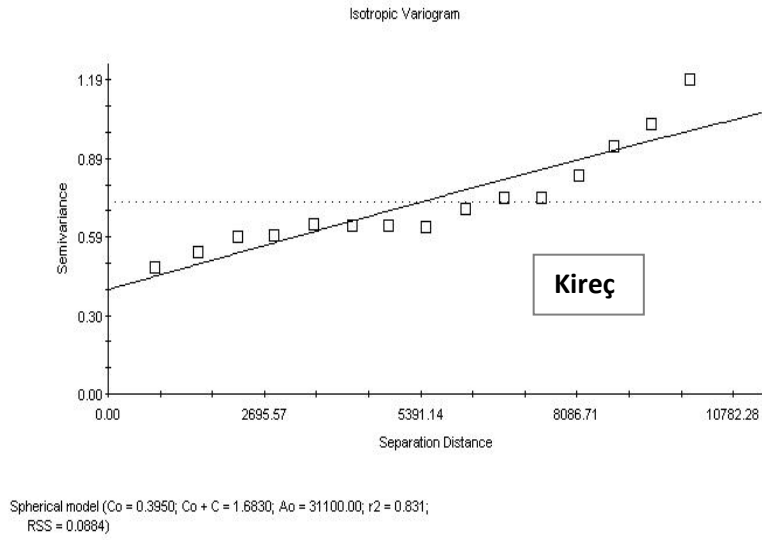
Şekil 4. 2. Çalışma alanı topraklarının Na içeriklerine ait semivariogram



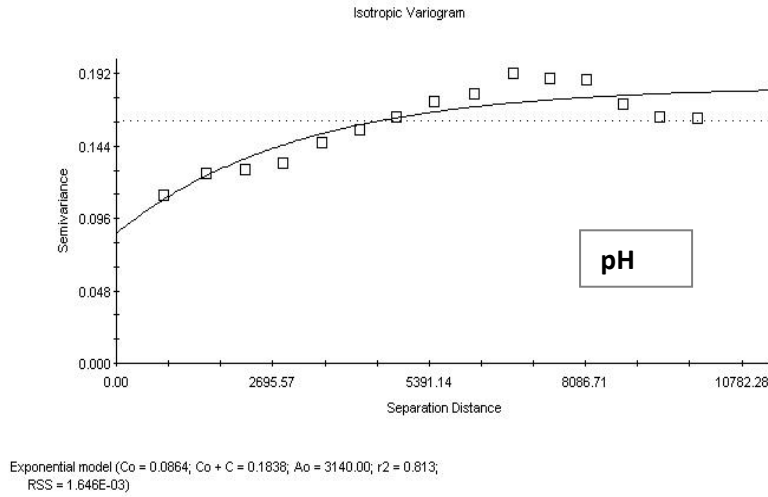
Şekil 4. 3. Çalışma alanı topraklarının P içeriklerine ait semivariogram



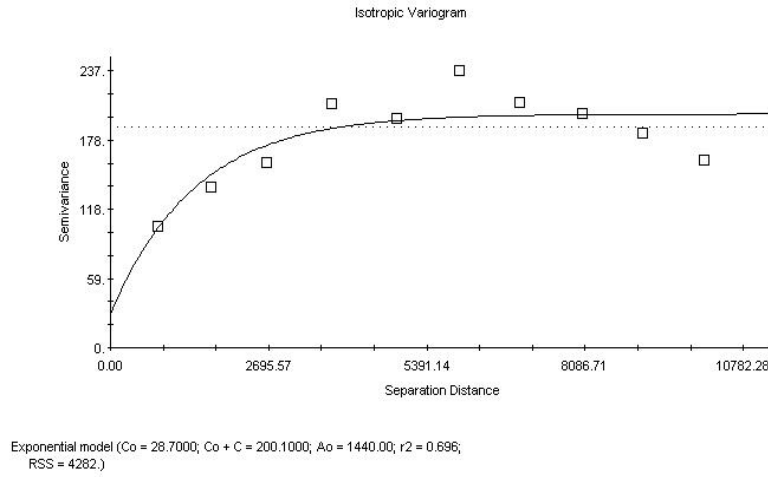
Şekil 4. 4. Çalışma alanı topraklarının N içeriklerine ait semivariogram



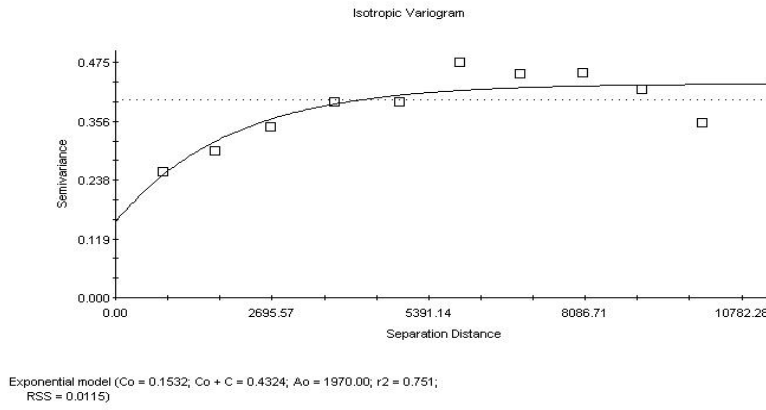
Şekil 4. 5. Çalışma alanı topraklarının Kireç içeriklerine ait semivariogram



Şekil 4. 6. Çalışma alanı topraklarının pH içeriklerine ait semivariogram



Şekil 4. 7. Çalışma alanı topraklarının % kil içeriklerine ait semivariogram



Şekil 4. 8. Çalışma alanı topraklarının % kum içeriklerine ait semivariogram

4.3 İncelenen Toprak Özelliklerine Ait Jeostatistik Değişim Paterni Haritaları

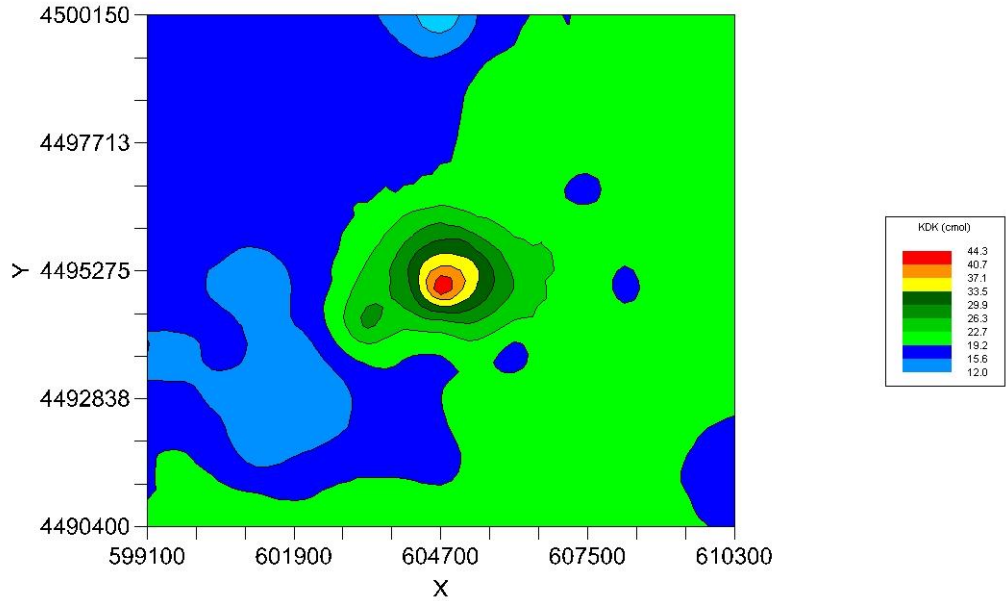
4.3.1. Katyon değişim kapasitesi

Toprakların KDK değerlerinin çalışma alanı içerisindeki örneklenen noktalardan tahmin edilmesi için en uygun semivariogram model parametreleri dikkate alınarak elde edilmiş ve KDK tahmin değerlerinin 12,0 ile 44,3 cmol/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu veriler incelendiğinde değerlerin tipik kurak yarı kurak bölge toprağına ait olduğu söylenebilir.

Toprağın KDK değeri potansiyel olarak tutabileceği besin elementi ile ilgili bilgi sahibi olmamızı sağlar. Bu katyonlar sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyumdan oluşursa kurak bölge topraklarının katyon değişim kapasitesini belirtirler. Ayrıca toprakların genelde yüksek kil içeriği de göz önünde bulundurulduğunda bu değerlerin

beklenebilir olduğu anlaşılr. Yüksek KDK aynı zamanda bu topraklarda 2:1 tipi kil minerallerinin daha yaygın olduğuna işaret etmektedir.

Klasik istatistik ve jeostatistik analizler bitkideki özellikle Na, N ve katyon değişim kapasitesinin gübrelemeden gelen makro ve mikro besinlerin kısa süreli varyasyona yol açtığını göstermiştir (Castrignano ve ark., 2000). Çalışma alanı içinde KDK dağılımını gösteren haritada 12 cmol/kg miktarda KDK içeren arazi parçası son derece küçük bir alanı temsil etmektedir. Bunun yanında KDK nın en yüksek olduğu alanlarda son derece küçük bir arazi parçasına tekabül etmektedir (Şekil 4.9). Geriye kalan arazi parçası arazinin yarısından daha fazla bir alanı temsil ettiğinden bu alanda KDK 33-40 cmol/kg arasında değişmekte olup oldukça yüksek miktarda bir katyon değişim kapasitesi manasına gelmektedir. Bu da gösteriyor ki arazide şişebilen kil türleri (semektit gurubu) dominanttır. Çalışma alanının kuzeydoğu-güneybatı doğrultusu KDK açısından aşırı yüksek yetenekli toprak kolloitlerince baskındır.



Şekil 4. 9. Çalışma alanı içerisinde toprakların katyon değişim kapasitesinin değişim paterni

4.3.2. Kireç içeriği

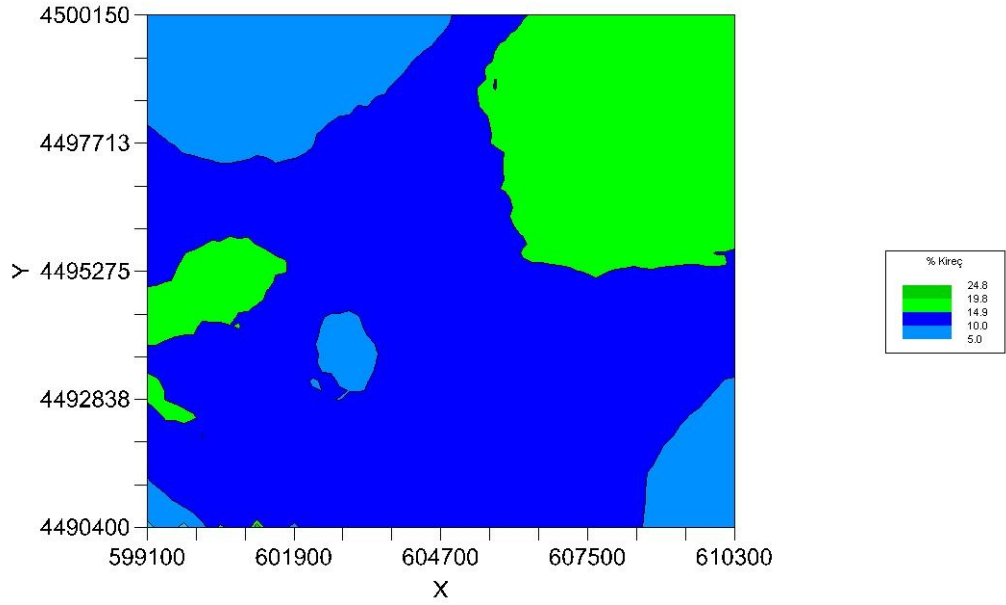
Ölçülen parametreler arasında en güçlü modele sahip toprak özelliğidir. Nitekim, kalsiyum karbonatın mesafeye bağlı dağılımının tahmininde bu çalışmada olduğu gibi

kriging yöntemi oldukça başarılıdır (Sarmadian ve ark., 2010). Toprakların kireç değerlerinin çalışma alanı içerisindeki örneklenen noktalardan tahmin edilmesi için en uygun semivariogram model parametreleri dikkate alınarak elde edilmiş ve kireç tahmin değerlerinin %5 ile %24,8 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Topraktaki kireç miktarı bitkiler için önemlidir. Kireç miktarının artması ile pH'da yükselir. Kireç miktarının azalması ile pH düşer ve toprak asidik özellik kazanır. Böyle bir durumda diğer besin elementlerinin yararlanılabilirliğini arttırmak, asitliğin zararlı etkilerini azaltmak, toprağın fiziksel özelliğini düzeltmek ve mikrobiyolojik faaliyetin artmasını sağlamak için toprağa kireç ilave etmek gerekir.

Toprakta Ca miktarı arttıkça, alınabilir fosfor ve demir iyonları Ca ile çözünmez formda bileşik oluşturur. Bitki topraktaki demir ve fosfordan yararlanamaz. Toprakta kireç miktarının düşük olması da bitki beslenmesi açısından sakıncalıdır. Çünkü Ca bitki hücre duvarının yapısında bulunmaktadır. Böyle bir durumda bitkide Ca eksikliği görülebilmektedir.

Çalışma alanına ait toprak kireç değişim paterni incelendiğinde (Şekil 4.10), kireç değerinin %5-14,9 arasında orta kireçli olduğunu bununda haritada mavi renk tonunda gösterilerek ovanın hemen hemen bütün kısmını kapladığı görülmektedir. Bu bölgedeki kireç miktarı genel itibari ile yeterli seviyededir. Kireç miktarının %14,9-24,8 aralığında fazla kireçli olduğu bununda yeşil renk tonlarında gösterilerek ovanın kuzeydoğu ve batı kısmında olduğu görülmüştür. İlçe merkezi olan çalışma alanının kuzey doğusu tuz gölünün de işaret ettiği üzere bir birikme bölgesidir. Dolayısıyla yüksek kısımlardan gelen karbonatlı eriyikler bu bölgede sekonder karbonatlar şeklinde çökelerek birikme ya da yıkanmanın az olmasına bağlı olarak bu kısımlarda karbonat miktarında bir artış gerçekleşmiştir.



Şekil 4. 10. Çalışma alanı içerisinde toprakların % kireç içeriğinin değişim paterni

4.3.3. Değişebilir potasyum

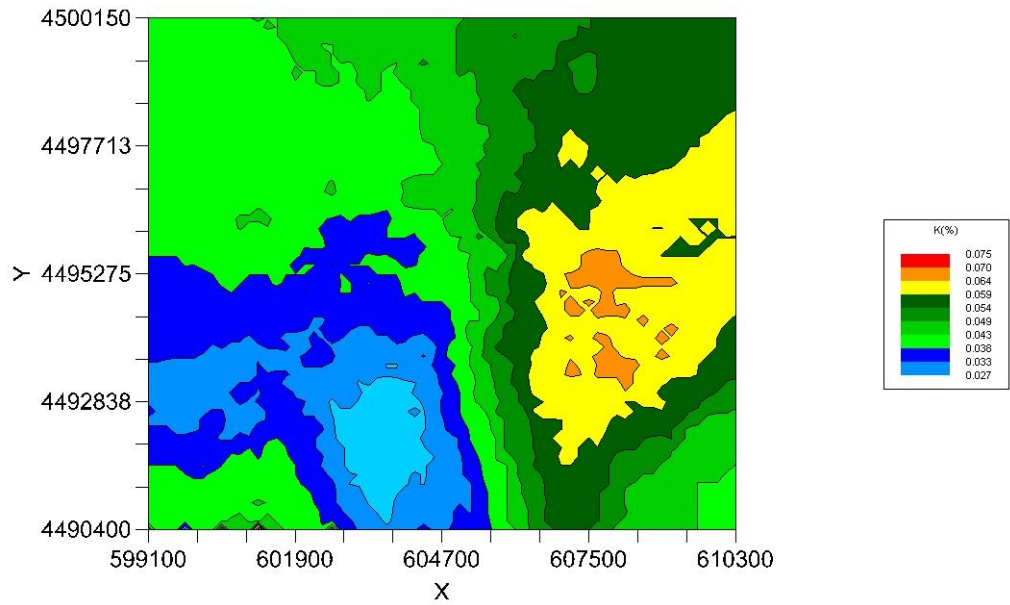
Toprakların K (Kotasyum) değerlerinin çalışma alanı içerisindeki örneklenen noktalardan tahmin edilmesi için en uygun semivariogram model parametreleri dikkate alınarak elde edilmiş ve K (%) tahmin değerlerinin %0,027 (270 mg/kg) ile %0,075 (750 mg/kg) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Toprağın K değeri bitki gelişimi üzerinde önemli derece etkiye sahip bitki besin elementlerinden bir tanesidir. Bu nedenle bitkisel üretimde gübreleme yönünden birim alandan yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için bitkinin kılcal kök bölgesindeki toprak tabakasının K değerinin bitkinin en iyi gelişim sağlayabildiği K değerleri içerisinde olması gerekir. Farklı toprak gruplarında farklı her bir bitkinin optimum gelişimi için gerekli K değerleri de farklı olabilmektedir.

Topraktaki K'un çözünürlüğü, hareketliliği, bitkiler tarafından alınabilirliği üzerine etki eden çeşitli faktörler mevcuttur. Bu faktörler; toprağın yapısı, toprak pH'sı, toprağın sulanabilirliği, iklim v.s. gibi etmenlerdir. Aşamalı regresyon verimi değişkenliği topoğrafyası çalışma yapılan alanlarda etkiye sahip olup; topoğrafya, kil içeriği, P ve K toprak test seviyelerini temsil eden temel bileşenler ile açıklanabilmektedir. Bayat İlçesinde yapılan çalışmalarda elde edilen ölçümler sonucunda K değerini

gösteren bir harita elde edilmiş olup K değerleri saptanarak yoğunluklarına göre renklendirilip Şekil 4. 9. deki haritada gösterilmiştir.

Harita incelendiğinde mavi ve tonlarının olduğu bölge K değeri bakımından %0.027 –%0.038 arasında çıkmıştır. Bu değerler K için toprakta istenilen değerlerdir ve bölgenin güney-batı kısmında toplanmıştır (Şekil 4.11). Ana materyalden, tarımın daha az yapıldığı ve yerleşim alanlarına yakın olduğundan K değerleri artış göstererek %0.038-%0.075 arasında çıkmıştır. Buda haritada geniş bir alanı kapsayarak daha çok çalışma alanının batı bölgesinde toplanmıştır.



Şekil 4. 11. Çalışma alanı içerisinde toprakların potasyum içeriğinin değişim paterni

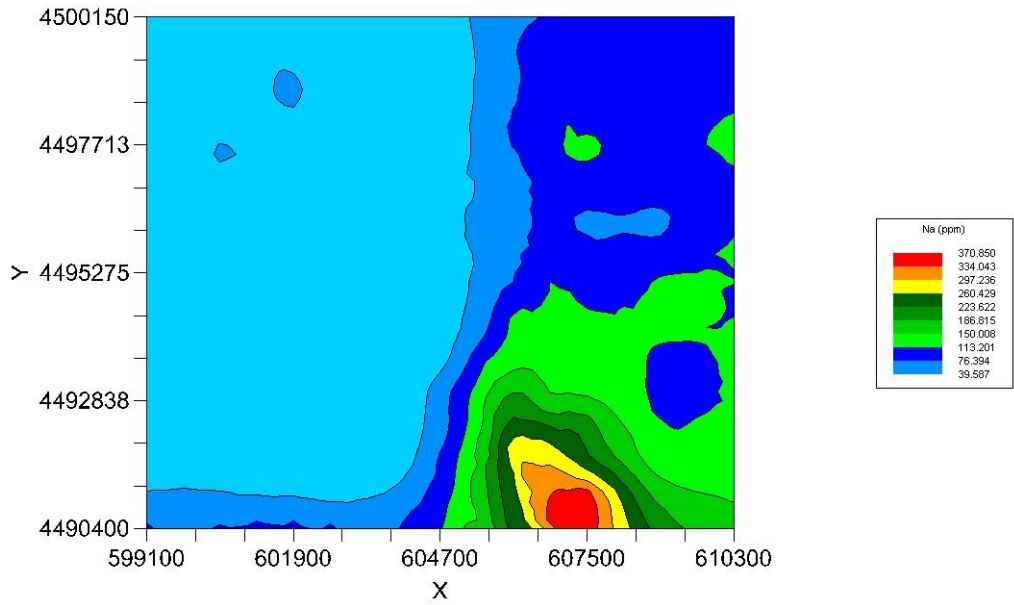
4.3.4. Değişebilir sodyum

Toprakların Na değerlerinin çalışma alanı içerisindeki örneklenen noktalardan tahmin edilmesi için en uygun semivariogram model parametreleri dikkate alınarak elde edilmiş ve Na tahmin değerlerinin 39,587 mg/kg ile 370,850 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 4.12).

Toprakta tuzluluğu en önemli kaynağı ana materyal ve topografyadır. Kil fraksiyonunun sahip olduğu denge bozucu etki ile Mg ve Na yüzeyi kaplar ve toprak altındaki su seviyeleri doygunluk, su infiltrasyonu ve fide çıkışını etkiler (Voortman ve

ark., 2004). Toprakta tuzluluk bitkilerde toksik etki ve su açığı yaratma gibi olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Fazla sulama ve yağışlardan sonra suyun derinlere sızarken bazı mineralleri de beraberinde taşıyarak daha sonra buharlaşma ile aşağı süzülen suyun yukarı çıkarak bünyesindeki mineralleri toprak yüzeyine bırakması ile tuzlulaşma meydana gelmektedir. Böylece hem toprak yüzeyinde tuz birikimi olacak hem de bitki gelişimini toksik etki yaparak osmotik basıncı arttıracaktır.

Çalışma alanında yüksekliğin fazla olduğu yerlerde yağış ve akarsular nedeniyle Na iyonunu yıkayarak daha düz eğimli arazilerde birikme gösterir (Şekil 4.12). Bu birikme nedeniyle Na iyonu konsantrasyonu düz alanlarda problem yaratmaktadır. Buharlaşmanın yüksek olması da bunu arttırmaktadır. Buda güney doğu bölgesinde dağılım göstermektedir.



Şekil 4. 12. Çalışma alanı içerisinde toprakların sodyum içeriğinin değişim paterni

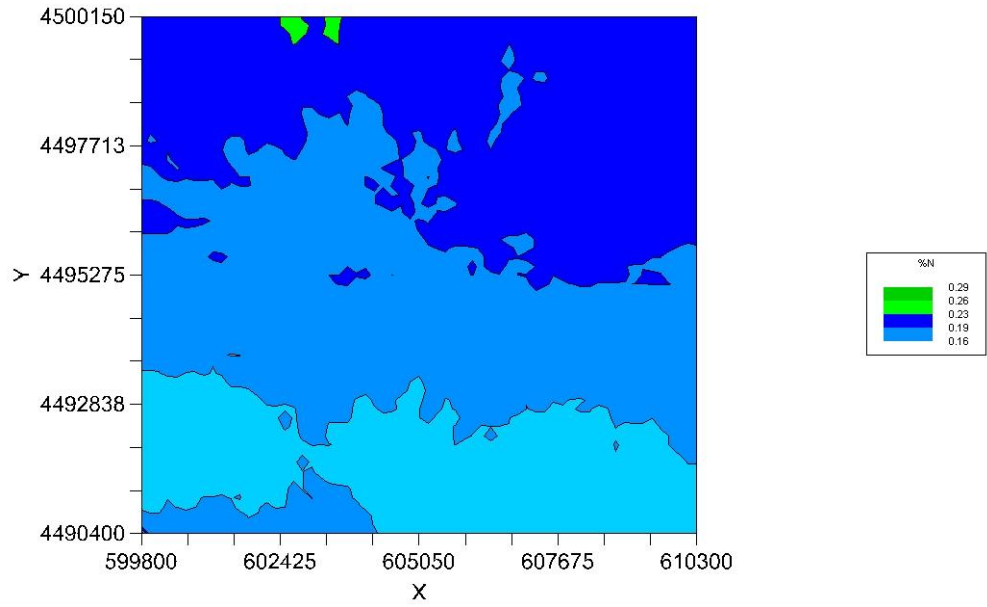
4.3.5. Toplam (Kjeldahl) azotu

Toprakların N (Azot) değerlerinin çalışma alanı içerisindeki örneklenen noktalardan tahmin edilmesi için en uygun semivariogram model parametreleri dikkate alınarak elde edilmiş ve N (%) olarak tahmin değerlerinin %0,16 ile %0,29 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Toprağın N değeri toprağın fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik özellikleri üzerinde önemli derecede etkilidir. Bu nedenle bitkisel üretimde gübreleme yönünden birim alandan yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için bitkinin kılcal kök bölgesindeki toprak tabakasının N değerinin bitkinin en iyi gelişim sağlayabildiği N değerleri içerisinde olması gerekir. Farklı toprak gruplarında farklı her bir bitkinin optimum gelişimi için gerekli N değerleri farklı olabilmektedir. Tarım alanı, çayır ve çalılık alanda N orta derecede bir değişkenlik göstermiş ve sıralama azdan çoğa doğru; tarım alanı, çayır ve çalılık olarak belirlenmiştir (Wang ve ark., 2009).

Topraktaki N'un çözünürlüğü, hareketliliği, bitkiler tarafından alınabilirliği üzerine etki eden faktörler mevcuttur. Bu faktörler; toprağın yapısı, toprak pH'sı, toprağın sulanabilirliği, iklim v.s. gibi etmenlerdir. Proje konusu olan Bayat İlçesinde yapılan çalışmalarda N değerini gösteren bir harita elde edilmiş olup N değerleri saptanarak yoğunluklarına göre renklendirilip Şekil 4. 11. deki haritada gösterilmiştir.

Harita incelendiğinde tarımın yoğun olarak yapıldığı alanlarda N değerleri %0,16 - %0,19 arasında çıkmıştır. Bu da haritanın güney bölgesinde toplanmıştır. Toprakta %0,16 N çıkması istenilen bir değer aralığıdır. Aslında toplam azotun yeterli olarak değerlendirilmesi gerçekte bu alanlarda tarım yapılırken azotlu gübreleme yapılmasına ihtiyaç olmadığı anlamına gelmemektedir. Dolayısı olarak bölge topraklarının organik madde açısından mineral topraklar için istenilen %2-4 aralığında olduğuna işaret etmektedir. Bu da oluşturulan haritada turkuaz mavisi rengin olduğu bölgeyi göstermektedir. Bu bölgede yetiştirilen bitkiler topraktaki N'u yarıyışlı şekilde kullanabilmektedir. Tarım yoğunluğunun az olduğu alanlarda N değerleri %0,19- %0,29 arasında çıkmıştır. Aralığın %0,16-0,29 arasında olması topraktaki N miktarının fazla olduğunu gösterir. Tarım yapılmayan ya da yoğunluğunun az olduğu alanlarda N miktarının yüksek olması bölgede uygulanan tarım tekniği nedeniyle toprakların organik madde içeriklerinin azalma eğiliminde olduğuna ya da toprak özelliklerinin bozulma yolunda olduğuna işaret etmektedir. Kjeldahl azotunun nispeten yüksek olduğu alanlar haritada açık mavi, koyu mavi ve yeşil tonunda gösterilmiştir. Azot miktarı, genel itibari ile kuzeye doğru artma göstermiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4. 13. Çalışma alanı içerisinde toprakların azot içeriğinin değişim paterni

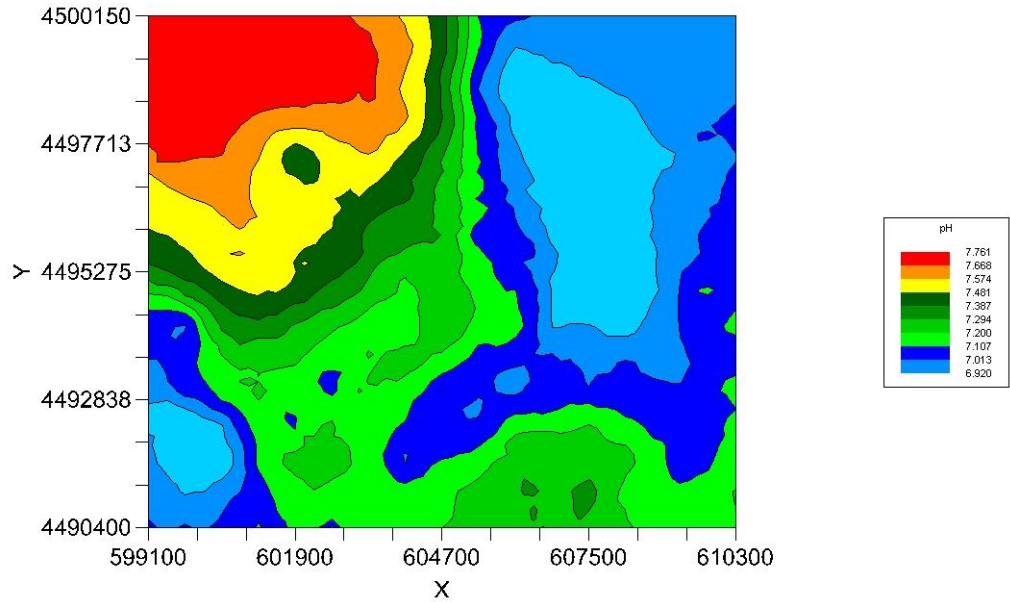
4.3.6. pH

Toprakların pH değerlerinin çalışma alanı içerisindeki örneklenen noktalardan tahmin edilmesi için en uygun semivariogram model parametreleri dikkate alınarak elde edilmiş ve pH tahmin değerlerinin 6.92 ile 7.76 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışma alanına ait toprak pH'sı değişim paterni incelendiğinde, pH değerinin 6,92-7.49 aralığında nötr, 7,57-7,76 aralığında hafif alkali karakterde olduğu görülmektedir (Alpaslan ve ark., 2005). Çalışma alanı genel itibari ile incelendiğinde mavi ve tonlarının olduğu bölge yükselti ve dere yatağının olması nedeni ile pH bakımından daha düşük, yeşil ve tonlarının olduğu bölgelerde bitkisel üretim yapıldığı ve yağışın olduğu yerler olduğundan pH bakımından bir az daha yüksek, turuncu ve kırmızı bölge yükseltiden ve dağlık alan olmasından dolayı bitkisel üretimin daha az yapıldığı yerlerde pH'nın daha da yükseldiği görülmüştür (Şekil 4.14).

Toprağın pH değeri toprağın fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik özellikleri üzerinde etkilidir. Ph parametresi düşük verim alanlarının belirlenmesinde kullanılmıştır (Cox ve ark., 2005). Bu nedenle bitkisel üretimde gübreleme yönünden birim alandan yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için bitkinin kılcal kök bölgesindeki toprak tabakasının pH değerinin bitkinin en iyi geliştiği pH değerinde olması gerekir. Her bir

bitkinin optimum gelişimi için gerekli pH değerleri farklıdır. Ancak bitki besin maddelerinin çoğunun azami alınabilirliği 6.5-7.5 arasındaki pH değerinde gerçekleşir.

Toprak pH'sı tüm bitki besinlerinin çözünürlüğü, hareket kabiliyeti ve elverişliliğini etkileyen önemli bir faktördür. Bu nedenle aynı özelliğe sahip bir toprakta besin elementlerinin elverişliliği ve bitkilerce alımı pH değerleri ile yakından ilgilidir. Toprak pH'sının 6,5-7,4 (nötr) arasında olması hemen hemen tüm besin elementlerinin alınabilirliği açısından yeterli sayılabilecektir. pH yüksek olduğu bu bölge topraklarında bazı bitki besin elementinin çözünürlüğü ve elverişliliği azalmakta bazılarının toksik düzeyde artması söz konusu olabilmektedir. Bundan dolayı bu bölge topraklarından birim alandan daha yüksek verim alabilmek için pH'nın düşürülmesi gerekmektedir.



Şekil 4. 14. Çalışma alanı içerisinde toprakların pH sına ait değişim paterni

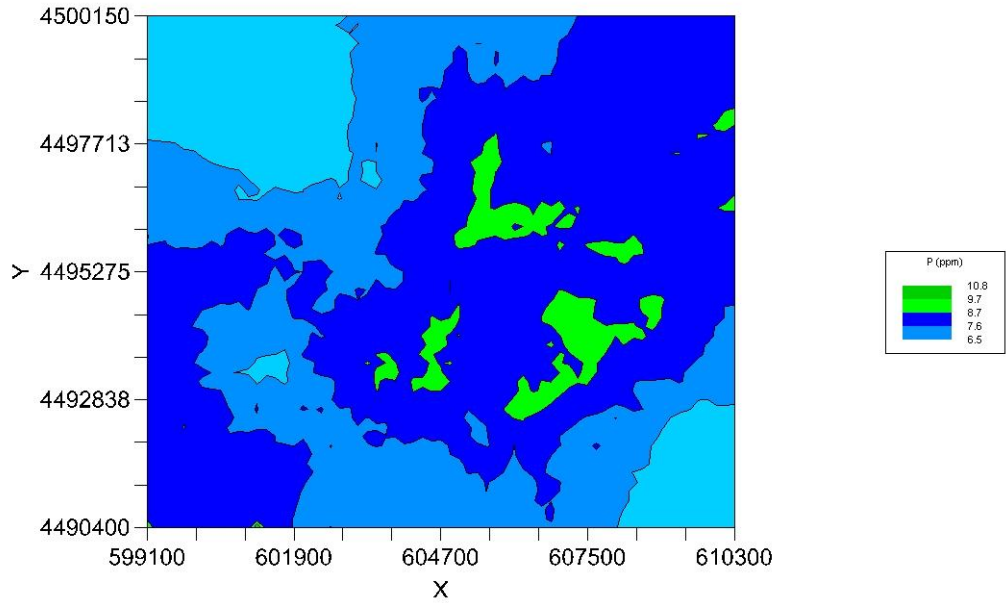
4.3.7. Yarayışlı fosfor

Toprakların P (Fosfor) değerlerinin çalışma alanı içerisindeki örneklenen noktalardan tahmin edilmesi için en uygun semivariogram model parametreleri dikkate alınarak elde edilmiş ve P (mg/kg olarak) tahmin değerlerinin 6,5 mg/kg ile 10,8 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

Toprağın P değeri bitki gelişimi üzerinde önemli derece etkiye sahip bitki besin elementlerinden bir tanesidir. Bu nedenle bitkisel üretimde gübreleme yönünden birim alandan yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için bitkinin kılcal kök bölgesindeki toprak tabakasının P değerinin bitkinin en iyi gelişim sağlayabildiği P değerleri içerisinde olması veya bitki yapraklarından bitkinin ihtiyaç duyduğu oranda temin edilmesi gerekir. Farklı toprak gruplarında farklı her bir bitkinin optimum gelişimi için gerekli P değerleri de farklı olabilmektedir.

Topraktaki P'un çözünürlüğü, hareketliliği, bitkiler tarafından alınabilirliği üzerine etki eden çeşitli faktörler mevcuttur. Bu faktörler; toprağın yapısı, toprak pH'sı, toprağın sulanabilirliği, iklim v.s. gibi etmenlerdir. Bayat İlçesinde yapılan çalışmalarda elde edilen ölçümler sonucunda P değerini gösteren bir harita elde edilmiş olup P değerleri saptanarak yoğunluklarına göre renklendirilip Şekil 4. 15. deki haritada gösterilmiştir.

Toprakta istenilen P aralığı 8-25 mg/kg arasındır. Harita incelendiğinde tarımın yoğun olarak yapıldığı alanlarda P değerleri 6,5 – 8,7 mg/kg arasında çıkmıştır. Burası mavi ve tonlarının bulunduğu P bakımından yetersizdir alanlardır. Tarım yoğunluğunun az olduğu alanlarda P değerleri 8,7- 10,8 mg/kg arasında çıkmıştır. Haritaya bakılınca yeşil ve tonlarının olduğu bölge P bakımından istenilen aralıktadır ve haritanın orta bölgesinde yoğunlaşmıştır. Toprakta P değerlerinin bu şekilde çıkmasında kimyasal, fiziksel, biyolojik ve iklim gibi önemli etmenler etki edebilmektedir. Çünkü bu etmenler nedeniyle yüksek pH'a sahip kireçli topraklarda trikalsiyum fosfat şeklinde fiske olarak faydası azalmaktadır. Asit şartlarda demir ve alüminyum iyonları ile birleşerek güç çözünür. Demir ve alüminyum fosfat bileşiklerini oluşturduğundan faydası azalır. Yağışlar ile topraktan bitki besin elementlerinin yıkanarak uzaklaştırılması, toprakta yarıyışlı organizmaların iklim etkisi ile etkinliğinin zayıf olması P üzerinde etkili olan etmenlerdir. Flüvyal bölgede biyolojik olarak kullanılabilen P ve toplam Cd geleneksel çiftlik tarım ve mineral gübrenin aşırı kullanılmasından dolayı aynı bileşende toplanmıştır (Romic ve ark., 2012).



Şekil 4. 15. Çalışma alanı içerisinde toprakların fosfor içeriğinin değişim paterni

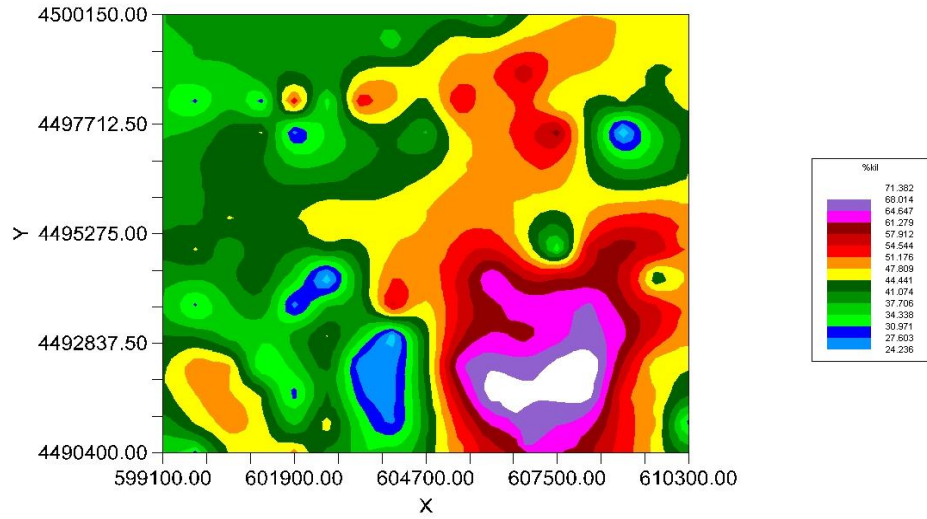
4.3.8 Organik Madde

Organik maddenin ölçülen değerleri bir mesafeye bağlı değişim modeline göre dağılmayıp rastgele bir dağılım göstermektedirler. Bu nedenle de organik maddenin dağılım modeli nugget model olarak belirlenmiştir. Bu etkiyi ortadan kaldırmak için araziden daha kısa mesafeden daha çok örnekleme yapılması gerekir. Ürün artıkları içeren ve organik gübre kullanılan topraklarda organik madde miktarı artmaktadır (Huang ve ark., 2007).

4.3.9 Toprak Tekstürü

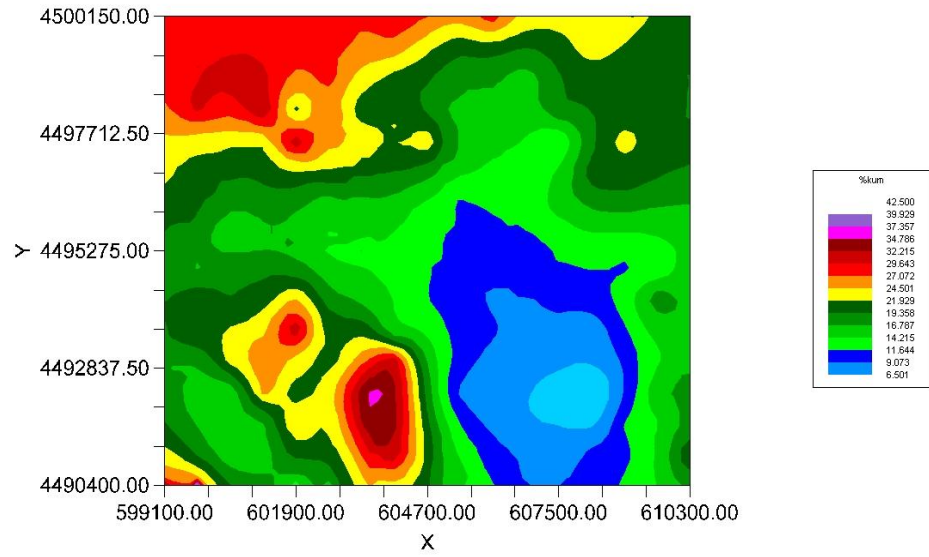
Topraktaki su ve besin elementlerinin tutulması, katyon değişim kapasitesi kum, kil ve silt dağılımı ile ilgilidir. Kumlu toprakların su tutma kapasitesi düşük olduğu için makro ve mikro besinleri tutması güçtür. Buda bitkilerde besin elementi noksanlığına neden olmaktadır. Yüksek kil içeriğine sahip bölgede verim yüksektir (Cox ve ark., 2003). Kilin su ve besin elementi tutma gücü yüksek olduğu için bitki gelişimini daha iyi yapabilmektedir.

Çalışma alanına ait %kil değişim paterni incelendiğinde, kil değerinin % 24,3 ile %71,4 aralığında olduğu görülmektedir. Çalışma alanı genel itibari ile incelendiğinde kil içeriği % 50 ve üzeri olan bölgeler ağır killi topraklar olup kuzey-doğu ve güney-doğu yönlerinde yoğunlukla dağılım göstermektedir.



Şekil 4. 16. Çalışma alanı içerisinde toprakların % kil içeriğinin değişim paterni

Çalışma alanına ait %kum değişim paterni incelendiğinde, kum değerinin % 6,5 ile %42,5 aralığında olduğu görülmektedir. Çalışma alanı genel itibari ile incelendiğinde ovanın büyük bir kısmı %21 ve daha az kum içermektedir. Arazinin yüksekliği arttıkça kum miktarı artmaktadır ve bu bölgeler arazinin engebeli, dağlık ve tepelik alanlarına denk gelmektedir. Kumun en düşük olduğu yerde ise eğim düz ve düze yakındır.



Şekil 4. 17. Çalışma alanı içerisinde toprakların % kum içeriğinin değişim paterni

4.3.10 Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenliğin ölçülen değerleri bir mesafeye bağlı değişim modeline göre dağılmayıp rastgele bir dağılım göstermektedirler. Bu nedenle de elektriksel iletkenlik dağılım modeli nugget model olarak belirlenmiştir. Bu etkiyi ortadan kaldırmak için araziden daha kısa mesafeden daha çok örnekleme yapılması gerekir. Kil içeriği ve elektriksel iletkenliği arasındaki önemli derecede doğrusal ilişki toplam değişkenliğin %80 'i dir (Luck ve ark., 2011).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Çorumun Bayat İlçesinin topraklarının verimlilik parametreleri incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda oluşturulan değişim paterni haritalarında KDK 12,0-44,3 cmol/kg, kireç %5,0-24,8, değişebilir K %0,027-0,075, Na 39,6-370,9 mg/kg, N %0,16-0,29, pH 6,92-7,761, P 6,5-10,8 mg/kg aralığında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan incelemelere göre kireç ve pH' nın yetiştiricilik açısından önemli bir problem olmadığı, organik maddenin düşük, fosforun ise yetersiz olduğu görülmüştür.

İncelenen bölgede ana materyal, topoğrafya, iklim, buharlaşma ve buharlaşma (ET), tarımsal girdiler, mikroorganizma faaliyetleri gibi sebeplerden topraktaki N, P, K, KDK, Kireç, Na, pH, mesafeye bağlı değişimler görülmektedir.

Fosfor bakımından yeterli alanlar çok az bir yer tutarken fosfor bakımından az yeterli alanlar arazının geriye kalanını oluşturmaktadır. Bu durumda ovada mutlaka fosfor gübrelemesi yapılmalıdır. Fosforlu gübreleme yapılmadığı durumlarda önemli ölçüde verim kaybı olabileceği ve elde edilen ürünlerin kalitesinde azalmalar meydana geleceği öngörülmektedir.

Topraktaki kireç miktarı incelendiğinde tarım yapılan bölgelerde kireç miktarı yeterli seviyededir. Tarımın yapılmadığı ve ilçe merkezinin bulunduğu bölgelerde kireç oranı daha yüksek çıkmıştır.

Bitkisel üretimde gübreleme yönünden birim alandan yüksek verim ve kaliteli ürün almak için bitkinin kılcal kök bölgesindeki pH değerinin istenilen aralıkta olması gerekir. Bu açıdan araştırılan alanda pH'nın istenilen aralıkta olduğu görülmektedir.

Toprak organik maddesi mesafeye bağlı bir ilişki bulunmadığından organik maddenin bir modele bağlı dağılım göstermediği, yani nugget model olduğu, belirlenmiştir.

Yüksekliğin fazla olduğu yerlerde yağış ve akarsular nedeniyle Na iyonunu yıkayarak daha düz eğimli arazilerde birikme gösterdiği belirlenmiştir. Bu birikme nedeniyle Na iyonu konsantrasyonu düz alanlarda özellikle çalışma alanının güneydoğu kısmında problem oluşturabileceği düşünülmektedir.

Toprakların Kjeldahl toplam azot içeriklerinin genelde yeterli olarak sınıflanabileceği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Alpaslan, M., Güneş, A. ve İnal, A. 2005. **Deneme Tekniği**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1501, 437 s Ankara.
- Amado, T.J.C., Pes, L.Z., Lemanski, C.L. and Schenato, R.B. 2009. Chemical and physical attributes of oxisols and their relation with irrigated corn and common bean yields. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, 33 (5):1507-1514.
- Anonim 2009. Çorum Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Çorum'da Tarım 2009 Yıllığı.
- Anonim 2010. Çorum İli Tarım Master Planı.
- Babagil, G. E., 2008. **Toprak özelliklerindeki yersel değişkenliğin buğday verim paterni üzerinde etkisinin jeostatiksel yöntemlerle belirlenmesi**. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri enstitüsü doktora tezi, 146 s, Erzurum.
- Bhatti, A.U., Bakhsh, A., Afzal, M. and Gurmani, A.H. 1999. Spatial variability of soil properties and wheat yields in an irrigated field. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 30: 1279-1290.
- Bhatti, A.U., Bakhsh, A., Afzal, M., Gurmani, A.H., 1999. Spatial variability of soil properties and wheat yields in an irrigated field. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 63 (5):1308-1319.
- Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-Total. In: A.L. Page, R.H. Miller (Eds). **Methods of Soil Analysis**. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, pp: 595-624.
- Castrignano, A., Goovaerts, P., Lulli, L. and Bragato, G. 2000. A geostatistical approach to estimate probability of occurrence of Tuber melanosporum in relation to some soil properties. **Geoderma**, 98: 95-113.
- Castrignano, A., Giugliarini, L., Risaliti, R., Martinelli, N. 2000. Study of spatial relationships among some soil physico-chemical properties of a field in central Italy using multivariate geostatistics. **Geoderma**, 48 (5): 576-587.
- Cobo, J. G., Dercon, G., Yekeye, T., Chapungu, L., Kadzere, C., Murwira, A., Delve, R., Cadisch, G., Cobo, Juan Guillermo, Dercon, Gerd., Yekeye, Tsitsi, Chapungu, Lazarus, Kadzere, Chengetai, Murwira, Amon, Delve, Robert., Cadisch, Georg. 2010. Integration of mid-infrared spectroscopy and geostatistics in the assessment of soil spatial variability at landscape level. **Geoderma**, 11 (5): 464-474.
- Couto, E.G., Stein, A., Klamt, E., A.F. Couto, E.G., Stein, A., Klamt, E. 1998. Large area spatial variability of soil chemical properties in central Brazil. **Soil Science and Society of America Journal**, 62 (4): 4240-4249.
- Cox, M.S., Gerard, P.D., Abshire, M.J., AF Cox, Michael S., Gerard, Patrick D., Abshire, Melinda J. 2006. Selected soil properties variability and their relationships with yield in three Mississippi fields. **Soil Science**, 70 (4): 1129-1139.
- Cox, M.S., Gerard, P.D., Reynolds, D.B., A.F Cox, M.S., Gerard, P.D., Reynolds, D.B. 2005. Selected soil property variability and their relationships with cotton yield. **Soil Science**, 220 (1-3):140-153.
- Cox, M.S., Gerard, P.D., Wardlaw, M.C., Abshire, M.J., A.F Cox, M.S., Gerard, P.D., Wardlaw, M.C., Abshire, M.J. 2003. Variability of selected soil properties and

- their relationships with soybean yield. **Soil Science Society of America Journal**, 72 (1): 31-41.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniv. Yayın. No: 143. Erzurum. s: 90-95.
- de Oliveira, J.C., L.C.D. Souza, and V.D. Melo. 2010. Variability of Soil Physical and Chemical Properties in Different Plot Divisions of the Guabirubeta Formation. **Revista Brasileira De Ciencia Do Solo**, 34:1491-1502.
- Dercon, G., J. Deckers, G., Govers, J. Poesen., H. Sanchez, R., Vanegas, M., Ramirez, and G. Loaiza. 2003. Spatial variability in soil properties on slow-forming terraces in the Andes region of Ecuador. **Soil & Tillage Research**, 72: 31-41.
- Dobermann, A., P. Goovaerts, and T. George. 1995. Sources of Soil Variation in an Acid Ultisol of the Philippines. **Geoderma**, 68: 173-191.
- Gama Design Software. 2008. Geostatistics for environmental science. Plainwell, Michigan, USA.
- Gee, G.W. and Hortege K.H., 1986. Particle- Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods Second Edition. **Agronomy** No: 9. p: 383-441.
- Goderya, F.S. 1998. Field scale variations in soil properties for spatially variable control: A review. **Journal of Soil Contamination**, 7: 243-264.
- Gontijo, I., Nicole, L.R., Partelli, F.L., Bonomo, R., Santos, E.O.D., Gontijo, A.F., Ivoney. 2012. Variability and spatial correlation among micronutrients and organic matter and yield of black pepper. **Revista Brasileira De Ciencia Do Solo**, 34 (4): 399-416
- Grego, C.R., Rodrigues, C.A.G., Nogueira, S.F., Gimenes, F.M.A., de Oliveira, A., de Almeida, C.G.F., Furtado, A.L.D., Demarchi, J.J.A.D., Grego, A.F., Regina, C., 2013. Variability of soil and pasture epigeal biomass identified by geostatistics. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, 89:11-20.
- Hamlett, J.M., Horton, R., Cressie, N.A.C., 1986. Resistant and exploratory techniques for use in semivariogram analysis. **Soil Science Society of American Journal**, 50: 868–875.
- Huang, B., W.X. Sun, Y.C. Zhao, J. Zhu, R.Q. Yang, Z. Zou, F. Ding, and J.P. Su. 2007. Temporal and spatial variability of soil organic matter and total nitrogen in an agricultural ecosystem as affected by farming practices. **Geoderma**, 139: 336-345.
- Heijting, S., de Bruin, S. and Bregt, A.K. 2011. The arable farmer as the assessor of within-field soil variation. **Precision Agriculture**, 12: 488–507.
- Jiang, Y.J., Li, L.L., Wu, Y.X., Jia, Y.A., Yuan, D.X., A.F. Jiang, Yongjun, Li., Linli, Wu., Yuexia Jia, Yanan Yuan, Daoxian. 2008. Temporal-spatial variability of soil fertility in karst region: a case study of Xiaojiang watershed Yunnan. **Environmental Geology**, 72 (5):1311-1320.
- Jiang, H.L., Liu, G.S., Wang, R., Shi, H.Z., Hu, H.C., Jiang Hou-Long, A.F... 2012. Spatial variability of soil total nutrients in a tobacco plantation in central China. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 11 (10):1729-1737.
- Jiang, H.L., Liu, G.S., Wang, X.Z., Song, W.F., Zhang, R.N., Zhang, C.H., Hu, H.C., Li, Y.T., A.F. Jiang Hou-Long, Liu Guo-Shun, Wang Xin-Zhong, Song Wen-Feng, Zhang Rui-Na, Zhang Chun-Hua, Hu Hong-Chao, Li Yan-Tao. 2010. Spatial Variability of Soil Properties in a Long-Term Tobacco Plantation in Central China. **Soil Science**, 34 (2): 389-400.

- Journal, A.D. and Huijbregts, C.J. 1978. **Mining geostatistics**. Academic Press, London.
- Lark R.M., 2002. Optimized spatial sampling of soil for estimation of the variogram by maximum likelihood. **Geoderma**, 105: 49-80.
- Luck, E., Ruehlmann, J., Kirchmann, H., Lueck, A.F., Erika., ...2011. Properties of soils from the Swedish long-term fertility experiments: VI. Mapping soil electrical conductivity with different geophysical. **Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil And Plant Science**, 140 (1-2): 34-45.
- Lindsay, W.L., and Norwell, W.A., 1978. Development of DTPA Soil Test Zinc Iron, Manganese and Copper. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 42:421-428.
- Liu, W.J., Y.Z. Su, R. Yang, Q. Yang, and G.P. Fan. 2011. Temporal and spatial variability of soil organic matter and total nitrogen in a typical oasis cropland ecosystem in arid region of Northwest China. **Environmental Earth Sciences**, 64: 2247-2257.
- Liu, S.L., Li, Y., Wu, J.S., Huang, D.Y., Su, Y.R., Wei, W.X., Liu, A.F., Shoulong, Li, Yong, Wu, Jinshui, Huang, Daoyou, Su, Yirong, Wei, Wenxue. 2010. Spatial variability of soil microbial biomass carbon, nitrogen and phosphorus in a hilly red soil landscape in subtropical China. **Soil Science and Plant Nutrition**, 10 (4): 371-386.
- Manning, G., L.G. Fuller, R.G., Eilers, and I. Florinsky. 2001. Soil moisture and nutrient variation within an undulating Manitoba landscape. **Canadian Journal of Soil Science**, 81: 449-458.
- Mapa, R.B., and Kumaragamage, D. 1996. Variability of soil properties in a tropical Alfisol used for shifting cultivation. **Soil Technology**, 9:187-197.
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. **Agronomy**. No:9 p: 199-224.
- Mueller, T.G., Pusuluri, N.B., Mathias, K.K., Cornelius, P.L., Barnhisel, R.I., A.F. Mueller, T.G., Pusuluri, N.B., Mathias, K.K., Cornelius, P.L., Barnhisel, R.I. 2005. Site-specific soil fertility management: A model for map quality rid b-5747-2009. **Soil Science Society of America Journal**, 28 (2):236-252.
- Najafian, A., Dayani, M., Motaghian, H.R., Nadian, H., Najafian, A.F., Asma.,...2012. Geostatistical assessment of the distribution of some chemical properties in calcareous soils. **Journal Of Integrative Agriculture**, 28 (1):41-53.
- Nelson, D.W., ve Sommers, L.E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon, ve Organic Matter. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical ve Microbiological Properties. 2nd Edition. **Agronomy** No: 9. 539-579, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate ve Gypsum. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical ve Microbiological Properties. 2nd Edition. **Agronomy** No: 9. 181-197, 1159 p, Madison, Wisconsin USA.
- Neto, S.P.D., dos Santos, A.C., Leite, R.L.D., Dim, V.P., Neto, D.N.D., da Silva, J.E.C., da Silva Neto, A.F., Sabino Pereira.,...2012. Spatial variation of the content of soil organic matter and production of pasture grass marandu. **Bioscience Journal**, 36 (2):599-609.
- Olsen, S.R and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. Methods of Soil Analysis. Part 2. **Chemical and Microbiological Properties**. (ed. Page et al.) p.403-430. ASA-SSSA Madison, WI.

- Ortega, R.A., Santibanez, O.A., A.F. Ortega., Rodrigo A., Santibanez, Oscar A. 2008. Determination of management zones in corn (*Zea mays* L.) based on soil fertility. **Computers and Electronics in Agriculture**, 123 (1-3):137-150.
- Öztaş, T., 1995. Jeostatistiğin toprak bilimindeki önemi ve uygulaması. **İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu Kitabı**, Cilt 1 s. 271-280.
- Paillet, Y., Cassagne, N., Brun, J.J., A.F. Paillet, Yoan Cassagne, Nathalie Brun, Jean-Jacques. 2010. Monitoring forest soil properties with electrical resistivity. **Biology and Fertility of soils**, 34 (5):1491-1502.
- Pracilio, G., M.L. Adams, K.R.J. Smettem, and R.J. Harper. 2006. Determination of spatial distribution patterns of clay and plant available potassium contents in surface soils at the farm scale using high resolution gamma ray spectrometry. **Plant and Soil** 282:67-82.
- Rao, P.S.C., and Wagnet, R.J., 1985. Spatial variability of pesticides in field soils: methods for data analysis and consequences. *Weed Sciences*, 33 (2): 18-24.
- Ren, C.Y., Z.M. Wang, K.S. Song, B. Zhang, D.W. Liu, G.A. Yang, and Z.M. Liu. 2011. Spatial Variation of Soil Organic Carbon and Its Relationship with Environmental Factors in the Farming-Pastoral Ecotone of Northeast China. **Fresenius Environmental Bulletin** 20:253-261.
- Rhoades, J.D., 1982a. Cation Exchange Capacity . *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. **Agronomy**. No: 9 Part 2 . Edition P: 149-157.
- Rhoades, J.D., 1982. Exchangeable Cations. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. **Agronomy**. No:9 Part 2 Edition p:159-164.
- Rockstrom, J., J. Barron, J. Brouwer, S. Galle, and A. de Rouw. 1999. On-farm spatial and temporal variability of soil and water in pearl millet cultivation. **Soil Science Society of America Journal** 63:1308-1319.
- Sanchez, R.B., Marques, J., Pereira, G.T., Neto, J.B., Siqueira, D.S., de Souza, Z.M., Sanchez, A.F., Rodrigo B.,...2012. Mapping the relief forms to estimate the fertilization expenses in sugarcane. **Engenharia Agricola**, 36 (4):1093-1102
- Sarmadian, F., Keshavarzi, A., Malekian, A., Sarmadian, A.F., Fereydoon, Keshavarzi, Ali, Malekian, Arash. 2010. Continuous mapping of topsoil calcium carbonate using geostatistical techniques in a semi-arid region. **Australian journal of crop science**, 56 (5):693-704.
- Schlesinger, W.H., J.A. Raikes, A.E. Hartley, and A.E. Cross. 1996. On the spatial pattern of soil nutrients in desert ecosystems. **Ecology**, 77:364-374.
- Shahandeh, H., A.L. Wright, F.M. Hons, and R.J. Lascano. 2005. Spatial and temporal variation of soil nitrogen parameters related to soil texture and corn yield. **Agronomy Journal** 97:772-782.
- Stein, A. and Corsten, L.C.A., 1991. Universal krigging and cokrigging as regression procedure. **Biometrics**, 47: 575-587.
- Stenger, R., E. Priesack, and F. Beese. 2002. Spatial variation of nitrate-N and related soil properties at the plot-scale. **Geoderma**, 105:259-275.
- Sun, B., Zhou, S.L., Zhao, Q.G., A.F. Sun, B., Zhou, S.L., Zhao, Q.G., 2003. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical China. **Geoderma**, 67 (4):1296-1302.
- Van de Wauw, J., Baert, G., Moeyersons, J., Nyssen, J., De Geyndt, K., Taha, N., Zenebe, A., Poesen, J., Deckers, J., A.F., Van de Wauw, J., Baert, G.,

- Moeyersons, J., Nyssen, J., De Geyndt, K., Taha, Nurhusein Zenebe, Amanuel Poesen, J., Deckers, J. 2009. Soil-landscape relationships in the basalt-dominated highlands of Tigray, Ethiopia RID B-8280-2009. **Catena**, 33 (3):571-579.
- Vieira, S.R., Guedes, O., Chiba, M.K., Cantarella, H., A.F. Vieira, Sidney Rosa Guedes Filho, Osvaldo Chiba, Marcio Koiti Cantarella, Heitor. 2009. Spatial variability of soil chemical properties after coffee tree removal. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, 9 (5):902-912.
- Voortman, R.L., J. Brouwer, and P.J. Albersen. 2004. Characterization of spatial soil variability and its effect on Millet yield on Sudano-Sahelian coversands in SW Niger. **Geoderma** 121:65-82.
- Wang, Z.C., 1999. Geostatistics and its applications in ecology (in Chinese). Science Press, Beijing, pp: 162-192.
- Wang, Y.Q., X.C. Zhang, and C.Q. Huang. 2009. Spatial variability of soil total nitrogen and soil total phosphorus under different land uses in a small watershed on the Loess Plateau, China. **Geoderma** 150:141-149.
- Webster, R., 1985. Quantitative spatial analysis of soil in the field. **Advance in Soil Science**, 3: 1-70.
- Yaprak, S. ve Arslan, E. 2008. *Kriging Yöntemi ve Geoit Yüksekliklerinin* Enterpolasyonu. Hkm Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 98: 36-42.
- Yeşilırmak, E., Anaç, S. ve Solow, R. 2009. Büyük Menderes akarsuyunda tuzluluğun mekansal değişimi. TMMOB Coğrafi bilgi Sistemleri Kongresi, 02-06 Kasım 2009, İzmir.
- Zanao, L.A., Lana, R.M.Q., Guimaraes, E.C., Pereira, J.M.D., A.F. Zanao Junior, Luiz Antonio Quintao Lana, Regina Maria Guimaraes, Ednaldo Carvalho de Araujo Pereira, Josefa Monteiro. 2010. spatial variability of macronutrient contents in untilld oxisols. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, 46 (5):451-460.
- Zheng, Z., Zhang, F., Ma, F., Chi, X, Zhu, Z., Shi, J, and Zhang, S., 2009. Spatiotemporal changes in soil salinity in drip irrigated field. **Geoderma**, 149:243-248.

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde ve çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, değerli fikir ve katkılarıyla ışık tutan ve yönlendiren danışman hocam, Doç. Dr. Veli UYGUR'a, haritalarımın hazırlanmasında ve yorumlamasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Rifat AKIŞ'a, toprak analizlerimin yapılmasında ve sonuçların okunmasında yardımlarını esirgemeyen MARGEM uzmanlarından Abdo ÖZKAN, Selvin USTABAŞ ve Muhammet DEMİREL'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca analizlerin yapımında yardımlarını esirgemeyen Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 4. sınıf öğrencilerinden, yeni meslektaşlarım, Eyüp KÖSE, Nadire SARI, Selime CAN ve Zehra ŞİMŞEK'e teşekkür ederim. MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri birimine sağlamış oldukları maddi destek için ayrıca teşekkür ederim.

Toprak örneklerimin alınmasında bana yardımcı olan başta Çorum Bayat İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürü Arslan ARSLAN'a ve Müdürlük kapsamında çalışan diğer arkadaşlarıma, manevi desteğini esirgemeyen hayatımın her aşamasında bana destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Mersin’de doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi aynı ilde tamamladım. 2006 yılında girdiğim Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünden 2010 yılında mezun oldum. 2011 yılı Ocak ayında Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında yüksek lisansa başladım. 2011 yılında atandığım Çorum Bayat İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık müdürlüğünde halen görev yapmaktayım.