

**TARLA İÇİ TOPRAK ÖZELLİKLERİ VE
SİLAJ MISIR VERİMİNİN DEĞİŞKENLİKLERİNİN
JEOİSTATİSTİKSEL MODELLENMESİ**

Murat BİROL

Y.Lisans Tezi

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Doç. Dr. Hikmet GÜNAL

2011

Her Hakkı Saklıdır.



T.C.

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**TARLA İÇİ TOPRAK ÖZELLİKLERİ VE SİLAJ MISIR VERİMİNİN
DEĞİŞKENLİKLERİNİN JEOİSTATİSTİKSEL MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan

Murat BİROL

Danışman

Doç.Dr.Hikmet GÜNAL

**TOKAT
2011**

Her Hakkı Saklıdır

Doç. Dr. Hikmet GÜNAL danışmanlığında, Murat BİROL tarafından hazırlanan bu çalışma 09.06.2011 tarihinde aşğıdaki jüri tarafından oy birliğı ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Hüseyin ÖNEN

Doç. Dr. Hikmet GÜNAL

Doç. Dr. Engin ÖZGÖZ

İmza:

İmza:

İmza:

Yukarıdaki sonucu onaylarım

İmza



Prof. Dr. Naim ÇAĞMAN

Enstitü Müdürü

12.6.2011

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Murat BİROL



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TARLA İÇİ TOPRAK ÖZELLİKLERİ VE SİLAJ MISIR VERİMİNİN DEĞİŞKENLİKLERİNİN JEOİSTATİSTİKSEL MODELLENMESİ

Murat BİROL

**Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hikmet GÜNAL

Ürün kalite parametrelerinin ve verimin tarla içerisindeki mesafeye bağlı değişiminin iyi anlaşılması hassas tarımda bitkisel üretimin etkinliği için gereklidir. Bu çalışmanın amacı toprak özelliklerinin, mısır kalite parametrelerinin ve veriminin tarla içi değişkenliklerini karakterize etmektir. Arazi çalışmaları, üç ayrı mısır hibritinin yetiştiriciliğinde uygulanan beş farklı toprak işleme yönteminin silaj mısır verim ve kalitesi ve toprak özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir TUBITAK kapsamında yürütülmüştür. Üç ayrı blokta üç yıl süre ile toplam 45 parselde yürütülen denemenin başlangıç ve bitiş yıllarına ait toprak ve bazı bitki özellikleri kullanılmıştır. Çalışmada her parsel ot mücadelesi yapılan ve yapılmayan diye ikiye ayrıldığından hasat döneminde bitki ve toprak örnekleri parselin bu iki bölümünde ayrı ayrı alınmıştır. Veriler hem klasik istatistik hem de jeostatistik yöntemler ile analiz edilmiştir. Çalışmanın başlangıcında toprak özellikleri için varyasyon katsayısı (%VK) %1.02 (pH) ile %31.87 (kum) arasında değişkenlik göstermiştir. Üç yıl süren deneme kurulmadan önce, toprak özelliklerinden kireç, organik madde ve kil içeriği güçlü, kum, pH ve elektriksel iletkenlik (EC) orta ve silt, nem, hacim ağırlığı, yarayışlı fosfor ve potasyum içerikleri ise zayıf tanımlanmış bir spatial yapı göstermişlerdir. Çalışmanın ilk yılında mısır verimi ve kalite özelliklerinin otsuz parsellerdeki değişkenliğinin bitki sap çapının haricinde otlu parsellere oranla daha düşük olduğu bulunmuştur. Herbisit uygulaması, deneme alanında, bitki özelliklerindeki değişkenliğin azalmasına yol açmıştır. Hasat dönemlerinde bitki özelliklerinde otsuz parseller için daha yüksek spatial bağımlılığın olduğu tespit edilmiştir. Silaj mısır verim dağılım haritası ekimi yapılan üç ayrı mısır hibritinin ayrımını başarılı bir şekilde yapmıştır. Hibritlerin genel anlamda ayrımında, hibritlerin vejetasyon sürelerinin farklılığı etkili olmuştur. Ancak hibritlerin bulunduğu alandaki değişkenliğin nedeni kısa mesafeli toprak özelliklerindeki değişkenlik olarak yorumlanmıştır. Tüm hasat dönemlerinde otlu ve otsuz parsellerde uzaysal bağımlılığın en uzun olduğu özellik silaj mısır verimi olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tarla içi değişkenlik, jeostatistik, modelleme, mısır kalite, mısır hibritleri, toprak işleme yöntemleri.

ABSTRACT

Master Thesis

GEOSTATISTICAL MODELLING OF FIELD SCALE VARIABILITY IN SOIL PROPERTIES AND SILAGE CORN YIELD

Murat BIROL

**Gaziosmanpaşa University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hikmet GÜNAL

Better understanding of within-field spatial variability of crop quality parameters and yield are needed in precision agriculture for the efficiency of crop productivity. The field experiments were carried out within a TUBITAK project. The purpose of TUBITAK project was to investigate the effects of five different soil tillage methods on soil and yield and quality of three silage corn hybrids. The data for soil and plant characteristics collected from 45 plots within three blocks were used in the study. Each plot was divided into two section as herbicide applied and non herbicide applied, and soil and plant samples were taken from each of these sections. The data obtained were evaluated by both classical statistics and geostatistics. The purpose of this study was to determine the magnitude of within-field variability in soil properties, corn (*Zea mays* L.) quality parameters and yield and to characterize their spatial structures. Coefficient of variation (%CV) for soil properties varied from 1.02% (pH) to 31.87% (sand). Soil properties of calcium carbonate, organic matter and clay displayed well defined spatial structure, sand, pH and electrical conductivity (EC) showed moderate spatial dependency and silt, moisture content, bulk density, plant available phosphorus and potassium had weak spatial structure prior to the three years of experiment. Variability in quality indicator plant characteristics of corn (except stalk plant diameter) and corn yield within the herbicide applied plots were lower as compared to those herbicide not applied plots. Herbicide application lowered the variability in plant characteristics. Spatial dependence of plant properties determined in herbicide applied plots was greater as compared to that of non herbicide applied plots. Silage corn yield distribution map successfully distinguished the three corn hybrids planted. The difference in vegetation period among corn hybrids was effective in distinguishing the hybrids. However, the variability in each of the hybrids blocks was assumed to occur due to the difference in short range soil properties. The longest range values were obtained for silage corn yield at both herbicide applied and non herbicide applied parcels.

Key words: within field variability, geostatistics, modeling, corn quality, corn hybrids, soil tillage methods

ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmam boyunca benden bilgilerini ve yardımlarını esirgemeyen ve hayatımı yönlendirmemde çok büyük etkisi olan danışman hocam Doç. Dr. Hikmet GÜNAL'a katkılarından dolayı değerli hocam Doç. Dr. Engin ÖZGÖZ ve Prof. Dr. Hüseyin Önen'e, her türlü arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Ar. Gör. Nurullah ACİR ve Ar. Gör. Fatih GÖKMEN'e çok teşekkür ederim.

Desteği ve sevgisi ile her zaman yanımda olan, varlığı ile bana güven veren, bugünlere gelmemde büyük emek sahibi Babam Yılmaz BİROL'a, ve Halam Prof. Dr. Leman BİROL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Murat BİROL

Haziran, 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1.GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Çalışma Alanı	10
3.1.2. Çalışma Alanının İklimi.....	10
3.1.3. Araştırma Konusu Uygulamalar.....	10
3.1.4. Bitki ve Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi.....	12
3.1.4.1. Yeşil ot Verimi.....	12
3.1.4.2. Koçan Sayısı, Yaprak sayısı, Sap Çapı, Bitki Boyu.....	12
3.1.5. Toprak Örneklenmesi ve Analizi.....	12
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. İstatistiksel Analizler.....	13
3.2.1.1. Genel İstatistik.....	13
3.2.1.2. Mesafeye Bağlı Değişimin Modellenmesi, Haritalanması ve Tanımlayıcı İstatistikleri.....	13
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	17
4.1. Çalışma Alanının Tanımı ve Genel Özellikleri.....	17
4.1.1. Başlangıç Yılı (2007) Toprak ve Bitki Özelliklerine ait Tanımlayıcı İstatistikleri.....	18
4.1.2. Çalışmanın Son Yılına (2009) Ait Toprak ve Bitki Özelliklerine ait Tanımlayıcı İstatistikleri.....	24
4.2. Çalışma Alanında Toprak ve Bitki Özelliklerinin Mesafeye Bağlı Değişimlerinin Analizi.....	28
4.2.1. Başlangıç Yılı (2007).....	29
4.2.2. Çalışma Sonu (2009).....	46
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	65
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	71

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil		<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1.	Çalışma alanında kurulan deneme parselleri, uygulamalar ve çeşitlerin dağılımı.....	11
Şekil 3.2.	Basit bir semivariogramın kısımları.....	16
Şekil 4.1.	Silt içeriğinin yüksek olduğu yerlerde yüzeyde oluşan kabuk.....	18
Şekil 4.2.	Arazinin belirli bölgelerinde buğday hasadından sonra görülen sert katmanlar ve penetrasyon direnci ölçümleri.....	20
Şekil 4.3.	Mısır bitkisinin yaşlı yaprakların görülen potasyum noksanlığı belirtileri.....	22
Şekil 4.4.	Aynı parsel içerisinde otlu ve otsuz alt ayrımların durumları.....	25
Şekil 4.5.	Deneme başlangıcında (2007) tarladan alınan toprak örneklerine ait verilerinin jeostatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar.....	33
Şekil 4.6.	2007 yılında deneme öncesi toprak özelliklerine ait semivariogramlar.....	34
Şekil 4.7.	2007 yılı deneme öncesi toprakları için yapılan spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri	36
Şekil 4.8.	Deneme başlangıcında toprak özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları.....	39
Şekil 4.9.	Denemenin ilk yılında (2007) hasat sonrası otlu parsellerdeki bitkisel özelliklere ait verilerinin jeostatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar	40
Şekil 4.10.	2007 yılında hasat dönemi otlu parsellerden elde edilen bitki özelliklerine ait semivariogramlar.....	41
Şekil 4.11.	2007 yılı hasat döneminde otlu parsellerdeki bitki özelliklerine ait spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri.....	41
Şekil 4.12.	2007 yılı hasat döneminde otlu parsellerdeki verim ve bitki özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları.....	43
Şekil 4.13.	Denemenin ilk yılında (2007) hasat sonrası otsuz parsellerdeki bitkisel özelliklere ait verilerinin jeostatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar.....	44
Şekil 4.14.	2007 yılında hasat dönemi otsuz parsellerden elde edilen bitki özelliklerine ait semivariogramlar.....	44
Şekil 4.15.	2007 yılı hasat döneminde otsuz parsellerdeki bitki özelliklerine ait spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri.....	44
Şekil 4.16.	2007 yılı hasat döneminde otsuz parsellerdeki verim ve bitki özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları	45
Şekil 4.17.	Deneme sonunda (2009) hasat sonrası otlu parsellerdeki toprak özelliklerine ait verilerinin jeostatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar	47

Şekil 4.18.	2009 yılında hasat dönemi otlu parsellerden elde edilen toprak özelliklerine ait semivariogramlar.....	48
Şekil 4.19.	2009 yılı hasat döneminde otlu parsellerdeki toprak özelliklerine ait spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri.....	49
Şekil 4.20.	Deneme sonunda otlu parsellerdeki toprak özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları.....	50
Şekil 4.21.	Deneme bitiminde (2009) tarladan otlu parsellerden alınan bitkilere ait verilerinin jeostatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar.....	52
Şekil 4.22.	2009 yılında hasat dönemi otlu parsellerden elde edilen bitki özelliklerine ait semivariogramlar.....	53
Şekil 4.23.	2009 yılı hasat döneminde otlu parsellerdeki bitki özelliklerine ait spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri.....	54
Şekil 4.24.	Deneme sonunda otlu parsellerdeki bitki özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları	55
Şekil 4.25.	Deneme bitiminde (2009) tarladan otsuz parsellerden alınan toprak örneklerine ait verilerinin jeostatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar	57
Şekil 4.26.	2009 yılında hasat dönemi otsuz parsellerden elde edilen toprak özelliklerine ait semivariogramlar.....	58
Şekil 4.27.	2009 yılı hasat döneminde otsuz parsellerdeki toprak özelliklerine ait spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri.....	59
Şekil 4.28.	Deneme sonunda otsuz parsellerdeki toprak özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları	61
Şekil 4.29.	Deneme bitiminde (2009) tarladan otsuz parsellerden alınan bitki örneklerine ait verilerinin jeostatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar	62
Şekil 4.30.	2009 yılında hasat dönemi otsuz parsellerden elde edilen bitki özelliklerine ait semivariogramlar.....	63
Şekil 4.31.	2009 yılı hasat döneminde otsuz parsellerdeki bitki özelliklerine ait spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri.....	63
Şekil 4.32.	Deneme sonunda otsuz parsellerdeki bitki özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge		Sayfa
Çizelge 3.1.	TUBITAK projesi kapsamında belirlenen toprak özellikleri ve analiz yöntemler.....	14
Çizelge 4.1	Çalışmanın başlangıcında (2007 yılı) deneme alanından alınan toprak örneklerinin (0-30cm) fiziksel özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	19
Çizelge 4.2.	Çalışmanın başlangıcında (2007 yılı) deneme alanından alınan toprak örneklerinin (0-30 cm) kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	21
Çizelge 4.3.	Çalışmanın başlangıcında (2007 yılı) deneme alanındaki otlu parsellerden alınan bitki örneklerinin verim parametrelerine ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	23
Çizelge 4.4.	Çalışmanın başlangıcında (2007 yılı) deneme alanındaki otsuz parsellerden alınan bitki örneklerinin verim parametrelerine ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	24
Çizelge 4.5.	Çalışmanın sonunda (2009 yılı) deneme alanındaki otlu parsellerden alınan toprak örneklerinin (0-30cm) kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	26
Çizelge 4.6.	Çalışmanın sonunda (2009 yılı) deneme alanındaki otlu parsellerden alınan toprak örneklerinin (0-30cm) fiziksel özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	26
Çizelge 4.7.	Çalışmanın sonunda (2009 yılı) deneme alanındaki otlu parsellerden alınan bitki örneklerinin verim parametrelerine ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	27
Çizelge 4.8.	Çalışmanın sonunda (2009 yılı) deneme alanındaki otsuz parsellerden alınan toprak örneklerinin (0-30cm) kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	27
Çizelge 4.9.	Çalışmanın sonunda (2009 yılı) deneme alanındaki otsuz parsellerden alınan toprak örneklerinin (0-30cm) fiziksel özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	28
Çizelge 4.10.	Çalışmanın sonunda (2009 yılı) deneme alanındaki otsuz parsellerden alınan bitki örneklerinin verim parametrelerine ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	28
Çizelge 4.11.	Çalışma alanında deneme öncesi (2007 başlangıç) fiziksel toprak özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri	30
Çizelge 4.12.	Çalışma alanında deneme öncesi (2007 başlangıç) kimyasal toprak özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri.....	31
Çizelge 4.13.	2007 yılı hasat dönemi otlu parsellerde silaj verim ve bitki özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri.....	40

Çizelge 4.14.	2007 yılı hasat dönemi otsuz parsellerde silaj verim ve bitki özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri	43
Çizelge 4.15.	Çalışma alanında deneme sonrası (2009) otlu parsellerden alınan toprakların özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri.....	46
Çizelge 4.16.	Çalışma alanında deneme sonrası (2009) otlu parsellerden alınan bitki örneklerine ait özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri.....	51
Çizelge 4.17.	Çalışma alanında deneme sonrası (2009) otsuz parsellerden alınan toprakların özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri.....	56
Çizelge 4.18.	Çalışma alanında deneme sonrası (2009) otsuz parsellerden alınan bitki örneklerine ait özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri.....	62

1. GİRİŞ

Hassas tarımın üretimde etkinliğin artmasına ve tarımsal uygulamaların çevreye daha az zarar vermesine neden olduğu kabul edilmektedir. Ancak, hassas tarım uygulamalarında öncelikle arazideki değişkenliğin ölçülmesi ve anlaşılması gerekmektedir (Pierce ve Nowak, 2002). Toprağın mesafeye bağlı değişkenliği, jeolojik ve pedolojik işlemler ile amenajman pratiklerinden kaynaklanmaktadır (Bouma ve Finke, 1993). Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerindeki değişim hem yatay hem de dikey yönde gözlemlenmektedir. Derinlikle beraber toprak özelliklerindeki değişim toprak sınıflandırılmasında tanımlayıcı horizonların ayırt edilmesinde kullanılmaktadır. Horizonlardaki bu değişim toprak taksonomisinde ordo, alt ordo ve büyük grup düzeyinde farklı toprak gruplarının ayırt edilmesinde önemli kriterler olarak ele alınmaktadır (Mulla ve McBratney, 2000). Topografyada meydana gelen küçük bir değişkenliğin toprakta hareket eden ve depolanan suyun miktarını etkilediğinden dolayı hassas tarımda ise dikkatlerin toprak serilerine verilmesi gerekmektedir. Toprak morfolojik ve fiziksel özelliklerinin toplam değişkenliğinin çoğunluğu haritalama üniteleri arasından daha çok haritalama ünitesinin içerisinde kaynaklanmaktadır (Agbu ve Olson, 1990).

Hassas Tarım, üreticilere yere özgü amenajman pratikleri konusunda yardımcı olabilmek için hassas tarım yeni yaklaşımların geliştirildiği arazi denemelerinde önemli fırsatlar sunmaktadır. Geleneksel olarak yapılan tarımsal üretim denemeleri, özellikle rasgele blok deseni, arazilerin heterojenliğini dikkate alarak planlanmaktadır. Bu denemelerde, uygulamalara olan tepkiler ve toprağın genetik olarak değişkenliği verimdeki değişkenliğe ilave bileşenler olarak varsayılmaktadır. Bununla birlikte, tipik olarak arazilerde topraklar homojen olmadığından dolayı, hassas tarımın katabileceği çok şey bulunmaktadır. Karşılaştıkları değişken koşullar üreticileri uygulayacakları amenajmanı arazilerinde mesafeye ve zamana bağlı olan değişime uydurarak optimize etmeye sevk etmektedir. 1990'lı yıllarda sadece belirli büyüklükteki parsellerde denemelerin yapılmasındansa tüm arazide denemelerin yürütüldüğü arazi denemeleri geliştirilmiştir. Bu çalışmalardan birinde Panten ve ark. (2010) üzüm verimini arttırmak için geo referanslı olarak verim ve asma performansını değerlendirmede kullanılan

özellikleri örneklemiştir. Bu yaklaşımın en önemli avantajlarından bir tanesi denemede kullanılan muamelelere tepki olan uzaysal değişkenliğin de analiz edilebilmesidir. Araştırmacılar bu çalışmalara tüm alanı bir blok olarak düşünmenin daha doğru sonuçlar almaya katkı sağladığını belirtmişlerdir. Fisher (1949) toprak değişkenliğinden ve heterojenliği nedeniyle tarla denemelerinin istatistiksel analizlerinde ortaya çıkan zorlukları gündeme getirmiştir. Bu sorun beraberinde tarla denemelerinin nerelere kurulması gerektiği sorusunu gündeme getirmiştir. Bu nedenle, Gomez ve Gomez (1984) tarımsal denemeler için en uygun lokasyonların tarla içi değişkenliklerin en düşük olduğu alanlar ve buradan elde edilen sonuçların, denemenin yapıldığı koşullara benzer olan diğer alanlara uygulanabileceği belirtilmiştir. Özellikle hassas tarım amenajmanı stratejileri ile ilişkili karar mekanizmalarında üreticiler, danışmanlar ve bilim adamları bir tarla veya bölgede yer alan toprak ve iklim koşullarında uygulanan belirli bir amenajmana bitkinin ne tepki verdiğini bilme gereksinimi duyarlar (Panten ve ark., 2010). Araştırmalar çoğu toprak özelliklerinin ve ürün verimlerinin mesafeye bağlı olarak değiştiğini ve toprak özelliklerindeki değişimin bir arazi boyunca verimde meydana gelen değişimin en önemli nedeni olduğunu göstermektedir (Tekin ve ark., 2011; Ping ve ark., 2005). Toprak özelliklerinin değişkenliği çoğunlukla varyasyon katsayısı (VK), spatial bağımlılığın ayırım mesafesi, Moran's I değeri ve nugget değerinin sill değerine olan oranı ile ifade edilmektedir (Cambardella ve ark., 1994; Tsegaye ve Hill, 1998; Mulla ve McBratney, 2000).

Jeoistatistik, geçen 20 sene boyunca özellikle toprak bilimcileri tarafından yoğun bir şekilde kullanılan coğrafik referanslı verilerin uzaysal yapısını çalışmak ve tahmin etmek gibi çalışmalar için önemli bir araçtır. Modelleme çalışmalarının sonunda oluşturulan haritalar toprak bilimcilerinden çevre modellemecilerine değin çok geniş bir kitleye hitap etmektedir. Geoistatistik, geleneksel olarak hazırlanmakta olan toprak haritalarında gizli kalan bilgiye ulaşmamızı sağladıklarından dolayı klasik toprak haritaları için son derece yararlı ilavelerdir (Krasilnikov ve ark., 2008).

Dünyada yetiştiriciliği yapılan en önemli tarımsal ürünlerden bir tanesi olan mısırın ve yaklaşık 3500'den fazla kullanım şekli bulunmaktadır (National Corn Growers Association NCGA 2002). Çok çeşitli alanlarda kullanıldığından mısırın kalite isteği de değişkenlik göstermektedir. Bir amaç için kaliteli olarak kabul edilen bir mısır çeşidi

diğer bir kullanım için kaliteli olarak görülmeyebilmektedir.. Bu nedenle mısır yetiştiriciliği yapan üreticiler aynı arazide yapılan yetiştiricilikte kaliteyi düşürmeden belirli bir kalite standardı yakalamak için yapması gerekenin ortaya konmasını talep etmektedir(Miao ve ark., 2006). Nitekim Hopkins (2001) yaptığı bir çalışmada, mısır kalitesinde aynı tarla içersinde dahi çok önemli farklılıklar olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışma, topografyasında hafif değişkenliğin olduğu 790*405 m büyüklüğünde bir arazide yürütölmüş ve mısır yağı, protein ve nişasta miktarının sırası ile %3.8-4.8 (VK= %4.5), %3.8-9.3 (VK= 21.9) ve %71.6 – 73.6 (VK= 0.51) arasında değiştiğı tespit edilmiştir. Aynı arazi içerisinde ürünün kalitesinde bu denli büyük bir değişimin olması ürünün kullanım etkinliğini etkilediğı gibi üreticilerin ürünleri için iyi fiyat alarak para kazanmalarını da önemli ölçüde etkilemektedir (Miao ve ark., 2006).

Bu tez çalışmasının amaçları; i.) toprak özelliklerinin, mısır kalite parametrelerinin ve veriminin tarla içi değişkenliklerini karakterize etmek ve ii) semivariogramlar yardımı ile toprak özellikleri ve bitki parametrelerinin spatial yapılarını belirlemektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sistemlerin daha iyi anlaşılması ve analiz edilmesi için dizayn edilen matematiksel ifadeler model denilmektedir. Karmaşık işlemlere sahip sistemlerin basitleştirilmiş şekli olarak tanımlanabilmektedir. Modeller küçük sistemlerden elde edilen tecrübe ve deneylerle büyük sistemleri açıklamaya çalışmakta, olaylara genelde tahminsel bir yaklaşım getirmekte ve bu da olayın çözümlenmesi ile kullanıcıya iyi bir görüş açısı vermektedir. Simülasyon ise gerçek bir sistemin modelini tasarlama süreci ve sistemin davranışını anlamak veya değişik stratejileri değerlendirmek amacı ile geliştirilen model üzerinde denemeler yapmaktır. Simülasyon, gerçek hayattaki olayların bilgisayar ortamına aktarılması işlemidir. Sanal ortamlar sağlayan yazılımlardır. Bir sistemin simülasyonu, bu sistemi temsil edebilecek bir model oluşturma işlemidir. Simülasyonlar, genel tasarım formları içinde metin, test, uygulama gibi pek çok tasarım seçeneğinin uygulanmasına olanak tanırırlar (Banks ve Carson, 1984).

Artık günümüzde teknolojinin baş döndürücü gelişiminden ve bilgisayar programı marifetlerinden, tarımsal faaliyetler için de yararlanılmaktadır. Modelleme farklı amaçları gerçekleştirmek için değişik alanlara uygulanabilen bir yöntemdir. Modeller statik veya dinamik yapıda olabilirler. Statik modellemelerde gerekli hesaplamalar belirlidir. Biyolojik ortamda solunum ile büyüme etkileşimi ölçülebilmektedir. Diğer bir örnekle, yaprak üzerindeki ısı dağılımının belirlenmesi için yaprak özellikleri, enerji kaynağının pozisyonu ölçülebilmektedir. Bu tür statik modeller, dinamik modellerin bir parçasını oluşturmaktadır.

Dinamik modeller, zaman ve yer boyutları içerisinde değişimi irdelemektedir. Örnek olarak, iklim değerleri veya herhangi bir zamanda toprakta gübre miktarı, örnek verilebilir. Dinamik modeller, herhangi bir anda değişimi, matematiksel eşitliklerle açıklamaktadır. Son yıllarda Toprak biliminde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlayan jeostatistiksel modellemelerde dinamik modellemelere örnek olarak verilebilir. Tarla veya su toplama havzası ölçeğinde toprak özelliklerindeki değişimin doğru anlaşılması tarımın çevre kalitesi üzerine etkileri anlayabilmek ve uygulanan amenajmanların düzenlenebilmesi için gereklidir (Camberdella ve ark., 2004). Toprağın fiziksel

özellikleri, biyokimyasal özellikleri, toprakta pestisitlerin dağılımları, toprak mikrobiyal işlemleri ve ekolojik parametrelerin analizinde jeoistatistiksel yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Modelleme çalışmalarında, tarımsal etkinlikler belirli ölçülere uygun olarak yerine getirilir. Anılan çalışmalar, bitkinin yetiştirildiği toprağın analizi ile başlar. Toprağın başta fiziksel ve kimyasal özellikleri ayrıntılı olarak irdelenir. Ayrıca, bitkinin gelişimini etkileyen genetik özelliklerde ayrıntılı olarak ortaya koyulmalıdır. Ayrıntılı modelleme çalışmalarına ekim derinliği, birim alandaki bitki sayısı, sulama ve gübreleme tarihleri, gübre formu, gübre miktarı ele alınmaktadır. Tarımsal uğraşları etkileyen önemli etmenlerden birisi olan iklimsel veriler de modelin yapısına uygun olarak seçilmekte ve irdelenmektedir. Hangi iklimsel verinin ve ölçüm aralığının seçileceği modelin yapısına ve amaçlarına uygun olarak değişir (Köksal ve Kanber, 2003).

Araştırmacılar aslında arazideki değişkenliğin farkındadır ve bu değişkenliği tolere edebilmek amacı ile çeşitli deneme yöntemleri geliştirmişlerdir. Basfor ve Turkey (1995), basit ve arazi koşullarına çok kolaylıkla adapte edilebildiğinden dolayı, tam tesadüfi blok deseninin tercih edildiğini belirtmektedir. Ancak Rong-Cai ve ark. (2004), büyük denemelerde deneme deseni ile ilişkili varyasyon hatasının kontrolünün büyük bir hassasiyetle kontrol edilemediğini belirtmişlerdir. Bununda nedeninin bir blok içerisindeki parseller arasında ve bir parsel içerisindeki bitkiler arasında var olan spatial değişkenlik olduğunu rapor etmişlerdir. Bu nedenle, bu gibi denemelerde hassasiyeti artırabilmek için spatial değişkenliğin dikkate alınması gerekmektedir.

Deneme parselleri genellikle iki boyutlu bir düzende belirli bir mesafe ile birbirlerinden ayrılmaktadırlar. Bu nedenle de birbirlerine yakın olan parseller, uzak olan parsellere nazaran birbirlerine daha fazla benzerlik göstermektedirler. Bundan dolayıdır ki, klasik istatistiğin temel bir yaklaşımı olan hatalardan bağımsız olabilme yaklaşımı çok gerçekçi değildir. Wilkonson ve ark. (1983) bu tip problemleri aşabilmek için en yakın komşu metotlarının geliştirildiğini ifade etmişlerdir.

Piotrowska ve ark. (2011), bir tarım arazisinde toprak dehidrogenaz ve selülaz aktivitelerinin tarla içi spatial değişkenliği ve bu değişkenliğin arazinin yüzey

horizonuna ait fiziko kimyasal özelliklere etkilerini incelemişlerdir. Elli noktadan yüzeyden ilk 20 cm'deki toprak örneklenmişler ve dehidrogenaz enzim aktivitesinin oldukça yüksek bir değişkenliğe sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Toprak özellikleri mesafeye bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Arazide birkaç metrelik mesafe içerisinde dahi birçok fiziksel ve kimyasal özelliğin değiştiğini görmek mümkündür. Toprak özelliklerinin değişkenlik göstermesi, bir arazide aynı tarımsal uygulama sonucunda bitkisel ürününün arazinin değişik yerlerinde farklılaşmasının en temel nedenlerindendir. Toprak özelliklerinin arazide homojen bir şekilde dağılım göstermiyor olması arazi çalışmalarının sonuçlarını çok önemli bir biçimde etkilemektedir (van Es ve ark., 1999). Bu nedenle, toprağın spatial değişkenliğinin belirlenmesi toprak özellikleri ve çevresel faktörler arasında var olan karmaşık ilişkilerin anlaşılması açısından oldukça önemlidir (Goovaerts, 1998). Toprağın fiziksel özelliklerinin (Iqbal ve ark., 2005), kimyasal karakteristiklerinin (Douaïk ve ark., 2007), ve fiziko-kimyasal karakteristiklerinin (Camberdella ve ark., 1994) spatial değişkenlikleri ile ilgili yayınlamış bir çok araştırma raporunu bulmak mümkündür. Sharma ve ark. (2011), toprağa ve ürüne özgü amenajmanın uygulanabilmesi için toprağın fiziksel ve kimyasal değişkenliğinin mutlaka tahmin edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Uygulanan rotasyon ile varyans yapısında herhangi bir değişikliğin olup olmadığını anlayabilmek için New Mexico Eyaletinde Las Cruces kentinde 40 ha'lık bir tarım arazisinde toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin spatial değişkenliğini ve varyans yapısını belirlemişlerdir. Çalışma sonunda elde ettikleri toprak özelliklerine ait köntör (eş yükselti) haritaları ile birlikte spatial yapılarının gelecekte daha gerçekçi örnekleme desenlerinin oluşturulmasında ve doğru amenajman kararlarının alınabilmesinde kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Spatial değişkenliği tanımlamak için klasik istatistik, jeostatistik ve fraktal teori kullanılan en yaygın metotlardır (Logsdon ve Jaynes, 1996). Bölgeselleştirilmiş değişkenleri esas alan jeostatistik toprak özelliklerinin değişkenliğini karakterize etmede çok faydalıdır. Jeostatistik, George Matheron tarafından Fransa'da bulunan Centre de Morphologie Mathématique'de geliştirilmiş, ana amacı bir maden yatağındaki tenör değişikliklerini incelemek olan uygulamalı istatistik bilim dalıdır (Dorsel ve La Breche, 1997). İlk olarak maden yataklarında örneklenmiş bir noktadan

örneklenmemiş diğer noktadaki değerleri tahmin için kullanılmıştır. Jeostatistikteki en önemli kavram olan semi-variogram toprak özelliklerinin spatial yapısını tahmin etmek amacı ile kullanılır ve enterpolasyon işlemlerinin temelini teşkil eder. Yeterli veri noktası elde olduğunda, toprak özelliğinin değişkenliğinin yönsel olup olmadığını anlamak amacı ile farklı yönlerde semi-variogram hesaplanabilir. Semi-variogram aynı zamanda spatial yapıyı analiz etmek, gözlemlenen fiziksel ve kimyasal özellikleri haritalamak ve fraktal boyutları tahmin etmek amacı ile de kullanılabilir (Mulla ve McBratney, 2000).

Üreticiler yıldan yıla değişen iklim şartları ve arazi içi toprak özelliklerindeki değişkenliği de dikkate alarak ürünlerine ne kadar gübre uygulamaları gerektiğini bilmek istemektedirler. Bu taleplerin artmasındaki en önemli nedenlerden bir tanesi, son yıllarda tırmanışa geçen gübre fiyatlarıdır ve büyük alanlarda üretim yapanlar gereğinden fazla gübre kullanarak para harcamak istememektedirler. Elbette aynı zamanda ihtiyacın altında gübre kullanarak ta verimlerinde azalmanın olmasını istememektedirler. İkinci bir neden ise, mineral gübre veya hayvan gübresinde azot kaybı ile çevreye zarar verme riskidir. Zira yapılan çalışmalar tarımsal kaynaklı azotun dereleri, nehirleri ve hatta okyanusu etkilediğini göstermiştir. Bir mısır tarlası içerisinde uygulanması gereken azot miktarını belirlemek için yapılan çalışmada, gerekli olan azotun oldukça değişken olduğu rapor edilmiştir. Arazinin bir bölümünde yaklaşık 23 kg azot gerekirken diğer bir kısmında 80 kg azot gereksinimi olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, arazilerde özellikle azot uygulamalarında ekonomik olarak ve çevre anlamında faydanın sağlanabilmesi için azotlu gübre uygulamasında aynı arazi içerisinde dahi farklı amenajman sistemlerinin uygulanması gerektiği vurgulanmıştır. Bu durumda üreticiler fazla gübre uygulamadıklarından ve arazinin her yerinde ürünleri yeterince besin elementi alacağından dolayı üretimde artış sağlayacak ve fazla gübre kullanmadıkları için para tasarruf edeceklerdir. Ürünün ihtiyacı kadar gübre kullanıldığından dolayı göllere ve derelere olan azot taşınması da ortadan kalkacak ve çevre zarar görmeyecektir (Hong ve ark., 2007).

Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde homojenliğin olmaması aynı arazi içerisinde bitkisel üretimde değişkenliğin yüksek olmasına neden olmaktadır. Ndiaye ve Yost (1989), tarla koşullarında atık potasyumun heterojen dağılımının (spatial

değişkenliğinin) mısırdaki verim ve kalite üzerine nasıl etki ettiğini araştırmışlardır. Araştırmacılar, mısır gelişiminin toprak potasyum düzeyinin hem spatial değişkenliğine hem de spatial değişkenliğin düzeyine bağlı olduğunu rapor etmişlerdir. Atık potasyumun değişkenliğinin %37'den %48.5'a artması ile beraber verimde kayıpların arttığı belirtilmiştir. Potasyumun spatial değişkenliğinden dolayı meydana gelen kayıp, değişkenlik tepki indeksi şeklinde sayısallaştırılmıştır. Değişkenlik tepki indeksinin değişkenliğin yüksek olduğu durumlarda verim kaybını doğru tahmin etmede kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Patatesin verim ve kalitesi Küçük bir arazi parçasında dahi büyük değişkenlikler gösterebilmektedir. Redulla ve ark. (2002) patatesin tarla içi veriminin değişkenliğinin nedenlerini anlayabilmek amacı ile sulama yapılan 4 center pivot sulama sisteminin bulunduğu ve homojen gübrelemenin yapıldığı alan 0,4 ha'lık gridlere ayırarak patates dikiminden önce örnekleme yapmıştır. Toprak örneklerinde nitrat-N, amonyum-N, fosfor, potasyum, organik madde, pH ve tekstür analizleri yapılmıştır. Aynı örnek noktalarından patates hasadından 4-5 gün önce verim için örneklemler yapılmıştır. Araştırmacılar toprağın tekstür bileşenlerinin (kum, silt ve kil) toprağın kimyasal bileşenlerine göre patates verimine daha çok etki ettiklerini tespit etmişlerdir. Çalışmada sonuç olarak, bir tarla içerisinde verimdeki değişkenliğin %40'ının tarlada toprak özelliklerindeki farklılıkla (verimlilik, pH, tekstür) açıklanabileceğini rapor etmişlerdir. Verimi etkileyen en önemli toprak bileşeninin tarladan tarlaya ve mevsimden mevsime değişebileceğini belirtmişlerdir. Sıcak ve kurak yıllarda toprak su içeriğini kontrol eden tekstür bileşenlerinin (yüksek kil ve organik madde içeriği gibi) verimin geliştirilmesi ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yağışın bol olduğu yıllarda veya arazinin topografyasının çevreye göre düşük kotta olduğu yerlerde, yüksek kil içeriğinin verimi düşürebileceği uyarısında bulunmuşlardır.

Bir tarla içi veya tarlalar arasındaki mısır veriminde meydana gelen değişkenlik hassas tarım teknolojilerinin kullanımı ile çok iyi bir şekilde ortaya konulmuştur. Bir tarım arazisinde içerisinde aynı yetiştirme sezonu içerisinde mısır veriminin 1.0 Mg ha^{-1} ile 12 Mg ha^{-1} arasında değişebildiği rapor edilmiştir (Taylor ve ark., 2001). Tarımsal üretim yapanlar için bir tarlaya hatta bazen çok daha geniş alanlara (çiftliklere) aynı azotlu gübre atmak alışkanlık haline gelmiştir. Değişken düzeyli azot gereksinimi olan

tarlalarda, bu uygulama çoklukla azot gübreleme oranı ve ürün azot gereksinimi arasında yanlış eşleşmelere neden olmaktadır. Gereğinden az uygulanması durumunda üründen olacak ekonomik kayıp, fazla uygulamaya göre daha az olacağından dolayı gereğinde fazla uygulama daha sıklıkla yapılan hatadır (Scharf ve ark., 2005). Ancak Schimdt ve ark. (2011) bir tarla içerisindeki mısırın (*Zea mays L.*) spatial değişkenliğinin yere özgü azot amenajman uygulaması için temel kriter olarak tanımlanmış olmasına rağmen, gözlemlenen değişkenliğin azot tedariki ile ilişkili olmayabileceğini belirtmişlerdir. Camberdella ve ark. (1994) ise bir tarla içerisindeki ürün potansiyeline, hidrolojisine, yüzey ve yer altı sularına herbisit ve nitrat gibi besin elementlerinin taşınmasına toprak özelliklerinin spatial dağılımlarının etkili olabileceğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanının yer aldığı Kazova, Tokat ili merkezi ile Turhal ilçesi arasında yaklaşık olarak 225.000 da sulanabilir çoğunlukla düz ve düze yakın alüviyal ve kolüviyal arazilerden meydana gelmiş son derece verimli toprakların yer aldığı bir ovadır. Çalışma alanı mevki Tokat ili, Turhal İlçesine bağlı Çaylı Kasabasında bir çiftçi arazisidir.

3.1.2. Çalışma Alanının İklimi

Tokat İli Orta Karadeniz bölümünün iç kısımlarında yer almaktadır. Bu nedenle hem Karadeniz iklim özellikleri, hem de İç Anadolu'daki step (kara) ikliminin etkisi altındadır. Bu özelliği ile Tokat iklimi; Karadeniz iklimi ile İç Anadolu'daki step iklimi arasında geçiş özelliği taşır. Yaz mevsiminde sıcak ve kurak, kış mevsimi soğuk ve kar yağışlıdır. Tokat Meteoroloji İstasyonu kayıtları esas alındığında son 54 yıllık istatistiklere göre ilin yıllık ortalama sıcaklığı 12,4 °C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı ise 446 mm'dir (Anonim, 2007). Bu değerler dikkate alındığında toprak sıcaklık rejimi Mesic ve nem rejimi de Ustic olarak sınıflandırılmaktadır (Soil Survey Staff, 1999).

3.1.3. Araştırma Konusu Uygulamalar

TUBITAK TOGAV 107 O 124 no'lu projede 3 tanesi geleneksel, bir tanesi azaltılmış ve hiç sürüm yapılmayan olmak üzere 5 farklı toprak işleme yöntemi kullanılmaktadır (Şekil 3.1). Bu uygulamalar bu Yüksek Lisans Tez çalışmasında ise bir geleneksel toprak işleme yöntemi (1 numaralı uygulama), bir azaltılmış toprak işleme yöntemi (3 numaralı uygulama) ve doğrudan ekim yöntemi (5 numaralı uygulama) uygulanan parsellerden örneklemeler yapılmıştır.

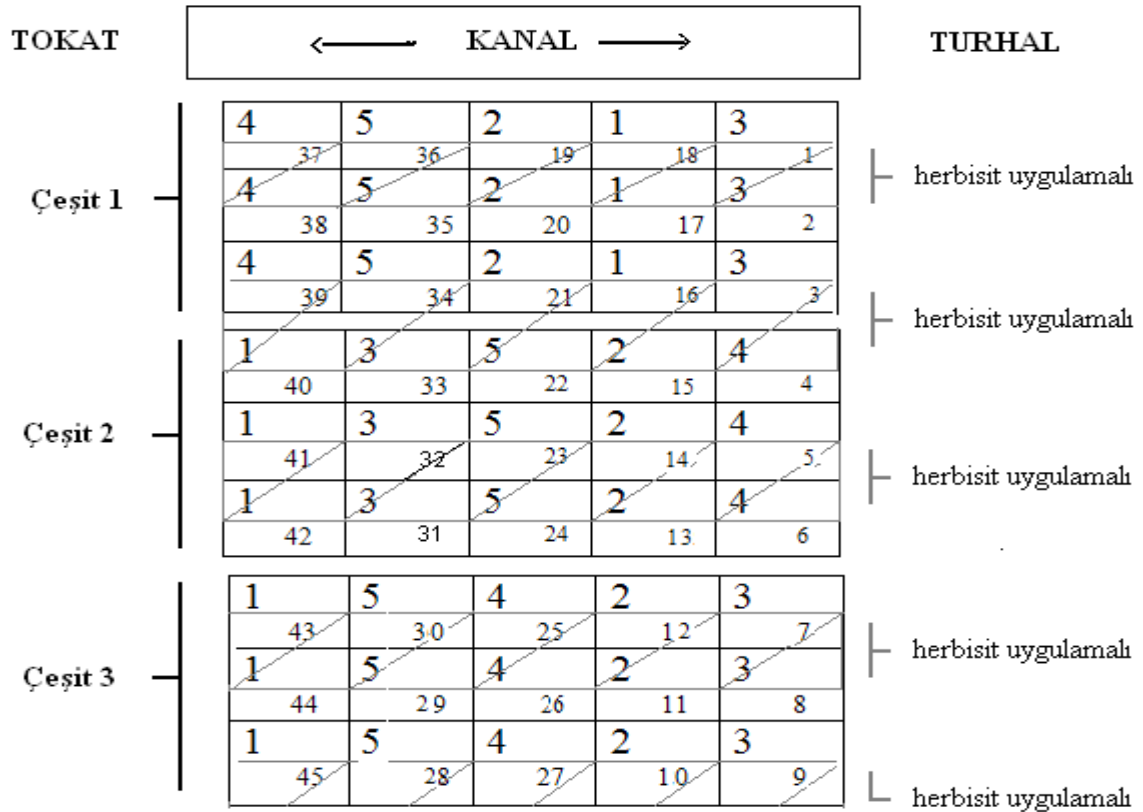
Çalışmada kullanılan uygulamalar, 1: Sulama+ Kulaklı pulluk +Diskli tırmık, 2: kulaklı pulluk + freze, 3: Freze, 4: Çizel+Diskli tırmık ve 5: İşlemesiz tarım şeklindedir.

Farklı toprak işleme uygulamalarının yanında, vejetasyon süreleri birbirlerinden farklı olan üç ayrı mısır çeşidi de denemede uygulamalar arasında yer almaktadır. Bu çeşitler ve özellikleri aşağıda verilmektedir.

Çeşit 1: Girona (FAO 450): Tek melez ve ortalama olarak 100-105 günde tane hasat olgunluğuna gelen bir çeşittir. Hasat indeksi yüksek bir çeşit olarak bilinmektedir (Anonim, 2006).

Çeşit 2: Borja (FAO 500): Tek melez ve ortalama olarak 105-110 günde tane hasat olgunluğuna gelen ve silaj üretimi için tavsiye edilen bir çeşittir. Hasat indeksi yüksek bir çeşit olarak bilinmektedir (Anonim, 2006).

Çeşit 3: Mataro (FAO 550): Tek melez ve ortalama olarak 110-115 günde tane hasat olgunluğuna gelen ve hasat indeksi yüksek bir çeşit olarak bilinmektedir (Anonim, 2006).



X_Y: X: Toprak İşleme Yöntemi, Y: Parsel no

Şekil 3.1. Çalışma alanında kurulan deneme parselleri, uygulamalar ve çeşitlerin dağılımı

Toplam 45 parselden oluşan denemede parsel büyüklüğü 6.5 m x 20 m (130 m²) olarak alınmıştır. Her parselde sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm olacak şekilde ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasatta parsellerin her iki yanlarındaki birer sıra ve parsel başlarından 2 şer metrelik kenar tesiri bırakılmıştır (Şekil 3.1).

3.1.4. Bitki ve toprak özelliklerinin belirlenmesi

Bitkisel özelliklerden, proje kapsamında belirlenen silaj verimi, sap çapı, koçan sayısı, bitki boyu ve yaprak sayısı şeklinde beş özellik bu tez projesinde değerlendirmeye alınmıştır.

3.1.4.1. Yeşil ot verimi (kg/da)

Deneme alanından rastgele seçilen 6 m uzunluğunda 6 şeritte bulunan bitkiler toprak yüzeyinden 5 cm yukarıdan kesilerek tartılmış ve elde edilen sonuçlar yeşil ot verimi kg/da olarak hesaplanmıştır.

3.1.4.2. Koçan sayısı, yaprak sayısı, sap çapı ve bitki boyu

Koçan sayısı ve yaprak sayısı her parselden yabancı otlı ve otsuz olarak alınan 10 bitkiden koçanlar adet olarak sayılıp ortalamaları alınmıştır. Bitki boyu ise , aynı şekilde bitkiler alındıktan sonra toprak üstü aksamın metre ile ölçülmesi ile elde edilmiştir. Sap çapı ise tarım bakanlığının teknik talimatnamesine göre bitkinin ikinci ve üçüncü boğum arasından dijital kumpas ile ölçülmüştür.

3.1.5. Toprak örnekleme ve analizleri

Denemenin başlangıcında her bir parselin orta noktasından 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınmış ve çeşitli fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Toplam 45 noktadan ve üç derinlikten alınan örnekler her nokta için 0-30 cm olacak şekilde birleştirilmiş ve 0-30 cm için ortalama değerler oluşturulmuştur. Bu toprakların analizleri TUBITAK projesi kapsamında yapılmıştır. Belirlenen toprak özellikleri ve analizler için kullanılan yöntemler Çizelge 3.1’de özet şeklinde verilmektedir.

TUBITAK projesi kapsamında toprak işleme yöntemlerinin mısır bitkisinin verim ve kalite parametreleri ile toprak özelliklerine etkileri yanında uygulanan yabancı ot

kontrolünün de aynı özellikle etkisi araştırılmıştır. Yabancı ot kontrolünün toprak ve mısırın gelişimine etkisini belirleyebilmek için, 20 m uzunluğundaki her bir parselin yarısında yabancı ot mücadelesi için herbisit kullanılmış ve diğer yarısında ise yabancı ot mücadelesi yapılmamış ve herbisit kullanılmamıştır. TUBITAK projesi kapsamında hasat dönemindeki toprak örnekleri hem yabancı otlu hem de yabancı otsuz kısımdan alınıyor ve birleştirilerek tek bir örnek haline getiriliyor idi. Bu tez çalışması için, toprak örnekleri her bir uygulamanın olduğu yerden ayrı ayrı alınmış ve analiz edilerek karakterize edilmiştir. Bu durumda 2009 yılı hasat dönemi için 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinliklerden toplam $135 \times 2 = 270$ örnek analiz edilmiştir. Daha sonra her nokta için 0-30 cm olacak şekilde örnekler birleştirilmiş ve otlu ve otsuz parsellerin 0-30 cm derinliğini temsilen 45'er toprak örneği veri değerlendirmesinde kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler verilerin genel tanımlayıcı istatistik analizler ve uzaysal analizlerin yapıldığı jeostatistiksel analizler şeklinde iki ayrı şekilde yapılmıştır.

3.2.1.1. Genel İstatistik

Çalışılan toprak ve bitki özelliklerinin merkezi eğilim ölçülerini belirlemek ve tanımlamalarını sağlamak amacı ile en küçük ve en düşük, ortalama, standart sapma ve standart hata, varyasyon katsayısı, yatıklık değerleri SPSS 13.0 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.1.2. Mesafeye Bağlı Değişimin Modellenmesi ve Değişimlerin Haritalanması

Toprak ve bitki özelliklerinin mesafeye bağlı değişimlerinin modellenmesinde GS⁺ 7.0 paket programı kullanılmıştır. Program yardımı ile mesafeye bağlı değişkenlik modellenmiş ve uygun semivariogram modelleri oluşturulmuştur. Semivariogram modellerinin kullanımı ile özelliklerin örnekleme yapılmayan alanlardaki tahminleri basit krigleme yöntemi ile gerçekleştirilmiş ve her bir özellik için deneme alanındaki dağılım haritaları oluşturulmuştur.

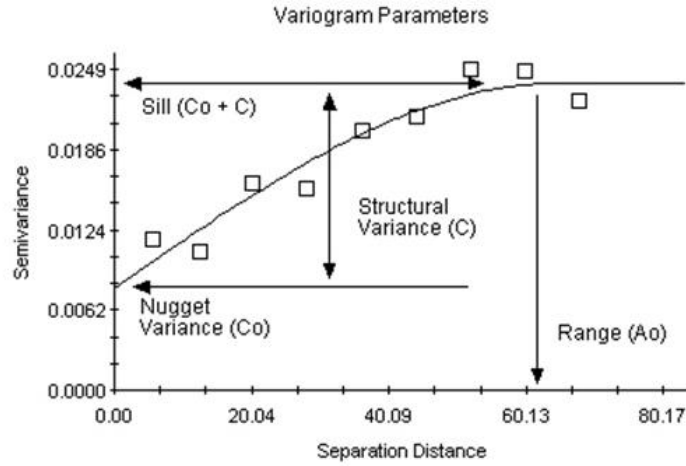
Çizelge 3.1.TUBITAK projesi kapsamında belirlenen toprak özellikleri ve analiz yöntemler

Analiz	Ölçüm zamanı	Derinlik (cm)	Açıklama	Kullanılacak Metot
Tekstür	Deneme kurulmadan önce	0-10 10-20 20-30	Gübreleme çeşidi ve miktarlarını belirlemenin yanında deneme alanı topraklarını tanımak için	Bouyoucos hidrometre metodu (Gee and Boudet, 1986)
Nem içeriği	İşleme öncesi İşleme sonrası Hasat	0-10 10-20 20-30	Yöntemlerin toprak nem içeriğine etkilerini belirlemek	Sabit hacimde silindirlerle alınmış bozulmamış toprak örneklerinde (Blake ve Hartge, 1986)
Hacim ağırlığı	İşleme öncesi İşleme sonrası Hasat	0-10 10-20 20-30	Toprak sıkışıklığı	Sabit hacimde silindirlerle alınmış bozulmamış toprak örneklerinde (Blake ve Hartge, 1986)
Penetrasyon direnci	İşleme öncesi İşleme sonrası Hasat	Maksimum 80 cm derinliğe kadar her 1 cm derinlikte	Toprak sıkışıklığı	Elle itmeli 10 MPa ve 80 cm derinlikte ölçüm yapabilen dijital penetrometre ile
Organik madde	Her dönemde toprak işleme öncesi	0-10 10-20 20-30	Tohum yatağının özelliğini belirlemek için	Walkley ve Black, 1965
Toplam azot (N)	Her dönemde toprak işleme öncesi ve hasat sonrası	0-15 15-30	Farklı toprak işleme yöntemlerinin gübre kullanım etkinliğine etkileri	Kjeldahl Yöntemi. (Bremner, 1965)
Yararışlı fosfor (P)	Her dönemde toprak işleme öncesi ve hasat sonrası	0-15 15-30	Farklı toprak işleme yöntemlerinin gübre kullanım etkinliğine etkileri	Sodyum bikarbonat metodu (Olsen ve ark., 1954)
Potasyum	Her dönemde toprak işleme öncesi ve hasat sonrası	0-15 15-30	Farklı toprak işleme yöntemlerinin gübre kullanım etkinliğine etkileri	1N amonyum asetat ile ekstraksiyon (Thomas, 1982).
Kireç (CaCO_3)	Deneme kurulmadan önce ve deneme bitiminde	0-10 10-20 20-30	Tohum yatağının özelliğini belirlemek için	Scheibler kalsimetresi ile karbondioksit çıkış hacmine göre % kireç içeriği belirlenecektir (Kacar, 1994).
Toprak reaksiyonu (pH) ve Elektriksel iletkenlik (EC)	Toprak işleme öncesi ve hasat	0-10 10-20 20-30	Verilecek gübre çeşidini belirlemek ve toprak işleme yöntemlerinin toprak kalitesine etkisini değerlendirmek	1:2 (toprak:su çözeltisinde okunacaktır) Rhoades, 1982.

Alanda her bir toprak ve bitki özelliği için uygun izotropik modeller bulunmuştur. Semivariogram modellerinin seçiminde ve çapraz semivariogramların belirlenmesinde kareler toplamının kalan değeri (residual sum of squares =RSS) ve korelasyon katsayısı değerine (R^2) bakılarak karar verilmiştir (Robertson, 2000). Semivariogram modellerinin oluşturulmasında sabit lag aralıkları (5 m-10 m) seçilmiştir. Her lag aralığının belirlenmesi için en az 30 tane veri çifti oluşturulmuştur. Çapraz değerlendirme ölçülen değerler ile bu ölçülen değerlerin krigleme ile tahmin edilmesiyle bulunan değerleri arasındaki ilişkiyi vermektedir. Çapraz değerlendirme, farklı ağırlıklı uygulamalar arasında, farklı araştırma stratejileri hakkında veya farklı variogram modelleri arasında seçim yapma şansı tanımaktadır. Ölçülen değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki karşılaştırma bize tahminin doğruluğu hakkında fikir vermektedir. Çapraz değerlendirme sonucu ölçülen değerler ile tahmini değerlerin farkı hatayı vermektedir. Çapraz değerlendirme hataların önemli uzaysal bilgiler içermektedir. Çapraz değerlendirme sonucu bulunan hatalarının başarılı bir uzaysal dağılım çalışması, tahmin uygulamalarının son aşamasında tahminlerin zayıf kaldığı bölgeler hakkında fikir vermektedir. Böyle bir fikir özel durum geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Çapraz değerlendirme, son tahmin hesapları yapılmadan önce hazırlık adımı olarak kullanılmaktadır (Isaaks ve Srivastava, 1989).

Haritaların üretilmesinde ordinary kriging metodu maksimum 16 komşu nokta ile ilişkilendirilecek şekilde alınmıştır. Her bir özellik için denenen semivariogram modellerine ait haritalar üretilerek haritaların hata değerleri kayıt edilmiş ve doğru modelin seçiminde bu değerler birbirleri ile kıyaslanmıştır.

Şekil 3.2’de basit bir semivariogramın kısımları görülmektedir. Nugget, Co olarak nitelendirilen, aynı zamanda hatalı ölçüm ve değişik sebeplere dayanarak oluşan varyans ölçüsünü ifade eder. Noktalar arasındaki bağımlılığın sınırı olarak görülen Range değeri Ao olarak belirtilir. Noktalar arasındaki mesafe arttıkça semivaryans değeri de artar. Ancak bir noktadan sonra bu değerdeki artış azalmaya başlar. Semivaryansın zirve noktasını ifade eden değere ise Sill adı verilir. Sill değeri $Co+C$ ile belirtilmektedir. Range mesafesi, uzaysal bağımlılıkta son nokta olarak bilinir. Bu noktadan sonra parametreler uzaysal olarak bağımsız kabul edilir (Mulla ve McBartney, 2000; Oliver ve Webster, 1991).



Şekil 3.2. Basit bir semivariogramın kısımları

Deneme alanında otlu ve otsuz parsellere ait toprak ve bitki özellikleri ayrı ayrı modellenmiştir. Bu şekilde aynı alan her özelliğe ait iki farklı dağılım haritası oluşturulmuştur. Bu bize seçilen noktalara göre dağılım haritalarının nasıl değiştiği konusunda da bilgi vermiştir.

Spatial bağımlılığın miktarı Robertson ve ark. (1997) tarafından belirtildiği gibi yapısal varyans değerinin (C), semivariogramın sill (Co+C) değerine olan oranı ile belirlenmektedir. Ortalama korelasyon mesafesi (MCD) ise yere özgü amenajmanın ürün amenajmanı için grid hücrelerinin büyüklüğünün üst sınırını tahmin etmede için kullanılmıştır(Han ve ark., 1994). MCD değeri, özellikle spatial bağımlılık yüksek olmadığı durumlarda, toprak veya bitki özelliklerinin yüksek düzeyde ilişkili olukları mesafeyi tahmin etmede kullanılmaktadır. MCD aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$MCD = (3/8) * (C/Co+C) * A$$

Co: Nugget varyansı

C: Yapısal varyans

A: Spatial bağımlılığın etkin olduğu aralık (m)

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmanın verileri, 2007-2010 yılları arasında Tokat ili Turhal ilçesine bağlı Çaylı Kasabası sınırları içerisinde bulunan bir çiftçi arazisinde yürütülen TUBITAK TOGAV 107 O 124 no'lu projeden alınmıştır. Bu tezde, çalışmanın başlangıcı ve ilk yılın sonunda alınan veriler (2007 yılı) ile çalışmanın son yılında (2009 yılı) elde edilen veriler ele alınarak değerlendirilmiştir. Toprak örnekleri 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinliklerinden ayrı ayrı alınmış olmakla birlikte burada üç derinliğin ortalaması olan 0-30 cm derinlik dikkate alınmıştır. Tezdeki amaç, arazi boyunca bitki kök bölgesinde bulunan toprağın özelliklerinin değişiminin belirlenmesi ve bu değişim ile bitkinin verimi ve verimle ilişkili bitki parametrelerinin nasıl değiştiğini belirlemek olduğundan dolayı, derinlikler ayrı ayrı incelenmemiştir. Ancak, farklı toprak işleme uygulamalarının toprağın ve bitkinin özelliklerine nasıl etki ettiğini belirlemek hedeflendiğinden dolayı, derinlikler daha detaylı olarak alınmıştır.

Çalışmaya ait bulgular ve sonuçlar birlikte verilerek değerlendirilecektir. Bu değerlendirmede, öncelikle başlangıç yılına ait veriler analiz edilecek daha sonra son yılın verileri ele alınacaktır. Çalışmanın son yılında, her parsel yabancı ot ve yabancı otsuz uygulamalarından yapılan ve yapılmayan diye iki kısma ayrılmış ve aynı parselin bu iki uygulama yapılan yerlerinden ayrı ayrı toprak örnekleri alınarak ayrı ayrı değerlendirilmişlerdir. Öncelikle toprak ve bitki özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik değerleri verilerek tartışılacaktır. İkinci kısmında ise, çalışmanın yapıldığı parsellerden alınan örnekler çeşitli özellikleri açısından mesafeye bağlı dağılım analizine tabi tutulmuş ve değişkenlikler yorumlanmıştır.

4.1. Çalışma Alanın Tanımı ve Genel Özellikleri

Çalışma alanında ilk toprak örnekleme deneme bloklarının ve parsellerin kurulması işlemi Temmuz 2007'de buğday hasadından hemen sonra yapılmıştır. Tüm arazi aynı gün içerisinde örneklenmiş olmasına rağmen toprağın ortalama hacimsel nem içeriği %12.24 ile %20.61 arasında değişmiştir.

4.1.1. Başlangıç Yılı (2007) Toprak ve Bitki Özelliklerine ait Tanımlayıcı İstatistikleri

Çalışma alanı toprakları Yeşilırmak nehrinin taşkınları ile depolanmış aluviyal karakterde sedimentlerin üzerinde oluşmuştur. Kireç taşından oluşmuş yüksek arazilerin hemen kıyısında yer alan ve depolanan materyalin taşınabildiği uç nokta konumundaki arazinin ortama kil içeriği %44.05'tir. Kil içeriğinin %34.43 ile %56.72 arasında değişmektedir. ve bu sebeble ortalama %41.23 silt içeren toprakların tekstür sınıfı siltli kil'dir. Silt içeri % 32.79 ile %46.65 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Silt içeriğinin nispeten yüksek olduğu topraklarda yağmurun toprak taneciklerini oldukça sıkı bir şekilde paketlediği ve yüzeyde suyun infiltre olmasını engelleyecek bir kabuk oluşumuna neden olduğu belirtilmektedir (Moss, 1991). Bu nedenle alanında, özellikle silt içeriği yüksek olan yerlerde, ekimden sonra yapılan sulamaların ardından oldukça sert kaymak tabakasının oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Silt içeriğinin yüksek olduğu yerlerde yüzeyde oluşan kabuk

Arazinin belirli bölgelerinde oluşan kaymak tabakası, tohumların çimlenmesini önlediği gibi, suyun infiltrasyonunu azalttığından dolayı bitki gelişiminin arazide homojen olmasını da önemli ölçüde engellemektedir. Kaymak tabakasının olduğu durumlarda toprak yüzeyi nemli tutulmadığında durumlarda oluşan sert katmanın bitkiler tarafından kırılması bazı durumlarda mümkün olmamaktadır.

Çizelge 4.1. Çalışmanın başlangıcında (2007 yılı) deneme alanından alınan toprak örneklerinin (0-30 cm) fiziksel özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Özellik	Birim	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma	Varyasyon Katsayısı	Yatıklık
Kil	%	32,43	56,72	44,05	0,82	5,48	12,45	0,08
Kum	%	7,58	24,95	14,72	0,70	4,69	31,87	0,55
Silt	%	32,79	46,65	41,23	0,41	2,76	6,70	-0,71
Nem	%	12,24	20,61	15,87	0,27	1,82	11,44	0,02
H.A	gr/cm ³	1,31	1,59	1,44	0,01	0,07	4,72	-0,25
Pen.Dir	MPA	0,93	3,12	2,18	0,07	0,49	22,29	-0,29

Çalışma alanındaki toprağın hem fiziksel hem de kimyasal özellikleri düşük ve orta düzeyde değişkenliğe sahiptir. Nem içeriğindeki %11.44'lük varyasyon katsayısının oluşmasının temelde nedeni, arazideki kil içeriği ve organik madde düzeyindeki değişkenliktir. Camberdella ve ark. (1994) toprak değişkenliğini varyasyon katsayısına (VK) göre 3 sınıfa ayırmışlardır. Buna göre VK'sı %15'den küçük olanlar az değişken, %16-35 arasında olanlar orta derecede değişken ve %36'dan büyük olanlar ise yüksek derecede değişken olarak gruplandırılmıştır. Toprağın fiziksel özellikleri içerisinde VK değeri en yüksek olan toprak özelliği %31.87 ile kum içeriğidir. Kum içeriği gibi orta düzeyde değişkenliğe sahip olduğu toprak fiziksel özellikleri penetrasyon direncidir (%22.29). Büyük arazilerde daha yüksek VK değerleri rapor edilen hacim ağırlığı bu arazide oldukça az değişken olup, VK değeri sadece %4.72'dir (Çizelge 4.1.). Kil içeriğinin yüksek oluşuna rağmen (Çizelge 4.1) organik madde içeriğinin %1.58 gibi düşük (Çizelge 4.2) bir düzeyde olması toprağın kurduğunda sertleşmesine neden olmaktadır. Bu durumda buğday hasadı sonrasında elde edilen penetrasyon direnci değerinin tarımsal üretim için istenmeyen düzeylere ulaşmasına neden olmuştur (Çizelge 4.1).



Şekil 4.2. Arazinin belirli bölgelerinde buğday hasadından sonra görülen sert katmanlar ve penetrasyon direnci ölçümleri

Deneme alanından alınan toprak örneklerinin çeşitli kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Tabloda verilen yatıklık verilerin normal dağılımı hakkında bilgi içermektedir. Toprak verilerinde normal dağılımla ilgili en ciddi ayrılma göstergesinin yatıklık değeri olduğu ifade edilmiştir (Webster, 2001). Avrupa Toprak Bilimi Dergisinin İstatistik konusunda danışmanlığını da yürüten Webster (2001), eğer yatıklık değeri 0,5’den küçük ise veriye dönüşüm uygulamaya gerek olmadığını belirtmiştir. Eğer yatıklık değeri $> 0,5$ ve $\leq 1,0$ ise bu durumda karekök alınarak verinin normale dönüştürülebileceği ve eğer yatıklık değeri $> 1,0$ ise bu durumda da logaritmik dönüşümün uygulanabileceğini ifade etmiştir. Değerlendirmeye alınan özelliklerden silt içeriği (yatıklık=-0.71) haricindeki özelliklerin tamamının yatıklık değerinin normal dağılım için yüksek olduğu görülmektedir. Toprak verilerinin genellikle sağa yatık bir dağılım gösterdiği bilinen bir gerçektir (Webster, 2001). Çalışılan hem fiziksel hem de kimyasal toprak özelliklerin tamamının yatıklık değerleri normal dağılıma işaret etmektedir. Bu sebeple uygulanan spatial analizlerde veri dönüşüm işlemleri yapılmamıştır.

Toprakların kimyasal özelliklerinden kireç, pH, EC ve organik madde içeriğine ait varyasyon katsayısı değerleri düşük değişkenliğe ($< \%15$), diğer tüm özelliklerin ise orta düzeyde değişkenliğe ($\%15 - < 35$) sahip olduğu anlaşılmaktadır. Değişkenliği düşük olan özelliklerden kireç içeriği açısından çalışma alanı toprakları orta düzeyde kireçli, pH olarak orta düzeyde alkali, tuzsuz ve yetersiz organik madde içeriğine sahiptirler.

Toprak reaksiyonunun yüksek olması bir kısım besin elementlerinin alımını olumsuz etkilemektedir. Arazide pH 8.23 ile 8.59 arasında değişmektedir. pH değerindeki artış besin elementlerinin yararlılığının azalmasına, arazinin farklı yerlerinde besin elementlerinin yararlılıklarının farklılaşmasına neden olacaktır. Oldukça düşük toplam azot içeriğine sahip olan çalışma alanında, bitkiye yararlı potasyum içeriği mısır bitkisi için yeterlilik sınırının bir miktar altında görünmektedir.

Çizelge 4.2. Çalışmanın başlangıcında (2007 yılı) deneme alanından alınan toprak örneklerinin (0-30 cm) kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Özellik	Birim	En Büyük	En Küçük	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma	Varyasyon Katsayısı	Yatıklık
Kireç	%	5,67	8,16	6,73	0,07	0,49	7,34	0,92
pH	1:2 top/su	8,23	8,59	8,43	0,01	0,09	1,02	-0,52
EC	µmhos/cm	218,00	318,67	268,62	3,19	21,40	7,97	0,50
P ₂ O ₅	kg/da	29,90	74,38	51,71	1,55	10,39	20,10	0,11
OM	%	1,22	1,92	1,58	0,03	0,17	10,76	-0,09
N		0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	15,13	0,88
K ₂ O	kg/da	18,02	44,28	27,26	0,91	6,13	22,50	0,76
Na	meq/100g	0,01	0,03	0,02	0,00	0,01	29,34	-0,16

Potasyum içeriğinin arazide 18.02 ile 44.28 kg/da arasında değişiyor olması, arazinin bazı noktalarında yetersiz potasyum olduğuna işaret etmektedir (Çizelge 4.2). İlk yıl potasyum yeterli kabul edildiğinden potasyum gübre kullanılmamıştır. Ancak mısır bitkisinin gelişimi esnasında arazide yer yer potasyum noksanlığının olduğu bitkide görülen sptomlardan anlaşılmıştır (Şekil 4.3). Bu durum, spatial analizler yardımı ile hazırlanan krigleme haritalarında daha net bir şekilde görülebilmektedir.



Şekil 4.3. Mısır bitkisinin yaşlı yaprakların görülen potasyum noksanlığı belirtileri

Türkiye’de bir çok bitki için çiftçilerin vazgeçemedikleri en önemli gübrelerden bir tanesi taban gübreleridir ve taban gübreleri içersinde de en yaygınlıkla kullanılan diamonyum fosfat (%18-46 NP DAP) gübresidir. Uzun yıllar toprak analizi sonuçlarına yeterince bakmadan yapılan gübreleme faaliyetleri tarım topraklarında gereğinden fazla miktarda fosforun depolanmasına neden olmuştur. Deneme alanı topraklarının fosfor içeriğinin 29.90 ppm ile 74.38 ppm arasında değiştiği ve tüm alanın ortalamasının 51.71 ppm olduğu belirtilmiştir. Bitkiye yarayışlı fosfor açısından deneme alanı toprakları oldukça yüksektir.

Mısır bitkisinin verimi ve kalite ile ilgili parametrelerin, yabancı ot mücadelesine göre konması ve buna bağlı olarak toprak özelliklerinin de meydana gelen değişkenliğin izlenmesi hedef alınmıştır. Otlı ve otsuz parsellerden alınan mısır bitkisinin verimi ve kalitesi ile ilişkili toprak özelliklerinin belirlenen değerleri ile ilgili özet veriler Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’de tanımlayıcı istatistik verileri şeklinde sunulmuştur. Orta düzeyde değişkenliğe sahip olan koçan sayısı ve slaj verimi haricindeki diğer üç özellik (bitki boyu, sap çapı ve yaprak sayısı) düşük düzeyde değişkenlik göstermektedirler.

Değişkenliği orta düzeyde olan koçan sayısı ve slaj verimine ait veriler sırası ile sağa ve sola yatık iken diğer verilerin yatıklık değeri ± 1 'den küçük olduğundan dolayı normal dağılım gösterdikleri kabul edilmiştir.

Çalışmanın ilk yılında mısır verimi ve kalite özelliklerinin otlu parsellerdeki değişkenliğinin bitki sap çapının haricinde otlu parsellere oranla daha düşük olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.3) ve (Çizelge 4.4). Herbisit uygulaması, deneme alanında, bitki özelliklerindeki değişkenliğin azalmasına yol açmıştır.

Çizelge 4.3. Çalışmanın başlangıcında (2007 yılı) deneme alanındaki otlu parsellerdeki bitki örneklerinin verim parametrelerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Özellik	Birim	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma	Varyasyon Katsayısı	Yatıklık
Boy	m	2,25	2,88	2,60	0,02	0,15	5,72	-0,34
Çap	mm	21,03	29,28	24,32	0,31	2,05	8,43	0,27
Yaprak sayısı	Adet (ort)	11,60	13,90	12,75	0,08	0,54	4,20	0,02
Koçan sayısı	Adet (ort)	1,00	2,70	1,33	0,05	0,34	25,56	1,75
Verim	kg/da	3567,87	6873,81	4935,17	177,66	1178,48	23,88	-1,75

Yabancı ot mücadelesinin yapılmadığı parsellerin ortalama silaj verimi 4935,17 kg/da iken, yabancı ot mücadelesinin yapıldığı parsellerin verimi 5051, 88 kg/da olmuştur (Çizelge 4.3 ve 4.4). Kültür bitkilerinin su ve besin elementlerine ortak olan ve birçok kültür bitkisinin veriminin önemli ölçüde azalmasına neden olan yabancı otlar, silaj mısırdaki önemli düzeyde verim kaybına yol açmamıştır. Burada erken dönemde tüm arazide yapılan çapanın ve belirli bir dönemden sonra mısırın rekabet gücünün fazla olmasının etkisinin olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.4. Çalışmanın başlangıcında (2007 yılı) deneme alanındaki otsuz parsellerdeki bitki örneklerinin verim parametrelerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Özellik	Birim	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma	Varyasyon Katsayısı	Yatıklık
Boy	m	2,33	2,79	2,60	0,02	0,12	4,42	-0,53
Çap	mm	19,57	31,39	24,81	0,39	2,61	10,51	0,46
Yaprak	Adet (ort)	11,90	13,70	12,84	0,07	0,49	3,80	0,04
Koçan	Ade t(ort)	1,00	1,90	1,28	0,03	0,23	17,87	0,56
Verim	kg/da	3304,76	6897,62	5051,88	115,34	773,70	15,32	0,26

4.1.2. Çalışmanın Son Yılına (2009) Ait Toprak ve Bitki Özelliklerine ait Tanımlayıcı İstatistikleri

Üç yıllık denemenin bitiminde her blok içerisindeki 20 m’lik parseller ikiye ayrılmış ve yarısında yabancı ot mücadelesi için herbisit kullanılmıştır. Bu nedenle örnekler “otlu” ve “otsuz” olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.4). TUBITAK projesi kapsamında yabancı ot mücadelesinin silaj mısırın verimine ve verim parametrelerine nasıl etki ettiğini belirlemek için otlu ve otsuz parsellerden örneklemeler ve ölçümler yapılmıştır. Ancak bu parsellerden toprak örnekleri alınmamıştır. Bitkinin tepki verme hızına göre oldukça yavaş değişim gösteren toprak özelliklerinde bir değişimi olup olmadığını anlayabilmek amacı ile deneme sonunda otlu ve otsuz parsellerin orta noktalarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri de alınmıştır. Otlu parsellerden alınan toprak örneklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri Çizelge 4.5 ve 4.6’da ve bitki örneklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri ise Çizelge 4.7’de verilmiştir. Otsuz parsellere ait istatistik verileri ise Çizelge 4.8 ve 4.9’da ve bitki örneklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri ise Çizelge 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.4. Aynı uygulamada yabancı otlu ve yabancı otsuz parselin durumları

Çalışılan özelliklerden birçoğunun ortalama değerleri otlu ve otsuz parsellerde birbirlerine oldukça benzerdir. Otlulardaki organik madde içeriği %1.24 ile 2.12 arasında değişmiş ve ortalama %1.71 olmuştur. Otsuz parsellerde ise %1.40 ile 2.27 arasında değişmiş ve ortalama %1.66 olmuştur. Bitkiye yarayışlı fosfor, toplam azot ve yarayışlı potasyumun varyasyon katsayısı otsuz parsellerde daha yüksek çıkmıştır. Yabancı otlar bitkilerin kaplamadığı toprak yüzeyini kaplamakta ve kültür bitkileri ile hem su hem de besin elementleri bakımından rekabet etmektedirler. Bu durumda arazinin hemen her yerinde besin elementi ve su tüketimi olmaktadır. Bu üç önemli besin elementinin değişkenliklerinin otsuz parsellerde daha yüksek çıkması, otsuz parsellerde besin elementi tüketiminin sadece bitki sıralarında gerçekleşiyor olmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.5. Çalışmanın sonunda (2009 yılı) deneme alanındaki otlu parsellerden alınan toprak örneklerinin (0-30 cm) kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Özellik	Birim	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma	Varyasyon Katsayısı	Yatıklık
Kireç	%	6,13	8,13	7,15	0,06	0,40	5,63	0,11
pH	1:2	8,28	8,64	8,43	0,01	0,09	1,03	0,54
EC	Toprak/su µmhos/cm	261,67	526,00	330,01	7,25	48,61	14,73	2,07
P₂O₅	kg/da	19,34	90,04	45,90	2,61	17,52	38,16	0,48
OM	%	1,24	2,12	1,71	0,03	0,19	11,17	-0,01
N	%	0,10	0,16	0,13	0,00	0,01	9,61	-0,17
K₂O	kg/da	20,73	88,12	32,75	1,49	10,02	30,60	3,92
Ca	meq/100gr	13,63	19,84	17,36	0,19	1,24	7,15	-0,48
Na	meq/100gr	0,33	0,71	0,47	0,01	0,09	19,31	1,04

Mısırı hasadının olduğu dönemde deneme alanında toprak nem içeriği (%26,33) buğday hasadı olduğu döneme göre (%15,87) nerede ise iki kat daha fazladır (Çizelge 4.1, 4.6 ve 4.9). Nem içeriğinin bu denli yüksek olması penetrasyon direnci değerinin düşmesine yol açmıştır. Arazinin tamamında 0-30 cm'deki ortalama penetrasyon direnci değeri bitkisel üretimde sorun oluşturacak düzeye ulaşmamıştır. Bununla birlikte, penetrasyon direnci değerindeki bu değişimin hacim ağırlığında gerçekleşmediği görülmektedir. Zira deneme başlangıcında ortalama hacim ağırlığı 1.44 g/cm³ iken, deneme bitiminde otlu parsellerde ortalama 1.43 g cm⁻³ ve otsuz parsellerde ise 1.45 g/cm³ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1, 4.6 ve 4.9).

Çizelge 4.6. Çalışmanın sonunda (2009 yılı) deneme alanındaki otlu parsellerden alınan toprak örneklerinin fiziksel özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Özellik	Birim	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma	Varyasyon katsayısı	Yatıklık
Nem	%	23,28	29,14	26,33	0,18	1,21	4,60	-0,12
H.A	gr/cm ³	1,34	1,53	1,43	0,01	0,05	3,64	-0,06
PenDir	mPA	0,55	1,08	0,82	0,01	0,09	11,20	-0,11

Silaj verimi ile birlikte otlu ve otsuz parsellerde belirlenen bitkisel özelliklerin tamamına ait verinin yatıklık değerleri ± 1 arasında olduğundan dolayı normal dağılım gösterdikleri kabul edilmiş ve spatial analizler öncesinde bir dönüşüm uygulanmamıştır (Çizelge 4.7 ve 4.10).

Çizelge 4.7. Çalışmanın sonunda (2009 yılı) deneme alanındaki otlu parsellerden alınan bitki örneklerinin verim parametrelerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Özellik	Birim	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma	Varyasyon Katsayısı	Yatıklık
Boy	m	1,78	2,65	2,28	0,03	0,21	9,24	-0,55
Çap	mm	17,13	31,40	23,23	0,38	2,55	10,96	0,44
Yaprak	Adet(ort)	11,40	15,00	12,96	0,12	0,84	6,46	0,06
Koçan	Adet(ort)	0,40	2,80	1,35	0,08	0,51	38,05	0,47
Verim	kg/da	1585,71	5908,33	3698,70	160,36	1075,73	29,08	0,26

Çizelge 4.8. Çalışmanın sonunda (2009 yılı) deneme alanındaki otsuz parsellerden alınan toprak örneklerinin kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Özellik	Birim	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma	Varyasyon katsayısı	Yatıklık
Kireç	%	6,50	8,25	7,30	0,06	0,43	5,94	0,15
pH	1:2	8,21	8,60	8,43	0,01	0,07	0,86	-0,68
EC	Toprak/su µmhos/cm	275,33	489,33	336,32	6,91	46,37	13,79	1,97
P ₂ O ₅	kg/da	17,44	120,53	47,74	3,25	21,82	45,71	1,62
OM	%	1,40	2,27	1,66	0,03	0,18	10,80	0,78
N	%	0,10	0,18	0,13	0,00	0,02	13,20	0,45
K ₂ O	kg/da	18,43	88,66	34,75	1,93	12,97	37,32	2,58
Ca	meq/100gr	14,93	19,46	17,88	0,14	0,97	5,42	-0,89
Na	meq/100gr	0,25	2,22	0,50	0,04	0,27	55,11	5,92

Çizelge 4.9. Çalışmanın sonunda (2009 yılı) deneme alanındaki otsuz parsellerden alınan toprak örneklerinin fiziksel özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Özellik	Birim	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma	Varyasyon Katsayısı	Yatıklık
Nem	%	22,31	28,06	25,53	0,19	1,30	5,09	-0,15
HA	gr/cm ³	1,31	1,52	1,45	0,01	0,04	2,86	-1,18

Deneme alanında yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerden alınan bitki ölçümlerinin verim haricinde otlu parsellerde yapılan ölçümlere benzerlik gösterdiği görülmektedir. Silaj veriminde ise otlu parsellerin ortalama değeri otsuz parsellerdekenden yaklaşık %8.5 daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.7 ve 4.10). Verime etki eden en önemli bitkisel parametre otsuz parsellerde yaklaşık %11.9 daha yüksek olarak belirlenmiş olan koçan sayısıdır.

Çizelge 4.10. Çalışmanın sonunda (2009 yılı) deneme alanındaki otsuz parsellerden alınan bitki örneklerinin verim parametrelerine ait tanımlayıcı istatistik verileri

Özellik	Birim	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma	Varyasyon Katsayısı	Yatıklık
Boy	m	1,90	2,71	2,32	0,03	0,18	7,82	0,06
Çap	mm	18,82	28,79	24,01	0,39	2,61	10,88	-0,32
Yaprak	Adet(ort)	10,80	14,40	12,88	0,12	0,81	6,26	-0,14
Koçan	Adet(ort)	0,40	3,00	1,51	0,08	0,55	36,24	0,79
Verim	kg/da	2317,86	6263,10	4015,24	148,02	992,96	24,73	0,08

4.2. Çalışma Alanında Toprak ve Bitki Özelliklerinin Mesafeye Bağlı

Değişimlerinin Analizi

Verilerin değerlendirilmesinde kullanılan klasik istatistik modelleri, çalışma alanının homojen olduğunu ve mesafeden kaynaklanabilecek bir farklılığın olmadığını kabul eder. Ancak ana materyal, bitki örtüsü, topoğrafya ve iklim gibi toprak oluşum faktörlerinin yanında toprak işleme, bitki yetiştirme, gübreleme, sulama, otlama gibi çeşitli tarımsal faaliyetlerden dolayı toprak çok kısa mesafelerde dahi büyük değişkenlikler göstermektedir (Gezer, 2011).

Çalışma alanında 5 farklı toprak işleme yöntemi ile üç farklı mısır yetiştirilmiştir. Deneme, tam tesadüf blok desenine göre yapılmıştır. Bloklar arazideki değişkenliği, yakalayacağı düşünülerek tesadüfen arazinin değişik yerlerine yerleştirilmiştir. Her blok içerisine ise, üç tekerrür şeklinde aynı toprak işleme yöntemi uygulanmış ve uygulamalar arasındaki farklılar yorumlanmıştır. Tezin bundan sonraki bölümlerinde arazinin çeşitli toprak özellikleri ve mısır bitkisinin verim potansiyelleri açısından değişkenlikleri, jeostatik kullanılarak modellenmiş ve bu modellerin kullanılarak krigleme yöntemi yardımı ile enterpolasyonlar yapılmış ve alandaki değişimleri haritalanmıştır. Alandaki değişimler, oluşturulan haritaların gözle yorumlanması ile karşılaştırılabildiği gibi, modellemede elde edilen mesafeye bağlı dağılıma ait parametrelerin yorumlanması ile de açıklanmaya çalışılmıştır. Bu bölümde veriler öncelikle semivariogramlara ait parametrelerin çizelgeler halinde sunumu ve bu parametrelerin tartışılması şeklinde verilecektir. Uygun olan spatial modellerin kullanımı ile modellerin tahmin yeteneğinin bir göstergesi olarak kabul edilen çapraz değerlendirme sonuçlarının da verildiği çizelgelerin tartışılmasının ardından krigleme yöntemi ile oluşturulan haritalarda çalışılan parametrelerin alandaki değişimleri tartışılacaktır.

4.2.1. Başlangıç Yılı (2007)

Çalışmanın başlangıcında 20 metrelik parsellerin orta noktalarından alınan toprak örneklerinde belirlenen çeşitli fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin çalışma alanındaki dağılımını görebilmek amacı ile öncelikle uygun bir spatial modelin oluşturulmasına çalışılmıştır. Oluşturulan modeller ve bu semivariogram modellerine ait parametreler Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12’de verilmektedir.

Çizelge 4.11. Çalışma alanında deneme öncesi (2007 başlangıç) fiziksel toprak özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri

Özellik	Model ^a	A ^b (m)	Co ^c	Sill (Co+C) ^d	Uzaysal Bağ	MCD ^e (m)	R ² f	RSS ^g	Çap Doğ r ²
Kil	Sph	102	6,4	42,80	14,95	32,53	0,918	30,2	0,529
Kum	Sph	134	5,8	37,40	15,51	42,46	0,933	18,2	0,564
Silt	Sph	37	4,28	9,47	45,20	7,60	0,484	16	0,061
Nem	Exp	165,1	3,51	10,02	35,03	40,22	0,733	1,86	0,033
HA	Exp	30,3	0,0028	0,01	48,28	8,18	0,575	3,479 E-06	0,122
Pen.D	Exp	6	0.0943	0.2956	31.9	1,53	0.1	0.058	0.059

a: Model, sph: küresel exp: üssel

c: Co, Nugget varyansı

e: MCD, ortalama korelasyon mesafesi

h: RSS, kareler toplamının atık değeri

b: A, Range, spatial korelasyon mesafesi

d: Sill (Co+C): Yapısal varyans

f: semivariogram modelinin R2 değeri

Toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliklerinin ifade edilmesinde nugget semivaryansın toplam semivaryansa oranının (Co/Co+C) yüzde olarak ifadesi yaygın olarak kullanılmaktadır. Eğer bu oran ≤ 25 ise değişken kuvvetli uzaysal bağımlı olarak sınıflandırılmakta, 25 ile 75 arasında ise orta derecede uzaysal bağımlı olarak sınıflandırılmaktadır. Bu oran 75 'den fazla ise değişken zayıf uzaysal bağımlı olarak sınıflandırılmaktadır (Cambardella ve ark., 1994; Robertson ve ark., 1997). Uzaysal bağımlılığın yüksek olması, uzaysal bir yapının olduğunun göstergesidir. Çalışılan tarla sınırları içerisinde, deneme başlamadan önce fiziksel toprak özelliklerinden kil ve kum içeriği açısından kuvvetli/orta düzede spatial bir yapıya sahip iken silt içeriği, nem, hakim ağırlığı ve penetrasyon direnci açısından orta düzeyde spatial bağımlılık gösterdikleri anlaşılmaktadır (Çizelge 4.11). Kimyasal özelliklerden orta düzeyde tanımlanmış bir spatial yapıya sahip olan bitkiye yarayışlı fosfor ve potasyum içeriklerinin haricindeki özellikler güçlü spatial yapıya sahiptirler. Hem fiziksel hem de kimyasal özellikler için en uygun semivariogram modelleri küresel (spherical) veya üssel (exponential) olmuştur (Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Çalışma alanında deneme öncesi (2007 başlangıç) kimyasal toprak özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri.

Özellik	Model ^a	A ^b (m)	Co ^c	Sill (Co+C) ^d	Uzaysal Bağ	MCD ^e (m)	R ² ^f	RSS ^g	Çap Doğ. r ²
Kireç	Exp	3,7	0,0233	0,23	10,06	1,25	0,08	0,013	0,015
pH	Exp	7,2	0,0018	0,01	21,69	2,21	0,807	1,458 E-06	0,053
EC	Exp	143,7	296	902,90	32,78	36,22	0,686	12359	0,136
P ₂ O ₅	Exp	15,8	61,5	123,10	49,96	2,96	0,186	5011	0,008
OM	Sph	10,1	0,0031	0,03	9,78	3,40	0,278	8,580 E-05	0,003
N	Modellenemedi								
K ₂ O	Sph	84	18,17	46,07	39,44	19,08	0,846	103	0,304

a: Model, sph: küresel exp: üssel

c: Co, Nugget varyansı

e: MCD, ortalama korelasyon mesafesi

h: RSS, kareler toplamının atık değeri

b: A, Range, spatial korelasyon mesafesi

d: Sill (Co+C): Yapısal varyans

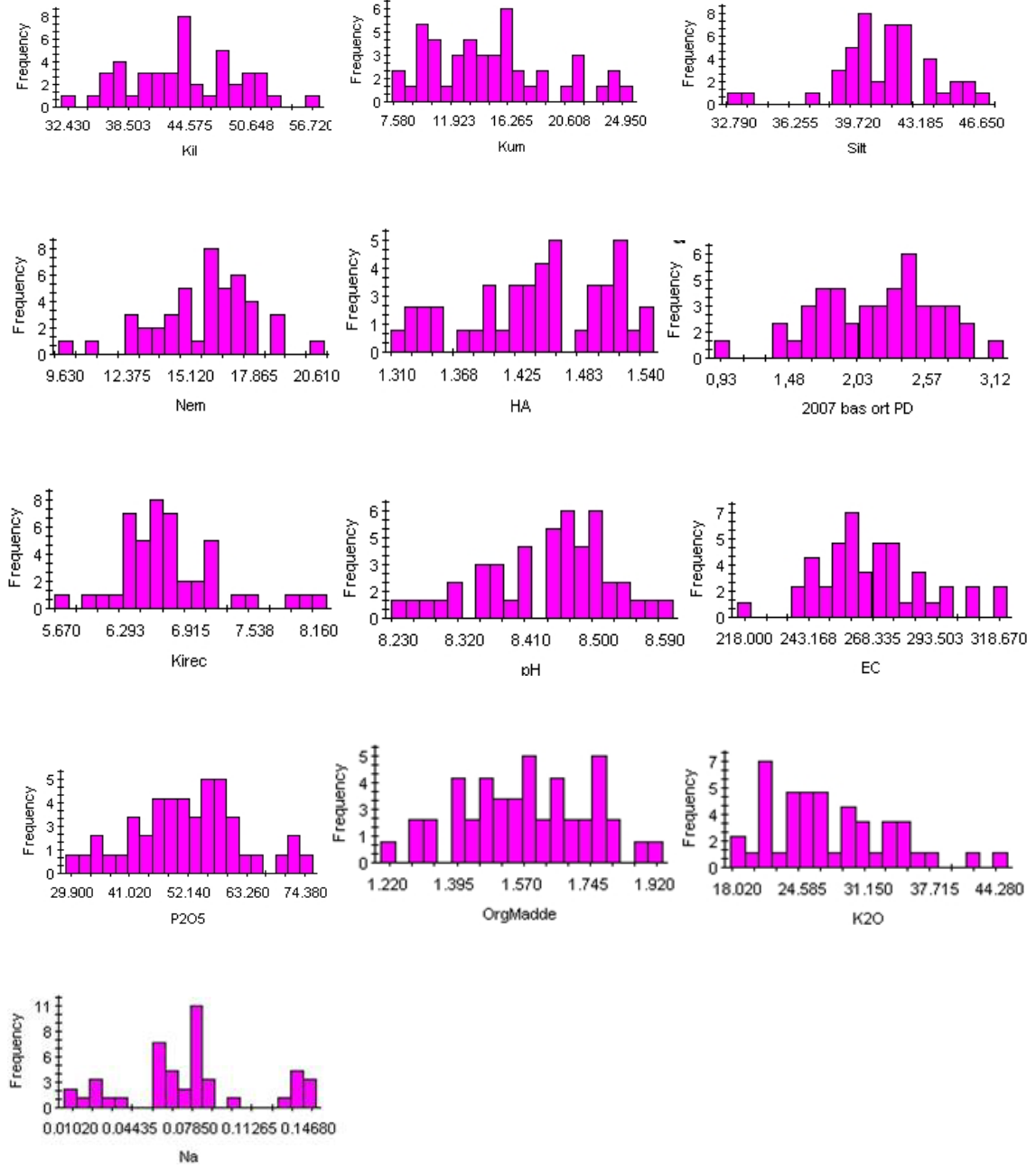
f: semivariogram modelinin R2 değeri

Modelleme ile elde edilen verilerden “nugget”, sıfıra yakın mesafedeki (h) semivaryansın ($\gamma(h)$) pozitif bir değeri olarak ifade edilir. Bu değer, örnekleme hatalarının varyansı ve minimum örnekleme mesafesinden daha kısa mesafedeki uzaysal varyansı yansıtan atık (residual)’tır. Range (A), sill değerine ulaşıldığı andaki mesafenin değeridir. Range değerinden daha geniş bir mesafede birbirlerinden ayrılan örnekler uzaysal olarak bağımsız kabul edilirler. Çünkü farkları tahmin edilen semivaryansları ayırım mesafesinin dışında geçersiz olacaktır (Li ve Heap, 2008). Eğer sill/nugget oranı 1’e yakın ise değişkenliğin çoğu uzaysal olarak bağımlı değildir (Hartkamp ve ark., 1999). Range değeri uzaysal enterpolasyon metodlarında araştırma penceresinin genişliği hakkında da bilgi vermektedir (Burrough ve McDonnel, 1998). Genel bir karşılaştırma yapıldığında toprak fiziksel özelliklerine ait range değerlerinin kimyasal özelliklerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Fiziksel özelliklerden penetrasyon direnci için range değeri 6 m iken hacimsel nem içeriği için 165.1 m olarak bulunmuştur. Penetrasyon direncinden sonra range değeri en düşük diğer toprak özelliğinin hacim ağırlığı olduğu görülmektedir (Çizelge 4.11). Toprağın kimyasal özelliklerinin range değerleri sırası ile kireç<pH<organik madde<yarayışlı

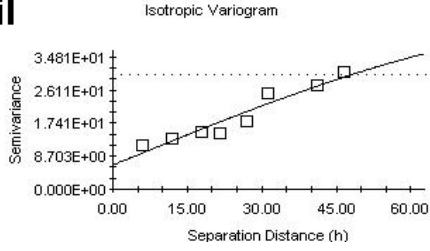
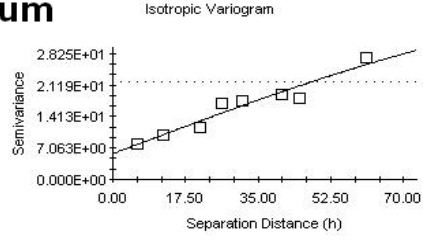
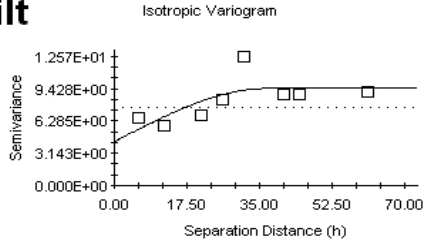
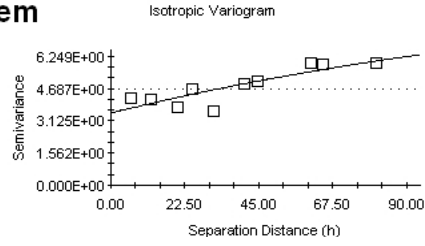
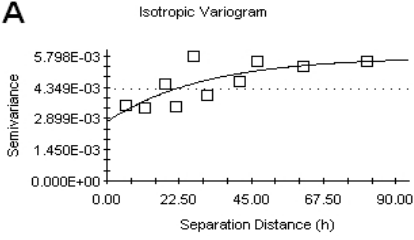
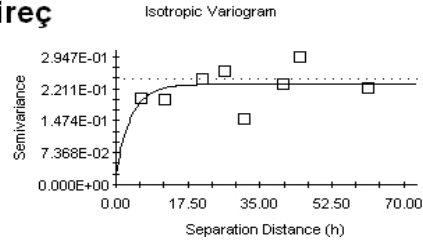
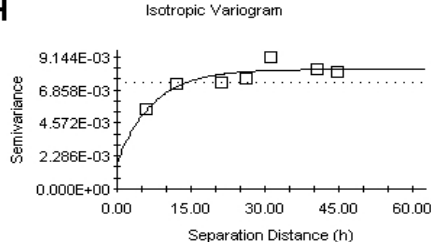
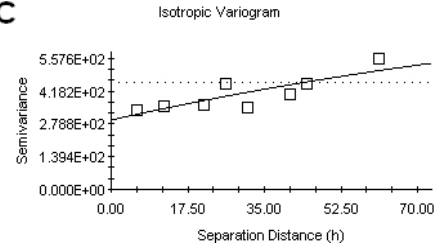
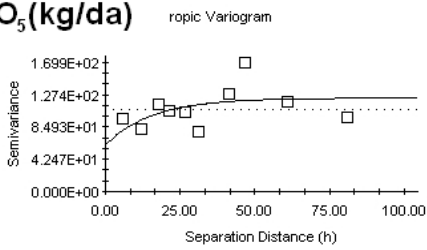
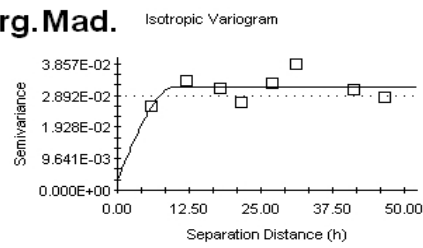
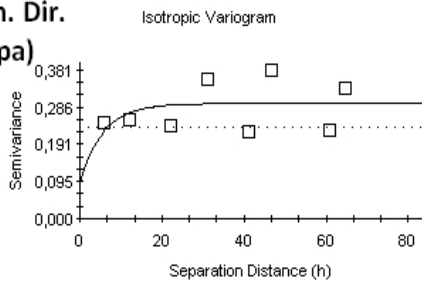
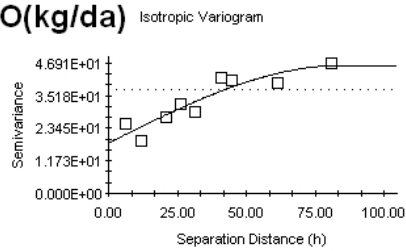
fosfor<yarayışlı potasyum<EC şeklindedir. En düşük olan kireç için 3.7 m olan range değeri EC için 143.1 m olarak bulunmuştur.

Ortalama korelasyon mesafesi olarak tanımlanan MCD değeri, range değerine benzer bir değişim göstermekle birlikte mesafeler oldukça kısadır. Tüm toprak özellikleri içerisinde en düşük MCD değerine sahip özellikler kireç ve organik madde iken (0.14 m ve 0.39 m) en yüksek MCD değerine sahip özelliklerin nem içeriği ile EC (21.69 m ve 17.67 m) olmuştur (Çizelge 4.11 ve 4.12).

Tüm istatistiksel analizlerde olduğu gibi, uygulamalı istatistiğin bir alt kolu olan jeostatistikte de çalışılan veri setinin normal dağılıma sahip olması istenmektedir. Çalışılan özelliklerde normal dağılımın göstergesi olarak yatıklık değerinin ± 1 'den düşük olup olmadığına bakılmıştır. Çalışılan özelliklerin çoğunluğu normal dağılım göstermiştir. Normal dağılıma uymayan özelliklerde belirlenen uç değerler veri setinden çıkarılmıştır. Veri setinden çıkarılan örnek sayısının tüm verinin %5'ini geçmemesine dikkat edilmiştir. Şekil 4.5'de 0-30 cm toprak derinliğinden alınan tüm toprak özellikleri Şekil 4.9 ve 4.13'de ise bitki özelliklerine ait frekansların dağılımı verilmiştir. Çalışılan fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin modellenmesinde küresel (spherical) ve üssel (exponential) modeller kullanılmıştır. Modellerin elde edilmesinde modelin R^2 değeri dikkate alınmış ve en yüksek R^2 değerini veren model seçilmiştir. Elde edilen modeller ve ilgili semivariogramlar Şekil 4.6'da verilmektedir.



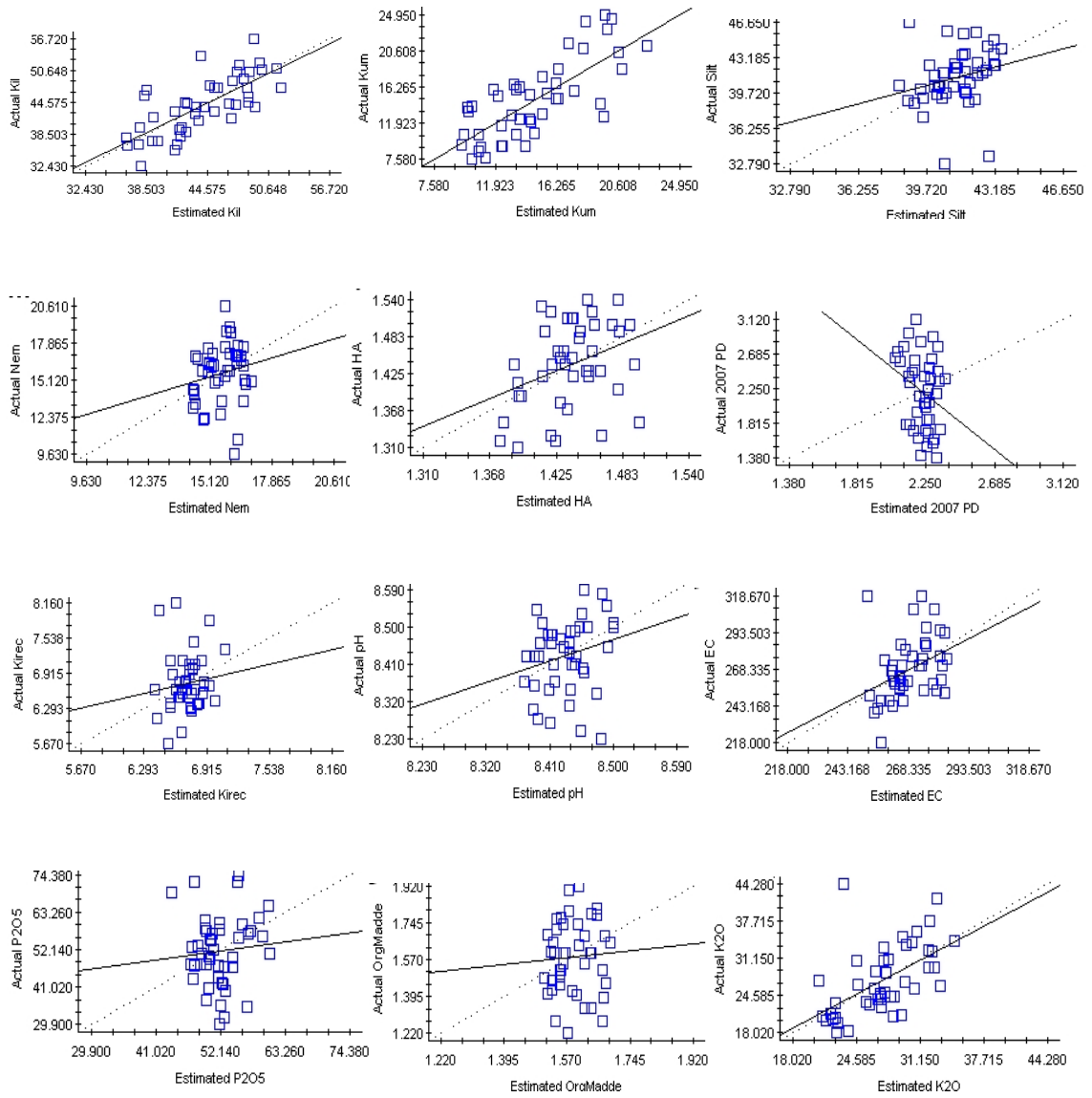
Şekil 4.5. Deneme başlangıcında (2007) tarladan alınan toprak örneklerine ait verilerinin jeoistatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar

Kil**Kum****Silt****Nem****H.A****Kireç****pH****EC****P₂O₅(kg/da)****Org.Mad.****Pen. Dir.
(Mpa)****K₂O(kg/da)**

Şekil 4.6. 2007 yılında deneme öncesi toprak özelliklerine ait semivariogramlar

Jeoistatistikte bir model seçimi ve sonrasında arazi içerisinde örnekleme yapılmadığı noktalarda çalışılan özelliğe ait enterpolasyonlar yapılmadan önce en iyi tahmin yapan modelin belirlenmesi gereklidir. Modelleme çalışmalarının hemen hemen tümünde olduğu gibi, jeoistatistiksel analizlerde de en fazla kullanılan yöntem, gerçek değerler ile bu değerler için yapılan tahminlerin karşılaştırılması şeklindedir. Laboratuvar koşullarında analizi yapılarak belirlenmiş olan örneğe ait değerler veri seti içerisinde çıkarılarak, bu değerlerin geri kalan verilerin ve modelin yardımı ile belirlenmesine çalışılır. Bu şekilde ölçülen her bir değer için tahminler yapılır. Sonunda ölçülen ve tahmini yapılan değerler birbirleri ile karşılaştırılarak saçılım grafiğine yerleştirilir. Saçılım grafiklerinde verilerin 1/1 eğrisine olan uzaklıkları yardımı ile modelin gerçeğe ne kadar yakın doğrulukta tahmin yaptığı konusunda bilgi sahibi olunabilir (Clark, 1986; David, 1976). Buğday hasadının ardından deneme yapılacak alandaki her bir parselin merkezinden alınan toprak örneklerinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri için elde edilen spatial modellerin tahmin yeteneklerini görebilmek için çapraz doğrulama yapılmıştır. Şekil 4.7’de bu toprak özelliklerine ait çapraz değerlendirme saçılım grafikleri verilmektedir.

Çapraz değerlendirme bugüne kadar yapılmış birçok çalışmada modelin tahmininde kullanılmış ve en iyi modelin bulunmasına yardımcı olmak amacı ile faydalanılmıştır. Ancak, çapraz değerlendirmenin sadece enterpolasyon öncesinde başlangıç aşaması için kullanıldığı unutulmamalıdır. Tahminin veya simülasyon modelinin doğruluğunun kesin bir ölçütü değildir (Anonim, 2010b). Haritaları oluşturulmuş olmasına rağmen kil, kum ve yarıyışlı potasyum içeriklerinin haricindeki tüm toprak içeriklerine ait çapraz değerlendirmede elde edilen R^2 değeri çok düşüktür. Bu nedenle bu üç toprak özelliğinin haricindeki toprak özellikleri için oluşturulan modellerin yeterince güvenilir tahmin yapamadıkları söylenebilir (Çizelge 4.12 ve Şekil 4.7).



Şekil 4.7. 2007 yılı deneme öncesi toprakları için yapılan spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri

Semivariogramlar modellendikten sonra deneme alanında analizi yapılan toprak ve bitki özelliklerinin değişimlerini gösteren tahmin haritalarının oluşturulmasında ordinary kriging yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde çapraz değerlendirme R^2 'sinin en yüksek olmasını sağlayacak şekilde 12 ile 20 arasında komşu noktalar yardımı ile interpolasyonlar yapılmıştır. Enterpolasyonlar sonucunda her bir toprak özelliği için elde edilen haritalar sırası ile Şekil 4.8. ve bitki özellikleri için oluşturulan haritalar Şekil 4.12 ve Şekil 4.16'da verilmiştir.

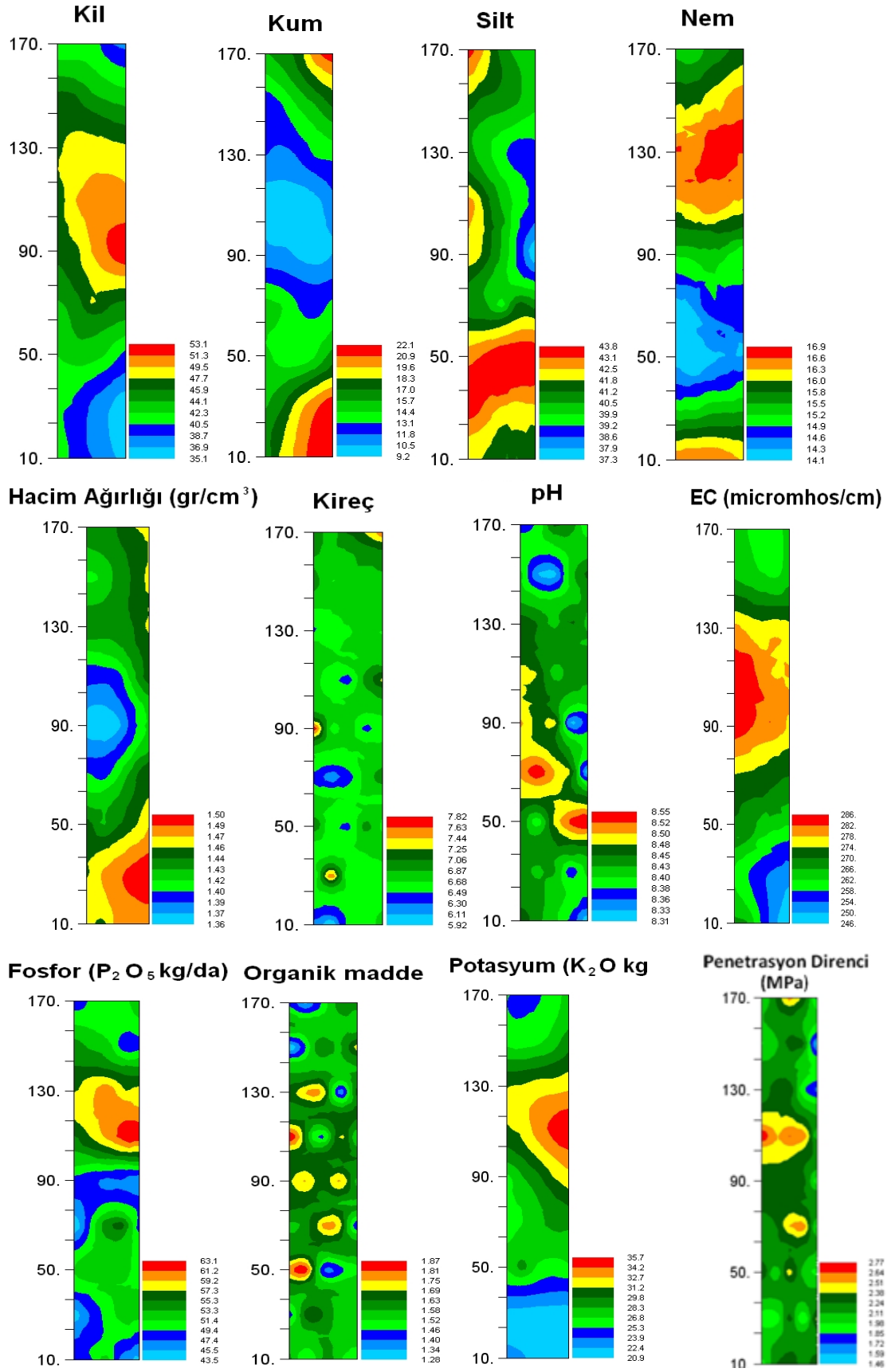
Toprakta 6-9 kg/da P_2O_5 (13,1-19,6 ppm P) miktarı orta, 9-15 kg/da P_2O_5 (19,6-32,75 ppm P) arası ise fazla olarak değerlendirilmektedir (Ülgen ve Yurtseven, 1995). Denemenin yürütüldüğü arazide bitkiye yarayışlı fosfor içeriği (P_2O_5 olarak) 29.90 kg/da ile 74.38 kg/da arasında değişmekte ve ortalama 51.71 kg/da gibi oldukça yüksek düzeyde bulunmaktadır (Çizelge 4.2). Ülkemizde tarımsal üretim yapan küçük çiftçilerin toprak analizlerini dikkate almadan en yoğun olarak kullandıkları gübreler arasında olan fosfor, bitkinin ihtiyacından fazla uygulandığında tüketilemeyen kısım toprakta zamanla birikmektedir. Hareketliliği oldukça düşük olan fosforun yüzey toprağında hasat döneminde dahi bu kadar yüksek düzeyde olması mutlaka izlenmelidir. Zira fosforun yüksek olması çevredeki yüzey sularında ötrofikasyon gibi çevre sorunlarına yol açabilmektedir. Tarla içerisinde fosforun oldukça yoğun olduğu bölgeler, kil içeriğinin daha yüksek olduğu kısımlara denk gelmektedir (Şekil 4.12). Fosfor içeriğinin göreceli olarak daha düşük olduğu arazinin bölümleri çoğunlukla kum içeriğinin yüksek olduğu yerler olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülgen ve Yurtseven (1995) tarafından yapılan fosfor sınıflamasına göre, deneme alanının tamamı yüksek düzeyde fosfor içermektedir.

Tarım alanlarında, bitki gelişimi açısından değişebilir K içeriği 20 kg/da altında olan topraklar potasyum düzeyi az ve 20 ile 60 kg/da arasında olanlar ise yeterli olarak değerlendirilmektedir (Ülgen ve Yurtseven, 1995). Deneme alanında bitkiye yarayışlı potasyum içeriği 15 ile 37 kg/da arasında değişmekte olup ortalama 22.7 kg K/da olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2'de K_2O verilmiştir). Arazideki ortalama değer çalışma başlangıcında yeterli olarak belirtilen aralığın hemen üzerinde yer almaktadır. Ancak arazide 15 kg potasyum olan yerlerin bulunması, potasyum açısından değişkenliğin olduğunu göstermektedir. Potasyum içeriğinin deneme alanındaki dağılımı yarayışlı fosfor içeriğine oldukça benzerlik göstermektedir. Fosfor içeriği gibi kil içeriğinin yüksek olduğu yerlerde yarayışlı potasyum içeriğinin de yüksek olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.8).

Haritası yapılabilen özellikler içerisinde yamalı dağılımı ile organik madde dikkat çekmektedir. Genel anlamda çok yüksek düzeyde organik madde içeriğine sahip olmayan deneme alanında organik maddenin oldukça düzensiz bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.8). Tekstür bileşenlerinden kil ve kum içeriğinin deneme

alanındaki dağılımı toprak özelliklerinin birçoğunun dağılımına benzerlik göstermektedir. Toprağın tekstürünün diğer özellikler üzerine önemli düzeyde etki etmesinin bir sonucu olarak diğer özelliklerinde dağılımları benzer olmuştur. Nem içeriğinin en yüksek olduğu yerlerin kil içeriğinin yüksek olduğu alanlar olduğu görülmektedir.

Silaj mısırın hem verim hem de kalite özelliklerine ait semivariogramlar toprak özelliklerinden farklı bulunmuştur. Toprak özelliklerine nazaran daha uzun bir range değerine sahip olan otlu ve otsuz bitki özelliklerine ait modellerdeki uzaysal bağımlılıkları da yaprak sayısında zayıf ve diğerlerinde ise orta düzeydedir (Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14). Hem semivariogramlara ait R^2 değerleri hem de çapraz doğrulama R^2 değerleri, deneme alanında yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerde belirlenen özelliklerden bitki boyu ve nispeten silaj verimi için kabul edilebilir modeller oluşturulmasına rağmen sap çapı, yaprak sayısı ve koçan sayısı gibi özelliklere ait güvenilir modellerin oluşturulamadığına işaret etmektedir.



Şekil 4.8. Deneme başlangıcında toprak özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları

Çizelge 4.13. 2007 yılı hasat dönemi otlu parsellerde silaj verim ve bitki özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri

Özellik	Model ^a	A ^b (m)	Co ^c	Sill (Co+C) ^d	Uzaysal Bağ	MCD ^e (m)	R ² f	RSS ^g	Çap Doğ r ²
Bitki boyu	Sph	61	0,0102	0,0296	34,46	14,99	0,81	7,93 E-05	0,517
Sap çapı	Exp	90	3,6	7,332	49,10	17,18	0,32	9,75	0,046
Yaprak sayısı	Lin	80,9	0,2813	0,2813	100,00	0,00	0,03	0,03	0.00
Koçan sayısı	Exp	64,7	0,0499	0,1418	35,19	15,72	0,43	3,29 E-03	0,097
Verim	Exp	310.9	623000	1887000	33.02	78,10	0.47	1.16E +11	0.129

a: Model, sph: küresel exp: üssel

c: Co, Nugget varyansı

e: MCD, ortalama korelasyon mesafesi

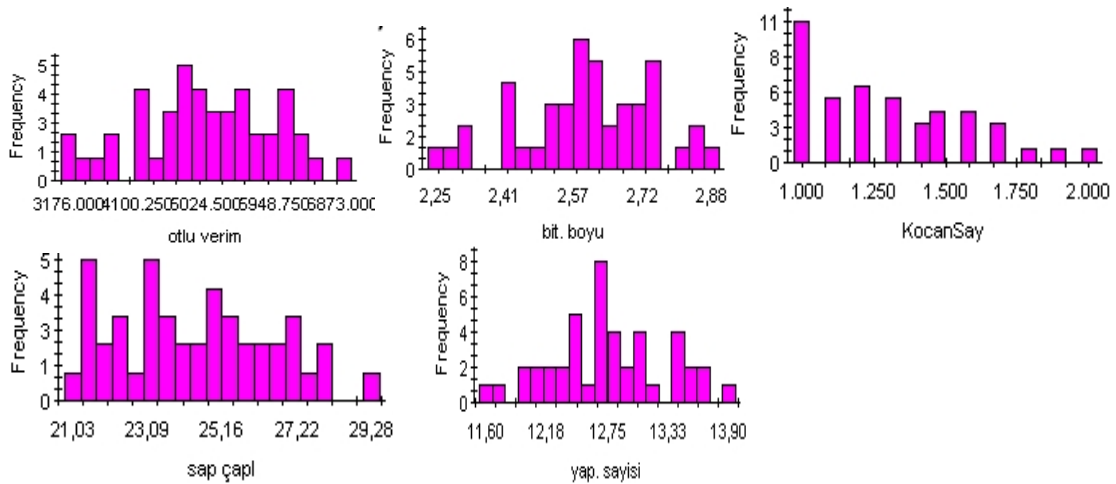
h: RSS, kareler toplamının atık değeri

b: A, Range, spatial korelasyon mesafesi

d: Sill (Co+C): Yapısal varyans

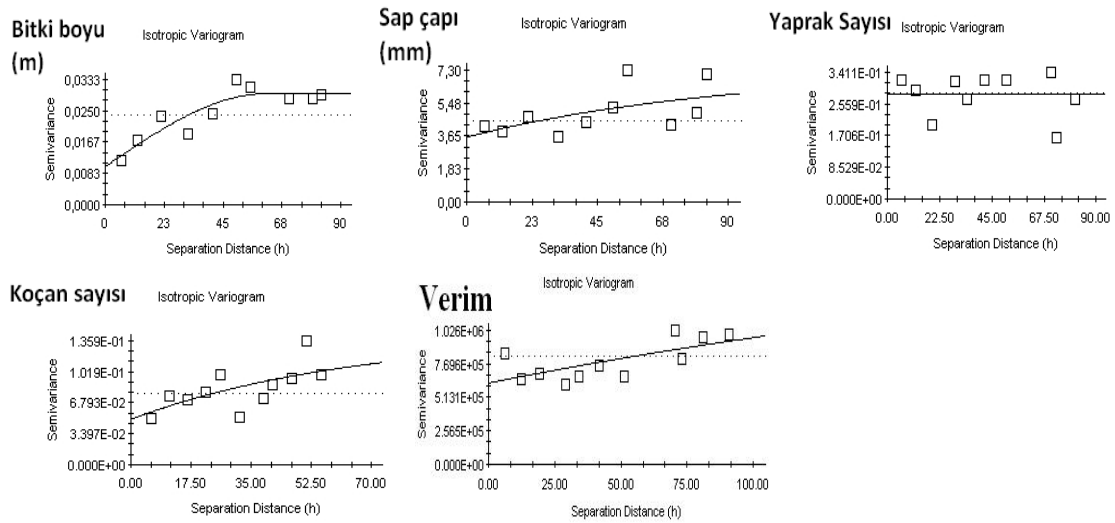
f: semivariogram modelinin R2 değeri

Otlu parsellerdeki verilerin dağılımlarını gösteren frekansların dağılımları Şekil 4.9'da verilmektedir. Koçan sayısı haricindeki özelliklerde frekanslar normal dağılıma oldukça benzerlik göstermektedir. Koçan sayısı her ne kadar sola yatık gibi görünse de yatıklık değeri ± 1 içerisinde olduğundan herhangi bir veri atma veya dönüşüm işlemi yapılmamıştır.

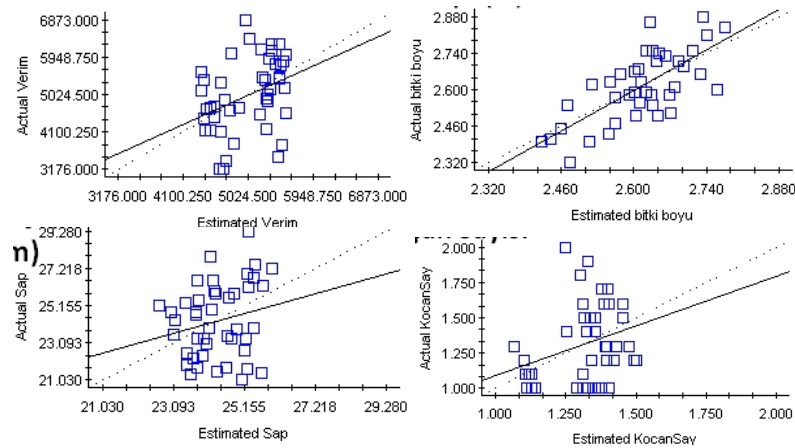


Şekil 4.9. Denemenin ilk yılında (2007) hasat sonrası otlu parsellerdeki bitkisel özelliklere ait verilerinin jeostatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar

Otlu parsellerden alınan bitki örnekleri ve verim için yapılan spatial analiz sonucu elde edilen semivariogramlar Şekil 4.10 ve modellerin güvenilirlikleri için yapılan çapraz değerlendirmelere ait saçılım grafikleri Şekil 4.11’de verilmektedir. Bitki özelliklerinden sap çapı, koçan sayısı ve verim için üssel (exponential), bitki boyu için küresel (spherical) ve yaprak sayısı için doğrusal (lineer) modeller uygun model olarak kabul edilmişlerdir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. 2007 yılında hasat dönemi otlu parsellerden elde edilen bitki özelliklerine ait semivariogramlar

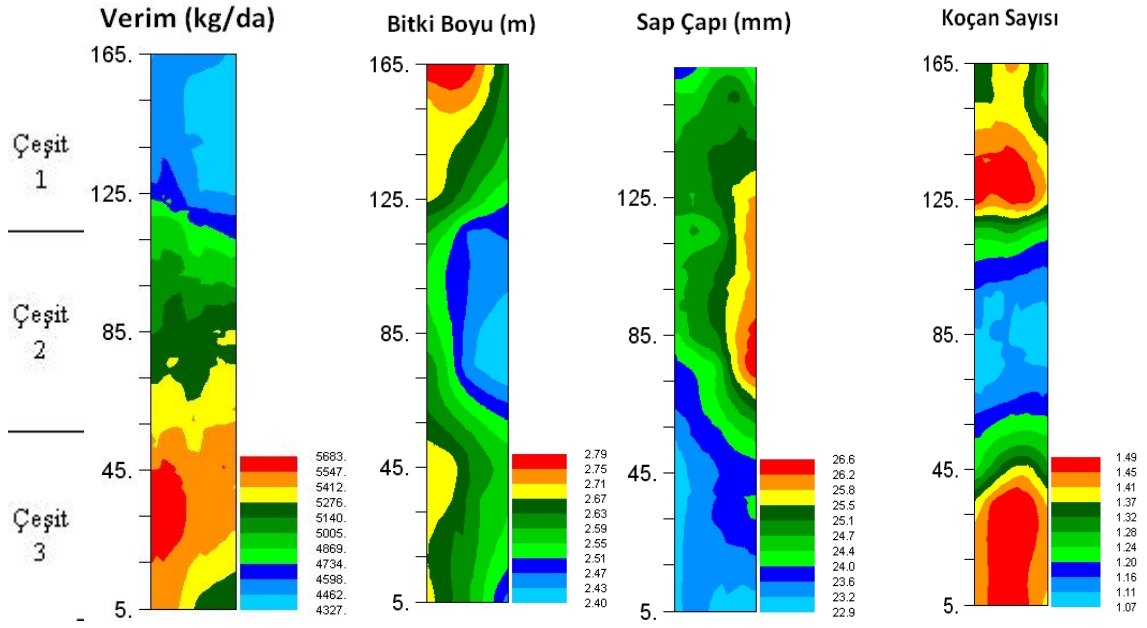


Şekil 4.11. 2007 yılı hasat döneminde otlu parsellerdeki bitki özelliklerine ait spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri

Bitkisel özelliklerin deneme alanındaki dağılımları incelenirken, alanda üç ayrı mısır hibritinin kullanıldığı akıldan çıkarılmamalıdır. FAO değerleri birbirlerinden farklı olan ve aynı gün bitki ekimleri yapılan bitkilerin gelişim düzeylerindeki farklılıklar dikkate alınmalıdır. Bu bağlamda Girona (FAO 450), Borja (FAO 500) ve Mataro (FAO 550) çeşitleri ekilmiştir. Verimin yüksek olduğu yerlerde ekilen çeşit Girona ve verimin düşük olduğu yerlerde ekilen çeşit ise Mataro'dur. Çeşidin genel anlamda veriminin düşük olmasının temeldeki nedeni toprak özelliklerindeki değişkenlikten ziyade çeşidin erken gelişme yeteneğidir denilebilir.

Arazinin kuzey-güney yönünde verimin düzenli bir şekilde artışı söz konusudur. Bu artışın genel anlamda nedeni, güney uca ekilen çeşidin daha düşük FAO değerine sahip olması ve daha erken olgunluğa erişiyor olmasındandır. Koçanlardaki danelerin doluluğu bu kısımdaki verimin yüksek olmasına neden olmuştur. Bu şekilde deneme alanında kullanılan üç ayrı hibritin haritada net bir şekilde ayırt edilebildiğinden bahsedilebilir. Bununla birlikte, her bir bölgenin kendi içerisinde görülen değişimin nedeni bu bölgedeki toprak özelliklerindeki değişkenlikten kaynaklanmaktadır. Toprak özelliklerindeki değişkenlik aynı hibritin deneme alanı içerisinde veriminde farklılaşmaya neden olmuştur. Koçan sayısı açısından girona ve mataro çeşitlerinin benzer özelliklere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu özellik için dahi deneme alanı üç ayrı bölgeye ayrılmakla birlikte her bir bölgenin içerisinde hibrit haricinde nedenlerden dolayı bir farklılaşma görülmüştür.

Çalışmanın ilk yılında hasat sonrası otsuz parsellerde yapılan ölçümlerde elde edilen değerlerin spatial analizleri neticesinde bu özelliklerin modellenmesinde otlu parsellerde küresel, üssel ve doğrusal modeller en uygun modeller olarak belirlenirken, otsuz parsellerde üssel ve küresel en uygun modeller olmuştur. Otlu parseller için yaprak sayısına, sap çapı ve koçan sayısına ait güvenilir modeller oluşturulamamış, ancak sap çapı ve koçan sayısı için krigleme haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.12). Otsuz parseller baz alındığında ise, çapraz doğrulama ve modelin R² değerleri dikkate alındığında verim, yaprak sayısı ve koçan sayısı için güvenilir modellerin oluşturulamadığı görülmüştür (Çizelge 4.14). Güvenilir olmamalarına rağmen bu özellikler için de kriglemeler yapılarak dağılım haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.16).



Şekil 4.12. 2007 yılı hasat döneminde otlu parsellerdeki verim ve bitki özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları

Çizelge 4.14. 2007 yılı hasat dönemi otsuz parsellerde silaj verim ve bitki özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri

Özellik	Model ^a	A ^b (m)	Co ^c	Sill (Co+C) ^d	Uzaysal Bağ	MCD ^e (m)	R ² ^f	RSS ^g	Çap Doğ r ²
Bitki boyu	Exp	210,9	0,0087	0,0334	26,05	58,49	0,51	5,72 E-03	0,23
Sap çapı	Sph	68,1	3,24	8,853	36,60	16,19	0,70	12,1	0,23
Yaprak sayısı	Exp	10,3	0,1387	0,2784	49,82	1,94	0,25	0,012	0,00
Koçan Sayısı	Exp	30	0,0164	0,0576	28,47	1,63	0,14	1,124	0,03
Verim	Exp	112,5	542000	1242000	43,64	23,78	0,25	2,83E +11	0,00

a: Model, sph: küresel exp: üssel

c: Co, Nugget varyansı

e: MCD, ortalama korelasyon mesafesi

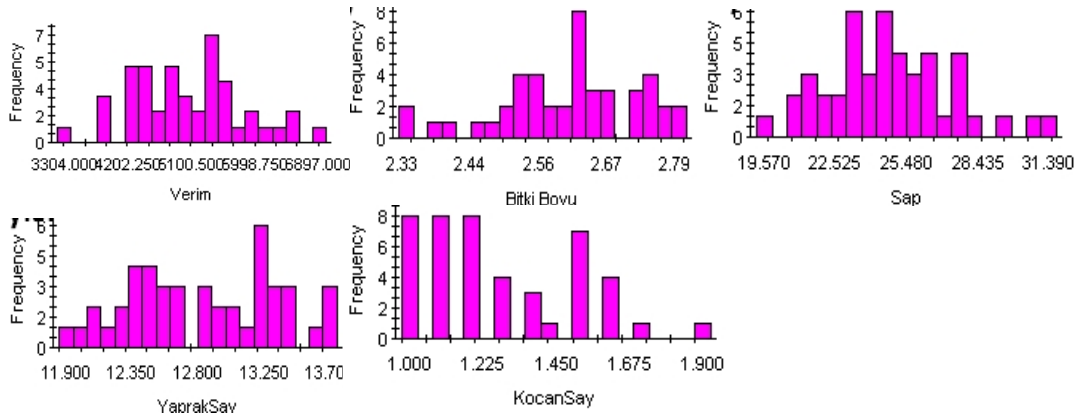
h: RSS, kareler toplamının atık değeri

b: A, Range, spatial korelasyon mesafesi

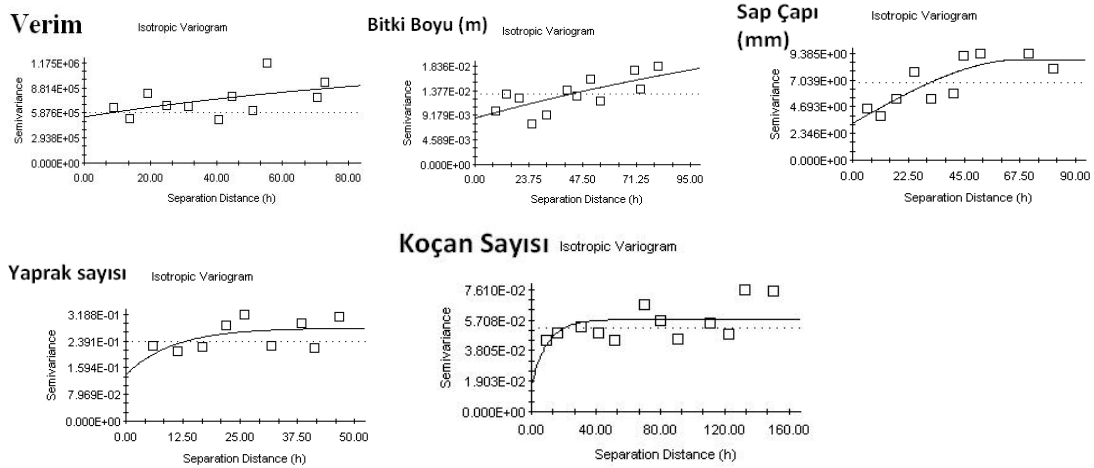
d: Sill (Co+C): Yapısal varyans

f: semivariogram modelinin R2 değeri

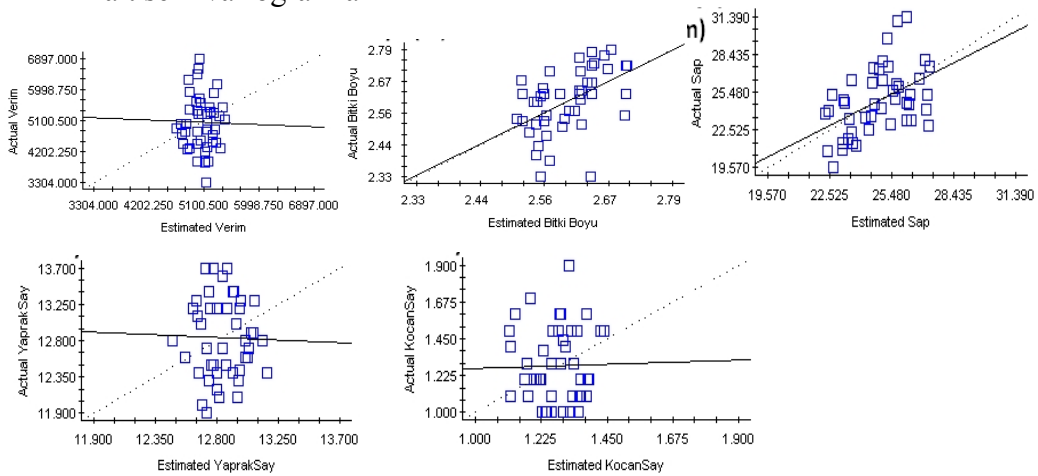
Otsuz parseller dikkate alınarak yapılan spatial analiz neticesinde silaj verimi dahil tüm bitkisel özelliklerin orta derecede iyi tanımlanmış spatial yapılarının olduğu anlaşılmaktadır (Uzaysal Bağ.= %25-%75). Uzaysal bağımlılığın en yüksek olduğu bitkisel özellik 210,9 m ile bitki boyu iken en düşük uzaysal bağımlılık 10,3 m ile yaprak sayısına aittir (Çizelge 4.14).



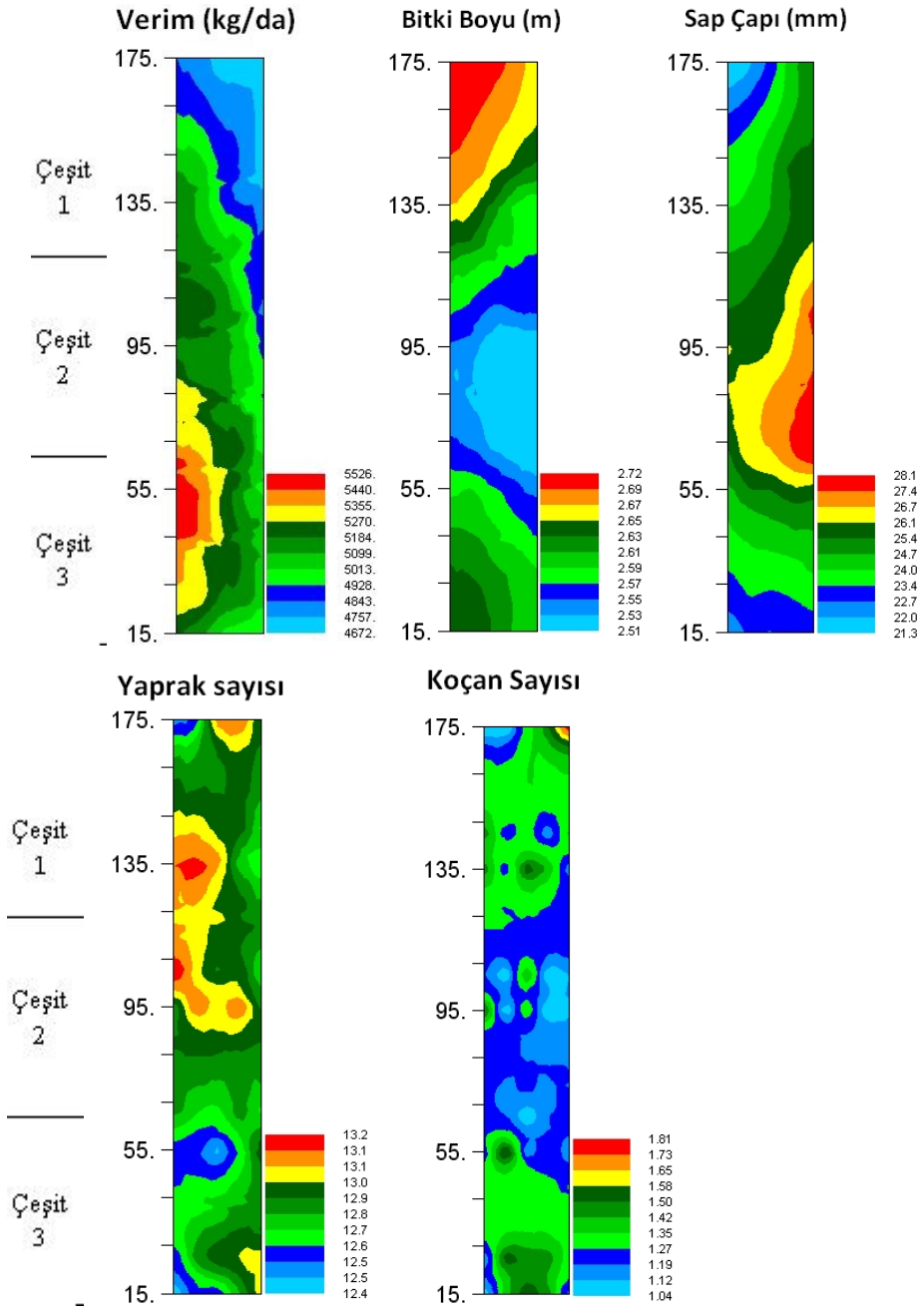
Şekil 4.13. Denemenin ilk yılında (2007) hasat sonrası otsuz parsellerdeki bitkisel özelliklere ait verilerinin jeostatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar



Şekil 4.14. 2007 yılında hasat dönemi otsuz parsellerden elde edilen bitki özelliklerine ait semivariogramlar



Şekil 4.15. 2007 yılı hasat döneminde otsuz parsellerdeki bitki özelliklerine ait spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri.



Şekil 4.16. 2007 yılı hasat döneminde otsuz parsellerdeki verim ve bitki özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları

Otsuz parsellerde belirlenen bitki özellikleri ve verim haritaları otlu parsellerdekine benzemekle birlikte yabancı ot mücadelesi yapıldığında arazinin orta kısmında ekili olan borja çeşidinin de arazinin güneyindeki girona kadar verimli olabileceğini göstermiştir. Bu iki alandaki verimin dağılımı kuzeydeki çeşitten (mataro) tamamen farklıdır (Şekil 4.16).

4.2.2. Çalışma Sonu (2009)

Deneme alanının jeoistatistiksel analizlerinde otlı ve otsuz parsellerden alınan örnekler bağımsız. Yani aynı deneme alanı sınırlarında penetrasyon direnci haricinde çalışılan her bir özellik için iki ayrı harita oluşturulmuştur. Tezin bu bölümünde çalışma sonu (2009) için otlı ve otsuz örneklerin deneme alanındaki spatial dağılımlarının modellendiği semivariogramlar ve ilgili parametreleri ile birlikte dağılım haritaları verilerek tartışmalar yapılmaktadır. Deneme alanının konumu değişmediğinden dolayı toprak tekstür analizleri yenilenmemiştir. Tekstür toprağın değişmeyen özelliklerinden biri olduğu için bir alanda bir kez belirlendiğinde yeniden belirlenmesine ihtiyaç duyulmaz. Deneme bitiminde silaj hasadını takiben otlı parsellerden alınan toprak özelliklerinin spatial analizlerine ait parametreler Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Çalışma alanında deneme sonrası (2009) otlı parsellerden alınan toprakların özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri

Özellik	Model ^a	A ^b (m)	Co ^c	Sill (Co+C) ^d	Uzaysal Bağ	MCD ^e (m)	R ^{2 f}	RSS ^g	Çap Doğ r ²
Nem	Sph	128,2	0,829	2,18	38,10	29,79	0,74 4	0,52	0,220
HA	Sph	135,5	0,0016	0,00	34,04	0	0,94 1	1,323 E-07	0,255
Kireç	Sph	12,2	0,0086	0,16	5,24	4,33	0,21 2	8,048 E-03	0,164
pH	Sph	41,6	0,0027	0,01	32,93	11,39	0,66 8	1,11 E-05	0,373
EC	Exp	10,7	959	2432,00	39,43	2,43	0,14 1	3,918 E+06	0,001
P ₂ O ₅	Exp	4,7	54,6	329,30	16,58	1,47	0,06 9	1303 3	0,069
OM	Exp	4,7	0,008	0,04	21,80	1,41	0,04 9	7,332 E-04	0,014
N	Sph	16,1	0	0,00	0,00	0	0,14 8	8,491 E-09	0,006
K ₂ O	Exp	168,4	15,8	52,60	30,04	44,18	0,63 2	126	0,278
Ca	Exp	147,5	0,839	2,46	34,13	36,45	0,67 2	0,212	0,358
Na	Sph	20,1	0,0012	0,01	12,77	6,63	0,64 8	5,012 E-06	0,016

a: Model, sph: küresel exp: üssel

c: Co, Nugget varyansı

e: MCD, ortalama korelasyon mesafesi

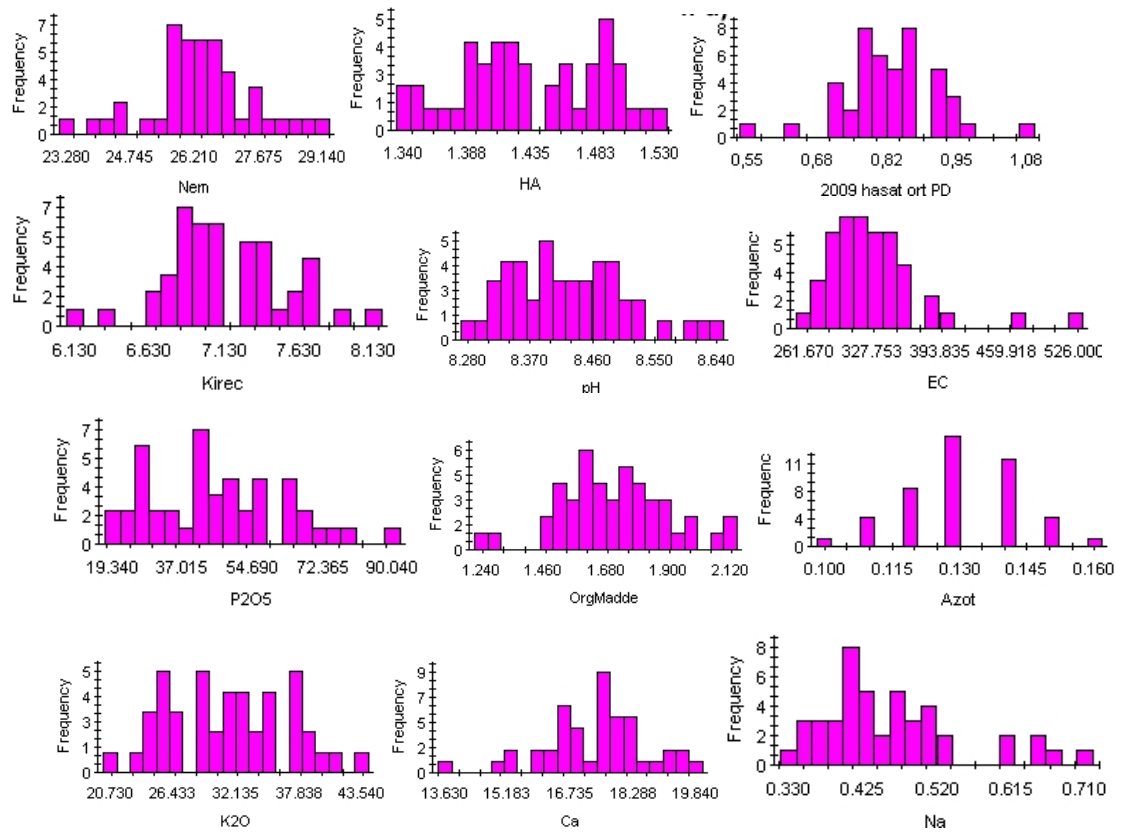
h: RSS, kareler toplamının atık değeri

b: A, Range, spatial korelasyon mesafesi

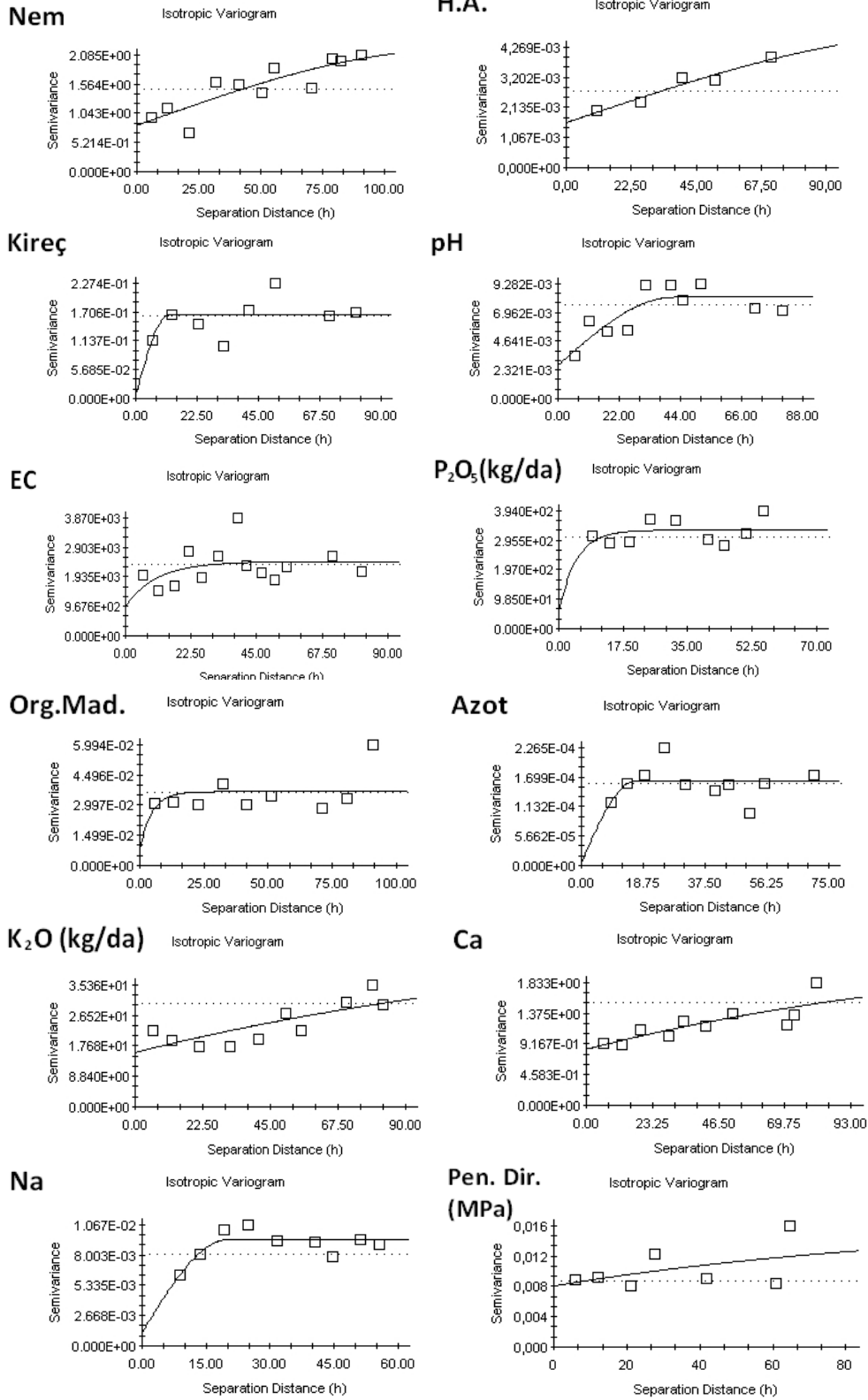
d: Sill (Co+C): Yapısal varyans

f: semivariogram modelinin R² değeri

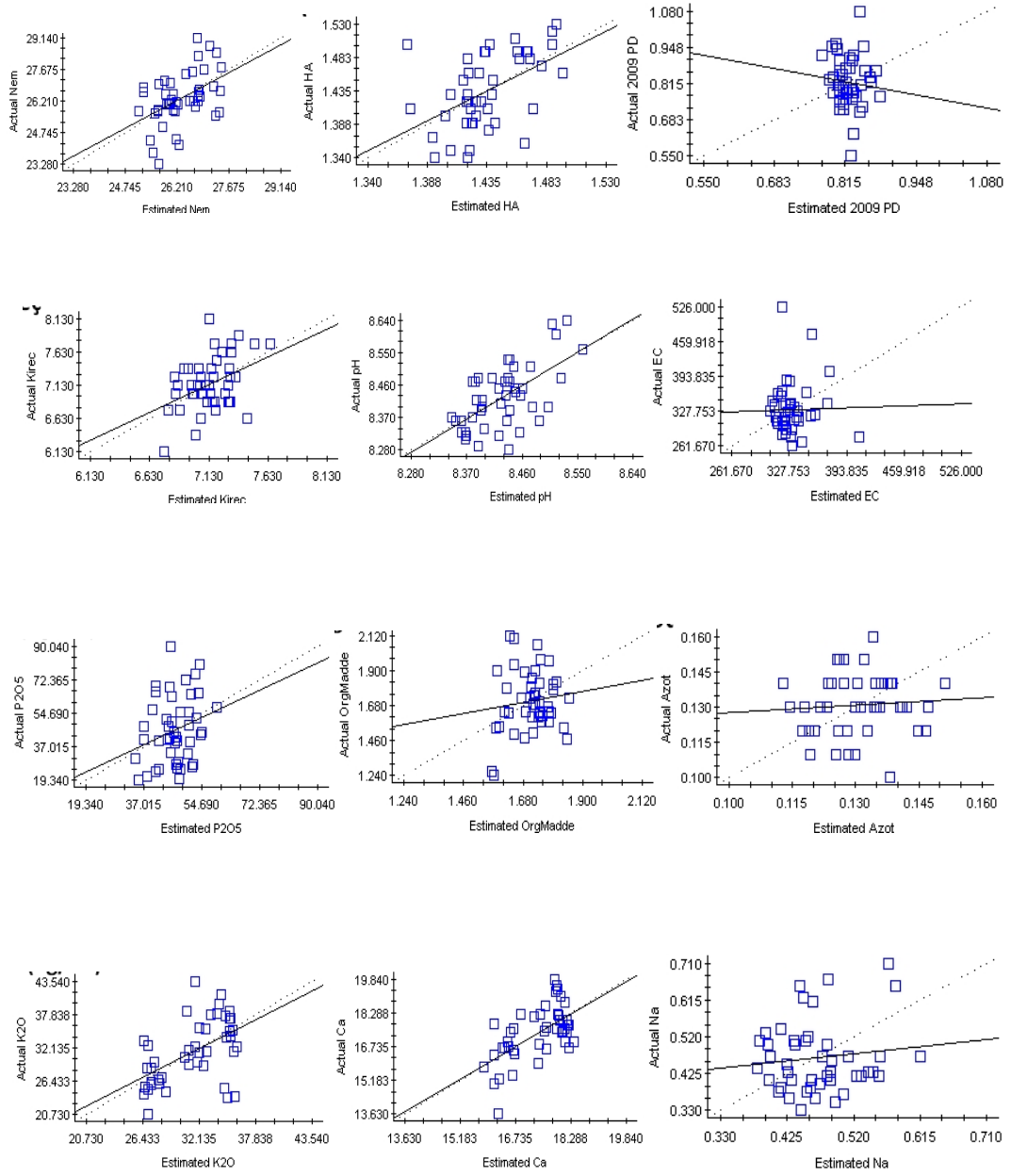
Hasat döneminde yabancı otlu parseller baz alınarak yapılan modellemelerde kireç içeriği, elektriksel iletkenlik (EC), bitkiye yarayışlı fosfor, organik madde ve toplam azot içerikleri için güvenilir tahmin yapan modeller oluşturulamamıştır. Bunun haricindeki tüm toprak özellikleri için çok yüksek güvenilirlikte olmasa da oluşturulan semivariogramlar yardımı ile dağılım haritaları oluşturulmuştur (Çizelge 4.15). Otlu parsellerden oluşturulan haritalarda range mesafesi en yüksek olan toprak özelliği bitkiye 168,4 m ile yarayışlı potasyum içeriği iken en düşük range mesafesinin yarayışlı 4,7 m ile fosfor ve organik madde olduğu bulunmuştur. Kireç içeriği, fosfor, organik madde ve değişebilir sodyum içeriği güçlü bir spatial yapı gösterirken toplam azot haricindeki diğer tüm toprak özelliklerinin orta düzeyde bir spatial yapıya sahip oldukları anlaşılmaktadır.



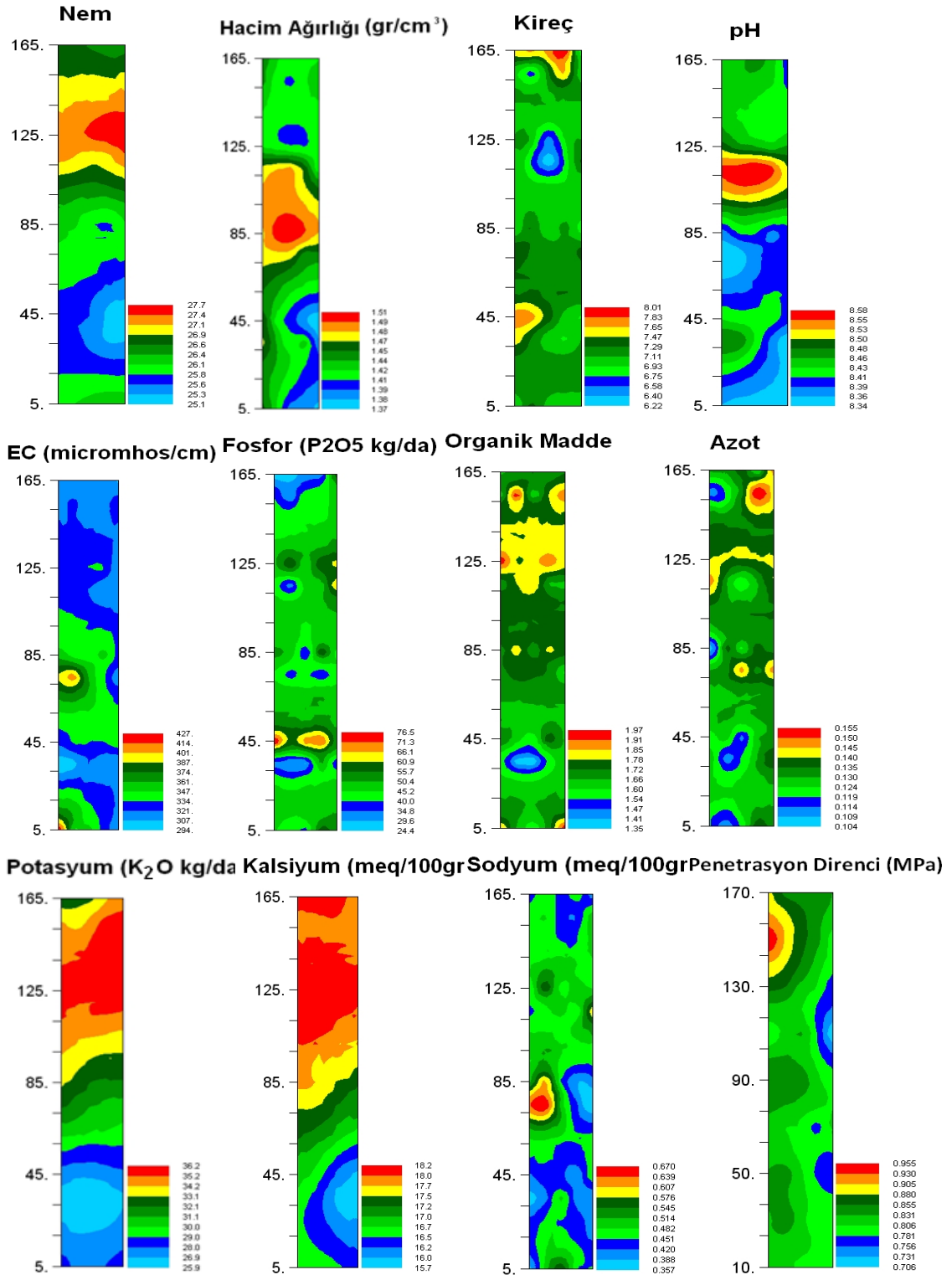
Şekil 4.17. Deneme sonunda (2009) hasat sonrası otlu parsellerdeki toprak özelliklerine ait verilerinin jeostatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar



Şekil 4.18. 2009 yılında hasat dönemi otlu parsellerden elde edilen toprak özelliklerine ait semivariogramlar.



Şekil 4.19. 2009 yılı hasat döneminde otlu parsellerdeki toprak özelliklerine ait spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri.



Şekil 4.20. Deneme sonunda otlu parsellerdeki toprak özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları.

2009 yılı hasat döneminde otlu ve otsuz parsellerden alınan bitkilerin özelliklerine ait semivariogram parametreleri, çapraz değerlendirme R^2 değerleri Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.18’de verilmiştir. Otlu parsellerde koçan sayısı ve verim haricindeki özellikler için güvenilir bir modelleme yapmak mümkün olmamıştır. Hem modellere ait R^2 değerlerinin düşük, RSS değerlerinin yüksek ve çapraz değerlendirme R^2 ’lerinin düşük olması modelin örneklenmeyen noktalar için tahmin yeteneğinin zayıf olduğunu göstermektedir. Otlu ve otsuz parsellere ait semivariogram model parametreleri karşılaştırıldığında spatial bağımlılık mesafesi olan range değerlerinin sap çapı haricinde benzerliği dikkati çekmektedir. Otsuz parseller için daha yüksek spatial bağımlılığın olduğu söylenebilir. Çalışılan tüm bitkisel özelliklerin spatial bağımlılıkları oldukça güçlü görünmektedir (<%25) (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.16. Çalışma alanında deneme sonrası (2009) otlu parsellerden alınan bitki örneklerine ait özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri

Özellik	Model ^a	A ^b (m)	Co ^c	Sill (Co+C) ^d	Uzaysal Bağ	MCD ^e (m)	R ^{2 f}	RSS ^g	Çap Doğ r ²
Bitki boyu	Lin	72,9	0,0458	0,0458	100	0,00	0,003	8,993 E-04	0,048
Sap çapı	Exp	156,2	5,32	15,649	34,0	38,66	0,438	17,1	0,056
Yaprak sayısı	Exp	85,4	0,493	1,038	47,50	16,81	0,443	0,156	0,097
Koçan sayısı	Sph	86,2	0,1312	0,3164	41,47	18,92	0,744	0,012 6	0,269
Verim	Exp	224,2	719000	1866000	38,5	51,68	0,628	5,44E +11	0,291

a: Model, sph: küresel exp: üssel

c: Co, Nugget varyansı

e: MCD, ortalama korelasyon mesafesi

h: RSS, kareler toplamının atık değeri

b: A, Range, spatial korelasyon mesafesi

d: Sill (Co+C): Yapısal varyans

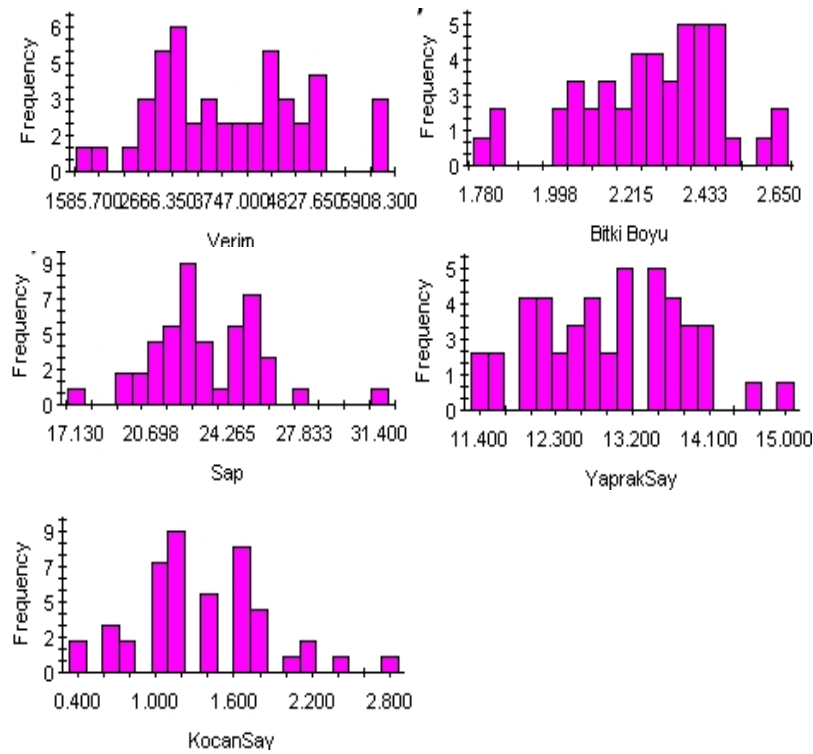
f: semivariogram modelinin R2 değeri

Weber (1987) spatial yapının zayıf olmasının temel nedeninin çalışma alanındaki çevresel faktörlerden ziyade genetik faktörlerden kaynaklandığını belirtmiştir. Johnson ve ark. (2002) benzer bir şekilde pamuk bitkisinin lif özelliklerinin çoğunlukla pamuğun genetik özellikleri tarafından kontrol edildiğini rapor etmişlerdir. Miao ve ark. (2006)’da mısır verimi ve kalite parametrelerinin spatial analizlerini yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar rapor etmiş ve genetik etkinin önemine dikkat çekmişlerdir.

Bu çalışmada da aynı deneme alanında üç ayrı hibrit çeşidinin ekilmiş olmasının bazı bitki özellikleri için spatial yapının zayıf çıkmasına neden olduğu düşünülebilir.

Spatial korelasyon mesafesi (A) değerleri otlu parseller için 72.9 m (bitki boyu) ile 224.2 m (verim) arasında değişmiştir. Otsuz parsellerde ise range değeri 31.1 m (sap çapı) ile 210.9 m (verim) arasında değişmiştir (Çizelge 4.16 ve 4.18). En az korelasyon mesafesi (MCD) de range değerine benzer bir şekilde değişmiştir.

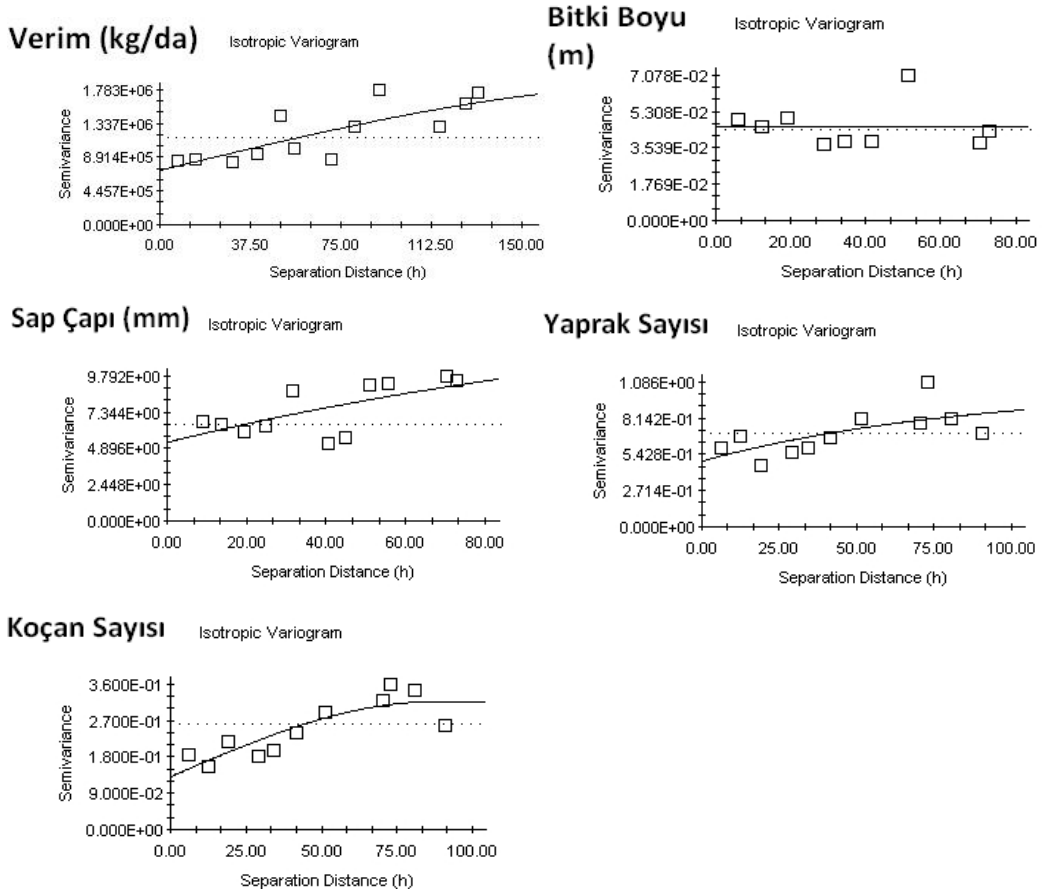
Çalışılan bitkisel özelliklere ait veri setleri hem otlu hem de otsuz parsellerde normal dağılıma yakın bir dağılım gösterdiği tanımlayıcı istatistiklerin verildiği çizelgelerde görüldüğü gibi bu bölümde verilen (Şekil 4.21 ve Şekil 4.29) frekans dağılımlarında da açık bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.21. Deneme bitiminde (2009) tarladan otlu parsellerden alınan bitkilere ait verilerinin jeostatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar

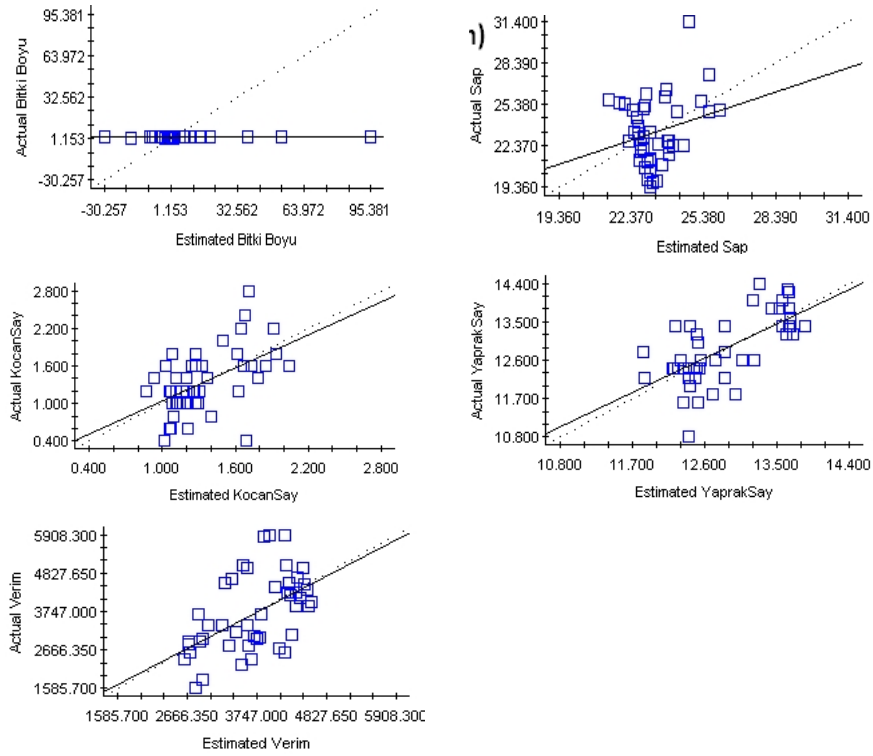
Otlu parsellerden alınan bitki özelliklerinin modellenmesinde doğrusal, üssel ve küresel izotropik modeller en uygun modeller olarak seçilirken, otsuz parsellerde tüm özelliklerin spatial analizlerinde küresel semivariogram modelleri en uygun modeller olarak seçilmiştir (Şekil 4.22 ve Şekil 4.30). Otlu parsellerde bitki boyu için modelde

saf nugget etkisi denilen bir durum ortaya çıkmıştır. Bu modelde sill semivaryans değerinin belirli bir düzende artıp azalması söz konusu değildir. Yani tanımlanan tüm lag mesafeleri için elde edilen semivaryans değerleri birbirlerine oldukça yakın olduğundan dolayı bu saf nugget etkisi bulunmuştur (Şekil 4.22).



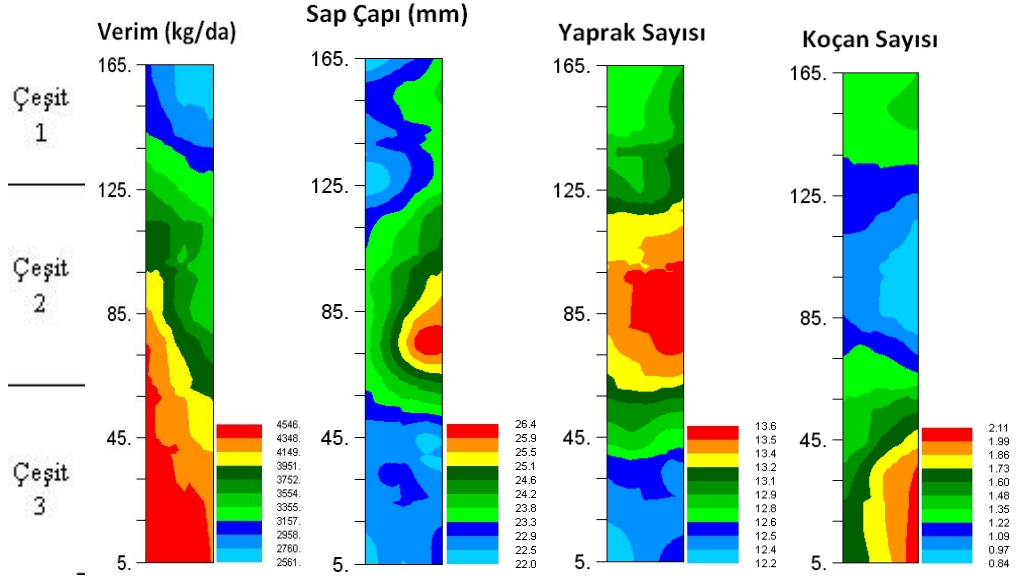
Şekil 4.22. 2009 yılında hasat dönemi otlı parsellerden elde edilen bitki özelliklerine ait semivariogramlar

Otlu parsellerde bitki özelliklerinin örneklenmeyen noktalardaki değerlerinin tahmini için kullanılan semivariogram modelinin ne kadar güçlü tahmin yaptığını belirleyebilmek için çapraz doğrulama testi yapılmıştır. Bu teste ait saçılım grafikleri Şekil 4.23'te ve veriler Çizelge 4.16'da verilmektedir. Şekil 4.22'de özellikle bitki boyu için oluşturulan saçılım grafiğinde de modelin bitki boyu için yaptığı tahminin ne denli hatalı olabileceği anlaşılmaktadır. Model sabit bir bitki boyu için (1,153 m) yaklaşık 95 m'ye kadar bitki boyu tahmini yapmaktadır (Şekil 4.23). Bundan dolayı, harita oluşturma aşamasında bitki boyuna ait dağılım haritası oluşturulmamıştır.



Şekil 4.23. 2009 yılı hasat döneminde otlu parsellerdeki bitki özelliklerine ait spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri

Uygun semivariogram modellerinin kullanılması ve basit krigleme yöntemi ile yapılan enterpolasyonlar sonucunda deneme alanının örnekleme yapılmayan diğer noktaları için de veriler üretilmiş ve çalışılan her bir özelliğin alandaki dağılımını gösteren haritalar oluşturulmuştur (Şekil 4.24 ve Şekil 4.32). Silaj mısır verimi için otsuz parsellerdeki verim ile elde edilen dağılım haritasında iki önemli husus dikkati çekmektedir. Bunlardan birincisi oluşturulan dağılım haritasına tüm deneme alanı dikkate alınarak bakıldığında üç farklı mısır çeşidinin ekiliş yerlerinin çok net bir şekilde belirlenebildiği görülmektedir. İkinci konu ise, her bir çeşidin bulunduğu arazi bölümleri içerisinde yer alan değişkenliktir. Bu değişkenlik büyük bir olasılıkla arazi içerisinde görülen toprak özelliklerine bağlı değişimin bir göstergesidir. Çeşit aynı olmasına rağmen verim ve diğer özelliklerdeki değişkenliğin olmasının temelde nedeni çok kısa mesafede değişim gösteren toprak özellikleridir. Sap çapına ait harita incelendiğinde birinci ve üçüncü çeşidin sap çaplarının ikinci çeşide oranla daha düşük olduğu ilk bakışta anlaşılabilir. Yaprak sayısı açısından da iki nolu çeşidin yaprak sayısının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu değişimlerin otsuz parseller için oluşturulan haritalarda da benzer olduğu görülmektedir (Şekil 4.32).



Şekil 4.24. Deneme sonunda otlu parsellerdeki bitki özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları

Çalışma sonunda silaj hasadının ardından herbisit uygulana parsellerden alınan toprak örneklerinin spatial analizlerine ait parametreler Çizelge 4.17’de verilmiştir. Otsuz parsellerden alınan toprak örneklerinde belirlenen tüm toprak özelliklerinin dağılımları normal dağılım kabul edilebilecek düzeydedir (Şekil 4.25). Kireç içeriği ve EC için en uygun model üssel iken diğer tüm toprak özellikli için en uygun modelin küresel olduğu bulunmuştur (Şekil 4.26). Spatial bağımlılığın kaybolduğu en kısa mesafe ise 8.9 m ile pH’ya ait iken en uzun mesafe 211.9 m ile hacimsel nem içeriğine aittir. Hacimsel nem içeriği, pH, fosfor ve değişebilir kalsiyum içerikleri deneme alanında güçlü bir spatial yapı ve diğer tüm çalışılan özellikler orta düzeyde güçlü bir spatial yapıya sahiptirler (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Çalışma alanında deneme sonrası (2009) otsuz parsellerden alınan toprakların özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri

Özellik	Model ^a	A ^b (m)	Co ^c	Sill (Co+C) ^d	Uzaysal Bağ	MCD ^e (m)	R ² f	RSS ^g	Çap Doğ r ²
Nem	Sph	211,9	0,679	3,47	19,58	32,53	0,901	0,279	0,402
HA	Sph	20,2	0,0005	0,00	29,41	63,91	0,319	8,096 E-07	0,185
Kireç	Exp	32	0,1221	0,25	49,80	0	0,661	4,226 E-03	0,026
pH	Sph	8,9	0,0004	0,01	7,27	6,14	0	4,274 E-05	0,001
EC	Exp	125,6	1736	4242,00	40,92	3,20	0,566	1,28 E+06	0,141
P ₂ O ₅	Sph	17,2	22,6	230,20	9,82	27,82	0,271	7918	0,003
OM	Sph	176,2	0,0166	0,04	38,88	5,82	0,499	1,063 E-04	0,131
N	Modellenemedi								
K ₂ O	Sph	23,4	18,1	57,68	31,38	6,02	0,44 9	344	0,141
Ca	Sph	9,5	0,106	1,01	10,45	3,19	0	0,386	0,027
Na	Sph	20,9	0,0023	0,01	35,94	11782,7 3	0,28 9	5,033 E-06	0,042

a: Model, sph: küresel exp: üssel

c: Co, Nugget varyansı

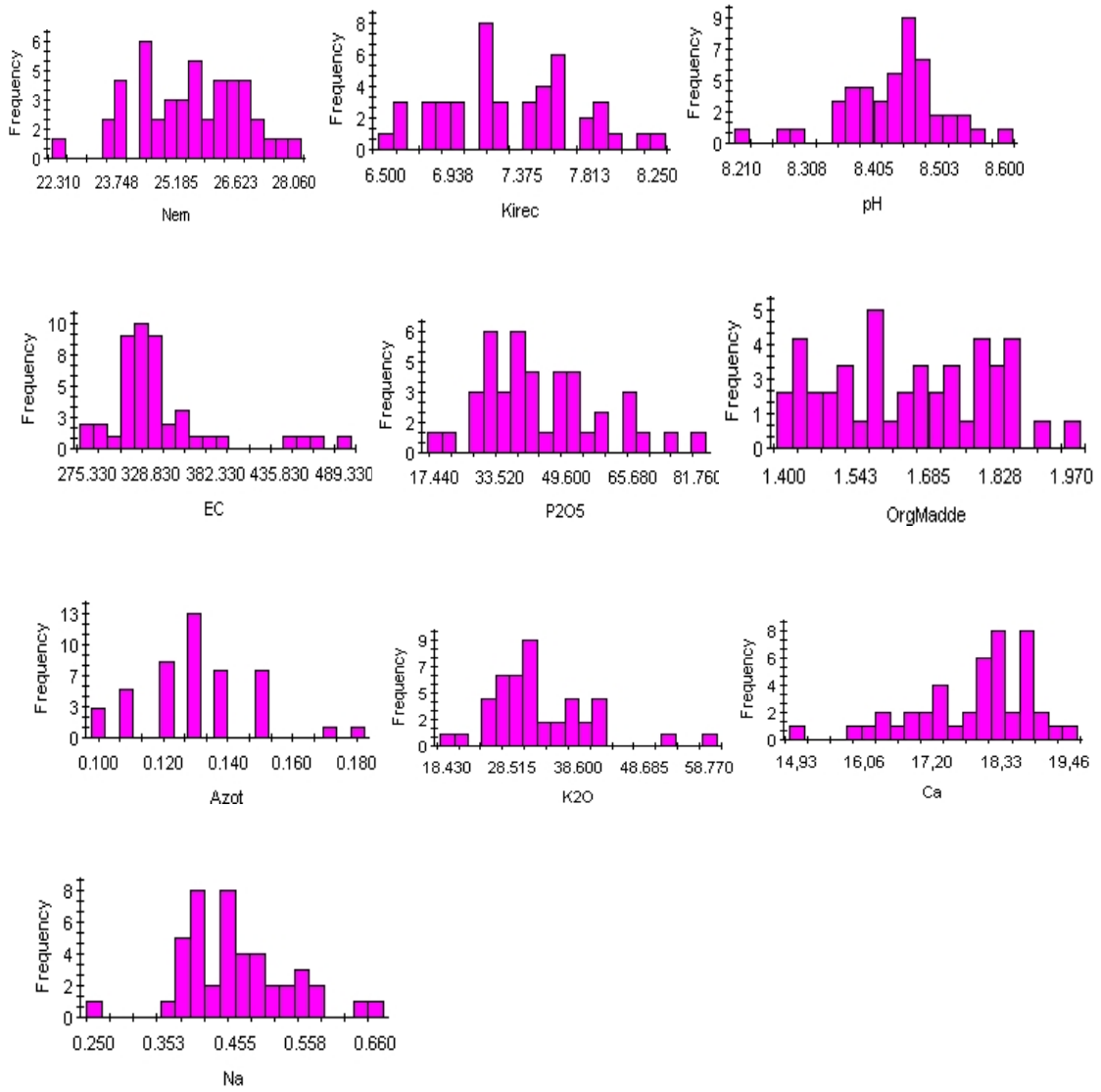
e: MCD, ortalama korelasyon mesafesi

h: RSS, kareler toplamının atık değeri

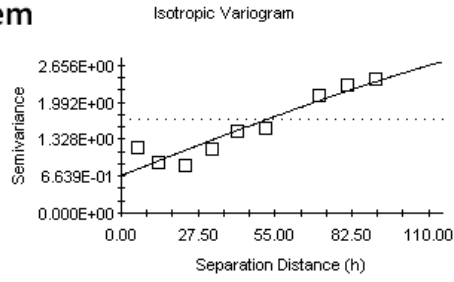
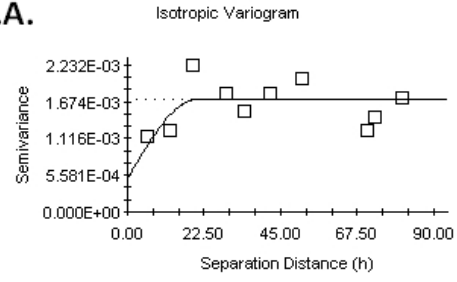
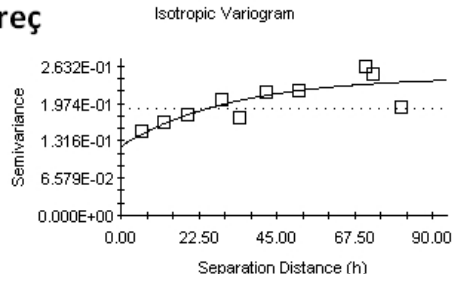
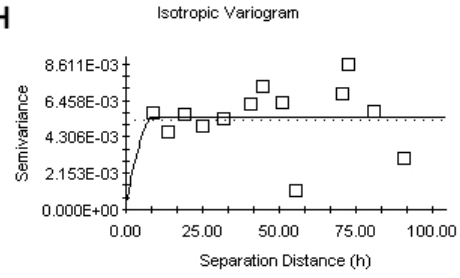
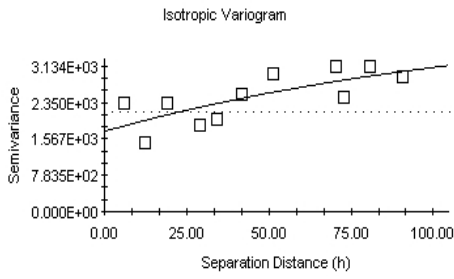
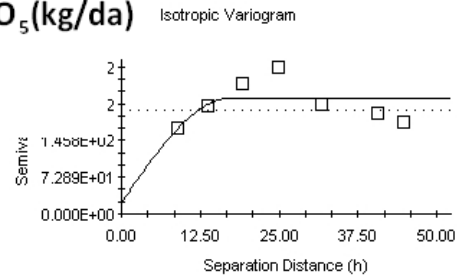
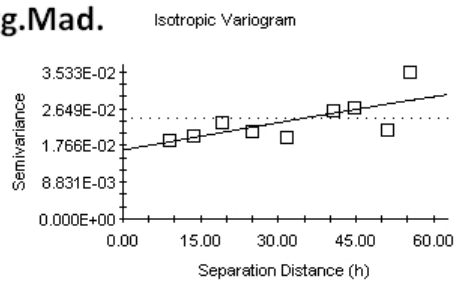
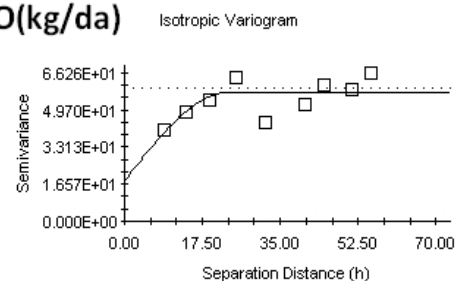
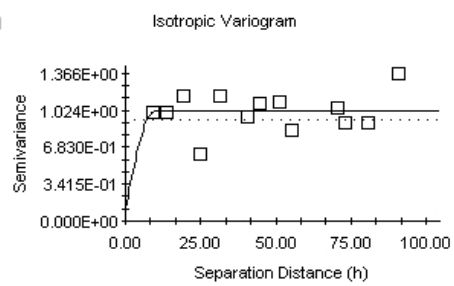
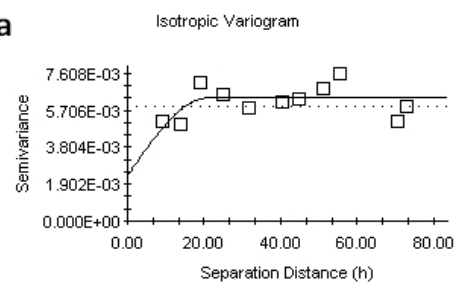
b: A, Range, spatial korelasyon mesafesi

d: Sill (Co+C): Yapısal varyans

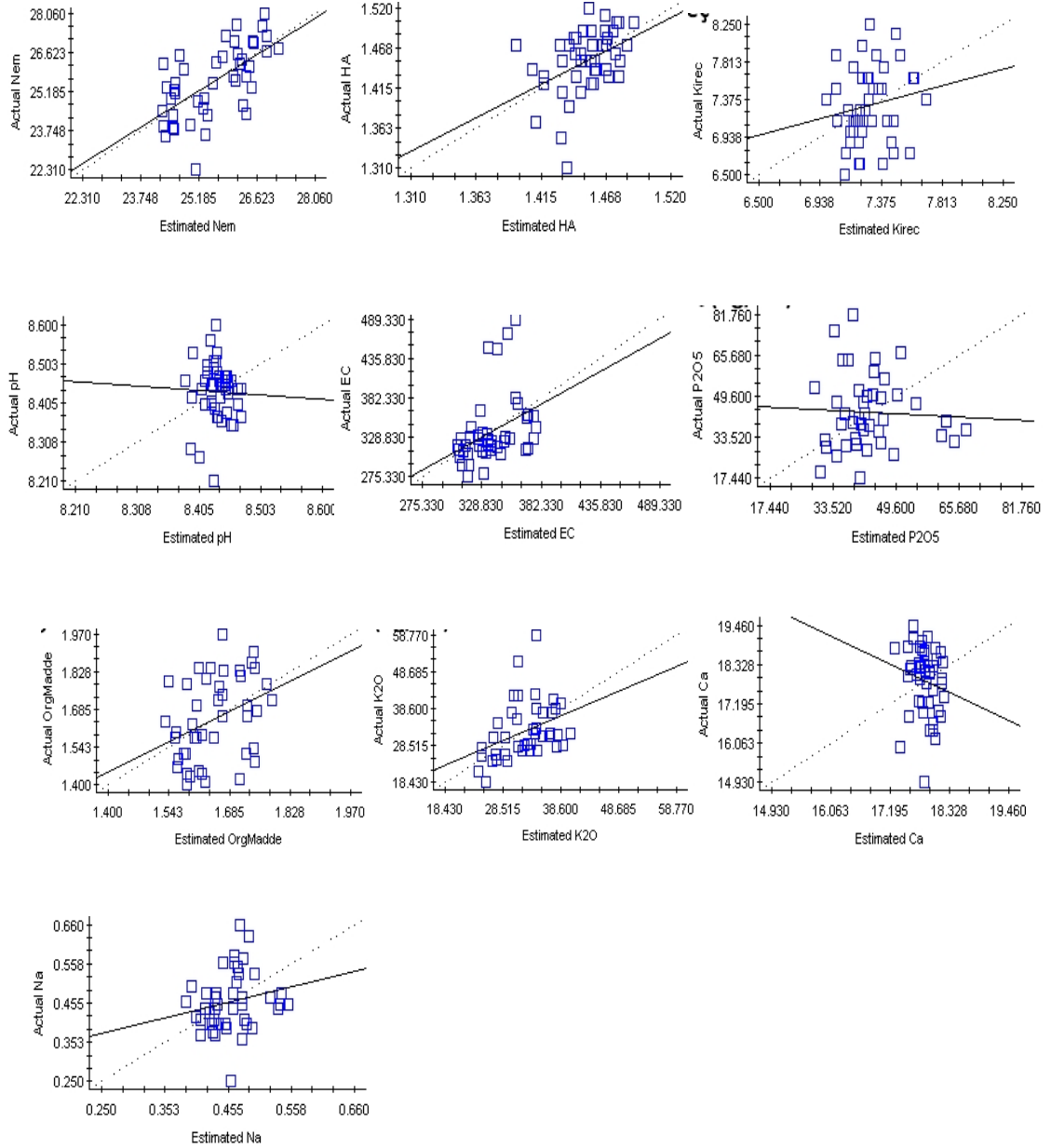
f: semivariogram modelinin R2 değeri



Şekil 4.25.Deneme bitiminde (2009) tarladan otsuz parsellerden alınan toprak örneklerine ait verilerinin jeoistatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar

Nem**H.A.****Kireç****pH****EC****P₂O₅(kg/da)****Org.Mad.****K₂O(kg/da)****Ca****Na**

Şekil 4.26. 2009 yılında hasat dönemi otsuz parsellerden elde edilen toprak özelliklerine ait semivariogramlar

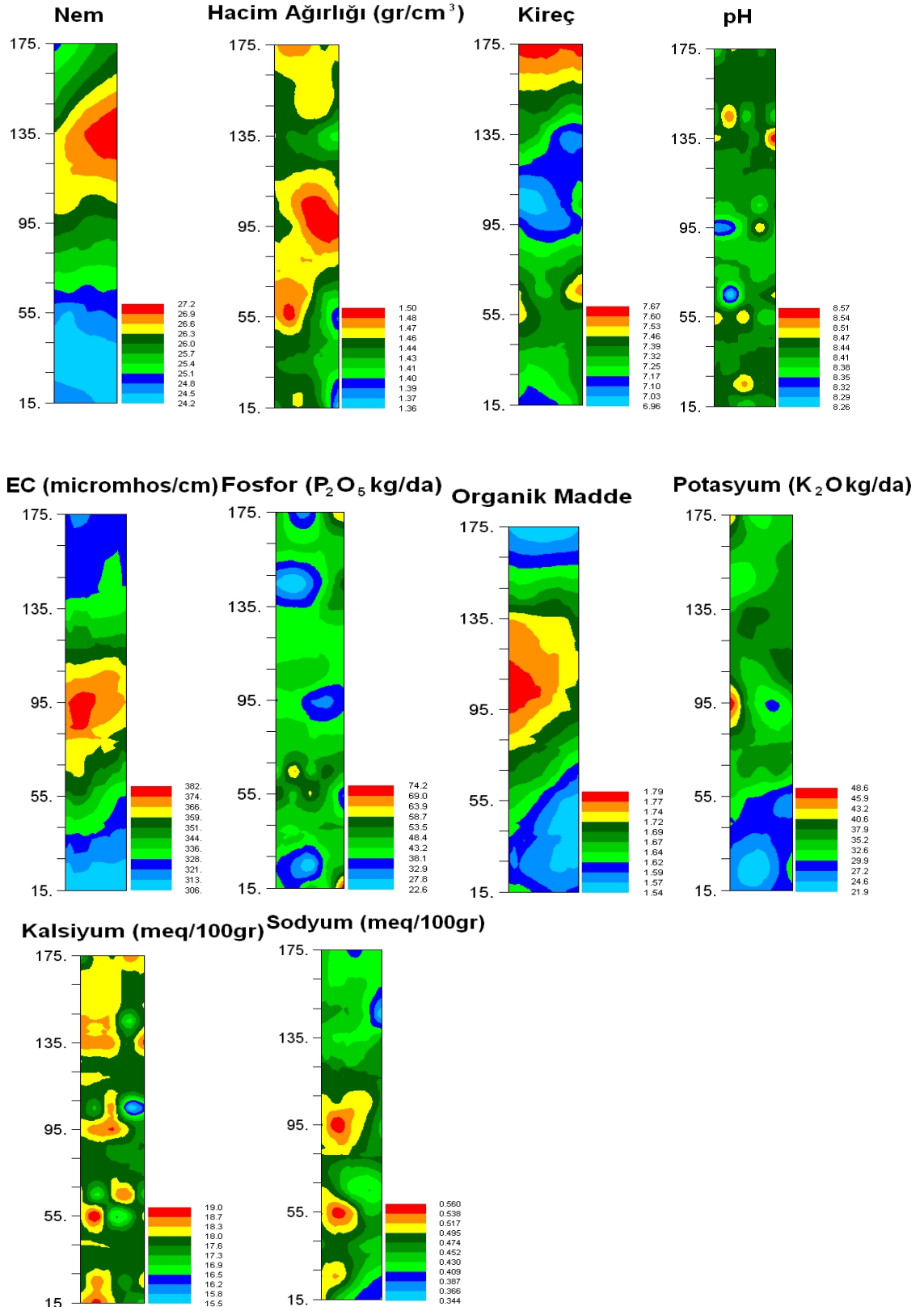


Şekil 4.27. 2009 yılı hasat döneminde otsuz parsellerdeki toprak özelliklerine ait spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri

Basit krigleme yöntemi ile alanda örnekleme yapılmayan noktalar için oluşturulan modeller yardımı ile yapılan tahminlerin kullanımı sonucu oluşturulan dağılım haritaları incelendiğinde pH ve değişebilir kalsiyum haritalarında özelliklerin deneme alanındaki dağılımlarının birbirlerine benzer oldukları görülmüştür (Şekil 4.28). Dağılımlarda dikkatimizi önemli bir ayrıntıyı potasyum haritasında görmek mümkündür. Her ne kadar genel anlamda alandaki dağılımları benzer olsa da otla mücadelenin yapılmadığı parseller baz alındığında tüm alanda potasyum içeriğinin otla mücadelenin yapıldığı ve topraktaki besin elementlerini sadece yetiştiriciliği yapılan

ürünün tükettiği duruma göre daha düşük olduğu görülmektedir. İlginç olan şudur ki, arazide örnekleme yeri değiştiğinde alanın haritasındaki ortalama değerlerler de değişmektedir.

Otsuz parseller için koçan sayısı haricindeki tüm özelliklerin semivariogram modellerinin örneklenmeyen noktalar için tahmin yeteneklerinin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu anlaşılmaktadır. Ancak sap çapı için semivariogramın R^2 değeri (0.62) yüksek olmasına rağmen çapraz değerlendirme için R^2 değerinin düşük olması (0.03) bu özellik için oluşturulan modelinde zayıf tahmin yaptığını göstermektedir (Çizelge 4.18). uzaysal bağımlılığın son bulduğu range değeri sap çapı için 31,1 m ile silaj verimi için 210, 9 m arasında değişmektedir. Bitki özellikleri içerisinde hem 2007 yılı hem de 2009 yılları için range değerinin en yüksek olduğu özellik verim olmuştur. Bitkilere ait özelliklerden verim ve yaprak sayısı kuvvetli bir spatial yapıya sahip olup diğer özellikler orta düzeyde tanımlanmış spatial yapıya sahiptirler (Çizelge 4.18).



Şekil 4.28. Deneme sonunda otsuz parsellerdeki toprak özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları

Çizelge 4.18. Çalışma alanında deneme sonrası (2009) otsuz parsellerden alınan bitki örneklerine ait özelliklerinin haritalanmasında kullanılan semivariogramların parametreleri

Özellik	Model ^a	A ^b (m)	Co ^c	Sill (Co+C) ^d	Uzaysal Bağ	MCD ^e (m)	R ² f	RSS ^g	Çap Doğ r ²
Bitki Boyu	Sph	77,2	0,0202	0,0435	46,43	15,51	0,62	3,104 E-04	0,24
Sap çapı	Sph	31,1	3,83	8,242	46,41	6,24	0,62	6,58	0,03
Yaprak sayısı	Sph	80,3	0,162	0,977	16,58	25,12	0,89	0,0916	0,42
Koçan sayısı	Sph	70,3	0,1624	0,3548	45,77	14,30	0,27	0,0937	0,06
Verim	Sph	210,9	281000	2527000	11,12	70,29	0,87	1,604 E+11	0,50

a: Model, sph: küresel exp: üssel

c: Co, Nugget varyansı

e: MCD, ortalama korelasyon mesafesi

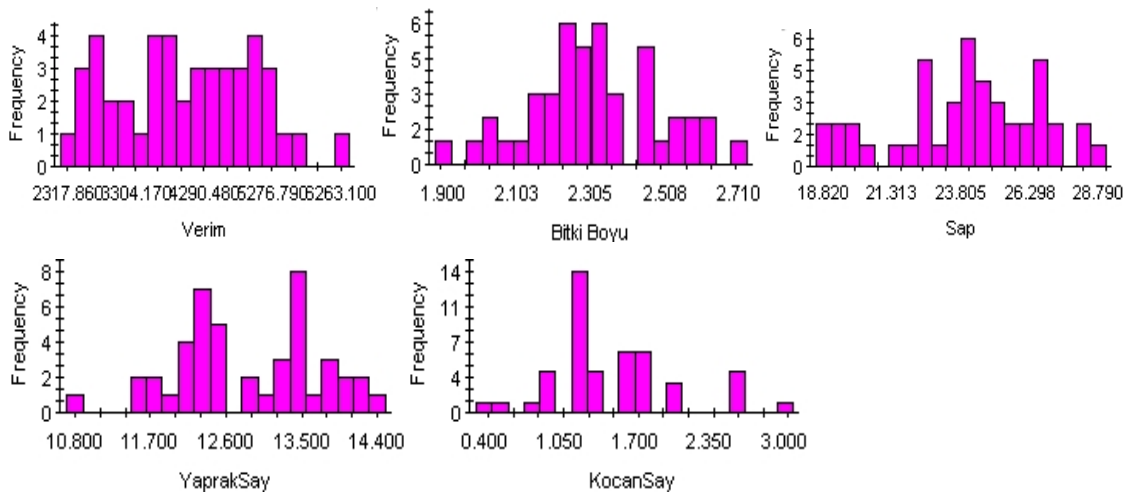
h: RSS, kareler toplamının atık değeri

b: A, Range, spatial korelasyon mesafesi

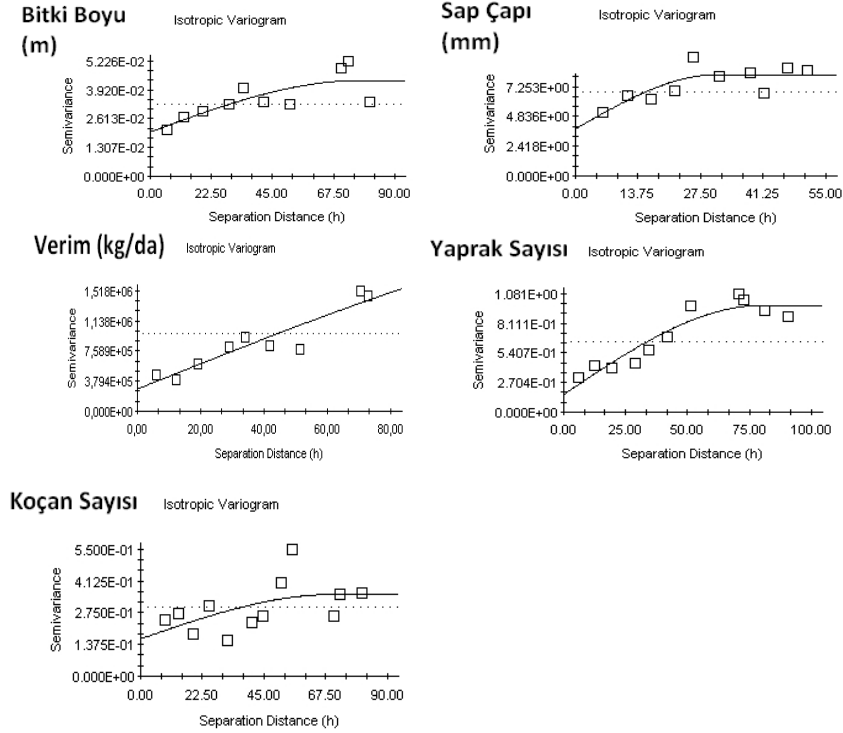
d: Sill (Co+C): Yapısal varyans

f: semivariogram modelinin R2 değeri

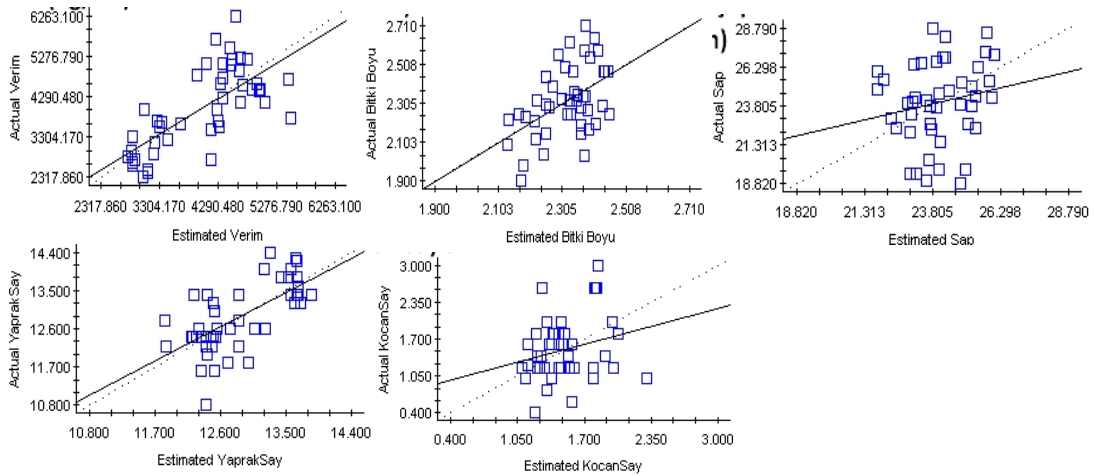
2009 yılında otsuz parsellerde yapılan ölçümlerde belirlenen bitkisel özelliklerin spatial analizlerinde kullanılan verilerin frekanslarına ait dağılımlar Şekil 4.29'da gösterilmiştir. Yatıklık değerlerinden de normal dağılım gösterdikleri tespit edilen bu verilerin tamamının normal dağılımlarını frekansların dağılımında da görmek mümkündür. Bu verilerin kullanılması ile oluşturulan semivariogramlar Şekil 4.30'da verilmektedir. Veriler için en uygun modelin küresel model olduğu anlaşılmıştır.



Şekil 4.29. Deneme bitiminde (2009) tarladan otsuz parsellerden alınan bitki örneklerine ait verilerinin jeostatistiksel modellemelerde kullanılmadan önceki dağılımlarını gösteren frekanslar

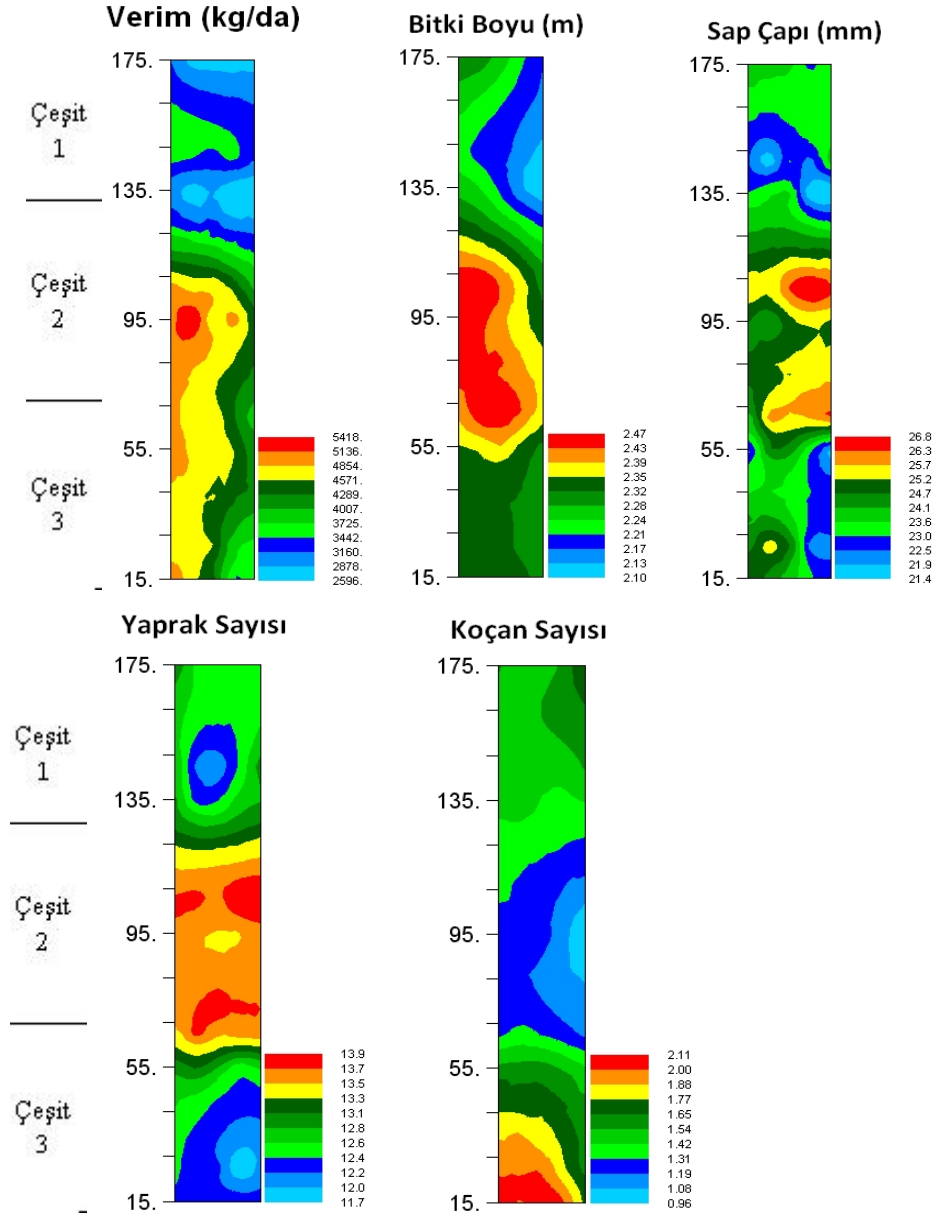


Şekil 4.30. 2009 yılında hasat dönemi otsuz parsellerden elde edilen bitki özelliklerine ait semivariogramlar



Şekil 4.31. 2009 yılı hasat döneminde otsuz parsellerdeki bitki özelliklerine ait spatial modellerin doğruluğunu test etmekte kullanılan çapraz doğrulama grafikleri.

2009 yılı otsuz parsellerde bitkisel özelliklerin dağılımlarını gösteren haritalar üç farklı mısır hibrit çeşidinin ayrımını oldukça başarılı bir şekilde yapmıştır (Şekil 4.32). Ancak daha önceki bölümlerde de tartışıldığı gibi her bir hibrit içerisinde var olan değişimin temelde nedeni toprak özelliklerindeki değişimdir.



Şekil 4.32. Deneme sonunda otsuz parsellerdeki bitki özelliklerinin çalışma alanı boyunca dağılımları

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Tez çalışmasında aynı tarla içerisinde kurulan bir denemede toprak ve bitki özelliklerindeki tarla içi değişkenlik incelenmiş ve değişkenliğin olası nedenleri araştırılmıştır. Arazi çalışması, beş farklı toprak işleme yönteminin toprak ve ikinci ürün slajlık mısır bitkisinin verim ve bazı bitki özelliklerine etkisini araştırmak amacı ile yapılmıştır. Araştırmada, vejetasyon süreleri farklı olan üç mısır hibriti kullanılmıştır.

Deneme kurulan alanda toprağın (0-30 cm) fiziksel ve kimyasal özelliklerinden kil, silt, hacimsel nem, hacim ağırlığı, kireç, pH, EC ve organik madde düşük (varyasyon katsayısı $< \%15$), penetrasyon direnci, bitkiye yararlı fosfor ve potasyum, toplam azot ve değişebilir sodyum içerikleri orta (varyasyon katsayısı $\%15-30$) ve kum içeriği yüksek (varyasyon katsayısı $>\%30$) değişkenliğe sahiptirler.

Deneme alanında yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerden alınan bitki ölçümlerinin verim haricinde otlu parsellerde yapılan ölçümlere benzerlik gösterdiği görülmektedir. Denemenin ilk yılında otsuz parsellerdeki ortalama verim otlu parsellere oranla sadece $\%2.4$ fazla iken 3. yılın sonunda bu fark $\%8.5$ 'e çıkmıştır. Bitkisel özelliklerden özellikle silaj mısırın verim verilerinin modellenmesi ile elde edilen uygun semivariogramların kullanımı ile deneme alanındaki verimin haritası çıkartılmıştır. Verim haritalarında, ekimi yapılan üç ayrı mısır hibritinin ayrımı çok net bir şekilde yapılabilmektedir. Genel anlamda bu üç hibrit çeşidinin ayrımının yapılabilmesinin en önemli nedeni, vejetasyon sürelerindeki farklılıktır. Zira aynı gün ekimi yapılan mısır bitkilerinin yaklaşık 100 gün içerisinde hasat edilmeleri olgunluk açısından farklılıklara neden olmaktadır. FAO 450 olan çeşit, hemen hemen tam olgunluğa ulaşırken FAO 550 olan çeşitte koçanlar süt dolumunu tamamlamadan hasat edilmiştir. Bu durumda elde edilen verim haritalarına yansımıştır. Ancak, her bir hibritin bulunduğu bölgede verim açısından kendi içerisinde bir değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenliğin temel nedeni ise, çalışma bloklarında uygulanan farklı toprak işleme yöntemleridir. Haritaların bu bölümlerinde farklı toprak işleme yöntemlerinin verime ve diğer toprak özelliklerine olan etkisi oldukça belirginleşmiştir. Farklı toprak işleme yöntemlerinin yanında toprak özelliklerindeki değişkenlikte verim ve bitkisel özelliklerde değişime neden olmuştur

denilebilir. Ancak bu çalışma için toprak özelliklerindeki varyasyonun çok büyük olmadığı unutulmamalıdır. Varyasyonun düşük olması, bitkisel üretime etkinin azalmasına neden olmuştur. Toprak özelliklerinden en önemli değişkenlik tekstür bileşenlerinde mevcuttur. Kil veya kum içeriğindeki değişim, toprakta katyon değişim kapasitesi ve su tutma kapasitesi gibi bitkinin gelişimi için oldukça gerekli olan toprak özelliklerinin de değişmesine neden olacaktır. Bu özelliklerdeki bir değişim ise, bitkinin boyu, sap çapı, yaprak sayısı ve koçan sayısı gibi özelliklerinin yanında elbette verimi de etkileyecektir.

Çalışma sonunda küçük bir arazide yürütülen bir denemede bitkilerin genetik özelliklerinin, uygulamaların ve bunun yanında toprakta var olan toprak oluşum ve amenajman kaynaklı değişkenliklerin yetiştirilen bitkinin verim ve verim ile ilgili parametrelerinde değişkenliklere neden olabileceği ortaya konulmuştur. Homojen olarak düşünülen bir çok deneme alanında, alandaki değişkenlik kaynaklarına bağlı olarak düşük düzeyden oldukça yüksek düzeye kadar değişkenliğin olabileceği görülmüştür.

Arazide toprak özelliklerinin değişkenliklerinin yapısının tanımlanması ve değişkenliğin dağılımının haritalanmasında başarılı bir şekilde kullanılan jeostatistiğin bitki özelliklerinin değişkenliği içinde kullanılabileceği anlaşılmaktadır. Toprak özellikleri ile bitkisel özelliklerin aynı anda analiz edilmesi, değişkenliklerin kaynağının tanımlanmasında oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- Agbu, P.A. ve Olson, K.R. 1990. Spatial variability of soil properties in selected Illinois Mollisols. *Soil Science*, 150: 777– 786.
- Anonim, 2006. Fito tohumculuk katoloğu. Antalya.
- Anonim, 2007. Tokat Uzun Yıllar İklim Verileri. Tokat Meteoroloji Bölge Müdürlüğü İnternet Sayfası. <http://tokat.meteor.gov.tr/tokatuzunyillarveri.html>
- Anonim, 2010a. Cross Validation for Selection of Variogram Model and Kriging Type: Application to IP Data from West Virginia. http://www.uofaweb.ualberta.ca/ccg/pdfs/2000%20%2016-Barbour_County.pdf (12.12.2010).
- Anonim, 2010b. Soil Test Interpretations. <http://www.waterwise.nsw.gov.au/care/soil/ssu/tests/tests6.htm> (12.12.2010).
- Banks, J., Carson, J.S., 1984. Discrete Event System Simulation. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, pp. 181–195.
- Basford, K.E. ve Turkey, J.W., 1995. Inter comparing residuals to find outliers in randomized blocks. *Australian Journal of Agricultural Research*, 46:451–461.
- Bertoia, L.M., 2001. Forage yield and quality combining ability of maize composites with different improvement levels. *Maydica* 46:87-92.
- Blake G.R. Hartge, K.H., 1986. Bulk density. In: Klute A ed. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. 2nd ed. Agronomy Monograph, No. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. pp. 363-375.
- Bouma, J., Finke, P.A., 1993. In: Robert, P.C., Rust, R.H., Larson, W.F. (Eds.), *Origin and Nature of Soil Resource Variability. Soil Specific Crop Management*. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, pp. 3-14.
- Bremner, J.M., 1965. *Methods of soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological properties*. Ed. A.C.A. Black, Amer. Soc. Of Argon. Inc. Pub. Argon Series No: 9 Madison, USA.
- Burrough, P.A. ve McDonnell, R.A., 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. New York: Oxford University Press, Inc., 133.
- Camberdella C.A., Moorman, T.B., Novak, J. M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F., Konopka, A.E., 1994. Field Scale Variability Soil properties in central Iowa soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:1501-1511.
- Clark, I., 1986. The art of cross validation in geostatistical application. *Proceeding of PCOM*, p. 211-220.
- David M., 1976. The practice of kriging,. *Advance Geostatistics in Mining Industry*, pages 31-48.
- Dorsel, D. ve La Breche, T., 1997. *Environmental Sampling and Monitoring Primer, Kriging*. http://www.ce.vt.edu/program_areas/environmental/teach/smprie r / kriging/kriging.html
- Douaik, A., M. Van, M. ve Tóth, T., 2007. Statistical Methods for Evaluating Soil Salinity Spatial and Temporal Variability. *Soil Science Society of America Journal*. 71:1629-1635.
- FAO., 1990. *Micronutrients. Assessment at The Country Level. An International Study*. FAO Soil Bulletin. 63. Roma.
- Fisher, R. A., 1949. *The design of experiments*. Edinburgh, London, UK: Oliver and Boyd.

- Gee G.W. ve Boudier J.W., 1986. Particle size analysis. In: A. Clute (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part I. Agronomy No. 9. Am. Soc. of Agron. Madison, Wisconsin, USA.*
- Gezer, A., 2011. *Malatya Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Arazilerinin Toprak Etüdü ve Jeostatistiksel Yöntemler ile Haritalanması. GOÜ. Fen Bilimleri Yüksek lisans Tezi.*
- Gomez, K. A. ve Gomez, A. A., 1984. *Statistical procedures for agricultural research. New York, USA: Wiley.*
- Goovaerts, P., 1998. *Geostatistics for Natural Resources Evaluation Oxford University Press New York p 483.*
- Han S, Goering C.E. ve Cahn M.D., 1994. Cell size selection for site-specific crop management. *Trans ASAE. 37(1):19–26.*
- Hartkamp, A.D. White, J.W. ve Hoogenboom, G., 1999. Interfacing geographic information systems with agronomic modeling: A review. *Agronomy Journal 91(5): 761-772.*
- Hong, N. Scharf, P.C. Davis, J.G. Kitchen, N.R. Sudduth, K.A., 2007. Economically optimal nitrogen rate reduces soil residual nitrate. *Journal of Environmental Quality 36(3): 354-362.*
- Hopkins AT., 2001. *Relationship between grain quality and soil-landscape factors. M.S. thesis, University of Minnesota, St. Paul, MN, USA.*
- Iqbal M., Hassan A.U., Ali, A. ve Rizwanullah M., 2005. Residual effect of tillage and farm manure on some soil physical properties and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Int. J. Agri. Biol. 1: 54-57.*
- Isaak, E.H., Srivastava, R.M., 1989. *Applied Geo-statistic, Oxford University Press, Newyork, USA, ISBN:0-19-505012-6*
- Johnson RM, Downer RG, Bradow JM, Bauer PJ, Sadler EJ., 2002. Variability in cotton fiber yield, fiber quality, and soil properties in a southeastern coastal plain. *Agron J 94:1305–1316.*
- Kacar, B., 1994. *Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III Toprak analizleri. Ankara üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma Geliştirme Vakfı Yayınları No 3, Ankara.*
- Konopka, A.E., 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal, 58: 1501– 1511.*
- Koksal, H., Kanber, R., 2003. *Bitki Büyüme Modelleri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Şube Müdürlüğü, Yayın No:122, Sulama ve Drenaj Mühendisliği, Ankara, s.188-202.*
- Krasilnikov, P., Carre, F. ve Montanarella, L., 2008. *Soil geography and geostatistics. Concepts and Applications. JRC Scientific and Technical Reports. EUR 23390 EN.*
- Li, J. ve Heap, A.D., 2008. *A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental scientists. Technical Report Geo Cat: 68229, Australian Government.*
- Logsdon, S.D. ve Jaynes D.B., 1996. Spatial variability of hydraulic conductivity in a cultivated field at different times. *Soil Sci. Soc. Am. J. 60:703–709.*
- Miao Y. Mulla, D.J. Robert. P.C., 2006. Spatial variability of soil properties, corn quality and yield in two Illinois, USA fields: implications for precision corn management. *Precision Agric 7:5–20. DOI 10.1007/s11119-005-6786-2*

- Moss, A.J., 1991. Rain impact soil crust. IV. Packing of sand and silt fractions by raindrops. *Australian Journal of Soil Research* 29 (2) 331 – 33.
- Mulla, D.J. ve McBratney, A.B., 2000. Soil spatial variability. In *Handbook of Soil Science*; Sumner, M.E. (ed.); CRC Press.: Boca Raton, Fl.
- National Corn Growers Association (NCGA) 2002. Education: Frequently asked questions. <http://www.ncga.com> (04 06. 2011).
- Ndiaye JP, Yost RS., 1989. Corn response to spatial variability of residual potassium. *Soil Sci* 148:1-7
- Oliver, M. A. ve Webster, R., 1991. How geostatistics can help you. *Soil Use and Management*, 7: 206–217
- Panten, K., Bramley, R.G.V., Lark, R.M., Bishop, T.F.A., 2010. Enhancing the value of field experimentation through whole-of-block designs. *Precision Agriculture* 11:2, 198-213. *Expl Agric.* 2008, vol 44, pp. 547–557 C2008 Cambridge University Press. doi:10.1017/S0014479708006698.
- Pierce, F.J. ve Nowak, P., 2002. Precision agriculture. *McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology*, 9th Edition. McGraw-Hill, New York.
- Ping, J.L., Green, C.J., Bronson, K.F., Zartman, R.E., ve Dobermann, A., 2005. Delineating potential management zones for cotton field based on yields and soil properties. *Soil Science*, 170: 371– 385.
- Piotrowska, A., Dugosz, J., Namysowska-wilczyńska, B., Zamorski, R., 2011. Field-scale variability of topsoil dehydrogenase and cellulase activities as affected by variability of some physico-chemical properties. *Biology and Fertility of Soils*. 47. 1:101-109.
- Redulla, C.A., Davenport, J.R., Evans, R.G., Hattendorf M.J., Alva, A.K. ve Boydston R.A., 2002. Relating potato yield and quality to variability in soil characteristics. *American Journal of Potato Research*. 79:317-323.
- Rhoades, J.D., 1982. Soluble Salts. In A.L. Page, R.H. Miller and D. R. Keeney (eds.) *Methods of Soil Analyses. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd ed. *Agronomy*. 9:167-179.
- Robertson, G.P., Klingensmith, K.M., Klug, M.J., Paul, E.A., Crum J.R., Ellis B.G., 1997. Soil resources, microbial activity, and primary production across an agricultural ecosystem. *Ecol Appl* 7(1):158–170
- Robertson G.P., 2000. *GS+ User's Guide Version 5*. Gamma Design Software, Plainwell, Michigan.
- Rong-Cai, Y., Terrance, Z. Ye., Stanford, F.B. ve Bandara, M., 2004. Efficiency of spatial analysis of field pea variety trials. *Journal of Crop Science* 44:49–55.
- Scharf, P.C., Kitchen, N.R., Sudduth, K.A., Davis, J.G., Hubbard, V.C. ve Lory, J.A., 2005. Field-scale variability in optimal nitrogen fertilizer rate for corn. *Agron. J.* 97:452–461.
- Sharma, P., Shukla, M.K. Mexal, J.G., 2011. Spatial Variability of Soil Properties in Agricultural Fields of Southern New Mexico. *Soil Science*. Volume 176 - Issue 6 - pp 288-302. doi: 10.1097/SS.0b013e31821c0dab.
- Soil Survey Staff, 1999. *Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*, 2nd edition. *Agricultural Handbook* 436 p, Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington DC, USA, pp. 869
- Taylor, R.K., Kluitenberg, G.J., Schrock M.D., Zhang N., Schmidt, J.P. ve Havlin J.L., 2001. Using yield monitor data to determine spatial crop production potential. *Trans. ASAE* 44:1409–1414.

- Tekin, A.B., Günal, H., Sındır, K.O., Balcı, Y., 2011. Spatial structure of available micronutrient contents and their relationships with other soil characteristics and corn yield. *Fresenius Environmental Bulletin*. Volume 20 – No 3a. 2011. p.783
- Thomas, G.W., 1982. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R.(ed) 2nd edition. S.S.S. of America Inc. Publisher, Madison, Wisconsin s.159-164.
- Tsegaye, T. ve Hill, R.L., 1998. Intensive tillage effects on spatial variability of soil test, plant growth, and nutrient uptake measurements. *Soil Science*, 163: 155–165.
- Ülgen, N. ve Yurtseven, N., 1995. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Köy Hizmetleri genel Müdürlüğü. Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Müd. Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: 66, Ankara.
- van Es, H.M., Ogden, C.B., Hill, R.L., Schindelbeck, R.R. ve Tsegaye, T., 1999. Integrated assessment of space, time, and management-related variability of soil hydraulic properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:1599–1607.
- Weber, E.J., 1987. Lipids of the kernel. In: Watson SA, Ramstad PE, (eds) *Corn chemistry and technology*, American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA, 311–350.
- Webster, R. and Oliver, M.A., 2001. *Geostatistics for Environmental Scientists. Statistics in Practice*. John Wiley & Sons, Chichester, 265 pp.
- Wilkinson, G.N., Eckert, S.R., Hancock, T.W. ve Mayo, O., 1983. Nearest neighbour (NN) analysis of field experiments. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* 45:152–212.

ÖZGEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler**

Adı Soyadı :Murat BİROL

Doğum Tarihi ve Yeri :1983/ANTALYA

Medeni Hali :Bekar

Yabancı Dili :İngilizce

Telefon :05354664180

Email :muratbirol07@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2011
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2008
Lise	Antalya Lisesi	2001