

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DEĞİŞİK ELMA ÇEŞİTLERİNDE VERİM HARİTALAMA YOLUYLA
VERİM VE BAZI POMOLOJİK ÖZELLİKLERİN, TOPRAĞIN
ELEKTRİKSEL İLETKENLİK (EC) KARAKTERİSTİKLERİ İLE OLAN
İLİŞKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Babak TALEBPOUR

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

**ANKARA
2010**

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEĞİŞİK ELMA ÇEŞİTLERİNDE VERİM HARİTALAMA YOLUYLA VERİM VE BAZI POMOLOJİK ÖZELLİKLERİN, TOPRAĞIN ELEKTRİKSEL İLETKENLİK (EC) KARAKTERİSTİKLERİ İLE OLAN İLİŞKİSİNİN BELİRLENMESİ

Babak TALEBPOUR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Ufuk TÜRKER

Hassas bahçecilik ve ilgili mekansal analizler, giderek hassas tarımın gelişen bir parçası olarak tanımlanmaktadır. Hassas bahçecilikle ilgili olan bu çalışmanın amacı, elma bahçelerin değişik çeşitlerinde mekansal değişkenleri analiz etmek için, ayrıca bu değişkenleri toprağın elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin mekansal değişimleri ile karşılaştırmak için elma ağaçlarında verim ve pomolojik özelliklerinden haritalar elde etmektir. Bu çalışma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve uygulama Çiftliğinin elma bahçesinde 5 dekar'lık bir alanda yapılmıştır. Bahçe içerisinde EC değerlerinin belirlenmesi için EM38 sensörü kullanılmış, kök bölgesine yakın penetrasyon değerleri için de Eijkelkamp penetrologger kullanılmıştır. Elde edilen EC ve penetrasyon değerleri haritalara dönüştürülerek verim ve pomolojik özellik haritaları ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak EC ve verim ile doğrusal olmayan katsayısının hesaplanmasında en yüksek değer mondial Gala çeşidinde 0.56 ile olurken aynı değer EC ve pomolojik özellikleri arasında belirlenmiş ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı, gövde kesit alanı ve taç alanı için en yüksek değerler sırasıyla Mondial Gala ($r^2=0.94$), Jonagold ($r^2=0.69$) ve Jonagold ($r^2=0.84$) çeşitlerine ait olarak belirlenmiştir.

Ağustos 2010, 72 sayfa

Anahtar Kelimeler: Elektriksel İletkenlik, Verim Haritalama, Pomolojik Özellikler

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SOIL ELECTRICAL CONDUCTIVITY (EC) WITH CROP YIELD AND SOME POMOLOGICAL PROPERTIES VIA YIELD MAPPING IN VARIOUS KIND OF APPLES

Babak TALEBPOUR

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agriculture Machinery

Supervisor: Assistant Pro.Dr. Ufuk TÜRKER

Precision horticulture and spatial analysis applied to orchards are a growing and evolving part of precision agriculture technology. The aim of this study was to produce yield and pomological properties maps in order to determine relationship between this parameters and soil electrical conductivity (EC) characteristics in different kind of apples, as well as analyze spatial variation in apple orchard. This study was carried out at apple orchard in Faculty of Agriculture of Ankara university's Haymana Research station. In this work, soil electrical conductivity was acquired by using EM38 sensor and soil penetration resistance close to root zone was determined by Eijkelkamp penetrometer. These values were used to produce maps and compared with yield and pomological characteristic maps. As a result, the highest value of non-linear regression between EC and yield was determined in the Mondial Gala ($r^2=0.56$) while the highest calculated value for fruit number in cross-sectional area, cross-sectional area and canopy area was found to be in Mondial Gala with $r^2=0.94$, Jonagold with $r^2=0.69$ and Jonagold with $r^2=0.84$ respectively.

August 2010, 72 pages

Key Words: Electrical Conductivity, Yield Mapping, Pomological Properties

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının yapılması sürecinde yardımlarını esirgemeyen ve çalışmalarımı titizlikle yönlendiren Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. Ufuk TÜRKER 'e, tecrübeleri ve bilgileriyle beni yönlendiren değerli hocalarım, sayın Prof. Dr. Mustafa VATANDAŞ ve sayın Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR'e (Namik Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları A.B.D öğretim üyesi) ve Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü müdür yardımcısı sayın Dr. İbrahim GÜÇDEMİR 'e yaptıkları yardımları için teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım süresinde desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşım sayın Uğur YEGÜL'e, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği çalışanları Zir.Müh Uğur VURAL ve uzman İlker ERESEN'e ve tecrübeleri ile beni yönlendiren bölüm hocalarıma teşekkür ederim.

Babak TALEBPOUR
ANKARA, Ağustos 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Temel Kavramlar	2
1.1.1 Hassas tarım	2
1.1.1.1 Küresel konumlama sistemi	3
1.1.1.2 Verim izleme sistemi	4
1.1.1.3 Uzaktan algılama	5
1.1.1.4 Değişken oranlı uygulama ve ekipmanları	6
1.1.2 Bahçecilikte hassas tarım uygulanmaları	9
1.1.3 Toprağın elektriksel iletkenliği	11
1.1.4 Toprak iletkenliğini etkileyen faktörler	12
1.1.4.1 Su tutma kapasitesi	12
1.1.4.2 Katyon değişim kapasitesi	13
1.1.4.3 Pulluk tabanının derinliği	13
1.1.4.4 Prozite	13
1.1.4.5 Tuzluluk	13
1.1.4.6 Sıcaklık	14
1.1.5 Toprak penetrasyon direnci	14
2. KAYNAK ÖZETLERİ	16
2.1 EC ve Toprak Özellikleri	16
2.2 Verim ve EC ilişkisi	17
2.3 Bahçecilikte Verim Haritalama	20
2.4 Farklı Elma Çeşitlerinin Performansı	23
3. MATERYAL ve YÖNTEM	25
3.1 Materyal	25
3.1.1 Çalışma alanı	25
3.1.2 Meteorolojik veriler	25
3.1.3 Elma çeşitleri	27
3.1.4 Toprak özellikleri	28
3.1.5 Toprak elektriksel iletkenlik sensörü	29
3.1.5.1 EM38 sensörün çalışma ilkesi	30
3.1.5.2 EM38 sensörün genel özellikleri	32
3.1.6 Penetrometre	33
3.2 Yöntem	35
3.2.1 Verim ve pomolojik özelliklerin saptanması	35
3.2.2 EC değerlerinin saptanması	35
3.2.3 Nem ve penetrasyon değerlerinin belirlenmesi	36
3.2.4 Haritaların elde edilmesi	37
3.2.5 Değerlerin değerlendirilmesi	38
4. BULGULAR	39

4.1 EC Haritaları	39
4.2 Nem ve Penetrasyon Direnci Değerleri ve Haritaları	40
4.3 Verim ve Bazı Pomolojik Özelliklerle ilgili olan Haritalar	42
4.4 Elma Çeşitleri ile Ölçülen Bazı Parametrelerin İlişkisi	48
4.5 Elma Çeşitlerinin 2010 Yılındaki Durumu	55
4.6 Gövde Kesit Alanı ile Toprak Penetrasyon Direncinin Karşılaştırılması	57
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	59
5.1 Haritaların Yorumlanması	60
5.2 Elektriksel İletkenliği ile Diğer Parametrelerin İlişkisi	61
5.3 Çeşitlerinin 2010 Yılındaki durumları	62
KAYNAKLAR	64
EKLER	67
Ek 1 Elma Çeşitlerinin Meyve ve ağaç Görüntüleri	68
Ek 2 Elma çeşitlerinin özellikleri	70
ÖZGEÇMİŞ	72

SİMGELER DİZİNİ

Al	Alüminyum Bor
B	Birim Gövde Kesit Alanına Düşen Meyve Sayısı
BGKADMS	Boundry Line Analysis
BLA	Kalsiyum
Ca	Pozitif Yüklü İyon Değişim Kapasitesi
CEC	Klor
Cl	Karbon Dioksit
CO ₂	Karbonat
CO ₃	Değişkenlik Katsayısı
CV	Bakır
Cu	diferansiyel konum belirleme sistemi
DGPS	Birim metre başına bir desisiemens
dS.m ⁻¹	Elektriksel İletkenlik
EC	Elektromanyetik
EM	Elektromanyetik İndüksiyon
EMI	Demir
Fe	Coğrafi Bilgi Sistemi
GIS	Gövde Kesit Alanı
GKA	küresel konumlama sistemi
GPS	Hidrojen
H	Karbonik Asit
H ₂ CO ₃	Bikarbonat
HCO ₃	Nem Değeri
IP	Potasyum
K	Kasyon Değişim Kapasitesi
KDK	Magnezyum
Mg	Magnezyum Oksit
MgO	Manganez
Mn	Molibden
Mo	Bir cm ² başına düşen basınç
MPa/cm ²	Meyve Sayısı
MS	Birim metre başına bir milisiemens
mS.m ⁻¹	Azot
N	Sodyum
Na	Hidroksil
OH	Fosfor
P	Hidrojenin Gücü
pH	Sülfür
S	Sodyum Bağlanma Oranı
SAR	Stepwise Linear Regression
SLR	Sülfat
SO ₄	Taç Alanı
TA	Evrensel Enlem Merkatörü
UTM	Çinko
Zn	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Hassas tarımda strateji oluşumu ve etkisi	7
Şekil 1.2 Hassas tarım sisteminin bileşenleri ve etkileşimleri	8
Şekil 1.3 Hassas tarımda veri akış diagramı	8
Şekil 1.4 Portakal hasat makinesi	11
Şekil 1.5 Procor penetrometre	15
Şekil 2.1 Verim ve EC haritaları (Corwin 2003)	18
Şekil 2.2 Verim ve bazı toprak özelliklerinin karşılaştırılması (Corwin 2003)	19
Şekil 2.3 Durum buğday (sol) ve soya (sağ)	20
Şekil 2.4 surfer yazılımı ile hazırlanan bazı ağaç parametrelerin haritaları	21
Şekil 3.1 Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği	25
Şekil 3.2 Ocak, şubat, mart, nisan ve mayıs aylarında hava sıcaklığını gösteren diyagram	26
Şekil 3.3 Ocak ayın kritik soğuk günlerinde rüzgar yönü	26
Şekil 3.4 Şubat ayın kritik soğuk günlerinde rüzgar yönü	27
Şekil 3.5 Bahçede buluna elma çeşitleri ve konumları	27
Şekil 3.6 Toprak yapı üçgeni	28
Şekil 3.7 EM38 ve verici (Tx), alıcı bobin (Rx) ve iç bobin aralığı (s) konumları ..	30
Şekil 3.8 Bir homojen yarım uzayda dikey dipol modunda çalışan bobinlerin indüklenen akışı	31
Şekil 3.9 EM 38 sensörünün toprakta çalışma prensibi	31
Şekil 3.10.a. arazi bilgisayarı, b. EM38 elektriksel iletkenliği ölçen cihaz	32
Şekil 3.11 Eijkelkamp penetrologger ve elemanları	33
Şekil 3.12 Eijkelkamp penetrologger kullanım şekli ve nem sensörü	34
Şekil 3.13 Gövde çapının ölçülmesi	35
Şekil 3.14 Dat38 yazılımı ve EC değerlerin diyagramı	36
Şekil 3.15 Eijkelkamp Penetroviewer yazılımının görüntüsü	37
Şekil 3.16 ArcGIS yazılımının görüntüsü	37
Şekil 4.1 Birinci EM38 taramasından elde edilen EC değerlerine ait örnek Noktaları ve haritası	39
Şekil 4.2 İkinci EM38 taramasından elde edilen EC değerlerine ait örnek Noktaları ve haritası	40
Şekil 4.3 Nem haritası	41
Şekil 4.4 30 cm' lik penetrasyon direnci haritası	41
Şekil 4.5 Meyve olan (yeşil) ve meyvesi az olan (kırmızı) ağaçlarındaki harita	42
Şekil 4.6 Verim haritası	42
Şekil 4.7 Taç alanı haritası	43
Şekil 4.8 Royal Gala çeşidine ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları	44
Şekil 4.9 Red Chief çeşidine ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları	44
Şekil 4.10 Breaburn çeşidine ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları	45
Şekil 4.11 Mondial Gala çeşidine ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları	45
Şekil 4.12 Jona Gold çeşidine ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları	46
Şekil 4.13 Fuji çeşidine ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları	46
Şekil 4.14 Mitch Gala çeşidine ait: a. verim, b. EC, c.taç alanı haritaları	47
Şekil 4.15 Yedek parseline ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları	47

Şekil 4.16 Breaburn için EC, MS ve TA' nin ölçüm noktalarında olan değişim ...	48
Şekil 4.17 Jonagold için EC, MS ve TA' nin ölçüm noktalarında olan değişim.....	48
Şekil 4.18 Fuji için EC, MS ve TA' nin ölçüm noktalarında olan değişim	49
Şekil 4.19 Mondial Gala için EC, MS ve TA' nin ölçüm noktalarında olan Değişim	49
Şekil 4.20 Royal Gala için EC, MS ve TA' nin ölçüm noktalarında olan değişim..	50
Şekil 4.21 Red Chief için EC, MS ve TA' nin ölçüm noktalarında olan değişim ...	50
Şekil 4.22 Mitch Gala için EC, MS ve TA' nin ölçüm noktalarında olan değişim ..	50
Şekil 4.23 Royal Gala çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi	51
Şekil 4.24 Red Chief çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi	52
Şekil 4.25 Breaburn çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi	52
Şekil 4.26 Mondial Gala çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi	53
Şekil 4.27 Jonagold çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi	53
Şekil 4.28 Fuji çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi	54
Şekil 4.29 Mitch Gala çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi	54
Şekil 4.30 Farklı çeşitlerde TA, GKA ve BGKADMS parametrelerin Karşılaştırılması	55
Şekil 4.31 Verim göstergesi olan meyve sayısı ve çeşitler içerisindeki Karşılaştırma	55
Şekil 4.32 Penetrasyon direncine ait tahmin edilen ArcGIS haritası	57
Şekil 4.33 Gövde kesit alanına ait tahmin edilen ArcGIS haritası	58
Şekil 4.34 GKA ve EC arasındaki regresyon eğrileri ve değerleri	58
Şekil 5.1 Ölçülen parametrelerde hazırlanan haritalar	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Haymana çiftliğine ait 2010 yılındaki meteorolojik veriler	26
Çizelge 3.2 Toprak fiziksel analiz sonuçları	28
Çizelge 3.3 Toprak kimyasal analiz sonuçları	29
Çizelge 3.4 Toprak kimyasal analiz sonuçları	29
Çizelge 3.5 Toprak kimyasal analiz sonuçları	29
Çizelge 4.1 Tüm bahçe içerisinde bulunan EC değerlerin istatistiksel bilgileri	39
Çizelge 4.2 Elma çeşitleri ile ilgili değişkenler ve bazı istatistiksel parametreler	56
Çizelge 5.1 EC ve ağaç parametrelerine ait regresyon katsayısı	62

1. GİRİŞ

Son birkaç yıl içinde, hassas tarım metotları, daneli ürünler dışında diğer bitkilerde, özellikle bahçecilikte de uygulanmaktadır. Elma, Türkiye'nin hemen hemen her yöresinde yetiştirilebilen bir meyve türü olup, elma yetiştiriciliğinin ülkemiz meyveciliğinde üretim miktarı, ağaç sayısı ve toplam ekonomik değer bakımından önemli bir yeri bulunmaktadır. Türkiye'nin farklı iklimlerinde her yıl yaklaşık olarak 2,500,000 ton civarında üretilen elma, bu ülkenin en çok üretilen meyveleri arasında yer almaktadır. Elma, dekar alandan alınan ürünün fazlalığı, bol çeşitli olması, soğuk iklimlere dayanıklılığı ve sanayide çok farklı şekillerde değerlendirilebilmesi bakımından önemli bir meyvedir. Bu meyve özellikle dekar alandan yüksek gıda tedarik edilebilmesi açısından önümüzdeki dönemlerde de önemi artacaktır (Erzincanlı 2009).

Bu çalışmanın amacı, elma bahçelerin değişik çeşitlerinde mekansal değişkenlikleri analiz etmek için, ayrıca bu değişkenleri, toprağın elektriksel iletkenlik (EC) özelliklerin mekansal değişimleri ile karşılaştırmak için elma ağaçlarından verim haritası elde etmektir. Ağaç başına düşen olgun meyve sayısı hesaplanıp, bu veriler toplam verimi elde etmek için kullanılacaktır. Ayrıca, meyvecilik konusunda pomolojik özellikleri arasında önemli bir parametre olan, birim gövde kesit alanına düşen meyve miktarı farklı çeşitlerde, GIS yazılımları kullanarak haritaya dönüştürülüp, çeşitli elma türlerinin performansı ve toprak elektrik iletkenlik (EC) değişimi ile ilişkisi incelenecektir. Toprağın elektriksel iletkenliği (EC) toprağın elektrik akımını iletmesinin bir ölçüsüdür. Elektriksel iletkenlik birim metre başına miliSiemens (mS/m) değeri ile ifade edilmektedir. Toprağın elektriksel iletkenliği toprak tekstürü, toprak tuzluluğu, toprak nem içeriği ve toprak derinliği gibi toprak özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Toprağın elektriksel iletkenliğinin sensörlerle hızlı bir şekilde ölçülebildiği ve bazı toprak özelliklerinin bu yolla örnekleme yapmaya gerek kalmadan belirlenebileceği bazı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Toprağın elektriksel iletkenliği ürün verimi üzerinde toprağın birçok fiziksel özellikleriyle ilişkilidir. Bu yüzden toprak özellikleri ile ilişkisi olan verim performansı farklı çeşitlerde belirlenecektir.

Dünyada giderek artan gıda ihtiyacı ve çevresel kaygılar tarımsal uygulamalarda yeni bakış açılarının getirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda alternatif bir yaklaşım olarak kabul edilebilecek olan hassas tarım uygulamaları özellikle son 10 yılda tarımsal uygulamalarda yer edinmeye başlamıştır (Güler 2005). Gıda için artan bu talep ile, kalite gibi parametrelerinde izleme ve haritalama sistemlerinin kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Üretim işlemleri sırasında veri toplama, ürün işletmeciliği ve mekansal değişimi incelemek için de gereklidir. Doğru verim haritaları, tüm üretimi değerlendirmede ve bilmekte çiftçiler için son derecede yardımcı olacaktır, böylece çiftçilerin daha etkili karar vermelerini sağlayacaktır. Ayrıca meyvecilikte, verimle ilgili olan pomolojik özelliklerden birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (adet/cm²) önemli bir faktör olarak tanımlanmaktadır ve bu özellik farklı elma çeşitlerinde değişmektedir. Bu çalışmada farklı elma çeşitlerinin birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı ve verim performansı incelenip ve sonuçlar toprağın nem içeriği ve fiziksel özellikleri ile ilgili olan elektriksel iletkenliği ile karşılaştırılacaktır.

1.1 Temel Kavramlar

1.1.1 Hassas tarım

Hassas Tarım, bir alanın biyofiziksel değişkenliğine dayalı sensörler ve jeo-referans bilgiler gibi bir takım teknolojiler kullanarak girdilerin daha dikkatli kullanılmasıdır. Üreticiler ilk olarak, alan içerisinde değişkenlik miktarını belirleyip küresel konumlama sisteminden (GPS) yararlanarak verim veya toprak parametreleriyle ilgili olan bilgileri coğrafi koordinatlar ile birleştirmektedirler. Bu datalar dijital toprak verimliliği ve değişkenlik haritalaması için temel verilerdir. Hassas tarımın amacı, her alan içerisinde olduğu gibi mekansal ve zamansal değişkenlik miktarını belirtmek ve yönetmektir. Bir alan içerisinde su, gübre, tohum ve tarım ilaçlarını tekdüze oranda kullanmak yerine, üreticiler bilgisayar teknolojilerini kullanıp kendi alanlarının biyofiziksel değişkenliğine dayalı ekipmanlar kullanarak sürekli girdi kullanımını ayarlamaktadırlar. Hassas tarımın diğer amacı verimi arttırmak ve masrafları azaltmaktır. Aslında tarımsal işlemlerde, hassas tarım önde gelen bir yönetim sistemidir.

Hassas tarımın amacı, masrafları azaltmak, kazancı arttırmak ve çevre kalitesini korumak için tarımsal üretimde her girdiyi, mekana ve yerine özgü (site specific) kullanmaktır. Bu amaçlar, girdi ihtiyaçlarının miktarını ve zamanını belirlemesi, verim ve çevre koşulların izlemesi ile elde edilebilir. Hassas tarımın bir alan için tarım yönetimini çeşitli perspektiflerden yararlanarak geliştirebilir:

- a) agronomik perspektif: kültürel uygulamaların düzenlenmesinde ürünün gerçek ihtiyaçlarını (daha iyi gübreleme yönetimi gibi) dikkate almak.
- b) teknik perspektif: çiftlik düzeyinde daha iyi zaman yönetimi kormak (tarımsal faaliyetlerin planlaması gibi).
- c) çevresel perspektif: tarımsal etkileri azaltmak (azot akışını sınırlamak için topragin azota olan ihtiyacını daha dikkatli tahmin etmek).
- d) ekonomik perspektif: verimliliği artmak veya girdi miktarını azaltmak, verimin etkinliğini çoğaltmak (azot gübreleme uygulamasını düşük maliyetle yapmak gibi).

Ayrıca çiftçi için bir diğer yarar, tarla işlemlerinden ve sonuçlarından bir kayıt sisteminin oluşturulmasıdır. Kaydedilen bilgiler karar vermekte ve tarla parametrelerini izlemekte yararlı bilgiler sağlamaktadır.

Verimi optimize ve masrafları minimize etmek amacıyla uygulanan hassas tarım aşamalarını aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

- Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning Systems, GPS)
- Verim İzleme Sistemi (Yield Monitoring)
- Uzaktan Algılama (Remote Sensing)
- Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Yazılımlar (Geographic Information Systems, GIS)
- Değişken Oranlı Uygulama ve Ekipmanları (Variable Rate Technology, VRT)

1.1.1.1 Küresel konumlama sistemi

Nerede bulunması ve nereye gideceğini sayılaştırma çabası insanoğlunun belki de en eski ilgi alanlarından birisidir. Konum belirleme sistemleri; bir cismin enlem (latitude),

boylam (longitude) ve yükselti (elevation) şeklinde anlık yerinin belirlenmesinde kullanılır. Ayrıca, cismin konumundaki değişimin ve bunun gerçekleşme süresinin belirlenmesiyle cismin hızı da belirlenebilir. Hassas uygulamalı tarımda işlemler; konum belirleme sistemine gereksinim duyarlar. Bu nedenle de; hassas uygulamalı tarımın uygulamaya aktarılabilmesi için en önemli unsuru oluştururlar.

GPS veya açık adıyla Küresel Konum Belirleme Sistemi; bir cismin veya insanın yeryüzündeki gerçek konumunu doğru olarak belirlemek için kullanılan uydu teknolojisini ifade eder. Günümüzde bu teknoloji aynı zamanda, gemi, uçak ve hatta otomobiller için yön bulmada yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, son bir kaç yıldan beri ormanları doğasından kaynaklanan kısıtların olumsuz etkilerini en aza indiren ve hassasiyetin arttırmasını sağlayan bir takım donanımlarla birlikte, küresel konum belirleme sistemlerinden yararlanılmaktadır. Hassas uygulamalı tarımda GPS teknolojisi, üretim alanından toplanan toprak özellikleri veya diğer ergonomik karakteristiklerin yerinin tam olarak bilinmesine izin verir. Örneğin; toprak örnekleri, üretim alanındaki yaklaşık 2 ha'lık alanlardan toplanabilir. GPS ile her bir örneğin alındığı yerin bilinmesi mümkün olmaktadır. Buna bağlı olarak da hassas uygulamalı tarımda uygulanacak üretim işlemlerinin tümünde gerek üretim alanına girdilerin amaca uygun şekilde dağıtılması (ekim, gübreleme, ilaçlama vb.) ve gerekse üretim alanından elde edilen çıktıların yere bağlı özelleştirmesi işlemleri yapılabilmektedir. GPS; Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı tarafından 1973 yılında geliştirilmiştir. Başlangıçta sadece askeri amaçlı olan bu sistem daha sonra cıvıl ve ticari kullanıma da açılmıştır.

1.1.1.2 Verim izleme sistemi

Ürün verim ve kalitesi; üretim sezonu boyunca bitki büyüme gelişimini etki eden bütün faktörlerin ortak etkisinin bir sonucudur. Ürüne ait verim ve kalite haritaları, üretim alanındaki mevcut bölgesel değişkenliği ifade eden göstergelerdir. Ayrıca hassas tarıma ilişkin işletmecilik kararlarının verilmesi için başlangıç noktası olarak değerlendirilir. Daha önce de belirtildiği gibi, hassas tarım işletmeciliğinin amacı, optimum ürün verimi ve tekdüze kaliteyi sağlayacak olan bölgesel değişkenliğin etkisini azaltmaktır. Verim

ya da ürün kalitesi düşük olan tarım alanlarının değerlendirilmesi, verimi sınırlayan faktörlerin ve nasıl bir optimizasyon işleminin yapılması gerektiğinin belirlenmesinden ibarettir.

Günümüzde gelişmiş elektronik ve bilgisayar teknolojisi ile arazi özelliklerindeki değişkenliğin belirlenmesi mümkün hale gelmiştir. Arazi üzerindeki verim değişimi, farklı verim ölçüm ve haritalama yöntemleri kullanılarak belirlenebilir. Verime ilişkin bu veriler, elde edilen toprak ve çevreye ait diğer verilerle birleştirilerek, değişkenliğin nedeni saptanabilir. Daha sonraki aşamalarda, verim haritaları oluşturmada kullanılabilecek GPS esaslı verim verilerinin elde edilmesi ve saklanması sağlayacak gerekli donanımlar kullanılır.

1.1.1.3 Uzaktan algılama

Uzaktan algılama; farklı amaçlı yerel ve zamansal değişimler üzerinde değerlendirmeler yapmak üzere fiziksel temas olmaksızın nesnelerin durumunu görüntüleme ve değerlendirme olarak tanımlanabilir. Uzaktan algılama, hassas uygulamalı tarım için önemli bir işletmecilik aracı olma özelliğine sahiptir. Uzaktan algılama tarımda son 30 yıldan beri kullanılmaktadır. Bu yöntemin kullanılması; toprak bitki besin elementleri düzeyini, bitkilerin durumunu ve yabancı ot ile hastalık-zararlı durumunu görsel olarak değerlendirmeyi mümkün kılar. Bugünün teknolojisi ile nesnelerin uydu veya uzaklardan elde edilen görüntülerle oldukça yüksekte görüntülenmesi mümkün olmaktadır. Görüntüleme ve görüntünün elde edilmesi kolay olsa da görüntüler üzerinde yorum yapma ve karar verme işlemi ise hala karmaşıklığını korumaktadır.

Uzaktan algılama; bitki ile fiziksel temasın zor olduğu veya bitkiye zarar verme durumunun söz konusu olduğu durumlarda bitkilerin uzaktan algılanabilmesi, geniş alanların görüntüsünün hızlı ve tekrarlanabilir bir şekilde daha az işgücü ile alınabilmesi ve tüm yetiştirme periyodu boyunca kullanılabilmesi nedeniyle geleneksel tarla gözlemlemesine bir alternatif olarak kullanılabilmektedir. Sorunların önceden saptanması ve gereğinin yapılması ile muhtemelen ürün kayıplarını önlenmesi uzaktan algılanan görüntülerin kullanılması ile mümkün olabilir.

1.1.1.4 Değişken oranlı uygulama ve ekipmanları

Değişken düzeyli uygulama, hassas tarımın en önemli aşamasını oluşturur ve tarımın geleceği olarak görülmektedir. Tarlanın değişik bölgelerine göre, o bölgenin gereksinim duyduğu kadar girdi uygulaması amaçlandığından bu yolla girdi maliyeti düşürülmüş olur. Diğer taraftan da kimyasal girdilerin çevreye olan olumsuz etkileri azaltılmış olur. Bu tip uygulayıcıların maliyetleri oldukça yüksektir fakat kiralama yolu ile bu engel de ortadan kaldırılabilir.

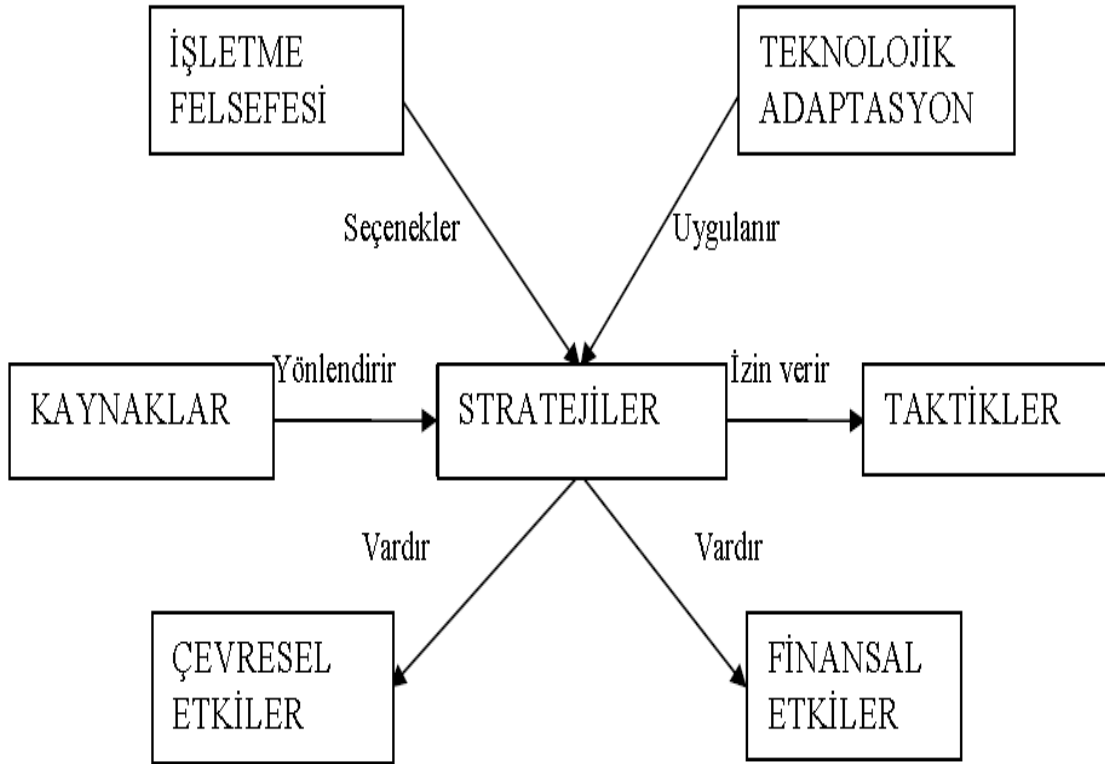
Hassas tarımla ilgili veriler toplandıktan ve GIS kullanılarak işleme analizi yapıldıktan sonra, tarla ve bitki koşullarının istenen duruma getirilmesi için gerekli uygulamanın belirlenmesinde karar verme işlemi yürütülür. Yapılacak bu uygulama; tohum, gübre, ilaç ve toprak işleme gibi tarımsal girdilerin değişken düzeyli uygulamasını (Variable Rate Technology, VRT) gerektirebilir. Değişken Düzeyli Uygulama Tekniği (VRAT) bölgesel değişkenliği gidermek için uygulanan işletmecilik yöntemlerinden biridir. Uygulanması mümkün olan diğer işletmecilik kararları, düşük verim veya yüksek girdi maliyetleri nedeniyle tarlanın tamamını veya küçük bir bölümünü üretim dışında tutma veya geleneksel sabit düzeyli uygulama şeklinde olabilmektedir.

Hassas tarımın pratikte uygulanabilmesi, arazideki değişkenliğin farklı girdi kullanımını mümkün kılacak yeterli büyüklükte olması şartına bağlıdır. Örneklere yeterli değişkenliği belirleyecek ölçeklerde olmalıdır. Değişken girdi uygulamasına geçmeden önce;

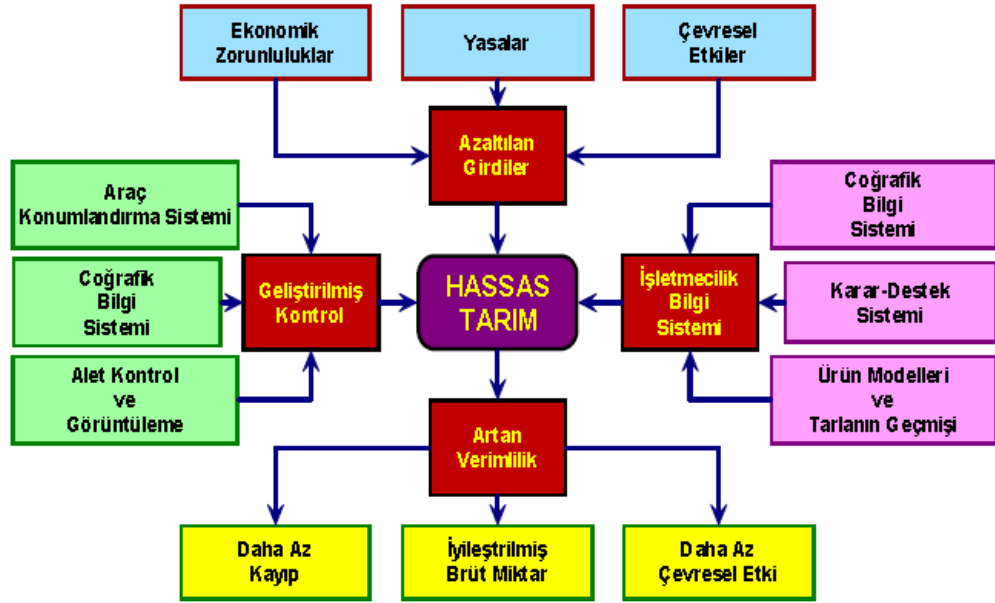
- Değişkenlik belirlenmeli ve nicelleştirilmeli,
- Değişkenliğe neden olan unsurlar belirlenmeli,
- Üretimi iyileştirmek ve zenginleştirmek için problemlerin düzeltilmesine yönelik, yönetim ve işletim kararları belirlenmeli,
- Bu uygulamaların ekonomik getirileri analiz edilmeli,

- Kesin ekonomik fayda ve getiri sağlayacak işletme ve yönetim etkinliği belirlenmelidir (Vatandaş 2005).

Hassas tarımda değişkenler; alansal (spatial), zamansal (temporal) ve ekonomik olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Burada öncelikle değişkenlik belirlenmelidir ve daha sonra pratik bir işletmecilik kararı alınmalıdır. Bunlara bağlı olarak doğru strateji ve pratiklerin adaptasyonu ve geliştirilmesi, hassas tarımın başarılmasını mümkün kılacaktır (Şekil 1.1). Karar sürecinde geliştirilen yazılımları kullanma olanakları bulunmakla birlikte, doğru ve zamanında elde edilmiş verilere de gereksinim duyulmaktadır. Hassas tarımda tek hedef hiç bir zaman verim artışı olmamakta, verim kaybına yol açmayacak şekilde girdi kullanımında tasarrufa imkan verecek uygulamaları da içermektedir. Hassas tarım uygulamalarında bir çok bileşen karşılıklı olarak etkileşim halindedir . Bu bileşenler ve birbirleriyle etkileşimleri Şekil 1.2’de görülmektedir (Vatandaş 2005).

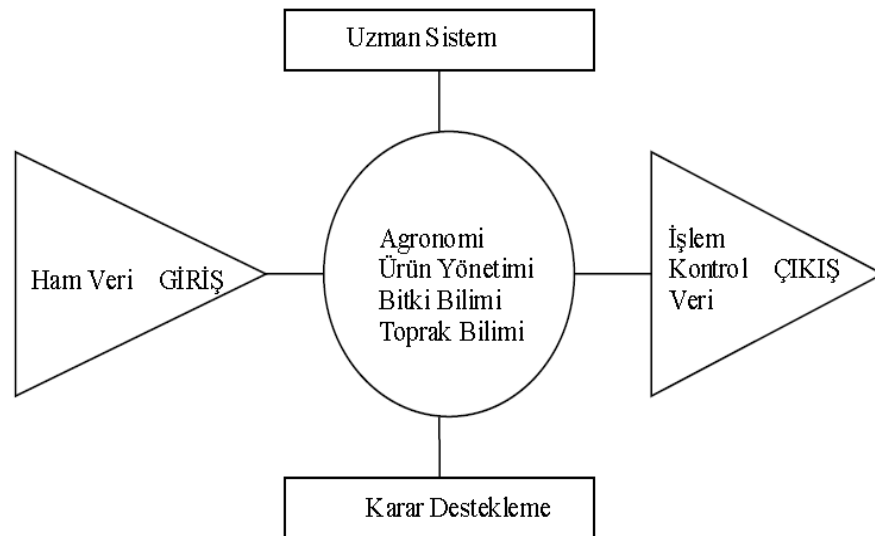


Şekil 1.1 Hassas tarımda strateji oluşumu ve etkisi (Vatandaş 2005)



Şekil 1. 2 Hassas tarım sisteminin bileşenleri ve etkileşimleri (Türker 2001)

Bitkisel üretim yönetimi ve işletmeciliğinde, araziye ait fiziksel ve coğrafi değişkenliklerin anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi için çeşitli görüşler ortaya atılmaktadır. Bu görüşlerin uygulamaya konulabilmesi ve değişken oranlı uygulamaların gerçekleştirilebilmesi için, bir karar destek sistemine (decision support system) gereksinim duyulmaktadır. Bunun yanında algılama (sensing), izleme (monitoring), kontrol ve veri transfer sistemleri, hassas tarım uygulamaları için gerekli olan teknolojilerdir. Şekil 1.3'te teknolojik fonksiyonlar ile işletme fonksiyonları arasındaki bağlantı için gerekli olan veri akış diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 1.3 Hassas tarımda veri akış diyagramı (Stafford 2000)

Son yıllarda, üretimi artırma yollarını ortaya koymaya çalışan araştırma çalışmalarına paralel olarak AB ülkelerinde, çevreye zarar vermeyecek, ekonomik ve sürdürülebilir tarım sistemlerinin geliştirilmesi fikri ağırlık kazanmaktadır. ABD’de ise bu konu 1980’li yılların sonuna doğru kongre gündemine gelmiş ve yasal bir nitelik kazanmıştır. Hassas tarım konusundaki araştırma, eğitim ve yayımla ilgili olan ve ilk defa ulusal bir yasada hassas tarımın tanımının yapıldığı bu yasada, özetle şu hususlar yer almaktadır:

- Hassas tarımla ilgili USDA araştırma projeleri ve üniversitelerin eğitim programları desteklenecektir,
- Araştırma sonuçları tarımla uğraşan kesime hızla ulaştırılacaktır,
- Uzun zaman alabilecek alana özgü olan ve üretim etkinliğini, verimliliği ve karlılığı arttırmaya yönelik olan araştırmalar gündeme alınacak ve bu tür araştırmaların sayısı artırılacaktır,
- Hassas tarım yöntemlerinin çevreye ve doğal yaşama olan olumlu katkıları göz önüne serilecektir,
- İşbirliği içindeki yayın kuruluşlarının, ürün danışmanlarının, tarımsal üreticilerin, makina, ürün ve hizmet sağlayıcılarının ve tarımla ilgili diğer kesimlerin bu konuda eğitimi sağlanacaktır,
- Bu konuda gerekli teşvik ve destekler sağlanacaktır (Vatandaş 2005).

Hassas tarımın yüksek maliyetli olduğu nedeniyle, ilk olarak ekonomik açıdan kullanımı mantıklı olan yüksek değerli ürünlerde önerilmiştir. Ayrıca, toprağın az besin madde miktarı olduğu yerlerde veya ilaç kullanımının çevresel sorunları gibi önemli kısıtlar olduğu alanlarda dolayısıyla çevre hasar masraflarının daha yüksek olan yerlerde kullanılmaktadır. Bu bakımdan, sebze ve bahçecilik hassas tarım teknoloji kullanılması büyük bir potansiyel bulunmaktadır.

1.1.2 Bahçecilikte hassas tarım uygulanmaları

Hassas bahçecilik ve ilgili mekansal analizler, giderek hassas tarımın gelişen bir parçası olarak tanımlanmaktadır. Bu disiplinin amacı, çevreye duyarlı şekilde ürün performansını artmak için, izleme teknikleri ile beraber bahçe bilgilerini analiz ederek

Üretim maliyetlerini azaltmaktır. Geo-istatistiksel analizler, noktaya özgü (point-specific) dataları ile birleştirildiğinde yönetim kararları ve planlarını uygun hale getirmektedir. Sezon boyunca hassas tarım uygulamaları, gerçek işlem zamanının belirlenmesinden, tarımsal işlemlerin etkinliğinin artmasına kadar, meyve büyüklüğü, meyve sayısı, verim miktarı ve yakın gelecekte kalite özellikleri gibi üretim amaçlarını gerçekleştirecektir. Bu bilgiler meyve üretim aşamalarında sadece hasattan önce işlemleri değil, hasat sonrası uygulamaları da etkilemektedir (Manfrini 2009).

Bahçecilikte en küçük alanda olsa bile, verim haritalama ve girdi kullanımının optimize etmesinde haritalama bilgilerinden yararlanmak, bahçe bitki üretimini geliştirmektedir. Ayrıca kaynakların daha etkili kullanımında, etkinlik derecesini artmasında ve maliyetlerin dşrmesinde büyük paya sahiptir.

Bireysel ağaçlarda verimin belirlenmesi sadece yönetim sistemlerin geliştirilmesinde değil, bahçe içerisinde de birkaç ağaç parametrelerin izlenmesi üzerinde bazı araştırmaların uygulanmasına da yol açmaktadır. Ayrıca, verim değişim nedenlerinin belirlenmesinde ve doğal ormanlarda ekoloji ve evrebilimlerinde de katkıda bulunmaktadır. Birçok tarla bitkilerinde kazancılık sorunları, hassas tarımın adaptasyonunu sınırlarken, bahçe ürünlerinde, gerekli teknolojilerin olmaması birinci sorun olmaktadır.

Bahçecilikte hassas tarım uygulamasının en büyük kısıdı, yeterli teknolojilerin geliştirilmemesidir. Çevresel koşulları ve ağaç performansını doğrudan veya uzaktan algılayan sensörlerin geliştirildiğine rağmen, şu anda tüm ağaç çeşitlerine verim belirlemek için herhangi bir ticari hasat sistemi yoktur. Tüm yönetim teknikleri, verim üzerinde olan etkileri açısından değerlendirmekte ancak yerine özgü (site specific) temeline dayanarak verimin belirlenmemesi, bu teknolojinin adaptasyonunu sınırlamaktadır. Bahçe rnlerin içerisinde, fıstık ve portakal bahçelerinde catch-frame teknolojisini kullanarak (şekil 1.4) mekaniksel yöntemlerle hasat edilmesinden dolayı hassas bahçecilik uygulanması için ideal bir fırsat kazandırmaktadır.



Şekil 1.4 Portakal hasat makinesi (Anonymous 2010)

1.1.3 Toprağın elektriksel iletkenliği

Günümüzde hassas tarım teknolojilerini uygulayan çiftçiler tarımsal işlemleri sırasında, mekansal özellikleri ile ilgili daha fazla bilgi toplamaktadırlar. Verim, hudut, ve alan özellikleri haritalarından ziyade, yeni elektronik, mekanik ve kimyasal sensörler, toprak ve bitkilerin diğer özelliklerinin ölçülmede ve haritalanmasında kullanılmaktadırlar. Toprakta EC, hassas tarımda elde edilebilen en basit ve en ucuz şekilde ölçülebilen parametrelerden birisidir. EC ölçümleri, geleneksel toprak örnekleme yöntemlerine göre az zamanda daha fazla veri sağlamaktadır.

Elektromanyetik (EM) teknolojisi orijinal olarak madencilik için geliştirilmiştir. Mineral, yağ ve gaz araştırmaları, yer altı suyu çalışmaları ve arkeoloji alanlarında kullanılmaktadır. Tarımda ilk kez EM sensörleri eriyebilir tuzlar ve toprak nemini ölçmek için kullanılmıştır. Diğer tarımsal uygulamalar ise toprak bileşenlerinin belirlenmesi, toprağın üst yüzeye yakın kısmındaki killi toprak miktarının tahmini, sel baskınlarından sonra biriken kum derinliğinin tahmini, herbisit miktarı ve ürünler için verimliliğidir.

Ülkemizde tuzdan etkilenmiş alanların her geçen yıl arttığı görülmektedir. Bitki gözlemleri yöntemi hızlı ve ekonomik olmasına karşılık, bitkide tuzluluk nedenli zararlar meydana geldikten sonra yapılabilir. Kullanımı gelenekselleşmiş olan saturasyon çamuru süzüğünden toprak tuzluluğu belirlenmesi yöntemi, toprak örneklerinin toplanması ve ekstraktlarının elde edilmesi gerektirdiği için ne arazide kullanıma uygun olmakta ne de yoğun haritalama ve görüntüleme uygulamalarında kullanılabilir. Aynı zamanda bu yöntem nispeten daha fazla zaman almakta ve pahalıyla mal olmaktadır. Yüksek oranlarda su kullanılarak hazırlanan çamurlardan elde edilen süzüklerde elektriksel iletkenliğin belirlenmesi, saturasyon çamuru yöntemine göre daha kolay olmakta birlikte anlamı toprak özellikleriyle daha az ilişkili olması, peptizasyon, hidroliz, katyon değişimi ve mineral madde çözümünden kaynaklanan hatalara daha açık olması gibi sakıncalı yönleri bulunmaktadır. Arazide daha hızlı, pratik ve güvenilir şekilde tuzluluğun belirlenmesine izin veren toprak hacimsel tuzluluğu ölçüm yöntemleri bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Sözü edilen bu metot özellikle yoğun haritalama ve görüntüleme uygulamalarına uygun bir metodolojiye sahiptir ve toprağın yapısına kesinlikle zarar vermemesi nedeniyle oldukça önemlidir. Gönümüzde hassas tarım uygulamaları açısından arazi değişkenliği ölçümünde en güvenilir ve en çok kullanılan yöntem haline gelmiştir.

1.1.4 Toprak iletkenliğini etkileyen faktörler

Toprağın elektriksel iletkenliği, toprak parçalarında tutulan nem miktarına bağlı olarak değişmektedir. Kumlu topraklar düşük iletkenliğe, silt orta ve killi topraklar yüksek iletkenliğe sahiptir. Sonuç olarak, EC değerleri son derecede toprağın tane büyüklüğü ve yapısı ile ilişkilidir. Toprak yapısına bağlı olarak EC değerlerinin değişmesinden ziyade, EC değerleri alan verimliği ile ilgili olan toprağın diğer parametreleri ile benzer ilişki göstermektedir. Bu parametreleri şöyle sıralayabiliriz:

1.1.4.1 Su tutma kapasitesi

Genelde kurak bölgelerin toprak yapısı sulı bölgelere göre farklıdır ve bu farklılık EC kullanılarak belirlenebilir. Hem orta yapılı ve hem orta su tutma kapasitede olan orta

iletkenlikteki topraklar en verimli olabilir. Genel olarak su tutma kapasitesinin verim üzerinde büyük bir etkisi vardır ve bu nedenle EC değerlerinin en değerli kullanım alanıdır.

1.1.4.2 Katyon değişim kapasitesi

CEC, kil ve organik madde (O.M.) yüzdesi ile ilişkilidir. Kil ve organik madde miktarı artınca, CEC değeri de artmaktadır. Araştırmalar, kil ve CEC arasındaki ilişkiyi belirtmektedir (Grisso 2009).

1.1.4.3 Pulluk tabanın derinliği

Kulaklı pulluklarla birkaç yıl üst üste aynı sürüm derinliğinden tarlada sürüm yapıldığında taban taşı denilen geçirimsiz bir tabaka oluşmaktadır. Taban taşının bitki köklerinin gelişimini engellemesi, hava ve su alışverişine engellemesi gibi sakıncalar vardır. Taban taşının kırılmasında ortalama 40-50 cm derinlikte çalışan dıpkazandan yararlanılır. İletkenlik üzerinde olan kil miktarın etkisi, pulluk tabanın derinlik tahmininde kullanılmaktadır.

1.1.4.4 Prozite

Prozite veya boşluklar hacmi, belirli bir hacimdeki toprakta inorganik ve katı maddelerce işgal edilmeyen boşlukların oranı olarak tanımlanmaktadır (Dursun 2004). Toprak prozitesinin fazlası toprağın daha kolay iletkenliğine yol açar. Toprağın diğer parametreleri sabit olduğu taktirde, killi topraklar kumlu topraklara göre daha fazla sayıda gözeneğe sahiptir.

1.1.4.4 Tuzluluk

Toprakta olan aşırı tuz miktarı elektriksel iletkenlik toluyla kolayca tahmin edilebilir. Toprak tuzluluğunun nedenlerinin tam vaktinde belirlenmesine, ilgili yönetim planlarının uygunluğunun değerlendirilmesinde pratik bir metodolojiye ihtiyaç

duyulmaktadır. Tuzluluk yönetiminde toprak tuzluluğunu belirleyen ve haritalayan araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Toprak tuzluluğun bitki verimliği üzerindeki etkisi ve zaman-uzaysal dinamikliği nedeni ile gerçek zamanlı ölçümler, uzaysal ve zamansal görüntüleme, özellikle hassas tarım açısından son derece önemlidir (Grisso 2009).

1.1.4.6 Sıcaklık

Sıcaklık su donma noktasına kadar düşerse, EC miktarı çok az azalacaktır. Donma noktasının altında toprak gözeneklerinin aşırı şekilde birbirinden ayrılma nedeniyle onunla ilişkide olan EC miktarı da azalacaktır (Grisso 2009).

1.1.5 Toprak penetrasyon direnci

Toprağın penetrasyon direnci ya da toprağın koni indeksi, penetrometre ucunun toprak üst yüzeyinden başlayarak toprağı standart bir hızla delmesi sırasında konik uca uygulanan kuvvetin konik ucun taban alanına oranı olarak tanımlanmaktadır. Genellikle MPa birimiyle ifade edilmektedir.

Toprak penetrasyon direnci penetrometrelerle ölçülmektedir. Penetrometrelerin cep penetrometresi, konik penetrometre, proktor penetrometresi, standart bozulmamış örnek kapları penetrometresi olmak üzere oldukça değişik tipleri vardır.

Koni penetrometre; bir tutamak, gösterge, sürme mili ve 30°'lik paslanmaz çelik koniden oluşur. Bu penetrometrelerde, hafif topraklarda daha büyük taban alanı, sert topraklarda ise daha küçük taban alanı olan konik uçlar kullanılmaktadır.

Proktor penetrometresi, özellikle ince taneli topraklarda dolgu veya setlerin sıkışma derecelerinin ölçülmesinde kullanılır (Şekil 1.5). Örneğin; 32 mm², 129 mm², 215 mm², 322 mm², 484 mm² ve 645 mm² gibi değişik taban alanı uçları vardır. Bu penetrometrelerde, konik kesitli uç dışında düz tabanlı daire kesitli uçlar da kullanılmaktadır. Düz tabanlı uçlar, özellikle hafif toprak koşullarında veya toprak işleme aletiyle çalışmadan sonraki ölçümlerde başarılı olmaktadır.



Şekil 1.5 proctor penetrometre

Tarımsal üretimde verimi ve kaliteyi yükseltmek tarımcıların temel amaçlarındanıdır. Bunun için ise çeşitli çalışmalar ve sonuçlarında da tavsiyeler ortaya konulmaktadır. Toprak sıkışmasının azaltılması da bunlardan biridir. Bitki köklerinin içerisinde geliştiği toprağın mekanik direncinin düşük olması istenir. Ancak, mekanizasyondaki artış ve yoğun tarımsal faaliyetler tarım alanlarında önemli sıkışma problemleri meydana getirmektedir. Sıkışmanın derecesine bağlı olarak toprak özelliklerinde çeşitli değişimler olmaktadır.

Toprakların sıkışma derecesi arttıkça kütle yoğunluğunda artışlar olmakta ve prozite özellikle makro prozite ($>50\mu\text{m}$ çaplı) azalmaktadır. Sıkışmış topraklarda kök bölgesindeki oksijen difüzyonu yetersiz kalmakta, bitki kökleri ve mikrobiyal aktivite bundan olumsuz etkilenmektedir. Bunların yanı sıra toprağın kesme ve penetrasyon dirençlerinde artışlar olmaktadır.

Tarımsal üretimde, toprak işlenmeye uygun rutubette iken ve kiritik penetrasyon direnci 3 MPa olarak belinirken, makro prozitenin %12-14'den daha az olmaması gerektiği ifade edilmektedir. Ancak burada belirtilen kritik penetrasyon direnci toprak özelliklerine, toprak rutubet içeriğine ve bitki kök yapısına bağlı olarak önemli değişiklikler gösterir (Dursun 2004).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 EC ve Toprak Özellikleri

Kühn vd. (2008), "hassas tarımda, toprak özellikleri ve jeoloji haritaları ile elektriksel iletkenlik modellerini yorumlamak" adlı çalışmalarında, toprak elektriksel iletkenlik özelliği gibi dijital toprak haritalama (DSM) sistemi ve dijital yükseklik modellerini kullanarak toprak özelliklerinde veya toprak tipinde olan mekansal değişimleri (örneğin: kil içeriği) açıklamak için doğu Almanya'daki bir çalışma alanında bir deneme uygulamışlardır. Bu çalışmada, EC haritalarından yararlanarak, yönetim bölgeleri, ayrıca EC mekansal değişimini etkileyen faktörler belirlenmiştir. EC değerlerini etkileyen faktörler, mekansal otokorelasyon yüzdesi olarak sonuçlanmıştır. EC'de olan değişim büyük ölçüde ve $R^2 > 61\%$ olarak belirlenmiştir. Ayrıca deneme sonuçları, toprak organik madde miktarı, CaCO_3 ve toprak kil miktarı ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ancak, arazi özelliklerin (terrain attributes) EC üzerinde etkisi görülmemiştir.

Domsch vd. (2004), toprak tekstür özelliklerinin üzerinde yaptıkları çalışmada, EM38 aleti ile kaydedilen elektriksel iletkenlik verileri, toprak tekstür tahmininde kullanmışlardır. Bu çalışmada, toprağın 20° 'lik sıcaklıktaki elektriksel iletkenlik verileri toprak tekstür haritası üretiminde kullanılmıştır. Çalışma toprak profili önceden belli olan 16 farklı izleme sitesinde yapılmıştır ve elde edilen bilgiler toprak yapısal sınıf tiplerini belirlemek için kullanılmıştır. Toprak elektriksel iletkenliği Geonics EM38 cihazından yararlanarak aynı lokasyonda ve belli ölçüm şartlarında belirlenmiştir. Belirtilen kil miktarı ve EC_{25} verileri arasında regresyon katsayısı 0.55 olarak belirlenmiştir. 0-10 mS/m EC_{25} değerleri kumlu veya tınlı kum, 10-20 mS/m EC_{25} dekiler, tınlı kum veya tınlıya yakın profilleri ve 20-30 olan değerler , tınlı kum or tınlı profilleri göstermiştir.

Bronson vd. (2005), ABD'de toprak özellikleri ve toprak elektriksel iletkenliği üzerinde bir deneme yapmışlardır. Bu çalışmada, Geonics EM38, Veris 3100 sensörleri, toprak özelliklerini belirlemekte, ucuz ve seri yöntem olmasını kanıtlamak için kullanılmıştır.

Deneme, 12-47'lik ve 6 center pivot ile sulanan alanda sitede uygulanmıştır. Toprak örnekleri 0-150 mm derinlikte alınıp ve besin maddeleri ve tane boyut dağılımı belirlemek için rutin analizler yapılmıştır. 6 sitenin dördünde veris 3100 ile ölçülen yüzeysel ECa değerleri (ECa-sh) pozitif olarak toprak kil içeriği miktarı ile ilişkili olmuştur. Bir diğer sitede de bu ilişki, kireç nedeniyle düşük yığın yoğunluğundan dolayı negatif olarak belirlenmiştir. Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , CEC, silt ve çözünebilir tuz gibi diğer toprak özellikleri genellikle ECa değerleri ile ilişkili olmuştur. Ancak K^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , Mehlich-3-p ve PH ile ECa arasında bir ilişki görülmemiştir. Ayrıca, PLS (partial least squares regression) analiz yönteminden yararlanarak, yüzeysel ECa-sh, veris 3100 ve Geonics EM38 ile ECa-deep değerlerin ortalaması sırayla, %61, %51 ve %37 olarak belirlenmiştir.

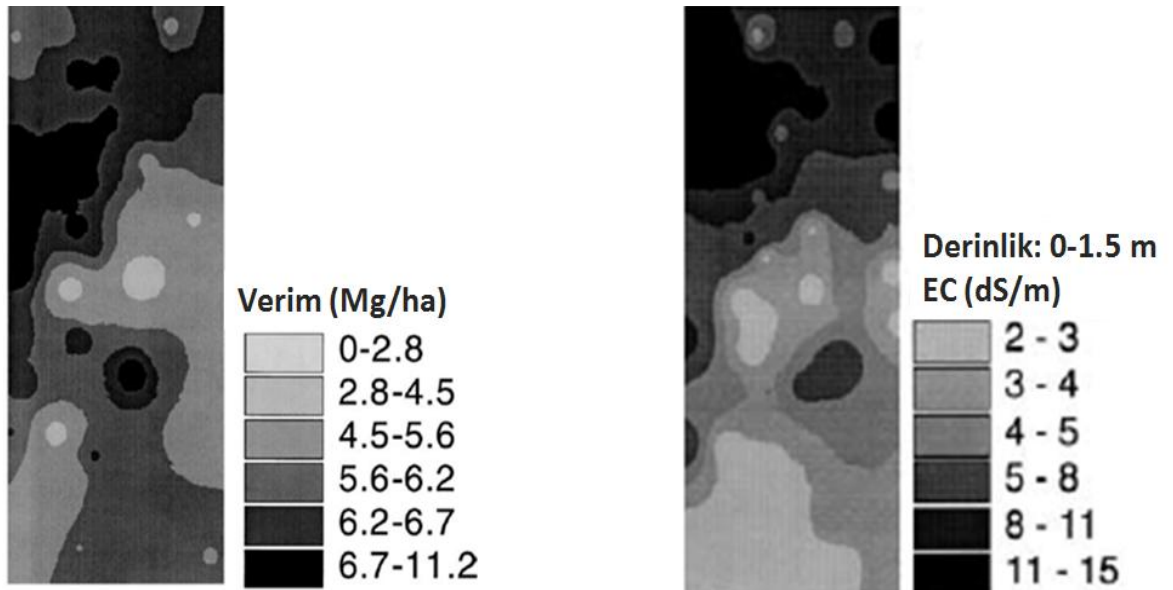
Herrero vd. (2003), toprak örnekleme ve elektromanyetik tekniklerini kullanarak, toprak tuzluluk dağılımını belirlemişlerdir. Bu çalışma, 1 ha' lık bir zeytin bahçesinde yapılmıştır. 22 örnekleme noktasından saturasyon esas (saturation extract) (ECe) değerleri belirlenmiş ve Geonics EM38 sensöründen yararlanarak 141 noktanın elektriksel iletkenlik değerleri yatay modda (EM_H) ve dikey modda (EM_V) alınmıştır. Belirlenen değerlerin bir çoğu tuzlu olmayan aralıkta olup ve bazıları da nispeten şiddetle artan yüksek değerli belirleyip, asimetric bimodal dağılımlar (asymmetrical bimodal distributions) ortaya koymuştur. Tuzluluk profillerinin çoğunun homojen olduğu ($EM_H=EM_V$) görülmüştür ancak tuzlu olan bölgelerde $EM_H>EM_V$ olduğu ve ECe değerleri yüzeysel toprakta, derin topraklara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. EM okumaları ve ECe değerleri arasında olan regresyon ($R^2>0.84$) 0-100, 0-150 cm toprak derinliğindeki ECe değerlerinin tahmininde kullanmıştır. Daha sonra 22 ECe değerlerinden ve 141 EM sonuçları üzerinden tahmin edilen ECe değerlerinden yararlanılarak, toprak tuzluluktan contour haritalar elde edilmiştir.

2.2 Verim ve EC İlişkisi

Erzin vd. (2010), arazi çalışmalarında çeltik verimi ile toprak elektriksel iletkenliği arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Deneme 6 parselli bir çalışma alanında yürütülmüştür. Ürün verimini örnekleme yöntemi ile belirlerken toprak elektriksel

iletkenliği Veris 3100 toprak elektriksel iletkenliğini ölçen cihaz kullanılmıştır. Sonuçların analizi için Stepwise linear regression (SLR) ve boundary line analysis (BLA) yöntemleri kullanılmıştır. Çeltik verimi ve elektriksel iletkenliğin arasındaki ilişki sırayla SLR ve BLA yöntemleriyle $R^2=0.1246$ ve $R^2=0.4156$ olarak belirlenmiştir.

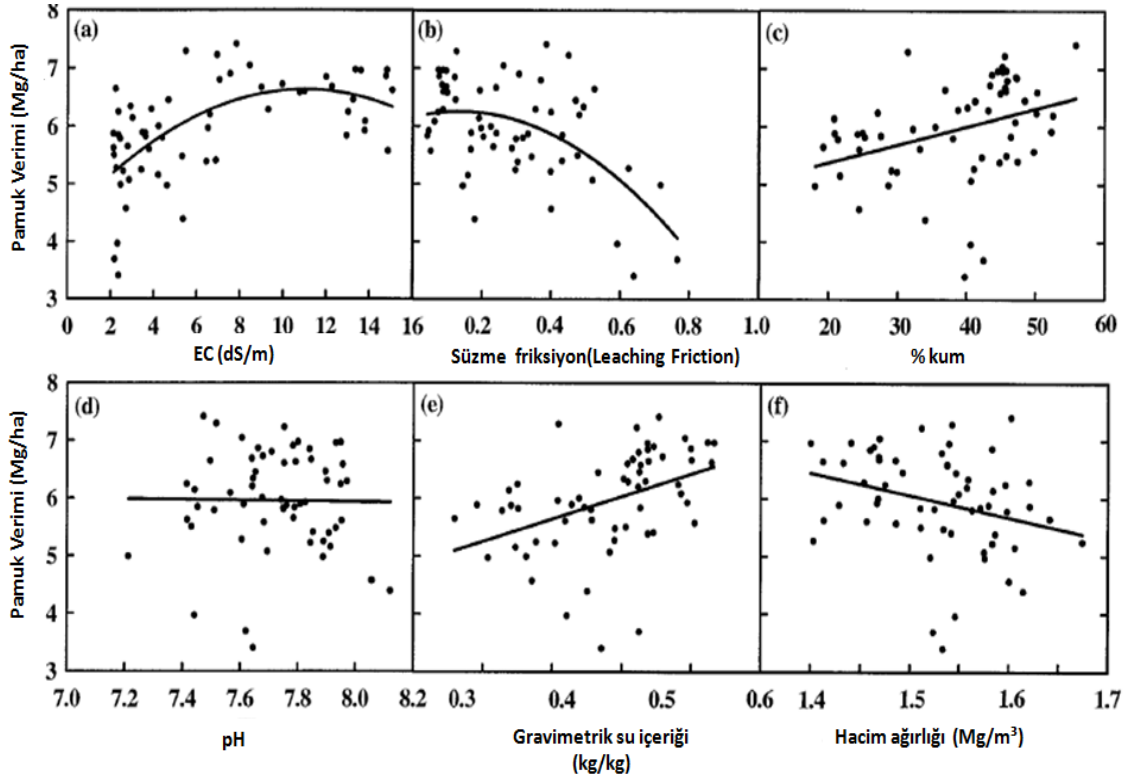
Corwin vd. (2003), pamuk verimini etkileyen toprak özellikleri arasında olan elektriksel iletkenlik üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma 32.4 ha'lık bir deneme alanında, EC değerlerinden yararlanarak, pamuk verimini etkileyen toprak özellikleri için toprak örnekleme deseni hazırlanmıştır. Verim izleme tekniklerinden yararlanarak verim haritası elde edilmiş ve elde edilen haritalar ve sonuçlar EC haritaları ve sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, EC değerlerinden ziyade bir çok toprak örnekleri ile ilgili olan parametreler ölçölüp, verim ile ilişkileri belirlenmiştir. şekil 2.1-2.2' de karşılaştırılan haritalar ve ilişkileri verilmektedir.



şekil 2.1 Verim ve EC haritaları (Corwin 2003)

şekil 2.2'de gösterildiği gibi EC ve pamuk verimi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla ikinci derecede regresyon eğrileri çıkarılıp regresyon katsayısı 0.51 olarak belirlenmiştir (şekil 2.2.a). Ayrıca verim ve süzme friksiyon arasındaki ilişkide ikinci dereceden hesaplanmıştır. şekil 2.2.b'ye baktığımızda verim miktarında süzme friksiyon miktarı 0.4'e gelince bariz şekilde azalma göstermiştir. Verim ile kum

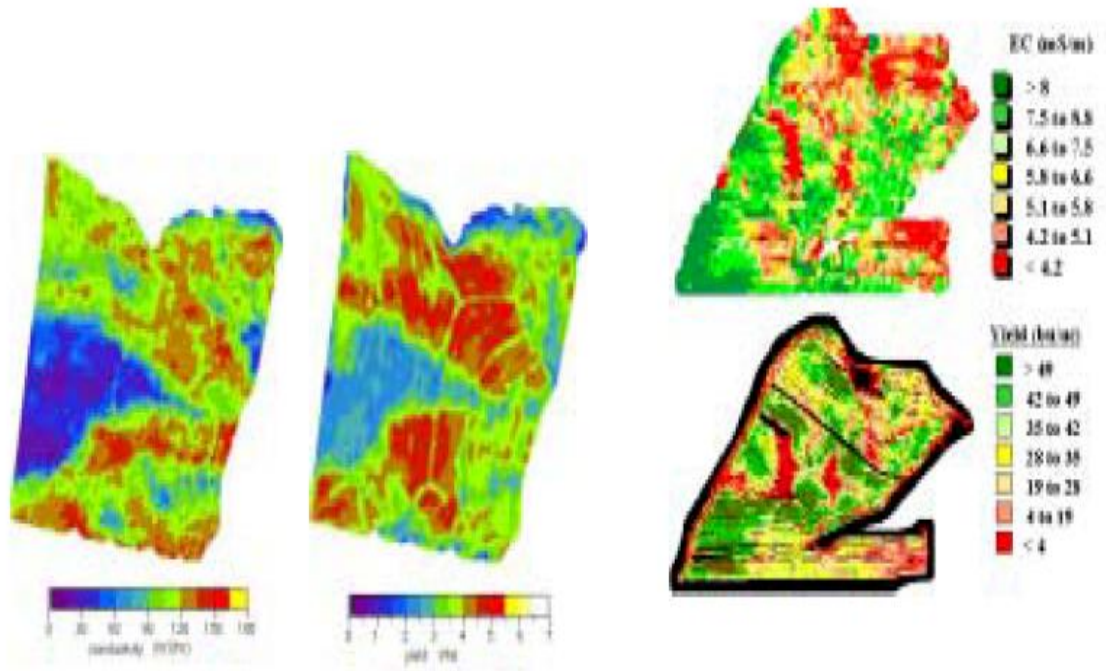
yüzdesi, pH, gravimetrik su içeriği ve hacim ağırlığı arasında olan ilişkini belirlemek için doğrusal regresyon yöntemi kullanılmıştır (Şekil 2.2,c,d,e,f).



Şekil 2.2 Verim ve bazı toprak özelliklerin karşılaştırılması (Corwin 2003)

Çullu (2002), uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi (GIS) teknikleri kullanılarak tuzluluğun ürün verimi üzerine olan etkisini tahmin edilmesi için bir deneme yapmıştır. Bu çalışmada, Harran Ovası'nın kuzey doğusunda yer alan arıcan köyünün tuzlu toprakları çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanını temsil eden serilerin yüzey toprağından örnekler alınarak analiz edilmiş ve çalışma alanına ait toprakların elektriksel iletkenlik (EC) haritası oluşturulmuştur. Toprak tuzluluğun ürün verimi üzerindeki etkisini tahmin etmek için EC, arazi kullanımı, toprak ve parsel haritaları birleştirilerek GIS ortamında analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, 13.4 dS/m'ye kadar yükselen EC değerleri pamuk ve buğday veriminde sırası ile %29.6 ve %35.4 oranında azalmaya neden olmuştur. Pamuk ve buğdayın tolerans sınırı üzerindeki tuzluluk değerleri doğrusal bir ürün azalmasına neden olmuştur. Çalışma sonuçları, pamuk ve buğday bitkisi üretimde görüldüğü gibi, tuzluluk etkisinin tahmininde uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinin uygun bir teknik olduğunu göstermiştir.

Lund vd. (2000), toprak elektriksel iletkenlik ve verim haritalama yöntemlerinden yararlanarak, soya ve durum buğday üzerinde yaptıkları çalışmada verim ve toprak elektriksel özelliği arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu çalışma da toprak elektriksel iletkenliği veris® elektriksel iletkenlik ölçüm ve haritalama sistemini kullanmışlardır. Ayrıca verim haritası, verim izleme ve haritalama sistemleri kullanarak elde edilmiştir. Verim ve EC değerleri arasındaki ilişki ve haritalar da olan benzerlik Şekil 2.3’de verilmektedir.

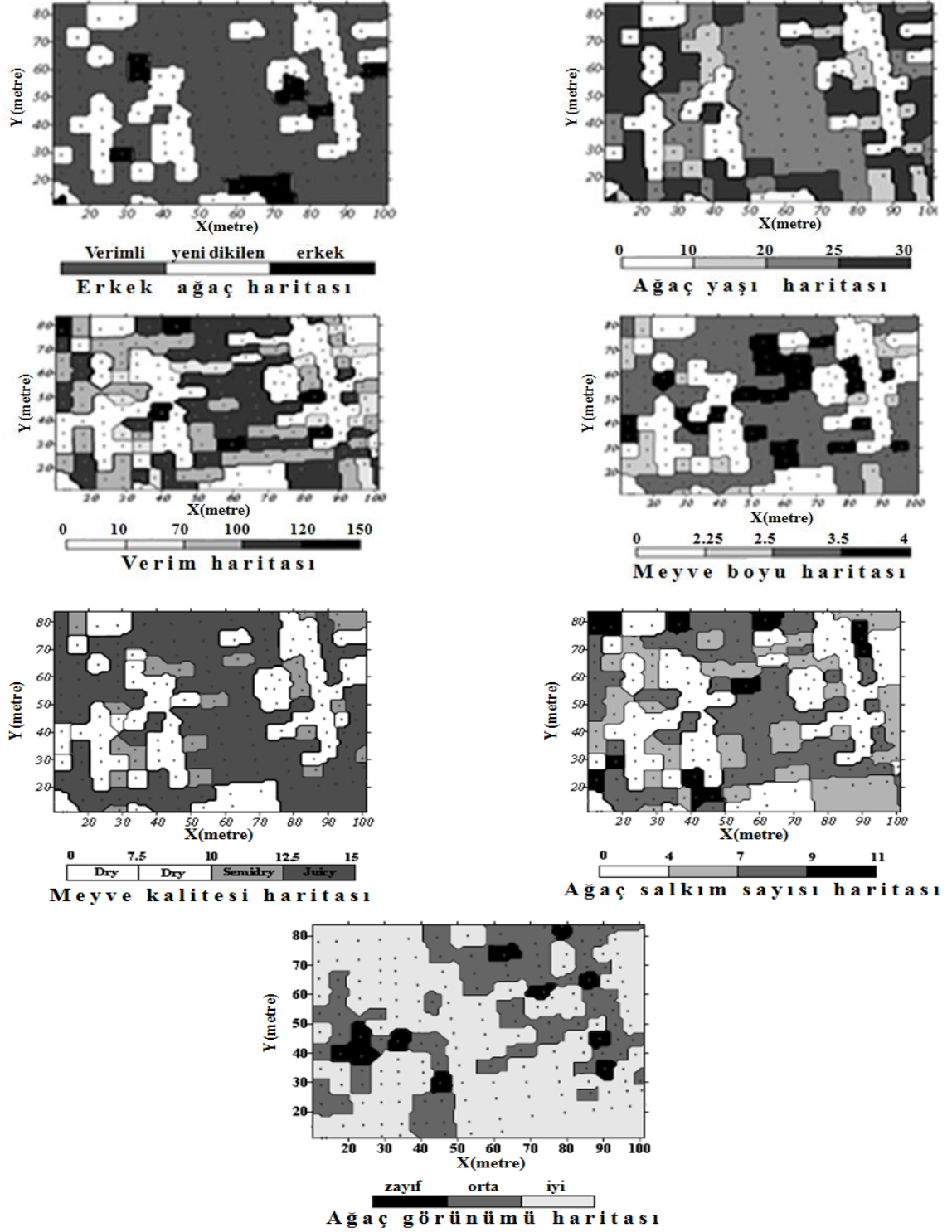


Şekil 2.3 Durum buğday(sol) ve soya (sağ)

2.3 Bahçecilikte Verim Haritalama

Shamsi vd. (2009), hurma bahçesinde hassas tarım yöntemlerini kullanarak verim değişimini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmanın amacı, hassas tarım ile uygulanan mekansal uygulamaların etkisini değerlendirmektir. Deneme için 1 ha’lık bir hurma bahçesi seçilmiştir ve performansı incelemek için, tüm ağaç, erkek ağaç sayısı, ağaç yaşı, verim, meyve uzunluğu, salkım sayısı ve meyve görünümü gibi parametreler ölçülüp kaydedilmiştir. Bu özelliklere ilişkin veriler, surfer haritalama yazılımından yararlanılarak haritalara dönüştürülmüştür (Şekil 2.4). Haritalar uygulanan bazı yöntemlerin eksik taraflarını göstermiştir. Örnek olarak erkek ağaçların fazla sayıda

olduğunu ve verimli ağaçlarla değişme ihtiyacını belirlemiştir. Ayrıca haritalar, düşük verimli ağaçların konumunu ve sağlık durumlarını incelemek için kullanılmıştır.



Şekil 2.4 Surfer yazılımı ile hazırlanan bazı ağaç parametrelerin haritaları (Shamsi 2009)

Gemtos (2005), application in fruits adlı çalışmasında 1 ha'lık elma bahçesinde fuji ve red chief adlı elma çeşitlerinde verim ve meyve kitlesi, meyve sertliği, eriyebilir katı madde, malik asit, meyve suyu PH, çiçek sayısı gibi parametreleri ölçüp elde edilen parametreleri haritaya çevirmiştir. Fuji ve red chief çeşitlerinden elde edilen haritalar verim ve diğer parametrelerin mekansal olarak değişimleri incelemek için kullanılmıştır.

Aggelopoulou vd. (2009), 0.8 ha'lık küçük bir elma bahçesinde haritalama yöntemini kullanarak verim ve ürün kalitesindeki mekansal değişimleri incelemiştir. Bu çalışma fuji ve red chief adlı iki elma çeşidi üzerinde yapılmış, verim ve bazı kalite özelliklerinden haritalar elde edilmiştir. Deneme bilgileri üzerinde istatistiksel analizler yapılmış ve her bir kalite parametreleri ve verim arasındaki ilişkiler ortaya çıkmıştır. Örnek olarak red chief çeşidinde, çiçek sayısı ve verim arasındaki ilişki $r^2 = 0.92$ olarak belirlenmiştir.

Seavert vd. (2004), AB armut sanayisi için, hassas tarımın yerine özgü yönetim (site specific management) stratejisinden yararlanılarak bir değerlendirme yapmışlardır. Bu değerlendirmenin amaçları içerisinde, ağaç başına düşen meyve sayısını hesaplamak, verim değişkenliğini ölçmek için istatistiksel bir metot kurmak ve verim değişkenliğinin ekonomik etkisini incelemek gibi amaçlar yer almaktadır. Regresyon analizler kullanılarak ağaç başına düşen kâr ve ağaç verimi arasında doğrusal bir ilişki belirlenmiştir halbuki gövde kesit alanı ve ağaç başına düşen kâr miktarı arasında çok güçlü bir ilişki belirlenmemiştir.

Ampatzidis vd. (2009), elle hasat edilen meyveler için düşük maliyetli bir verim ölçme ve tanımlama sistemi geliştirmişlerdir. Bu denemede, meyvecilikte mevcut verim haritalama kısıtlarını aşmak için radyo frekansı tanımlama, RFID (Radio Frequency Identification) teknolojisinin kullanımı önerilmiştir. Meyve kutuları, hasat edilen ağaçlar ile ilişkilendirmek için iki metot önerilmiştir. Birinci metotta, bir uzun menzilli (long range) RFID okuyucu ve bir DGPS cihazı bir bahçe traktörü üstünde monte edilmiş ve pasif (hareketsiz) ucuz maliyetli RFID etiketler meyve kutuların üzerine yapıştırılmıştır. İkinci metot ise, DGPS cihazı kullanılmamış RFID etiketleri meyve kutularından ziyade meyve kutuları ile ilgili olan ağaçlara da yapıştırılmıştır. Birinci

yöntemde, ağaç taçlarının olduğundan dolayı gerçek konum elde edilememiş, ayrıca RFID okuyucunun kaçırma oranı 0.32% olarak belirlenmiştir. İkinci yöntem de iyi tanımlayan bir işlem olarak belirlenmemiştir. Elde edilen veriler verim haritalarına dönüştürmek için kullanılmıştır.

Konopatzki vd. (2009), armut bahçeciliğinde verim haritalama üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın amacı, mekansal değişimleri analiz etmek için, ayrıca bu değişimleri, toprağın mekansal değişkenleri ile karşılaştırmak için armut ağaçlarında verim haritası elde etmektir. Deneme alanı 146 adet 'Pêra d'água' armut ağacını içeren 1.24 ha'lık bir bahçeden oluşmaktadır. Meyve olgunluğuna dayanılarak dört hasat yöntemi kullanılmış hasat zamanında sadece olgun meyveler toplanmıştır. Hasat zamanında, ağaç başına düşen olgun meyve ağırlığı hesaplanıp elde edilen veriler toplam verimi belirlemek için kullanılmıştır.

2.4 Farklı Elma Çeşitlerinin Performansı

Seferoğlu (2006), aydın ve yöresinde MM106 anacı üzerinde aşılı bazı elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerinde bir çalışma yapmıştır. Bu çalışma MM106 anacına aşılı Spur Golden Delicious, Granny Smith, Starkrimson ve Imperatore çeşitlerinden oluşan 4 yaşlı ağaçlar üzerinde yürütülmüştür. 4x4 m sıra üzeri ve arası mesafelerle, dekara 62 adet olarak dikilmiş ağaçlarda deneme süresinde çeşitlerin MM106 anacı üzerindeki fenolojik ve pomolojik performansları saptanmıştır. En erken tam çiçeklenme dönemine ulaşan çeşit Granny Smith olurken, çeşitlerin MM106 anacı üzerinde hasat tarihleri arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Ortalama meyve eni ve meyve suyu pH ' ı açısından çeşitler arasında istatistiki anlamda bir fark bulunmamış, ortalama meyve ağırlığı açısından en düşük olan çeşit Spur Golden Delicious ve ortalama kuru madde miktarı en düşük olan çeşit ise Granny Smith çeşidi olarak saptanmıştır. Ağaç başına düşen kümülatif verim değerleri hesaplanıp en yüksek çeşit Granny Smith çeşidi olmuş, diğer çeşitlerin verim performansları ise istatistiki olarak birbirinden farksız bulunmuştur.

Rowe vd. (1992), şeftali FANTASIA adlı çeşidinde, meyve sayısı ve boyutu, ağaç boyutu ve verim arasında olan ilişkileri incelemişlerdir. Üç yıllık verileri birleştğinde, birim gövde kesit alanına düşen meyve miktarı ve ağaç başına düşen meyve arasında pozitif bir curvilinear ilişki ve ağaç başına düşen ortalama meyve ağırlığı arasında negatif ilişki belirlenmiştir. Yıldan yıla verim değişiminde etkisi olan seyreltme ve hasat dönemler arasındaki meyve miktarı, belirlenmiştir. Ayrıca, verim ve ağaç boyutu arasında olan negatif ilişki ve gövde birim kesit alanı ile ölçüldüğünde artması saptanmıştır.

Erdoğan vd. (2002), Çoruh vadisinde yetiştirilen bazı elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerini incelemişlerdir. Yürütülen bu araştırmada, Çoruh vadisinde yetiştirilen bazı elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özellikleri incelenmiştir. Yörede yetiştiriciliği yapılan çeşitlerde tam çiçeklenme dönemi 8-22 Mayıs, çiçeklenmenin sona erme dönemi ise 12-27 Mayıs tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Meyve olgunlaşma dönemi açısından, en erkenci çeşit Fındık (9 Ağustos), en geççi çeşit ise Limon (13 Ekim) olarak tespit edilmiştir. Meyve ağırlığı değerlerine göre Tekerlek (258.68 g) en büyük, Fındık (17.52 g) ise en küçük çeşit olarak belirlenmiştir. Çeşitlerin SÇKM kapsamı % 11.50-14.50, pH değerleri 3.44-4.92, toplam asit düzeyi % 0.21-0.87 ve indirgen seker düzeyleri ise % 5.30 ile % 8.96 arasında değişim göstermiştir.

Edizer vd. (2005), tokat merkez ilçede yetiştirilen bazı yerel elma (*Malus communis* L.) çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerini belirlemişlerdir. Bu araştırma, 2004-2005 yıllarında Tokat Merkez ilçede yetiştirilen 10 yerli elma çeşidinin (Tavar, Yağlıkızıl, Arapkızı, Elifli, Demir, Yer Elması, Ekşi Elma, Gelin Elma, Alyanak ve Pehrizoğlu) fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi ve çeşitlerin genetik kaynak olarak korunması amacıyla yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; çeşitlerde tam çiçeklenme 9- 25 Nisan tarihleri arasında, meyvelerin olgunlaşması 26 Temmuz - 25 Eylül tarihleri arasında olmuştur. Çeşitlerin ortalama meyve ağırlıkları 48 g (Yer elması) -311 g (Alyanak); suda çözünabilir kuru madde miktarı %9 (Arapkızı) - %16 (Gelin elma) ile titre edilebilir asitlik ise 4,02 g/l (Yer Elması) -10.72 g/l (Tavar) arasında saptanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışma alanı

Çalışma Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait Haymana Araştırma ve uygulama Çiftliğinin yaklaşık 5 dekarlık elma bahçesinde yapılmıştır. Şekil 3.1’de elma bahçesinin konumu ve görüntüsü verilmektedir.



Şekil 3.1 Haymana Araştırma ve uygulama Çiftliği ve bulunan elma bahçesi

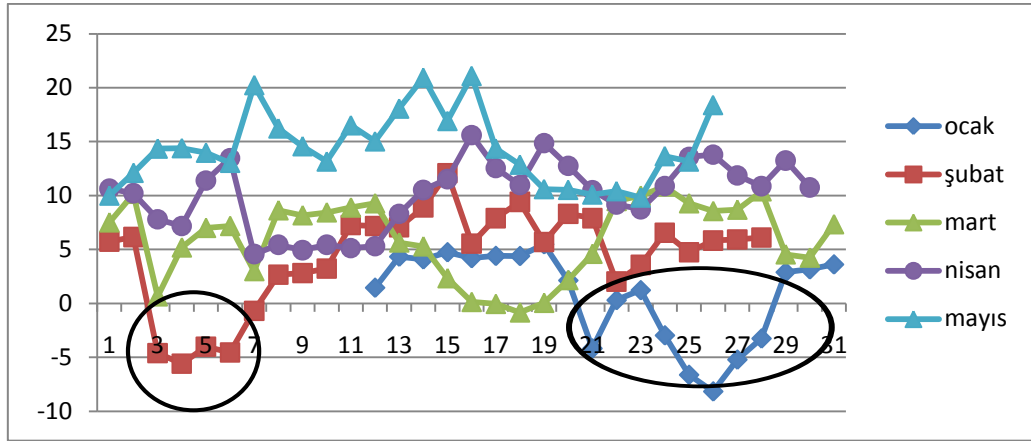
3.1.2 Meteorolojik veriler

Araştırmanın yürütüldüğü 2010 mevsimindeki 5 aylık iklim verileri (ocak, şubat, mart, nisan ve mayıs) Çizelge 3.1’de verilmektedir. Ayrıca Şekil 3.2’de ad verdiğimiz aylarda hava sıcaklığını gösteren diyagramlar çizilip kritik soğuk günleri daire içine alınarak belirlenmiştir. Belirlenen kritik soğuk günlerinde rüzgar yönünü belirlemek amacıyla

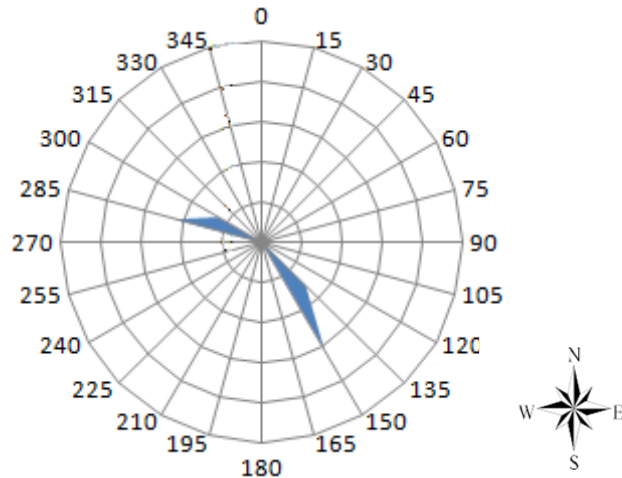
excel yazılımından yararlanarak Şekil 3.3 - 3.4'de gösterildiği gibi rüzgar yönü diyagramları, bahçenin kritik minimum sıcaklıktan etkilendik yönü belirlenmiştir.

Çizelge 3.1 Haymana Çiftliğine ait 2010 yılındaki meteorolojik veriler

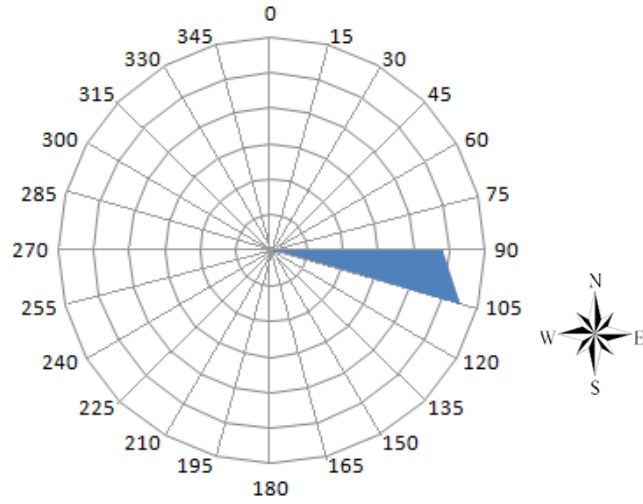
AYLAR	Meteorolojik Veriler					
	Ortalama Sıcaklık(°C)	Maksimum Sıcaklık(°C)	Minimum Sıcaklık(°C)	Yağış (mm)	Toprak sıcaklığı(°C)	Nisbi Nem (%)
Ocak	0,80	5,49	-8,16	40,0	2,27	94
Şubat	4,40	12,07	-5,58	23,0	4,07	87
Mart	6,02	10,84	-0,83	29,4	7,56	78
Nisan	10,06	15,61	4,58	14,8	11,73	73
Mayıs	14,40	21,10	9,82	22,2	15,29	63



Şekil 3.2 Ocak, şubat, mart, nisan ve mayıs aylarında hava sıcaklığını gösteren diyagram (daire içine alınanlar kritik soğuk günleri göstermektedir)



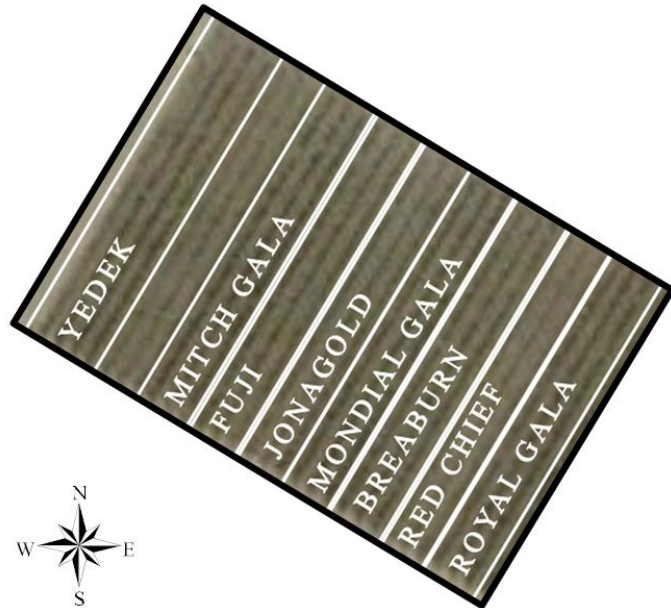
Şekil 3.3 Ocak ayının kritik soğuk günlerinde rüzgar yönü



Şekil 3.4 Şubat ayın kritik soğuk günlerinde rüzgar yönü

3.1.3 Elma çeşitleri

Bahçede 7 farklı elma çeşitleri bulunmaktadır. Bahçede bulunan elma çeşitleri sırayla Royal Gala, Red Chief, Breaburn, Mondial Gala, Johna Gold, Fuji, Mitch Gala çeşitleri olmak üzere yer almaktadırlar (Şekil 3.5). Her bir çeşit 3 sırada ve her sıra üzerinde 38 ağaç bulunmaktadır. Ayrıca Şekil 3.5’de gösterildiği gibi 4 sırada ve 7 çeşitten ulaşan bir yedek parça da ayrı olarak bulunmaktadır. Çeşitlere ait meyve ve ağaç resimleri ayrıca özelliklerini gösteren çizelgeler ekler bölümünde verilmektedir.



Şekil 3.5 Bahçede bulunan elma çeşitleri ve konumları

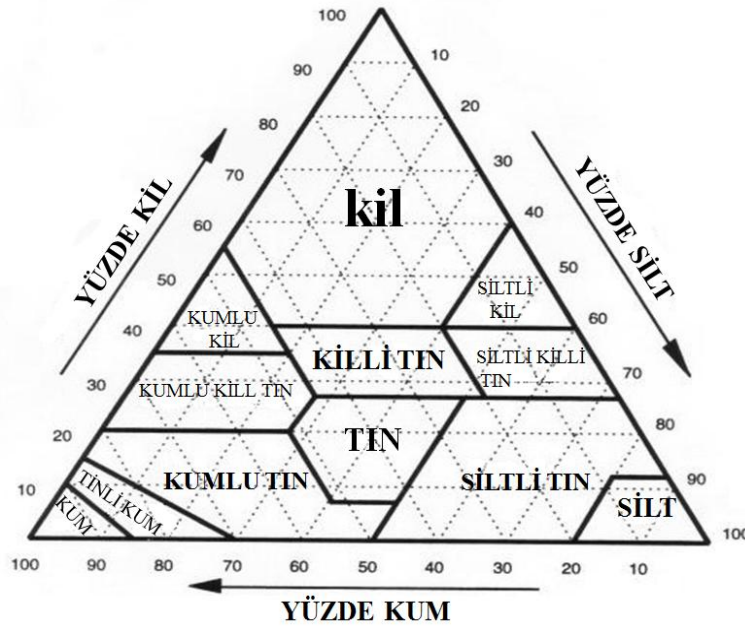
3.1.4 Toprak özellikleri

Bahçe ile ilgili olan toprak örnekleri 0-30 cm derinlikte alınıp, tekstür ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Toprak fiziksel ve kimyasal analizler sonuçları Çizelge 3.2 - 3.5'kadar verilmektedir.

Çizelge 3.2 Toprak fiziksel analiz sonuçları

Çeşit adı	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Tarla kapasitesi (%)	Solma noktası (%)
Royal Gala	27	16.85	56.15	1.15	34.76	20.03
Red Chief	25.5	17.5	57	1.19	33.09	20.09
Breaburn	25.3	17.6	57.1	1.18	34.32	20.59
Mondial Gala	25.7	16.1	58.2	1.04	35.93	20.03
Jonagold	25.2	15.4	59.4	1.03	34.18	20.02
Fuji	25.6	20.8	53.6	1.16	35.19	19.82
Mitch Gala	22.35	21.1	56.55	1.12	36.11	20.46

Toprak analiz sonuçları toprak yapı üçgen yönteminden yararlanılarak toprak yapısını tüm çeşitler içerisinde kumlu olarak belirlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Toprak yapı üçgeni

Çizelge 3.3 Toprağın kimyasal analiz sonuçları

Çeşit adı	Çözünabilir İyonlar (me/lt)									
	Kalsiyum (Ca+2)	Mağnezyum (Mg+2)	Sodyum (Na+1)	Potasyum (K+1)	Toplam Katyon	Karbonat (CO3-2)	Bikarbonat (HCO3-1)	Klorür (Cl-1)	Sülfat (SO4-2)	Kalsiyum (Ca+2)
Royal Gala										
Red Chief	1.25	2.44	1.33	0.08	5.09		2.44	1.17	1.48	61.82
Breaburn	1.47	2.39	0.91	0.08	4.84	0.00	2.38	1.68	0.79	65.28
Mondial Gala	1.97	0.60	1.52	0.05	4.14	0.00	2.33	1.54	0.27	64.15
Jonagold	1.50	1.40	2.09	0.03	5.01	0.00	2.45	1.45	1.11	56.18
Fuji	0.93	1.60	2.57	0.05	5.15	0.00	2.50	1.33	1.32	54.86
Mitch Gala	1.67	0.67	1.57	0.08	3.98	0.00	2.35	1.59	0.04	68.22
Yedek	1.76	0.96	1.65	0.10	4.47	0.00	2.26	1.63	0.57	69.08

Çizelge 3.4 Toprağın kimyasal analiz sonuçları

Çeşit adı	Değişebilir Katyonlar (%)			
	Mağnezyum (Mg+2)	Mağnezyum (Mg+2)	Mağnezyum (Mg+2)	Mağnezyum (Mg+2)
Royal Gala				
Red Chief	28.08	28.08	28.08	28.08
Breaburn	32.03	32.03	32.03	32.03
Mondial Gala	24.54	24.54	24.54	24.54
Jonagold	39.31	39.31	39.31	39.31
Fuji	34.52	34.52	34.52	34.52
Mitch Gala	19.94	19.94	19.94	19.94
Yedek	20.97	20.97	20.97	20.97

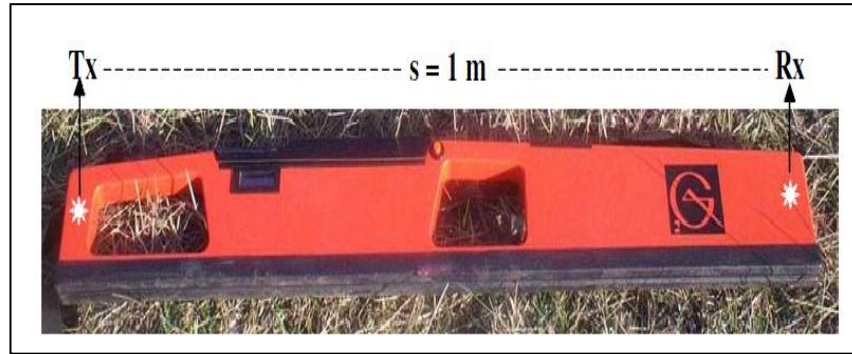
Çizelge 3.5 Toprağın kimyasal analiz sonuçları

Çeşit adı	Su ile doyumluk %	pH çamurda	pH süzükte	EC dS/m	Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) me/100 gr	Bor (B) ppm
Royal Gala	77.89	7.90	7.97	0.44	55.02	0.46
Red Chief	76.36	7.95	8.04	0.43	51.20	0.47
Breaburn	114.40	7.89	8.06	0.35	51.15	0.48
Mondial Gala	103.49	7.69	7.95	0.45	55.68	0.51
Jonagold	80.53	7.77	7.88	0.52	52.98	0.58
Fuji	75.49	7.89	7.95	0.40	53.30	0.69
Mitch Gala	74.51	7.89	8.00	0.43	53.01	0.64
Yedek	95.04	7.76	7.92	0.39	53.20	0.66

3.1.5 Toprak elektriksel iletkenlik sensörü

Bu sensör toprağa temassız olarak çalışan sensörler arasında yer almaktadır. Bu sensörlerin genel olarak çalışma prensibi geçici elektromanyetik tepkileri ölçmektir. EM38 sensörleri orijinal olarak maden endüstrisi için geliştirilmiştir. Mineral, yağ ve

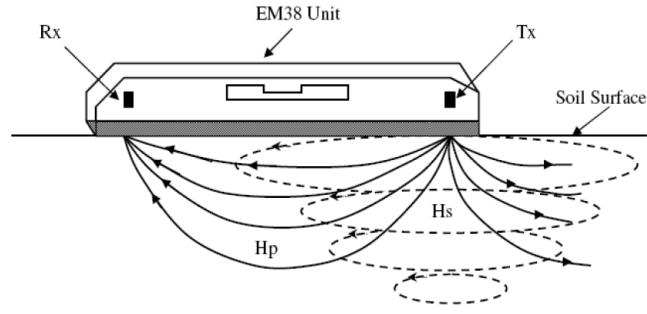
gaz araştırmaları, yer altı suyu araştırmaları ve arkeoloji amaçları için kullanılmaktadır. Ancak daha sonraki yıllarda bu sensörler tarımda da kullanılmaya başlanmış bu cihazın tarımdaki uygulamaları ilk olarak toprak nemi ve tuzluluk çalışmalarında kullanılmasıyla olmuştur. EM38 sensörleri bir GPS konum bilgileri alıcısı ve bir el bilgisayarı yardımı ile çalışmaktadır. EM38 sensörünün okumaları metal cisimlerden etkilendiği için metal olmayan malzemeler yardımı ile ya da el ile veri toplanması gereklidir. Toprağa gönderilen sarmal şeklindeki elektromanyetik sinyaller tekrar okunarak toprağın yapısına bağlı olarak elektriksel iletkenlik değerleri bulunur. Okunan bu değerler GPS konum bilgileri alıcısından gelen veriler ile birleştirilerek aynı zamanda birbirine bağlı olan el bilgisayarında kaydedilmektedir. Bu veriler coğrafi bilgi sistemi tabanlı (GIS) yazılımlar yardımı ile elektriksel iletkenlik haritalarına dönüştürölmektedir.



Şekil 3.7 EM 38 ve verici bobin (Tx), alıcı bobin (Rx) ve iç bobin aralığı (s) konumları

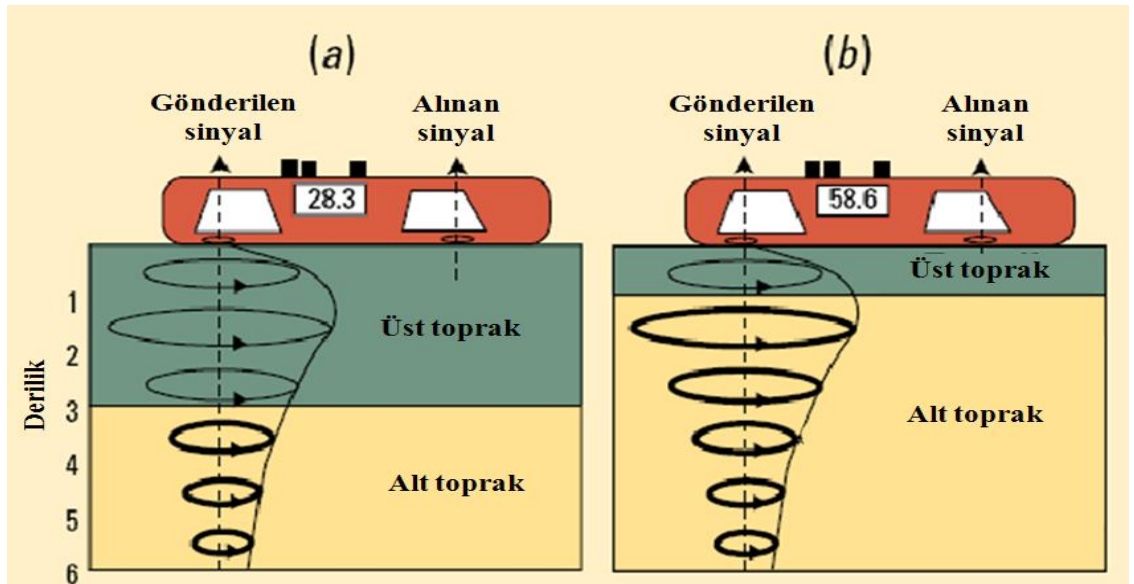
3.1.5.1 EM38 sensörün çalışma ilkesi

Ses frekanslı, alternatif kaynak ile beslenen bir verici bobin (Tx) ve az aralıkta alıcı bobin (Rx) bir yapı üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 3.7). Verici bobinde meydana gelen manyetik alan, yapı malzemesinde çok küçük bir akım indükler. Bu akımlar, bir ikinci manyetik alanın (Hs) oluşmasına sebep olup birinci manyetik alan (Hp) ile birlikte alıcı bobin tarafından algılanmaktadır (Şekil 3.8). Yansıma alanlar faz ve genlik olarak yayılan alandan farklıdır ve bu farklılıklar iletkenlik varlığını belirleyip ve geometri ve elektriksel özellikleri hakkında bilgi vermektedir.



Şekil 3.8 Bir homojen yarım uzayda dikey dipol modunda çalışan bobinlerin indüklenen akışı

Genel olarak bu ikinci manyetik alan, sargılar aralığı (s), çalışma frekansı (f) ve iletkenlik (σ)'nin bir fonksiyonudur. Birinci manyetik alanı ile ikinci manyetik alanın oranı, malzeme iletkenliği ile doğrusal olarak orantılıdır. Belirli bir frekans ve sargılar aralığında, maksimum penetrasyon derinliğine ulaşılabilir. Örneğin, 14.6 KHz ve 1 metre sargılar aralığında maksimum 1.5 metre penetrasyon derinliği elde edilebilir. Bu derinlik genel olarak yığma yapı araştırmalarına uygun, tarihsel araştırmalar dahil kullanılmaktadır.



Şekil 3.9 EM38 sensörünün toprakta çalışma prensibi.

koyu renkli çizgiler daha iyi iletkenliğe sahip olan toprakları göstermektedir. a) kil oranı çok olan toprak derinliği çok olduğunda daha az iletkenlik gösterir ve b) killi toprak yüzeysel olduğu zaman yüksek iletkenlik değeri göstermektedir. topraktaki kil oranının yüksek olduğunu belirtmektedir)

3.1.5.2 EM38 sensörün genel özellikleri

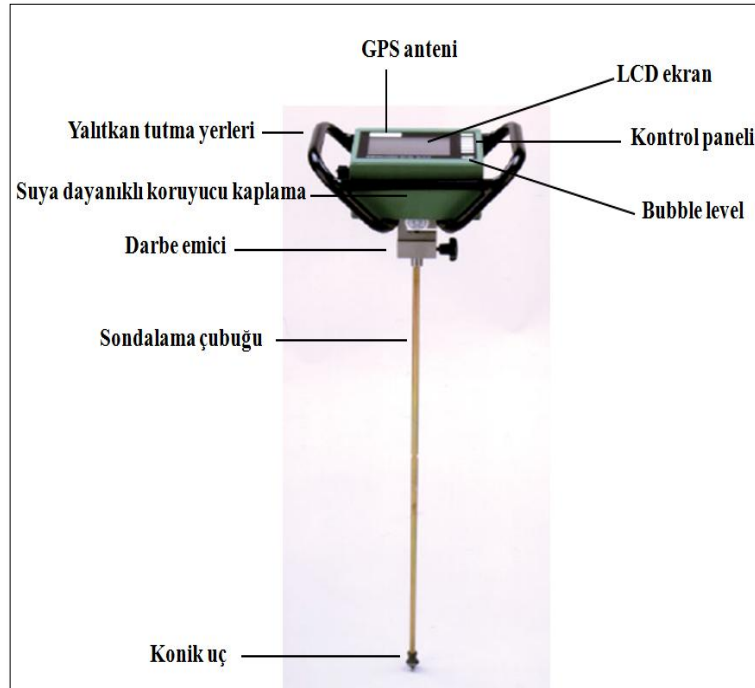
- Yaklaşık 1 metre uzunluğundadır.
- 9 voltluk bir güç kaynağı ile yaklaşık olarak 16 ile 20 saat arasında çalışabilmektedir.
- EM 38 sensörü metal nesnelerden uzak, genellikle ahşap bir taşıyıcı çatı üzerine yerleştirilerek çekilmektedir.
- Bir GPS verileri alıcısı ve bir el bilgisayarının birbirlerine bağlanması ile kullanılmaktadır.
- İki farklı kullanım şekli bulunmaktadır. Bunlardan birincisi yatay moddur. Bu moda 1,5 metre derinliğe kadar ölçüm yapılabilir. Diğer ise dikey moddur. Bu moda ise 0.75 metre derinliğe kadar ölçüm yapılabilir.
- Toprağa temas etmeden kullanılmaktadır.
- 1 ile 10 Hz aralığında, 1Hz'lik ayarlanabilir kademelerle veri alınabilmektedir.
- Alınan bu veriler GPS cihazından gelen konum bilgileri ile birleştirilerek GIS tabanlı bir yazılım ile haritaya dönüştürülerek istatistiksel olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 3.10.a. arazi bilgisayarı, b. EM38 elektriksel iletkenliği ölçen cihaz

3.1.6 Penetrometre

Penetrasyon direnci eijkelkamp penetrologger cihazı tarafından ölçülmektedir. Eijkelkamp penetrologger konik uçlu ve düşey doğrultuda toprağa nüfuz ederek toprak direncini ölçen araçtır. Toprağın nem içeriği, kütle yoğunluğu ve toprak porozitesi, toprağa nüfuz direncini etkileyen temel faktörlerdir. Eijkelkamp penetrologger, kuvvet algılayıcı iki parçalı sondalama çubuk, konik uç, derinlik referans plaka, iletişim port ve bir GPS anteninden oluşmaktadır. Konik uç sondalama çubuk üzerine vidalanıp penetrologgerin kuvvet algılayıcısına bağlanmaktadır. Konik uç yavaş ve düzenli şekilde toprağa batırılmaktadır. Çok hassas bir derinlik ölçümü yapmak için, toprak üzerine yerleştirilen bir derinlik referans levhası, ultrasonik sensöründen gelen sinyalleri yansıtmak için kullanılmıştır. Ayrıca, bu levha penetrasyon hızını kontrol eden sinyalleri de yansıtmaktadır. Ölçülen penetrasyon direnç değerleri, GPS koordinatları ile birlikte iç kaydedici tarafından saklanılır. Uygulama ve beklenen penetrasyon direncine bağlı, farklı konik uçlar sondalama çubuğuna bağlanabilir. İsteğe bağlı bir harici nem sensörü ile nem ölçme imkanı vardır (her penetrasyonda 1 ölçü). Eijkelkamp penetrologgerin elemanları ve kullanım şekli Şekil 3.11 - 3.12’de gösterilmektedir.



Şekil 3.11 Eijkelkamp penetrologger ve elemanları

Teknik özellikleri:

- Kullanım sıcaklık 0 - 50 °C
- Kullanım rutubet IP 54 (splash water proof)
- Penetrologger ağırlığı 3.4 kg (excl. rod, incl. battery)
- Tüm malzeme ağırlığı 15.5 kg
- Taşıma kotu boyutu 58x29x25 cm
- Hafıza 1000 ölçüm
- Maksimum penetrasyon gücü 1000 N
- Güç ayırma niteliği 1 N
- Kaydedilen derinlik 80 cm
- Derinlik çözünürlüğü 1 cm
- GPS hassasiyeti < 2.5 CEP (Circular Error Probable)
- Toprak nem çözünürlüğü 1%



Şekil 3.12 Eijkelkamp penetrologger kullanım şekli ve nem sensörü

3.2 Yöntem

3.2.1 Verim ve pomolojik özelliklerin saptanması

Verim verileri ve pomolojik özellikleri örnekleme yöntemleri kullanılarak toplanmıştır. Pomolojik özellikleri arasında olan birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısının belirlenmesinde, önce toprak yüzeyinin 15 cm yükseklikten ağaç gövdesinin çapı ölçülüp (Şekil 3.13) elde edilen yarı çap miktarı gövde kesit alanının hesaplanmasında dolayısıyla birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısının belirlenmesinde kullanılmıştır. Taç alanı ise elips alanı hesaplama denklemi ile taç eni ve boyunu ölçerek elde edilmiştir.

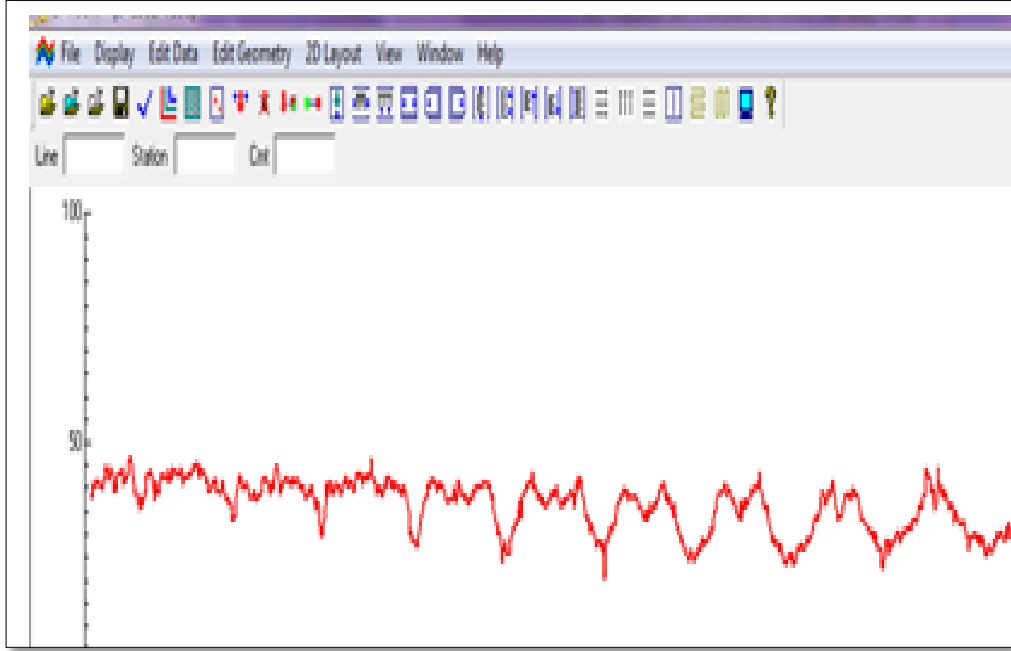


Şekil 3.13 Gövde çapının ölçülmesi

3.2.2 EC değerlerinin saptanması

Elektriksel iletkenliğin belirlenmesinde, elektromanyetik algılayıcı (EM38 sensörü) yerden 20 cm yükseklikte, toprağa temas etmeden, sabit bir ilerleme hızında çekilerek ölçümler gerçekleştirilmiştir. EM38 sensörüne gelen veriler el tipi bir arazi bilgisayarına bağlanılarak iletilmiştir. Ölçüm aralığı 1-10 Hz aralığında 1 Hz ' lık kademelerle ayarlanabilir özelliktedir. İlgili el bilgisayarına bir GPS alıcısı bağlamak suretiyle EM sensöründen gelen verilerle GPS ' ten gelen konum verileri birleştirilmiştir. El

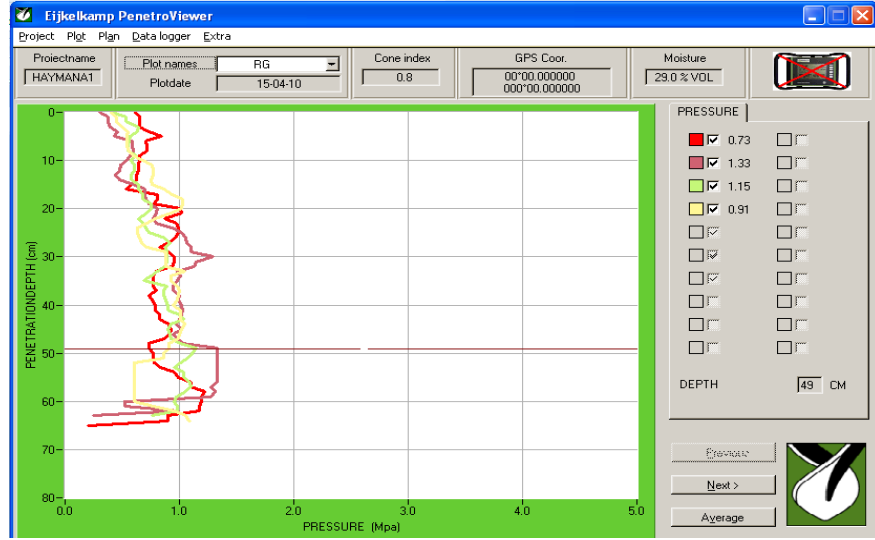
bilgisayarı ile alınan veriler *.G38 uzantılı dosya olarak kaydedilir. Kaydedilen *.G38 dosyalar dat38 yazılımı ile istenilen koordinat sisteminde (UTM) XYZ dosyasına dönüştürülür (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Dat38 yazılımı ve EC değerlerin diyagramı

3.2.3 Nem ve penetrasyon değerlerinin belirlenmesi

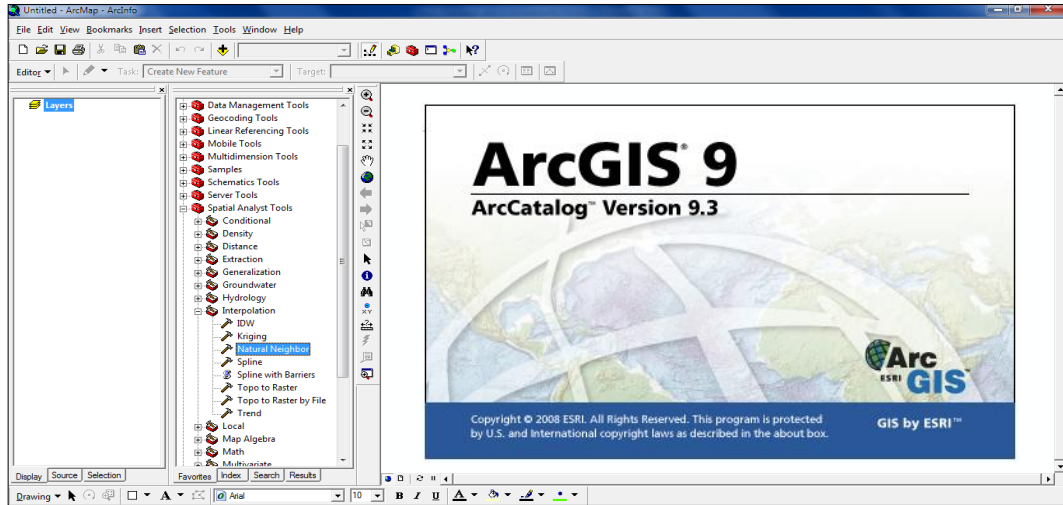
Toprak penetrasyon direncini (MPa/cm^2) ve nem değerlerini (%) belirlenmesi amacıyla eijkelkamp penetrologger cihazı kullanılmıştır. Bu değerleri arazının farklı noktalarından elde etmek için ölçmeden önce penetrologger cihazında olan planlama sistemini kullanılarak her ölçüm parseline ait planlar oluşturmalıdır. Sonra ölçüm sırasında bu planlamaya oarak değerler alınmıştır. Toplanan bu değerler kullanılan penetrometrenin bilgisayara bağlantısının sağlanması ve Eijkelkamp PenetroViewer yazılımı kullanılarak grafiksel veya sayısal olarak inceleme fırsatı sunmaktadır (Şekil 3.15). Ayrıca bu veriler *.txt uzantılı dosyalar olarak kaydedilebilmekte ve Microsoft Office Excel yazılımında istenilen şekilde düzenlenebilmektedir.



Şekil 3.15 Eijkelkamp PenetroViewer yazılımının görüntüsü

3.2.4 Haritaların elde edilmesi

Verim ve pomolojik özellikleri alınan ağaçların GPS yardımıyla konumu berilenip ve elde edilen koordinatlar verim ve diğer parametrelerle birleştirilip excel yazılımından yararlanarak XYZ dosyalarına dönüştürülmüştür. EC, nem ve penetrasyon direnci değerleri ise mevcut yazılımları kullanılarak (dat38, penetroviever ve excel) XYZ dosyaları hazırlanmıştır. Daha sonra excel dosyaları dbf uzantılı olarak kaydedilip elde edilen dosyalar ArcGIS gibi CBS yazılımı ile haritaya dönüştürülmüştür. Şekil 3.16 ArcGIS yazılımından bir görüntü göstermektedir.



Şekil 3.16 ArcGIS yazılımının görüntüsü

3.2.5 Değerlerin değerlendirilmesi

Elde edilen değerlerin değerlendirmesi için haritaların değişkenlik katsayısı hesaplanıp polonim eğriler çıkarılacaktır. Daha sonra farklı parametreler için çeşitlerin noktasal davranışı incelenip elektriksel iletkenlik (EC), verim (MS) ve taç alanı (TA) parametreler açısından ilişkiler belirlenecektir. Ayrıca, her çeşit için Elektriksel iletkenlik ile verim ve pomolojik özellikleri arasında ilişkiyi belirlemek amacıyla non-linear regresyon yönteminden yararlanarak r^2 değerleri hesaplanıp ilişki değerleri elde edilecektir.

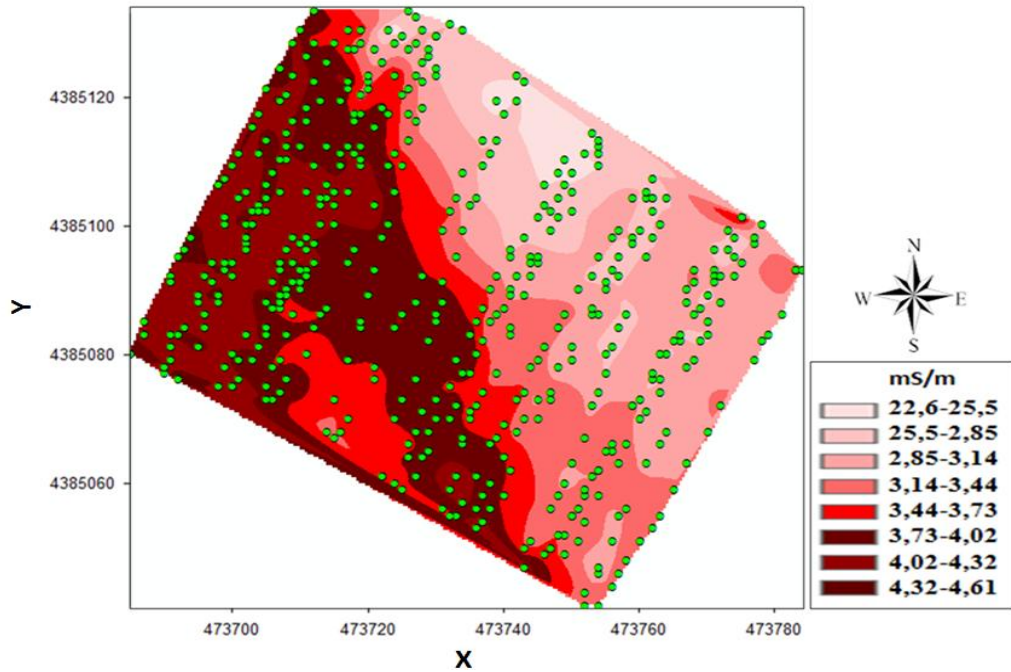
4. BULGULAR

4.1 EC Haritaları

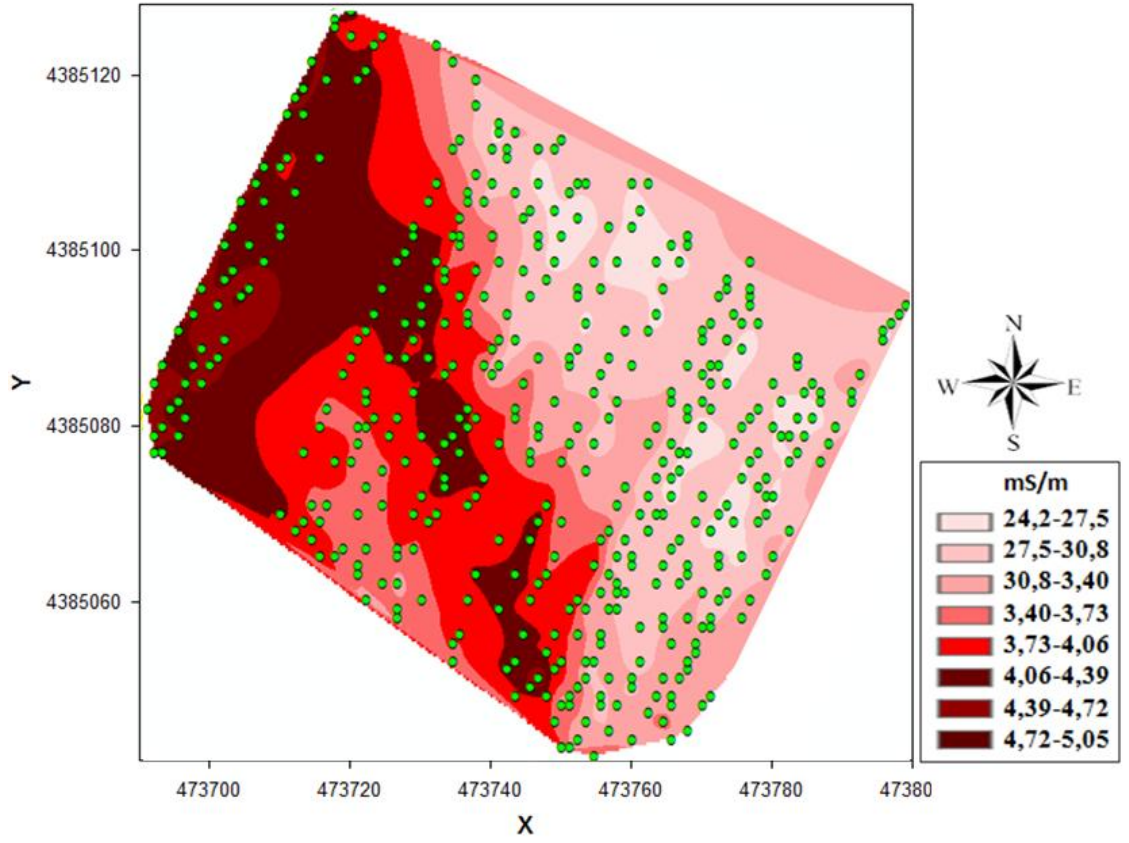
EC değerleri EM38, GPS ve el bilgisayarın birlikte kullanımı ile, çalışma alanında 2 seferde elde edilmiştir. Tarama sonucunda elde edilen EC verileri el bilgisayarına ait DAT38 veri dönüştürücü ile istenilen veri koordinat tabanına (UTM) dönüştürülür, sonra ArcGIS yazılımını kullanılarak haritaya dönüştürülmüştür. Elde edilen sonuçları ve haritalar Çizelge 4.1, Şekil 4.1 - 4.2’de verilmektedir.

Çizelge 4.1 Tüm bahçe içerisinde bulunan EC değerlerin istatistiksel bilgileri

EC değerleri	Ortalama (mS/m)	maksimum (mS/m)	minimum (mS/m)
EC (1.tarama)	33,9	45,13	22,38
EC (2.tarama)	34,05	48,38	24,63
EC (ortalama)	33,97	46,75	23,5



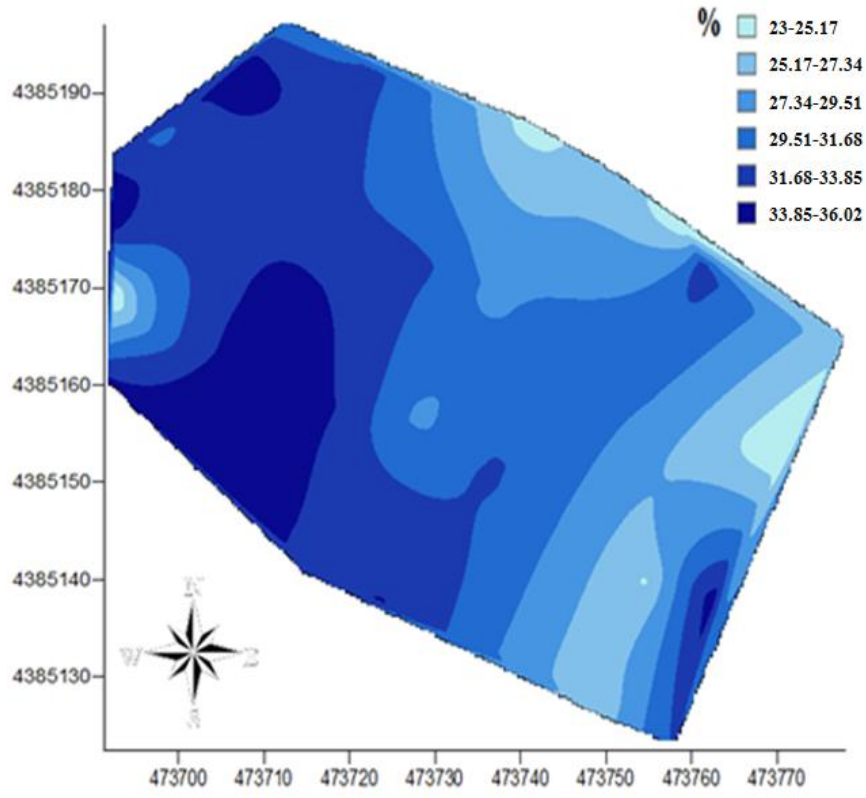
Şekil 4.1 Birinci EM38 taramasından elde edilen EC değerlerine ait örnek noktaları ve haritası



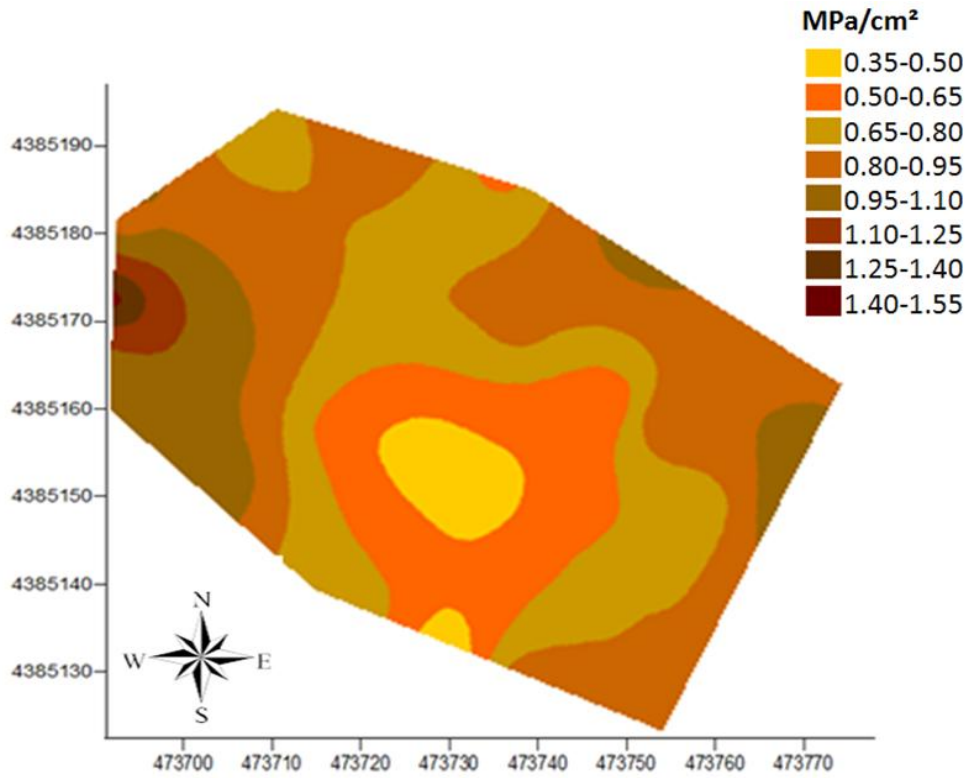
Şekil 4.2 İkinci EM38 taramasından elde edilen EC değerlerine ait örnek noktaları ve haritası

4.2 Nem ve Penetrasyon Direnci Değerleri ve Haritaları

Nem ve penetrasyon değerlerini elde etmek için her çeşit parsel içerisinde 4'er konum belirleyerek penetrologger cihazını kullanılarak penetrasyon değerleri 60 cm' lik derinliğe kadar alınıp kaydedildi, ayrıca nem değerleri ağaç kök bölgesi içerisinde penetrometre nem sensörü ile alınmıştır. Elde edilen bilgiler ArcGIS yazılımına aktarılarak haritalara dönüştürülmüştür. Bahçe içerisinde alınan ölçüm noktaları, ayrıca nem ve 30 cm penetrasyon değerlerinden elde edilen haritalar Şekil 4.3 - 4.4 'de gösterilmektedir.



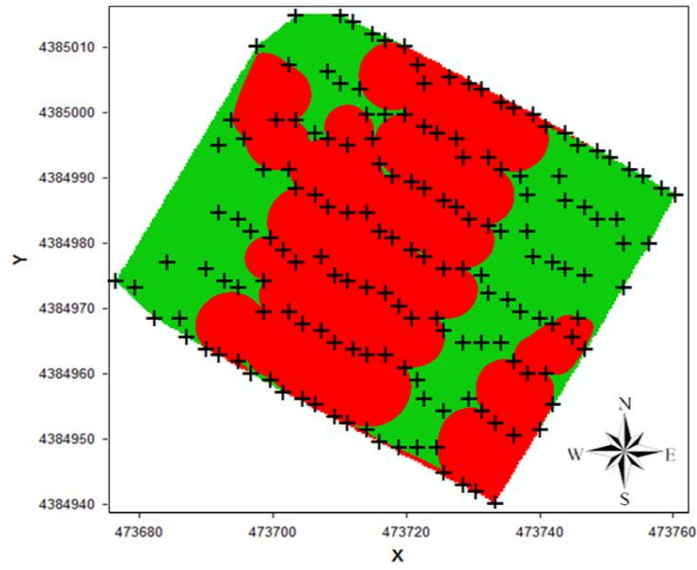
Şekil 4.3 Nem haritası



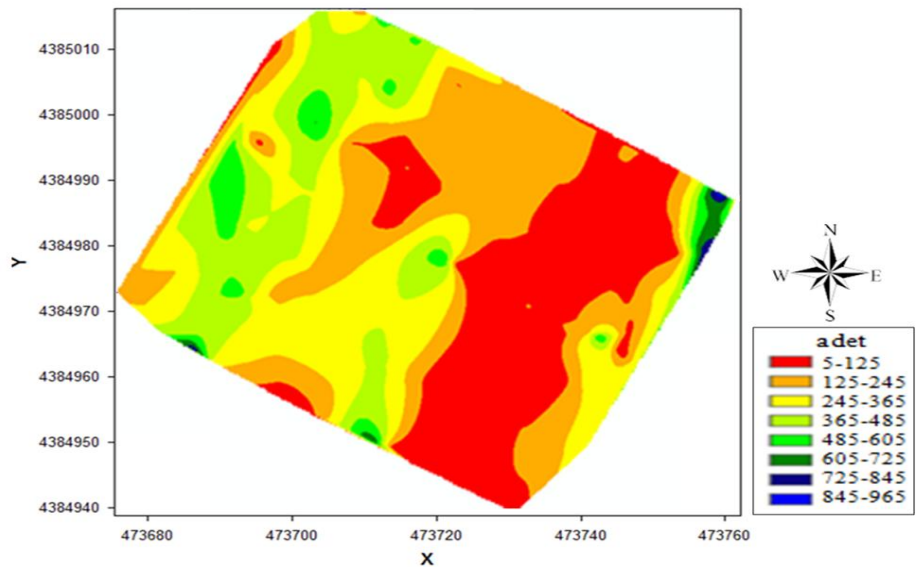
Şekil 4.4 30 cm'lik penetrasyon direnci haritası

4.3 Verim ve Bazı Pomolojik Özelliklerle İlgili Olan Haritalar

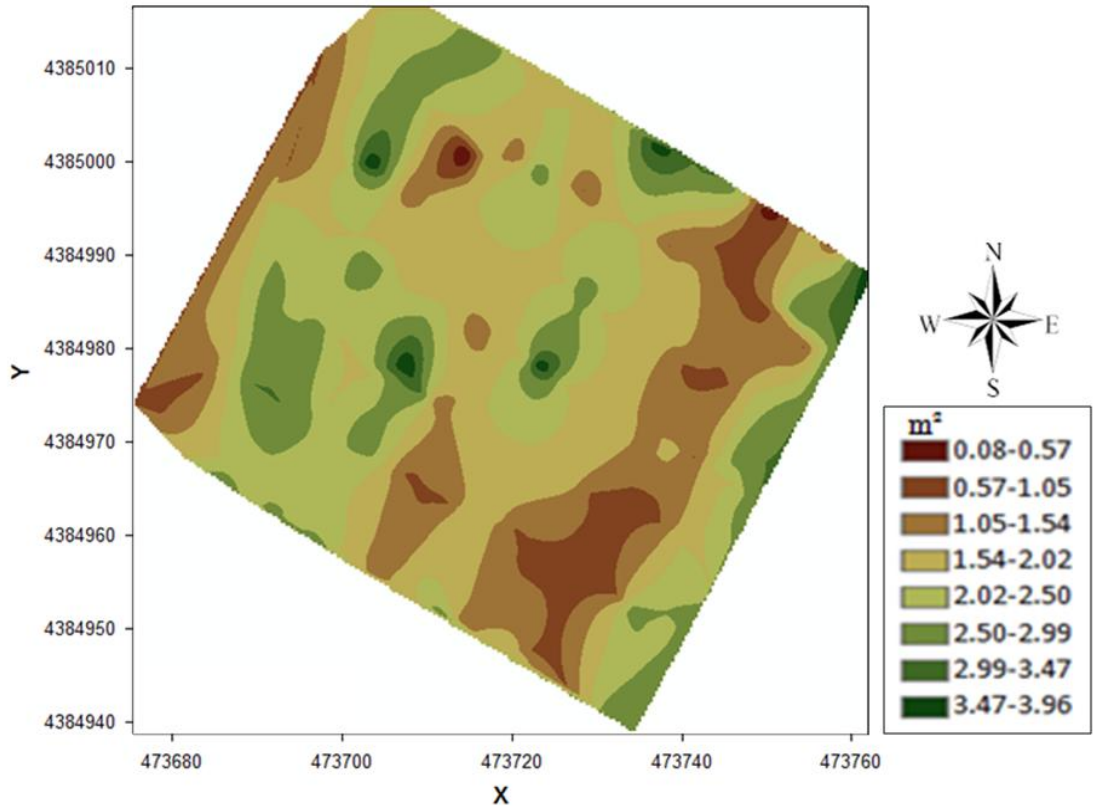
Verimi belirlemek için önce verimli ve verimi az olan ($MS < 100$) ağaç sayısı ve haritaları hazırlanıp daha sonra verimli olan ağaçlar içerisinde verimle ilgili olan meyve sayısı belirlenmiş elde edilen sayılar ve ölçüleri ile haritalar hazırlanmıştır (Şekil 4.5). Ayrıca tüm bahçe için verim haritası ve taç alanı haritası sırayla Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de verilmektedir.



Şekil 4.5 Meyve olan (yeşil) ve meyvesi az olan (kırmızı) ağaçlardaki harita

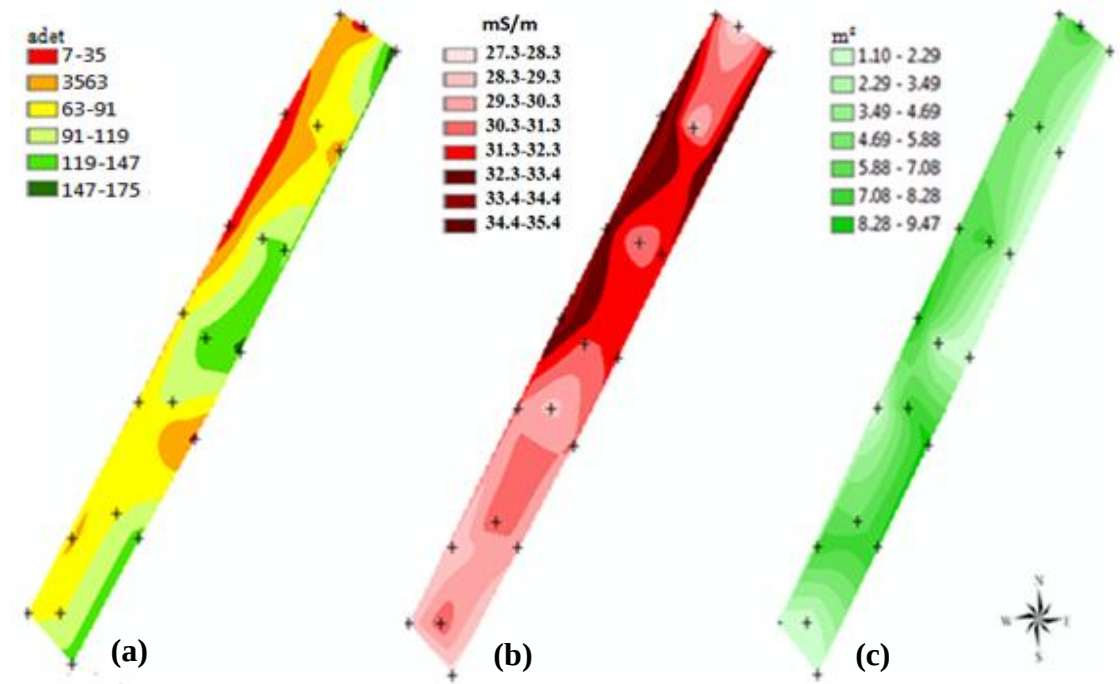
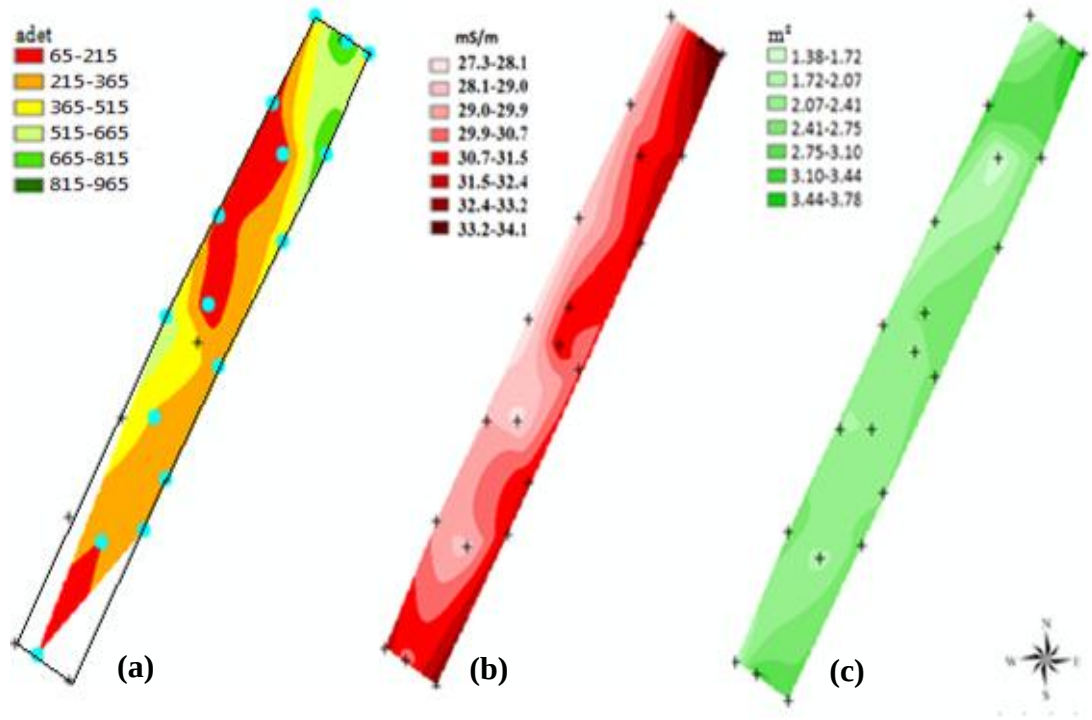


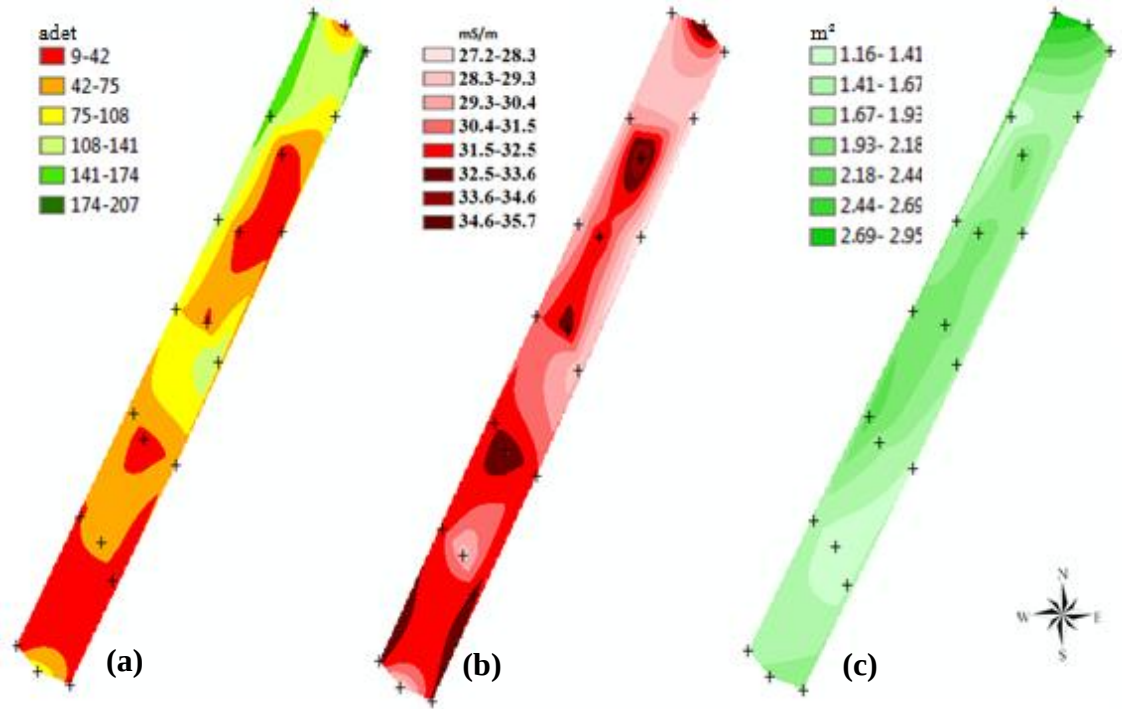
Şekil 4.6 Verim haritası



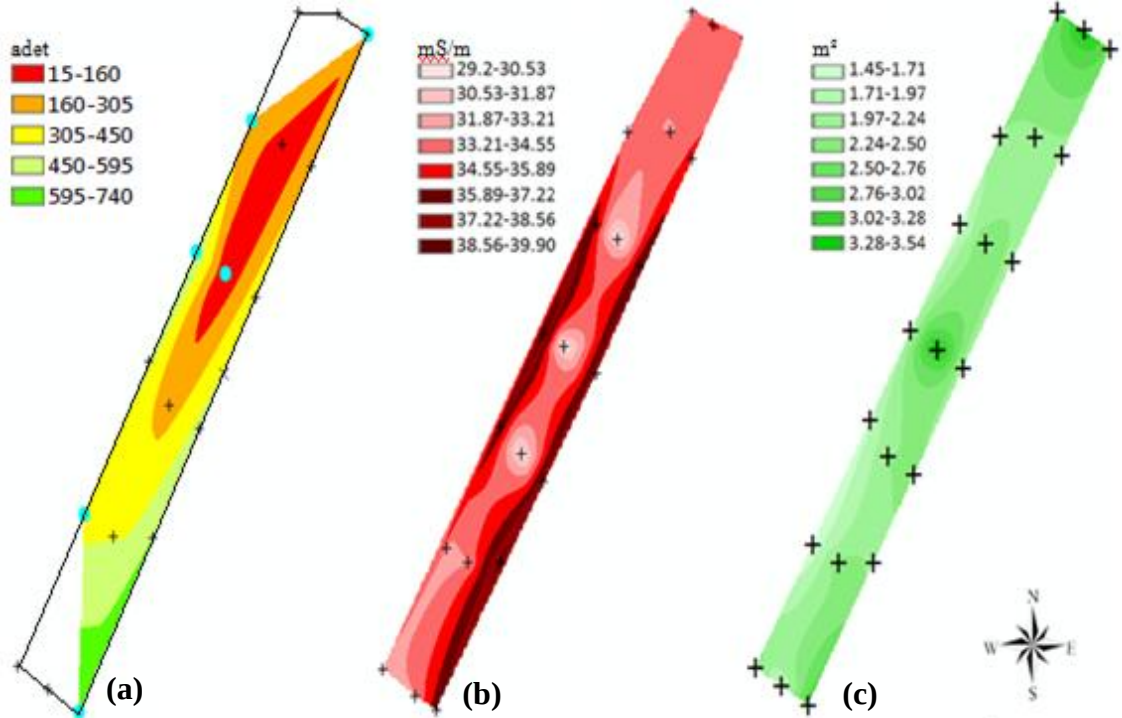
Şekil 4.7 Ta alanı haritası

Farklı çeşitlerde verim (meyve sayısı), elektriksel iletkenlik ve ta alanı arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla elde edilen veriler ArcGIS yazılımını kullanılarak haritalara dönüştürülmüştür daha sonra değişkenlik katsayısı (%CV), eşitler için polinom eğriler ve non-linear regresyon değerleri gibi faktörler belirlenmiştir. Değişik çeşitlerde elde edilen verim (MS), elektriksel iletkenlik (EC) ve ta alanı (TA) haritaları Şekil 4.8 - 4.15'e kadar verilmektedir.

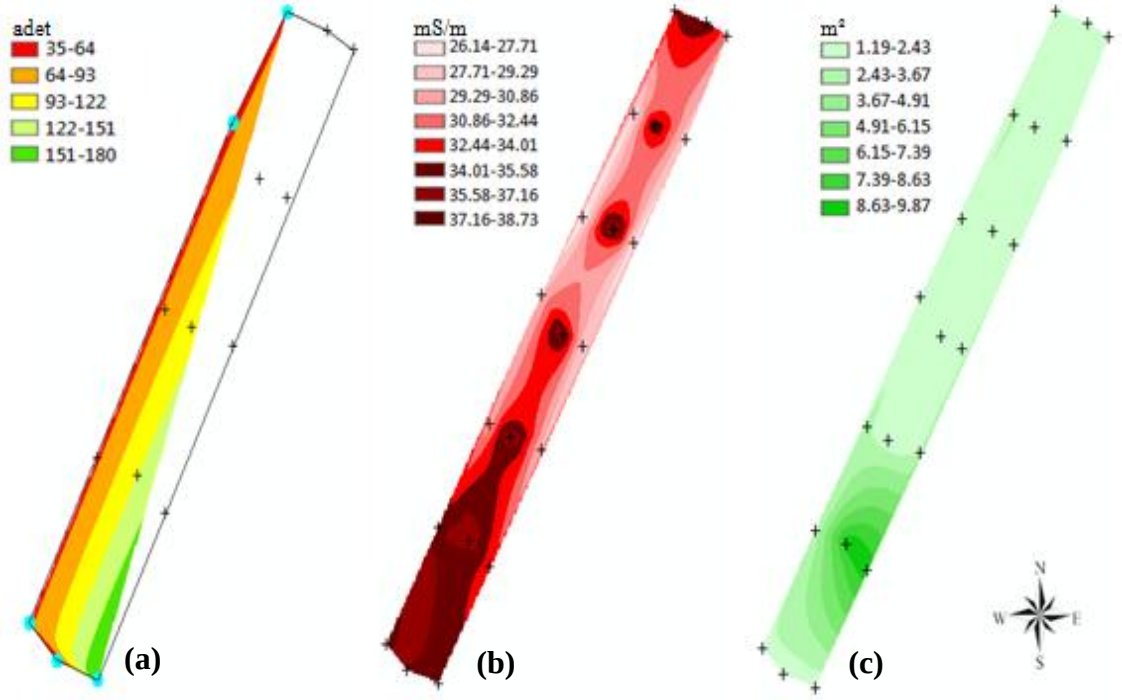




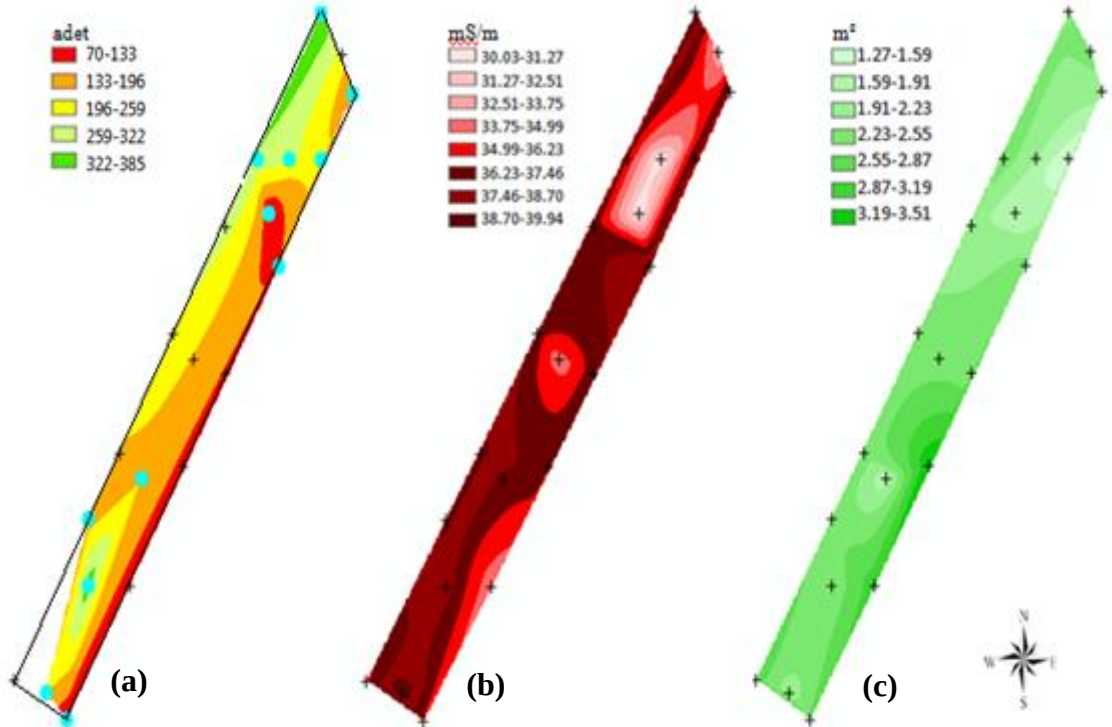
Şekil 4.10 Breaburn çeşidine ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları



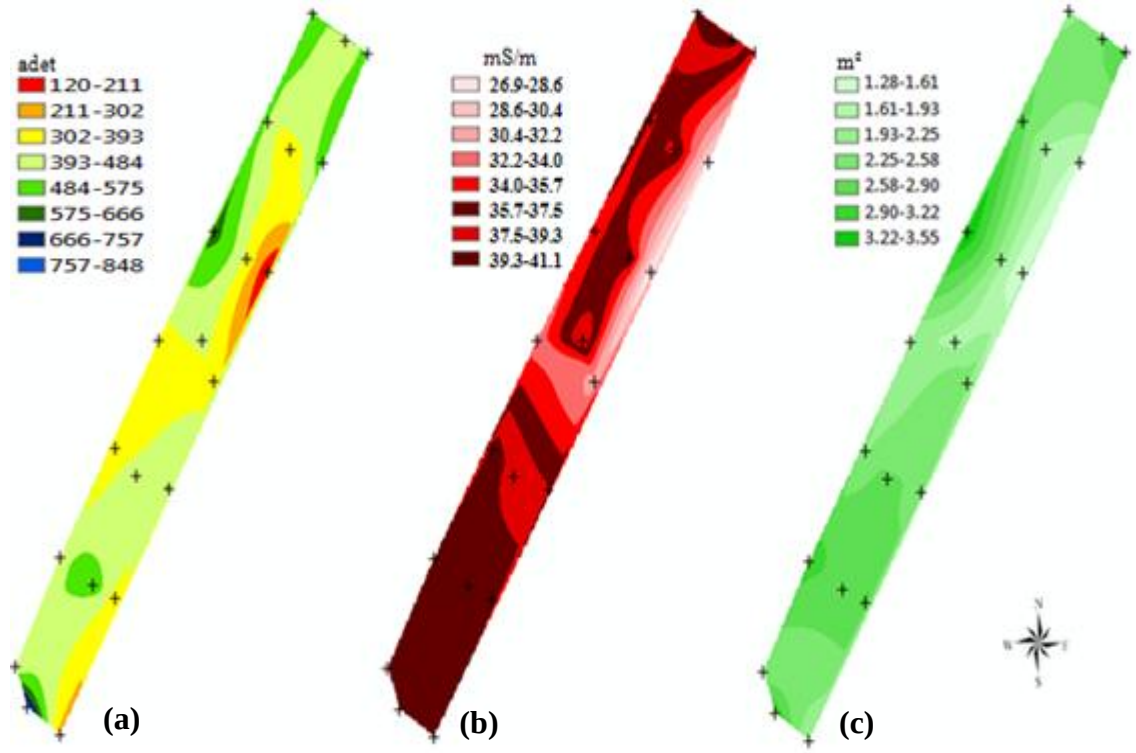
Şekil 4.11 Mondial Gala çeşidine ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları (• verim için örnek alınan noktalar)



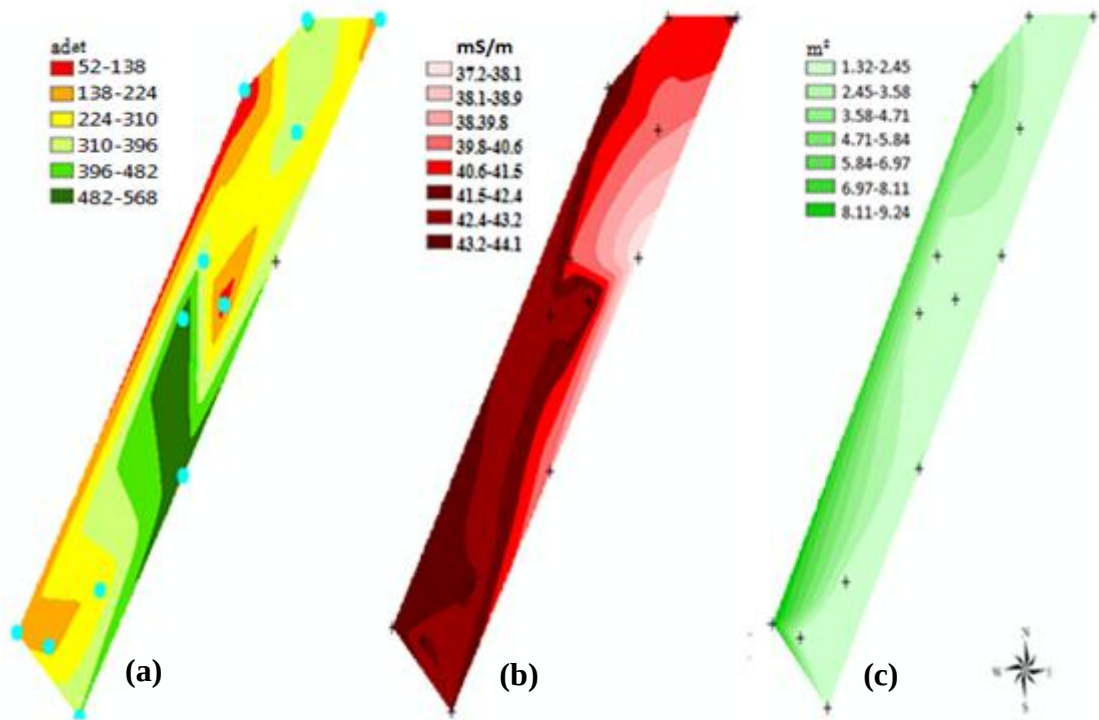
Şekil 4.12 Jona Gold çeşidine ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları (• verim için örnek alınan noktalar)



Şekil 4.13 Fuji çeşidine ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları (• verim için örnek alınan noktalar)



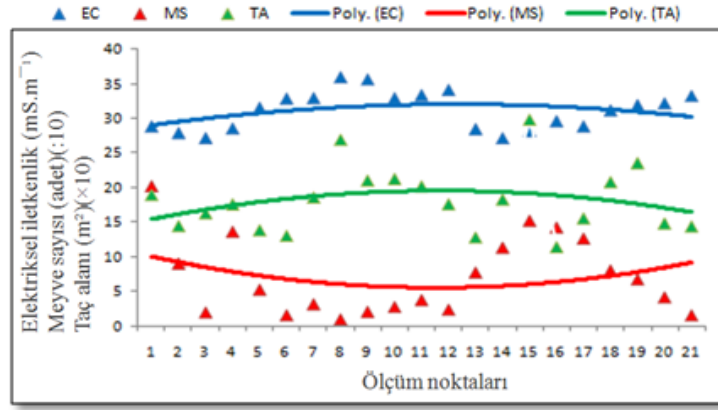
Şekil 4.14 Mitch Gala çeşidine ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları



Şekil 4.15 Yedek parseline ait: a. verim, b. EC, c. taç alanı haritaları (• verim için örnek alınan noktalar)

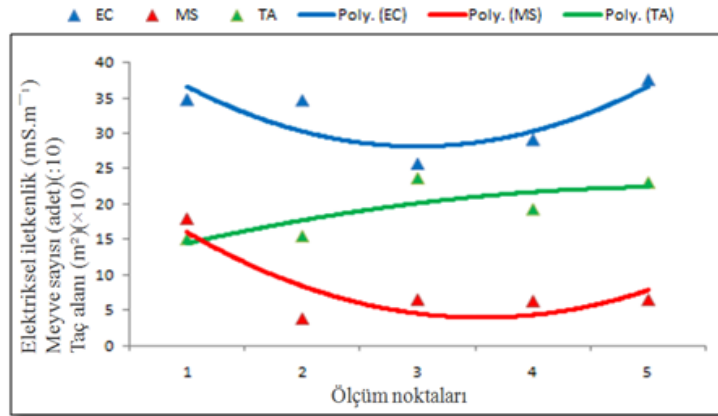
4.4 Elma Çeşitleri ile Ölçülen Bazı Parametrelerin İlişkisi

Deneme sırasında ölçülen parametreleri karşılaştırmak için her parametre özgü polinom diyagramlar düzenlenmiştir. Yapılan bu karşılaşmada ölçüm noktalarına ait elektriksel iletkenlik miktarı, meyve sayısı ve taç alanı hesaplanıp elde edilen eğriler parametreler arasında olan ilişkiyi belirlemek için kullanılmıştır. Her bir çeşit için polinom eğrileri Şekil 4.16 - 4.23'e kadar verilmektedir.



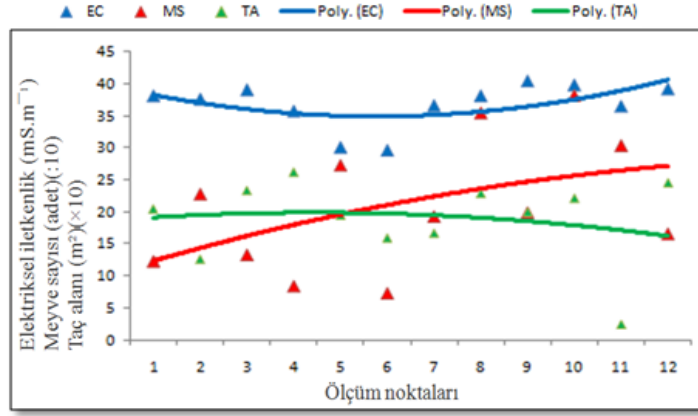
Şekil 4.16 Breaburn için elektriksel iletkenlik (EC), verim (MS) ve taç alanı (TA)'nin ölçüm noktalarında olan değişim

Şekil 4.16'dan anlaşılabacağı gibi Breaburn çeşidi için çıkarılan polinom eğrilerine baktığımızda elektriksel iletkenlik (EC) ve taç alanı (TA) değerleri arasında doğrusal orantılı bir değişim ve bu iki değer ile verim (meyve sayısı-MS) arasında ters bir ilişki belirlenmiştir.



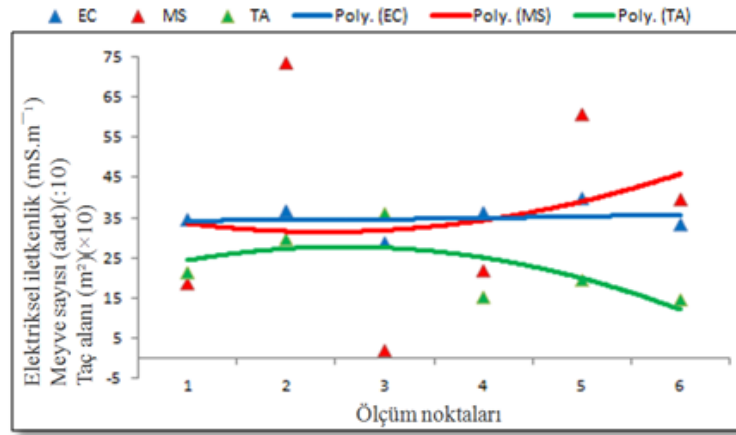
Şekil 4.17 Jonagold için elektriksel iletkenlik (EC), verim (MS) ve taç alanı (TA)'nin ölçüm noktalarında olan değişim

Şekil 4.17’de görüldüğü gibi Jonagold çeşidine ait olan polinom eğrileri elektriksel iletkenlik (EC) değerleri ile verim (meyve sayısı-MS) değerleri arasında doğrusal orantılı bir değişim belirlerken diğer parametreler arasında net bir ilişki belirlememektedir.



Şekil 4.18 Fuji için elektriksel iletkenlik (EC), verim (MS) ve taç alanı (TA)’ nin ölçüm noktalarında olan değişim

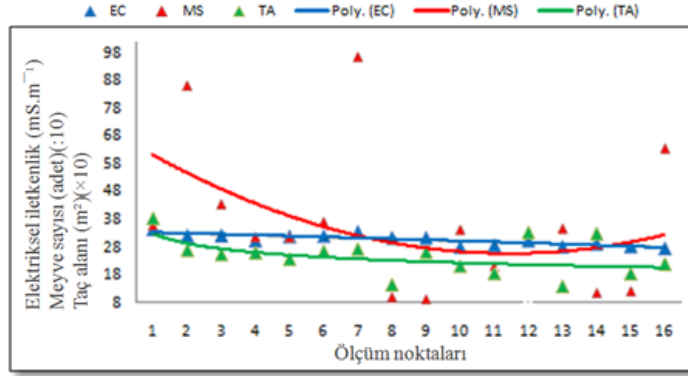
Şekil 4.18’den anlaşılacağı gibi Fuji çeşidi için çıkarılan polinom eğriler elektriksel iletkenlik (EC) değerleri ile taç alanı (TA) değerleri için ters orantılı bir değişim belirlemektedir. Diğer parametreler arasında belirli bir ilişki görülmemektedir.



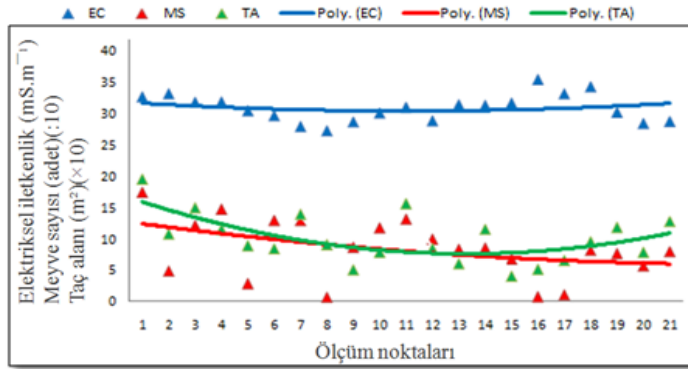
Şekil 4.19 Mondial Gala için elektriksel iletkenlik (EC), verim (MS) ve taç alanı (TA)’ nin ölçüm noktalarında olan değişim

Şekil 4.19’de görüldüğü gibi Mondial Gala çeşidine ait olan polinom eğrileri verim (meyve sayısı-MS) ile taç alanı (TA) değerleri arasında ters orantılı bir değişim

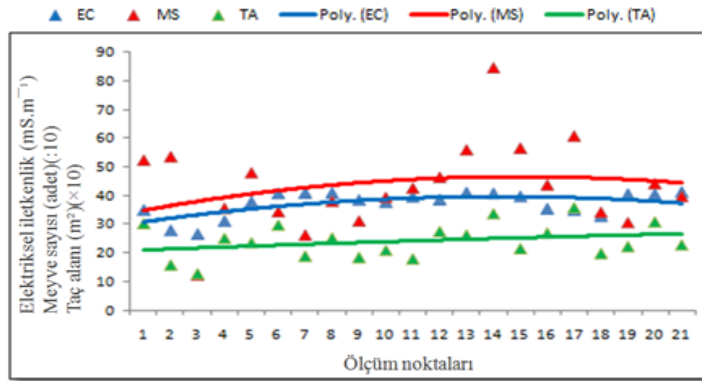
belirlerken elektriksel iletkenlik (EC) değerleri ile diğer parametreler arasında net bir ilişki belirlememektedir.



Şekil 4.20 Royal Gala için elektriksel iletkenlik (EC), verim (MS) ve ta alanı (TA)' nin ölçüm noktalarında olan değişim



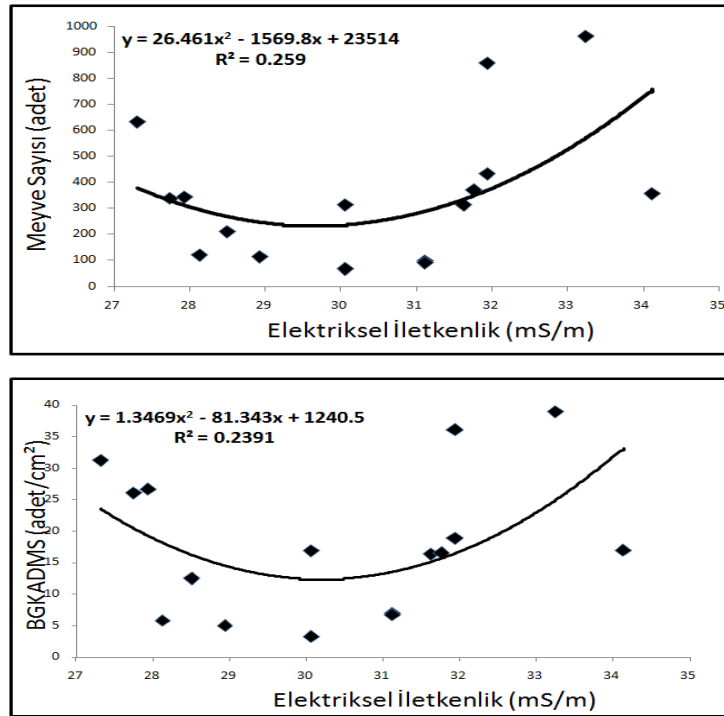
Şekil 4.21 Red Chief için elektriksel iletkenlik (EC), verim (MS) ve ta alanı (TA)' nin ölçüm noktalarında olan değişim



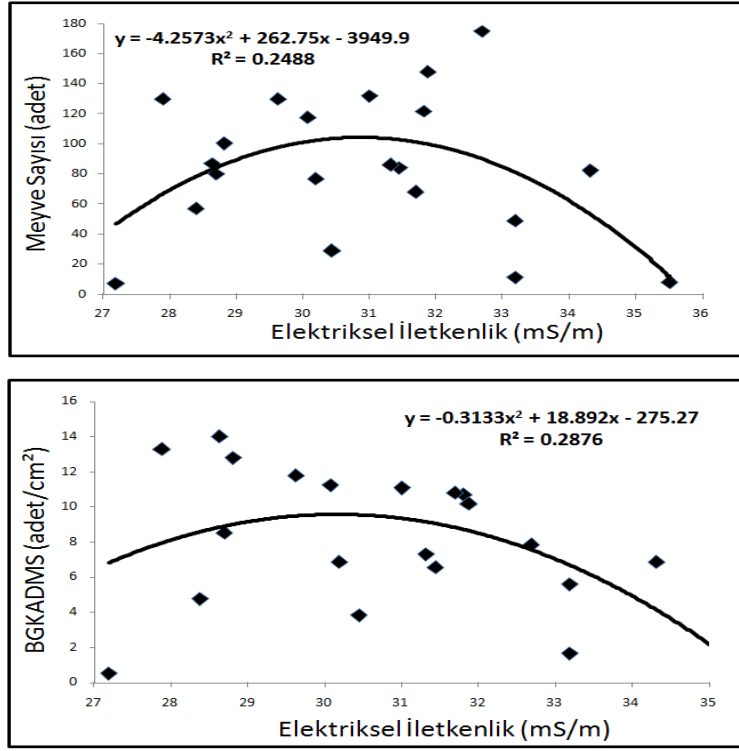
Şekil 4.22 Mitch Gala için elektriksel iletkenlik (EC), verim (MS) ve ta alanı (TA)' nin ölçüm noktalarında olan değişim

Şekil 4.20 - 4.22’de görüldüğü gibi Royal Gala, Red Chief ve Mitch Gala çeşitleri için polinom eğrilerinden elektriksel iletkenlik (EC), verim (meyve sayısı-MS) ve taç alanı değerleri arasında belirli bir ilişkiye varılamamıştır.

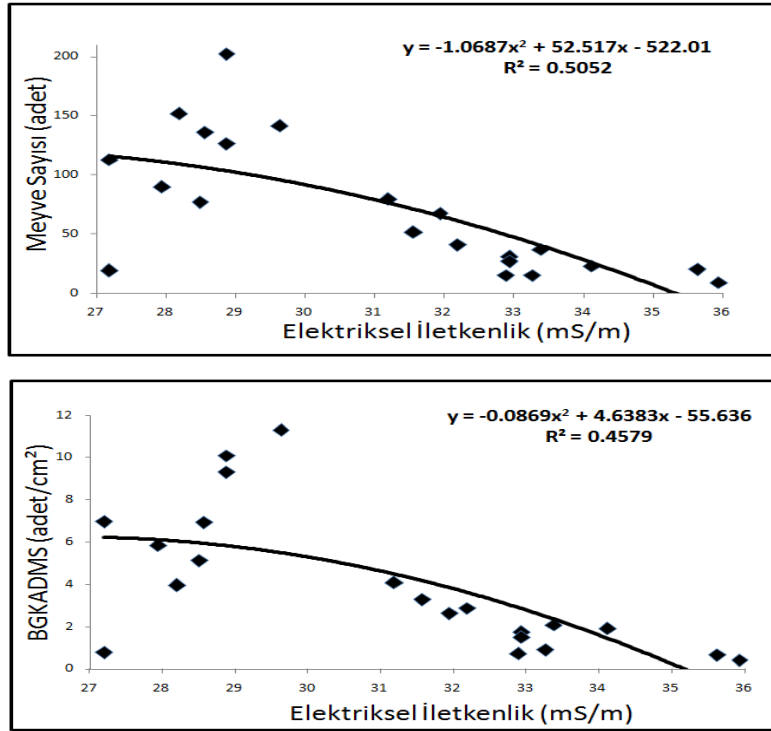
Çalışma sonunda ele alınan veriler arasında ağaç başına düşen verim miktarı ve pomolojik özellikler arasında olan birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı ile elektriksel iletkenlik (EC) değerleri arasında olan ilişkiyi belirlemek için doğrusal olmayan regresyon (non-linear) yöntemi içerisinde olan polinom modelini kullanarak regresyon denklemi ve R^2 değeri miktarı belirlenmiştir. Şekil 4.24-4.30’de görüldüğü gibi elektriksel iletkenliği ile meyve sayısı değerleri için hesaplanan R^2 değerlerinde elde edilen en yüksek değer Mondial Gala ve Breaburn değerlerinde sırasıyla 0.56 ve 0.50 olarak belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısının ilişkisini belirlemek amacıyla aynı değerin hesaplandığında en yüksek değer Mondial Gala çeşidinde 0.94 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.23 – 4.29).



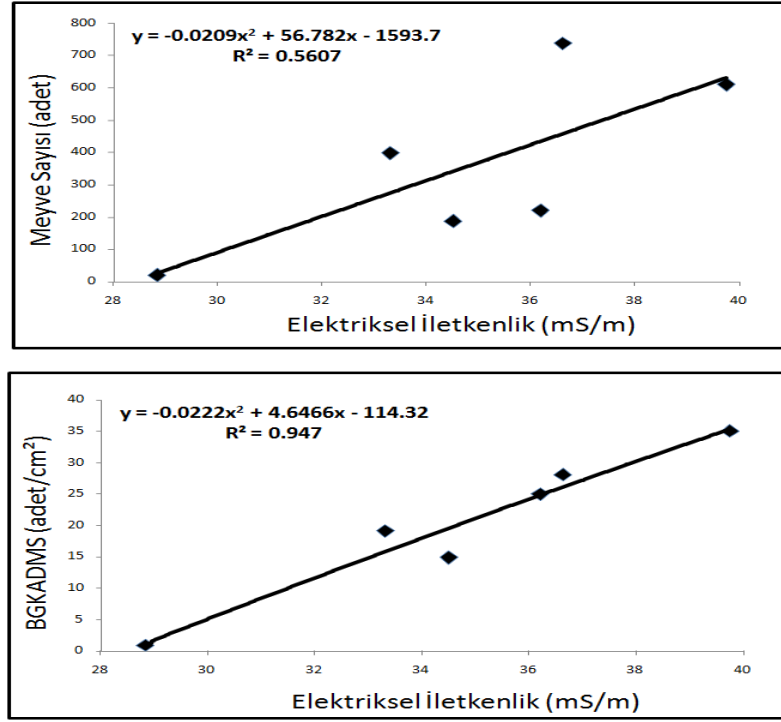
Şekil 4.23 Royal Gala çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi



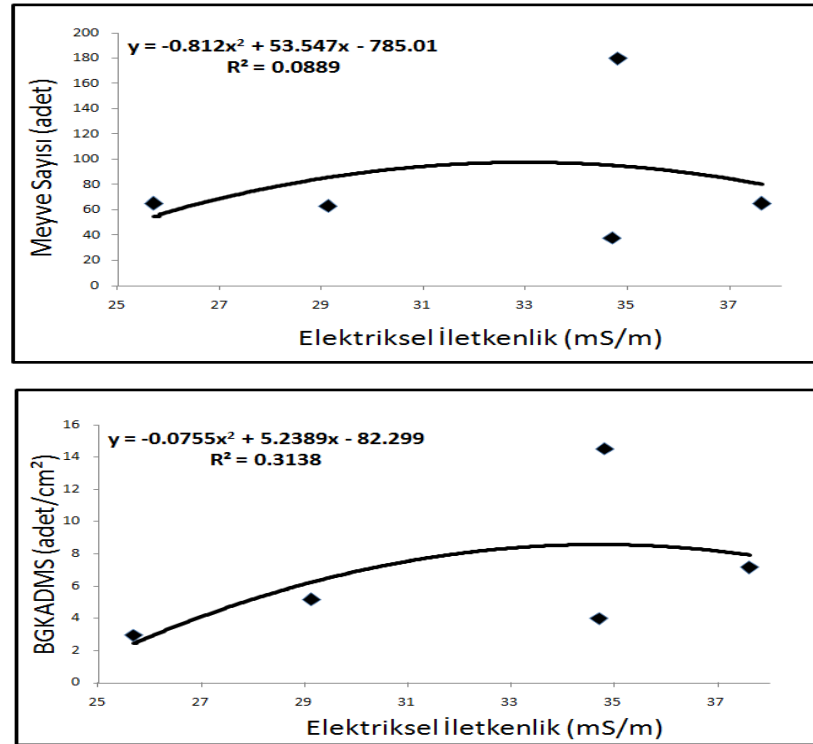
Şekil 4.24 Red Chief çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi



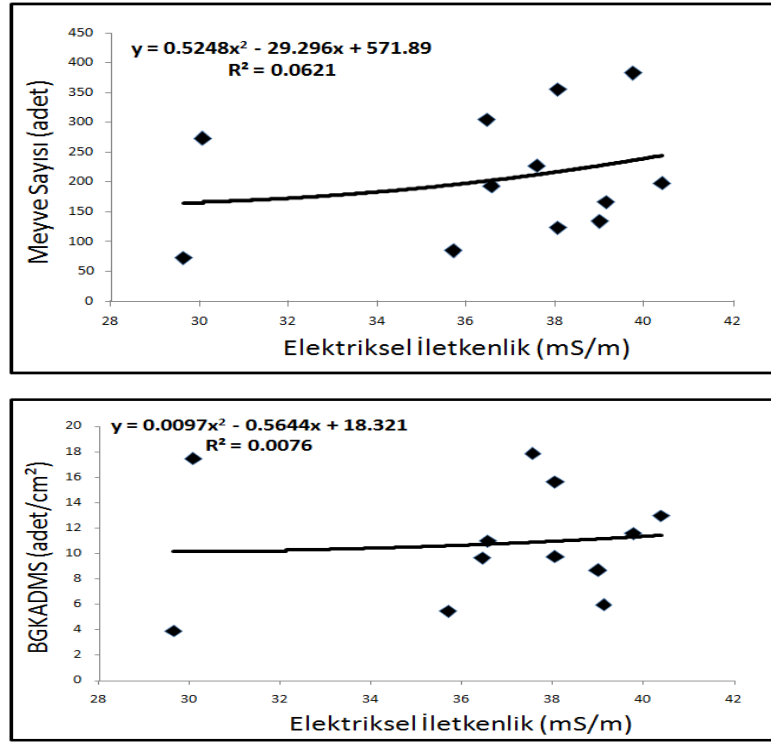
Şekil 4.25 Breaburn çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi



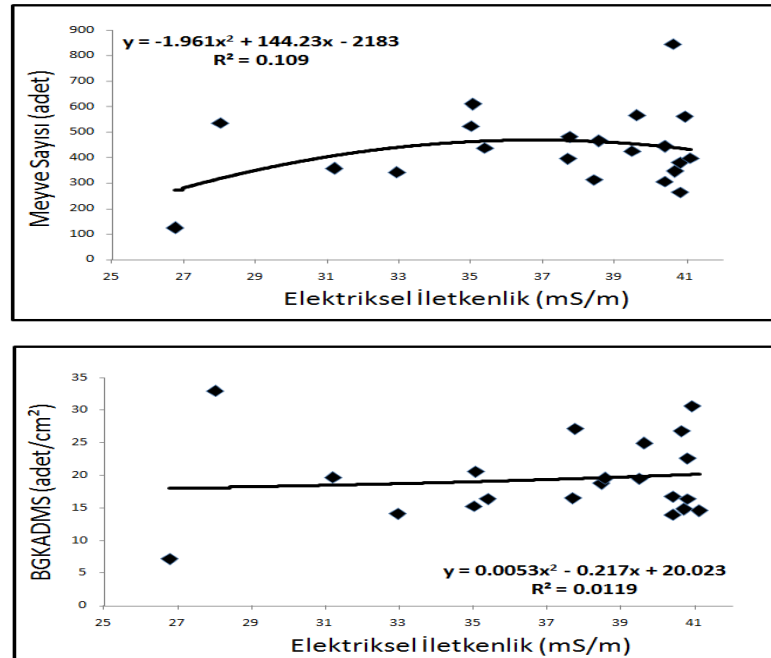
Şekil 4.26 Mondial Gala çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi



Şekil 4.27 Jonagold çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi



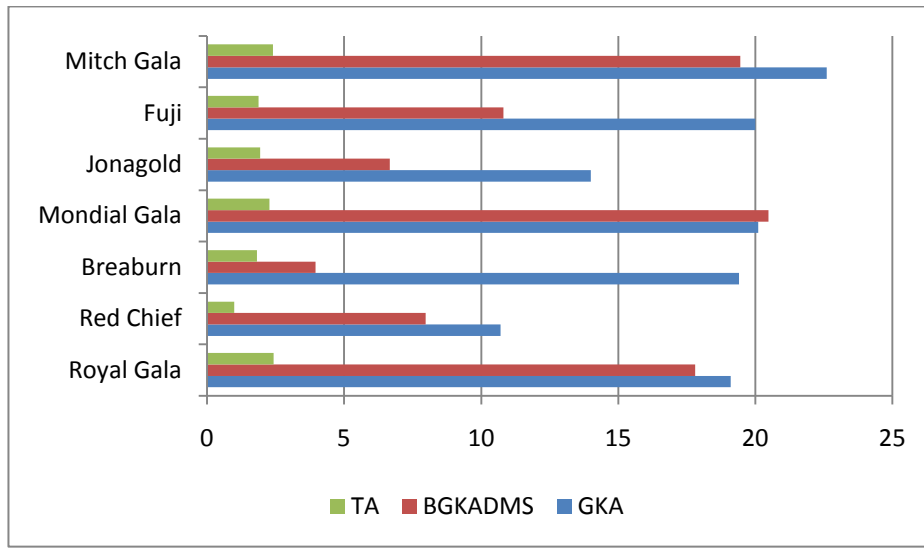
Şekil 4.28 Fuji çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi



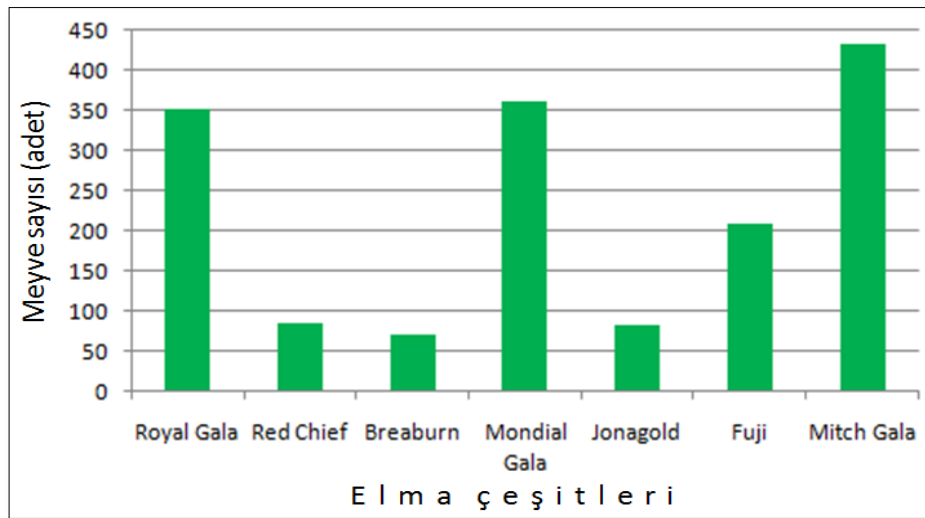
Şekil 4.29 Mitch Gala çeşidinde verim (MS) ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ile EC değerlerin ilişkisi

4.5 Elma Çeşitlerinin 2010 Yılındaki Durumu

Elma çeşitleri arasında performans farkı 7 çeşit içerisinde incelenip, meyve sayısı, gövde kesit alanı, birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı ve taç alanı gibi farklı faktörler kaydedilmiştir. Kaydedilen bu faktörler çeşitler içerisinde yıllık durumun değerlendirmesinde kullanılmıştır. Çeşitlerin farklı parametreler açısından kıyaslandırıan diyagramlar Şekil 4.30 - 4.31’de verilmektedir.



Şekil 4.30 Farklı çeşitlerde TA, GKA ve BGKADMS parametrelerin karşılaştırılması



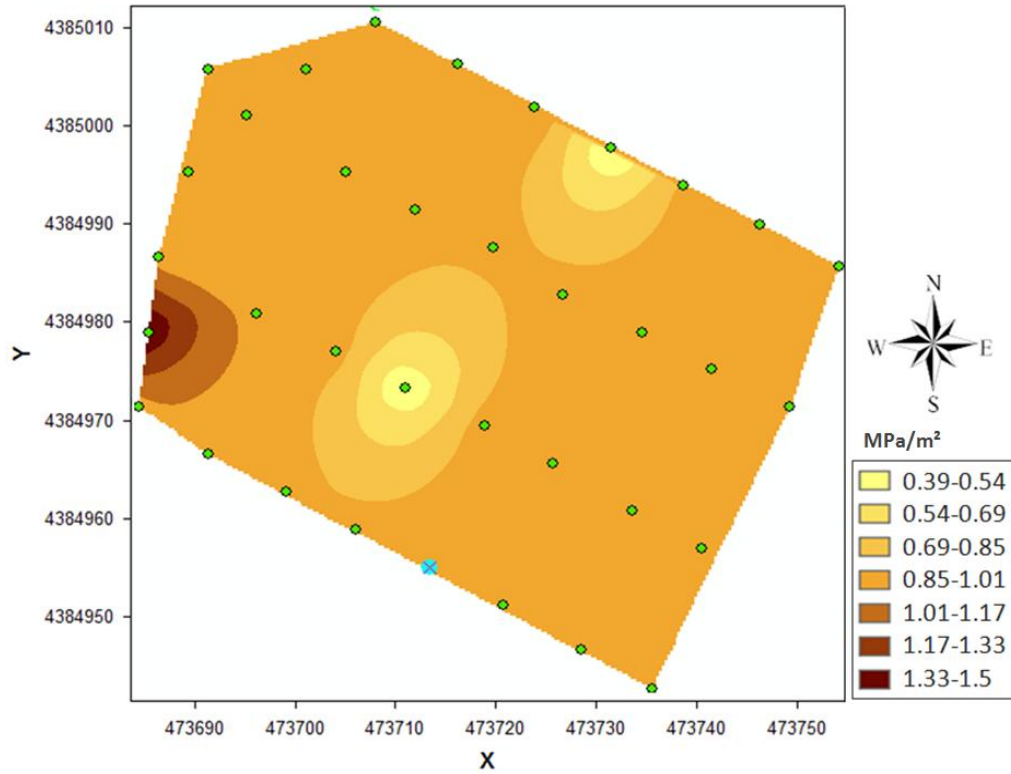
Şekil 4.31 Verim göstergesi olan meyve sayısı ve çeşitler içerisindeki karşılaştırma

Çizelge 4.2 Elma çeşitleri ile ilgili değişkenler ve bazı istatistiksel parametreler

Çeşit	Değişken	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	%CV
Royal Gala	MS	65	962	350,75	266,38	75,94
	GKA	12,9	24,7	19,1	4	20,94
	BGKADMS	3,31	38,93	17,81	11,25	63,17
	TA	1,35	3,79	2,43	0,66	27,16
	EC	27,31	34,13	30,55	2,08	6,8
Red Chief	MS	7	175	84,76	46,96	55,40
	GKA	6,2	22,3	10,7	3,6	33,64
	BGKADMS	0,52	14,03	7,97	4,01	50,31
	TA	0,39	1,94	0,99	0,39	39
	EC	27,19	35,5	30,85	2,19	7,10
Breaburn	MS	9	202	70,19	55,65	79,28
	GKA	12	38,5	19,4	6,4	2,99
	BGKADMS	0,39	11,30	3,95	3,30	83,54
	TA	1,15	2,97	1,82	0,46	25,27
	EC	27,19	35,94	31,09	2,73	8,78
Mondial Gala	MS	19	736	360,5	272,36	75,51
	GKA	13,7	28,3	20,1	5,7	28,36
	BGKADMS	0,97	28,06	20,48	11,87	57,96
	TA	1,45	3,61	2,27	0,85	37
	EC	28,81	39,75	34,87	3,68	10,55
Jona Gold	MS	38	180	82,2	55,85	67,94
	GKA	9,1	22	14	4,8	34,28
	BGKADMS	2,96	14,55	6,76	4,62	68,34
	TA	1,49	2,37	1,93	0,41	21,24
	EC	25,69	37,62	32,39	4,85	14,97
Fuji	MS	73	382	209,42	101,90	48,66
	GKA	12,6	31,6	20	5,5	27,5
	BGKADMS	3,93	17,88	10,81	4,57	42,27
	TA	0,24	2,61	1,88	0,65	34,57
	EC	29,62	40,38	36,69	3,49	9,51
Mitch Gala	MS	123	846	433,71	148,43	34,22
	GKA	16	34,2	22,6	5,3	23,45
	BGKADMS	7,15	32,98	19,45	6,20	31,88
	TA	1,27	3,57	2,40	0,59	24,58
	EC	26,75	41,12	37,22	4,33	11,63

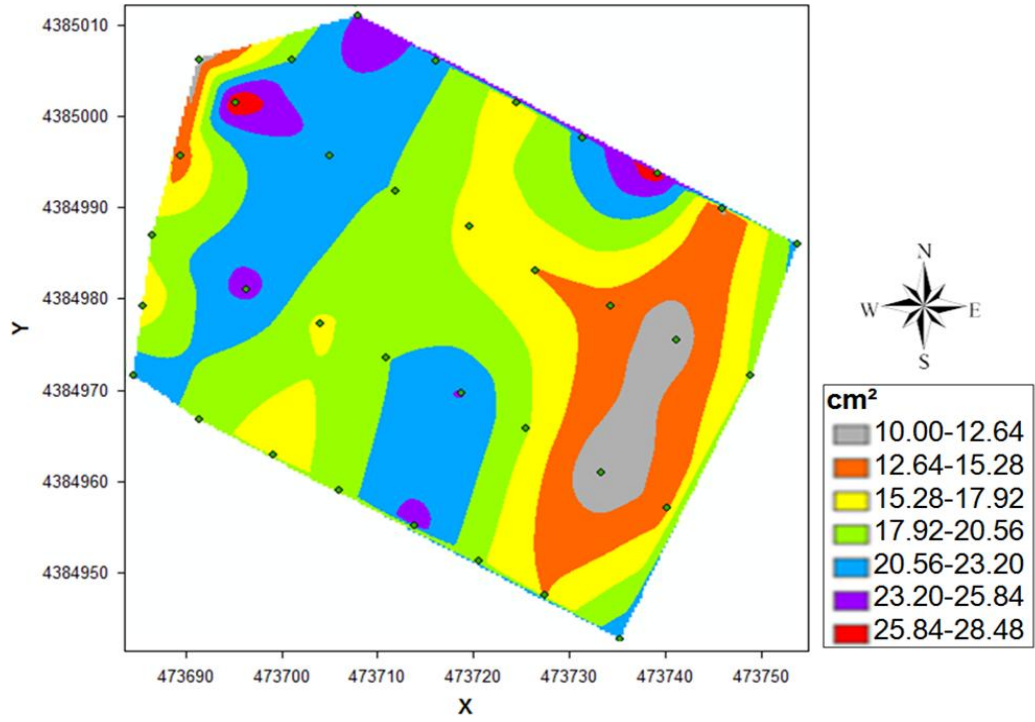
4.6 Gövde Kesit Alanı ile Toprak Penetrasyon Direncinin Karşılaştırılması

Ağaç kök bölgesindeki penetrasyon değerleri ile ağaç gövde kesit alanı arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Eijkelkamp penetrologger ile kök bölgesine yakın penetrasyon direnci ve ilgili gövde kesit alanı değerleri kaydedilip haritaya dönüştürülmüştür. İki parametre arasında ilişkiyi belirlemek için doğrusal regresyon yöntemini kullanılarak ilişki belirlenmiştir.

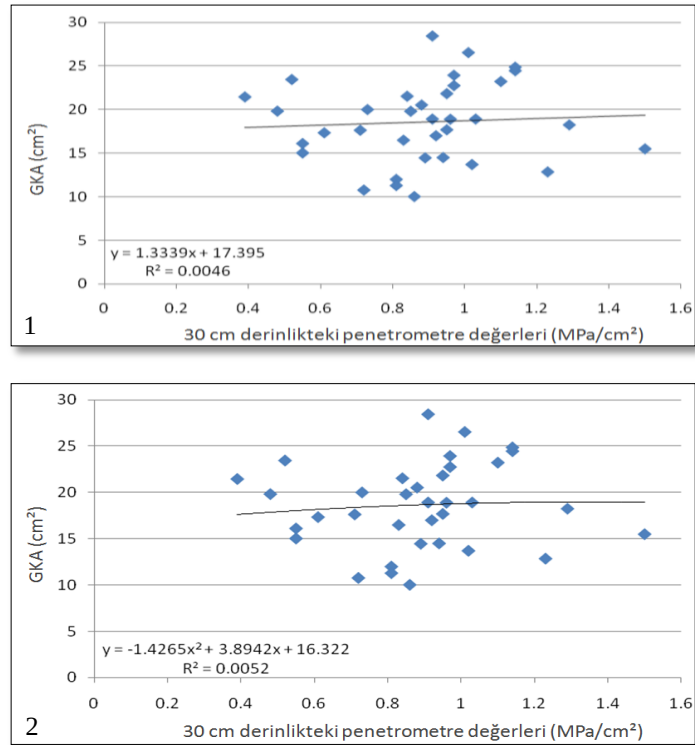


Şekil 4.33 Penetrasyon direncine ait tahmin edilen ArcGIS haritası

Şekil 4.33’de görülen penetrasyon direnci haritası için değişkenlik katsayısı (%CV) hesaplanıp %26.5 olarak belirlenmiştir. Ayrıca Şekil 4.34’e verildiği gibi gövde kesit alanı haritası hazırlanıp değişkenlik katsayısı %25 olarak hesaplanmıştır. Penetrasyon direnci ve gövde kesit alanı için linear ve non-linear regresyon katsayısı hesaplanıp her iki yöntemde parametreler arasında belirli bir ilişkiye varılamamıştır (Şekil 4.35).



Şekil 4.34 Gövde kesit alanına ait tahmin edilen ArcGIS haritası



Şekil 4.35 GKA ve EC arasındaki regresyon eğrileri ve değerleri

1) Linear regresyon 2) non-linear regresyon

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Hassas bahçecilikte mekansal ve zamansal değişimleri sürekli olarak izlemek ve incelemek amacıyla bir çok ağaç ve toprak parametrelerinden haritalar elde edilmektedir. Elde edilen bu haritalar hasat veya ilaçlama gibi uygulamaların daha etkili ve ekonomik olarak uygulanmasına yol açmaktadır. Ankara Üniversitesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliğinin elma bahçesinde yapılan bu çalışmada farklı elma çeşitlerinin verim ve gövde kesit alanı (GKA), birim gövde kesit alanı başına düşen meyve sayısı (BGKADMS) ve taç alanı (TA) gibi bir çok pomolojik özelliklerin, toprağın elektriksel iletkenlik (EC) özelliği ile olan ilişkilerini belirlemek amacıyla, ayrıca her bir çeşit için verim performansını açıklamak için her parametreden örnekler alınmış ve karşılaştırmak için haritalara dönüştürülmüştür (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 Ölçülen parametrelerde hazırlanan haritalar

1) elektriksel iletkenlik, 2) nem haritası, 3) penetrasyon direnci haritası, 4) verim haritası, 5) taç alanı haritası

5.1 Haritaların Yorumlanması

Haritalar arasındaki değişimi incelemek amacıyla ölçüm noktaları için polinom eğriler çıkarılmış EC, verim ve taç alanı arasında olan değişim, her bir çeşit için belirlenmiştir. Ulaşılan sonuçlara göre denemeye konu olan verim ve bazı pomolojik özelliklerin toprak elektriksel iletkenliği (EC) ile karşılaştırıldığında;

- Breaburn çeşidinde EC ve TA değerleri arasında doğrusal orantılı bir değişim ve bu iki değer ile MS arasında ters bir ilişki belirlenmiştir.
- Jonagold çeşidinde EC ve MS değerleri arasında doğrusal orantılı bir değişim belirlerken diğer parametreler arasında net bir ilişki belirlenmemiştir.
- Fuji çeşidi ise ters orantılı bir değişim, EC ve TA değerleri arasında belirlenip diğer parametreler arasında bir ilişki belirlenmemiştir.
- Royal Gala, Red Chief, Mondial Gala ve Mitch Gala çeşitleri için EC ve diğer parametreler arasında belli bir ilişki belirlenmemiştir.

Ayrıca, haritalarda mekansal değişimi incelemek için, her parametrenin %CV (değişkenlik katsayısı) hesaplanıp değişim miktarı belirlenmiştir. Ulaşılan sonuçlara göre;

- Tüm çeşitlerde EC değerleri için değişkenlik katsayısında belirli bir değişkenlik görülmemiştir (%CV<15).
- Verim göstergesi olan meyve sayısı (MS) ve pomolojik özelliklerden olan birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı (BGKADMS) değerlerinde değişkenlik katsayısına baktığımızda yüksek bir değişim ifade edilebilir (%CV>50) ancak bu değer Mitch Gala ve Fuji çeşidi için daha az bir değişimi göstermektedir.

- 30 cm'lik derinlikten alınan penetrometre değerleri ile gövde kesit alanı değerlerinden hazırlanan haritalar için değişkenlik katsayısı sırayla %26.5 ve %25 olarak belirlenmiştir ancak regresyon katsayısı hesaplandığında iki parametre arasında belirli bir ilişkiye varılamamıştır.

5.2 Elektriksel İletkenliği ile Diğer Parametrelerin İlişkisi

Denemeye konu olan elektriksel iletkenlik ile verim ve pomolojik özellikleri arasında olan ilişkiyi belirlemek amacıyla doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon değerleri (R^2) hesaplanıp ve elde edilen bazı sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- EC değerleri ile verim (MS) arasında doğrusal olmayan regresyon katsayısı hesaplanıp en yüksek ilişki sırayla Mondial Gala ve Breaburn çeşidi için elde edilmiştir. (0.56 ve 0.50) halbuki diğer çeşitlerde önemli ilişkiye varılamamıştır.
- Pomolojik özellikleri ile EC değerleri arasında hesaplanan doğrusal regresyon katsayısı Mondial Gala ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısı parametresi için 0.94 olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu katsayı EC ile taç alanı ve EC ile gövde kesit alanı için Jonagold çeşidinde 0.84 ve 0.69 olarak kaydedilmiştir.

EC ve diğer ağaç parametreleri arasında olan ilişki, ayrıca ağaç parametreleri arasında elde edilen bazı sonuçlar Çizelge 5.1'de verilmektedir.

Çizelge 5.1 EC ve ağaç parametrelerine ait regresyon katsayıları (* doğrusal olmayan regresyon katsayısı)

ROYAL GALA						RED CHIEF					
	EC	MS	GKA	BGKADMS	TA		EC	MS	GKA	BGKADMS	TA
EC	1.00					EC	1.00				
MS	0.26*	1.00				MS	0.25*	1.00			
GKA	0.14*	0.05	1.00			GKA	0.06*	0.01	1.00		
BGKADMS	0.24*	0.88	0	1.00		BGKADMS	0.29*	0.58	0	1.00	
TA	0.29*	0.01	0.38	0.01	1.00	TA	0.06*	0.38	0.02	0.04	1.00
BREABURN						MONDIAL GALA					
	EC	MS	GKA	BGKADMS	TA		EC	MS	GKA	BGKADMS	TA
EC	1.00					EC	1.00				
MS	0.50*	1.00				MS	0.56*	1.00			
GKA	0.21*	0.07	1.00			GKA	0.05*	0.32	1.00		
BGKADMS	0.46*	0.80	0	1.00		BGKADMS	0.94*	0.69	0	1.00	
TA	0.16*	0	0.14	0.09	1.00	TA	0.48*	0.02	0.07	0.28	1.00
JANAGOLD						FUJI					
	EC	MS	GKA	BGKADMS	TA		EC	MS	GKA	BGKADMS	TA
EC	1.00					EC	1.00				
MS	0.09*	1.00				MS	0.06*	1.00			
GKA	0.69*	0.03	1.00			GKA	0.08*	0.11	1.00		
BGKADMS	0.31*	0.89	0.23	1.00		BGKADMS	0.01*	0.42	0.01	1.00	
TA	0.84*	0.18	0.07	0.25	1.00	TA	0.13*	0.05	0.08	0.03	1.00
MITCH GALA											
	EC	MS	GKA	BGKADMS	TA						
EC	1.00										
MS	0.11*	1.00									
GKA	0.20*	0	1.00								
BGKADMS	0.01*	0.48	0.10	1.00							
TA	0.39*	0.39	0.22	0.02	1.00						

5.3 Çeşitlerin 2010 Yılındaki Durumları

Çeşitler arasında en verimli olan çeşit Mitch Gala eşidi olup en düşük verime sahip olan çeşit Red Chief eşidi olarak belirlenmiştir. Birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısını en yüksek değeri Mondial Gala çeşidine ait olurken en düşük miktar Breaburn eşidinde belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlardan gövde kesit alanının en yüksek değeri Mitch Gala çeşide ve ta alanı ise Royal Gala eşidi için belirlenmiştir.

Çeşitlerin soğuk aylarında düşük sıcaklıktan dolayı etkilenme derecesi hesaplanıp ve özellikle şubat ayında soğuk rüzgar yönünde olan ve en fazla etkilenen çeşitler arasında Mondial Gala, Jonagold ve Fuji eşitleri (sırayla %28, %25, %31 meyveli ağaçlar yüzdesi) yer almaktadırlar. Diğer eşitler arasında Mitch Gala eşidi %93 meyveli ağaçlara sahip olan çeşit olarak belirlenmiştir. Hesaplanan bu değeri Breaburn eşidi için Breaburn %75, Red Chief için %67 ve Royal Gala eşidi için %54 olarak hesaplanmıştır.

KAYNAK LAR

- Aggelopoulou, K.D., Wulfsohn, D., Fountas, S. and Gemtos, T.A. 2009. Spatial variation in yield and quality in a small apple orchard.
- Ampatzidis, Y.G., Tzelepis, G.S. and Vougioukas, S.G. 2009. A low-cost identification systems for yield mapping during manual vine harvesting.
- Anonim. 2010. Tarım vizyon, Web sitesi: www.tarimbill.com, Ozan Erzincanlı.H, Türkiye’de ve dünya’da elma üretimi, Erişim tarihi: 10.01.2010.
- Anonymous. 2010. Web sitesi: www.eijkelkamp.com, Eijkelkamp penetrologger katalog. Erişim tarihi: 21.04.2010
- Anonymous. 2010. <http://www.agrosource.net/Research.html>, Erişim tarihi: 14.06.2010
- Blackmore, S., 1994. Precision Farming; An Introduction. Outlook on Agriculture. Vol.23, No 4,275-280.
- Bilal Hossain, M.D. 2008. EM38 for measuring and mapping soil moisture in cracking clay soil.
- Bronson, K.F., Booker, J.D., Officer, S.J. and Lascano, R.J. 2005. Apparent Electrical Conductivity, Soil Properties and Spatial Covariance in the U.S. Southern High Plains.
- Brown, P.H., Rosenstock, T. 2006. Perspectives on Precision Farming of Tree Crops: Estimating Yields and Designing Interventions.
- Colvin, T.S. and Ambuel, J. 1995. Yield mapping by electromagnetic induction. P. 383-394. In P.C. Robert, R.H. Rust, and W:E. Larson (ed.), proc. 2nd Intl. Conf. On Site-Specific Management for Agricultural Systems. ASA, CSSA, Madison, WI.
- Corwin, D.L., Lesch, S.M., Shouse, P.J., Soppe, R. and Ayars, J.E. 2003. Identifying soil properties that influence cotton yield using soil sampling directed by apparent soil electrical conductivity.
- Corwin, D.L and Lesch, S.M. 2005. Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. Computer and Electronics in Agriculture 46: 11-43.
- Çullu, M.A. 2002. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanılarak Toprak Tuzluluğunun ürün Verimi üzerine Etkisinin Tahmin Edilmesi.

- Domsch, H. and Giebel, A. 2004. Estimating of soil textural features from soil electrical conductivity recorded using the EM38.
- Dursun, İ. 2004. Toprak ve su korumasına yönelik mekanizasyon uygulamaları, ders notu.
- Edizer, Y. ve Bekar, T. 2007. Tokat Merkez İlçede Yetiştirilen Bazı Yerel Elma (*Malus communis* L.) Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi.
- Erdoğan, G. ve Bolat, İ. 2002. Çoruh vadisinde yetiştirilen bazı elema çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin incelenmesi.
- Eric, D. Lund., Colin, D.C. and Drummond P.E. 2000. Using Yield and Soil Electrical Conductivity (EC) Maps to Derive Crop Production Performance Information.
- Erzin, M.H. 2010. Relationship between rice yield and apparent electrical conductivity of paddy soils.
- Gary, T.R. 2000. Precision Agriculture Technology for Horticultural Crop Production.
- Gemtos, T.A. 2005. Application in fruit.
- Grisso, R.B., Alley, M., Wysor, W.G., Holshouser, D. and Thomason, W. 2009. Precision Farming Tools: Soil Electrical Conductivity.
- Güller, M. 2005. Hassas uygulamalı tarım teknolojisine genel bir bakış.
- Iversen, W., Jay, D.J., Evans. G., Kim, Y. and Stevens B.W. 2005. Spatial Variability of Apparent Electrical Conductivity and Cone Index as Measured with Sensing Technologies: Assessment and Comparison.
- Herrero, J. and Aragüés, R. 2003. Soil salinity and its distribution determined by soil sampling and electromagnetic techniques.
- Kühn, J., Brenning, A., Wehrhan, M. and Koszinski, S. 2008. Interpretation of electrical conductivity patterns by soil properties and geological maps for precision agriculture.
- Konopatzki, M.R.S. 2009. Pear tree yield mapping.
- Kitchen, N.R., Sudduth K.A. and Drummond, S.T. 1999. Soil electrical conductivity as a crop productivity measure for claypan soils. Journal of production Agriculture, 12(4):607-617.
- Lund , E.D. and Drummond, C.D. 2000. Using Yield and Soil Electrical Conductivity (EC) Maps to Derive Crop Production Performance Information.
- Manfrini, L. 2009. Precision horticulture: application on apple orchards.

- Rowe, R.N. and Johnson, R. 1992. The interaction between fruit number, tree size and the yield and fruit size of FANTASIA NECTARINE.
- Seavert, C.F., Righetti, T. and Castagnoli, S. 2004. An Evaluation of Site-Specific Management Strategies in the U.S. Pear Industry.
- Seferoğlu, H.G. 2006. Aydın ve yöresinde MM106 anacı üzerine aşılı bazı elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi.
- Shamsi, M. and Mazlounzadeh, S.M. 2009. Studying yield variations using precision farming in a date palm orchard.
- Stafford, J. V., 2000. Implementing Precision Agriculture in the 21st Century. J. Agric. Engng. Res. 76: 267-275.
- Sudduth, K. A., Drummond, S. T., Birrell, S. T. and Kitchen, N. R. 1996. Analysis of spatial factors influencing crop yield. P. 129-140. In P. C. Robert et al. (ed.) Precision Agriculture Proc. Int. Conf. 4rd minneapolis. MN. 23-26 June 1996. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Şeker, C. 1997. Penetrasyon Direnci İle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler.
- Türker, U., 2001. Hassas Tarım Tekniği. Türk-Koop Ekin, 16:100-106
- Vatandaş, M., Güner, M. Ve Türker, U. 2005. Hassas Tarım Teknolojileri.

EKLER

Ek-1 Elma Çeşitlerinin Meyve ve ağaç Görüntüleri

EK-2 Elma çeşitlerinin özellikleri

Ek-1 Elma eşitlerin Meyve ve ağaç Görüntüleri



Royal Gala eşitine ait meyve ve ağaç



Red Chief eşitine ait meyve ve ağaç görüntüleri



Breaburn eşitine ait meyve ve ağaç görüntüleri



Mondial Gala çeşidine ait meyve ve ağaç görüntüleri



Jonagold çeşidine ait meyve ve ağaç görüntüleri



Fuji çeşidine ait meyve ve ağaç görüntüleri

EK-2 Elma çeşitlerin özellikleri

Royal Gala çeşidinin özellikleri

çeşit	Royal Gala
Orijinal	Yeni Zelanda
Ağaç	Kuvvetli-yayvan
Meyvesi	Küçük-orta iri,yeme kalitesi çok iyi,tatlı ve aromalı
Meyve eti	Krem renkli ve sert
Meyve kabuk rengi	Sarı zemin üzerine sıvama kırmızimsı portakal renkli
Derim	Ağustosun 4.-Eylülün 1.haftası
Tam çiçek-derim	125-135 gün
Tozlayıcılar	Fuji-Golden Delicious-Starking Delicious-Granny Smith-Breaburn-Jersey Mac
Diğer özellikler	Depolanmaya uygundur.Derimdeki gecikme sap çukurunda çatlamaya nedem olabilir.Pek çok çeşit için tozlayıcı olarak kullanılabilir.

Red Chief çeşidinin özellikleri

Çeşit	Red Chief
Orijinal	ABD
Ağaç	Zayıf-yarı dik
Meyvesi	Orta iri, tatlı ve sulu
Meyve eti	Kremimsi beyaz
Meyve kabuk rengi	Sarı-yeşil zemin üzerine portakal kırmızı
Derim	Eylülün 4.-Ekimin 1.haftası
Tam çiçek-derim	145-155 gün
Tozlayıcılar	Golden Delicious ve benzerleri-Start Spur Golden Delicious ve benzerleri-Granny Smith-Breaburn-Fuji
Diğer özellikler	Ticari değeri yüksek bir çeşit olup bir örnek ve iyi renklenmiş meyveler oluşturur.

Breaburn çeşidinin özellikleri

Çeşit	Breaburn
Orijinal	Yeni Zelanda
Ağaç	Zayıf- orta kuvvette,yarı dik
Meyvesi	Orta iri, tatlı ve sulu,aromalı,yeme kalitesi yüksek
Meyve eti	Krem renkli,sert ve gevrek
Meyve kabuk rengi	Yeşil zemin üzerine çizgili kırmızı
Derim	Ekimin 3-4.haftası
Tam çiçek-derim	165-175 gün
Tozlayıcılar	Golden Delicious-Red Delicious-Gala-Granny Smith-Fuji
Diğer özellikler	Ticari değeri yüksek depolanmaya iyi bir çeşittir.

Mondial Gala çeşidinin özellikleri

Çeşit	Mondial Gala
Orijinal	Yeni Zelanda
Ağaç	Kuvvetli-yayvan
Meyvesi	Tatlı ve aromalı
Meyve eti	Krem
Meyve kabuk rengi	Sarı-beyaz zemin üzerine kırmızımsı portakal renkte
Derim	Ağustosun 4. Eylülün 1.haftası
Tam çiçek-derim	125-135 gün
Tozlayıcılar	Golden Delicious-Starking Delicious-Granny Smith-Breaburn-Fuji-Jersey Mac
Diğer özellikler	Derimdeki gecikme diğer gala çeşitlerinde olduğu gibi sap çukurunda çatlamalara neden olabilir.

Jonagold çeşidinin özellikleri

Çeşit	Jonagold
Orijinal	ABD
Ağaç	Kuvvetli-yayvan
Meyvesi	İri,yeme kalitesi yüksek,aromalı ve sulu
Meyve eti	Krem renkli ve gevrek
Meyve kabuk rengi	Yeşilimsi sarı zemin üzerine sıvama kırmızı-kırmızımsı pembe
Derim	Eylülün 4.-Ekimin 1.haftası
Tam çiçek-derim	145-155 gün
Tozlayıcılar	Rome Beauty-Delbarestivale Discovery- Gala-Fuji-Elstar

Fuji çeşidinin özellikleri

Çeşit	Fuji
Orijinal	Japonya
Ağaç	kuvvetli-yarı dik
Meyvesi	Orta iri, tatlı ve sulu,yeme kalitesi yüksek
Meyve eti	Krem renkli,sert ve gevrek
Meyve kabuk rengi	Sarı zemin üzerine donuk kırmızımsı portakal renkli
Derim	Ekimin 3-4.haftası
Tam çiçek-derim	165-175 gün
Tozlayıcılar	Golden Delicious- Red Deliciousve- Golden grubu-Granny Smith
Diğer özellikler	Ticari değeri yüksek,depolanmaya iyi bir çeşittir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Babak TALEBPOUR

Doğum Yeri : İRAN

Doğum Tarihi : 26.04.1977

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Rahe-e-Danesh Lisesi, Miyandoab, İran - 1995

Lisans : Urmia Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları A.B.D - 2000

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları
Anabilim Dalı (Eylül 2008 - Ağustos 2010)