

Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Hassas Tarım Uygulamaları

Mehmet Cengiz Arslanoğlu¹, Muammer Yalçın¹, Arzu Şen¹

¹Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
mynet34@gmail.com (Sorumlu Yazar)

Özet

Hassas tarım teknolojilerinin gelişmesiyle tarımsal üretim alanlarında üretim maliyetlerini düşürmek, tarımsal etkinliği arttırmak ve çevre kirliliğini azaltmak amacıyla toprak yapısı, bitki besin maddelerinin durumu, arazi eğimi, pH düzeyi gibi değişkenlik gösteren toprak özellikleri dikkate alınarak değişken düzeyli tarımsal girdi uygulamaları yapılmaktadır. Bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde de değişken düzeyli gübreleme, ilaçlama ve sulama uygulamaları gibi hassas tarım teknolojileri kullanılmaya başlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Hassas Tarım, Hassas Tarım Teknolojileri, Bahçe Bitkileri

Applications of Precision Agriculture in Horticulture

Abstract

With the developments in the precision agricultural technologies, variable agricultural input applications are possible by taking into account the structure of soil, the availability of plant nutrients, slope of the field, pH level to decrease production costs, increase agricultural efficiency and decrease environmental pollution. Precision agriculture technologies like variable fertilization, spraying or irrigation is being used in horticulture.

Keywords: Precision Agriculture, Precision Agriculture Technologies, Horticulture

1. Giriş

Giderek artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılayacak tarımsal üretimi gerçekleştirmenin en önemli yollarından biri, birim alandan elde edilen ürün miktarını arttırmaktır. Tarımsal üretim alanlarının sınırlı olması nedeniyle, birim alandan elde edilen ürün miktarını arttırma hedefi, gübre, ilaç gibi girdi kullanımının giderek artmasına neden olmaktadır. Son 15-20 yıldır çevrenin ve doğal kaynakların korunumuna yönelik olarak ortaya atılan "sürdürülebilir tarımsal üretim" kavramı, bu girdilerin mümkün olduğunca az ve çok daha dikkatli bir şekilde kullanılması gereği üzerinde durmaktadır (Tekin ve Sındır, 2006).

Hassas tarım, çevresel etkileri azaltmayı amaçlayan sürdürülebilir bir üretim stratejisi için önemli bir yaklaşımdır. Hassas tarım, ileri teknolojilerin kullanılması suretiyle, tarlanın bütününe yapılan alışla gelmiş sabit

düzeyle uygulama yöntemleri yerine, çok daha küçük kısımlarına ait toprak ve bitki özelliklerinin (toprak nemi, topraktaki bitki besin elementlerinin düzeyi, toprak bünyesi, ürün koşulları, verim, vb.) belirlenmesi sayesinde değişken düzeyli uygulamayı esas alan (her bir kısma kendi ihtiyacı kadar gübre veya ilaç uygulanması, farklı derinlikte toprak işleme, farklı normlarda ekim, farklı düzeylerde sulama ve drenaj) ve bütün bunların sonucu olarak daha ekonomik ve çevreye duyarlı üretimi hedefleyen bir işletmecilik ve tarımsal üretim yöntemidir (Tekin ve Sındır, 2006; Güçdemir, 2015).

Hassas tarım uygulamaları, ekonomik karlılığı arttırmasının yanı sıra çevrenin de korunmasında önemli katkılar sunmaktadır. Bu katkılar gübreleme ve ilaçlamada yüksek etkinlik, işletme giderlerinden tasarruf şeklinde olmaktadır (Türker vd, 2015).

Bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde hassas tarım teknolojileri sayesinde bahçenin farklı özellikler gösteren kısımlarında değişken düzeyde toprak işleme, gübre veya ilaç uygulanması, sulama ve drenaj sistemleri tesisi, hasat olgunluğu tespiti ve otonom hasat makineleri ile meyve hasadı yapılabilmektedir (Pablo, 2014; Zude-Masse, 2016).

Bu çalışmada, bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde hassas tarım teknolojilerinin uygulanma aşamaları ve hassas tarım uygulamaları incelenmiştir.

2. Hassas Tarım Teknolojilerinin Uygulama Aşamaları

Hassas tarım, bilişim çağının gelişen teknolojilerinin tarımsal üretimde bütünleştirilerek kullanılmasıdır. Bu teknolojiler Küresel Konumlama Sistemi (GPS), Değişken Oranlı Teknolojiler (VRT), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Uzaktan Algılama Teknolojileri (UAT), Verim Haritalama Sistemleri (VHS), Otomatik dümenleme ve kontrollü tarla trafiği teknolojileri, elektronik ölçüm ve kontrol sistemleri gibi birçok bilgi iletişim teknolojilerini kapsamaktadır. Hassas tarımdaki (HT) en son teknolojik gelişmeler ise özellikle insansız hava araçlarının (İHA) algılama ve görüntüleme platformları ile tarım amaçlı kullanımı, optik ve radar uydu teknolojileri ile uzaktan algılama, akıllı sensörler (smart) ile uygulamalar, tabletlerde ya da el bilgisayarı için bilgisayar yazılımları, taşınır arazi tipi bilgisayarlar, kablosuz veri transferi ve iletişim sistemleri, araçtan araca veri iletimi, otonom (kendi yürür) araçlar ve platformlar, robotlar, akıllı makineler, traktörlerde ISO-Bus sistemleri ve bunlara uyumlu ekipmanlardır (Türker vd, 2015).

Keskin ve Keskin (2012), hassas tarım teknolojilerinin bileşenlerini üç ana grupta toplamıştır:

- Veri Toplama (Data Collection)
- Veri İşleme ve Karar Verme (Data Processing and Decision Making)
- Uygulama (Application)

2.1. Veri Toplama

2.1.1. Toprak özelliklerinin belirlenmesi:

Küresel konum belirleme sistemleri kullanılarak bahçeden toprak örnekleri alınmakta ve toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmektedir. Toprak örnekleri geleneksel yöntemlerle insan gücü kullanılarak alınabileceği gibi otomatik örnek alma makineleri de kullanılarak alınabilmektedir. Özellikle büyük arazilerde kullanılan bu makineler, istenilen derinlikten örnek almakta, hassas konum bilgisiyile birlikte etiketlendirmektedir (Vatandaş vd., 2005)

Toprağın elektrik iletkenliği (Electrical Conductivity, EC), nem içeriği, tekstür, organik madde, hacimsel kütle, sıcaklık, porozite, tuzluluk, katyon değişim kapasitesi ve toprak derinliğine bağlıdır (Keskin ve Kes-

kin, 2012; Hanquet vd, 2002). Toprak elektrik iletkenliğini ölçen makineler ile tarla veya bahçenin EC haritaları üretilmektedir. Toprağın elektrik iletkenliği, 0-30 cm ve 0-90 cm gibi iki farklı derinlikte ölçülebilmektedir (Wells, 1998; Vatandaş vd,2005).

Toprağın organik madde farklılıklarını ve EC'yi birlikte tespit eden ve bunu konumsal olarak kaydeden makineler de kullanılmaya başlanmıştır. Toprak pH düzeyinin ölçülmesinde ve haritalanmasında kullanılan arla veya bahçenin pH'sını belirleyen ve haritalayan sistemler de bulunmaktadır (Adamchuk,2004; Vatandaş vd,2005; Woods, 2013;Hedley, 2016).

Hassas tarım uygulamalarında tarla veya bahçenin topoğrafik özellikleri, sulama, yüzey ve yüzey altı drenaj durumu, toprak nem içeriği, tuzluluk, toprak sıkışması gibi özellikler de elektromanyetik dalgalar ile çalışan makineler (EM, GPR vb) ile belirlenebilmektedir.

2.1.2. Bitki ve meyve gelişimi, verim

Hassas tarım uygulamalarında bitkinin gelişimi ile ilgili en önemli verilerden biri yaprak analizleridir. Bahçe bitkilerinde ağaç gelişimi ile ilgili verim, taç yüzeyi, hacim, meyve kalitesi gibi kriterler de hassas tarım uygulamalarında kullanılmaktadır. Ağaç taç yüzeyi, uzaktan algılama ve İHA'lar ile elde edilen görüntülerden de elde edilebilmektedir. Ayrıca Lidar teknolojisi ve ultrasonik sistemlerle ağaç volumetrik hacmi hesaplanabilmekte ve görüntülenebilmektedir (Calder vd, 2015). Uydu görüntülerinden elde edilen kırmızı ve yakın kızılötesi bandların oranlanmasıyla hesaplanan Normalleştirilmiş Farklılık Bitki İndeksi (NDVI) yardımıyla bitki gelişimi ve bitki sağlığı incelenebilmektedir. Yine klorofil düzeyinin ölçümünde kullanılan cihazlar yardımıyla bitkinin gelişimi takip edilebilmektedir. Bu cihazlardan elde edilen haritalar, özellikle değişken oranlı makineler tarafından kullanılmaktadır.

Önceki yıllara ait ağaç başına verim değerleri ile iklim verileri de HT uygulamalarında kullanılmaktadır. Özellikle işletme yönetiminde planlama açısından bu bilgiler ayrıca değerlendirilmektedir (Roberson, 2000; Shamsi vd, 2009; Aggelopoulou, 2016).

Otomatik ve otonom hasat makinelerinde meyve kalitesi ile ilgili olgunluk, meyve rengi, şekil, dış kusurlar, şeker içeriği, asitlik vb. ölçümleri algılayıcılar yardımıyla hasat olgunluğunun belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bazı meyvelerde bahçe ortamında bu ölçümlerin laser veya spektrometreler yardımıyla yapılabileceği belirtilmektedir (Gemtos vd, 2013; Nassif vd, 2014; Das vd, 2016; Anshuman vd, 2016).

2.1.3. Konum belirleme

Değişken oranlı uygulamalar açısından gerekli olan verilerden biri, bahçe alanı ile ağaçların konumu ve uygulama ızgaralarının (grid) konumlarının belirlenmesidir. Bu amaçla GPS veya daha hassas konum ölçümü yapan DGPS'ler kullanılmaktadır (Keskin vd Keskin, 2012).

2.1.4. Uzaktan algılama

Optik ve radar uydü görüntüleri ve IHA'lar ile elde edilecek yersel ve zamansal veriler, NDVI, LAI, SOI vb. indislerin oluşturulmasına olanak sağlamakta ve bu indisler uygulama haritalarının oluşturulmasında kullanılmaktadır.

Günümüzde İHA'ların da gelişmesiyle multispektral, termal, hiperspektral, lidar görüntüleme yapılabilmekte, bunlar tablet ve bilgisayarlardan kontrol edilebilmektedir. Bu görüntüler yazılımlar ile düzeltilmekte ve farklı haritalar üretilmektedir (<http://www.precisionhawk.com/aggregates-package>).

3. Veri İşleme ve Karar Verme

3.1. CBS ve haritalama

CBS, sebep-sonuç ilişkisinin belirlenmesi ve bu bilgileri esas alan kararların oluşturulması için bilgi seviyeleri arasındaki ilişkilerin incelenmesini mümkün kılar (Tekin ve Sındır, 2006).

Hassas Tarım uygulamalarında CBS aşağıdaki bilgi seviyelerini içerebilir (Kirişçi, 2001):

- Verim,
- Tarla topoğrafyası,
- Tarla içi yol durumu,
- Toprak tipi,
- Toprak analiz sonuçları,
- Yüzey drenajı,
- Yüzey altı drenajı,
- Meteorolojik veriler,
- Sulama durumu,
- Yabancı ot durumu,
- Kimyasallara ait gerçek uygulama normu,
- Bitki besin elementleri ve Mikro bitki besin elementleri

• Verim Haritalama

Bu bilgilerin bazıları bir defaya mahsus olmak üzere, bazıları ise her yıl veya daha sık sisteme girilir. Özellikle toprak özellikleri ile ilgili haritalar hazırlanırken jeostatistiksel yöntemlerden de faydalanılmakta ve noktalar arasındaki özellikler belirlenmektedir.

Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bitki gelişimi ile ilgili konum bilgisini de içeren veriler CBS'ne aktarılmakta ve uygulama haritaları elde edilmektedir.

3.2. Ekonomik Analiz ve Modelleme

Geleneksel uygulamalar ile değişken düzeyli uygulamaların ekonomik analizleri yapılmakta ve değişken düzeyli toprak işleme, ekim, gübreleme, ilaçlama makineleri için alan, dönem ve doz planlamaları yapılmaktadır. Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile iklimsel parametreler birlikte değerlendirilerek sulama dönemleri ve su miktarı modellenmektedir (Keskin ve Keskin, 2012).

4. Uygulama Teknolojileri

4.1. Konum Bazlı ve Algılayıcı Esaslı Değişken Düzeyli Uygulamalar

Değişken oranlı uygulama ekipmanları ya kendi hafızalarına yüklenen uygulama haritaları ile veya anlık algılayıcılardan aldıkları verileri işleyerek uygulama yapmaktadır.

Değişken düzeyli toprak işleme uygulamalarında, toprak sıkışması penetrometreler yardımıyla ölçülmekte, toprak nemi ve toprak yapısı gibi diğer faktörler de dikkate alınarak toprak işleme yapılmaktadır. Dolayısıyla toprak işleme ekipmanları farklı hızlar ve farklı derinliklerde toprak işleme yapmaktadır (Vatandaş vd, 2005).

Konum bazlı çalışan değişken düzeyli gübreleme ve ilaçlama makineleri, CBS ile oluşturulan uygulama haritalarından faydalanarak farklı bölgelere farklı düzeylerde gübre ve ilaç uygulaması yapmaktadır.

Kendi algılayıcısına sahip olan ve algılayıcıdan aldığı verilere göre gübreleme yapabilen değişken düzeyli gübreleme makineleri de kullanılmaya başlanmıştır. Bu makineler, genellikle bitkinin klorofil düzeyine veya sap direncine göre farklı düzeylerde toprak ve yaprak gübresini uygulayabilmektedir.

Değişken Düzeyli İlaçlama yapan makinelerden bazıları, ağaç hacmini belirleyerek hacme duyarlı ilaçlama uygulaması yapmaktadır. Yabancı ot mücadelesinde kullanılan değişken düzeyli makineler ise yabancı ot yoğunluğunu saptayarak değişken düzeyli ilaçlama yapmaktadır.

Değişken Düzeyli Sulama uygulamalarında da CBS ile oluşturulan uygulama haritaları veya sıcaklık, tuzluluk, toprak nemi, klorofil düzeyi gibi bitki ve toprak özelliklerini algılayan algılayıcılar yardımıyla farklı düzeyde basınçlı sulama yapılmaktadır. Riquelmea vd (2009) yaptıkları bir araştırmada kablosuz algılayıcı ağı (Wireless Sensor Network, WSN) olarak adlandırılan bir sistem kullanılarak bu algılayıcılardan toplanan veriler ile değişken düzeyli sulama uygulanmıştır. Kablosuz Algılayıcı ağı, su kaynaklarının kullanımı ve yönetiminde, bitki gelişiminin izlenmesinde, bitki besin maddesi ihtiyaçlarının belirlenmesinde, verim

tahminlerinde ve hasat için en uygun zamanın tespit edilmesinde kullanılmıştır (Riquelmea vd,2009).

Hassas Tarım teknolojileri uygulamalarında meyvenin bahçedeyken olgunluk testleri yapılabilmekte ve ürünün hasat zamanına karar verilebilmektedir. Yine bahçe bitkilerinde otonom hasat makineleri kullanılmaktadır. Bu araçlar özellikle meyve ve sebze hasadında etkin bir şekilde kullanılabilir. Üzerlerinde kamera ve GPS donanımları mevcuttur. Hasadı otomatik olarak yapan işlevci organlar sahiptir. Sistem, tarla üzerinde önceden belirlenmiş bir rota üzerinde hassas olarak otomatik olarak yönlendirilen ve tarımsal faaliyeti otomatik olarak operatör müdahalesi olmadan gerçekleştirebilecek şekilde tasarlanmaktadır (Türker vd.,2015) .

4.2. Otomatik-Otonom Kontrol Sistemleri

Tarımsal işlemlerde, insan işgücü yerine robot kullanımını konusunda prototip çalışmaları, gerek özel sektör gerekse akademik saha da devam etmekte ve arge çalışmaları hızla artmaktadır. Farklı firmalara ait sürücüsüz traktör ve biçerdöver prototipleri mevcuttur (Türker vd, 2015).

5. Sonuç

Hassas tarım teknolojileri, sürdürülebilir tarımsal üretim açısından oldukça faydalı uygulamaları kapsamaktadır. Hassas tarım, özellikle azaltılmış girdi uygulamalarına olanak vermesinden dolayı; çevreye saygılı ve sürdürülebilir tarımsal üretimi destekleyen önemli bir yaklaşımdır. Bu nedenle ülkemiz de dahil olmak üzere, duyarlı tüm ülkelerde hassas tarım konusundaki araştırma, yayın ve alt yapı çalışmalarının desteklenmesi önem taşımaktadır. Özellikle doğal kaynakların korunması açısından çok önemli olan bu uygulamalar, üretim, hasat ve hasat sonrası işlemlerde ürün kayıplarının da azalmasına katkı sağlamaktadır.

Toprak analizlerinin doğrudan tarlada yapılmasını sağlayacak teknolojilerin gelişmesiyle, toprak analizleriyle birlikte değişken düzeyli toprak işlemeyi ve gübrelemeyi de gerçekleştiren ve haritalayan makine kombinasyonlarının kullanılmaya başlanabileceği değerlendirilmektedir. Yine bitki hastalıklarını ve zararlılarını tespit ederek buna uygun kimyasal, kültürel veya biyolojik mücadeleyi uygulayacak makineler de önümüzdeki yıllarda kullanılabilir.

Yine meyve hasat kalite kriterlerini analiz ederek uygun hasat zamanını belirleyecek ve hasat işlemini gerçekleştirecek sistemlerin de kullanılmaya başlanması ile hasat sürecindeki kayıpların da azalması beklenmektedir. Özellikle hasattan pazara kadar ki süreçte meydana gelen ürün kayıplarının azaltılması, hasat sonrası muhafazada yeni teknolojilerle yaklaşımların uygulanmasıyla mümkün hale gelecektir.

Kaynaklar

Adamchuka VI, Hummelb JW, Morgan MT, Upadhyaya SK, 2004. On-The-Go Soil Sensors For Precision Agriculture. Computers and Electronics in Agriculture 44: 71–91.

Aggelopoulou K, Rapos E, Markinos A, Nanos G, Gemtos T, 2016. Precision Farming In Apple Orchard: Correlating Yield Maps And Quality. Erişim Tarihi: 20.09.2016, <http://www.precisionfarming.gr/dhmosieyseis/13.pdf>

Das AJ, Wahi A, Kothari I, Raskar, R, 2016. Ultra-portable, Wireless Smartphone Spectrometer For Rapid. Non-Destructive Testing of Fruit Ripeness, 30.09.2016, Scientific Reports, 6:32504.

Calders K, Newnham G, Burt A, Murphy S, Raunonen P, Herold M, Culvenor D, Avitabile V, Disney M, Armston J, Kaasalainen M, 2015. Nondestructive Estimates Of Above-Ground Biomass Using Terrestrial Laser Scanning. Methods in Ecology and Evolution, 6: 198–208.

EIP-AGRI Focus Group, 2015. Precision Farming. Erişim Tarihi: 29.09.2016, https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/eip-agrifocus_grouprecision_farming_final_report_2015.pdf

Emekli NY, Topakçı M, 2009. Hassas Uygulamalı Tarım Teknolojilerinin Sulama Alanında Kullanımı, Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 26 (2): 9-17.

Gemtos T, Fountas S, Tagarakisa a, Liakosa V, 2013. Precision Agriculture Application in Fruit Crops: Experience in Handpicked Fruits. 6th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment (HAICTA 2013), Procedia Technology 8, 324-332.

Gemtos T, Fountas S, Aggelopoulou K, 2011. Precision Agriculture Applications In Horticultural Crops In Greece and Worldwide. Proceedings of the International Conference on Information and Communication Technologies, 8-11 Eylül, 451-462 pp, Skiathos.

Güçdemir İH, 2015. Hassas Tarım ve Değişken Oranlı Uygulamalar. TürkTarım 225: 28-33.

Hanquet B, Frankinet M, Parez V, Destain MF, 2002. Mapping Within-Field Soil Variability For Precision Agriculture Using Electromagnetic Induction. EurA-Eng, 02-PA-004, Budapeşte.

Hedley C, 2016. EM Mapping. A precision tool for soil mapping and strategic land management, Erişim Tarihi: 29.09.2016, http://atlas.massey.ac.nz/Courses/P_Ag/EM%20Surveying.pdf

- Ipni International Plant Nutrition Institute, 2016. Erişim Tarihi: 26.09.2016, Precision Horticulture-Some Perspectives, [http://anz.ipni.net/ipniweb/region/anz.nsf/0/OA0B4990E98BD88785257AA100567FEB/\\$FILE/Precision%20Horticulture.pdf](http://anz.ipni.net/ipniweb/region/anz.nsf/0/OA0B4990E98BD88785257AA100567FEB/$FILE/Precision%20Horticulture.pdf)
- Keskin M, Keskin SG, Hassas Tarım Teknolojileri. 2012. Mustafa Kemal Üniversitesi Yayınları, Hatay.
- Nassif R, Abou Nader C, Afif C, Pellen F, Brun GL, Le Jeune B, Abboud M, 2014. Detection Of Golden Apples' Climacteric Peak By Laser Biospeckle Measurements. Applied Optics Vol. 53, Issue 35, pp. 8276-8282.
- Pablo J, Zarco-Tejada, Hubbard H, Loudjani P, 2014. Precision Agriculture: An Opportunity For Eu Farmers. Potential Support With The Cap 2014-2020, European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development, Erişim Tarihi: 26.09.2016, <http://www.europarl.europa.eu/studies>.
- Precision Aggregates Package, 2016. Automated Rapid. Simple, Erişim Tarihi: 29.09.2016, <http://www.precisionhawk.com/aggregates-package>
- Kirişçi V, 2001. Hassas Tarım ve Entansif Tarımda Otomasyon. İnet-tr 2001 Tarımsal Bilişim Paneli konuşması, İstanbul.
- Riquelmea JA, Sotoa F, Suardíaza J, Sáncheza P, Iborraa A, Verab JA, 2009. Wireless Sensor Networks for precision Horticulture in Southern Spain. Computers and Electronics in Agriculture, Sayfa 25-35.
- Roberson GT, 2000. Precision Agriculture Technology for Horticultural Crop Production, HortTechnology, July-September, 10 (3).
- Shamsi M, Mazlounzadeh SM, 2009. Studying Yield Variations Using Precision Farming in a Date Palm Orchard. Studying yield variations using precision, International Journal of Agricultural Technology, 5 (1): 33-39.
- Tekin AB, Sındır KO, 2006. Tarımsal Üretimde Hassas Tarım (Precision Agriculture) Uygulamaları. inet-tr'06 - XI. "Türkiye'de İnternet" Konferansı Bildirileri, 21-23 Aralık, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara.
- Türker U, Akdemir B, Topakcı M, Tekin B, Aydın İÜA, Özoğul G, Evrenosoğlu M, 2015. Hassas Tarım Teknolojilerindeki Gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 295, Ankara.
- Vatandaş M, Güner M, Türker U, 2005. Hassas Tarım Teknolojileri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 6. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak, 347-365, Ankara.
- Wells KL, Dollarhide JE, 1998. Precision agriculture: The effect of Variable Rate Fertilizer Application on Soil Test Values. Soil Science News and Views, 19 (6).
- Woods S, 2013. Soil EC Mapping Technologies (EM38 and Veris) for Identifying Soil Management Zones. Erişim Tarihi: 26.09.2016, [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$Department/deptdocs.nsf/all/crop14324/\\$FILE/au-2013-woods-effectiveness-of-em38-and-veris-soil-ec-technologies.pdf](http://www1.agric.gov.ab.ca/$Department/deptdocs.nsf/all/crop14324/$FILE/au-2013-woods-effectiveness-of-em38-and-veris-soil-ec-technologies.pdf)
- Zude M, Peeters A, Selbeck J, Käthner J, Gebbers R, Ben-Gal A, Hetzroni A, Jæger CLD, Griepentrog H-W, Pforte F, Rozzi P, Torricelli A, Spinelli L, Ünlü M, Kanber R, 2012. Advances in Precise Fruit Production. Landtechnik (Muenster), 67 (5):338-341.
- Zude-Sasse M2, Fountas S, Gemtos TA, Abu-Khalaf N, 2016. Applications of Precision Agriculture in Horticultural Crops. European Journal of Horticultural Science, 81 (2), 78-90.