



Brokoli Taç İzdüşüm Alanının Görüntü İşleme Yöntemi Kullanılarak Hesaplanması

Adil Koray YILDIZ^{1*} Tekin ÖZTEKİN² Mehmet Murat CÖMERT²

¹Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

*adilkoray.yildiz@bozok.edu.tr

Alındığı tarih (Received): 29.05.2017

Kabul tarihi (Accepted): 21.07.2017

Online Baskı tarihi (Printed Online): 19.12.2017

Yazılı baskı tarihi (Printed): 29.12.2017

Öz: Bu çalışmada görüntü işleme yöntemleri kullanılarak bitki taç izdüşüm alanının hızlı bir şekilde hesaplanması amaçlanmıştır. Denemeler için brokoli (*Brassica oleraceae L.*) bitkilerinden elde edilmiş fotoğraflar kullanılmıştır. MATLAB yazılımı kullanılarak oluşturulan program ile bitkiler renk uzayındaki farklarından yararlanılarak zeminden ayrılmıştır. Ölçüsü bilinen çerçeve alanı ile oranlanarak bitkinin gerçek alanı hesaplanmıştır. Aynı fotoğraflarda alanlar, planimetre ile de hesaplanarak süre ve doğruluk bakımından karşılaştırılmıştır. Görüntü işleme ile hesaplanan alanlarla planimetreyle ölçülen alanlar arasında $R^2=0.983$ olan doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Görüntü işleme ile alan 0.002 saniyede hesaplanırken planimetreyle yaklaşık 564 saniyede ölçüm gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, planimetre, taç izdüşüm alanı

Calculation of Broccoli Canopy Projection Area Using Image Processing Method

Abstract: In this study, it is aimed to calculate the plant canopy projection area quickly by using image processing methods. Photographs from broccoli (*Brassica oleraceae L.*) plants were used for the experiments. Plants were separated from the ground using differences in color space by using the algorithm which created in MATLAB software. The actual area of the plant is calculated by comparing it with the known frame area. In the same photographs, areas were also calculated with planimeter and compared in terms of time and accuracy. A linear relationship, where $R^2=0.983$, was found between areas calculated by image processing and areas measured by planimetry. With the image processing, the area was calculated at 0.002 seconds, while the planimetry measured approximately at 564 seconds.

Keywords: Image processing, planimeter, canopy projection area

1. Giriş

Şehirleşme, sanayi ve artan nüfusun baskısı altında su talebi artmakta ve tarım için kullanılabilir su sınırlı hale gelmektedir. Bu nedenle bitki su tüketiminin doğru tahmin edilebilmesi son derece önemlidir. Bitki su tüketimi, doğrudan hesaplamanın zorluğundan dolayı, çeşitli iklim verileri kullanılarak referans bitki su tüketiminin (ET_0) bitki katsayıları (k_c) ile düzeltilmesiyle tahmin edilmektedir. k_c referans yüzey ile bitki yüzeyi arasındaki farklılığı belirtmektedir. Bu farklılık buharlaşma ve terlemeyi birleştiren tek bitki katsayısı veya ayrı

ayrı ele alan çift bitki katsayısı yaklaşımı ile ifade edilmektedir. Bitki gelişirken yer örtüsü, bitki boyu ve yaprak alanı değişmektedir (Allen ve ark. 1998). Gölgeleme oranındaki değişim bitki su tüketimi ve uygulanacak sulama suyu miktarının hesaplanmasında önemli rol oynamaktadır (Petekkaya 2012). Yaprak alanı (Williams ve ark. 2003), yaprak alan indeksi (de Medeiros ve ark. 2001; Williams ve Ayars 2005; Girona ve ark. 2011), yer örtüsü (Testi et al. 2004; Villalobos et al. 2009) ve bitki tarafından gölgelenen alan yüzdesi (de Medeiros et al. 2001)

ile k_c arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Klocke ve ark. (1990) vejetasyon tarafından kaplanan zemin oranının topraktan olan buharlaşma miktarını değiştirdiğini, gölgeleme oranı yüksek veya malçla kaplı yüzeyden meydana gelen buharlaşmanın daha düşük seviyelerde olduğunu bildirmişlerdir. Bonachela ve ark. (1999) ise seyrek dikim yapılan zeytin bahçelerinde yer örtüsü ve yaprak alan indeksinin düşük olması sebebiyle bitki su tüketiminin büyük kısmının topraktan olan buharlaşmadan meydana gelebileceğini belirtmişlerdir. Williams ve Ayars (2005) ise tartılı lizimetrede yetiştirilen üzümde k_c , su kullanımı ve gölgelenen alan arasındaki ilişkiler incelemiş, gölgelenen alan yüzdesi ile k_c arasında $R^2=0.95$, gölgelenen alan yüzdesi ile su kullanımı arasında $R^2=0.93$, yaprak alanı ile gölgelenen alan arasında $R^2=0.91$ ve k_c ile yaprak alanı arasında $R^2=0.87$ olan doğrusal bir ilişki belirlemiştir. Dolayısıyla bitki gölge alanının bulunması sulama ihtiyacının hesabında önemli bir adım olarak görülmektedir.

Bitki gölge alanının hesabı için birçok yöntem vardır. Yüksek bitkilerde şerit metre kullanılarak yapılan taç ölçümü ile gölge alanı hesap edilmektedir (Adams ve Arkin 1997). Ayrıca şerit metrelerle beraber sensörlerin kullanımı doğruluğu arttırmaktadır (Armburst, 1990). Yüzeye yakın bitkilerde ise taç örtüsünün hesabı, dik olarak alınan görüntülerin incelenmesi ile yapılabilmektedir (Stewart ve ark. 2007). Yüksek bitkiler için hava fotoğrafları da benzer şekilde kullanılabilir (Mannering ve Johnson 1969).

Görüntüler ile taç alanının hesabı ölçekli fotoğraflar üzerinde planimetre ile doğrudan ölçüm yöntemiyle veya sayısal görüntüler üzerinde bilgisayar yazılımları yardımı ile hesaplanarak yapılmaktadır. Bilgisayar üzerinde yapılan çalışmalarda gölge alan sınırları belirtilerek piksel saydırma işlemi sonucu alan hesaplanmaktadır (Petekkaya, 2012). Bu yöntemin esası, planimetre ile yapılan işlemin sayısal ve daha hassas olarak yapılmasından oluşmaktadır. Öte yandan görüntü işleme teknikleri kullanılarak çeşitli bitkilerin ve tarımsal

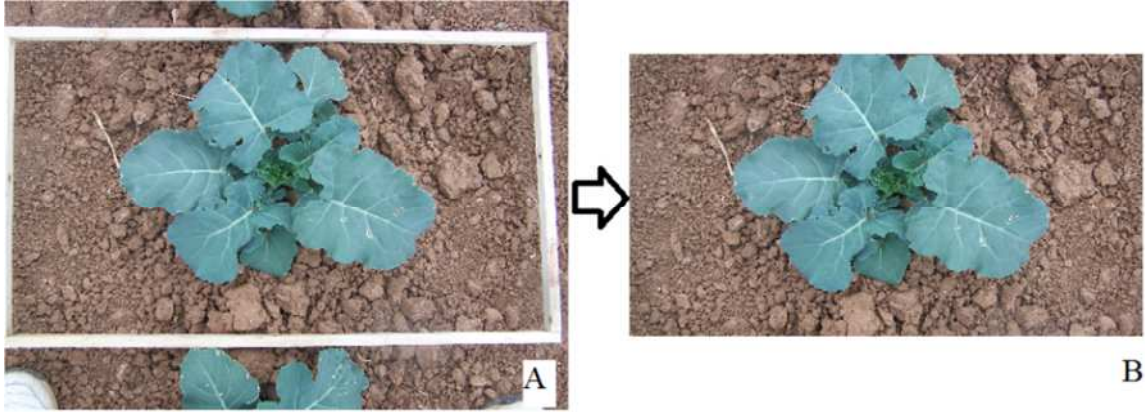
ürünlerin renk ve şekil bakımından değerlendirilerek tanımlanması ve incelenmesi mümkündür. Beyaz (2016), bazı tarımsal ürünleri hareketli görüntülerde ayırt edebilmiştir. Yazar çalışmasında renk ayırmanın rahat yapılabildiği elma, limon ve portakal gibi tarım ürünlerini kullanmıştır.

Arazide incelenmek istenen görüntü ile artalan arasında ayırt edici bir görüntü farkına her zaman rastlanılmamaktadır. Bu sebeple yetiştirilen bitkinin topraktan ve diğer yabancı bitkilerden ayrılması için çeşitli renk ayırma yöntemleri geliştirilmiştir (Woebbecke ve ark. 1995). Toprak yüzeyine yakın bitkilerin taç alanlarının bulunabilmesi için bu yöntemlerden faydalanılabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada bitkilerin toprak yüzeyi üzerine taç izdüşüm alanlarının hızlı ve doğru bir şekilde hesaplanmasını sağlayan görüntü işleme algoritmasının geliştirilmesi ve etkinliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca taç izdüşüm alanı, bitki tarafından gölgelenen alan yüzdesi ile ilişkilendirilerek bitki su tüketiminin hesaplanmasında kullanımı araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada farklı gelişim dönemlerindeki brokoli (*Brassica oleraceae* L.) bitkilerinin fotoğrafları kullanılmıştır. Toplam 23 adet fotoğrafla çalışma gerçekleştirilmiştir. Fotoğraflar tamamen doğal ışık altında (flaşsız) ve bitkiye yukarıdan dik olacak şekilde çekilmiştir. Günün iki farklı zamanında (12:00-12:30 ve 14:00-15:00) görüntüler alınarak ışık açısının görüntülere etkisi de ayrıca araştırılmıştır.

Gerçek ölçülerin elde edilebilmesi için bitkiler 40x70 cm (bitki sıra üzeri x sıra arası mesafe) boyutlarındaki bir çerçeve içerisine alınarak fotoğrafları elde edilmiştir (Şekil 1a). Çerçeve boyutu bitki sıra arası ve sıra üzeri dikim mesafelerine göre belirlenmiştir. Bilgisayara kaydedilen görüntüler bu çerçeve sınır olacak şekilde kırılmıştır (Şekil 1b). Bu çerçeve sayesinde görüntülerde bitkinin taç izdüşüm alanı hesaplanırken çerçevenin cm^2 cinsinden bilinen gerçek alanından faydalanılmıştır.

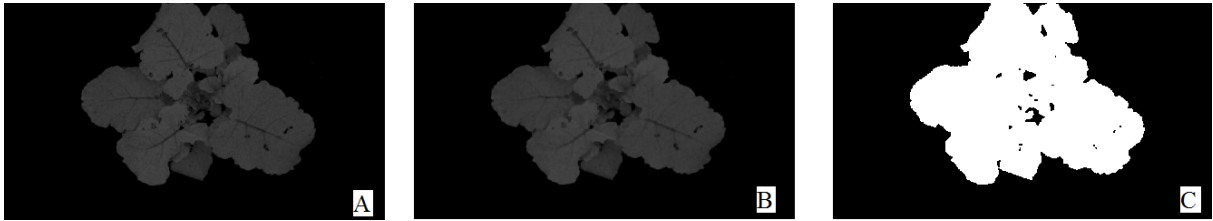


Şekil 1. a: Çerçeve yerleştirilerek b: Çerçeve sınırına göre kırıldıktan sonraki hali alınan görüntü
Figure 1. a: Image taken by placing b: The image after being clipped by the frame boundary the frame

Görüntülerin alınmasında Kodak DX6490 marka ve model sayısal fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Ön incelemede RGB (R: Kırmızı, G: Yeşil, B: Mavi) uzayında alınan renkli görüntüde brokoli bitkisinin genel olarak B ve G değerlerinin R'ye göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu nedenle öncelikli ayırt edici işlem olarak her bir pikselde Eşitlik 1'deki işlem uygulanarak gri skalada bir görüntü elde edilmiştir.

$$T = \text{Ortalama (B,G)} - R \quad (1)$$

Piksel değerleri T'ler ile oluşturulan gri skaladaki görüntüde (Şekil 2a) brokoliye ait pikseller artalandan daha yüksek değerli hale getirilmiştir. Bu görüntüdeki küçük pürüzlerin ve gürültülerin temizlenmesi için 3x3'lük pencerelerle Dilate ardından Erode işlemleri uygulanmıştır (Şekil 2b). Daha sonra da otomatik metrik eşik değerine göre Siyah-Beyaz (SB) görüntüye çevrilmiştir (Şekil 2c).



Şekil 2. a: Gri skalada görüntü
Figure 2. a: Image in gray scale

b: Temizlenmiş görüntü
 b: Cleaned image

c: Siyah-Beyaz görüntü
 c: Black-White image

Şekil 3'de ilk renkli görüntünün SB ile maskelenmesi sonucu elde edilen görüntü verilmiştir. Bitkinin artalandan nasıl ayrıldığı burada açıkça görülmektedir. Gerçek görüntü alanı tüm görüntünün piksel değerine oranlanarak "düzeltme katsayısı" olarak adlandırılan piksel başına düşen gerçek alan değeri bulunmuştur. Elde edilen son SB görüntüdeki "1" değerli (beyaz) piksel sayısı düzeltme katsayısı ile çarpılarak gerçek taç alanı hesaplanmıştır.



Şekil 3. SB ile maskelenmiş renkli görüntü
Figure 3. Color image masked by SB

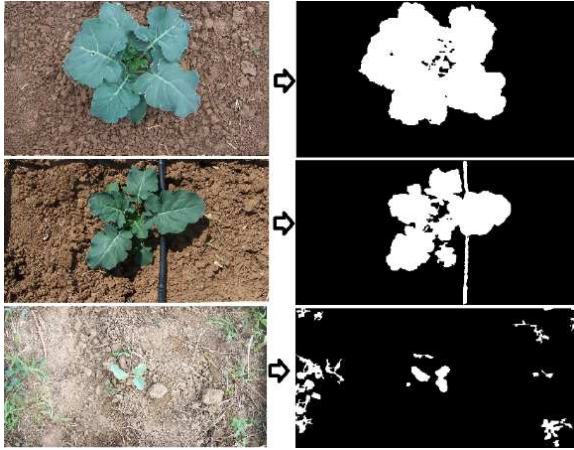
Görüntü işleme ve alan hesaplama işlemleri MATLAB (MathWorks, USA) yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

Karşılaştırmalarda kullanılacak kontrol verilerinin elde edilmesi için her görüntüde taç

alanları planimetre (Placom KP-90N) ile üçer kez ölçülmüş, ortalamaları alınmıştır. Çalışmanın zamansal faydasının araştırılması için planimetre ile çalışılırken ortalama hesaplama süreleri kaydedilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

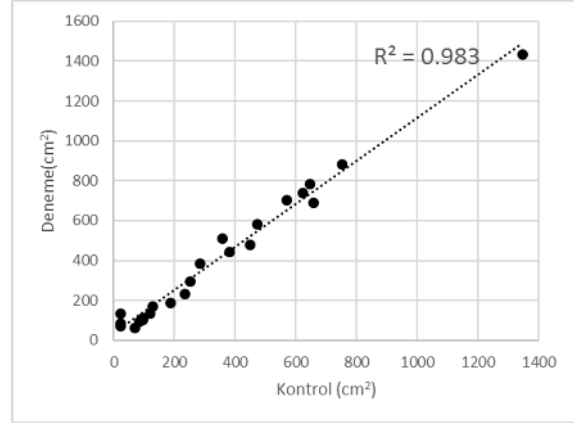
Şekil 4'te işlenen bazı fotoğraflar ve işlendikten sonra elde edilen SB alan görüntüleri verilmiştir.



Şekil 4. Çıkarılan bazı SB alan görüntüleri
Figure 4. Some acquired SB field images

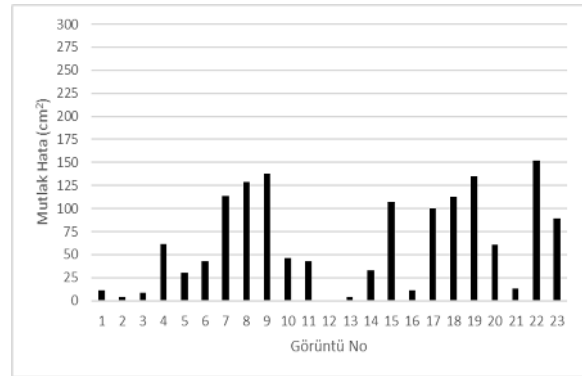
Görüntü işleme ile hesaplanan taç alan değerleri deneme verisi olarak kaydedilmiştir. Kontrol verisi olarak, aynı fotoğrafların planimetreyle ölçülen alanları kaydedilmiştir. Karşılaştırma sonucunda elde edilen dağılım grafiği Şekil 5'te verilmiştir ($R^2 = 0.983$). Deneme ve kontrol arasındaki mutlak hatalar Şekil 6'daki grafikte verilmiştir. Bu mutlak hataların hesaplanan hataya oranıyla mutlak hata yüzdesi hesaplanmıştır.

Şekil 7'de ise hesaplanan hata yüzdesi görülmektedir. Ortalama hata yüzdesi %21.17 bulunmuştur. Ortalama hata yüzdesinin üstünde 6 sonuç bulunmuştur. Bunlardan 10, 18 ve 20 nolu görüntülerin hata yüzdesi %60'ın üstündedir ve en yüksek hata yüzdesi %83.43 ile 18 numaralı görüntüden alınmıştır. En iyi sonuç %0.33 hata yüzdesi ile 12 numaralı görüntüden elde edilmiştir.



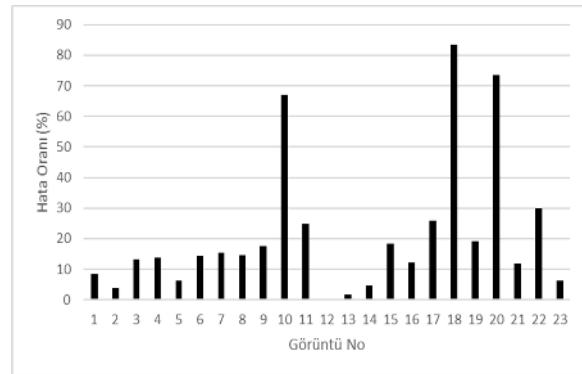
Şekil 5. Hesaplanan ve ölçülen alanların karşılaştırılması

Figure 5. Comparison of calculated and measured areas



Şekil 6. Hesaplanan mutlak hatalar

Figure 6. Calculated absolute errors



Şekil 7. Mutlak hata yüzdesi

Figure 7. Absolute error fractions

4. Sonuç

Hata oranı yüksek olan görüntülerin, SB alan görüntüleriyle maskelenmiş halleri incelendiğinde bu hataların görüntüye giren yabancı otlardan kaynaklandığı anlaşılmaktadır (Şekil 8). Bu

görüntülerdeki brokolilerin boyutlarının küçük olması hata oranının yüksek çıkmasında etkili olmuştur.



Şekil 8. Yabancı otların alana dahil olması. (Sadece daire içerisindeki bölge doğru alandır)
Figure 8. Incorporation of weeds into the field. (Only the area within the circle is correct)

Bazı görüntülerde damla sulama boruları, siyah renkte olmalarından dolayı bitkinin bir parçasıymış gibi alana dahil olmuştur (Şekil 9). Bu görüntülerde hatalı kısımlar bitki boyutuna oranla az yer kapladığı için hata oranı düşük çıkmıştır.



Şekil 9. Sulama borusunun alana dahil olması
Figure 9. Incorporation of the irrigation pipe

Güneş ışınlarının daha yatay geldiği öğleden sonra çekimlerinde karmaşık bitkilerde bitki üstüne düşen gölgeler alana dahil olmamış hataların artmasına neden olmuştur. Bu nedenle gün ortası, en iyi fotoğraf çekim zamanı olarak belirlenmiştir.

Bir görüntünün bilgisayarda otomatik olarak alanının hesabı yaklaşık 0.002 saniye sürmektedir. Planimetre ile ölçümde, el alışkanlığı olan bir araştırmacının çalışmasına rağmen, ortalama bir görüntü 564 saniyede hesaplanmıştır. Bitki karmaşıklıkla hesap yükü dolayısıyla çalışma

zamanı da artmaktadır. Ara boşlukların ayrıca ölçülmesi, toplam alandan çıkarılması gibi işlemler hatalara sebep olabilmektedir.

Toprak renginin kırmızı ağırlıklı olması ayırma işleminin genel olarak başarılı olmasını sağlamıştır. Buna rağmen görüntüde bulunan yabancı cisimlerin alana dahil edilebileceği görülmektedir. Yabancı otların ve cisimlerin temizlenmiş olması görüntü ayrımı açısından önemlidir. Çok spektrumlu kameralarla alınan görüntülerde NDVI (normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi) hesabı yapılarak bitkinin artalandan ayrılması çok daha kolay olacaktır. Bu kameraların pahalı olması yaygın kullanımlarını engellemektedir. Bu çalışmada yaygın olmasından dolayı RGB sayısal kamera kullanılmış ve görünür renk bölgesinde çalışılmıştır. Planimetre ile ölçülen değerlere yakın sonuçlar ($R^2 = 0.983$) elde edilmiştir. Bitki su tüketiminin hesabı için çok önemli olan taç alanının görüntü işleme yöntemleri ile otomatik olarak hesaplanabileceği gösterilmiştir.

Kaynaklar

- Adams JE and Arkin GF (1997). A light interception method for measuring row crop ground cover. Soil Sci.Soc. Am. J., 41: 789-792.
- Allen RG, Pereria LS, Raes D and Smith M (1998). Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, 300 p, Rome, Italy.
- Armbrust DV (1990). Rapid measurement of crop canopy cover. Agronomy Journal, 82: 1170-1171.
- Beyaz A (2016). Labview Platformunda Video Analizi ile Tarımsal Ürün Boyutu Belirleme. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 33:1-9.
- Bonachela S, Orgaz F, Villalobos FJ and Fereres E (1999). Measurement and simulation of evaporation from soil in olive orchards. Irrig Sci 18: 205-211.
- de Medeiros GA, Arruda FB, Sakai E and Fujiwara M (2001). The influence of crop canopy on evapotranspiration and crop coefficient of beans (Phaseolus vulgaris L.) Agric. Water Manage. 49, 211-224.
- Girona J, del Campo J, Mata M, Lopez G and Marsal J (2011). A comparative study of apple and pear tree water consumption measured with two weighing lysimeters. Irrig Sci 29(1):55-63
- Klocke NL, Hubbard KG, Kranz WL and Watts ~~177~~ (1990). Evapotranspiration (ET) or Crop Water Use. NebGuide G992, NE Cooperative Extension.
- Mannering JV and Johnson CB (1969). Effect of crop row spacing on erosion and infiltration. Agron. J., 61(6), 902-905.

- Stewart AM, Edmisten KL, Wells R and Collins GD (2007). Measuring canopy coverage with dijital imaging. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38(7-8): 895-902.
- Petekkeya İ (2012). Damla Sulama İle Sulanan Bazı Yarı Bodur Elma Ağaçlarında Gölgeleyen Alan Yüzdesinin Belirlenmesi. (Y.Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Tokat.
- Testi L, Villalobos FJ and Orgaz F (2004). Evapotranspiration of a young irrigated olive orchard in southern Spain. *Agric For Meteorol* 121(1-2):1-18
- Villalobos FJ, Testi L and Moreno-Perez MF (2009). Evaporation and canopy conductance of citrus orchards. *Agric Water Manag* 96(4):565-573
- Williams LE, Phene CJ, Grimes DW and Trout TJ (2003). Water use of mature Thompson Seedless grapevines in California. *Irrig. Sci.*, 22(1), 11-18.
- Williams LE and Ayars JE (2005). Grapevine water use and the crop coefficient are linear functions of the shaded area measured beneath the canopy. *Agricultural and Forest Meteorology*, 132(3-4), 201-211.
- Woebbeckle DM, Meyer GE, Von Bargen K and Mortensen DA (1995). Color Indices for Weed Identification Under Various Soil, Residue and Lighting Conditions. *Transactions of the ASAE* 1995, 38(1). St Joseph MI.