# YEM BEZELYESİNDE (*Pisum sativum L.*) SPEKTRAL YANSIMA DEĞERLERİNİN AZOT TAYİNİNDE KULLANIMI

Yaşar Özyiğit[1] Mehmet Bilgen[1]

[1]Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 07059 – Antalya

## ÖZET

Bu çalışmada, yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) bitkisinde spektral yansıma değerleri kullanılarak azot düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tarla ve sera koşullarında yürütülen çalışmada spektral yansıma ölçümleri için elektromanyetik spektrumun 325-1075 nm dalga boyları arasında yansıma ölçümleri yapabilen taşınabilir bir spektroradyometre kullanılmıştır. Çalışmada parsellere ve saksılara 0, 10 ve 20 kg/da dozlarında azot uygulanmış ve gübre olarak Amonyum nitrat (% 33'lük) kullanılmıştır. Spektral yansıma ölçümleri hem kanopi (genel) hem de tek yaprak düzeyinde yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, azot seviyelerindeki değişimlerin spektrumun görünür bölgesindeki (400-700 nm) yansımaları etkilediğini göstermiş ve sera koşullarında yetiştirilen bitkilerde yapılan ölçümlerden daha iyi neticeler elde edilmiştir. Bu durum yem bezelyesinde azot düzeylerinin tahmini için spektral yansıma değerlerinin (özellikle görünür bölge) kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Spektral yansıma, yem bezelyesi, uzaktan algılama, azot.

# USE OF SPECTRAL REFLECTANCE VALUES FOR DETERMINING NITROGEN IN PEA (*Pisum sativum* L.)

## ABSTRACT

This study was carried out to determine nitrogen contents in pea (*Pisum sativum* L.) using spectral reflectance data in field and greenhouse conditions. Spectral reflectance measurements were undertaken using a portable spectroradiometer measuring the wavelength range of 325-1075 nm of the electromagnetic spectrum. The treatments consisted of different concentrations (0, 20 and 40 kg $da^{-1}$) of nitrogen for pots and plots. Spectral reflectance values were measured in both canopy level and single-leaf. According to result of the study, the changes in nitrogen levels were affected reflectance values of visible region of spectrum which located in the range of 400-700 nm. The results have shown that spectral reflectance data (especially visible region) could be used to estimate the nitrogen content in pea.

**Keywords:** Spectral reflectance, pea, remote sensing, nitrogen.

## GİRİŞ

Bitki besin maddeleri, bitkinin büyümesi ve normal gelişmesi için gerekli olan ve kendi fonksiyonları yönünden başka hiçbir kimyasal elementin yerlerini dolduramadığı elementlerdir (Gezgin ve Hamurcu, 2006). Toprakta tüm bitkiler için gerekli 16 besin elementi vardır (Aktaş, 2004) ve bu elementler makro ve mikro besin elementleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Makro elementlerin en önemlilerinden birisi azot (N) elementidir.

Azot bütün hücreler tarafından ihtiyaç duyulan önemli bir elementtir. Proteinler, enzimler ve DNA'nın yapısında bulunan azot elementine metabolik işlemlerde ve enerji transferinde de ihtiyaç duyulmaktadır. Azot ayrıca fotosentez için son derece önemli olan klorofilin yapısında da bulunmaktadır (Tucker, 1999).

Bitkilerde meydana gelen olayların iyi bir şekilde anlaşılabilmesi için bitkilerin içerdiği besin maddelerinin iyi bir şekilde bilinmesi gerekir (Kacar, 1977). Bitkilerde bir besin elementi eksikliğine karşı yapılacak geç müdahale, verim ve kalitede düşmelere neden olmaktadır (Kruse ve ark., 2006). Bu nedenle bitkilerdeki besin elementlerinin en kısa sürede tespit edilmesi ve bir noksanlık varsa anında müdahale edilmesi önemlidir. Ancak bitki içerikleri (örneğin besin elementleri) hakkında bilgi elde etmek amacıyla yapılan laboratuar analizleri uzun zaman isteyen pahalı yöntemlerdir (Zhao ve ark., 2007).

Son yıllarda tarım ve ormancılık alanlarında geniş ölçüde kullanılmakta olan ve objelere fiziksel temasta bulunmadan herhangi bir uzaklıktan yapılan ölçümlerle objeler hakkında bilgi elde etmeyi sağlayan uzaktan algılama sistemleri (Wright ve ark., 2005) ile bu olumsuzluklar ortadan kaldırılmaktadır (Mutanga ve ark., 2004). Bitkilerin spektral yansıma karakteristikleri, bitki besin elementlerinin noksanlığı sonucu ortaya çıkan renk değişimleri (özellikle klorozlar) tarafından doğrudan doğruya etkilenmektedir (Carter ve Knapp, 2001). Bu durum besin elementlerinin bitkilerdeki durumlarını belirlemek için uzaktan algılama sisteminin kullanılabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) bitkisinde spektral yansıma değerleri kullanılarak bitkinin azot düzeyleri tahmin edilmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Antalya'da hem sera hem de tarla koşullarında yürütülmüştür. Materyal olarak baklagiller familyasına dahil bir yem bitkisi olan yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) kullanılmıştır. Denemenin tarla uygulamaları killi, kuvvetli alkali ve organik maddece düşük bir alanda yapılmıştır. Tarla denemeleri tesadüf blokları, sera denemeleri ise tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur sera denemeleri için 22 cm çapında plastik saksılar kullanılmış ve saksılara 2:1:1 oranında toprak:torf:perlit karışımı doldurulmuştur.

Çalışmada parsellere ve saksılara 0, 10 ve 20 kg/da azot gelecek şekilde % 33 azot içeren Amonyum Nitrat gübresi uygulanmıştır. Parsellere ve saksılara ayrıca aynı dozlarda Diamonyum fosfat ve Potasyum sülfat gübreleri uygulanmış ve kombinasyonlarla birlikte 27 farklı uygulama (N:P:K; 0:0:0, 0:0:10 0:0:20, 0:10:0, 0:10:10, 0:10:20, 0:20:0, 0:20:10, 0:20:20, 10:0:0, 10:0:10, 10:0:20, 10:10:0, 10:10:10, 10:10:20, 10:20:0, 10:20:10, 10:20:20, 20:0:0, 20:0:10, 20:0:20, 20:10:0, 20:10:10, 20:10:20, 20:20:0, 20:20:10, 20:20:20) yapılmıştır. Çalışmada parsellere 50 gr tohum atılmıştır. Saksılara ise 15-20 adet tohum uygulanmış ve çıkıştan sonra seyreltme yapılarak her saksıda 5 bitki bırakılmıştır.

Yansıma ölçümleri çiçeklenme başlangıcında yapılmış ve ölçümlerde elektromanyetik spektrumun 325-1075 nanometre (nm) dalga boyları arasında yansıma ölçümleri yapabilen bir spektroradyometre kullanılmıştır (Albayrak, 2008). Fakat 400 nm'nin altındaki ve 900 nm'nin üstündeki yansıma değerlerinde aşırı dalgalanmalar olduğu için, sonuçlar değerlendirilirken 400 ile 900 nm dalga boyları arasındaki

değerler dikkate alınmıştır. Bu durum bazı araştırıcılar tarafından da belirtilmiştir (Lin ve Liquan 2006).

Çalışmada, parsellerde ve saksılarda hem kanopi (genel), hem de tek yaprakta yansıma ölçümleri yapılmış ve ölçümler havanın açık olduğu günlerde saat 10.00 ile 11.30 arasında gerçekleştirilmiştir. Kanopi ölçümlerinde cihazın sensörü ile bitkilerin üst yüzeyi arasındaki uzaklık parsellerde 1.5 m (Albayrak, 2008), saksılarda ise 25 cm olarak ayarlanmıştır. 81 saksı ve parselin (27 uygulama*3 tekerrür= 81) her birisinde 5 tekrarlamalı olarak yansıma ölçümleri yapılmış ve her üç ölçümde bir kalibrasyon amacıyla referans panel (spectralon) ölçümü yapılmıştır (Beeri ve ark., 2007).

Yaprak ölçümleri için her bir parselden ve saksıdan 5'er yaprak tesadüfi olarak seçilmiştir. Ölçüm için plant probe ve leaf clip (yaprak kıskacı) ismi verilen ve spektroradyometreye bağlanabilen sistemler kullanılmıştır. Yaprak kıskacına zedelemeden sıkıştırılan yapraklarda, yapay ışık kaynağı olarak plant probe'un içerisine monte edilmiş olan 100 watlık halojen lamba kullanılarak yansıma ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Delalieux ve ark., 2009). Yaprak ölçümleri gerçekleştirildikten sonra parsellerdeki ve saksılardaki bitkiler biçilmiş ve parsellerdeki bitkilerden 150 gr, saksılardaki bitkilerin ise tamamı kurutma fırınında 65°C'de 48 saat kurutulmuştur (Brink ve ark., 2003). Örneklerin azot analizleri için yaş yakma yöntemi kullanılmıştır (Karaca ve Çimrin, 2002). Ancak yaprak ölçümleri için alınan yapraklarda ayrıca azot analizleri yapılmamış ve biçimlerden sonra alınan örneklerin sonuçları kullanılmıştır.

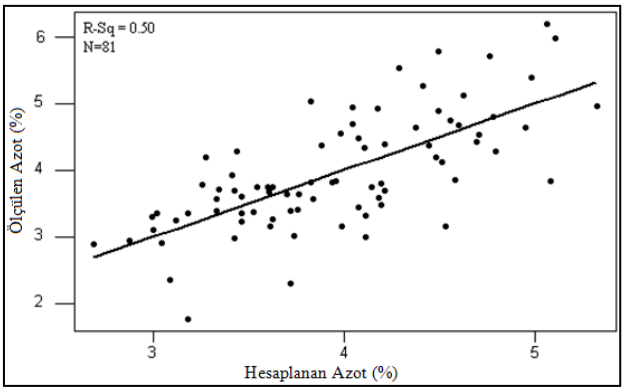
Verilerin istatistik analizi için MİNİTAB istatistik programında stepwise regresyon analizi kullanılmıştır. Yapılan analizde bitkinin azot seviyesi ile ilişkili dalga boyları belirlenmiş ve bu dalga boyları kullanılarak regresyon eşitlikleri oluşturulmuştur.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Yem bezleyesi tarla-genel ölçümlerinde yansıma değerleri ile bitkilerin azot düzeyleri arasında bir ilişki belirlenememiştir. Yaprak ölçümlerinde ise spektrumun mavi bölgesinden 3, kızıl ötesi bölgesinden 6 dalga boyundaki yansımaların azot değerleri ile ilişkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Bu dalga boyları ile oluşturulan regresyon eşitliğinin $R^2$ değeri 0.50 olup, eşitlikle hesaplanan azot düzeyleriyle laboratuvar analizleri sonucu belirlenen düzeyler arasındaki ilişki Şekil 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Yem bezelyesinde ölçülen azot düzeyleri ile yansıma değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon eşitlikleri ve $R^2$ değerleri

| | | **Sabit** | **Katsayı x Dalga Boyu Yansıma Değerleri** | **$R^2$** |
|---|---|---|---|---|
| Tarla | Genel | | Herhangi bir dalga boyu belirlenememiştir. | |
| | Yaprak | 16.3 | $(-266xY_{871}) + (200xY_{899}) + (-287xY_{893}) + (334xY_{883})$ $(433xY_{812}) + (-425xY_{818}) + (16.5xY_{400}) + (-31.1xY_{444})$ $(14.7xY_{405})$ | $0.50^{**}$ |




Şekil 1. Yem bezelyesinde ölçülen azot değerleri ve regresyon eşitlikleri ile hesaplanan azot değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon grafiği (Tarla-Yaprak)

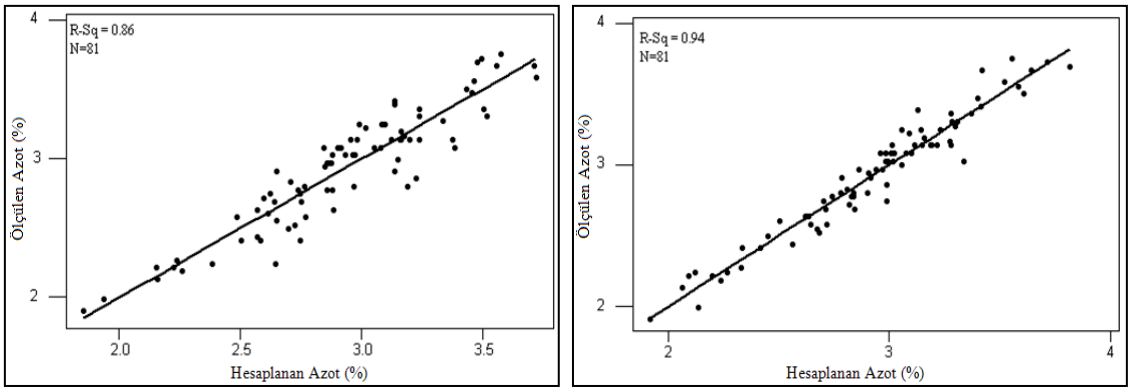
Yem bezelyesi sera denemesine ait genel ölçüm sonuçlarına göre 8'i spektrumun mavi (400-500 nm), 10'u kırmızı (601-700 nm) bölgesinde yer alan 18 tane dalga boyundaki yansıma değerleri ile örneklerin azot düzeyleri arasında bir ilişki tespit edilmiştir. Sera yaprak ölçümlerinde ise 24 adet dalga boyu (12 mavi bölgesinde (400-500 nm), 6 yeşil (501-600 nm), 5 (601-700 nm) ve 1 NIR (701-900 nm) seçilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Yem bezelyesinde ölçülen azot düzeyleri ile yansıma değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon eşitlikleri ve $R^2$ değerleri

| | | **Sabit** | **Katsayı x Dalga Boyu Yansıma Değerleri** | **$R^2$** |
|---|---|---|---|---|
| Sera | Genel | 3.46 | $(416xY_{490}) + (-509xY_{448}) + (228xY_{677}) + (587xY_{446}) (-516xY_{432}) + (389xY_{441}) + (-485xY_{669}) + (-266xY_{493}) (375xY_{659}) + (-286xY_{645}) + (289xY_{642}) + (411xY_{678}) (-371xY_{679}) + (-270xY_{653}) + (-177xY_{688}) + (-360xY_{462}) (271xY_{683}) + (276xY_{455})$ | $0.86^{**}$ |
| | Yaprak | -6.39 | $(10.4xY_{740}) + (22.9xY_{422}) + (-21.0xY_{439}) + (71.2xY_{503}) (36.5xY_{507}) + (-252xY_{627}) + (-55.6xY_{494}) + (102xY_{647}) (-64.5xY_{441}) + (76.2xY_{690}) + (-80.7xY_{510}) + (42.5xY_{498}) (14.2xY_{426}) + (37.4xY_{465}) + (-11.4xY_{415}) + (-53.8xY_{459}) (28.8xY_{490}) + (15.9xY_{432}) + (-133xY_{634}) + (83.3xY_{629}) (130xY_{582}) + (-93.3xY_{572}) + (29.9xY_{458}) + (72.3xY_{576})$ | $0.94^{**}$ |

**: P<0.01

Bu dalga boyları kullanılarak oluşturulan regresyon eşitliklerinin $R^2$ değerleri sera-genel ve sera-yaprak ölçümleri için sırasıyla 0.86 ve 0.94 olarak belirlenmiştir. Regresyon eşitliği kullanılarak hesaplanan azot değerleri ile analizler sonucu tespit edilen değerlerin birbirine yakın olduğu Şekil 2'de görülmektedir.




Şekil 2. Yem bezelyesinde ölçülen azot değerleri ve regresyon eşitlikleri ile hesaplanan azot değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon grafiği (Sera-Genel ve Sera-Yaprak)

Bu çalışmada, yem bezelyesi bitkisinde azot için oluşturulan regresyon eşitliklerinde çoğunlukla spektrumun mavi ve kırmızı bölgelerinden dalga boyları yer almıştır. Bu durum mavi ve kırmızı bölgelerde yer alan dalga boyları ile azot düzeyleri arasında önemli ilişkilerin olduğunu göstermektedir. Walburg ve ark. (1982), azot uygulamalarının kırmızı ve kızıl ötesi bölgede yansımaları etkilediğini, azot eksikliği durumunda kırmızı bölgedeki yansıma artarken kızıl ötesi bölgedeki yansımanın azaldığını belirtmişlerdir. St-Jacques ve Bellefleur (1991), spektrumun kırmızı bölgesindeki yansıma değerlerinin yaprak azot konsantrasyonu ile güçlü bir ilişki içinde olduğunu bildirmişlerdir. Spektrumun mavi ve kırmızı bölgelerinde ışığın klorofil tarafından absorbsiyonu nedeniyle yansıma düşük olmaktadır. Yeşil bölgede ise yansıma yüksektir. Bu nedenle bitkiler gözümüze yeşil görünmektedir. Azotun eksik olduğu durumlarda klorofil konsantrasyonunda bir azalma meydana gelmektedir. Bu durum ise yeşil ve kırmızı bölgelerdeki yansımalarda bir artışa neden olmaktadır (Daughtry ve ark., 2000). Thomas ve Oerther (1972), biberde, yaprak azot oranının %5'den %4'ün altına düşmesi durumunda görsel olarak herhangi bir farkın ortaya çıkmadığını, ancak yansıma değerleri yardımıyla bu farklılıkların belirlenebileceğini ve 550 nm ve 675 nm'deki yansıma değerlerinin bu amaçla kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

## SONUÇ

Bu çalışma yem bezelyesi bitkisinde azot düzeyinin spektral yansıma değerleri yardımıyla belirlenebilirliğini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Çalışma sonunda bitkinin azot düzeyi ile mavi ve kırmızı (kızıl ötesi dahil) bölgede yer alan dalga boyları arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir. Sonuçlar yem bezelyesinde azot düzeylerinin uzaktan algılama çalışmaları ile tahmin edilebileceğini ve çalışmalarda özellikle görünür bölgelerin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

## KAYNAKLAR

Aktaş, M., 2004. Bitkilerde Beslenme Bozuklukları ve Tanınmaları. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi Bildiri Kitabı Cilt: 2, 11-13 Ekim 2004, TOKAT. s:1118-1186.

Albayrak, S., 2008. Use of reflectance measurements for the detection of N, P, K, ADF and NDF contents in sainfoin pasture. Sensors, 8: 7275-7286.

Beeri, O., Phillips, R., Hendrickson, J., Frank, A.B., Kronberg, S., 2007. Estimating forage quantity and quality using aerial hyperspectral imagery for Northern mixed-grass prairie, Remote Sensing of Environment, 110: 216–225.

Brink, G.E., Rowe, D.E., Sistani, K.R., Adeli, A., 2003. Bermudagrass cultivar response to swine effluent application. Agronomy Journal, 95:597–601.

Carter, G.A., Knapp, A.K., 2001. Leaf optical properties in higher plants: linking spectral characteristics to stress and chlorophyll concentration. American Journal of Botany, 88 (4): 677–684.

Daughtry, C.H.T., Walthall, C.L., Kim, M.S., De-Colstoun, E.B., McMurtrey, J.E., 2000. Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. Remote Sensing of Environment, 74: 229-239.

Delalieux, S., Somers, B., Verstraeten, W.W., Keulemans, W., Coppin, P., 2008. Hyperspectral canopy measurements under artificial illumination. International Journal of Remote Sensing, 29(20):6051-6058.

Gezgin, S., Hamurcu, M., 2006. Bitki Beslemede Besin Elementleri Arasındaki Etkileşimin Önemi ve Bor ile Diğer Besin Elementleri Arasındaki Etkileşimler. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(39): 24-31.

Kacar, B., 1977. Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 637, Ders Kitabı: 200, Ankara, 317 ss.

Karaca, S., Çimrin, K.M., 2002. Adi Fiğ (*Vicia sativa* L.)+Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Karışımında Azot ve Fosforlu Gübrelemenin Verim ve Kaliteye Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 12(1): 47-52.

Kruse, J.K., Christians, N.E., Chaplin, M.H., 2006. Remote Sensing of Nitrogen Stress in Creeping Bentgrass. Agronomy Journal, 98:1640-1645.

Lin, Y., Liquan, Z., 2006. Identification of the spectral characteristics of submerged plant *Vallisneria spiralis*. Acta Ecologica Sinica, 26(4):1005–1011.

Mutanga, O., Skidmore, A.K., Prins, H.H.T., 2004. Predicting in situ pasture quality in the Kruger National Park, South Africa, using continuum-removed absorption features. Remote Sensing of Environment, 89: 393-408.

St-Jacques, C., Bellefleur, P., 1991. Determining leaf nitrogen concentration of broadleaf tree seedlings by reflectance measurements. Tree Physiology, 8: 391-398.

Thomas, J.R., Oerther, G.F. 1972. Estimating nitrogen content of sweet pepper leaves by reflectance measurements. Agronomy Journal, 64: 11-13.

Tucker, M.R., 1999. Essential Plant Nutrients. Their presence in North Carolina soils and role in plant nutrition. http://www.ncagr.gov/agronomi/pdffiles/essnutr.pdf (16.08.2011)

Wright, D.L., Rasmussen, V.P., Ramsey, R.D., 2005. Comparing the Use of Remote Sensing with Traditional Techniques to Detect Nitrogen Stress in Wheat. Geocarto International, 20(1): 63-68

Walburg, G., Bauer, M.E., Daughtry, C.S.T., Housley, T.L., 1982. Effects of nitrogen nutrition on the growth, yield, and reflectance characteristics of corn canopies. Agronomy Journal, 74:677-683.

Zhao, D., Starks, P.J., Brown, M.A., Phillips, W.A., Coleman, S.W., 2007. Assessment of forage biomass and quality parameters of bermudagrass using proximal sensing of pasture canopy reflectance. Grassland Science, 53:39-49.