

Tuz stresinin ayçiçeği (*helianthus annuus*) üzerine etkilerinin yansıma teknikleri yardımıyla belirlenmesi

H.TURHAN¹, L. GENÇ², Y.B. BOSTANCI², A. SÜMER³, Y. KAVDIR³, O. S. TÜRKMEN¹, D. KİLLİ³

1-Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

2-Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

3- Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü

Özet

Bu denemede, farklı konsantrasyonlardaki tuz miktarlarının ayçiçeği (Helianthus annuus L.) gelişimi üzerindeki etkilerinin yansıma teknikleri ve bitkinin fizyolojik – morfolojik özellikleri dikkate alınarak belirlenmesi amacıyla Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tarımsal Veri İşleme ve Uzaktan Algılama Laboratuvarında (TUAL) yürütülmüştür. Tuz stresi için, %0, %0.5, %1.0, %1.5 NaCl ½ Hoagland çözeltisi içine ilave edilerek yıkanmış kum içeren saksılarda uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre artan miktarlarda tuzun ayçiçeği bitkisinde NDVI, klorofil ve gelişim üzerine olumsuz etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca artan tuz miktarları kontrole göre çimlenmede 2-6 günlük geçikmeye neden olmuştur. Sonuç olarak denemede kullanılan tuzluluk testi yöntemleri yansıma teknolojinin arazi koşullarında uygun ve doğru uygulanabilmesi için laboratuvar koşullarında ön hazırlık çalışması yapılmış ve başarılı olunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tuzluluk, bitki gelişimi, NDVI.

Determination of the effects of salt stress on sunflowers (*helianthus annuus*) by means of reflection techniques

Abstract

The objective of this study was to determine the effects of different salt concentrations on sunflower (Helianthus annuus L.) growth using spectral techniques and physiological-morphological characters. The experiment was conducted in Laboratory of Agricultural Data Processing and Remote Sensing (ADPRS) in Çanakkale Onsekiz Mart University. For salt stress, 0, 0.5, 1.0 and 1.5% NaCl concentrations were added into ½ Hoagland Solution and then applied into pots containing washed stream sand. The results showed that increasing salt concentrations had inhibitory effects on NDVI, chlorophyll level and plant growth. In addition, increasing salt concentrations cause a delay in seed germination, comparing to the plants in control treatment. As a result, the laboratory salt screening method for appropriate and correct application of spectral technology in field conditions was successfully carried out as an initial experiment.

Giriş

Uzaktan algılama çalışmaları tarımsal üretim yapılan alanlarda bitkilerin ekimden hasada kadar olan süre içinde izlenmesini ve kararlar alınmasına yardımcı olduğu bilinmektedir (Clevers vd., 1994; Sun, 2002; Vina vd., 2004; Genç, 2006). Uygun alet ve teknikler kullanılarak oluşturulacak ölçme yöntemleriyle çıplak gözle görülemeyen verilerin bitki ve diğer doğal ortamlardan elde edilmesi sağlanır (Jensen 2000, Lilisand and Kieffer, 2000). Bitki yapraklarındaki klorofil, güneşten gelen mavi ve kırmızı dalga boyu ışığı absorbe ederken yeşil ışığı yansıtır (Rees, 2001). Bu nedenle strese maruz kalmış bitkiler sağlıklı bitkilerden farklı yansıma gösterirler (Clevers vd., 1994). Bitki yetiştirme döneminde gerekli biyokimyasal olayların oluşmasına uygun ortamlarda olan yansıma değerleri olmayanlara göre farklılıklar gösterir. Bitki besin maddeleri yönünden eksiklik gösteren bitkiler strese girerler ve stresli bitkilerde daha fazla kızılötesi (infrared) enerji yansıtıkları için sağlıklı olandan ayrılırlar (Vina vd., 2004). Bu prensipten yararlanılarak her hangi bir nedenle stres altında olan bitkiler gözle görülebilir semptomların ortaya çıkmasından önce saptanabilmektedir. Böylelikle üreticiler, sorunlu alanlarını analiz etmede ek bir zamana ve bu alanlara erken müdahale etme şansına sahip olabilmektedirler (Covey, 1999).

Sulama suyu kalitesi bitki yetiştiriciliğinde önemli bir kavramdır. Tarımsal alanlarda bitkilerin gelişmesini önleyecek kadar eriyebilir tuz bulunduran topraklar 'Tuzlu Topraklar' olarak tanımlanır. (Güngör vd, 2001). Tuzluluk sorunu karşımıza genelde yıkanmanın olmadığı ya da az olduğu durumlarda, yüksek taban suyu seviyesinde, drenaj problemi olan tarım alanlarında ve yanlış sulama suyu uygulamalarında karşımıza çıkmaktadır. Tuzluğunun bitki gelişimini etkilediği çeşitli araştırmalarla da kanıtlanmıştır (Turhan, 2005; Khan vd., 2004). Her bitki türünün, hatta çeşidinin tuzluluğa tepkisi farklıdır (Mensah vd., 2006).

Tuzluluk problemi görülen alanlarda toprak ıslah programlarının uygulanması yanı sıra tuzluluğa dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi de önem kazanmaktadır. Bu nedenle tuzluluğa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ve saptanması gerekmektedir. Fakat çeşitlerin ya da ıslah hatlarının tarla koşullarındaki tuzluluk testlerinde çeşitli zorluklar ile karşılaşmaktadır. Bunlardan, kontrol edilemeyen çevre koşulları, toprağın homojen olmaması, test edilecek materyalin çokluğu, uzun zaman ve çok işgücü gerektirmesi önemli olanları olarak sayılabilir (Turhan ve Ekinci, 2004).

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), günümüzün en önemli yağ bitkilerinden biridir. Ayçiçeği yağı yemeklik kalitesi yönünden tercih edilen bitkisel yağlar arasında ilk sırayı almaktadır. Dolayısıyla Dünya' da birçok ülkede ekonomik düzeyde tarımı yapılmaktadır. Türkiye' deki ayçiçeği ekiliş alanlarının %73' ü Trakya-Marmara, %13' ü İç Anadolu, %19'u Karadeniz, %3' ü Ege ve %1'i Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindedir (Süzer, 2006). Ülkemiz tarımsal üretimde önemli bir yer tutan ve pazarlama sorunu olmayan bir kaç üründen biri olan ayçiçeği bitkisinin stress altında olan alanlarda hızlı ve ekonomik bir şekilde belirlenmesi ve önleminin alınması önemlidir. Tarımsal üretimde büyük bir sorun olan tuzlu topraklarda ayçiçeği üretimini yapmak, çiftçilerin tuza dayalı stress oluşumunun bitkisel üretimde ekonomik zararlar verme boyutuna gelmeden önce belirlenip gerekli müdahalelerin yapılması ekonomik açıdan kazançlar sağlayacaktır.

Yansıma teknikleri yardımıyla bu kazancı artırmak mümkün olabilmektedir. Rose v.d., (1973) elektromagnetik dolga boylarının kızılötesi (KÖ) ve kırmızı (K) bölgelerini kullanarak bitki örtüsü hakkında insan gözünün görmediği özellikleri temsil edecek eşitliklerden biri olan NDVI

hesaplamışlardır. Genel olarak NDVI kızılötesi (KÖ) ve kırmızı (K) ışık dalga boyu farklarının toplamına bölümüyle elde edilen ve bitki sağlamlık durumunu gösteren bir eşitliktir (Eşitlik 1). NDVI değeri -1 ile 1 arasında bir değere sahiptir (Rees, 2001). NDVI değeri 1'e yaklaşması bitkinde aynı oranda fazla klofophil ya da yeşil rengi sağlayan kimyasal bileşimlerin bitki bünyesinde fazla bulunduğunu gösterir. NDVI değeri doğal şartlarda atmosfer koşullarında sağlıklı bir bitki için 0.5 ile 0.7 arasında değiştiği bilinmektedir (Rose vd., 1973; Jensen, 2000; Campbell, 2002).

$$NDVI = \frac{KÖ - K}{KÖ + K} \quad (1)$$

Bu çalışma farklı tuz konsantrasyonlarının bitki büyümesine olan etkilerinin araştırıldığı ve klorofil, fotosentez, bitki fizyolojik ve morfolojik özelliklerine olan etkilerini belirlemek için yapılan çalışmanın ilk bölümünü oluşturmaktadır. Bu aşamasında farklı tuz konsantrasyonlarında ayçiçeği bitkisinin büyüme farklılıklarının el spektrometresi ve klorofil metre yardımıyla belirlenip belirlenemeyeceği araştırılmıştır.

Materyal ve metod

Çalışma, 2006 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Veri İşleme ve Uzaktan Algılama Laboratuvarında (TUAL) sıcaklık ve nem kontrollü ortamda saksı çalışması olarak yürütülmüştür. Denemede ortam şartları olarak oda sıcaklığı 25 °C, ışık şiddeti 4000 lüks ve fotoperiyod 16 – 8 saat/gün olarak belirlenmiştir. Ayçiçeği çeşidi olarak Syngenta tohumculuk firmasının Sanay hibrit çeşidi kullanılmıştır. Deneme 4 konu ve her bir konuda 4 tekkerrür olacak şekilde kurulmuştur. Ekim aşamasında tüm saksılar hazırlanan solüsyonlar ile sulanıp her saksıya 5 tohum ekilmiştir. Ekim derinliği 3 cm olup tohumlar tohum yatağına aynı yönde konulmuşlardır.

Tuz solüsyonlarının hazırlanması ve uygulanması

Çalışmada bitki yetiştirme ortamı olarak yıkanmış dere kumu kullanılmıştır. Kumun özgül ağırlığı 1.53 g/cm³ ve su tutma kapasitesi % 24.5 olarak bulunmuştur. Her bir saksı için 3 kg kum kullanılmıştır.

Araştırmada modifiye edilmiş ½ Hoagland solüsyonu kullanılmıştır. Kullanılan Hoagland solüsyonu; 5 mM KNO₃, 5 mM Ca(NO₃)₂·4H₂O, 2 mM MgSO₄·7H₂O, 1 mM KH₂PO₄, 0.1 mM EDTA, 0.1 mM Na₂SO₄, 0.1 mM Fe₂SO₄, 11.5 µM H₃BO₃, 4.6 µM MnCl₂·4H₂O, 0.2 µM ZnSO₄·7H₂O, 0,12 µM Na₂MO₄·2H₂O, 0,08 µM CuSO₄·5H₂O içermiştir. Her bir konu için hazırlanan solüsyonun pH'sı tüm kimyasallar ilave edildikten sonra 6'ya ayarlanmıştır. Solüsyonun hazırlık aşamasında saf su kullanılmıştır. Her saksı için hazırlanan solüsyon miktarı bir saksı kumun tuttuğu su miktarının 2 katı olarak belirlenmiştir. Her bir konunun solüsyonu ayrı kaplarda toplanmıştır. Saksıların altından süzülen solüsyon tekrar bir sonraki sulamada kullanılmak üzere bir şişeye konulmuş ve buharlaşma gibi sebeplerden eksilen su, saf su ilave edilerek tamamlanmıştır. Çimlenmeye kadar olan sulamalar bir sünger aracılığıyla yapılmış böylelikle kumun dağılması sonucu tohumların yüzeye çıkışları engellenmiştir. Ayçiçeği tuzluluk bakımından orta derecede dayanıklı bitkiler gurubunda yer almaktadır (Turhan ve Ekinci, 2004). Bu nedenle, denemede tuz stresi için 0 (kontrol), % 0.5 NaCl, % 1.0 NaCl ve % 1.5 NaCl uygulanmıştır (Turhan ve Ayaz, 2004).

Spektral ölçümler

Denemede tuzluluk etkisi yansıma teknolojisi kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. NDVI (Normalize Edilmiş Vejetasyon Farklılık İndeksi) değerleri Analytical Spectral Devices (ASD) el spektrometresi kullanılarak yapılan ölçümlerin yardımıyla hesaplanmıştır. (Fotoğraf 1a ve 1b). ASD el spektrometresinin spektral ölçüm aralığı 325 – 1075 nm, spektral çözünürlüğü 700 nm’de 3.5 nm, dalga boyundaki hata payı ± 1 nm’dir. Ölçümler alınırken 1 derecelik lens kullanılmıştır (ASD, 2006). Ölçüm alımlarında 12 volt DC ışık kaynağı kullanılmıştır. Lens bitkiye 30 cm’lik mesafede, ışık kaynağı ise bitkiye 45°’lik açı yapacak şekilde tutularak ölçüm alınmıştır (ASD, 2006). Çıkışı takip eden günlerde üst yapraktan ölçümler yapılmış, bitkiler büyümeleriyle birlikte ölçümler bitkilerin alttan 3. ve 6. yapraklarından yapılmıştır. Uygulama farklılıklarından dolayı yaprak sayılarında farklılıklar oluşmuştur ve ölçümler bitki çıkışlarını takip eden 10 günden itibaren altan 5. yapraklardan alınmıştır. Tuz konsantrasyonunun yüksek olduğu ve bitki çıkışındaki geçikme daha sonra bitkilerin yeşil aksanın yok olması nedeniyle % 1.5 NaCl konstantrasyonunda ölçümler sürekli yapılamamıştır. Ortalama yaprak sayısı bitki çıkışı olan konularda 8-10 yaprak olmuştur.



Fotoğraf 1. ASDI El Spektrometresi ile bitkilerin ölçülmesi

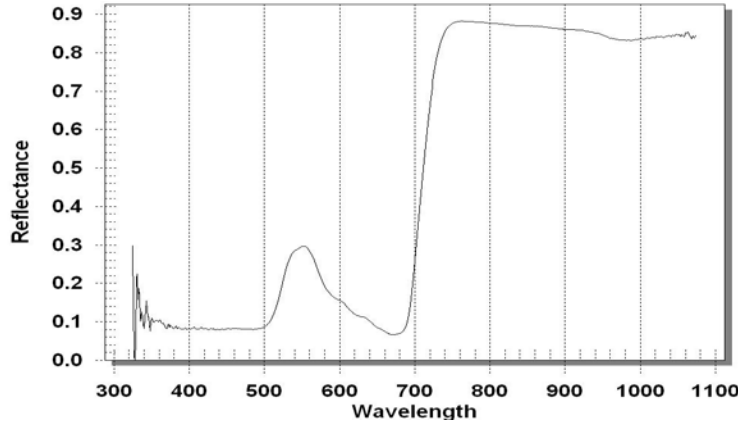
Klorofil ölçümleri Spectrum Filescout CM 1000 serisi klorofilmetresi ile ölçülmüştür (Fotoğraf 2). Klorofil ölçüm aralığı 700 nm ile 840 nm arasındadır. Brightness İndeks 0 – 9 arasındadır. Alet 28.4 cm uzaklıkta 1.10 cm çapta bir alan ölçmekte, 183 cm uzaklıktan ise 18.8 cm çapta bir alan ölçmektedir. Ölçümde hata payı $\pm \%5$ ’tir. Günlük ölçümlerin hepsi aynı indekste yapılmıştır. Ayrıca yansıma teknolojisi ile yapılan ölçümlerin karşılaştırmasını yapmak anlamında bitkilerde fizyolojik – morfolojik olarak ta ölçümler yapılmıştır.



a *b*
Fotoğraf 2. CM 1000 Klorofilmetresi ile bitkilerin ölçülmesi

Veri işleme

Tuz stresinin ayçiçeğinde etkisinin belirlenmesi için yürütülen bu denemede, çıkışı takip eden günden itibaren yansıma değerleri laboratuvar şartlarında el spektrometresi ve klorofilmetre ile ölçülmüştür. ASD el spektrometresi ölçümleriyle elde edilen grafik formattaki veriler 325 nm ve 1075 nm arasında yer alan görünebilir ve kızıl ötesinde dalgaboylarını içerir (Şekil 1). Bu bölgede yer alan veriler ASCII formata çevrilerek her 5 nm bir ortalama yansıma değeri hesaplandı. KÖ ve K bandlara ait değerler alınarak yeni NDVI değerleri her saksı için hesaplandı (Genç v.d, 2006). Eşitlikte KÖ değeri hesaplanırken 808, 809, 810, 811, 812 dalgaboylarındaki yansıma değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanan NDVI hesaplamasında kullanılan KÖ yansıma değeri benzer şekilde K yansıma değeri de hesaplandı (Eşitlik 2).



Şekil 1. ASD ölçümleriyle elde edilen yansıma grafiği.

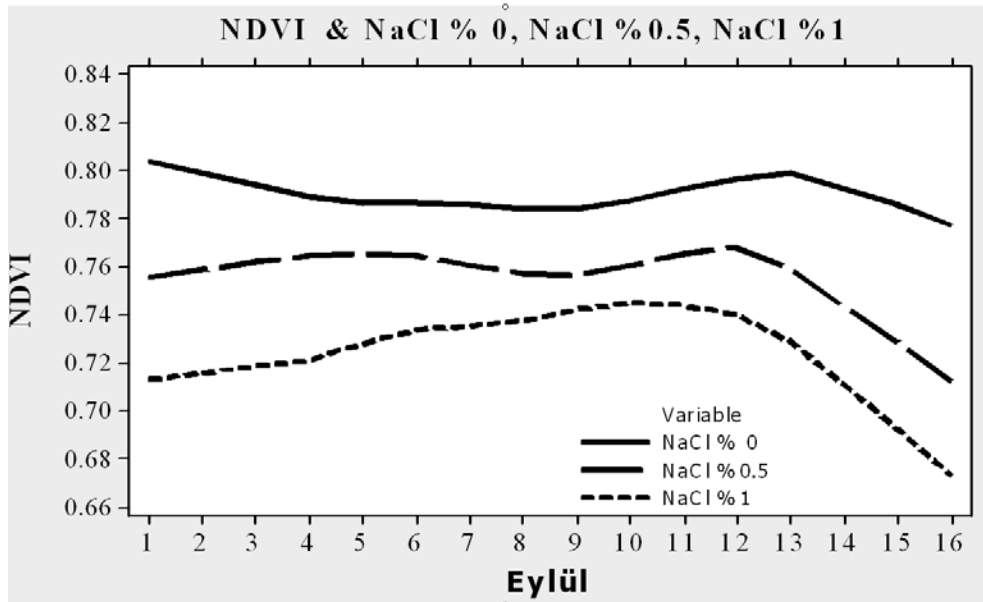
$$NDVI_{yeni} = \frac{K\ddot{O}_{808,812} - K_{688,692}}{K\ddot{O}_{808,812} + K_{688,692}} \quad (2)$$

NDVI değerleri bitkinin spektrometresi ile ölçüm yapmaya imkân tanıdığı büyüklüğe gelene kadar hesaplanmamıştır. Çıkıştan 15 gün sonra ASD ile ölçümler başlanmıştır. Bundan sonra yapılan ölçümler günlük olarak toplam 16 gün boyunca her saksı için ayrı ayrı hesaplanarak uygulamanın

ortalama değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuclar istatikscl olarak analiz edilmiştir. Daha sonraki aşamada klorofil okumaları ile NDVI değerleri karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve tartişma

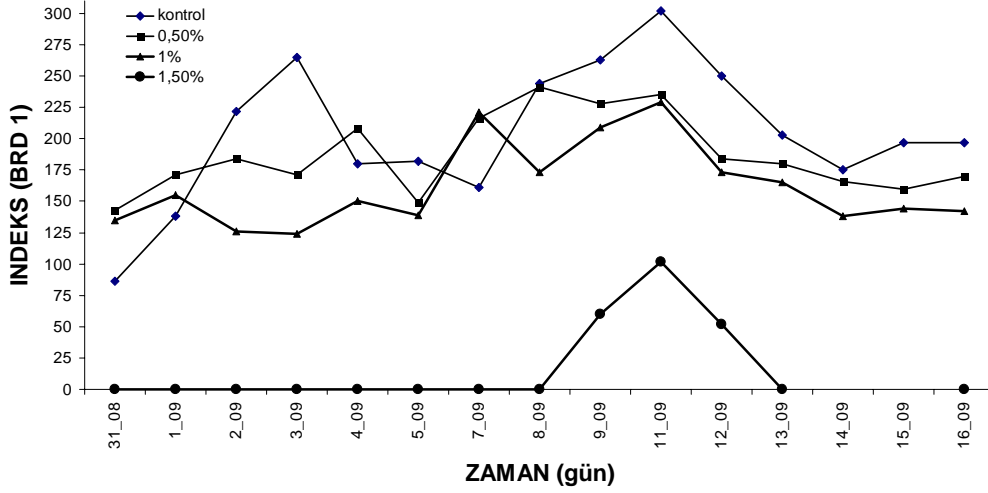
ASD spektrodijometresi verileri kullanarak Eşitlik 2. yardımıyla hesaplanan yeni NDVI değerleri 4 konunun ortalaması hesaplanmıştır (şekil 4). Grafikten görüleceği üzere en yüksek NDVI kontrol konusunda 0.80, %0.5 konusunda 0.76, %1.0 konusunda 0.74 bulunmuştur. %1.5 konusunda bitkiler yeterli büyüklüğe ulaşmadığı için ölçüm alınsada hesaplamaya katılmamıştır. lm yapılan 10 günde konular arası NDVI farkının en az olduğu, en fazla farkın ise ilk ölçüm yapılan günlerde olduğu gözlenmiştir. NDVI değerlerinde %0.5 ve %1.0 konuları için 12. günden sonra düşüş gösterirken, kontrol konusunda bu düşüş 13. günde gözlenmiştir (şekil 2). Tuz konstanrasyonu artıkça NDVI değerlerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Bitki NDVI değerlerinin doğada eşit atmosferik şartlardaki sağlıklı bitkilerde daha yüksek olması beklenir (Jensen, 2000; Campbell, 2002). Bu durum fazla tuz konsatrasyonunda bitkilerin biokimyasal fonksiyonlarında bozulmalara neden olduğu için klorofil oranında azalmaya (Ahmad vd., 2005) buda NDVI değerlerinin fazla tuz konsatrasyonunda düşük olmasına neden olmuştur (şekil 3). Denemede artan tuz miktarlarında fide gelişimi olumsuz etkilenmiş, kontrole göre imlenme % 0.5 NaCl'de 2, %1 de 4 ve %1.5 te 6 gün gecikmeye neden olmuştur. Ayrıca tuzun olumsuz etki yapması ve bitki sağlığını bozması nedeniyle oluşan ve gözle görünmesi her zaman mümkün olmayan zararlar Clevers vd. 1994 belirtiği gibi uzaktan algılam teknikleri yardımıyla belirlenmesi mümkün olmuştur. Bu alışma yardımıyla bitkilerin atmosfer koşullarından arındırılmış olarak net NDVI değerleri hesaplanmıştır. Bu durumda arazi şartlarında uydu görüntüleriyle elde edilecek sonucun laboratuardan elde edilecek sonuçtan düşük çıkması beklenmektedir.



şekil 2. Konular arası NDVI değerleri.

Klorofil lmleri her bitki için ayrı ayrı yapıldıktan sonra her konu için ortalama değerleri hesaplandı. Spektrum lm değerlerinin yapıldığı günler için klorofil indeks değerleri şekil'4 te verilmiştir. Toplam 16 günlük klorofil değerlerinin ortalamaları uygulama sırasına göre 176, 162, 154, 72 olarak llmştir. Tuz oranı artıkça klorofil index değerinde düşüş gözlenmiştir. %1.5 NaCl uygulamasında

çıkıştan sonra fideler yaşamlarını devam ettiremediği için sağlıklı ölçümler yapılamadığı için değerlendirmeye alınmamıştır. Klorofil index değerleri %1.0 NaCl uygulamasında çıkışların geç olması nedeniyle 8. güne kadar ölçüm yapılamamasına rağmen, takip eden günlerde ölçümlerin yapıldığı ve artışların olduğu gözlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Konular arası klorofil değerleri

Sonuç

Deneme sonunda farklı miktarlarda uygulanan tuzun ayçiçeğinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine açık etkileri gözlenmiştir. Sonuç olarak; ayçiçeği bitkisinde yapılan tuzluluk denemesinde %0.5 NaCl'den yüksek tuz konsantrasyonlarında bitki gelişmesinde belirgin bir yavaşlama görülmektedir. Bu da uygulamada verim kaybına neden olacaktır. Bu uygulamada El Spektrometresi yardımıyla elde edilen KÖ ve K dalga boyu ile hesaplanan NDVI değerleri gözlenebilmiştir. Tuzluluk etkisinin yansıma teknikleri kullanılarak arazi şartlarında doğru ve etkin bir biçimde uygulanabilmesi için arazi çalışmalarına zemin hazırlama doğrultusunda bu çalışma laboratuvarında uygun koşullar yaratılarak yapılmıştır. Yansıma ölçümlerine göre tuz konsantrasyonu arttıkça NDVI değerlerinde de açık bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Buna benzer olarak klorofil indeksinde de azalmaların olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak bu ön araştırma ile bitkilerde tuzluluk stresinin yansıma teknikleri ve hızlı klorofil ölçümü ile belirlenmiştir. Bu yöntemlerin tarla koşullarında da uygulanabilirliği araştırılmalıdır.

Kaynaklar

- Ahmad S., Wahid A., Rasul E., and Wahid A. Comparative morphological and physiological responses of green gram genotypes to salinity applied at different growth stages *Bot. Bull. Acad. Sin.*, **46**, 135-142 (2005)
- Campbell, J. B., *Introduction to Remote Sensing 3rd Edition*, (2002)
- Clevers, J. G. P. W., Buker, C., Van Leeuwen, H. J. C. and Bouman, B. A. M., A framework for monitoring crop growth by combining directional and spectral remote sensing information, *Remote Sensing. Environ.*, **50**, 160-170, (1994)
- Genç, L., Kavdır, İ., Turhan, H., Genç, H. and Kavdır, Y., Bitkisel üretim ve uzaktan algılama, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **9(4)**, 1-9, (2005)
- Güngör, Y., Erözel, A.Z. and Yıldırım, O., *Sulama*, (Akakara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara),
- Khan M. A, Gul B. and Weber D. J. Action of plant growth regulators and salinity on seed germination of *Ceratoides lanata*, *Canadian Journal of Botany*, **82**: 37-42 (2004)

- Lillesand, T. M. and R.W. Kiefer, *Remote Sensing and Image Interpretation, 3rd end* (New York: John Wiley & Sons)
- Jensen, J. R., Remote sensing of the environment, An Earth Resource Perspective, *Upper Saddle River, NJ:Prentice Hall*, 544, (2000)
- Mensah J. K., Akomeah P. A., Ikhajagbe B. and Ekpekurede E. O. Effects of salinity on germination, growth and yield of five groundnut genotypes, *African Journal of Biotechnology*, **5(20)**, 1973-1979 (2006)
- Rees, W.G., *Physical Principles of Remote Sensing, 2nd Edition*, Cambridge University Press, 343 (2001)
- Rouse, J. W. H., Schell, J.A. and Deering, Monitornig vegetation systems in the great plains with ERTS, *Third ERTS Symposium*, NASA SP-351, **1**, 309-317, (1973)
- Sun, J., Dymanic monitornig and yield estimation of crops by mainly using the remote sensing technique in China, *Photogramm. Eng. Remote Sensing*, **66**, 645-650, (2000)
- Turhan, H. Salinity Response of Transgenic Potato Genotypes Expressing Oxalate Oxidase Gene, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **29**, 187-195 (2005).
- Turhan, H., Ayaz, C. Effect of Salinity on Seedling Emergence and Growth of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Cultivars, *International Journal of Agriculture and Biology*, **6(1)**, 149-152 (2004).
- Turhan, H., Ekinci, H., *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Koruma Kongresi*, 5-9 Eylül 2005, Antalya (Araştırma Sunusu **Cilt I**, Sayfa 35-40)
- Vina, A., Gitelson A.A., Rundquist, D., C., Keydan, G., Leavitt, B. and Schepers, J., Monitoring Maize (*Zea mays* L.) Phenology with Remote Sensing, *American Society of Argonomy*, **96**, 1139-1147, (2004)
- Süzer, S., (2006). Ayçiçeği yetiştiriciliği.
<http://www.ttae.gov.tr/yenimakaleler/at2006.htm>,(2.11.2006)