

## Farklı Yüzey Aktif Maddelerin Soya Bitki Kuru Ağırlığına Etkileri

İlknur YURDAKUL<sup>1\*</sup>Kadriye KALINBACAK<sup>2</sup>İbrahim GEDİKOĞLU<sup>3</sup><sup>1</sup> Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara<sup>2</sup> T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara,<sup>3</sup> T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı, İl Müdürlüğü, Ankara,

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): ilknur\_yurdakul@yahoo.com

Geliş tarihi (Received) : 9.10.2014

Kabul tarihi (Accepted) : 13.04.2015

### Öz

İlk yoğun kullanımının salgın hastalıkların önlenmesinde ve temizlik işlerinde 1960'lı yıllarda olduğu deterjanların, su ve toprakta bozunmadan kalması ve bu sularla yetiştirilen bitkileri etkilemesi, akarsulara, göllere ve denizlere ulaşması canlıları ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu durum doğanın kirlenmesinde önemli rol oynayan bu maddeler konusunda önlem alma zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Çalışma anyonik, katyonik ve iyonik olmayan Yüzey Aktif Maddelerin (YAM), soyanın (*Glycine max* L.) gelişimine etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deneme; tuzsuz, hafif alkalın reaksiyonlu, organik madde ve fosforu düşük, kireç ve potasyum kapsamı fazla, killi tınlı bünyeli toprağa, 180 mg N kg<sup>-1</sup> (% 26'lık amonyum nitrat) ve 100 mg P kg<sup>-1</sup> (% 42–44'lik Triple Süperfosfat) ilavesiyle tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak serada kurulmuştur. Soya ekiminden sonra, YAM'ler 0, 180, 360, 540 ve 720 mg kg<sup>-1</sup> seviyelerinde saksılara uygulanmıştır. Soya hasatı ekilişten 50 gün sonra yapılmıştır. Anyonik YAM ve iyonik olmayan YAM uygulaması soya kuru ağırlıklarında (p< 0.01) azalma meydana getirmiş, katyonik YAM ise bir fark oluşturmamıştır. Bitki kuru ağırlığının anyonik ve iyonik olmayan YAM'ler tarafından kısıtlandığı ve azaldığı, soyanın anyonik ve iyonik olmayan YAM bileşiklerine hassasiyet gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; bu bileşiklerin muhtemelen kök bölgesinde bitki gelişimini olumsuz etkilediği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Anyonik, iyonik olmayan yüzey aktif maddeler, katyonik, sera soya (*Glycine max* L.)

## The Effects of Different Surfactants on Soybean Plant Dry Weight

### Abstract

The first using of detergents to intercept epidemic diseases and clean materials with a majority is in 1960s. Detergents remain in water and earth without decomposing. These contaminated waters affect growing plants badly and threaten the livings in rivers, lakes and seas and the health of people. These substances play an important role in natural and environmental pollution. The compulsion of taking precautions arises. This study has been realized with the purpose of being determined the effects of anionic, cationic and nonionic surfactants to the development of soybean. The soil of greenhouse, used for the study is within the scope of much lime and potassium, light alkali reactive, little organic material and phosphorus, clay and without salt. The research was conducted as randomized split parcels with 3 repetitives in greenhouse. Testing was designed with the addition of 180 mg N kg<sup>-1</sup> (26% Ammonium Nitrate) and 100 mg P kg<sup>-1</sup> (42–44 % triple super phosphate). After soybean sowing, surfactants were applied to the pots with varying degrees 0, 180, 360, 540 and 720 mg kg<sup>-1</sup>. Soybean was harvested 50 days later from sowing. Anionic and nonionic surfactants caused a decrease dry weight of soybean shoots (p< 0.01). Cationic surfactant did not cause to decrease dry weight of the plant significantly. Dry weight of soybean is limited and reduced the by anionic and nonionic surfactants. Soybean plant was determined to

be sensitive anionic and nonionic compounds. According to the results of this study these surfactants negatively affect the growth of plant especially in root area.

**Key Words:** Anionic, nonionic surfactants, cationic, greenhouse, soybean (*Glycine max* L.)

## GİRİŞ

Dünya'da 1800 yıllarında makineleşmenin etkisi ile doğanın tahribi hızlanmış ve ekolojik denge bozulmaya başlamıştır. Çevre kirliliğinde ve doğal dengenin bozulmasında insanoğlunun doğayı egemenliği altına alma düşüncesi yatmaktadır. Antropojenik faaliyetler neticesinde oluşan atıklar, hızlı gelişen sanayi atıkları çevre kirliliğinin temel kaynaklarını oluşturmaktadır. Kirlilik kaynakları içerisinde son 30 yılda deterjan yüzey aktif maddelerinden (YAM) çokça bahsedilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarla çevresel kirliliğin nedeni olan anyonik YAM'lerin sıvı, yarı sıvı ve katı ortamlardan uzaklaştırılması ile ilgili metotlar çalışılmaktadır. Çünkü bunlar yaşayan organizma için çevresel bir tehdit olmakla birlikte, diğer kirlilik oluşturucu organik ve inorganik etmenlerin parçalanarak çevreye yayılmasına neden olmaktadır (Cserhati vd., 2002). Nem tutucu ajanlar ve YAM'ler herbisit ve pestisitlerin terkinde, sıvı gübrelerin etkinliğinin artırılmasında kullanılmaktadırlar (McFarland vd., 2005). Düşük konsantrasyonlar sıvıların yüzey tansiyonunu düşürmek suretiyle sudan daha fazla faydalanılmasını sağlamak, çözünürlük ve çift fazlı sistemlerde stabilize etkisi için de kullanılmaktadır (Parr ve Norman, 2014). YAM'ler çevresel kirliliği yaratan bileşikler (Matthew ve Jones, 2000) olarak doğada bulunmaktadırlar. YAM'ler ticari gübrelerde (Spurrier ve Jackobs, 1955), bakteri uzaklaştırmada (Salager, 2002) ve kişisel bakım ürünlerinde de (Feigenbaum ve Bischoff, 2009) kullanılmaktadır. Sentetik deterjanlardaki YAM'ler genellikle kutupsal nitelik taşımayan bir hidrokarbon kısım ile kutupsal nitelikte anyonik, katyonik veya iyonik olmayan fonksiyonel bir gruptan oluşmaktadır.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde (31.12.2004 tarih/25678 sayılı) evsel ve endüstriyel atık sular için alıcı ortama deşarj standartlarında arıtma tesisi yapma ve limit değerlere uyma zorunluluğu getirilmiştir. Ancak yine de su kaynaklarına deterjanlarla birlikte YAM'ler ulaşmaktadır. Tarımsal faaliyetlerle de kullanılabilen bu su kaynakları dolayısı ile bitkilerin bu maddelerden etkilenmesi söz konusu olmaktadır. Gübre dolgu maddelerinde (nemlendirici ve dağıtıcı amacı için) kullanılan

YAM'lerin herbisitler aracılığı ile de topraklara girişi söz konusu olmaktadır. Pestisitlere ilave edilmesi gereken adjuvantların uygun olmayanları veya yüksek dozlarda kullanılmaları da bitkilerin zarar görmesine neden olmaktadır (Yang, 2008; Czarnota ve Thomas, 2013). Arpada 300 mg kg<sup>-1</sup> iyonik olmayan YAM (Baird ve Zublena, 1997), buğday % 0,1 düzeyinde anyonik YAM (Srivastava vd., 2012; Yılmaz ve Dane, 2013) bitkinin veriminde azalmaya neden olmuştur. Kil fraksiyonu ve organik madde tarafından adsorplanan YAM su geçirgenliğinin azalmasına neden olarak (Renshaw vd., 1997) verimde düşmelere neden olmaktadır. Yabancı ot kontrolünde de kullanılan YAM'lerin bitkilere etkilerinin kontrolünde YAM'siz uygulamalarda patates ve mısırın veriminin daha iyi olduğu (Shimi, 2000; Idziak ve Woznica, 2013) bildirilmektedir.

Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesinde de belirtildiği gibi ekolojik yaklaşım "arazi, su ve canlı kaynakların entegre yönetimi için koruma ve sürdürülebilir kullanımı hakkaniyetli bir şekilde teşvik eden bir strateji" (BMBCS, 1992), olarak doğal dengeyi koruyan kirliliği ve doğaya etkiyi azaltan yaklaşım tüm insanlığın asli görevidir. Ekolojik yönetim için şu andaki kirlitici unsurların etkilerinin ve zararlarının da tespit edilmiş olması gereklidir. Bu amaçla çalışmada ekolojik dengeyi bozan kirlilik etmenlerinden biri olan YAM'lerden anyonik, katyonik ve iyonik olmayan özelliklere sahip üç madde sera şartlarında yetiştirilen soya bitkisine uygulanarak, bu maddelerin bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri incelenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

Çalışmada test bitkisi olarak soya (*Glycine max* L.) A 3127 çeşidi ve yüzey aktif madde olarak anyonik YAM Linear Alkyl Benzene Sulfonic Acid (LABSA), katyonik YAM Quaternary Ammonium Compounds (Dodigen 226) ve iyonik olmayan YAM olarak Alkyl Polyglycol Ether (Dehydol LS7F) kullanılmıştır. LABSA, hidrofilik ve hidrofobik grup içeren düz zincirli, biyolojik olarak parçalanabilmektedir (Anonymous 1, 2014). Dodigen 226; plastik çeşitleri içerisinde çok az zararlı etkiye sahip, bakteri, virüs ve fungusye karşı

antimikrobiyal özellikler barındırmaktadır (Cross ve Singer, 1994). Dehydrol LS7F; asidik ve alkalın ortamda kararlı olan, sinerjistik etkilerinden dolayı anyonik ve katyoniklerle birlikte kullanılan (Anonymous 2, 2014) maddelerdir.

Çalışmada kullanılan toprak, tuzsuz (% 0,08), hafif alkalın reaksiyonda (pH 7,87), organik madde (% 2,1) ve fosforu (2,7 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg da<sup>-1</sup>) düşük, kireç (% 20,3) ve potasyum kapsamı (84,6 K<sub>2</sub>O kg da<sup>-1</sup>) fazla olan killi tınlı bünyelidir (Çizelge 1). Toprak örnekleri, 0–20 cm derinlikten özel yapılmış pirinç alaşımli bir kürek ile alınmışlar ve bez torbalara konularak seraya nakledilmişlerdir (Jackson, 1962). Kuruyan topraklar 4 mm ve 2 mm'lik eleklerden geçirilerek serada kullanıma ve laboratuvar analizlerine hazırlanmışlardır. Toprak tepkimesi; saf suyla hazırlanan doygun toprakta pH-metre kullanılarak, toplam tuz; suyla doygun toprağın elektriksel iletkenliğinin iletkenlik aletiyle ölçülmesiyle, yarıyıllı potasyum; ekstrakt çözeltisi olarak 1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH 7,0) kullanmak ve ekstrakta geçen potasyumu alev fotometresi ile ölçerek tayin edilmiştir (Richards, 1954). Tarla kapasitesi, toprakların 1/3 atmosfer basınç altında tutabildikleri su miktarı olarak, solma noktası 15 atmosfer basınçtaki su miktarı olarak (U.S. Salinity Lab. Staff 1954) bulunmuştur. Bünye (kum, silt ve kil) hidrometre yöntemine göre (Bouyoucus, 1951), kireç, Scheibler kalsimetresi (Martin ve Reeve, 1955) kullanılarak, organik madde, modifiye Walkley–Black (Walkley ve Black, 1934) yöntemine göre tayin edilmiştir. Yarıyıllı fosfor, ekstrakt çözeltisi 0,5 M NaHCO<sub>3</sub> (pH 8,5) olan Olsen vd., (1954) tarafından geliştirilen yöntemle saptanmıştır.

### Deneme Deseni

Deneme tuzsuz, hafif alkalın reaksiyonda, organik madde ve fosforu düşük, kireç ve potasyum kapsamı fazla olan killi tınlı bünyeli toprak ile tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak sera koşullarında kurulmuştur. Denemedeki saksılara 2500g toprak konulmuş ve her saksıya 6 adet tohum ekilmiştir. Tohumlar çimlendikten sonra her bir saksıda 3 adet tohum kalacak şekilde

seyreltilmiştir. YAM uygulamaları 0, 180, 360, 540 ve 720 mg kg<sup>-1</sup> seviyelerinde bir defada soya ekiminden hemen sonra yapılmıştır. Topraklara azotlu gübre olarak amonyum nitrat (% 26 N) kaynaklı 180 mg N kg<sup>-1</sup> olacak şekilde azot ve fosforlu gübre olarak triple süperfosfat (% 42–44 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) kaynaklı 100 mg P kg<sup>-1</sup> olacak şekilde fosforlu gübre uygulanmıştır. Bitkilerin gelişimi takip edilmiş ve ekilişten 50 gün sonra bitkiler toprak hizasından paslanmaz çelikten yapılmış makasla hasat edilerek, laboratuvarda yıkanmış, 65 °C'de hava sirkülasyonlu fırında kurutulmuş ve bitki kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

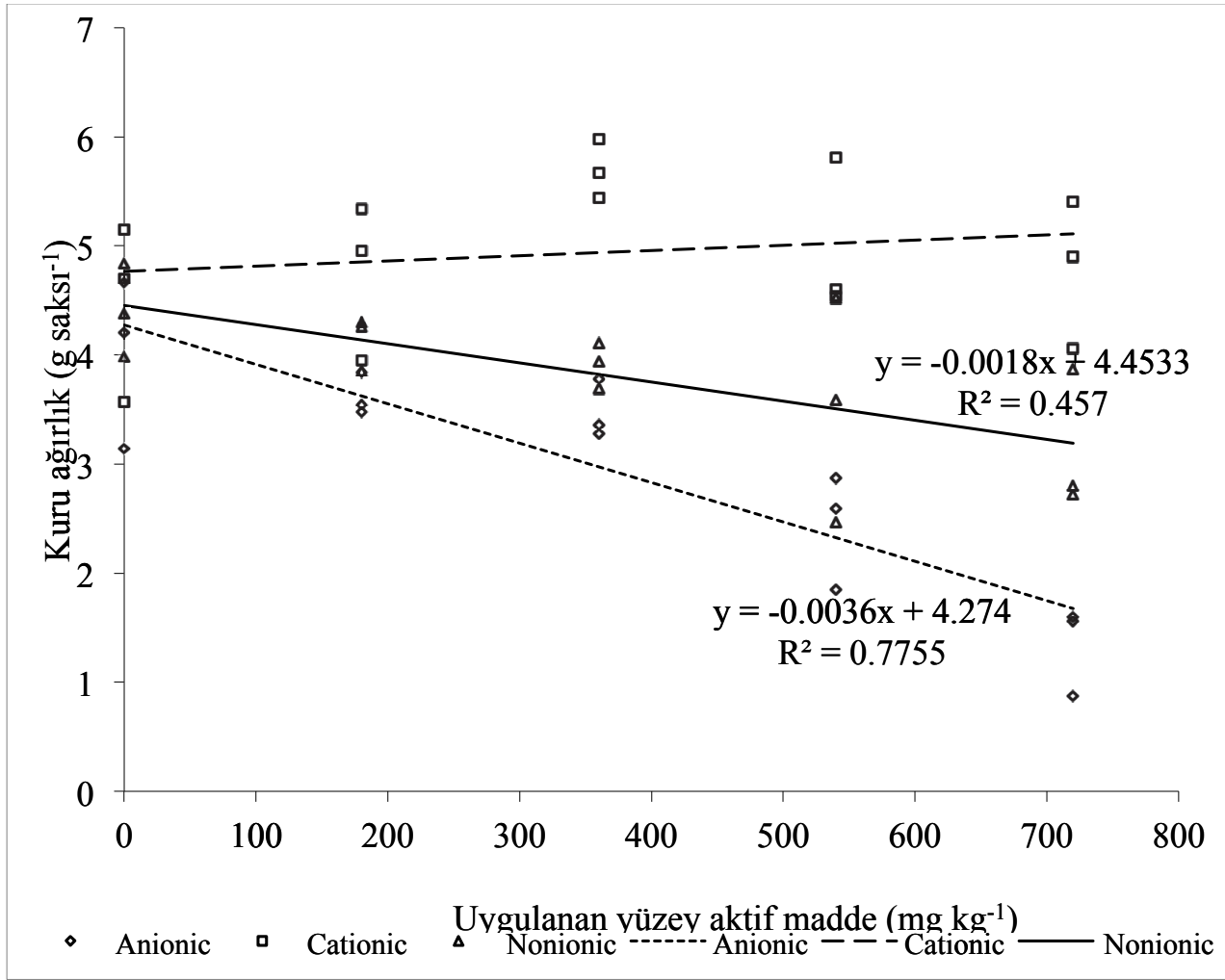
### BULGULAR VE TARTIŞMA

Killi tınlı toprakta yetiştirilen soyaya artan düzeylerde uygulanan anyonik YAM bitki kuru ağırlığında azalmaya neden olmuştur. Kontrol konusunda ortalama bitki kuru ağırlığı 4,00 g saksı<sup>-1</sup> elde edilirken, uygulama dozu arttıkça bitki kuru ağırlık miktarı azalmıştır. En yüksek dozda (720 mg kg<sup>-1</sup>) bitki kuru ağırlığı ortalama 1,34 g saksı<sup>-1</sup> seviyesine düşmüştür. Katyonik YAM uygulamalarında ise önce artış göstermiş daha sonra düşmeye ve artmaya başlayarak dalgalanma oluşmuştur. İyonik olmayan YAM uygulamalarında bitki kuru ağırlık miktarlarında ilk dozdan başlayarak değerlerde azalma olmuştur. Kontrol konusunda 4,40 g saksı<sup>-1</sup> olan bitki kuru ağırlık değeri en yüksek uygulamada 3,13 g saksı<sup>-1</sup> seviyesine kadar düşmüştür (Çizelge 2). Toprağa artan düzeylerde uygulanan anyonik ve iyonik olmayan YAM soya bitkisinin kuru ağırlıklarında önemli düzeyde azalma meydana getirmiştir. Uygulamalar ve kuru ağırlık arasındaki ilişkilerin denklemi anyonik ve iyonik olmayan sırası ile  $y = -0,0036x + 4,274$ ,  $R^2 = \% 78$ ,  $y = -0,0018x + 4,4533$ ,  $R^2 = \% 46$  olarak bulunmuştur. Uygulanan anyonik ve iyonik olmayan YAM dozları arttıkça bitki kuru ağırlıkları azalmış ve korelasyon katsayısı soyada anyonik ve iyonik olmayan YAM sırası ile  $r = -0,881$ ,  $p < 0,01$ ,  $r = -0,676$ ,  $p < 0,01$  olmuştur. Katyonik YAM uygulamalarının soyanın kuru ağırlık değerlerindeki etkisi önemli bulunmamıştır (Şekil 2, Çizelge 2).

### Çizelge 1. Toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

**Table 1.** Some physical and chemical properties of used soil

Mevki	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tarla Kapasitesi (%)	Erime Noktası (%)	Toplam Tuz (%)	Kireç CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Mad. (%)	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg da <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg da <sup>-1</sup> )
Incek	33.3	29.9	36.8	32.7	16.9	0.08	20.3	2.1	7.8	2.7	84.6



**Şekil 1.** Artan düzeylerde yüzey aktif madde ile bitki kuru ağırlığı arasındaki ilişki.

**Figure 1.** The relation between dry weight of soybean and increasing levels of surfactants

Gerçekleştirilen çalışma sonucunda soyanın bitki kuru ağırlığının anyonik ve iyonik olmayan YAM'ler tarafından kısıtlandığı ve azaldığı, soyanın LABSA ve Dehydol LS7F bileşiklerine hassasiyet gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu bileşiklerin köklerin yapısını bozmak sureti ile bitki gelişimini olumsuz etkilediği görülmüştür.

Geçmiş çalışmalarda da spray pestisitlerde katkı maddesi olan YAM'lerin besin solüsyonundaki sorgum köklerine uygulanması ile uygulamadan birkaç saat sonra köklerin membran bütünlüğünün kaybı nedeni ile iyonların ve amino asitlerin köklerden solüsyona hareket ettiği, 2-3 gün sonra bitkilerin solduğu ve yüksek YAM uygulamalarında bitkilerin öldüğü belirtilerek, İsrail'de sulama suyu olarak kullanılan kanalizasyon çıktılarında karışan deterjanların da aynı etkiyen dolayı önemli olduğu (Horowitz ve Givelberg, 1979), katyonik YAM'lerin bitkilere toksik olduğu için herbisitlerde

kullanılmadığı, anyonik ve iyonik olmayan YAM'lerin bitki ve hayvanlara düşük zararlı olması nedeniyle herbisitlerde kullanıldığı (Jordan vd., 2011), kullanılan dozun çok önemli olduğu, pestisitlere ilave edilmesi gereken adjuvantların uygun olmayanları veya yüksek dozlarda kullanılmaları da bitkilerin zarar görmesine neden olduğu (Czarnota ve Thomas, 2013) açıklanmıştır.

Sera koşullarında iyonik olmayan YAM'nin yulaf, yonca ve bezelyeye 1000 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinde uygulanmasının bitkilerin gelişiminde gerilemeye neden olduğu (Luzzatti, 1981), anyonik YAM'lerin hidrofobik sistemde bitki gelişimini etkilediği (Baird ve Zublena, 1997), kökleri incelttiği, cuticleyi kalınlaştırdığı, paFrenkima hücrelerini ve hücre duvarlarını çatlattığı, endodermisi kalınlaştırdığı (Srivastava vd., 2012; Yılmaz ve Dane, 2013) bildirilmektedir.

**Çizelge 2.** Artan düzeyde yüzey aktif madde uygulanan soya kuru ağırlıkları (g saksı<sup>-1</sup>)**Table 2.** The increasing levels of some surfactants application on soybean dry weight (g pot<sup>-1</sup>)

Düzyey (mg kg <sup>-1</sup> )	Anyonik				Katyonik				İyonik Olmayan			
	1	2	3	Ort.	1	2	3	Ort.	1	2	3	Ort.
0	4.20	3.14	4.66	4.00	5.15	4.70	3.57	4.47	4.38	4.84	3.99	4.40
180	3.54	3.48	3.84	3.62	5.34	4.96	3.95	4.75	4.26	4.30	3.85	4.13
360	3.78	3.36	3.28	3.47	5.98	5.44	5.67	5.70	3.69	3.94	4.11	3.91
540	2.87	2.59	1.85	2.44	5.81	4.60	4.54	4.98	4.52	2.47	3.59	3.53
720	0.87	1.60	1.56	1.34	4.90	5.40	4.06	4.79	2.72	2.80	3.87	3.13
	r=-0,881; P<0,01				r=-0,22; P>0,05				r=-0,676; P<0,01			

**SONUÇ**

Bu çalışmada anyonik ve iyonik olmayan YAM'nin soyanın gelişimini olumsuz etkilediği saptanmıştır. Bu zararlı etkinin kök bölgesindeki YAM'lerin olumsuz etkilerinden kaynaklanabileceği ve bitkinin sağlıklı beslenmesinin engellenmiş olabileceğini düşündürebilmektedir.

Çalışma sonuçları pestisitlerde kullanılan YAM'lerin çoğunluğunu oluşturan anyonik ve iyonik olmayan YAM'lerin uygulama dozlarının ne denli önemli olduğunu da ortaya koymaktadır. Katyonik YAM uygulamalarının soyada anlamlı bir değişime neden olmadığı görülmüştür. Ekolojik dengeyi bozan faaliyetlerin kontrolü ve entegre yönetim çalışmalarının gerekliliği yadsınamaz bir gerçektir. Koruma tedbirlerini aktifleştirmek kirlenmiş doğayı iyileştirmekten daha ucuz, daha kısa ve daha sağlıklıdır. Kirlilik kaynağı materyallerin yönetimi çok ciddi araştırma gerektiren, artılarının ve eksilerinin çok iyi değerlendirilmesi gereken konulardır.

**KAYNAKLAR**

Anonymous 1 (2014). Linear alkybenzene sulfonic acid. Available: <http://www.chemicaland21.com/specialtychem/perchem/LAS.htm>.

Anonymous 2 (2014). Nonionic surfactants. Alkyl polyglycol ethers. Available: <http://www.elementspecialties.com/esweb/esweb.nsf/pages/surfactants-nonionicsurfactants>.

Baird JV, Zublena JP (1997). Using wetting agents (nonionic surfactants) on soil. North Carolina Cooperative Extension Service. AG-39-25. May 1993. (TWK/MOC). Available: [http://www.soil.ncsu.edu/publications/Soilfacts/AG-439-25/#Deciding\\_When\\_to\\_Use\\_a\\_Wetting\\_Agent](http://www.soil.ncsu.edu/publications/Soilfacts/AG-439-25/#Deciding_When_to_Use_a_Wetting_Agent).

BMBÇS. Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi. 1992. Kanun No: 4177. Kanun Tarihi: 28/08/1996. Resmi Gazete Tarih: 03/09/1996. Sayı: 22746. Esas No:1/289.

Bouyoucus GJ (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analyses of soils. *Agronomy Journal*. 43:434-438.

Cross J, Singer EJ (1994). Cationic Surfactants: Analytical and Biological Evaluation. ISBN 0-8247-9177-0 (acid-free). Surfactants science series 53. 32. Copyright by Marcel Dekker. Inc. 270 madison Avenue. New York, 10016.USA.

Cserhati TE, Forgacs E, Oros G (2002). Biological activity and environmental impact of anionic surfactants. *Environ Int*. 28(5):337-48.

Czarnota M, Thomas PA (2013). Using surfactants, wetting agents and adjuvants in the greenhouse. B1319. Available: [http://www.caes.uga.edu/publications/pubDetail.cfm?pk\\_id=7678](http://www.caes.uga.edu/publications/pubDetail.cfm?pk_id=7678).

Feigenbaum H, Bischoff D (2009). The use of cationizing reagents in the preparation of conditioning polymers for hair and skin care. SKW OUAB Chemicals, Incorporated Park 80 West, Plaza 2, Suite 330 Saddle Brook, New Jersey 07663. Available: [http://www.quab.com/files/Personal\\_Care\\_Article.pdf](http://www.quab.com/files/Personal_Care_Article.pdf),

Horowitz M, Givelberg A (1979). Toxic effects of surfactants applied to plant roots. *Pest Management Science*. 10(6):547-557.

Idziak R, Woznica Z (2013). Effect of nitrogen fertilizers and oil adjuvants on nicosulfuron efficacy. *Turkish Journal of Field Crops*. 18(2):174-178.

Jackson ML (1962). *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall Inc. Englewood, Cliffs. NY.

Jordan TB, Johnson, Nice G (2011). Adjuvants Used With Herbicides: Factors to Consider. *Purdue Extension Weed Science*. Available: <https://ag.purdue.edu/btny/weedscience/Documents/Adjuvants>.

- Luzzati A (1981). The effect of detergents on some plants species. II. Laboratory and field tests on oats (*Avena sativa*), red clover (*Trifolium pretense*), alfalfa (*Medicago sativa*) and peas organic compounds in soils. Ann Arbor Science. Publishers Inc. The Butterworth Group. 379-388.
- Martin AE, Reeve R (1955). A rapid manometric method for determining soil carbonate. Soil Sci. 79:187-197.
- Matthew JS, Jones MN (2000). The biodegradation of surfactants in the environment. *Biochimica et Biophysica Acta-Biomembranes*. 1508(1-2):235-251.
- McFarland ML, Stichler C, Lemon RG (2005). Non-traditional soil additives: Can they improve crop production? Forages. Texas A&M University System AgriLife Extension College Station. TX: Texas – Agrilife – Extension - Service. Available: [http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87827/pdf\\_934.pdf?sequence=1](http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87827/pdf_934.pdf?sequence=1).
- Olsen SR, Cole V, Watanable FS, Dean LA (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U. S. Dept. of Agr. Cir. 939. Washington. D.C.
- Parr JF, Norman AG (2014). Effects of nonionic surfactants on root growth and cation uptake. Available: <http://www.plantphysiol.org/content/39/3/502.full.pdf>.
- Renshaw CE, Zynda GD, Fountain JC (1997). Permeability reductions induced by sorption of surfactants. *Water Resources Research* 33:371–378.
- Richards LA (1954). Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils. U. S. Dep. Agr. Handbook 60.
- Salager JL (2002). Surfactants - Types and Uses. Venezuela: Laboratorio FIRP Escuela de Ingenieria Quimica.
- Shimi P (2000). Use of flamer as a herbicide replacement in potato fields. *Turkish Journal of Field Crops*. 5:41–41.
- Srivastava MM, Khemani LD, Srivastava S (2012). Chemistry of Phytopotentials: Healty, Energy and Environmental Perspectives. In: Effect of Anionic and Non-ionic Surfactants in Soil-Plant System Under Pot Culture, ed. Mohammad, A. and A. Moheman, 261-264, Springer-Verlag, Berlin. Heidelberg.
- Spurrier EC, Jackobs JA (1955). Some Effects of an Anionic Sodium Sulfonate Type Surfactant upon Plant Growth. Contribution from the Department of Agronomy. Illinois Agr. Exp. Sta., Urbana.
- U.S. Salinity Laboratory Staff. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agri. Handbook. No:60, USDA.
- Walkley A, Black IA (1934). An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci*. 37:29–37.
- Yang X (2008). Effects of a Nonionic Surfactant on Plant Growth and Physiology. Graduate Faculty of Auburn University Degree of Doctor of Philosophy Auburn, Alabama.
- Yılmaz G, Dane F (2013). Phytotoxic effects of herbicide attribut and surfactant biopower on the root, stem, and leaf anatomy of *Triticum aestivum* 'Pehlivan'. *Turkish Journal of Botany*. 37:886–893.