

DOI: 10.7596/taksad.v1i4

## Sahra Tozunun Elemental Yapısının Bitkilerin Büyümesi Üzerindeki Göreceli Etkisinin İncelenmesi\*

Ayşe Nihal YÜCEKUTLU

### Özet

Atmosferik taşınım sürecinde, kuzey Afrika orijinli Sahra çöl tozları mineral aerosol'ün en önemli kaynağıdır. Bu çalışmada, Sahra'dan getirilen çöl toprak örneklerinin bulut içerisindeki davranışlarının kısmen taklit edildiği laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Alıcı ortam olarak çimlendirme kaplarında yetiştirilen ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) ve makarnalık buğday (*Triticum durum* L.)'ın bazı çeşitlerine, Sahra çöl toprak örneğinin etkileri incelenmiştir. Dört farklı besin ortamı olarak; Hewitt besin çözeltisi, ışıklandırılmış ve karanlıkta bırakılmış Sahra çöl toprağı çözeltisi ve deiyonize su kullanılmıştır. Fide uzunluğu (cm.fide<sup>-1</sup>) ve fotosentetik pigmentler [klorofil *a*, klorofil *b*, klorofil (*a+b*) ve karotenoidler (*c+x*), mg ml<sup>-1</sup> g Taze Ağırlık<sup>-1</sup>] belirlenmiştir. Bitkiler kontrollü iklim odasında yetiştirilmiştir ve sonuçlar istatistiksel yöntemlerle belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları göstermektedir ki, ışıklandırılmış Sahra çöl toprağı çözeltisi uygulamasının fide uzunluğu ve fotosentetik pigmentler üzerine olan etkileri, Hewitt besin çözeltisi uygulaması ile karşılaştırılabilir sonuçlar vermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sahra çöl (mineral) tozu, hava kalitesi, bitki gelişimi, klorofil ve karotenoidler, fide uzunluğu.

\* Bu makale Karabük Üniversitesi tarafından düzenlenmiş olan "Tüketim Toplumu ve Çevre" konulu Ulusal Sempozyumda sunulan tebliğ geliştirilmiş şeklidir.

# Investigation of the Relative Effect of Saharan Dust Elemental Structure on Plants' Growth

## Abstract

In the process of atmospheric convection, Saharan Desert dust, originated from North Africa, is the most significant source of mineral aerosol. In this research, behaviors of the desert soil samples, brought from Saharan, inside the cloud were practiced under laboratory conditions they were partly simulated and the effects of certain types of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) and durum wheat (*Triticum durum* L.) grown inside germination tanks as receiving environment were analyzed. As a four different nutrient media, Hewitt nutrient solution, irradiated and non-irradiated Saharan desert soil solutions and deionized water have been utilized. Seedling length (cm.seedling<sup>-1</sup>) and photosynthetic pigments [chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, total chlorophyll (*a* + *b*) and carotenoids (*c*+*x*), mg ml<sup>-1</sup> g Fresh Weight<sup>-1</sup>] have been determined. Plants were grown in controlled climate chamber, and the results were analyzed statistically. The results of this study indicate that, wheat cultivars fed by irradiated Saharan soil solution application length and its effects on photosynthetic pigments gave comparable results to Hewitt nutrient solution.

**Keywords:** Saharan desert (mineral) dust, air quality, plant growth, chlorophyll and carotenoids, seedling length.

## 1. GİRİŞ

Kuzey Afrika orijinli Sahra tozunu içeren aerosol ve yağmurun bileşimindeki element ve iyonlar çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Ganor ve Foner, 1996; Mace vd., 2003). Küçük kırsal Akdeniz havzası (70 km<sup>2</sup>) üzerinde yağmur suyu kimyası atmosferik girdi miktarı açısından iki yıllık (Kasım 2003 - Ekim 2005) dönemde izlenmiştir. Örnekler Akdeniz Vene kıyı havzasında, küçük bir istasyonda toplanmıştır. Önemli bazı iyonların içeriği (HCO<sub>3</sub>, Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Ca, Mg, Na, and K) IC tarafından belirlenmiştir, besin içeriği (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> and NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ve iz element içerikleri (Al, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Co, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Rb, Sr, U, V ve Zn) ICP-MS ile belirlenmiştir.

Kuzey Afrika bölgesinden kalkan ve kuzey-batı İspanya' ya kadar taşınan Sahra tozunu içeren yağmur kompozisyonunun da ortalama % 5.7 Ca, % 2.0 K, % 1.69 Mg, % 0.41 Na, % 0.00626 P ve % 0.0051 S gibi makrobesin maddelerinin ve 142 ppm Zn, 540 ppm Mn, 39.3 ppm Cu ve 3.40 ppm Fe gibi mikrobesin maddelerinin bulunduğu belirlenmiştir (Avila vd., 1998). Karayipler bölgesinde bulunan Barbados adasından toplanan Sahra tozu (mineral aerosol) içerisinde Fe<sup>2+</sup> konsantrasyonunun, gün boyunca değiştiği ve geceye göre iki kat

arttığı ve bunun atmosferik su ve aerosol' deki  $Fe^{3+}$  ün  $Fe^{2+}$  ye foto redüksiyon' un önemli bir sonucu olduğu bildirilmiştir (Zuo ve Hoigne, 1992). Ortalamada, çöl tozları (aerosol) % 3 demir içerir (Duce ve Tindale, 1991), özellikle  $Fe^{+3}$  'ü alüminosilikat yapısındadır. Bu form demir (Fe) yüksek pH'da çözünmez, örneğin deniz suyunda olduğu gibi (Zhu vd., 1992). Buna rağmen, okyanus üzerindeki aerosol içerisinde demir çözünürlüğünün çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Zhu vd., 1992, 1997). Demir alınabilirliğinin artmasında, mineral aerosollerin geçirdikleri atmosferik sürecin önemli olduğu bildirilmiştir. Az çözünebilir  $Fe^{+3}$  'ün daha çözünebilir  $Fe^{+2}$  yapısına indirgenmesindeki fotokimyasal sürece odaklanmış muhtelif deneysel çalışmalar yapılmıştır (Zuo ve Hoigne, 1992; Zuo, 1995; Saydam ve Şenyuva, 2002).  $Fe^{+2}$  konsantrasyonu'nun kararlılığı çözeltinin pH'sına ve alınabilir solar radyasyona doğrudan bağlıdır (Zuo ve Hoigne, 1992).

Küresel ölçekte, atmosferik demir ve azot girdisi kimyasal ve biyolojik dinamikleri açık okyanus ekosistemler üzerinde önemli bir rol oynadığı hipotezi öne sürülmüştür. Özellikle, demir (Fe) deniz fitoplanktonları için gerekli bir besindir (Duce, 1986). Denizlerde meydana gelen fitoplankton patlamaları özellikle bu minerallerin taşınımından sonra görülmektedir. Kuzey Afrika kökenli tozlar, Amazon havzası için potansiyel besinlerin önemli bir kaynağıdır (Swap vd., 1992). 2006 yapılan çalışmalar göstermiştir ki, Amazon yağmur ormanları gübreleme için gerekli mineral ve besinlerin yarısından fazlası bu taşınım sırasında sağlanmaktadır (Koren vd., 2006). Toprak flora ve faunası, doğal ekosistemin sürdürülebilmesi için makro ve mikro besinler kadar gereklidir. Bitkilerin yaprakları ile bazı maddeleri gaz, molekül ve iyon halinde aldıkları bilinmektedir Şekil 1. (Taiz ve Zeiger, 2008).



**Şekil 1.** 6. Kat, pencere kenarında yetişen papatyanın ön-yan'dan görünüşü.

Demir (Fe) elementi ise fotosentez işleminden sorumlu olan, klorofil pigmentinin sentezi için gereklidir. Demirin hayat için önemi Smith (1984) tarafından belirtilmiştir. Normal halde +3 oksidasyon değerinde bulunan demirin sadece +2 değerliğinde kullanılabilirdiği ve bunu bitkilerin hangi şartlarda nasıl sağladığı bu temel eserde belirtilmiştir ( Lindsay ve Schwab, 1982).

Tunus'un kuzey Sahra bölgesi topraklarından hazırlanan çözeltideki demirin ( $Fe^{+3}/Fe^{+2}$ ) yapay fotokimyasal redüksiyon mekanizması ile biyolojik alınabilirliğinin artırılabilirdiği Saydam ve Şenyuva (2002) tarafından ileri sürülmüştür. Bu görüş esas alınarak, kuzey Sahra çöl toprağından alınan homojen toprak örneklerinden hazırlanan çözeltiye 3 saat ışık ve karanlık uygulanmıştır.

Sahra çöl topraklarından besin çözeltisi elde edilmesi ve Hewitt besin çözeltisi (Hewitt, 1966)'ne alternatif olarak kullanılması ile kültür bitkileri üzerine olan besinsel etkisi ilk kez bu çalışmada ortaya konmuştur (Yücekutlu 2004, Yücekutlu vd., 2011). Özellikle biyolojik olarak kullanıma hazır (çözünmüş) eser element içeriklerinin yüksek oluşu nedeni ile Sahra çöl tozunun biyojeokimyasal süreçler vasıtası ile biyolojik sistemlere ve birincil üretime olan potansiyel katkısı buğday (*Triticum sp. L.*) (Yücekutlu vd., 2011) ve pamuk (*Gossypium hirsutum L.*) bitkileri üzerinde (Yücekutlu ve Saydam, 2010) çalışılmıştır. Sahra çöl tozu taşınımının, izleme (monitoring) teknikleri Yücekutlu (2012) (Yücekutlu ve Yücekutlu, 2009, 2010) tarafından araştırılmıştır. Ülkemizi Güney Batı'dan-Doğu'ya, Güneyden-Kuzey'e kadar kat eden Sahra çöl tozlarının tarım-ekonomisine yapacağı katkı, eko-sistemlere besin tuzu sağlayan potansiyel bir kaynak olarak değerlendirilmelidir. Bu araştırma kapsamında Sahra çöl tozlarının yapısında bulunan kullanılabilir besi maddesi miktarına bağlı olarak, bitkilerin gelişimini gösteren fide uzaması ile klorofil ve karotenoid miktarındaki artış elde edilen sonuçlara dayanılarak çizilen grafiklerde gösterilmiştir.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan tohumlar Ankara ve Adana Zirai Araştırma Enstitüsünden 2003 yılında temin edilmiştir. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*)'ın kışlık Bezostaya-1 ve yazlık Çukurova-86 çeşitleri ile makarnalık buğday (*Triticum durum L.*)'ın kışlık Kızıltan-91 ve yazlık Harran-95 ve Diyarbakır-81 çeşitleri deneme materyali olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan kimyasallar, Sigma ve Merck firmalarının ürünüdür. Tüm çözeltilerin hazırlanmasında deiyonize su kullanılmıştır. Sahra çöl toprağının fiziksel, kimyasal ve mineral analizleri (Yücekutlu vd., 2011) yapılmıştır. Buğday çeşitlerine ait tohumlar yaklaşık aynı boyutlarda özenle denemeye yetecek miktarda seçilmiştir.

## 2.1. Buğday Tohumlarını Sterilizasyonu ve Ekimi

Buğday çeşitlerine ait tohumlar yaklaşık aynı boyutlarda özenle denemeye yetecek miktarda seçilmiş ve 30 sn % 50' lik etanol' de, sonra da %2' lik HgCl<sub>2</sub> ile 0.01 M HCl içeren çözeltide bekletilmiş ve daha sonra steril deiyonize su ile 3 kez yıkanmıştır (Roberts, 1988). Steril edilen buğday daneleri, tür adları yazılı etiketlerle etiketlenen erlenlere konularak üzerlerini örtecek şekilde ilgili çözelti ilave edilerek 8 saat şişmeye bırakılmıştır.

Çimlendirme kapları olarak, 20x13x4 cm boyutlarında, kapağında 1 mm çapında 14 tane hava giriş ve çıkışına uygun delikler bulunan birbirine geçme plastik kaplar kullanılmıştır. Bu kapların içerisine ilgili çözeltileri ile ıslatılmış filtre kâğıtları yerleştirilmiş ve şişmiş olan 50 adet buğday tohumu filtre kâğıtları üzerine embriyoları degecek şekilde yerleştirilmiş ve kapakları kapatılmıştır. Çimlenmeden sonraki gün (10. gün)'de çimlendirme kaplarının kapları açılmış ve kapların içerisi perlit ile doldurulmuştur.

## 2.2. Araştırmada Kullanılan Büyüme Ortamları

Hewitt Besin Çözeltisi (HBC), Hewitt reçetesi (Hewitt, 1966) kullanılarak hazırlanmıştır. Sahra Çöl Toprağı Çözeltisi (SÇTÇ), gözenek çapı 850 µm olan elekten geçirilmiş 200 g Sahra çöl toprağı 2 litrelik mezüre konulmuş ve deiyonize su ile tamamlanmıştır. Sahra Çöl Toprağı Çözeltisi 3 saat gün ışığı ve ilave 500 watt' lik halojen ışık kaynağının müşterek etkisi altında bırakılarak Işıklandırılmış Sahra Çöl Toprağı Çözeltisi (ISÇTÇ), veya Sahra Çöl Toprağı Çözeltisi 3 saat karanlıkta bırakılarak, Karanlıkta bırakılmış Sahra Çöl Toprağı Çözeltisi (KSÇTÇ) elde edilmiştir.

## 2.3. Deneysel Koşullar

Deneme kontrollü iklim odasında gece/gündüz sıcaklığı 20/25 °C ve 16 saat ışık/8 saat karanlık gün koşullarında gerçekleştirilmiştir. Aydınlatma tavandan floresan lamba ile sağlanmıştır. Fide'nin yaprak yüzeyi yaklaşık 200 µmol m<sup>-2</sup> sn<sup>-1</sup> ışık yoğunluğunda ve % 45 nem oranında bırakılmıştır.

## 2.4. Bitki Büyütme ve Örnek Alma Yöntemi

Deneme süresince (30 gün) bitkilerin gelişimi izlenmiş ve perlitlerin nem oranı kontrol edilerek genellikle gün aşırı fide yapraklarına ilgili besin çözeltileri veya deiyonize su özel bir enjektör (iğne çapı: 0.5mm) ile püskürtülerek ince damlalar pülverize şeklinde uygulanmıştır. Deneme, 5 çeşit x 4 uygulama x 3 tekrar olarak rastgele deneme deseninde gerçekleştirilmiştir. Denemede, çeşitlere ait fide uzunluğu (cm/fide) için 10. ve 30. günde, pigment analizleri (mg ml<sup>-1</sup> g Taze Ağırlık<sup>-1</sup>) için ise yalnızca 30. günde örnek alınmıştır.

Pigment analizleri için bitkiler, 3. yaprak evresinde, 2. yaprağın orta kısmından alınan 1 cm' lik taze yaprak segmentinin taze ağırlığı belirlendikten sonra, 0,5 ml %100' lük asetonla özütlenmiş, daha sonra üzerine 0,5 ml aseton daha ilave edilerek hazırlanmıştır. Bu örnekler, pigmentlerin yaprak dokusundan çözeltilmeye geçmesi için 1 hafta buzdolabında (+4 °C), karanlıkta bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda, özütlerin absorpsiyonları 470, 644.8 ve 661.6 nm' de, UV spektrofotometrede (Jen Wat 6105 UV/Vis.) okunmuştur. Klorofillerin ( $kl_a$ ,  $kl_b$  ve  $kl_{a+b}$ ) ve karotenoidlerin [ksantofil+ $\beta$ -karoten ( $x+c$ )] miktarları ( $mg\ ml^{-1}\ g\ Taze\ Ağırlık^{-1}$ ) Lichtenthaler (1987)'a göre 1, 2, 3 ve 4 eşitlikleri ile belirlenmiştir.

$$kl_a=(11.24 \times A_{661.6})-(2.04 \times A_{644.8}) \quad (1)$$

$$kl_b=(20.13 \times A_{644.8})-(4.19 \times A_{661.6}) \quad (2)$$

$$kl_{a+b}=(7.05 \times A_{661.6})-(18.09 \times A_{644.8}) \quad (3)$$

$$(x+c)=[(1000 \times A_{470})-(1.9 \times Chl_a)-(63.14 \times Chl_b)]/214 \quad (4)$$

Bütün verilere ait varyans analizleri IBM uyumlu bilgisayarda SPSS (version 12) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında varyans analizi sonuçlarına göre anlamlı önemli farklar (AÖF)  $P \leq \%5$  önem düzeyinde her bir değişken için  $S_x \cdot \sqrt{2} \cdot t_{0.05}$  formülüne göre hesaplanmış ve böylece ortalamalar arası farkların önem kontrolü yapılmıştır (Baskan,1993).

## 2.5. Sahra Çöl Toprağının Mineral Analizi

Çapı 850  $\mu m$ ' lik elekten geçirilmiş Sahra çöl toprağının mineral analizi X-Işını Difraktometresi (XRD) tekniği ve Rigaku Dmax-2200 cihazı kullanılarak yapılmıştır (Whitting and Allardice, 1986; Sara, 1997). XRD kayıtlarının tümü bilgisayarlı otomatik Rigaku kayıt cihazı ile elde edilmiştir.

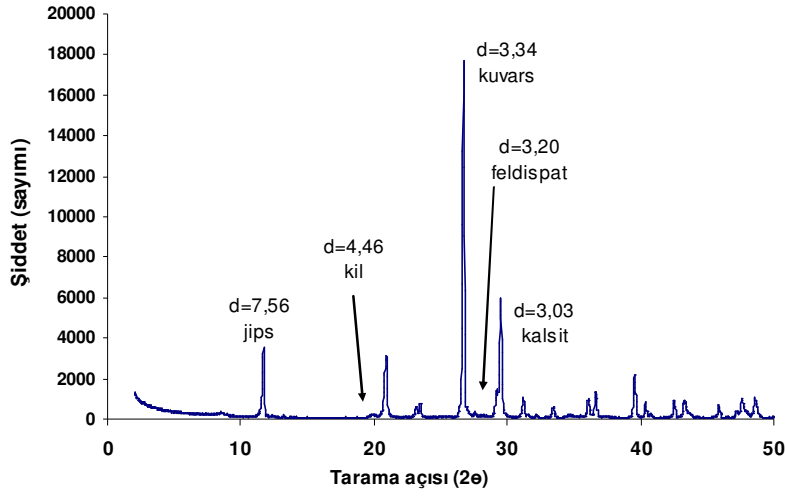
## 2.6. Sahra Çöl Toprağının Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Elekten geçirilmemiş, homojen Sahra çöl toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri Toprak Laboratuvarında (Toprak ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, Rapor Kayıt No: 28.11.2008 - 4440/152) yapılmıştır. Analizler, Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı El Kitabındaki metotlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Tüzüner, 1990). Analiz sonuçlarının çok az, az, orta, yeterli, fazla ve çok fazla şeklindeki sınıflandırmasında mikro elementler için Lindsay ve Novell (1978) ve diğer analizler için Tüzüner (1990) referans olarak kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

#### 3.1. Sahra Çöl Toprağının Mineral Analizleri

Minerallere ait pik boyutlarından, mineralojik içeriği % 23 jips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), % 4 kil (muhtelif alüminyum silikat grupları; K, Na, Ca ve Al silikatlar), % 55 kuvars ( $\text{SiO}_2$ ), % 1 feldispat (K, Na, Ca ve Al silikatlar) ve % 17 kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) olarak hesaplanmıştır (Şekil 2). Sahra çöl toprağının mineralojik içeriğinde kuvars ve jips oranlarının diğer minerallere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. X-Işını Difraktometre yöntemi ile Sahra çöl toprağının mineral analizi (d=kristallerin kırınım yüzey indisleri).

#### 3.2. Sahra Çöl Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Sahra çöl toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri Çizelge 1'de verilmiştir. Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları, ilgili referans değerleri ile karşılaştırılarak çöl toprağının özellikleri belirlenmiştir. Sahra çöl toprağı; tınlı kum bünyede, hafif alkali, tuzsuz, orta derecede kireçli, organik madde miktarı çok az dolayısıyla toplam azot'ca fakir, fosfor'u az, K, Fe, Cu, Zn ve Mn'nin yeterli olduğu analiz sonuçlarına göre saptanmıştır.

**Çizelge 1.** Sahra toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri\*

<b>FİZİKSEL ANALİZLER</b>		<b>Analiz sonuçları</b>	
Bünyesi		Tınlı kum	
Su ile doymuşluk (%)		31	
Elektrik Kondaktivitesi (EC, dS/m)		1.69	
<b>KİMYASAL ANALİZLER</b>		<b>Referans değerler**</b>	
Su ile doymuş toprakta pH		7.82 (Hafif alkali)	<b>6.5-7.5</b>
Toplam Tuz (%)		0.034 (Tuzsuz)	<b>0.35-0.65</b>
Kireç (CaCO <sub>3</sub> ) (%)		13.16 (Orta)	<b>5 - 15</b>
Organik Madde (%)		0.28 (Çok az)	<b>3 - 4</b>
Toplam Azot (%)		0.01	
Organik Karbon (%)		0.16	
Toplam Hümik Asit		5.98	
<b>Yarayışlı bazı makro elementler (ppm)</b>			
Fosfor		7.73 (Az)	<b>15.72</b>
Potasyum		200.23 (Yeterli)	<b>99.58</b>
<b>Yarayışlı bazı mikro elementler (ppm)</b>			
Fe (DTPA)		6.64 (Yeterli)	<b>&gt;4.5</b>
Cu (DTPA)		1.22 (Yeterli)	<b>&gt;0.2</b>
Zn (DTPA)		0.82 (Yeterli)	<b>0.5-2.4</b>
Mn (DTPA)		18.48 (Yeterli)	<b>14-50</b>

\*Toprak ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.

\*\*Tüzüner,1990 ve Lindsay vd., 1978.

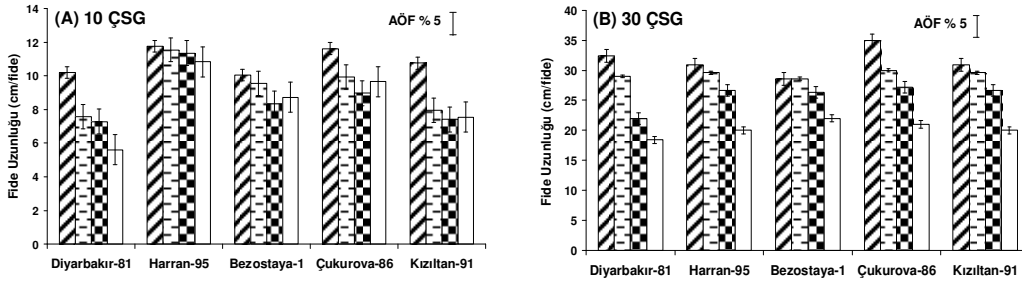
### **3.3. Farklı Büyüme Ortamlarında Yetiştirilen Buğday Çeşitlerinde Fide Uzunluğu**

Çimlenmeden sonra 10. ve 30. günde büyüme ortamlarının etkileri buğday çeşitlerinin fide uzunlukları ölçülerek karşılaştırılmıştır (Şekil 3A ve B). 10. günde fide uzunlukları tüm çeşitlerde, deiyonize su uygulamasına göre sırasıyla KSÇTÇ, ISÇTÇ ve HBÇ şeklinde arttığı ve bu artışın 30. günde tüm çeşitlerde önemli olduğu belirlenmiştir.

10. günde, HBÇ ve ISÇTÇ uygulamaları karşılaştırıldığında, Diyarbakır-81 ve Kızıltan-91 hariç diğer çeşitlerin fide uzunlukları arasında önemli derecede bir fark saptanmamıştır.

30. günde, HBÇ ve ISÇTÇ uygulamaları karşılaştırıldığında ise Çukurova-86 hariç diğer tüm çeşitler arasında önemli derecede bir fark belirlenmemiştir.





### G e n o t i p l e r

**Şekil 3.** Farklı besin ortamlarının [Hewitt Besin Çözeltisi (HBÇ, ▨), Işıklandırılmış Sahra Toprak Çözeltisi (ISÇTÇ, ▩), Karanlıkta bırakılmış Sahra Toprak Çözeltisi (KSÇTÇ, ▪), Deiyonize Su (DIS, □)] genotiplerin fide uzunluğu üzerine Çimlenmeden Sonraki Gün (ÇSG)'lerde etkisi: 10. gün (A) ve 30. gün (B).

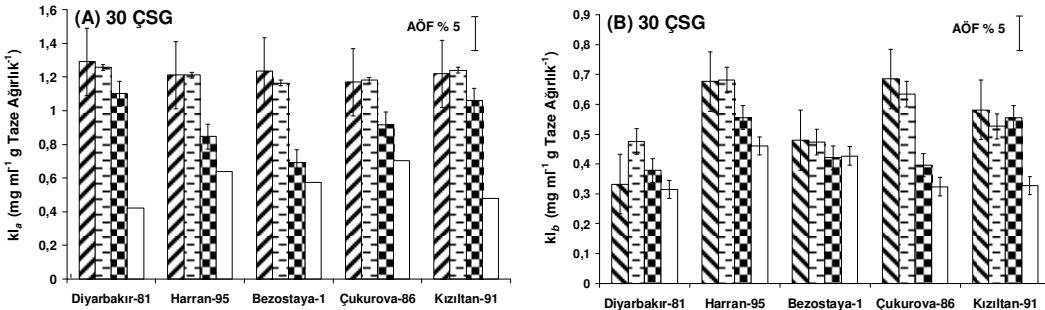
### 3.4. Farklı Büyüme Ortamlarında Yetiştirilen Buğday Çeşitlerinde Fotosentetik Pigment Miktarı

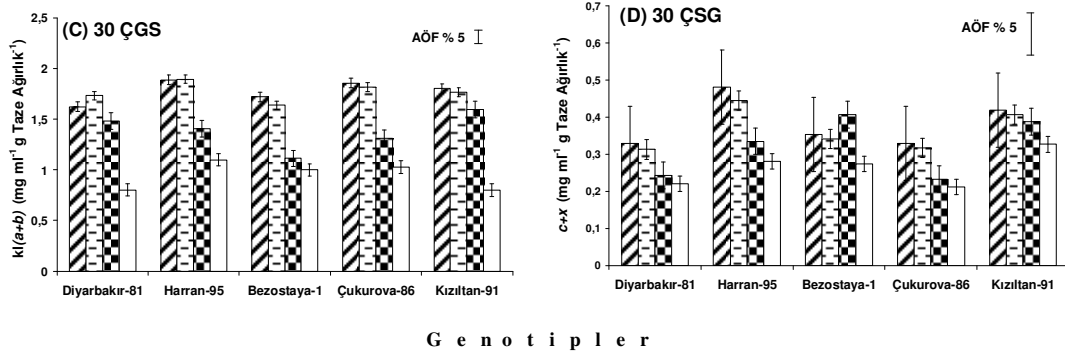
30 günde, fidelerin açılımını tamamlamış genç yaprak segmentlerinde belirlenmiştir (Şekil 4A, B, C ve D). Klorofil *a* miktarı, tüm çeşitlerde KSÇTÇ, ISÇTÇ ve HBÇ uygulamaları deiyonize su'dan önemli derecede yüksektir. Ayrıca, tüm çeşitlerde ISÇTÇ uygulaması ile HBÇ uygulaması arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Klorofil *b* miktarı, Diyarbakır-81 çeşidinde ISÇTÇ uygulamasında HBÇ'nden önemli derecede yüksektir. Diğer çeşitlerde ise ISÇTÇ uygulamasının HBÇ uygulaması arasında önemli derecede bir fark belirlenmemiştir.

Toplam klorofil (*a+b*) miktarı bakımından, tüm çeşitlerde ISÇTÇ uygulaması ile HBÇ uygulaması arasında önemli derecede bir fark saptanamamıştır. Ayrıca, deiyonize su ile karşılaştırıldığında ise KSÇTÇ, ISÇTÇ ve HBÇ uygulamalarında toplam klorofil miktarının önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir.

Karotenoidlerin (*c+x*) miktarı bakımından, ISÇTÇ ile HBÇ uygulamaları arasında önemli derecede bir fark saptanmamıştır. KSÇTÇ ile HBÇ karşılaştırıldığında karotenoidlerin miktarı Harran-95'de düşük, diğer genotiplerde bu iki uygulama arasında önemli derecede bir fark belirlenmemiştir.





**Şekil 4.** Farklı besin ortamlarının genotiplerin yaprak dokusunda klorofil a ( $kl_a$ ), klorofil b ( $kl_b$ ), toplam klorofil  $kl_{(a+b)}$  ve karotenoid ( $c+x$ )' lerin miktarı üzerine çimlenmeden sonraki 30. günde etkisi. Farklı besin ortamlarının sembolleri Şekil 3.'de verilmiştir.

Genotiplerde, Hewitt besin çözeltilisi uygulamasında belirlenen morfolojik ve biyokimyasal parametrelere ait her bir veri 100 kabul edildi. ISÇTÇ, KSÇTÇ, DIS uygulamalarında belirlenen parametrelere ait veriler Hewitt'e göre %'de belirlenmiştir. Genotiplerde, Işıklandırılmış Sahra çöl toprağı çözeltilisinde Hewitt besin çözeltilisine göre belirlenen büyüme parametreleri ve büyüme parametre aralığı değerleri % olarak Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Hewitt besin çözeltilisine göre Işıklandırılmış Sahra çöl toprağı çözeltilisi uygulamasında 30 gün büyüme sonunda buğday çeşitlerinde belirlenen büyüme parametreleri (HBC' sinde belirlenen parametrelerin % 100 olduğu kabul edilmiştir).

Büyüme Parametreleri	Büyüme Parametre Aralıkları (%)				
	97 – 143	96 – 101	96 – 99	90 – 97	85 - 96
<b>Fide uzunluğu</b>	Bezostaya-1 (100)*	Harran-95 (96)	Kızıltan-91 (96)	Diyarbakır-81 (90)	Çukurova-86 (85)
<b><math>kl_a</math></b>	Kızıltan-91 (102)	Çukurova-86 (101)	Harran-95 (99)	Diyarbakır-81 (97)	Bezostaya-1 (94)
<b><math>kl_b</math></b>	Diyarbakır-81 (143)	Harran-95 (101)	Bezostaya-1 (99)	Çukurova-86 (93)	Kızıltan-91 (96)
<b><math>kl_{(a+b)}</math></b>	Diyarbakır-81 (106)	Harran-95 (100)	Kızıltan-91 (98)	Çukurova-86 (93)	Bezostaya-1 (95)
<b>(<math>x+c</math>)</b>	Kızıltan-91 (97)	Bezostaya-1 (96)	Çukurova-86 (96)	Diyarbakır-81 (95)	Harran-95 (93)

Uygulamalar arasındaki farklar; (ISÇTÇ) – (KSÇTÇ), (ISÇTÇ) – (DIS) her bir parametre için hesaplanmıştır. Genellikle, ISÇTÇ uygulaması Hewitt besin çözeltilisine yakın, KSÇTÇ'nin ise DIS uygulamalarından daha iyi tepkiler verdiği belirlenmiştir (Yücekutlu, 2004).

#### 4. SONUÇ

Meteorolojik olaylar sonucu atmosferde rüzgârla taşınan ve dünyanın çeşitli bölgelerine dağılan Sahra tozunun yağın yağmurlarla yeryüzüne inmesiyle yapısındaki kum,

mil ve koloidal karakterdeki kil ile toprağın tekstürünü (su depolayan yapısını) ve bulundurduğu makro ve mikro besin maddeleri ile de toprağın verim gücüne katkıda bulunduğu görülmektedir (Swap vd., 1992, Ganor ve Foner, 1996; Mace vd., 2003; Luo, 2005, Koren vd., 2006).

Bu çalışma da Sahra'dan getirilen çöl toprak örneklerinin bulut içerisindeki davranışlarının laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmesi ve alıcı ortam olarak çeşitli buğday türlerine etkileri incelenmiştir. Çöl topraklarından besin çözeltisi elde edilmesi ve Hewitt besin çözeltisine alternatif olarak kullanılması ile kültür bitkileri üzerine olan besinsel etkisi ilk kez bu çalışmada ortaya konmuştur. Işıklandırılmış Sahra çöl toprağının, Hewitt besin çözeltisi kadar iyi sonuç verdiği ölçülebilir bazı büyüme parametreleri esas alınarak belirlenmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, bitki çeşit ve gelişim evreleri dikkate alınarak, optimum büyümeyi sağlayacak olan Sahra çöl toprağı / su (gr/l) oranı ve besin içeriğı belirlenebilir.

## **Kaynaklar**

Avila A. (1998). Alorcon M. and Queralt I. The chemical composition of dust transported in red rains- its contribution to the biochemical cycle of a holm oak forest in catalonia (Spain), *Atmospheri Environment* 32. No.2 179-191.

Baskan, Ş. (1993). *Uygulamalı İstatistik, Ege Üniversitesi Yayınları*, No: 150- 495 s.

Duce, R. A. (1986). The impact of atmospheric nitrogen, phosphorus, and iron species on marine biological productivity, p. 497-529. In P. Buat- Menard [ed.], The role of air-sea exchange in geochemical cycling. Reidel.

Duce R. A. and Tindale N. W. (1991). Atmospheric transport of iron and its deposition in the ocean. *Limnology and Oceanography*. 36 (8), 1715-1726.

Ganor, E. and Foner, A. (1996). The mineralogical and chemical properties and the behavior of aeolian Saharan dust over Israel. In: The Impact of Desert Dust Across the Mediterranean. Eds: Guerzoni, S. and Chester, R., *Kluwer Academic Publishers, Netherlands*. pp: 163-172.

Hewitt, E. J. (1966). Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition, *Technical Communication*. No. 22 (Revised 2nd edition) Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops.

Koren, I., Kaufman, Y., Washington, R., Todd, M. C., Rudich, Y., Martins, J. V., and Rosenfeld, D. (2006). The Bod'el'e depression: a single spot in the Sahara that provides most of the mineral dust to the Amazon forest, *Environ. Res. Lett.*, 1, 014005.

- Lindsay W. L., and Novell W. A. (1978). Development of a DTPA (diethylenetriaminepentaaceticacid) soil test for zinc, iron, manganese, and copper, *Soil Science Society of America Journal*. 42: 421-428.
- Lindsay W. L., Schwab A. P. (1982). The chemistry of iron in soils and its availability to plants *Journal of Plant Nutrition*, 1532-4087, Volume 5, Issue 4, Pages 821 – 840.
- Luo, C., N. M. Mahowald, N. Meskhidze, Y. Chen, R. L. Siefert, A. R. Baker, and Johansen A. M. (2005). Estimation of iron solubility from observations and a global aerosol model. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 110, D23307.
- Mace, K. A., Kubilay, N and Duce, R. A. (2003). Organic nitrogen in rain and aerosol in the eastern Mediterranean atmosphere: An association with atmospheric dust. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*. 108 (D10): Art. No. 4320.
- Roberts, E. H., Summerfield, R. J., Copper J. P. and Ellis, R. H. (1988). Environmental control of flowering in barley. Photoperiod- intensive phases and effects of low temperature and short day vernalization. *Annals of Botany*. 62,127-144.
- Saydam A. C. and Şenyuva, H. Z. (2002). Deserts? Can they be the potential Supplier of bioavailable Iron. *Geophysical Research Letters*, Vol. 29, No.11, 10.1029/2001GL013562.
- Smith B. N. (1984). Iron in higher plants: Storage and metabolic role, *Journal of Plant Nutrition*, 1532-4087, Volume 7, Issue 1, Pages 759 – 766.
- Swap, R., Garstang, M. Greco, S. Talbot, R. and Kaallberg, P. (1992). Saharan dust in the Amazon basin. *Tellus*, 44B, 133–149.
- Taiz L. and Zeiger E. (2008). Plant Physiology 3rd Ed. *Sinauer Associates, Inc., Publishers* (Bitki Fizyolojisi, Çeviri Edit. İ. Türkan, Palme Yay.).
- Tüzüner, A. (1990). *Toprak ve Su Analiz Laboratuvar el kitabı*. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayını. Ankara.
- Yücekutlu, N. (2004). Sahra Tozunun Elemental Yapısı ve Kullanılabilir Demirin Bitkilerin Büyümesi Üzerindeki Göreceli Etkisinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği.
- Yücekutlu, N. and Yücekutlu, Y. (2009). International Conference on Advanced Laser Technologies ALT'09), Impacts of the Transport of Aerosols from Saharan Dust and Lidar Techniques, 26 Sept.-1 Oct., Antalya-Turkey.
- Yücekutlu, N. and Yücekutlu, Y. (2010). International Conference on Organic Agriculture in Scope of Environmental Problems. Impact of Climate Change on Agri-Environment Observed with New Technologies, 03-07 Feb., Cyprus.

Yücekutlu, N., and Saydam, C., (2010). International Conference on Organic Agriculture in Scope of Environmental Problems. Response Of Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) To Using Saharan Desert Soil And Natural Fertilization, 03-07 Feb., Cyprus.

Yücekutlu, N., Terzioğlu, S., Saydam, C., and Bildacı, I., (2011). Organic Farming By Using Saharan Soil: Could It Be An Alternative To Fertilizers? *Hacettepe J. Biol. and Chem.*, 39 (1), 29–37.

Yücekutlu, N. (2012). The 8th International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management". Investigation of the Impact on Vegetative Growth of Saharan Desert Dust 15-17 May, Çeşme-İzmir-Turkey.

Zhu, X., Prospero J. M., Millero F.J., Savoie D.L. and Brass, G.W. (1992). The solubility of ferric iron in marine mineral aerosol solutions at ambient relative humidities, *Marine Chemistry*. 38, 91-107.

Zhu, X., Prospero J. M., and Millero F. J. (1997). Diel variability of soluble Fe(II) and soluble total Fe in North African dust in the trade winds at Barbados, *Journal of Geophysical Research*. 102, 21,297 – 21,305.

Zuo, Y., and Hoigne, J. (1992). Formation of hydrogen peroxide and depletion of oxalic acid in atmospheric water by photolysis of iron (III)-oxalato complexes, *Environmental Science and Technology*. 26: 1014- 1022.

Zuo, Y. (1995). Kinetics of photochemical/chemical cycling of iron coupled with organic substances in cloud and fog droplets, *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 59, 3123–3130.