



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Bazı Kontrollü Salınlı Gübrelerin ve Uygulama Metotlarının İtalyan Çimi (*Lolium multiflorum*)'nin Gelişimi Üzerine Etkisi**

**Kadir UÇGUN<sup>1</sup>, Hasan ASLANCAN<sup>2</sup>, Mesut ALTINDAL<sup>3</sup>, Halit YILDIZ<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 70200, Karaman, Türkiye

<sup>2,3,4</sup>Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 32500, Isparta, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-1085-8733> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-9084-7568> <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-0332-6677>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-9929-953X>

\*Sorumlu yazar e-posta: [kadirucgun@gmail.com](mailto:kadirucgun@gmail.com)

**Makale Bilgileri**

Geliş: 03.04.2020

Kabul: 22.10.2020

Online Yayınlanma 31.12.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.714190

**Anahtar kelimeler**

Ağırlık kaybı,  
Besin elementi,  
Biyomas,  
Saksı yetiştiriciliği

**Öz:** Toprağa uygulanan gübrelerin yarayışlı hale geçerek bitkiler tarafından alınması besin elementine bağlı olarak birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Gübrelerin etkinlik derecesini arttırmak için kontrollü salınlı gübreler (KSG) yeni bir teknoloji olarak geliştirilmiştir. Yapılan bu çalışmada N, P ve K içerikleri yönünden benzer özellik gösteren 5 farklı KSG'nin (115, 414, 715, 815 ve 2415) ve farklı uygulama (serbest veya paketli) metotlarının İtalyan çiminin gelişimi üzerine etkisi kontrollü şartlarda belirlenmiştir. Torf ile doldurulmuş saksı içerisinde yetiştirilen bitkilere KSG'ler paket halinde ya da serbest halde uygulanmıştır. Tohum ekiminden itibaren 4 aylık periyod içinde gübrelerde zamanla meydana gelen toplam ağırlık kayıpları, besin elementi içeriğindeki meydana gelen kayıplar, birim gübre karşılığında toplam üretilen yaş ve kuru biomas ve saksı başına hasatla kaldırılan toplam besin elementi miktarları belirlenerek gübreler ve uygulama şekilleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, 414 (% 29.90) ve 815 (% 15.03) nolu gübrelerde ağırlık kaybı en az olurken biomas üretimi en fazla olmuştur. Her iki gübrenin etkinliği diğerlerine oranla istatistiksel olarak önemli düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Birim gübre karşılığında üretilen biomas miktarına göre ise 815 açık farkla öne çıkmıştır. Uygulama şekli açısından "serbest" uygulamanın daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Özellikle saksıda yetiştirilen ve uzun hayat döngüsüne sahip bitkilerde 815 nolu gübrenin serbest uygulama şekli önerilmiştir.

**Effect of Some Controlled Release Fertilizers and Application Methods on the Growth of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*)**

**Article Info**

Received: 03.04.2020

Accepted: 22.10.2020

Online Published 31.12.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.714190

**Keywords**

Weight loss  
Nutrient,  
Biomass,

**Abstract:** The fertilizer applied to the soil is affected by many factors depending on the nutrient element until it will be dissolved and taken up by plants. Controlled release fertilizers (CRF) have been developed as a new technology to increase the efficiency of fertilizers. In this study, effect of 5 different CRFs (115, 414, 715, 815, and 2415), which have similar characteristics in terms of N, P and K contents, and different application methods (incorporated or in the package) were determined on the development of the Italian ryegrass under controlled conditions. CRFs were incorporated or applied in the package to the ryegrass grown in pots filled with peat. In 4-month period starting from seed sowing, fertilizers and application methods were compared by determining the total weight loss occurred in fertilizers over time, total loss in fertilizer nutrient

Container-grown

content, total fresh and dry biomass produced per unit fertilizer, and the total amount of nutrients removed by biomass per pot. As a result, while the weight loss was the least in 414 (29.90%) and 815 (15.03%), their biomasses were the highest. It was determined that the effectiveness of both fertilizers is higher than the others. According to total biomass produced per unit fertilizer, 815 came to the fore with an open gap. Incorporating was more effective in terms of application method. 815 and incorporating method were recommended for plant in container-grown and having with a long-life cycle.

## 1. Giriş

Tekstür, pH, kireç, organik madde gibi toprak özellikleri bitkiler tarafından besin elementlerinin alınımını doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir (Tisdale ve Nelson, 1975). Besin elementleri gübre olarak toprağa uygulandığı zaman toprakta olumlu ya da olumsuz birçok reaksiyon gerçekleşmektedir. Özellikle kireçli topraklarda azotlu gübrelerde buharlaşma ve yıkanma şeklinde kayıplar oluşurken (Azeem ve ark., 2014), fosforlu gübrelerde düşük pH'larda Al-fosfat veya Fe-fosfat, yüksek pH'larda ise Ca-fosfat şeklinde çözünemez bileşikler şeklinde çökelmektedir (Syers ve ark., 2008). İllit ve diğer 2:1 tipi killerde K, kaolonit gibi 1:1 tipi killerde ise P fiksasyonu gerçekleşmektedir (Tisdale and Nelson, 1975). Toprakta kaynaqlanan bu gibi olumsuz etkilerin önlenmesi için bazı teknolojiler geliştirilmiş ve/veya geliştirilmektedir. Kontrollü salınlı (KSG) ve yavaş salınlı (YSG) gübreler bu teknolojilerden arasında yer alır (Hanafi ve ark., 2002).

Yavaş salınlı gübreler ile KSG terimlerinin birbirine benzer olduğu düşünülmektedir. Fakat aralarında farklılıklar bulunmaktadır. YSG'lerde zamana göre besin elementi salınımı tam olarak tahmin edilemez ve salınım miktarı, toprak ve iklim şartlarına bağlıdır. KSG'lerde ise zamana göre besin elementi salınımı ve miktarı belli sınırlar içinde tahmin edilebilir (Azeem ve ark., 2014). Bu tip gübrelerde besin elementleri zamanla serbest hale geçer ve bu besin elementleri serbest kaldıkça toprak çözeltisinin içeriğini değiştirir. Toprak çözeltisinde besin elementlerinin yeterli miktarlarda bulunması ve alınabilir olması bitki gelişimi için hayati öneme sahiptir (Cole ve ark., 2016).

Kontrollü salınlı gübrelerin; gübrelemenin tek uygulamada yapılması, besin elementi kayıplarının az olması, kimyasal gübrelerin tohumlar üzerindeki toksisitesinin önlenmesi, zararlı gazların atmosfere salınımının azalması, gübrelerle temas ve solunumdan kaynaklanan insan sağlığı üzerine zararın azaltılması, toprak kalitesinin yükseltilmesi, gübre kullanım özelliklerinin iyileştirilmesi gibi avantajları vardır (Shaviv, 2000; Hutchinson ve ark., 2002; Sempeho ve ark., 2014). Bununla birlikte bu teknolojiye sahip gübrelerin pahalı olması, kullanılan bazı kaplama materyallerinin biyolojik olarak ayrışmaması, kaplama materyallerinin toprak pH'sını arzu edilmeyen yönde değiştirmesi, gübre depolama alanlarının nem içeriğinin erken dönemde besin elementi salınımını etkilememesi için bazı modifikasyonlar gerektirmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır (Azeem ve ark., 2014).

Azeem ve ark. (2014) yavaş salınlı gübrelerin üretiminde kaplama materyali olarak kükürt, polimerler, süperabsorbant/su tutucu materyaller ve biyokompozitlerin kullanılabilceğini belirtmiş ancak bu materyallerin farklı özellikler gösterdiğini ifade etmiştir. Ayrıca KSG'lerde gübre materyallerinin doğal veya yarı doğal çevre dostu bir materyalle kaplanması arzu edilen bir durumdur. Cabrera (1997) polimer kaplı KSG'lerin benzer şekilde uzun süreli salınım oranlarına sahip olmasına rağmen besin elementlerin zamana göre salınım şekli ve yoğunluğu yönünden aralarında önemli farklılıklar olabileceğini bildirmiştir. KSG'lerin salınım davranışlarının ve sıcaklık gibi çevresel değişimlere tepkisinin bilinmesi ile spesifik bitkilerin besin elementi ihtiyaçlarının karşılanmasında yönetilebileceğini ifade etmiştir. Merhaut ve ark. (2006) farklı firmalara ait KSG gübrelerinden besin elementlerinin salınım sürelerinin farklı olduğunu tespit etmiştir. Du ve ark. (2006) KSG'lerin içerdikleri besin elementlerinin salınımında ortamın nem içeriğinin önemli olduğunu ve en hızlı suda, daha sonra su ile doyurulmuş kumda ve son sırada tarla kapasitesindeki kumda gerçekleştiğini tespit etmiştir. KSG'lerin kullanımında besin elementlerinin zamana göre salınım şekli ve miktarı yetiştiricilikte önemli bir konudur. Andiru ve ark. (2015) kısa hayat döngüsüne sahip bitkilerde KSG gübrelerinin uygun olmadığını ifade etmiştir. Shaviv ve ark. (2003) KSG'lerden besin elementlerinin bırakılması difüzyon mekanizması ile olduğunu ve "lag period", "linear period" ve "decay period" olarak 3 aşamada gerçekleştiğini ifade etmiştir. Du ve ark. (2006) Lag period'un P için diğer besin elementlerine göre daha uzun olduğunu tespit etmiştir. Agro ve Zheng (2014) KSG uygulama

oranlarının yetiştirilecek bitkide hedeflenen amaçlara göre değişebileceğini belirtmiştir. Chen ve Wei (2018) özellikle saksıda bitki yetiştiriciliğinde KSG gübrelerinin önemli olduğunu vurgulamıştır. Çünkü saksıda sınırlı bir hacme sahip ortamlarda bitkiler yetiştirildiğinden ve bu ortamlar sınırlı besin elementine ve düşük su tutma kapasitesine sahip olduğundan bu ortamlarda yetiştirilen bitkiler sık sık sulanmalı ve gübrenmelidir. Bu ise besin elementlerinde kayıplara neden olabilir. Ayrıca saksıda yetiştirilen bitkilerin gelişmesi ve büyümesi için ihtiyaç duydukları besin elementi büyük farklılıklar göstermektedir. Bu yüzden minimum besin elementi kaybı ile birlikte yüksek kaliteli saksı yetiştiriciliğinde zorluklar bulunmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile N, P ve K içerikli PLANTACOTE firmasına ait 5 farklı KSG gübresi ve farklı uygulama metotlarının kontrollü şartlar altında yetiştirilen İtalyan çimi üzerindeki etkinliği araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Deneme Meyvecilik Araştırma Enstitüsünde (Eğirdir-Isparta) bulunan tam kontrollü ısıtmalı sera ortamında tesadüf parselleri deneme desenine göre toplam 240 saksıda (5 farklı gübre x 2 uygulama metodu x 4 tekrür x her tekrürde 6 saksı) yürütülmüştür. Bitkiler saksı ortamında yetiştirildiğinden hem besin elementleri yönünden daha kontrollü yetiştirme ortamlarının oluşturulması hem de verilen su ve gübrelerin yetiştirme ortamında daha uzun süre kalması için yetiştirme ortamı olarak torf tercih edilmiştir. 15x15x20 cm (3.5 litre) boyutlara sahip kare saksılar kullanılmıştır. Bitki materyali olarak buğdaygiller familyasına ait, kaba hayvan yemi olarak kullanılan, çevre şartlarına iyi uyum sağlayabilen, sezon boyunca gelişme özelliği gösteren, tek yıllık ve yılda birçok defa hasat edilebilen (Aganga ve ark., 2004) İtalyan çimi (*Lolium multiflorum*) kullanılmıştır.

18 Eylül'de her bir saksıya 1 g tohum ekilmiştir. Tohum ekimi ile birlikte Çizelge 1'de besin elementi içerikleri verilen kontrollü salınlı gübrelerden (5 farklı gübre) saksı başına 12 g gübre bezden yapılmış bir kese (paket) içinde ve ortama tamamen karıştırılmış (serbest) olarak ayrı ayrı uygulanmıştır. Sulama; haftada 2 kez olmak üzere, saksılar tarla kapasitesin gelene kadar su eklenerek yapılmıştır. 8 Ekim'de saksıdaki gelişen tüm bitkiler biçilerek ilk hasat gerçekleştirilmiştir. Diğer tüm hasatlar 14 günde 1 olmak üzere bir sonraki yılda 14 Ocak tarihine kadar toplamda 8 hasat, bitkiler saksı yüzeyinin 2 cm üzerinden kesilerek yapılmıştır. Gübrelerin paketli olarak kullanıldığı uygulamalardan deneme sonunda her tekrürden 1 saksı gübrelerde meydana gelen ağırlık kayıpları için kullanılmıştır. Saksılardaki gübre paketleri 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak gübrelerden meydana gelen ağırlık kayıpları % olarak hesaplanmıştır. Her hasat döneminde hasat edilen bitkiler tartılarak saksı başına yaş bitki ağırlıkları(g), 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak kuru bitki ağırlıkları belirlenmiştir (g). Deneme sonuna kadar 8 farklı dönemde hasat edilen yaş ve kuru bitki ağırlıkları toplanarak toplam yaş ve kuru bitki ağırlıkları belirlenmiştir. Kurutulan bitkilerde ve gübrelerde besin elementi analizleri gerçekleştirilmiştir. Her hasatta elde edilen kuru bitki ağırlığı ve besin elementleri içerikleri üzerinden bitki ile bir yetiştirme sezonunda yetiştirme ortamından kaldırılan toplam besin elementi miktarları gübrelere ve uygulama şekillerine göre ayrı ayrı belirlenmiştir. Her gübreden deneme sonunda azot (N), fosfor (P) ve potasyumdan (K) meydana gelen azalmalar gübrenin başlangıç içeriklerine göre % olarak hesaplanmıştır. Ayrıca elde edilen verilerden her gübreden meydana gelen azalmalar farklı olduğundan aynı birim gübre karşılığında elde edilebilecek biomas miktarı hesaplanarak gübreler karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1. Denemede kullanılan PLANTACOTE firmasına ait kontrollü salınlı gübrelerin besin elementi içerikleri

| Gübrelerin Firma kodu | Gübrelerin Deneme Kodu | N (%) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%) | K <sub>2</sub> O (%) | MgO (%) | Mikro Element |
|-----------------------|------------------------|-------|-----------------------------------|----------------------|---------|---------------|
| FRS 01/14             | 115                    | 14.0  | 9.0                               | 15.0                 | 2.0     | var           |
| FRS 04/14             | 414                    | 15.0  | 15.0                              | 15.0                 | -       | yok           |
| FRS 07/15             | 715                    | 14.4  | 9.4                               | 16.5                 | 2.0     | var           |
| FRS 08/15             | 815                    | 15.9  | 16.0                              | 16.5                 | -       | yok           |
| FRS 24/15             | 2415                   | 15.0  | 9.0                               | 12.0                 | -       | yok           |

Besin elementi analizlerini gerçekleştirmek amacıyla bitki örnekleri önce çeşme suyunda, sonra 0.1 N HCl'de ve daha sonra saf suda yıkanarak 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve 0.5 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Azot analizi için Kjeldahl yaş yakma metodu, P, K, kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), çinko (Zn) ve bor (B) analizi için kuru yakma uygulanarak besin elementi okumaları ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer) cihazı ile yapılmıştır. Ayrıca besin elementi analizlerinin doğruluğunu kontrol etmek için referans bitki örneği kullanılmıştır (Kacar ve İnal, 2008). Deneme sonunda gübrelere N, P ve K içeriğindeki azalmaları hesaplamak için gübre örnekleri Doktor Tarsa Tarım analiz laboratuvarına gönderilerek gerekli analizler yaptırılmıştır.

İstatistik analizler için paket program (JMP) kullanılarak normal dağılım analizi yapılmış ve normal dağılıma uymayan ekstrem değerler atılmıştır. Gübrelere, gübre uygulama metodlarına ve gübre x gübre uygulama metoduna göre varyans analizleri yapılarak uygulamalar arasındaki farklılık önemli olduğu durumlarda LSD çoklu karşılaştırma testi ve önem derecelerinin ifade edilmesinde  $P<0.05$  ve  $P<0.01$  kullanılmıştır. Gübrelere ve gübre uygulama metodlarına göre toplam kaldırılan besin elementlerinin değerlendirilmesi sonuçlar tekerrürlü olarak elde edilmediğinden istatistik değerlendirme yapılmadan sadece sonuçlar üzerinden birbirine göre düşük ya da yüksek olarak değerlendirilmiştir.

### 3. Bulgular

Denemeden elde edilen sonuçlar Çizelge 2, 3 ve 4'te verilmiştir. Hem elde edilen toplam yaş ve kuru bitki ağırlıklarına göre hem de birim gübre karşılığında elde edilen yaş ve kuru bitki ağırlıklarına göre gübre ile uygulama şekli arasında herhangi bir interaksiyon tespit edilmemiştir. Bu yüzden değerlendirmeler gübrelere ve uygulama metodlarına göre ayrı ayrı yapılmıştır.

Gübrelere toplam ağırlığındaki azalmalar değerlendirildiğinde deneme sonunda ağırlık kaybı en fazladan en aza 715>2415>115>414>815 şeklinde gerçekleşmiştir. Gübrelere N, P ve K içeriğindeki azalmalar değerlendirildiğinde N kaybı en fazla 715'de (% 53.5), en az 414'te (% 16.2); en fazla P kaybı yine 715'de (% 77.4), en az 2415'de (% 28.15); en fazla K kaybı 2415 ve 815'de (% 20.7), en az 715'de (% 8.6) belirlenmiştir. Saksı başına toplam kuru ve yaş bitki ağırlıkları değerlendirildiğinde 414 ve 815 nolu gübrelere en yüksek değerler elde edilmiştir. En düşük değerler ise 115 nolu gübre uygulamasında tespit edilmiştir. Birim ağırlık gübre karşılığında üretilen toplam kuru ve yaş bitki ağırlığı en fazladan en aza doğru 815>414>2415>115>715 şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. PLANTACOTE firmasına ait KSG'lerin ağırlık kaybı, besin elementi salınımı ile bu gübrelere İtalyan çiminin gelişimi üzerine etkisi

| Ölçüm ve analizler                     | Gübrelere     |                 |                 |                |                 |
|--|---------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
|  | 115           | 414             | 715             | 815            | 2415            |
| Gübre ağırlığındaki toplam azalma (%)  | 37.2 ± 1.62 b | 29.9 ± 1.31 c   | 56.9 ± 0.81 a** | 15.0 ± 2.27 d  | 39.8 ± 0.52 b   |
| Gübre N içeriğindeki toplam azalma (%) | 41.2 ± 0.72 b | 16.2 ± 1.01 e   | 53.5 ± 1.99 a** | 22.1 ± 0.48 d  | 35.6 ± 1.77 c   |
| Gübre P içeriğindeki toplam azalma (%) | 62.2 ± 2.60 b | 46.6 ± 3.77 c   | 77.4 ± 1.68 a** | 32.65 ± 2.63 d | 28.15 ± 0.93 d  |
| Gübre K içeriğindeki toplam azalma (%) | 10.2 ± 0.25 b | 16.9 ± 2.36 a   | 8.6 ± 0.77 b    | 20.7 ± 1.53 a  | 20.7 ± 0.61 a** |
| Toplam kuru bitki ağırlığı (g/saksı)   | 7.10 ± 1.84 c | 9.70 ± 1.51 a** | 8.04 ± 2.16 b   | 9.39 ± 2.19 a  | 7.82 ± 1.54 bc  |
| Toplam yaş bitki ağırlığı (g/saksı)    | 52.0 ± 0.24 c | 70.9 ± 0.25 a** | 58.6 ± 0.28 b   | 69.0 ± 0.27 a  | 58.8 ± 0.21 b   |
| Kuru bitki ağırlığı (g/100 g gübre)    | 139 ± 11 c    | 258 ± 26 b      | 106 ± 5 c       | 457 ± 76 a**   | 156 ± 11 c      |
| Yaş bitki ağırlığı (g/100 g gübre)     | 986 ± 88 c    | 1867 ± 192 b    | 745 ± 46 c      | 3293 ± 459 a** | 1134 ± 72 c     |

\*:  $P<0.05$ , \*\*:  $P<0.01$ , ±: standart hata

Toplam kaldırılan besin elementlerinin miktarları tekerrürlü olarak elde edilmediğinden sadece birbirine göre yüksek veya düşük olarak değerlendirilmiştir. Hasat edilen bitki ile kaldırılan toplam

besin elementleri değerlendirildiğinde en yüksek N, P ve K, 414 nolu gübrenin yapıldığı uygulamalardan elde edilmiştir. 2. sırada N ve P için 815 gelirken, K için 715 olmuştur. Fosfor içeriği diğerlerine oranla daha yüksek olan 414 ve 815 nolu gübrelerden elde edilen bitkilerin P içeriği de diğerlerine göre yüksek olmuştur. Benzer şekilde en düşük P içeriğine sahip 115 ve 2415 nolu gübreler en düşük değerleri oluşturmuştur. Söz konusu ilişki gübrelerin N ve K içeriği ile bitkiler tarafından toplam kaldırılan N ve K için açıklayıcı olmamıştır. Bileşiminde Mg içeren 115 ve 715 nolu gübrelerin bitkilerin Mg beslenmesi üzerine etkisinin olmadığı ve en yüksek değerlerin 815 ve 414 nolu gübrenin yapıldığı uygulamalardan elde edilmiştir. Mikro elementler yönünden B dışında diğerlerinde önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. B yönünden bileşiminde mikro element içerdiği belirtilen 115 ve 715 nolu gübrelerden diğer gübrelere göre yaklaşık 3 kat fazla B, hasat edilen bitkilerle kaldırdığı belirlenmiştir. Bu uygulamalardan (115 ve 715) toplamda hasat edilen kuru bitki ağırlığının daha az olduğu düşünülürse B alımındaki bu fark biraz daha artacaktır (Çizelge 3).

Çizelge 3. PLANTACOTE firmasına ait KSG'lerin uygulandığı çim bitkisinden hasatla bir saksıdan kaldırılan toplam besin elementi miktarları

| Ölçüm ve analizler              | Gübreler |      |      |      |      |
|---------------------------------|----------|------|------|------|------|
|                                 | 115      | 414  | 715  | 815  | 2415 |
| Toplam kaldırılan N (mg/saksı)  | 339      | 454  | 403  | 430  | 397  |
| Toplam kaldırılan P (mg/saksı)  | 54       | 75   | 60   | 70   | 56   |
| Toplam kaldırılan K (mg/saksı)  | 387      | 494  | 478  | 378  | 415  |
| Toplam kaldırılan Ca (mg/saksı) | 74       | 112  | 74   | 112  | 85   |
| Toplam kaldırılan Mg (mg/saksı) | 32       | 47   | 33   | 48   | 37   |
| Toplam kaldırılan Fe (mg/saksı) | 0.97     | 1.11 | 1.10 | 1.01 | 1.16 |
| Toplam kaldırılan Cu (mg/saksı) | 0.12     | 0.14 | 0.14 | 0.11 | 0.15 |
| Toplam kaldırılan Mn (mg/saksı) | 1.50     | 1.82 | 1.66 | 1.61 | 1.42 |
| Toplam kaldırılan Zn (mg/saksı) | 0.90     | 1.05 | 1.09 | 0.79 | 0.94 |
| Toplam kaldırılan B (mg/saksı)  | 0.18     | 0.06 | 0.17 | 0.05 | 0.07 |

Not: Her hasat döneminde hasat edilen çimlerin besin elementi içerikleri her uygulamaya ait tekrürlerin ortalaması olarak elde edildiğinden istatistiksel değerlendirme yapılmamıştır. 8 hasat döneminde elde edilen değerler toplanarak deneme süresince toplam kaldırılan besin elementi miktarları elde edilmiştir.

Gübre uygulama şekilleri yönünden en yüksek toplam kuru (9.13 g/saksı) ve yaş (69 g/saksı) bitki ağırlıkları serbest şekilde yapılan uygulamadan elde edilmiştir. Bu değerler paket halinde yapılan uygulamalarda sırasıyla 7.68 (g/saksı) ve 55 (g/saksı) olarak gerçekleşmiştir. Gübre uygulama şekline göre kaldırılan besin elementleri incelendiğinde B dışında diğer tüm besin elementlerinin serbest uygulamanın ön plana çıktığı görülmektedir. B için paket halindeki uygulamada daha yüksek değerler belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. PLANTACOTE firmasına ait KSG'lerin uygulama metotlarının çim bitkisinin gelişimi ve toplam kaldırılan besin elementi miktarı üzerine etkisi

| Gübre uygulama metodu | Toplam kuru bitki ağırlığı (g/saksı) | Toplam yaş bitki ağırlığı (g/saksı) | N (mg/saksı) | P (mg/saksı) | K (mg/saksı) | Ca (mg/saksı) | Mg (mg/saksı) | Fe (mg/saksı) | Cu (mg/saksı) | Mn (mg/saksı) | Zn (mg/saksı) | B (mg/saksı) |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Paket                 | 7.68 ± 0.23 b                        | 55 ± 1.67 b                         | 373          | 56           | 401          | 87            | 37            | 0.99          | 0.12          | 1.44          | 0.86          | 0.12         |
| Serbest               | 9.13 ± 0.15 a**                      | 69 ± 1.02 a**                       | 436          | 69           | 460          | 96            | 42            | 1.15          | 0.15          | 1.76          | 1.04          | 0.09         |

\*\* : P<0.01, ± : standart hata

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada PLANTACOTE firmasına ait gübreler kullanılmış ve bu gübrelerden deneme sonunda oluşan ağırlık kayıpları farklılık göstermiştir. Azeem ve ark. (2014) KSG'lerin kaplama materyallerine göre farklı özellikler gösterdiğini ifade etmiştir. Mehmood ve ark. (2019) üre gübresinde farklı kaplama materyallerinin (kükürt+bentonit, күкүрт+nişasta, күкүрт+jips) etkisi araştırmış ve күкүрт ve jips karışığı ile kaplanmış üreden kaplanmamış üreye göre besin elementi salınımının %37 daha yavaş olduğunu tespit etmiştir. Cabrera (1997) polimer kaplı benzer özelliklerdeki KSG'lerin besin elementlerin zamana göre salınım şekli ve yoğunluğu yönünden aralarında önemli farklılıklar olabileceğini bildirmiştir. Andiru ve ark. (2015) KSG uygulamalarının standart gübreler kadar bitki gelişimi üzerinde etkili olduğunu, kısa hayat döngüsüne sahip bitkilerde KSG gübrelerinin uygun olmadığını ifade etmişlerdir. Blythe ve ark. (2002) ise yaptıkları bir çalışmada ticari olarak satılan ve N içeren 3 farklı yavaş salınlı gübrenin etkisini Begonia, Poinsetia ve Boston Fern bitkilerinde araştırmış ve sonuç olarak 8 haftadan daha fazla üretim döngüsüne sahip olan bitkilerde bu gübrelerin hiçbirinin önerilemeyeceğini tespit etmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda farklı firmalara ait KSG gübreleri arasında farklılıklar olduğu gibi aynı firmaya ait ve aynı kaplama materyalinin kullanıldığı gübreler arasında da farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu durumda gübrelerinin salınım süresi üzerine kaplama materyalinin kalınlığı gibi faktörlerin etkisi ortaya çıkmaktadır.

Çim bitkisinde yaklaşık 16 hafta süren bir yetiştiricilik sonunda kullanılan KSG'lerin çözünmesinde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bir KSG gübresinden belli bir zaman aralığında ağırlık kaybının daha fazla olması gübredeki besin elementlerinin daha kısa zaman aralığında serbest hale geçmesi anlamına gelmektedir. Bu durum ise yetiştirilecek bitki türüne ve kullanılacak gübrenin kaplama materyalinin özelliğine göre dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir. Diğer bir ifade ile kaplama materyalden hangi zaman aralığında ne kadar miktarda besin elementinin serbest kalacağını bilmesi ile bu gübrelerin etkin yönetimi gerçekleştirilebilir. KSG'ler özellikle saksı yetiştiriciliğinde önemli olmaktadır. Saksılarda kısıtlı bir alanda bitkiler yetiştirildiğinden bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin her zaman yetiştirme ortamında bulunması önemli olmaktadır. Bu iyi yönetilmiş bir KSG kullanımı ile mümkündür. Çim gibi sezon boyunca aktif gelişime sahip bir bitkide etkisi düşük olan bir KSG, kısa hayat döngüsüne sahip başka bir bitkide etkili olabilir.

Çalışmada yer alan tüm gübrelerin başlangıç N değerleri yaklaşık aynı olduğu halde deneme sonunda N kaybının en az olduğu gübreler 815 ve 414 nolu gübreler olmuştur. Subbarao ve ark. (2012) yavaş ya da kontrollü salınlı gübrelerde temel amacın N kaybının en aza indirilerek bitkilerin bu gübrelerden daha fazla yararlanmasını sağlamak olduğunu belirtmiştir. Özellikle buğdaygillerde bitki gelişimi üzerine en etkili besin elementinin N olduğu bilinmektedir. Gübrenin içeriğinde bulunan N'ta meydana gelen kayıplar bitki gelişim parametresi olan yaş ve kuru bitki ağırlıkları ile beraber değerlendirildiğinde 815 ve 414 nolu gübrelerde bitki gelişiminin en fazla olduğu görülmektedir. Deneme sonunda ağırlık kaybının en yüksek olduğu 715, 115 ve 2415 nolu gübrelerde gübre içeriğindeki N'un sezon başında bitkiler yeterince yaralanmandan çözünerek kaybolduğu ve bitki gelişimi üzerine çözünürlüğü az olan 815 ve 414 nolu gübreler kadar etkili olmadığı düşünülmektedir.

Özellikle bu kayıplar sınırlı gelişim ortamının olduğu saksı gelişiminde önem kazanmaktadır. Saksıda yetiştirilen bitki köklerinin gelişimi küçük alanlarda sınırlandırıldığından ve bu ortamların su ve besin elementlerini depolama kabiliyeti düşük olduğundan, Trenkel (1997) uygun gübre tipinin, uygulama oranının ve uygulama tekniği seçiminin önemli olduğunu bildirmiştir. Gübrelerin serbest olarak ortama karıştırılması paket olarak kullanımından daha etkili olduğu elde edilen deneme sonuçlarında görülmüştür. Çim bitkisinin kök yapısı tüm yetiştirme ortamını kapladığından tüm yetiştirme ortamına karıştırılan gübreden daha etkin bir şekilde yararlandığı düşünülmektedir. Bu sonuçlar ışığında KSG'ler saksı yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamına tamamen karıştırılmalıdır.

## Kaynakça

- Agro, E., & Zheng, Y. (2014). Controlled-release fertilizer application rates for container nursery crop production in Southwestern Ontario, Canada. *HortScience*, 49, 1414-1423.
- Aganga, A. A., Omphile, U. J., Thema T., & Baitshotlhi, J. C. (2005). Chemical composition of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) at different stages of growth and Napier grass silages with additives. *Journal of Biological Sciences*, 5, 493-496.
- Andiru, G., Pasian, C., & Frantz, J. (2015). Effects of controlled-release fertilizer placement on nutrient leaching and growth of bedding impatiens. *Journal of Environmental Horticulture*, 33, 58-65.
- Azeem, B., KuShaari, K., Man, Z. B., Basit, A., & Thanh, T. H. (2014). Review on materials and methods to produce controlled release coated urea fertilizer. *Journal of Controlled Release*, 181, 11-21.
- Blythe, E. K., Mayfi eld, J. L., Wilson, B. C., Vinson III, E. L., & Sibley, J. L. (2002). Comparison of three controlled-release nitrogen fertilizers in greenhouse crop production. *Journal of Plant Nutrition*, 25, 1049-1061.
- Cabrera, R. I. (1997). Comparative evaluation of nitrogen release patters from controlled-release fertilizers by nitrogen leaching analysis. *HortScience*, 32, 669-673.
- Chen, J., & Wei, X. (2018). Controlled-Release Fertilizers as s Means to Reduce Nitrogen Leaching and Runoff in Container-Grown Plant Production. In Amanullah, & S. Fahad (Eds) *Nitrogen in Agriculture- Updates* (pp. 33-52). Rijeka, CROATIA: InTech.
- Cole, J. C., Smith, M. W., Penn, C. J., Cheary, B. S., & Conaghan, K. J. (2016). Nitrogen, phosphorus, calcium, and magnesium applied individually or as a slow release or controlled release fertilizer increase growth and yield and affect macronutrient and micronutrient concentration and content of field-grown tomato plants. *Scientia Horticulturae*, 211, 420-430.
- Du, C., Zhou, J., & Shaviv, A. (2006). Release characteristics of nutrients from polymer-coated compound controlled release fertilizers. *Journal of Polymers and the Environment*, 14, 223-230.
- Hanafi, M. M., Eltaib, S. M., Ahmad, M. B. & Syed Omar, S. R. (2002). Evaluation of controlled-release compound fertilizers in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33(7-8), 1139-1156.
- Hutchinson, C., Simonne, E., Solano, P., Meldrum, J., & Livingston-Way, P. (2002) Testing of controlled release fertilizer programs for seep irrigated Irish potato production. *Journal of Plant Nutrition*, 26(9), 1709-1723.
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Mehmood, A., Niazi, M. B. K., Hussain, A., Beig, B., Jahan, Z., Zafar, N., & Zia, M. (2019) Slow-release urea fertilizer from sulfur, gypsum, and starch-coated formulations, *Journal of Plant Nutrition*, 42(10), 1218-1229.
- Merhaut, D. J., Blythe, E. K., Newman, P. J. & Albano, J. P. (2006). Nutrient release from controlled-release fertilizers in acid substrate in a greenhouse environment. I. Leachate electrical conductivity, pH, and nitrogen, phosphorus, and potassium concentrations. *HortScience*, 41(3), 780-787.
- Sempeho, S. I., Kim, H. T., Mubofu, E., & Hilonga, A. (2014). Meticulous Overview on the Controlled Release Fertilizers. *Advances in Chemistry*, 2014, 1-16.
- Shaviv, A. (2000). Advances in controlled-release fertilizers. *Advances in Agronomy*, 71, 1-49.
- Shaviv, A., Raban, S., & Zaidel, E. (2003). Modeling controlled nutrient release from polymer coated fertilizers: Diffusion release from single granules. *Environmental Science and Technology*, 37, 2251-2256.

- Subbarao, G. V., Sahrawat, K. L., Nakahara, K., Ishikawa, T., Kishii, M., Rao, I. M., Hash, C. T., George, T. S., Srinivasa Rao, P., Nardi, P., Bonnett, D., Berry, W., Suenaga, K., & Lata, J. C. (2012). Biological Nitrification Inhibition-A Novel Strategy to Regulate Nitrification in Agricultural Systems. *Advances in Agronomy*, 114, 249-302.
- Syers, J. K., Johnston, A. E., & Curtin, D. (2008). Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use: Reconciling changing concepts of soil phosphorus behavior with agronomic information. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bull.*, 18. FAO, Rome.
- Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (1975). *Soil Fertility and Fertilizers*. New York, USA: Macmillan Publishing.
- Trenkel, M. A. (1997). *Controlled Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture*. International Fertilizer Industry Assn., Paris.