



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**KENTSEL KOMPOST UYGULAMALARININ FARKLI
BİTKİLERİN GELİŞİMİ VE BİTKİDEKİ AĞIR METAL
KONSANTRASYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NURBANU ALTUNPOLAT GÜNDÜZ

Danışman Dr. Öğr. Üyesi Seda BİCE

TOKAT- 2023

ETİK SÖZLEŐME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Dr. Öğr. Üyesi. Seda BİCE danışmanlığında hazırlamıŐ olduğum “Kentsel Kompost Uygulamalarının Farklı Bitkilerin Gelişimi ve Bitkideki Ağır Metal Konsantrasyonu Üzerine Etkileri” adlı Yüksek Lisans/ Doktora tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

25/12/2023

Nurbanu ALTUNPOLAT GÜNDÜZ

ÖZET

Kentsel Kompost Uygulamalarının Farklı Bitkilerin Gelişimi ve Bitkideki Ağır Metal Konsantrasyonu Üzerine Etkileri

Altunpolat Gündüz, Nurbanu
Yüksek Lisans, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilimdalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Seda Bice
Aralık 2023, xiii + 73 sayfa

Yüksek organik madde içeren ve zengin mineral bileşiminden dolayı kentsel katı atık kompostun topraktaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler üzerine olumlu etki yaptığı ve artan dozlarda kullanıldığında bitkisel üretimde verim ve kaliteyi artırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bu çalışma ile birlikte, dünya nüfusunun giderek artmasından dolayı ortaya çıkan en büyük sorunlardan birisi olan çevre kirliliğine sebep olan kentsel atıkların kullanımı ile birlikte organik madde miktarının oldukça düşük olduğu örtü altı topraklarının iyileştirilmesine aynı zamanda çevre kirliliğinin önlenmesinde büyük ölçüde katkı sağlayabileceği düşünülebilir. Kentsel kompost 4 farklı bitkide (marul, çim, roka ve buğday) 4 farklı oranda (%5KK, %10KK, %15KK ve %20KK) sera koşullarında uygulanmıştır. Uygulamalar sonunda KK0 ve KK5 uygulamalarında bitki kök yaş – kuru ağırlığı, bitki toprak üstü akşam yaş – kuru ağırlık, yaprak makro ve mikro element konsantrasyonu üzerine olan etkileri en düşük düzeylerde KK20 uygulamasından elde edilen sonuçlar en yüksek değerlerde ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kentsel Kompost, Bitki Gelişimi, Çim, Roka, Buğday, Marul

ABSTRACT

THE EFFECTS OF URBAN COMPOST APPLICATIONS ON THE DEVELOPMENT AND HEAVY METAL CONCENTRATION OF DIFFERENT PLANTS

Altunpolat Gündüz, Nurbanu
Master's Thesis, DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION
Advisor: ASSOC. DR. SEDA BİÇE
December 2023, xiii + 73 pages

It has been observed that urban solid waste compost, which has a high organic matter content and rich mineral composition, has a positive effect on the physical, chemical and biological properties of the soil and increases the yield and quality in plant production when used in increasing doses. In addition, with this study, it can be thought that the use of urban wastes that cause environmental pollution, which is one of the biggest problems that arise due to the gradual increase in the world population, can contribute greatly to the improvement of our greenhouse soils, where the amount of organic matter is quite low, and to the prevention of environmental pollution. Urban compost was applied in 4 different plants (lettuce, grass, arugula and wheat) at 4 different doses (5%, 10%, 15% and 20%) under greenhouse conditions. At the end of the applications, the effects on plant root wet-dry weight, above-soil evening wet-dry weight, leaf macro and micro element concentration in KK0 and KK5 applications were measured at the lowest levels, and the results obtained from the KK20 application were measured at the highest values.

Keywords: Urban Compost, Plant Growth, Grass, Arugula, Wheat, Lettuce

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
JÜRİ KABUL VE ONAY.....	i
ÖZET (TÜRKÇE)	ii
ABSTRACT (İNGİLİZCE)	iii
ÇİZELGELER LİSTESİ	vi
GRAFİKLER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
KISALTMALAR	xiii
1.GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Materyal	11
3.1.1. Çalışma alanı ve çalışmada kullanılan bitki çeşitleri	11
3.1.2. Sera denemesinde kullanılan toprak materyali	11
3.2. Yöntem.....	11
3.2.1. Deneme alanının kurulması.....	11
3.2.2. Deneme planı	12
3.2.3. Bitki Analizleri.....	13
3.2.3.1. Bitki yaş ağırlığı	13
3.2.3.2. Bitki kuru ağırlığı	13
3.2.3.3. Kök yaş ağırlığı(g)	13
3.2.3.4. Kök kuru ağırlığı(g)	14
3.2.4. Mineral besin elementi analizleri	14
3.2.4.1. Toplam Azot (N)	14
3.2.4.2. Fosfor (P), Potasyum (K), Demir (Fe), Çinko (Zn), Mangan Mn), Bakır (Cu)	14
3.2.5. İstatistik analizi	14
4. BULGULAR	15
4.1. Kentsel Kompost Uygulamalarının Çim, Roka, Marul ve Buğday Bitkilerinin Kök Yaş Ağırlığı ve Bitki Kök Kuru Ağırlığı Üzerine Olan Etkisi	15
4.2. Kentsel kompost Uygulamalarının Çim, Roka, Buğday ve Marul Bitkilerinin Toprak Üstü Yeşil Aksamının Bitki Yaş Ağırlığı ve Bitki Kuru Ağırlığı Üzerine Olan Etkisi	25

4.3. Kentsel kompost Uygulamalarının Çim Bitkisinin Bitki Boyu Üzerine Etkisi	37
4.4. Kentsel Kompost Uygulamalarının Çim, Roka, Buğday ve Marul Bitkilerinin Yapraklarının Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K), Demir (Fe), Bakır (Cu), Mangan (Mn) ve Çinko (Zn) Konsantrasyonu Üzerine Olan Etkisi	38
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	64
6. KAYNAKLAR	71

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge No	Sayfa
Çizelge 1. Çalışmada kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	11
Çizelge 2. Deneme planı.....	12
Çizelge 4.1. Uygulamaların çim bitkisinin bitki kök yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	15
Çizelge 4.2. Uygulamaların çim bitkisinin bitki köklerinin kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	16
Çizelge 4.3. Uygulamaların roka bitkisinin bitki köklerinin yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	18
Çizelge 4.4. Uygulamaların roka bitkisinin köklerinin kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	19
Çizelge 4.5 Uygulamaların buğday bitkisinin bitki köklerinin yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	20
Çizelge 4.6 Uygulamaların roka bitkilerinin bitki kök kuru ağırlıkları üzerine olan etkileri (gr/bitki)	21
Çizelge 4.7. Uygulamaların marul bitkilerinin bitki kök yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	23
Çizelge 4.8. Uygulamaların marul bitkilerinin bitki kök kuru ağırlıkları üzerine olan etkileri (gr/bitki)	24
Çizelge 4.9. Uygulamaların çim bitkilerinin toprak üstü yeşil aksamının yaş ağırlıkları üzerine olan etkileri (gr/bitki)	25
Çizelge 4.10. Uygulamaların çim bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	27
Çizelge 4.11. Uygulamaların Roka bitkisinin toprak üstü akması bitki yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	28
Çizelge 4.12. Uygulamaların roka bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	30
Çizelge 4.13. Uygulamaların buğday bitkisinin toprak üstü akması yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	31
Çizelge 4.14. Uygulamaların buğday bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	33
Çizelge 4.15. Uygulamaların marul bitkisinin toprak üstü akması yaş ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki)	34
Çizelge 4.16. Uygulamaların marul bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki)	36
Çizelge 4.17. Uygulamaların çim bitkisinin bitki boyu üzerine olan etkisi (cm)	37

Çizelge 4.18. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki Azot (N) konsantrasyonuna etkileri	39
Çizelge 4.19. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki Fosfor (P) konsantrasyonu üzerine olan etkileri (%)	40
Çizelge 4.20. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki Potasyum (K) konsantrasyonu üzerine etkileri (%)	41
Çizelge 4.21. Uygulamaların roka bitkisinin yapraklarındaki Azot (N) konsantrasyonuna etkileri (%)	42
Çizelge 4.22. Uygulamaların roka bitkisinin yapraklarındaki Fosfor (P) konsantrasyonu üzerine olan etkileri (%)	44
Çizelge 4.23. Uygulamaların roka bitkisinin yapraklarındaki K konsantrasyonu üzerine etkileri (%)	45
Çizelge 4.24. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki Azot (N) konsantrasyonuna etkileri (%)	46
Çizelge 4.25. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki Fosfor (P) konsantrasyonu üzerine olan etkileri (%)	48
Çizelge 4.26. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki K konsantrasyonu üzerine etkileri (%)	49
Çizelge 4.27. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki Azot (N) konsantrasyonuna etkileri (%)	51
Çizelge 4.28. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki Fosfor (P) konsantrasyonu üzerine olan etkileri (%)	52
Çizelge 4.29. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki potasyum (K) konsantrasyonu üzerine etkileri (%)	53
Çizelge 4.30. Uygulamaların roka bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (%)	55
Çizelge 4.31. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (ppm)	57
Çizelge 4.32. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (ppm)	60
Çizelge 4.33. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (ppm)	62

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik No	Sayfa
Grafik 1. Uygulamaların çim bitkisinin bitki kök yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	16
Grafik 2. Uygulamaların çim bitkisinin bitki köklerinin kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	17
Grafik 3. Uygulamaların roka bitkisinin bitki köklerinin yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	18
Grafik 4. Uygulamaların roka bitkisinin köklerinin kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	19
Grafik 5. Uygulamaların buğday bitkisinin bitki köklerinin yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	21
Grafik 6. Uygulamaların roka bitkilerinin bitki kök kuru ağırlıkları üzerine olan etkileri (gr/bitki)	22
Grafik 7. Uygulamaların marul bitkilerinin bitki kök yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	23
Grafik 8. Uygulamaların marul bitkilerinin bitki kök kuru ağırlıkları üzerine olan etkileri (gr/bitki)	24
Grafik 9. Uygulamaların çim bitkilerinin toprak üstü yeşil aksamının yaş ağırlıkları üzerine olan etkileri (gr/bitki)	26
Grafik 10. Uygulamaların çim bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	27
Grafik 11. Uygulamaların Roka bitkisinin toprak üstü akması bitki yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	29
Grafik 12. Uygulamaların roka bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	30
Grafik 13. Uygulamaların buğday bitkisinin toprak üstü akması yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)	32
Grafik 14. Uygulamaların buğday bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları	

Grafik 31. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (ppm)	57
Grafik 32. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (ppm)	60
Grafik 33. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (ppm)	62

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa
Şekil 1. Deneme planında yer alan çim bitkisinin görünümü	12
Şekil 2. Yetiştirilen çim bitkisinin görseli	26
Şekil 3. Roka bitkisinin deneme görseli	29
Şekil 4. Buğday bitkisinin deneme görseli	32
Şekil 5. Marul bitkisinin deneme görseli	35
Şekil 6. Çim bitkisinin hasat sonrası görseli.....	38

KISALTMALAR

kg	Kilogram
l	Litre
m	Metre
m ²	Metrekare
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
pH	Potansiyel Hidrojen
EC	Elektriki iletkenlik
N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
Fe	Demir
Mn	Mangan
Zn	Çinko
Cu	Bakır

1. GİRİŞ

Son yıllarda sanayi sektörünün gelişmesi, nüfusun hızlı artışı ve kentleşmenin artması ile doğal kaynaklar üzerindeki baskının artmasıyla birlikte doğal dengenin bozulduğu görülmektedir. İnsanoğlunun doğal kaynakları bilinçsizce kullanması, tüketimin artması ve bu tüketim artışına bağlı olarak tüketim alışkanlıklarında meydana gelen değişikliklerle birlikte kentsel atıkların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Kentsel katı atıkların ortaya çıkmasını önlemek ve ortaya çıkan bu atıkların uygun koşullarla birlikte farklı alanlarda kullanılması sağlamak amacıyla birtakım çalışmalar yapılmıştır (Sarıhan ve Çakır 2023).

Teknolojinin gelişmesiyle ve insanların hayat standartlarının yükselmesiyle birlikte kentsel katı atıkların miktarında ve bileşenlerinde birtakım değişiklikler ortaya çıkmıştır. Nüfusun hızla artması ve tüketim alışkanlıklarında değişimlerin yaşanması atık miktarının da önemli bir artış göstermiş ve katı atık yönetiminin ülkeler önemini ortaya koymuştur. Türkiye’de de yerel yönetim birimlerinden özellikle belediyelerin hızla artan bu katı atıkların toplanması, taşınması, depolanması ve zararsız hale getirilmesinde önemli bir role sahip olduğu görülmektedir (Sarıhan ve Çakır 2023).

Atıklar küresel bir sorun olduğu için bu atık sorununu çözebilmek için belediyeler tarafından yerel bir takım düzenlemelere gidilmektedir. Bazı belediyeler bu düzenlemeler kapsamında pek çok uygulamaya gitmiştir. Sezer ve ark. (2009), İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kemerburgaz Geri Kazanım ve Kompostlaştırma Tesisi’nde 12 ay boyunca detaylı bir şekilde atık profili çıkarılarak, bu tesise gelen atık özellikleri ile bu atıkların tesisin farklı bölmelerindeki akışının belirlendiği ve bu atıkların kompost ürününe olan etkisinin ortaya konulduğu çalışmada, aynı zamanda kompost ürününde pazarlama açısından önem taşıyan inert (cam, plastik, metal vb.) madde içeriğini belirlemişler ve bunların azaltılmasına yönelik stratejiler geliştirilmiştir. Yapılan detaylı analiz sonuçları doğrultusunda kompost ürünündeki inert madde içeriklerinin ABD’deki karışık kompostlaştırma tesisleri kompost inert içeriğinden (özellikle tekstil, plastik ve metal açısından) düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, komposttan, farklı çaplarda eleme ile farklı kalitede ürünler elde edilmesinin mümkün olduğu kompost ürünü içerisindeki

yabancı maddelerin önemli bir kısmının 4 mm'den büyük olduğu dolayısıyla kompost ürününün %70'lik kısmını oluşturabilecek çok kaliteli bir kompost (cam oranı, %1.1) elde etmek mümkün olduğu yorumlarında bulunmuşlardır. Elek üstünün (4 mm ile 15 mm arası) ise farklı amaçlar için kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Üretilen kompost inert içeriği açısından en önemli sorun teşkil eden camın azaltılması ile ilgili olarak ise mevcut durumda 3 farklı noktada camın ayrılması (elle veya mekanik olarak) gerçekleştirilebileceği bu sayede tesis girişinde, kompostlaştırma prosesinden önce ve kompost ürününde yapılacak ayırma ile sırasıyla %30, %50 ve %80'lik bir cam giderme verimine ulaşılabileceğini tespit etmişlerdir.

Kentsel kompost atıkları ile çalışmalar yaparak hem bu artıkların bertaraf edilmesi hem de tarımda kullanılması üzerine pek çok çalışmalar yapılmıştır. Sönmez ve ark. (2002), Türkiye'de sınırlı sayıda bulunan kompost tesislerinden biri olan Altas Kompost üretim tesisinden alınan çöp kompostunun bitki besin maddesi içeriklerini belirlemek ve kullanılan bazı organik gübrelerle karşılaştırmak için yaptıkları çalışmada, kompost tesisinde 3 farklı aşamada bulunan (ham çöp, presleme öncesi ve elde edilen kompost) örnekleri alarak, bu örneklerde pH, EC, N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu ve organik madde analizleri yapmışlardır. Yapılan analizler ışığında taze kompost üzerinde bulunan organik madde %71.32, pH 6.94, EC 2.20 dS/m, N %2.72, P %0.56, K %0.89, Mg %0.71, Na %0.95, Ca %5.18, Fe 7604 ppm, Cu 69 ppm, Zn 171 ppm ve Mn 217 ppm olarak belirlemişlerdir. Aşamalar bakımından incelediklerinde organik madde ve EC'nin ham çöp aşamasından kompost aşamasına doğru azaldığı; pH, P, Mg, Ca, Cu, Zn ve Mn'in arttığı; N, K ve Na ve Fe'in ise düzenli bir artma veya azalma göstermediğini saptamışlardır. Kompostun kullanım etkinliğinin artırılmasına yönelik daha çok sayıda araştırmaya, özellikle sera ve tarla denemelerine ihtiyaç olduğunu açıkça beyan etmişlerdir.

Gençsoy (2010), kentsel karışık katı atıkların havalandırılmalı kompostlaştırma işleminde gibi zeolit ve jips katkı maddelerinin kullanılması süreci ve son ürün kalitesi üzerine olan etkilerini araştırdığı çalışmasında buna ek olarak, zeolit, jips içeren ve içerisinde katkı maddesi barındırmayan kompost ürünlerini sera çalışmasında artan dozlarda (%0, %4, %8) saksı içerisine uygulamış ve mısır bitkisi ile denemeler yapmıştır. Tuz içerikleri ve bitki büyümesini de değerlendirdiği çalışmasında her bir kullanılan reaktör için 100 kg'lık

karışık KKA İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kısırmandıra Kompost Tesisi'nden alınan ve deneylerde her biri içerisinde 200 litre olan 24 adet pilot reaktör kullanarak reaktörlerde sıcaklık ölçme, havalandırma, sızıntı suyu toplama ve gaz çıkışını gerekli ekipmanlarla sağlandığına, proses süresini 8 hafta tuttuğuna ve bu süreçte atığın haftalık olarak elle karıştırıldığına çalışmasında yer vermiştir. Sonuç olarak kompostlaştırmaya eklenen zeolit materyali ile tuzluluğun olumsuz etkisinin azaldığı ve içerisine katılan zeolit miktarının oranı arttıkça kompostta bulunan tuz seviyesinin düştüğünü ifade etmiştir. Aynı zamanda zeolit yapısında negatif yükü dengeli bir hale geçen serbest hareket halinde olan pozitif yüklü katyonları taşıdığından bu durumun, bitki için gerektiğinde salınabilecek halde olan Na gibi pozitif yüklü katyonların tutulmasında ideal ortam oluşturacağını tespit etmiştir. Ayrıca, zeolitin yapısındaki boşluklarda Na'yı absorpladığı ve kompostta tuz seviyesini azalttığı bilgisine yer verilmiştir. Kompostlaştırma prosesinde jips kullanılması ise jipsin yapısında bulunan suda çözünür Ca nedeniyle kompost pH değerlerini arttırdığı fakat bu uygulama aynı zamanda tuzluluk açısından önem arz eden suda çözünür Na oranlarını azalttığı ve bu doğrultuda tuzluluğun neden olduğu bitki büyümesindeki inhibisyonun engellendiği, bitki yapısındaki Na miktarlarının azaldığı ancak bu azalmanın jips miktarıyla orantılı olmadığını ifade etmiştir.

Aydınşakir ve ark. (2011), kompostun kentsel katı atıklardan elde edilmesi, Akdeniz iklim koşullarında plastik sera içerisinde yetiştiriciliği yapılan düğün çiçeği (*Ranunculus asiaticus* L., 'Orange') bitkisinde bazı kalite özellikleri, verim ile toprak özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacı ile yaptıkları bir çalışmada, 4 farklı kompost düzeyini (0 "kontrol" dozu , 2, 4 ve 8 ton da⁻¹) sera toprağına karıştırmışlardır. Kullanılan kompostun P, Ca, Mg değerleri ve toprak bünyesi üzerine herhangi bir etkisini görmediklerini ifade etmişlerdir. Artan uygulamalarla topraktaki Mn, Fe, Zn ve tuz değerlerinde artışlar olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına bakıldığında, kullanılan kompostun farklı dozlarının kontrole göre verim oranı ve kalite özellikleri üzerine önemli ölçüde artış gösterdiği aynı zamanda 8 ton da⁻¹ uygulaması yapılan dozun toprağına herhangi bir zarar vermeden örtüaltı düğün çiçeği yetiştiriciliği uygulamalarında başarıyla kullanılabileceğini saptamışlardır. Organik madde içeriği yüksek olan kentsel katı atık kompostunun zengin mineral bileşiminden dolayı toprağına fiziksel, biyolojik ve kimyasal özellikleri üzerine olumlu yönde etkilediği aynı zamanda artan dozları oranında

verimi ve kaliteyi artırdığını saptamışlardır. Bununla birlikte kullanılan kompostun yüksek tuz oranı içermesi sebebiyle tarımda artan dozlarda kullanılmadan önce mutlaka analiz edilmesi gerektiği, tuzluluk düzeyinin tolere edilebilecek seviyeye getirilmesi ve gerekli mineral madde dengelemesi ile bu materyalin tarımda güvenli bir şekilde geri kazanımının başarıyla yapılabileceği ve önemli düzeyde ekonomik girdi sağlayacağını ifade etmişlerdir.

Topal (2013), Türkiye’de ve dünyada bulunan kompostun toprakta kullanım standartlarını mukayese ettiği çalışmada, kompost uygulamalarında belirlenen standart değerlerin, bazı parametreler açısından ülkeden ülkeye farklılık göstermekle birlikte kimi zaman birbirine yakın olan veya aynı değerlerde de olabildiğini ifade etmiştir. Kompost materyali için kabul edilebilir pH standart değerleri ile karşılaştırıldığında pH değerlerinin 5-8 arasında değiştiğini tespit etmiştir. ABD’nin ağır metal sınırlamaları açısından oldukça yüksek sınır değerler bildirdiğini ve Avusturya, İngiltere, Almanya ve Hollanda’nın bu konuda iyi bir şekilde organize olmuş ülkeler olarak öne çıktığını, Hollanda’nın ağır metal değerleri açısından Avrupa’nın diğer ülkelerinden daha sıkı bir düzenlemelere sahip olduğunu tespit etmiştir. Türkiye’deki yönetmeliklerin herhangi bir ağır metal kapsamı sınırlamasına sahip olmadığı ve Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik’te yalnızca toprakta kullanılan stabilize arıtma çamurları için ağır metal sınırlamaları olduğunu bildirilmiştir. Kompostun tarımda kullanılabilmesi için istenen kısıtlamaları, yüzeysel şekilde tanımlanmış olup, AB ve ABD ile kıyaslandığında yetersiz bulunmaktadır bu durumun muhtemel nedeni olarak, Türkiye’nin çevre konusuna günümüze kadar yeterli önemi vermiş olmaması, dolayısıyla, ülkede kompostlaştırma ve kompost konusunun hak ettiği önemi kazanamamış olması ve Türkiye’de kullanımının yaygın olmamasına neden olduğunu ifade etmiştir.

Belediyeler başta olmak üzere çevre düzenleyici kurumlar, sağlık risklerini azaltmak, atık toplama ve bertaraf sistemlerinin verimliliğini artırmak istemektedirler. Gelişmekte olan ülkelerde finansman yetersizliği, atık farkındalığı eksikliği, uzman eksikliği ve niteliksiz personel gibi sorunlar yaşamaktadırlar. Gelişmiş ülkelerde yaygın olan ileri teknolojilerin benimsenmesi, gelişmekte olan ülkelerin atık yönetimi koşullarında önemli iyileşmelere neden olabilir (Ay ve Söylemez, 2023).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Nüfus artışı, sanayi sektörünün hızla artışı ayrıca gelişimi ile birlikte köyden kente göç hızlanmakta ve bu durum şehirlerde meydana gelen atıkların binlerce tona ulaşmasına neden olmaktadır. Bu atıklar, üretimin hızlı artışı, insanların tüketim ihtiyacının artması ve aşırı tüketim sonucu artmaktadır. Bu da doğal olarak kirliliğin ana nedenini oluşturmaktadır. Çevre ve insan sağlığı üzerine ciddi tehditler oluşturmaktadır.

Artan nüfus, sanayileşme, hızla artan ve farklılaşan tüketim, teknolojik gelişme ve kentleşme ile ortaya çıkan katı atıklar, insan ve çevre sağlığına olan olumsuz etkileriyle günümüzde önemli sorunlarından birisi olmaktadır. Atıkların uzaklaştırılmasında uzun zamandan itibaren uygulanan başlıca yöntemler kısaca; düzenli-sıhhi depolama, kompostlama, geri kazanım, düzensiz depolama ve yakma uygulamalarıdır (Palabıyık, 2009).

İyi ayrışmış olgun bir kompost sürekli olarak karbon, gübre, azot, organik madde, potasyum ve çok sayıda iz element kaynağıdır. Toprağın fiziksel yapısı üzerine olumlu etkiler yaparak erozyonu da önler. Kompostun topraktaki fiziksel özellikleri üzerindeki en önemli etkisi agregat stabilitesi ve toplam gözenek (porozite) miktarını artırmasıdır. Bitkinin gelişim seviyesini artırarak, uygulanan mineral gübrelerden bitkinin daha iyi faydalanmasını sağlar. Mineral gübrelerin kullanımı ve uygulanması kolaylaşır ve ekonomik kazanç sağlar. Aynı zamanda uygulanan hammaddelerin doğal olması nedeniyle tarım alanlarında yetiştiriciliği yapılan ürünlerde tat ve aroma sorunu da engellenmiş olur.

Arı ve ark. (2002), domates yetiştiriciliği yapılan Antalya bölgesindeki seralarda toprakların verimlilik durumlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, sera topraklarının organik madde miktarının büyük bir çoğunluğunda (ortalama %85'inde) noksan olduğunu belirlemişlerdir. Topraktaki organik madde oranını artırmak için kullanılan en yaygın uygulama çiftlik gübresi kullanımüdür. Çiftlik gübresinin gerekli miktarda olmaması, yeterli oranda olgunlaşmaması ve uygun zamanda bulunamaması sorun teşkil etmektedir. Bu tür sebeplerden dolayı toprakta organik madde miktarını

artırmak için hem de çevre kirliliğine neden olmamak için atıkların kompost haline getirilerek tarımsal üretimde kullanılması gerekmektedir (Güvenç ve Yıldırım, 1999). Ancak kompost haline getirilen materyallerin uygulama oranlarının etkilerinin belirlenmesi için yapılan çalışmalar yeterli değildir.

Nüfus artışına bağlı olarak aynı zamanda yaşam kalitesinin yükselmesi ile birlikte katı atık miktarının oranı üzerinde artışlar görülmeye başlanmıştır. Bunun sonucunda da çevre kirliliği gün geçtikçe artmaya başlamaktadır. Özellikle büyük şehirlerde katı atıkların ortadan kaldırılması oldukça büyük bir sorun oluşturmaktadır. Katı atıklar düzenli bir şekilde çöp toplama alanlarında biriktirilmekte, yakma işleminin uygulanması veya kompostlaştırılması gibi uygulamalarla bertaraf edilmeye çalışılmaktadır. Alternatif bertaraf etme yöntemlerinden depolama işlemi ve yakma uygulamasının pahalı olması ve aynı zamanda çevreye zararlı olması etkisinden dolayı ve potansiyel faydalarından yararlanılmaması nedeniyle bu atıkların kompostlaştırılarak tarımda değerlendirilmesi son yıllarda önem kazanmakta, pek çok bilimsel araştırmaya konu olmaktadır (Macar 1992; Entry ve ark. 1997; Sönmez ve ark. 2002).

Kentsel katı atıklar, besin yönünden orta ve organik madde miktarı açısından zengin bir kaynak olduğundan dolayı gelişmekte olan ülkelerdeki atıkların yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Kompost yapımında kullanılan katı atıklar, iyi bir bitki besin maddesi kaynağı olmakla birlikte organik madde miktarının yüksek olması ve toprağın biyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine önemli ölçüde katkı sağlamasıdır (Topçuoğlu ve ark. 2001). Toprakta bulunan organik madde miktarı bitki gelişiminde önemli bir yere sahip olan gübre, kükürt ve azotun önemli bir kısmını sağlamaktadır. Aynı zamanda mikro bitki besin elementlerinin önemli bir kısmının yarayışlı olması üzerine önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle düşük moleküllü bileşikler olan çinko, demir ve bakır gibi birçok yüksek değerliğe sahip katyonlarla stabil kompleksler oluşturarak, bu iyonları çeşitli reaksiyonlara karşı korumakta ve bitki için yarayışlı hale gelmesine katkı sağlamaktadır. Tarımsal üretimden iyi bir sonuç alabilmek için toprakta bulunan organik madde içeriğini artırmak ve bu oranı korumaktır. Bu sebepten dolayı hayvansal ve bitkisel kökenli materyallerin usulüne uygun bir şekilde olgunlaştırılarak organik gübre haline getirilmesi ve tarım alanında kullanılması sağlanmalıdır (Chen ve ark., 1988).

Organik artıkların sürdürülebilir bir şekilde tekrar doğaya kazandırılmasının en uygulanabilir yöntemlerinden birisi kompostlaştırma uygulamalarıdır. Bu doğrultudan yola çıkarak kentsel ürünlerden oluşturulan artıkların daha faydalı bir şekilde tarıma kazandırılması üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan çeşitli araştırmalarda bitkilerin verim ve kalite özellikleri üzerine organik artıkların olumlu düzeyde etki sağlamasının yanı sıra topraktaki bitki besin elementlerinin yayarışlılık durumunu artırması ve ayrıca toprağa uygulanan organik artıkların toprakta bulunan birçok özelliğe olumlu bir şekilde etki sağladığı belirlenmiştir (Hakerler, 1980; Kacar, 1984; Kütük ve ark., 1995; Sanchez ve ark., 1997; Uyanöz ve ark., 2000).

Duggan ve Wiles (1976), beş yıl boyunca kentsel katı atık kompostunun toprakta bulunan Cu, Zn, Pb, Cr, Cd, ve Ni gibi ağır metal alımı ve toprak özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada artan oranlarda kompost uygulamalarının toprağı fiziksel özelliklerini iyileştirici etkisi olduğu ve verimi artırdığını aynı zamanda kullanılan kompostun ağır metal bakımında bitkide herhangi bir olumsuz etki yaratmadığını saptamışlardır.

Hanay (1990), yaptığı bir çalışmada toprağa 4, 8 ve 12 t/da kentsel katı atık kompostu uygulandığında, kompost düzeyinin artmasından dolayı toprakta dane birim değerleri ve toprak hacim ağırlığını azalttığı, su tutma kapasitesi, infiltrasyon hızı, toplam porozite, hidrolik iletkenlik ve organik madde düzeyini artırdığını; Doğan (2000), yaptığı bir çalışmada artan oranlarda kompost (2, 4, 6 ve 8 t da⁻¹) uygulamasının topraktaki pH değerini ve toprağın hacim ağırlığını düşürdüğünü, topraktaki toplam tuz içeriğini ise artırdığını belirlemiştir.

Lopez ve ark. (1998), farklı yetiştirme ortamlarının sardunya bitkisinde kalite ve verim özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, kentsel katı atık kompostunun kullanıldığı yetiştirme ortamında bitki yapraklarındaki kalsiyum ve potasyum içeriğinin istenilen düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. Kentsel katı atık kompostunun yüksek oranda organik madde içermesinden dolayı zengin bir mineral bileşime sahip olması topraktaki kimyasal ve fiziksel özellikler üzerine pozitif yönde bir etki yarattığı ve artan oranlarda kalite ve verim üzerine artış sağladığını saptamışlardır. Bu çalışma ile dünya nüfusunun

giderek artmasından kaynaklanan ve en büyük sorunlardan biri olan çevre kirliliğine yol açan kentsel atıkların kullanılması ile hem organik madde bakımından oldukça düşük olan yetiştiricilik yapılan topraklarımızın iyileştirilmesine hem de çevre kirliliğinin önlenmesi oldukça büyük bir etki sağlayacağı düşünülebilir.

Albiach ve ark., (2000) kentsel katı atık, vermikompost, humik asit, koyun gübresi ve arıtma çamuru kullanarak hazırladıkları bu materyallerin toprağın biyolojik özellikleri üzerine olan etkilerini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada hazırladıkları karışım materyalini 4 ve 5 yıllık inkübasyon sürecine bırakmışlardır ve bu süreç sonunda tüm materyaller mikrobiyal biyomas içeriğini ve toprağın dehidrogenaz, üreaz, alkalın fosfotaz enzim aktivitelerini artırmıştır. Bu artışta kentsel katı atık en etkili olurken humik asit ve vermikompost uygulaması en az etkiyi göstermiştir.

Dede ve ark., (2006) torf kullanımına alternatifini geliştirmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada mısır sapı, kentsel katı atık, fındık zurufu ve tavuk gübresi kullanmışlardır. Çalışmada İmpatiens (Cam Güzeli) bitkisi yetiştirmişlerdir. Çalışmada tavuk gübresi ve kentsel katı atık kompostu besin sağlayıcısı, torf, mısır sapı ve fındık zurufu yetiştirme ortamında ana bileşen olacak şekilde 9 farklı yetiştirme ortamı hazırlamışlardır. İnkübasyon sonunda incelenen özellikler dikkate alındığında; uygulanan tavuk gübresi ve kentsel katı atık kompostu, İmpatiens bitkisinin boyunu ve çiçeklenmesini olumlu yönde etkilemiştir. Bitki gelişimine en büyük etkiyi %25 torf + %50 mısır sapı + %25 tavuk gübresi karışımı sağlamıştır. Ayrıca torfa %25 oranında tavuk gübresi ve kentsel katı atık kompostu ile %50 oranında mısır sapı ve fındık zurufunun karıştırılması gerekli fiziksel ve kimyasal parametreleri sağladığı bildirilmiştir. Sonuç olarak, torfun yerine söz konusu organik materyallerinin kullanılabilmesi ortaya koyulmuştur.

Aydınşakir ve ark. (2009), kentsel katı atık kompostunun 20, 40 ve 80 t.ha⁻¹ dozlarında anemon yetiştiriciliği yapmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada kompostun etkilerini incelediklerinde verim, sap uzunluğu ve sap kalınlığı değerlerinin kompost dozu

yükseltildikçe arttığını, en iyi sonuçların 80 t.ha⁻¹ uygulamasından elde edildiğini saptamışlardır.

Kentsel katı atık kompostu kullanımının direkt etkilerinin yanında dolaylı olumlu etkileri de bulunmaktadır. Bunlardan birisi de bitki besin element döngüsünü iyileştirilmesidir. Kompost uygulanması ile fosfor fiksasyonu önemli ölçüde azalmaktadır. Bir diğer dolaylı etkisi ise toprağın KDK'sını artırmasıdır. Toprağın bu özelliklerinde görülen iyileşmeler materyalin etkinliğini de artırmaktadır (Mücevher, 2022).

Gübre olarak da kullanılan kentsel katı atık kompostunun, ağır metal içeriği insan sağlığı açısından tehlikeli olabilmektedir. Bu nedenle 2004-2006 yılları arasında kentsel katı atık kompostunun domates verim, kalite ve bitkinin beslenme durumu üzerine etkilerinin araştırıldığı bir deneme yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre kentsel katı atık kompostu kullanımının domates verim ve kalitesi üzerine olumlu etkilerinin olduğu, ağır metal birikimi açısından meyve ve toprak da sorun teşkil etmediği tespit edilmiştir. Bu çalışmadan sonra kentsel katı atık kullanımının sonraki yıllara etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2008-2011 yılları arasında ikinci bir araştırma yürütülmüştür. Deneme aynı serada tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışma süresince parsellerden toprak ve meyve örnekleri alınarak, analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, kentsel katı atık kompostunun bakiye etkisi ürün miktarını ve kalite kriterlerinden meyve suyu EC'sini, titre edilebilir asitliğini ve suda çözünebilir kuru madde miktarını kontrole göre arttırmıştır. Toprak ağır metal içerikleri izin verilebilir sınır değerleri aşmamıştır. Meyve örneklerinin kurşun (Pb) içerikleri sınır değerleri aşmamış olup, kadmiyum ve nikel (Cd ve Ni) içerikleri izin verilebilir sınır değerleri aşmıştır. Fakat kontrol parselindeki meyve örneklerinin de kadmiyum ve nikel (Cd ve Ni) içeriğinin sınır değerleri aşmış olması bu artışta uygulanan materyalin dışında başka faktörlerinde (gübreleme, ilaçlama vs) etkili olabileceğini göstermiştir (Demirtaş ve ark., 2013).

Singh ve ark. (2023) 2020 – 2021 yılları arasında mevsimsel şeker pancarı kamışı üretiminde verim üzerine kentsel kompostun etkisini araştırmak amacı ile bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında % 0, 25, 50, 75 ve 100 azot dozu, % 100 P₂O₅, % 100 K₂O

ile birlikte kentsel katı atık kompostu kullanmışlardır. Kentsel kompost ile birlikte kullanılan %75 N ve kalan %25 P₂O₅ uygulamasında şeker kamışının gelişim parametreleri üzerinde (toplam bitki boyu, kamış uzunluğu vb.)önemli artışlar gösterdiğinin belirlemiştirlerdir.

Eifediyi (2023) Nijerya'da 2018-2019 yılları arasında yaptığı bir çalışmada kentsel atıkların bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek için yaptığı bir çalışmada marul bitkisi kullanmıştır. Marul bitkisinin yetiştirme döneminde büyüme, verim ve marul besin bileşimi üzerine etkisini araştırmıştır. Tesadüf deneme desenine göre 4 tekerrür olacak şekilde deneme kurulmuştur. Deneme materyaline 0, 5, 10, 15, 20 mg/ha kentsel kompost dozları ve 300 kg ha⁻¹ oranında NPK uygulanmıştır. Vejetatif parametreler (bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alan indeksi) ve verim üzerine artış sağlandığı yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Özellikle 20 mg/ha uygulamasındaki artış oranlarının oldukça yüksek olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızın amacı; farklı oranlardaki kentsel kompostta yetiştirilen farklı türdeki 4 bitkinin gelişimine ve bitkilerdeki bazı makro ve bazı ağır metal konsantrasyonları üzerine kompost uygulamalarının etkilerini ortaya koymaktır. Roka, çim, buğday ve marul bitkilerinin yetiştirilme süresi sonunda toprak üstü aksamlarından kesilerek bitkilerin yaş-kuru ağırlıkları, kök yaş-kuru ağırlıkları, kök uzunlukları ve bitki boyu ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca bitki yaprakları kurutulup öğütüldükten sonra makro element ve ağır metal konsantrasyonlarına bakılmak üzere bitki analizleri yapılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1. Çalışma alanı ve çalışmada kullanılan bitki çeşitleri: Çalışma 2022 Ekim ayının ilk haftası TOGÜ, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Topraksız Tarım serasında yapılmıştır. Denemede; bitkisel materyal olarak roka, çim, buğday ve marul olmak üzere 4 farklı bitki türü kullanılmıştır.

3.1.2. Sera denemesinde kullanılan toprak materyali: Sera denemesinde kullanılan toprak materyalinin özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Toprak seçiminde kireç içeriği %16.80 olan bir toprak seçilmiştir. Bu toprak 4 mm lik elekten geçirilerek kurutulmuştur. Hava kuru topraktan 5 kg tartılarak 8 lik saksılarda hazırlanmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kireç (%)	16.80
pH (1:2.5)	7.92
Toplam Tuz %	0.044
Toplam N (%)	0.14
Organik Madde (%)	1.17
Tekstür	Killi tın
Demir (ppm)	1.86
Yarayışlı P (kg/da)	1.37
Çinko (ppm)	0.32

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme alanının kurulması: Sera koşullarında gerçekleştirilen deneme; tesadüf parselleri deneme planına göre 4 tekerrür her tekerrürde 5 saksı toplamda 80 saksı olarak

kurulmuştur. Saksılar plastik olarak seçilip her saksı için 5000 g toprak tartılmıştır. Kentsel kompost düzeyleri olarak kontrol - %5 - %10 - %15 ve %20 olarak 5 farklı deneme planı oluşturulmuştur. Kentsel kompost materyalinin içerik bilgileri Ek-1 listesinde yer almaktadır. Denemede 4 bitkiye aynı uygulamalar yapılmıştır. Deneme 16.11.2022–21.02.2023 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Şekil 1’de deneme planı verilmiştir.

Şekil 1. Deneme planında yer alan çim bitkisinin görünümü



3.2.2. Deneme planı: Denemede 5 kentsel kompost dozu (% 0, %5, %10, %15 ve %20) x 4 tekerrür olacak şekilde 80 saksıdan oluşturulmuştur. Tesadüf parselleri deneme

desenine göre kurulan deneme tek faktörlü ve 4 tekerrürdür. Deneme planı Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2: Deneme planı

KK 0	KK 0	KK 0	KK 0
KK 5	KK 5	KK 5	KK 5
KK 10	KK 10	KK 10	KK 10
KK 15	KK 15	KK 15	KK 15
KK20	KK20	KK20	KK20

KK0: % 0

KK5: %5

KK10:%10

KK15:%15

KK20:%20

KK: Kentsel Kompost

3.2.3. Bitki Analizleri:

3.2.3.1. Bitki yaş ağırlığı: Bitkilerin yaş ağırlıkları 0,0001 g hassasiyetindeki analitik terazi yardımıyla ölçülerek elde edilen ortalamalar g değerinden kaydedilmiştir.

3.2.3.2. Bitki kuru ağırlığı: Yaş ağırlığı hesaplanan her bitkinin kuru ağırlığı 65 °C’de 48 saat hava sirkülasyonlu etüvde bekletildikten sonra 0,0001 g hassasiyetle analitik terazi yardımıyla tartılmış ve ortalaması ifade edilmiştir.

3.2.3.3. Kök yaş ağırlığı(g): Köklerin yaş ağırlıkları 0,0001 g hassasiyetindeki analitik terazi yardımıyla ölçülerek elde edilen ortalamalar g değerinden kaydedilmiştir.

3.2.3.4. Kök kuru ağırlığı(g): Yaş ağırlığı hesaplanan her bitki kökünün kuru ağırlığı 65 °C'de 48 saat hava sirkülasyonlu etüvde bekletildikten sonra 0,0001 g hassasiyetle analitik terazi yardımıyla tartılmış ve ortalaması ifade edilmiştir.

3.2.4. Mineral besin elementi analizleri: Kentsel kompost uygulamalarının bitki besin elementi içeriği üzerine nasıl bir etki yaptığı, bitki besin elementi alımlarının incelemek için bitki çeşitlerinden alınan yapraklarda mineral besin element durumlarına bakılmıştır.

3.2.4.1. Toplam Azot (N): Kurutulup öğütülen bitki örneklerinde azot tayini modifiye Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır (Kacar ve Ünal 2008).

3.2.4.2. Fosfor (P), Potasyum (K), Demir (Fe), Çinko (Zn), Mangan Mn), Bakır (Cu): Öğütülmüş bitki örneklerinden hassas tartıyla 0.5 g alınarak krozeler içine konulmuş, kül fırınında 500 °C'de de 5 saat yakılarak (Kuru yakma) kül durumuna getirilmiştir. Kül durumuna gelen örneklere %10'luk 10 ml. HCl asit karışımı ilave edilerek süzükler saf su ile 50 ml.'ye tamamlanmıştır. Bu süzüklerden ICP-OES cihazında element okuması yapılmıştır (Kacar ve Ünal, 2008))

3.2.5. İstatistik analizi: Denemede elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve varyans analizlerinde (ANOVA) SPSS (Version 12.00; Chicago, IL, USA) istatistik yazılımı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması Duncan testine göre $P \leq 0,05$ ve $P \leq 0,01$ düzeyinde yapılmıştır.

4. BULGULAR

Farklı oranlarda kentsel kompost uygulaması yapılan kireçli killi tınlı çalışma toprağında yetiştirilen çim, roka, buğday ve marul bitkilerinin gelişim ve inceleme yapılan diğer özellikler üzerine etkileri ve bu değerlere ait istatistiki değerlendirmeler aşağıda verilmiştir.

4.1. Kentsel Kompost Uygulamalarının Çim, Roka, Marul ve Buğday Bitkilerinin Kök Yaş Ağırlığı ve Bitki Kök Kuru Ağırlığı Üzerine Olan Etkisi

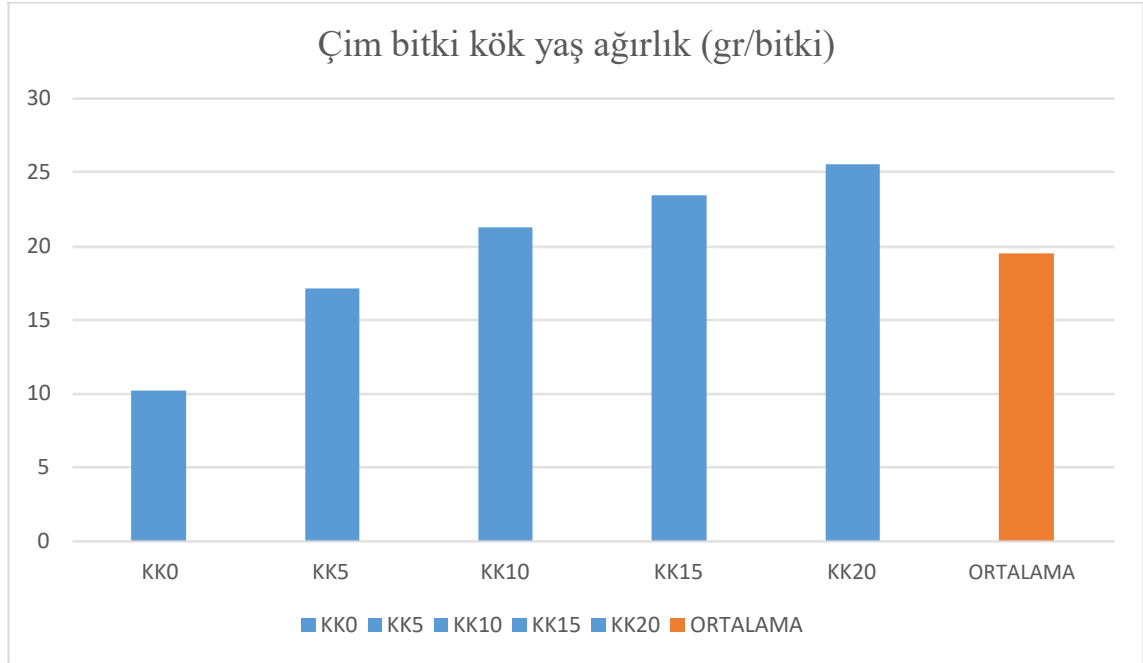
Çim bitkisine yapılan uygulamaların bitkileri kök yaş ağırlığı ile bitkilerin kök kuru ağırlığı üzerine olan etkisi Çizelge 4.1 – Grafik 1. ve Çizelge 4.2 – Grafik 2.'de verilmiştir.

Alınan ortalamalar doğrultusunda kontrol uygulamalarında bitki kök yaş ağırlığı 10.20 gr/bitki iken KK5 dozunda 17.10 gr/bitki, KK10 dozunda 21.25 gr/bitki, KK15 dozunda 23.45 gr/bitki ve en yüksek kentsel kompost uygulamasında (KK20) 25.50 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Kök yaş ağırlığının genel ortalamasına bakıldığında KK10 uygulamasından itibaren ortalamanın üzerinde sonuçlar alındığı gözlemlenmiştir. Kök gelişiminde kentsel katı atık oranının artmasına bağlı olarak artışlar olmuştur.

Çizelge 4.1. Uygulamaların çim bitkisinin bitki kök yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

Uygulama Dozları	Çim Bitkisinin kök yaş ağırlığı (gr/bitki)
KK0	10.20 d
KK5	17.10 c
KK10	21.25 c
KK15	23.45 b
KK20	25.50 a
Ortalama	19.5

Grafik 1. Uygulamaların çim bitkisinin bitki kök yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

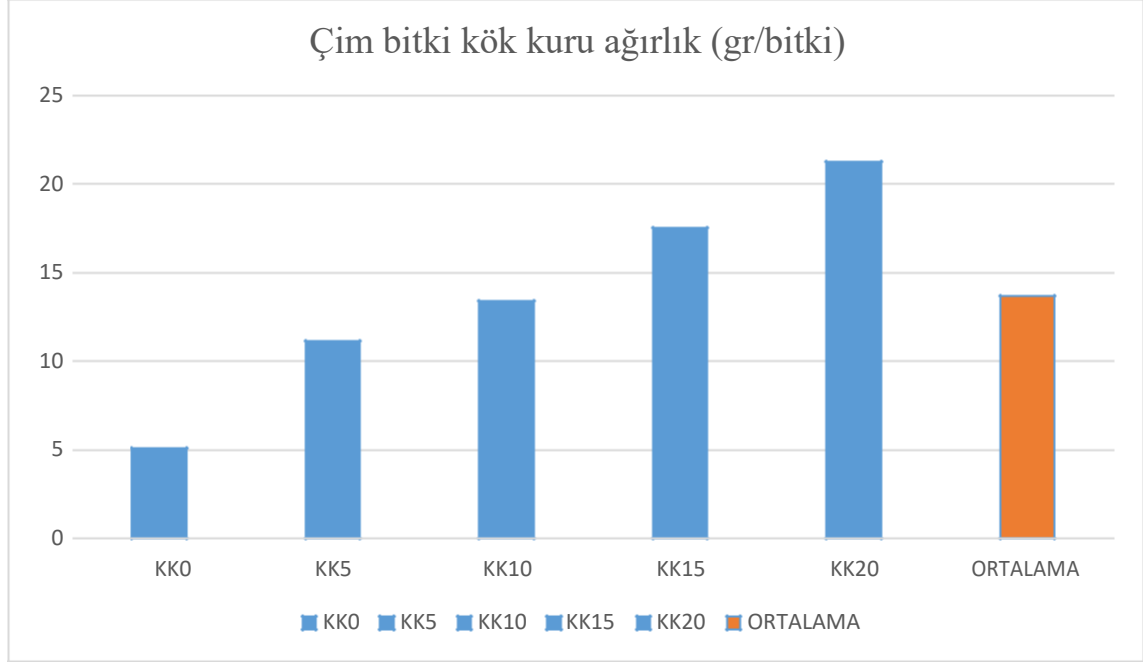


Grafik 1.'e baktığımızda kontrol uygulamasından itibaren kök yaş ağırlığındaki artışlar görülmektedir. Kentsel katı atık kompostunun artan oranlarında kök yaş ağırlığı üzerine yaptığı etki düzenli şekilde bir artış ile karşımıza çıkmaktadır. Grafik 1.'de ortalama olarak kök artışı 19.5 gr/bitki olarak görülmektedir. Kontrol uygulamasında bu oran 10.20 gr/bitki olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.2. Uygulamaların çim bitkisinin bitki köklerinin kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

Uygulama dozları	Çim bitkisinin bitki kök kuru ağırlık (gr/bitki)
KK0	5.10 d
KK5	11.15 c
KK10	13.40 c
KK15	17.53 b
KK20	21.24 a
Ortalama	13.67

Grafik 2. Uygulamaların çim bitkisinin bitki köklerinin kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)



Bitkilerin kuru madde oranları bitkilerde oluşan vejetatif aksamla doğru orantılıdır. Çalışma sonucunda elde edilen bitki köklerinin yaş ağırlığı ve bitki köklerinin kuru ağırlığının uygulamalarda paralel değerler belirlenmiştir. Kentsel kompost ortalama sonuçları dikkate alındığında kontrol dozunda bitki kök kuru ağırlıklarının ortalaması 5.10 gr/bitki iken KK5 uygulamasında 11.15 gr/bitki, KK10 uygulamasında 13.40 gr/bitki, KK15 uygulamasında 17.53 ve KK20 uygulamasında 21.24 gr/bitki olarak belirlenmiştir. Kentsel katı atık kompost oranı arttıkça bitkilerin oluşturduğu kök kuru ağırlığı artmıştır. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının ortalama değeri 13.67 gr/bitki olarak ölçülmüştür. Ortalama değer sonuçlarına göre kıyaslandığında KK0 ve KK5 uygulamaları kentsel katı atık kompost uygulamasının ortalama değerinin altında olarak gözlemlenmiştir (Çizelge 4.2).

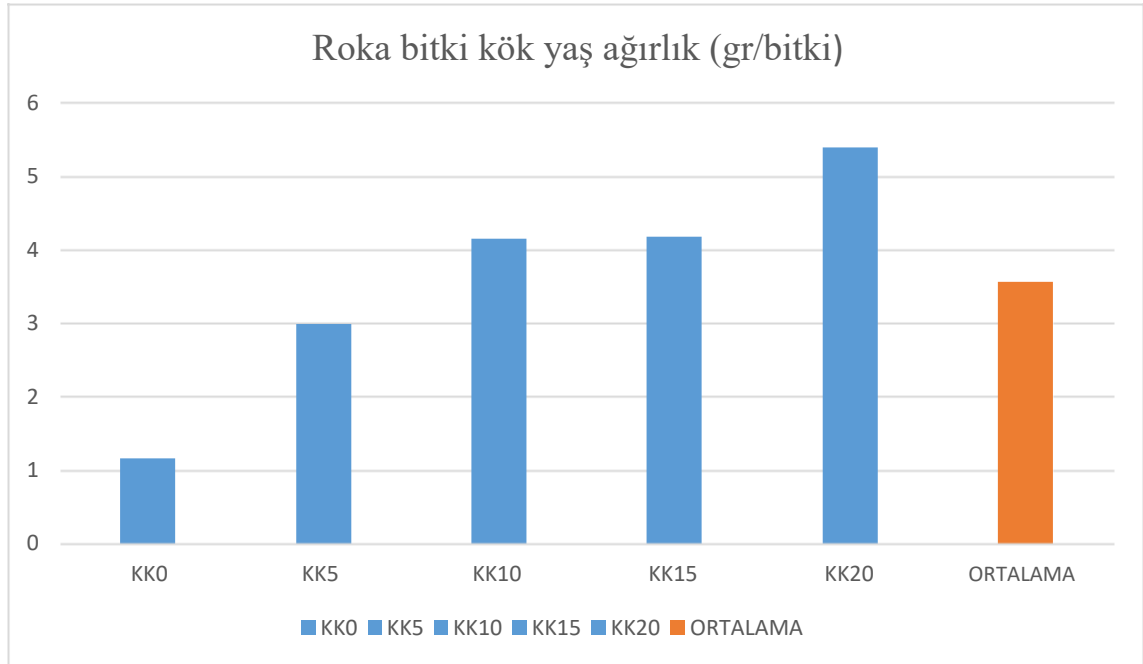
Roka bitkisine yapılan uygulamaların bitkilerin köklerinin yaş ağırlığı ve köklerinin kuru ağırlığı üzerine olan etkisi Çizelge 4.3. – Grafik 3. ve Çizelge 4.4 – Grafik 4.’de verilmiştir. Ortalama değerler dikkate alındığında kontrol dozu uygulamasında bitki kök yaş ağırlık 1.162 gr/bitki iken KK5 dozunda 2.994 gr/bitki, KK10 dozunda 4.160 gr/bitki,

KK15 dozunda 4.185 gr/bitki ve en yüksek kentsel kompost uygulamasında (KK20) 5.393 gr/bitki olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Uygulamaların roka bitkisinin bitki köklerinin yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

Uygulama dozları	Roka bitkisini kök yaş ağırlığı (gr/bitki)
KK0	1.162 d
KK5	2.994 c
KK10	4.160 b
KK15	4.185 b
KK20	5.393 a
Ortalama	3.57

Grafik 3. Uygulamaların roka bitkisinin bitki köklerinin yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)



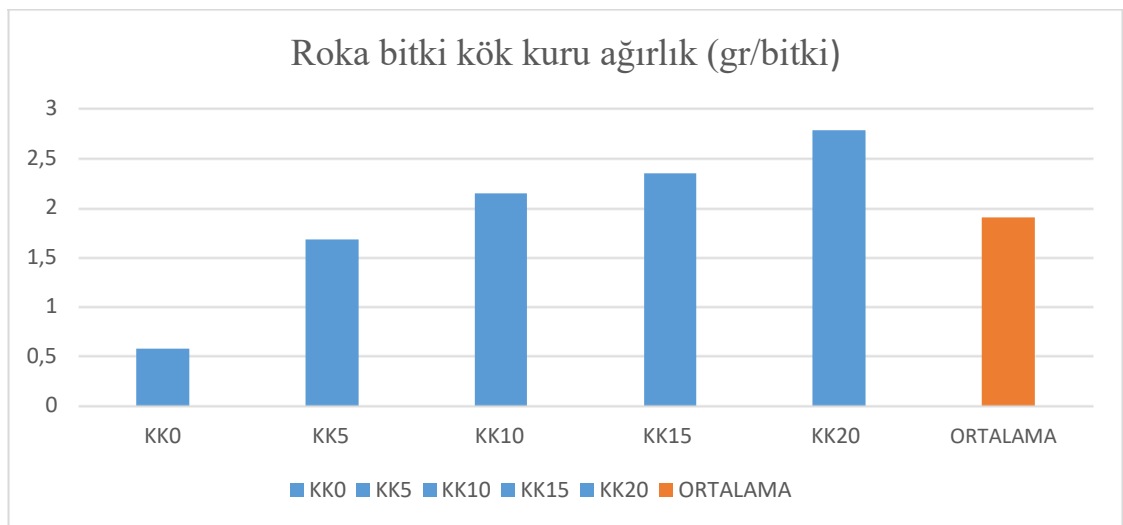
Kontrol uygulaması ile artan dozlarda uygulanan kentsel katı atık kompost uygulamaları arasındaki roka bitkisinin kök kuru ağırlığına bakıldığında artan kompost oranına bağlı

olarak kök gelişiminde olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalamasına bakıldığında 3.57 gr/bitki olarak gözlemlenmektedir. Bu değer ile uygulamalardan elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında KK0 uygulaması ve KK5 uygulamasından elde edilen sonuçlar ortalama değerinin altında olarak gözlemlenmektedir.

Çizelge 4.4. Uygulamaların roka bitkisinin köklerinin kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

Uygulama dozları	Roka bitki kök kuru ağırlık değerleri (gr/bitki)
KK0	0.58 d
KK5	1.68 c
KK10	2.14 b
KK15	2.35 b
KK20	2.78 a
Ortalama	1.90

Grafik 4. Uygulamaların roka bitkisinin köklerinin kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)



Çalışmada elde edilen sonuçlarda bitkilerinin kök yaş ağırlıkları ve bitki kök kuru ağırlığının uygulamalardan alınan sonuçlar değerlendirildiğinde paralel olarak

sonuçlandırığı belirlenmiştir. Kentsel kompost ortalaması sonuçları dikkate alındığında çalışmada Kontrol grubunda bitki kök kuru ağırlıkları ortalaması 0.58 gr/bitki iken KK5 uygulamasında 1.68 gr/bitki, KK10 uygulamasında 2.14 gr/bitki, KK15 uygulamasında 2.35 ve KK20 uygulamasında 2.78 gr/bitki olarak belirlenmiştir. Kentsel katı atık kompost oranı arttıkça bitkilerin oluşturduğu kök kuru ağırlığı artmıştır (Çizelge 4.4). Kentsel katı atık kompostu uygulamalarının ortalamasına bakıldığında 1.90 gr/bitki olarak görülmektedir. KK0 ve KK5 uygulamasında elde edilen sonuçlar ortalama değerin altında olarak gözlemlenmektedir.

Buğday bitkisine yapılan uygulamaların bitkisini köklerini yaş ağırlığı ve bitki köklerinin kuru ağırlığı üzerine olan etkileri Çizelge 4.5 – Grafik 5. ve Çizelge 4.6 – Grafik 6.’da verilmiştir. Ortalamalar dikkate alındığında kontrol grubu uygulamasında kök yaş ağırlık 3.42 gr/bitki iken KK5 dozunda 4.75 gr/bitki, KK10 dozunda 4.92 gr/bitki, KK15 dozunda 6.15 gr/bitki ve en yüksek kentsel kompost uygulamasında (KK20) 7.78 gr/bitki olarak tespit edilmiştir.

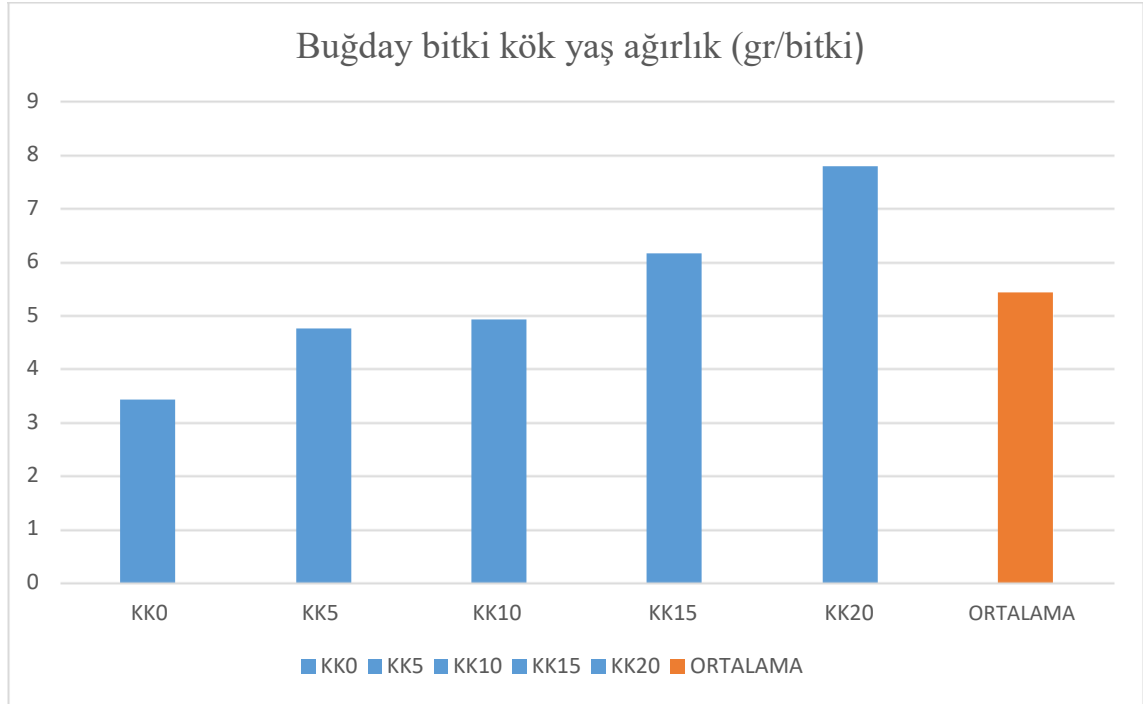
Çizelge 4.5 Uygulamaların buğday bitkisinin bitki köklerinin yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

Uygulama dozları	Buğday bitkisinin kök yaş ağırlıkları (gr/bitki)
KK0	3.42 d
KK5	4.75 c
KK10	4.92 c
KK15	6.15 b
KK20	7.78 a
Ortalama	5.44

Kontrol uygulaması ile artan dozlarda uygulanan kentsel katı atık kompost uygulamaları arasındaki buğday bitkisinin kök kuru ağırlığına bakıldığında artan kompost oranına bağlı olarak kök gelişiminde olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir. Kentsel katı atık kompostunu uygulamalarının genel ortalamasına bakıldığında elde edilen sonuç 5.44 gr/bitki olarak

gözlemlenmektedir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarından elde edilen sonuçlar bu ortalama değerin altında olarak görülmektedir.

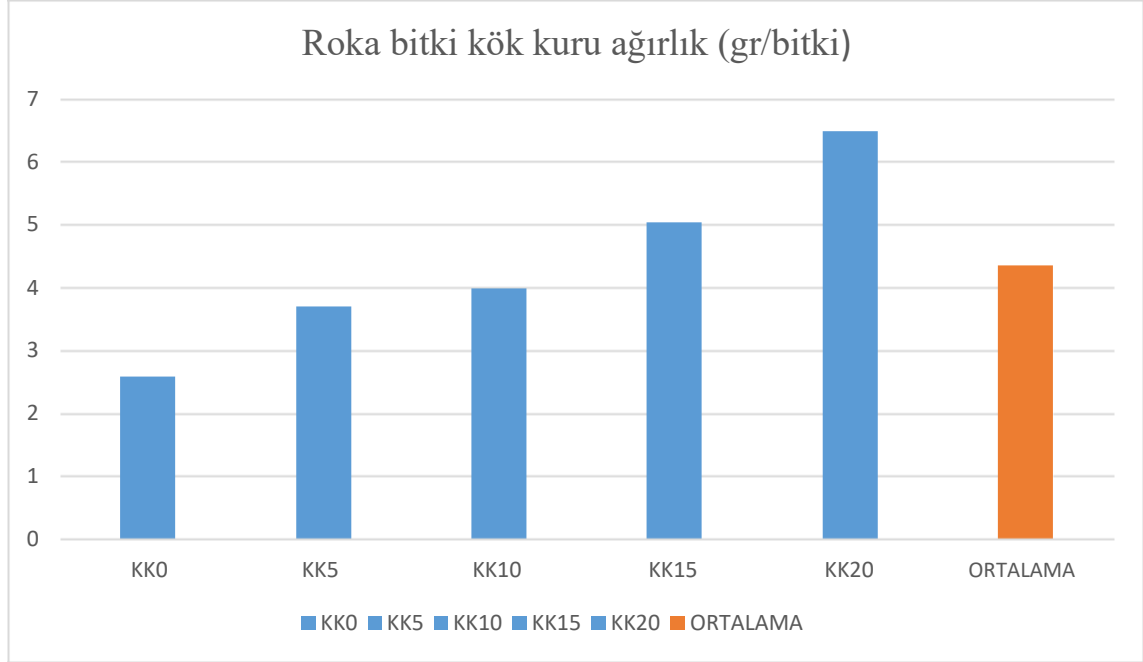
Grafik 5. Uygulamaların buğday bitkisinin bitki köklerinin yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)



Çizelge 4.6 Uygulamaların roka bitkilerinin bitki kök kuru ağırlıkları üzerine olan etkileri (gr/bitki)

Uygulama dozları	Roka bitkilerinin kök kuru ağırlıkları (gr/bitki)
KK0	2.58 d
KK5	3.69 c
KK10	3.99 c
KK15	5.03 b
KK20	6.49 a
Ortalama	4.35

Grafik 6. Uygulamaların roka bitkilerinin bitki kök kuru ağırlıkları üzerine olan etkileri (gr/bitki)



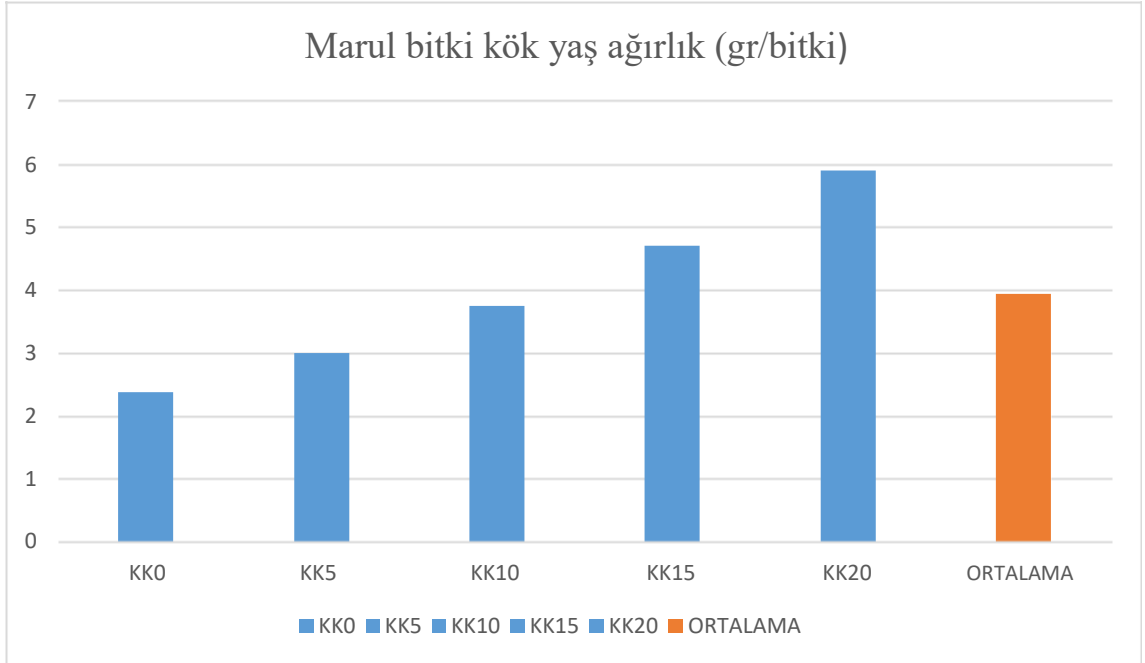
Kentsel kompost ortalama sonuçları değerlendirildiğinde kontrol dozunda kök kuru ağırlıklarının ortalaması 2.58 gr/bitki iken KK5 uygulamasında 3.69 gr/bitki, KK10 uygulamasında 3.99 gr/bitki, KK15 uygulamasında 5.03 ve KK20 uygulamasında 6.49 gr/bitki olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda bulunan bitkilerin kök yaş ağırlıkları ve bitki kök kuru ağırlığının uygulamalardan elde edilen sonuçlarla paralel olarak etkisinin olduğu belirlenmiştir. Kentsel katı atık kompost oranı arttıkça bitkilerin oluşturduğu kök kuru ağırlığı artmıştır (Çizelge 4.6). Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 5.44 gr/bitki olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Marul bitkisine yapılan uygulamaların bitki kök yaş ağırlıkları ve bitki kök kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi Çizelge 4.7. – Grafik 7. ve Çizelge 4.8 – Grafik 8.’de verilmiştir. Ortalama sonuçlar dikkate alındığında kontrol grubu uygulamasında bitki köklerinin yaş ağırlık 2.37 gr/bitki iken KK5 dozunda 2.997 gr/bitki, KK10 dozunda 3.749 gr/bitki, KK15 dozunda 4.705 gr/bitki ve en yüksek kentsel kompost uygulamasında (KK20) 5.895 gr/bitki olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Uygulamaların marul bitkilerinin bitki kök yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

Uygulama dozları	Marul bitkisi kök yaş ağırlıkları (gr/bitki)
KK0	2.37 e
KK5	2.997 c
KK10	3.749 c
KK15	4.705 b
KK20	5.895 d
Ortalama	3.93

Grafik 7. Uygulamaların marul bitkilerinin bitki kök yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

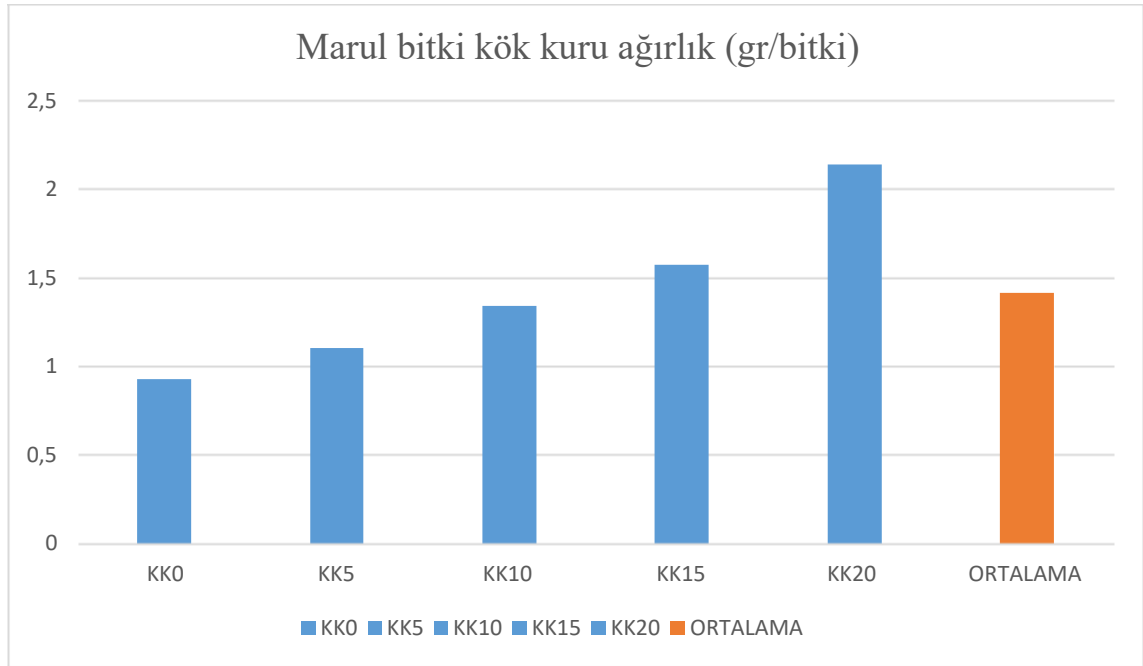


Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 3.93 gr/bitki olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Çizelge 4.8. Uygulamaların marul bitkilerinin bitki kök kuru ağırlıkları üzerine olan etkileri (gr/bitki)

Uygulama dozları	Marul bitkisinin kök kuru ağırlıkları (gr/bitki)
KK0	0.93 e
KK5	1.10 c
KK10	1.34 c
KK15	1.57 b
KK20	2.14 d
Ortalama	1.41

Grafik 8. Uygulamaların marul bitkilerinin bitki kök kuru ağırlıkları üzerine olan etkileri (gr/bitki)



Çalışmada elde edilen bitki köklerinin yaş ağırlığı ve bitki köklerinin kuru ağırlığının uygulamalardan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde paralel olarak etkisinin olduğu belirlenmiştir. Kentsel kompost ortalaması sonuçları dikkate alındığında kontrol grubunda bitki köklerinin kuru ağırlıkları ortalaması 0,93 gr/bitki iken KK5 uygulamasında 1.10 gr/bitki, KK10 uygulamasında 1.34 gr/bitki, KK15 uygulamasında

1.57 ve KK20 uygulamasında 2.14 gr/bitki olarak belirlenmiştir. Kentsel katı atık kompost oranı arttıkça bitkilerin oluşturduğu kök kuru ağırlığı artmıştır (Çizelge 4.8). Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 1.41 gr/bitki olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır.

4.2. Kentsel Kompost Uygulamalarının Çim, Roka, Buğday ve Marul Bitkilerinin Toprak Üstü Yeşil Aksamının Bitki Yaş Ağırlığı ve Bitki Kuru Ağırlığı Üzerine Olan Etkisi

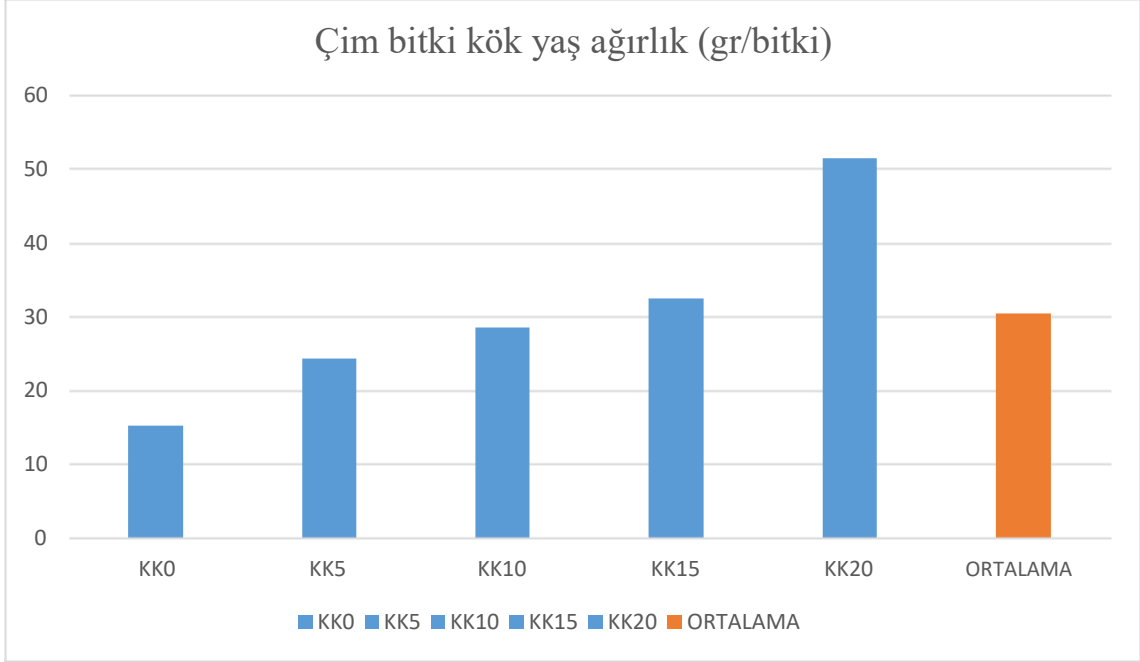
Çim bitkisine yapılan uygulamaların bitki toprak üstü aksamının yaş ağırlığı ve kuru ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.9. – Grafik 9. ve Çizelge 4.10 – Grafik 10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Uygulamaların çim bitkilerinin toprak üstü yeşil aksamının yaş ağırlıkları üzerine olan etkileri (gr/bitki)

Uygulama dozları	Çim bitkisinin bitki yaş ağırlıkları (gr/bitki)
KK0	15.27 e
KK5	24.32 c
KK10	28.42 c
KK15	32.45 b
KK20	51.46 a
Ortalama	30.38

Ortalamalar sonuçları dikkate alındığında kontrol uygulamasında bitki yaş ağırlık 15.27 gr/bitki iken KK5 dozunda 24.32 gr/bitki, KK10 dozunda 28.42 gr/bitki, KK15 dozunda 32.45 gr/bitki ve en yüksek kentsel kompost uygulamasında KK20 51.46 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 30.38 gr/bitki olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır.

Grafik 9. Uygulamaların çim bitkilerinin toprak üstü yeşil aksamının yaş ağırlıkları üzerine olan etkileri (gr/bitki)



Kontrol uygulaması ile artan dozlarda uygulanan kentsel katı atık kompost uygulamaları arasındaki çim bitkisinin toprak üstü kısmı kuru ağırlığına bakıldığında artan kompost oranına bağlı olarak kök gelişiminde olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir.

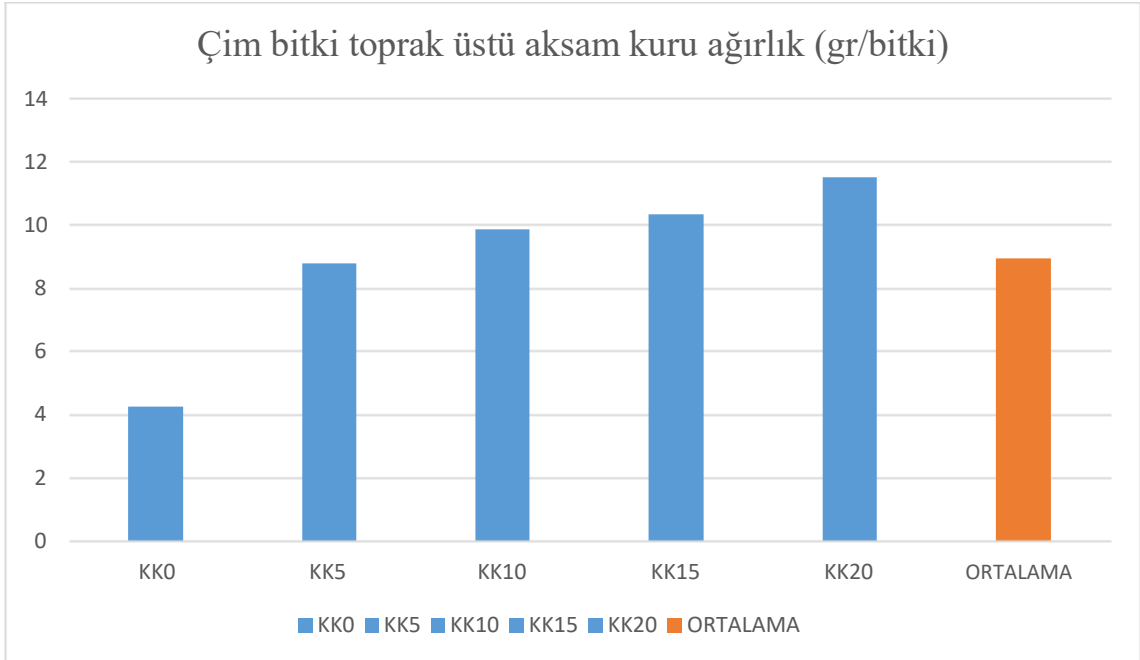
Şekil 2. Yetiştirilen çim bitkisinin görseli



Çizelge 4.10. Uygulamaların çim bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

Uygulamalar	Bitki kuru ağırlıkları (gr/bitki)
KK0	4.25 d
KK5	8.78 c
KK10	9.87 c
KK15	10.32 b
KK20	11.50 a
Ortalama	8.94

Grafik 10. Uygulamaların çim bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)



Ortalamalar sonuçları dikkate alındığında kontrol uygulamasında bitki kuru ağırlık 4.25 gr/bitki iken KK5 dozunda 8.78 gr/bitki, KK10 dozunda 9.87 gr/bitki, KK15 dozunda 10.32 gr/bitki ve en yüksek kentsel kompost uygulamasında KK20 11.50 gr/bitki olarak

tespit edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 8.94 gr/bitki olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değer in altında sonuçlar alınmıştır.

Roka bitkisinin toprak üstü yeşil aksamının bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlıkları üzerine kentsel kompost uygulamalarının etkisi Çizelge 4.11. – Grafik 11. ve Çizelge 4.12 – Grafik 12.’de verilmiştir.

Ortalama sonuçlar dikkate alındığında kontrol uygulamasında bitki yaş ağırlığı 7.648 gr/bitki iken KK5 dozunda 11.440 gr/bitki, KK10 dozunda 18.574 gr/bitki, KK15 dozunda 31.415 gr/bitki ve en yüksek kentsel kompost uygulamasında KK20 59.683 gr/bitki olarak ölçülmüştür. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 25.75 gr/bitki olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değer in altında sonuçlar alınmıştır.

Çizelge 4.11. Uygulamaların Roka bitkisinin toprak üstü akmaları bitki yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

Uygulama dozları	Roka bitkisinin bitki yaş ağırlığı (gr/bitki)
KK0	7.648 d
KK5	11.440 cd
KK10	18.574 c
KK15	31.415 b
KK20	59.683 a
Ortalama	25.75

Grafik 11. Uygulamaların Roka bitkisinin toprak üstü kısmı bitki yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)



Şekil 3. Roka bitkisinin deneme görseli

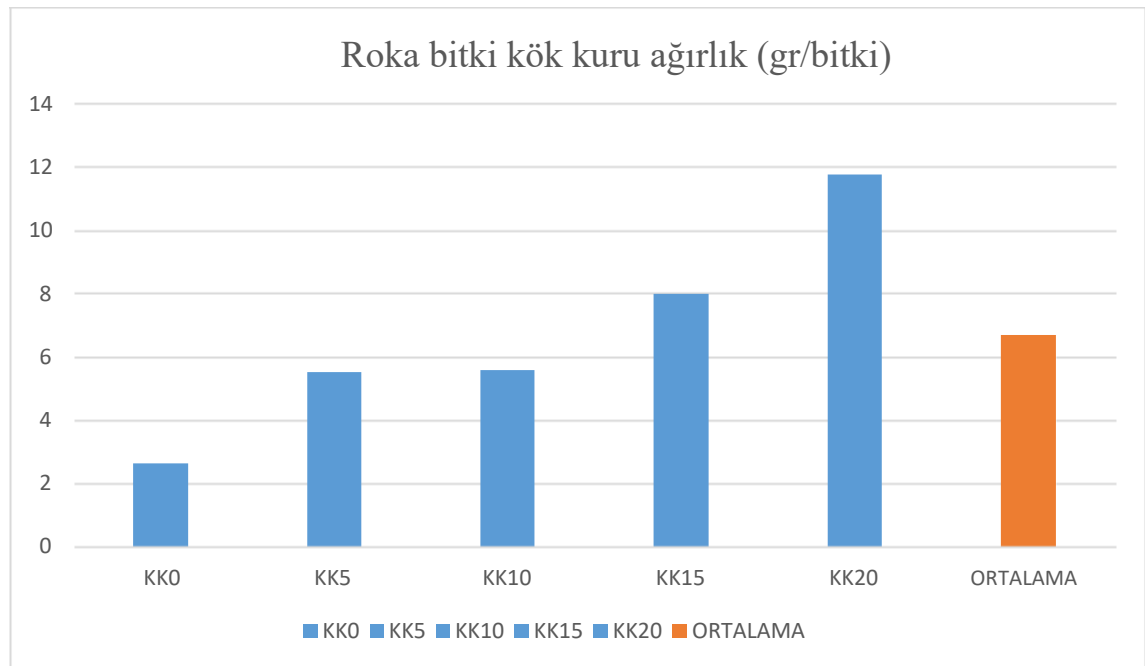


Kontrol uygulaması ile artan dozlarda uygulanan kentsel katı atık kompost uygulamaları arasındaki Roka bitkisinin toprak üstü kısmı kuru ağırlığına bakıldığında artan kompost oranına bağlı olarak kök gelişiminde olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.12. Uygulamaların roka bitkisinin toprak üstü kısım kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

Uygulama dozları	Roka bitkisinin bitki kuru ağırlıkları (gr/bitki)
KK0	2.62 d
KK5	5.53 c
KK10	5.57 c
KK15	7.98 b
KK20	11.76 a
Ortalama	6.69

Grafik 12. Uygulamaların roka bitkisinin toprak üstü kısım kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)



Ortalamar dikkate alındığında kontrol uygulamasında kuru ağırlık 2.62 gr/bitki iken KK5 dozunda 5.53 gr/bitki, KK10 dozunda 5.57 gr/bitki, KK15 dozunda 7.98 gr/bitki ve en yüksek kentsel kompost uygulamasında KK20 11.76 gr/bitki olarak ölçülmüştür. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 6.69 gr/bitki olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır.

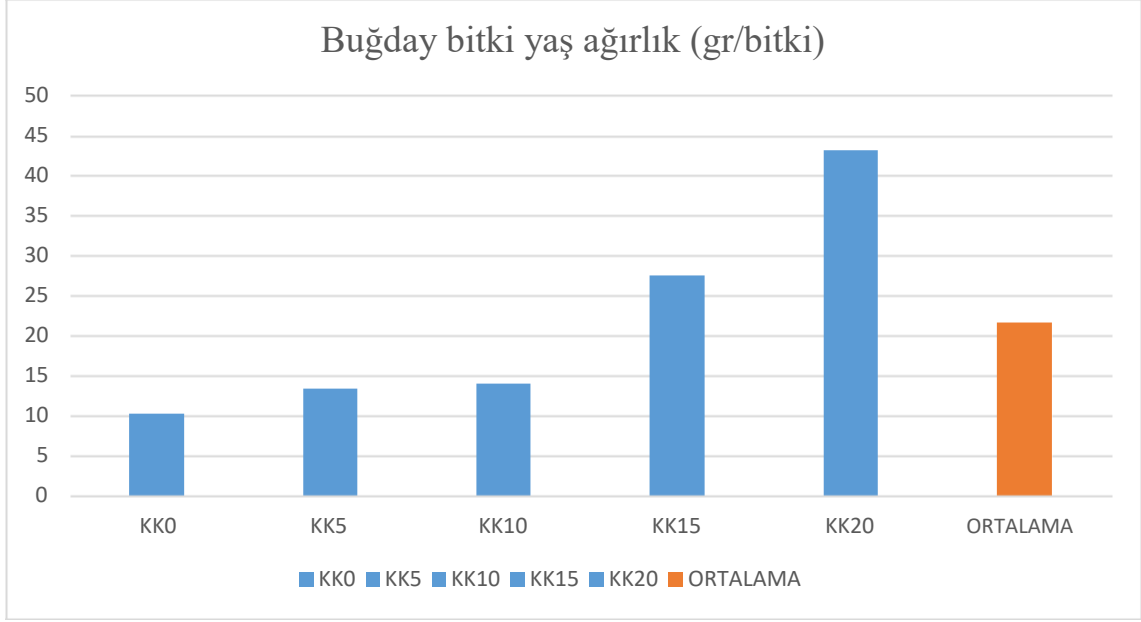
Buğday bitkisinin toprak üstü yeşil aksamının yaş ağırlık ve kuru ağırlıkları üzerine kentsel kompost uygulamalarının etkisi Çizelge 4.13. – Grafik 13. ve Çizelge 4.14 – Grafik 14.’de verilmiştir.

Ortalama sonuçlar dikkate alındığında kontrol dozu uygulamasında yaş ağırlık değeri 10.24 gr/bitki iken KK5 dozunda 13.48 gr/bitki, KK10 dozunda 14.02 gr/bitki, KK15 dozunda 27.56 gr/bitki ve en yüksek kentsel kompost uygulamasında KK20 43.28 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 21.71 gr/bitki olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır.

Çizelge 4.13. Uygulamaların buğday bitkisinin toprak üstü akmaları yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

Uygulama dozu	Buğday bitkisinin yaş ağırlığı (gr/kg)
KK0	10.24 d
KK5	13.48 c
KK10	14.02 c
KK15	27.56 b
KK20	43.28
Ortalama	21.71

Grafik 13. Uygulamaların buğday bitkisinin toprak üstü akması yaş ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)



Şekil 4. Buğday bitkisinin deneme görseli

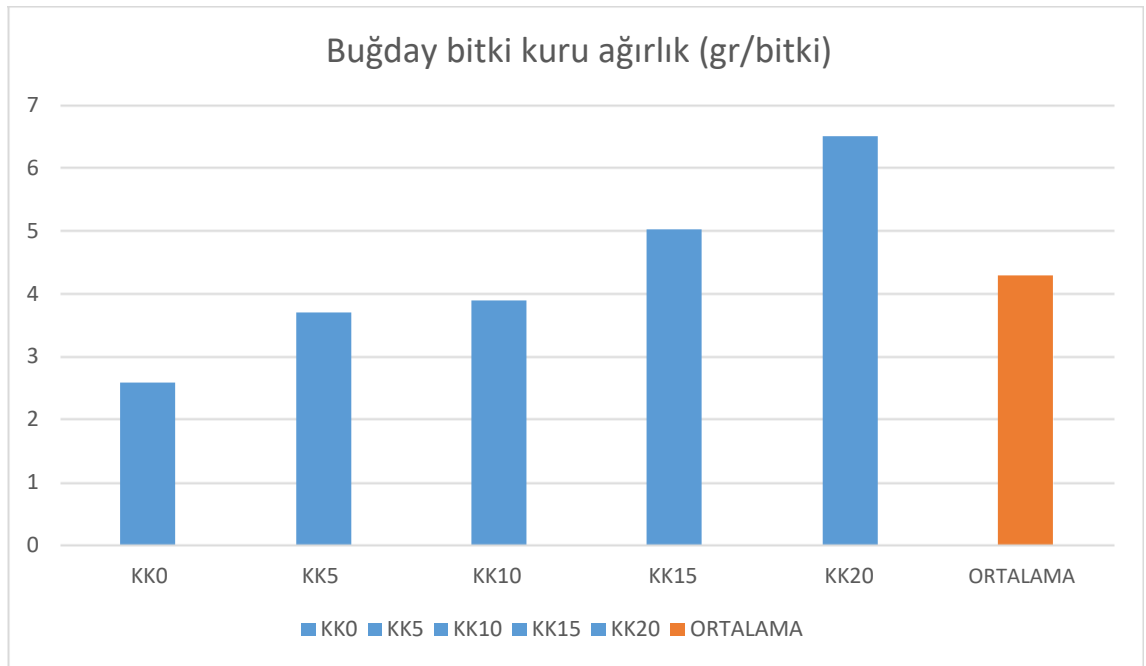


Kontrol uygulaması ile artan dozlarda uygulanan kentsel katı atık kompost uygulamaları arasındaki buğday bitkisinin toprak üstü aksamı kuru ağırlığına bakıldığında artan kompost oranına bağlı olarak kök gelişiminde olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.14. Uygulamaların buğday bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)

Uygulama dozları	Buğday bitkisinin bitki kuru ağırlıkları (gr/bitki)
KK0	2.58 d
KK5	3.69 c
KK10	3.90 c
KK15	5.03 b
KK20	6.49 a
Ortalama	4.29

Grafik 14. Uygulamaların buğday bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları üzerine olan etkisi (gr/bitki)



Ortalamalar dikkate alındığında kontrol uygulamasında kuru ağırlık 2.58 gr/bitki iken KK5 dozunda 3.69 gr/bitki, KK10 dozunda 3.90 gr/bitki, KK15 dozunda 5.03 gr/bitki ve en yüksek kentsel kompost uygulamasında KK20 6.49 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 4.24 gr/bitki olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değer in altında sonuçlar alınmıştır.

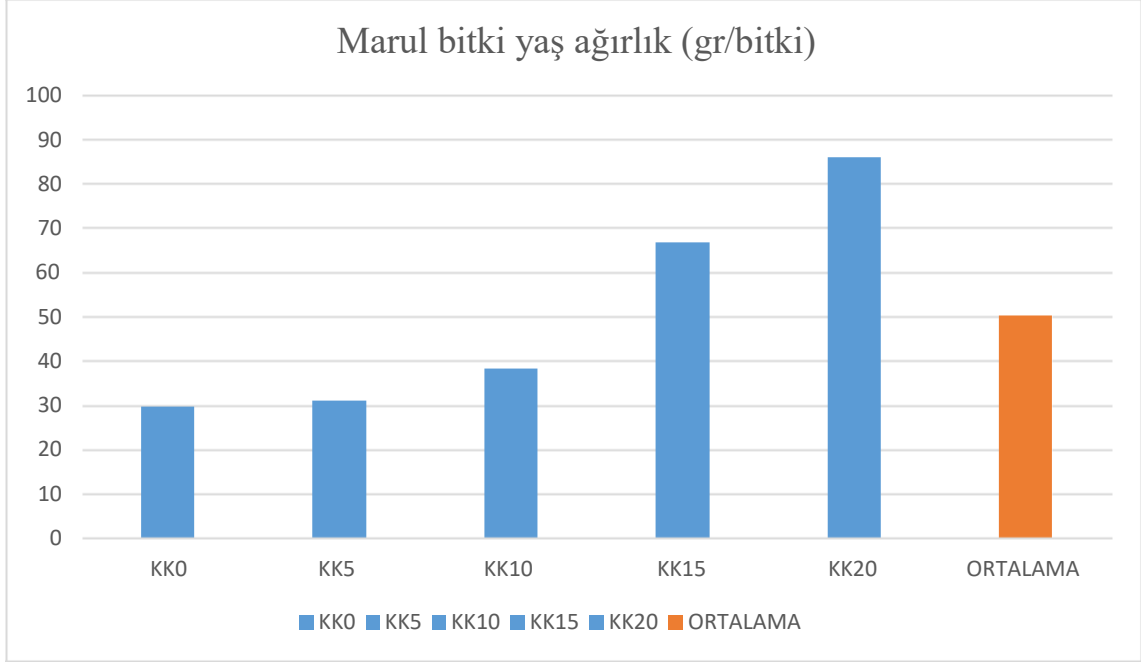
Marul bitkisinin toprak üstü aksamının yaş ve kuru ağırlıkları üzerine kentsel kompost uygulamalarının etkisi Çizelge 4.15. – Grafik 15. ve Çizelge 4.16 – Grafik 16.’da verilmiştir.

Ortalamalar dikkate alındığında kontrol uygulamasında yaş ağırlık 29.279 gr/bitki iken KK5 dozunda 31.081 gr/bitki, KK10 dozunda 38.3 gr/bitki, KK15 dozunda 66.810 gr/bitki ve en yüksek kentsel kompost uygulamasında KK20 dozunda 85.859 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 50,26 gr/bitki olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değer in altında sonuçlar alınmıştır.

Çizelge 4.15. Uygulamaların marul bitkisinin toprak üstü akmaları yaş ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki)

Uygulama dozları	Marul bitkisinin yaş ağırlığı (gr/bitki)
KK0	29.279 e
KK5	31.081 d
KK10	38.305 c
KK15	66.810 b
KK20	85.859 a
Ortalama	50.26

Grafik 15. Uygulamaların marul bitkisinin toprak üstü akması yaş ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki)



Şekil 5. Marul bitkisinin deneme görseli

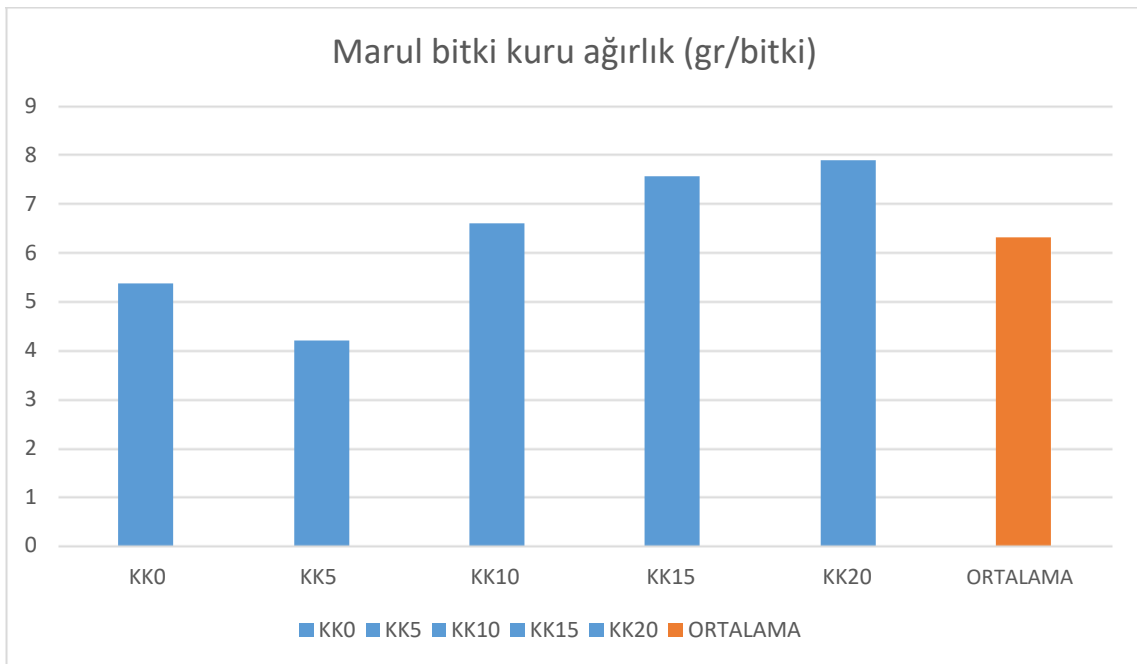


Kontrol uygulaması ile artan dozlarda uygulanan kentsel katı atık kompost uygulamaları arasındaki buğday bitkisinin toprak üstü aksamı kuru ağırlığına bakıldığında artan kompost oranına bağlı olarak kök gelişiminde olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.16. Uygulamaların marul bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki)

Uygulama dozları	Marul bitkisinin kuru ağırlıkları (gr/bitki)
KK0	5.36 d
KK5	4.21 c
KK10	6.61 b
KK15	7.55 a
KK20	7.88 a
Ortalama	6.32

Grafik 16. Uygulamaların marul bitkisinin toprak üstü aksam kuru ağırlıkları üzerine etkisi (gr/bitki)



Ortalamalar dikkate alındığında kontrol uygulamasında kuru ağırlık 5.36 gr/bitki iken KK5 dozunda 4.21 gr/bitki, KK10 dozunda 6.61 gr/bitki, KK15 dozunda 7.55 gr/bitki ve en yüksek kentsel kompost uygulamasında KK20 7.88 gr/bitki olarak tespit edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 6.32 gr/bitki olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değer in altında sonuçlar alınmıştır.

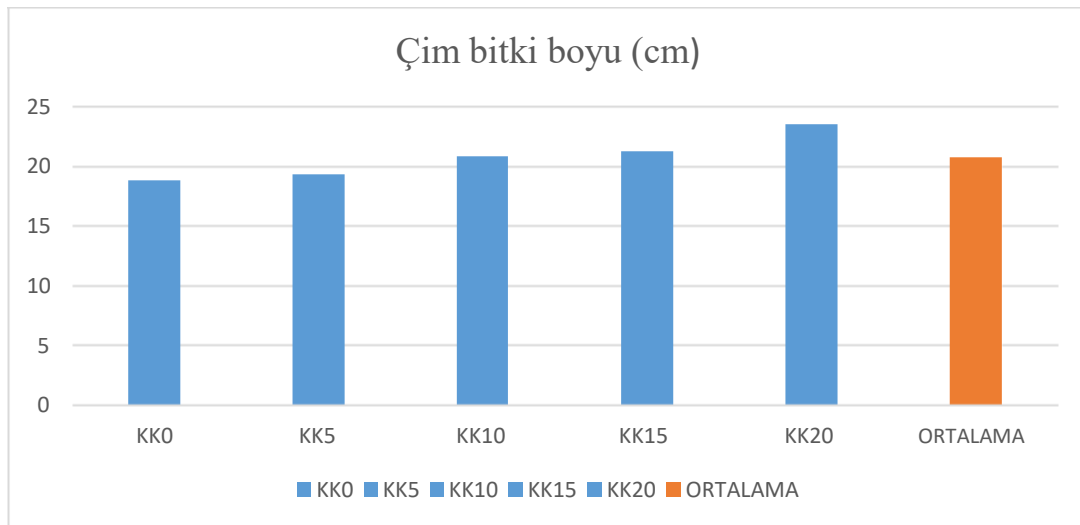
4.3. Kentsel kompost Uygulamalarının Çim Bitkisinin Bitki Boyu Üzerine Etkisi

Kentsel kompost ve gübre uygulamaları çim bitkisinin gelişim sürecinden sonra bitki boyu üzerine olan etkileri Çizelge 4.17 ve Grafik 17.'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Uygulamaların çim bitkisinin bitki boyu üzerine olan etkisi (cm)

Uygulama dozları	Çim bitkisinin bitki boyu (cm)
KK0	18.8 d
KK5	19,3 c
KK10	20.8 c
KK15	21.2 b
KK20	23.5 a
Ortalama	20.72

Grafik 17. Uygulamaların çim bitkisinin bitki boyu üzerine olan etkisi (cm)



En düşük bitki boyu 18.8 cm olarak KK0 uygulamasından elde edilirken, bitki boyunun en yüksek değeri 23.5 cm ile KK20 uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 20.72 cm olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır. Kentsel katı atık kompost oranı arttıkça çim bitkisinin bitki boyu üzerinde artışlar gözlemlenmiştir. Görsele baktığımızda sadece bitki boyu üzerinde değil saksı içerisinde yetişen bitki yoğunluğu üzerine de artış gösterdiği gözlemlenmiştir.

Şekil 6. Çim bitkisinin hasat sonrası görseli



4.4. Kentsel Kompost Uygulamalarının Çim, Roka, Buğday ve Marul Bitkilerinin Yapraklarının Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K), Demir (Fe), Bakır (Cu), Manganez (Mn) ve Çinko (Zn) Konsantrasyonu Üzerine Olan Etkisi

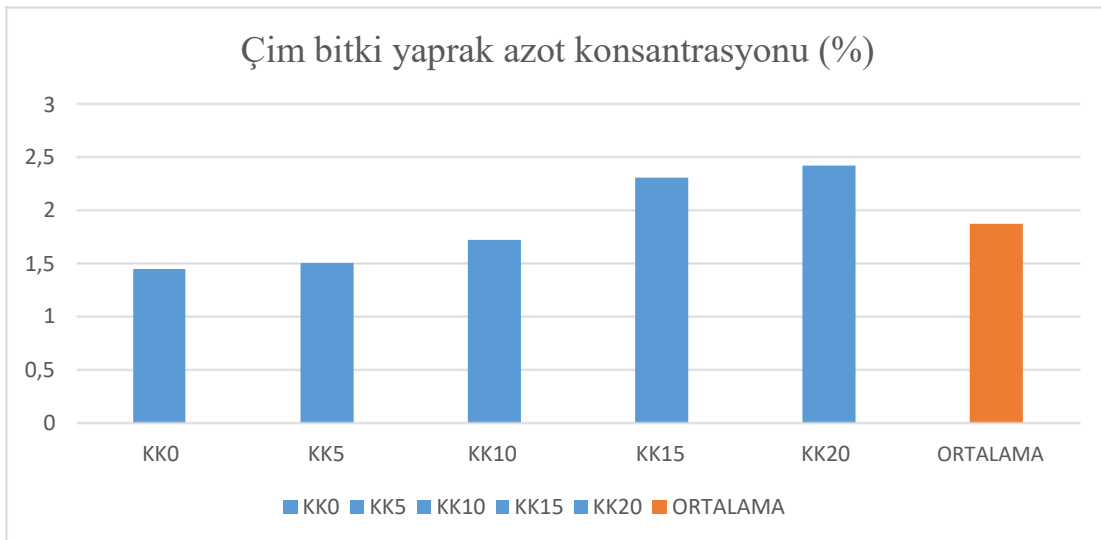
Yaptığımız çalışmada kentsel kompost dozlarının artması ile bitki yapraklarının besin elementlerinden olan azot konsantrasyonu üzerine kentsel kompost uygulamasının etkileri Çizelge 4.18 – Grafik 18.’de verilmiştir. Ortalamalar dikkate alındığında kentsel

kompostun kontrol uygulamasında yetişen çim bitkisinin yaprak N konsantrasyonu %1.45 iken KK20 uygulamasında yaprak azot (N) konsantrasyonu %2.42 olarak ölçülmüştür. Aynı şekilde kentsel kompost doz oranlarının artması ile bitkinin gelişmesine bağlı olarak topraktan kaldırdığı bitki besin elementi miktarında artışlar görülmüştür. Çizelge 4.18’de toprak üstü aksamında uygulama dozları arttıkça bitki tarafından oluşturulan kuru madde miktarında artışlar gözlemlenmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında %1.87 olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Çizelge 4.18. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki Azot (N) konsantrasyonuna etkileri

Uygulama dozları	Çim bitkisinin bitki yaprak Azot (N) konsantrasyonu (%)
KK0	1.45d
KK5	1.50 cd
KK10	1.72 c
KK15	2.30 b
KK20	2.42 a
Ortalama	1.87

Grafik 18. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki Azot (N) konsantrasyonuna etkileri

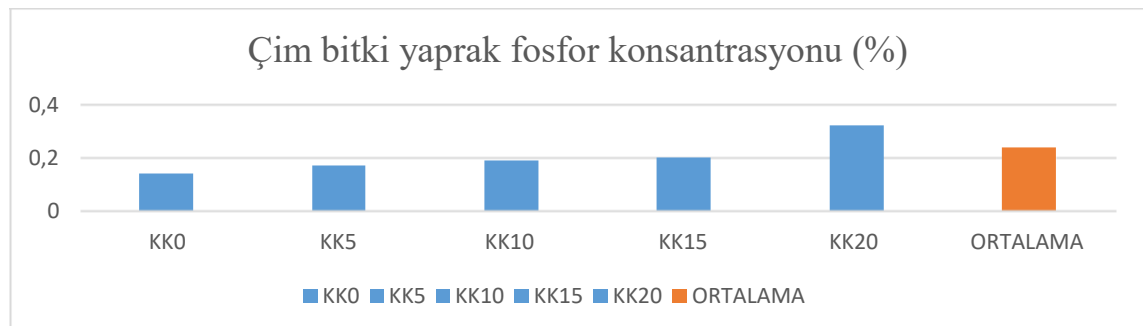


Çizelge 4.19. – Grafik 19.’da çim bitkisinin yaprak fosfor oranları verilmiştir. Ortalamalar bakımından KK0 uygulamasında yaprak P konsantrasyonu %0.14 olarak ölçülmüştür ve bu elde edilen değer uygulamalar arasında ölçülen en düşük değerdir. Uygulamalar arasında elde edilen en yüksek değer %0.32 ile KK20 uygulamasındadır. Jones ve ark., (1991), %0.30-0.50 P konsantrasyonunun bitki için yeterli bu değerden üstünün fazla olarak değerlendirildiğini belirtmişlerdir. KK20 uygulamasında elde edilen fosfor değeri yeterli seviyede olduğu gözlemlenmektedir. Diğer uygulama dozlarına bakıldığında fosfor konsantrasyonu eksik olarak tanımlanmaktadır. Bitki yapraklarının P açısından yeterli duruma gelmesi kentsel kompost oranının artması ile yapılan uygulamalarında tespit edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında %0.24 olarak belirtilmiştir. KK0, KK5, KK10 ve KK15 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Çizelge 4.19. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki Fosfor (P) konsantrasyonu üzerine olan etkileri (%)

Uygulama dozları	Çim bitkisinin bitki yaprak Fosfor(P)konsantrasyonları (%)
KK0	0.14 d
KK5	0.17 c
KK10	0.19 b
KK15	0.20 b
KK20	0.32 a
Ortalama	0.24

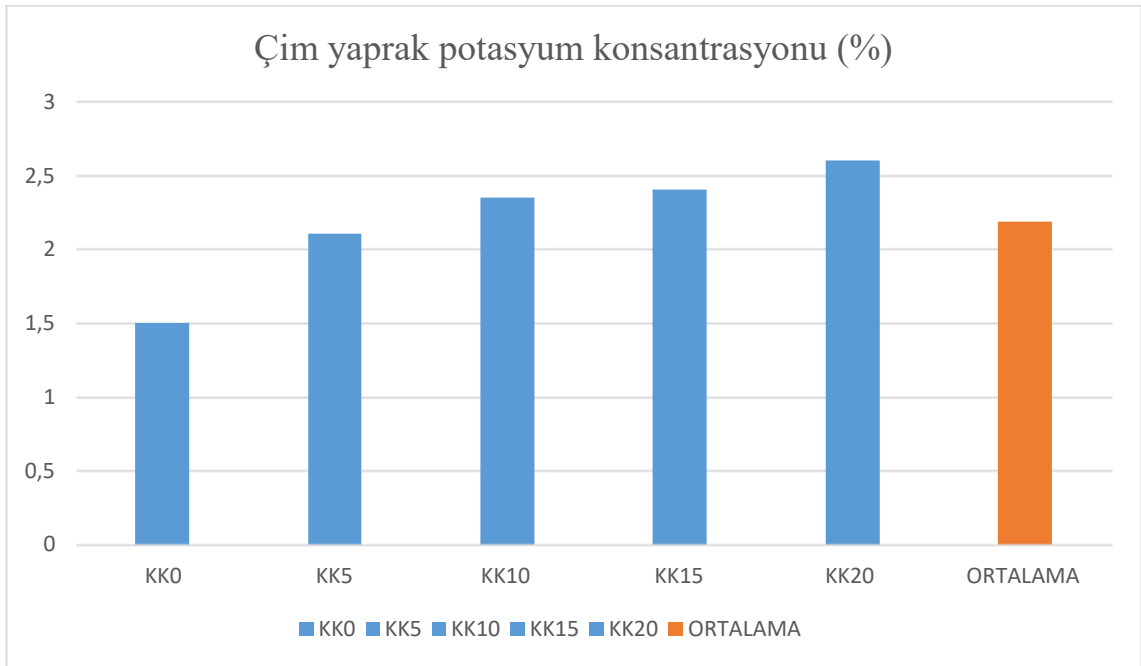
Grafik 19. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki Fosfor (P) konsantrasyonu üzerine olan etkileri (%)



Çizelge 4.20. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki Potasyum (K) konsantrasyonu üzerine etkileri (%)

Uygulama dozları	Bitki yaprak K konsantrasyonu (%)
KK0	1.50 d
KK5	2.10 c
KK10	2.35 cb
KK15	2.40 b
KK20	2.60 a
Ortalama	2.19

Grafik 20. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki Potasyum (K) konsantrasyonu üzerine etkileri (%)



Kentsel kompost dozları bitki yapraklarının K konsantrasyonları üzerine olan etkileri Çizelge 4.20 – Grafik 20.’de verilmiştir. Kentsel kompost uygulamasında ortalamalar dikkate alındığında en düşük yaprak K konsantrasyonu %1.50 ile KK0 uygulamasında tespit edilirken KK20 uygulamasında %2.60 K konsantrasyonu elde edilmiştir (Çizelge 4.20). Bitkilerin oluşturduğu kuru madde miktarları arttıkça dokulardaki K

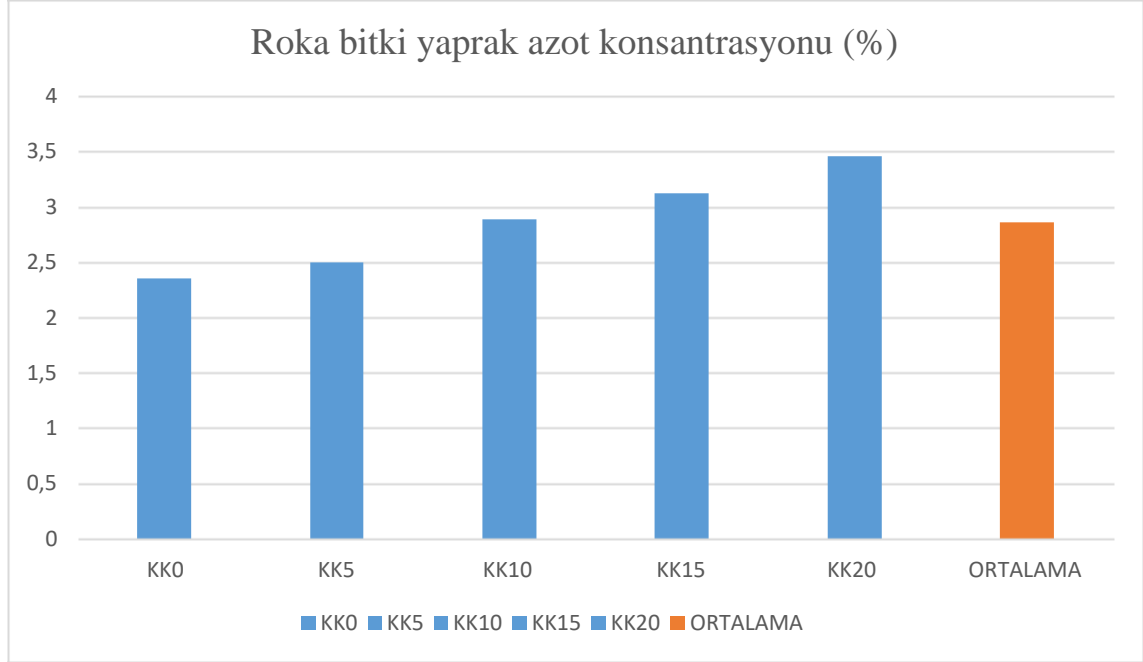
konsantrasyonlarında da değişimler yaşanmaktadır. Kentsel kompost oranı arttıkça bitki gelişimine paralel olarak topraktan kaldırılan besin elementleri artmaktadır ($P<0,01$). Bu durumu KK5, KK10, KK15 ve KK20 uygulamalarında elde edilen sonuçlar ortaya koymaktadır. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında %2.19 olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerin altında sonuçlar alınmıştır.

Yaptığımız çalışmada kentsel kompost dozlarının artması ile roka bitkisinde yaprakların besin elementlerinden olan azot konsantrasyonu üzerine kentsel kompost uygulamasının etkileri Çizelge 4.21 – Grafik 21.'de verilmiştir. Ortalamalar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen roka bitkisinin yaprak N konsantrasyonu %2.35 iken KK20 uygulamasında yaprak azot (N) konsantrasyonu %3.45 olarak ölçülmüştür. Aynı şekilde kentsel kompost doz oranlarının artması ile bitkinin gelişmesine bağlı olarak topraktan kaldırdığı bitki besin elementi miktarında artışlar görülmüştür. Çizelge 4.21'de toprak üstü aksamında uygulama dozları arttıkça bitki tarafından oluşturulan kuru madde miktarında artışlar gözlemlenmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında %2.86 olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerin altında sonuçlar alınmıştır.

Çizelge 4.21. Uygulamaların roka bitkisinin yapraklarındaki Azot (N) konsantrasyonuna etkileri (%)

Uygulama dozları	Roka bitkisinin bitki yaprak Azot (N) konsantrasyonu (%)
KK0	2.35 d
KK5	2.50 c
KK10	2.89 c
KK15	3.12 b
KK20	3.45 a
Ortalama	2.86

Grafik 21. Uygulamaların roka bitkisinin yapraklarındaki Azot (N) konsantrasyonuna etkileri (%)

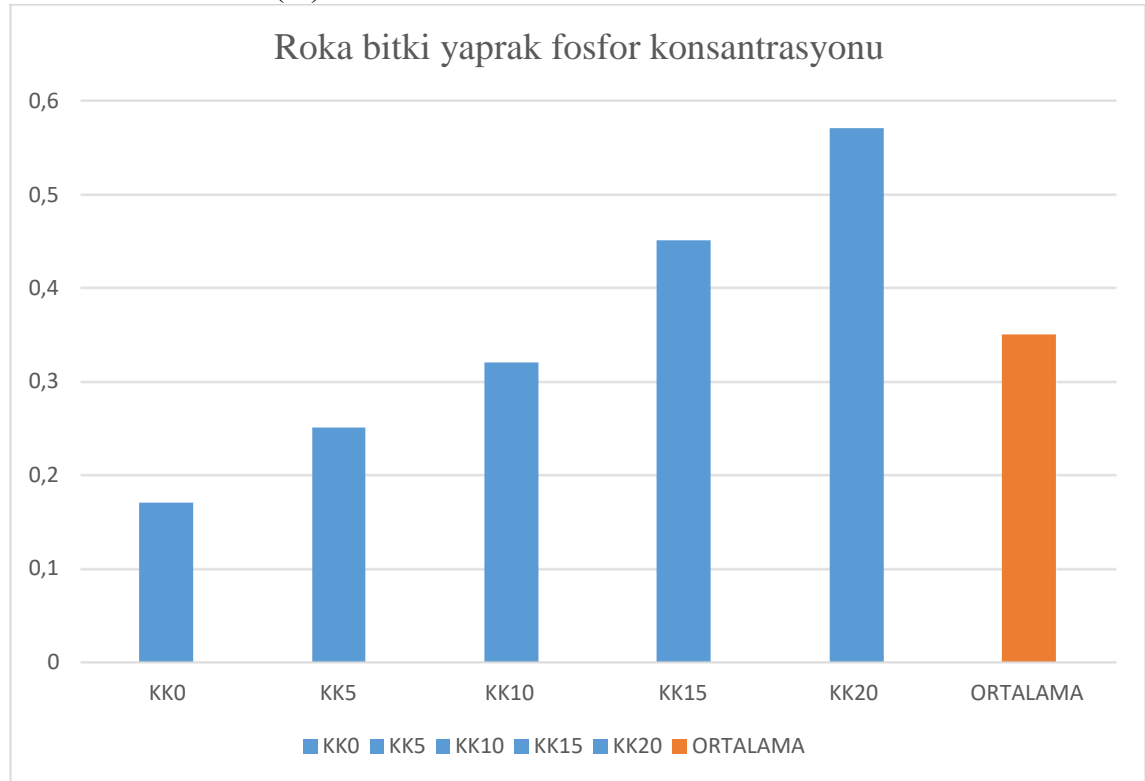


Çizelge 4. 22 – Grafik 22.’de yaprak fosfor konsantrasyonu üzerine uygulama dozlarının etkileri verilmiştir. Ortalamalar bakımından KK0 uygulamasında yaprak P konsantrasyonu %0.21 olarak ölçülmüştür. Bu değer ölçülen en düşük fosfor konsantrasyonudur. Uygulamalar arasında en yüksek fosfor konsantrasyonu KK20 uygulamasında %0.57 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.22.). KK5 uygulamasında %0.25, KK10 uygulamasında %0.32 ve KK10 uygulamasında %0.45 olarak fosfor konsantrasyonları ölçülmüştür. Jones ve ark., (1991), %0.30-0.50 P konsantrasyonunun bitki için yeterli bu değerden üstünün fazla olarak değerlendirildiğini belirtmişlerdir. Bitki yapraklarının P açısından yeterli duruma gelmesi kentsel kompost oranının artması ile yapılan uygulamalarında tespit edilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarından elde edilen sonuçlar sınır değerleri ile karşılaştırıldığında noksan olarak değerlendirilmektedir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında %0.35 olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır. Uygulamalar arasında kentsel katı atık kompostunun uygulanmasına bağlı olarak farklılıklar gözlemlenmektedir.

Çizelge 4.22. Uygulamaların roka bitkisinin yapraklarındaki Fosfor (P) konsantrasyonu üzerine olan etkileri (%)

Uygulama dozları	Roka bitkisinin bitki yaprak Fosfor (P) konsantrasyonları (%)
KK0	0.17 d
KK5	0.25 cd
KK10	0.32 c
KK15	0.45 b
KK20	0.57 a
Ortalama	0.35

Grafik 22. Uygulamaların roka bitkisinin yapraklarındaki fosfor (P) konsantrasyonu üzerine olan etkileri (%)



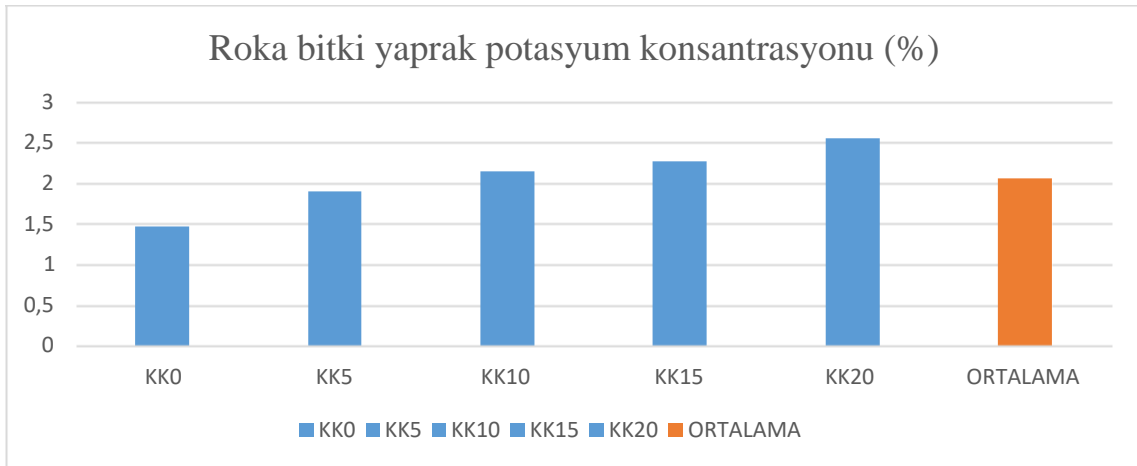
Kentsel kompost dozları bitki yapraklarının Potasyum (K) konsantrasyonları üzerine olan etkileri Çizelge 4.23 – Grafik 23.'de çizelgede verilmiştir. Kentsel kompost uygulamasında ortalamalar dikkate alındığında en düşük yaprak K konsantrasyonu %1.47

ile KK0 uygulamasında tespit edilirken en yüksek fosfor konsantrasyonu KK20 uygulamasında %2.55 K konsantrasyonu elde edilmiştir (Çizelge 4.23). Bitkilerin oluşturduğu kuru madde miktarları arttıkça dokulardaki K konsantrasyonlarında da değişimler yaşanmaktadır. Kentsel kompost oranı arttıkça bitki gelişimine paralel olarak topraktan kaldırılan besin elementleri artmaktadır ($P<0,01$). Bu durumu KK5, KK10, KK15 ve KK20 uygulamalarında elde edilen sonuçlar ortaya koymaktadır. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında %2.06 olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Çizelge 4.23. Uygulamaların roka bitkisinin yapraklarındaki K konsantrasyonu üzerine etkileri (%)

Uygulama dozları	Bitki yaprak K konsantrasyonu (%)
KK0	1.47 e
KK5	1.90 c
KK10	2.15 b
KK15	2.27 b
KK20	2.55 a
Ortalama	2.06

Grafik 23. Uygulamaların roka bitkisinin yapraklarındaki K konsantrasyonu üzerine etkileri (%)

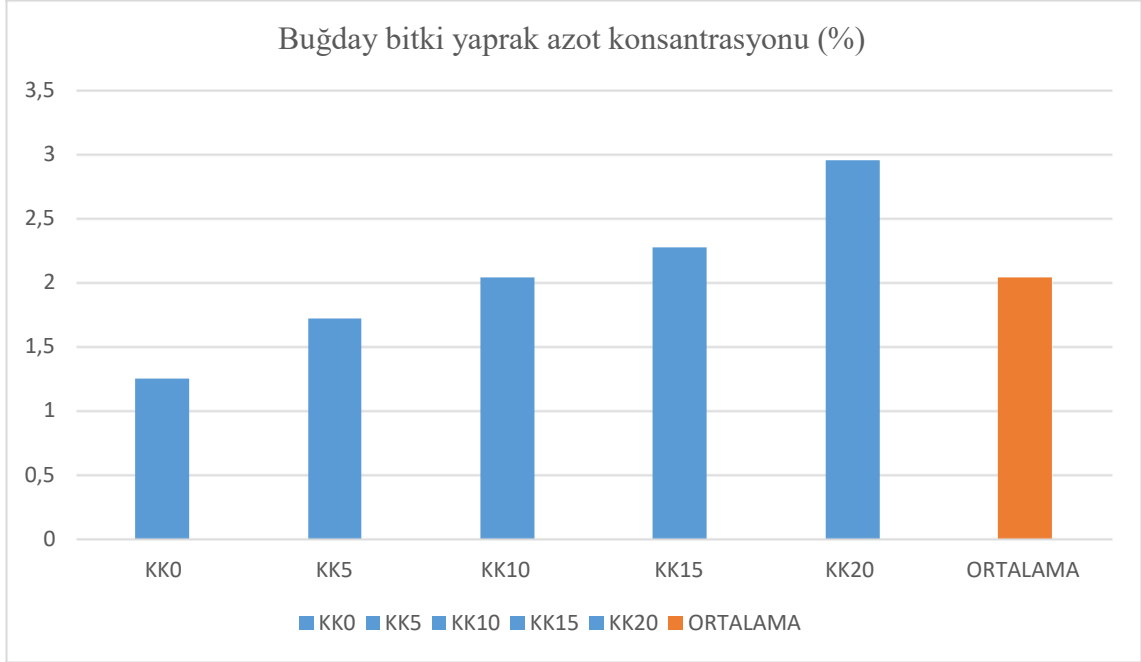


Kentsel kompost dozlarının artması ile bitki yapraklarının besin elementlerinden olan azot konsantrasyonu üzerine kentsel kompost uygulamasının etkileri Çizelge 4.24 – Grafik 24.’de verilmiştir. Ortalamalar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen buğday bitkisinin yaprak N konsantrasyonu %1.25 iken KK20 uygulamasında yaprak azot (N) konsantrasyonu %2.95 olarak ölçülmüştür. KK5 uygulamasında %1.72, KK10 uygulamasında %2.04 ve KK15 uygulamasında %2.27 olarak fosfor konsantrasyonları ölçülmüştür. Aynı şekilde kentsel kompost doz oranlarının artması ile bitkinin gelişmesine bağlı olarak topraktan kaldırdığı bitki besin elementi miktarında artışlar görülmüştür. Çizelge 4.24’de toprak üstü aksamında uygulama dozları arttıkça bitki tarafından oluşturulan kuru madde miktarında artışlar gözlemlenmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında %2.04 olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) buğday bitkisinde azot sınır değerlerini başaklanmadan önce %1.75 - % 3 yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında KK10, KK15 ve KK20 kentsel katı atık kompostu uygulamalarında yeterli seviyede fosfor konsantrasyonu gözlemlenmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında elde edilen sonuçlar sınır değerlerinin altında fosfor konsantrasyonuna sahip olarak tanımlanmaktadır.

Çizelge 4.24. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki Azot (N) konsantrasyonuna etkileri (%)

Uygulama dozları	Buğday bitkisinin bitki yaprak Azot (N) konsantrasyonu (%)
KK0	1.25 e
KK5	1.72 d
KK10	2.04 c
KK15	2.27 b
KK20	2.95 a
Ortalama	2.04

Grafik 24. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki Azot (N) konsantrasyonuna etkileri (%)

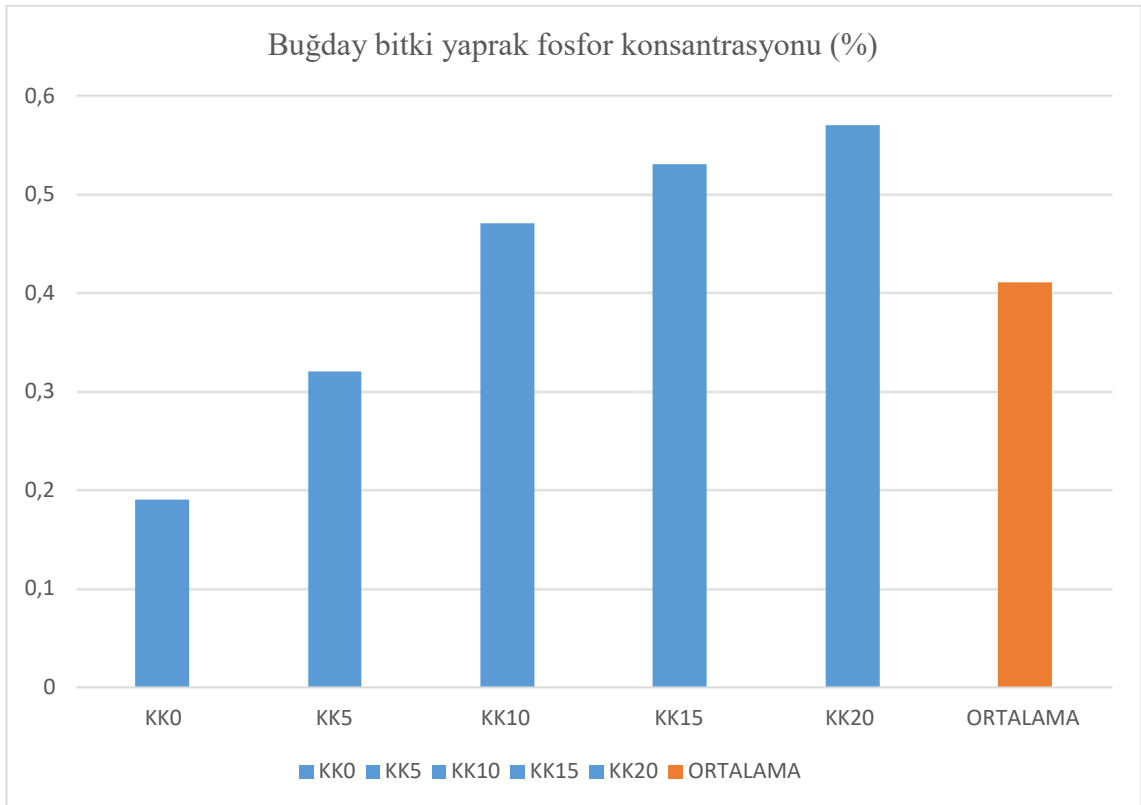


Ortalamlar bakımından KK0 uygulamasında yaprak P konsantrasyonu %0.19 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.25). Jones ve ark., (1991), %0.30-0.50 P konsantrasyonunun bitki için yeterli bu değerden üstünün fazla olarak değerlendirildiğini belirtmişlerdir. Bitki yapraklarının P açısından yeterli duruma gelmesi kentsel kompost oranının artması ile yapılan uygulamalarında tespit edilmiştir. KK0 dozunda ortalamalarda yaprak P konsantrasyonu %0.19 olarak en düşük konsantrasyon ve KK20 uygulamasında %0.57 olarak en yüksek fosfor konsantrasyonu tespit edilmiştir. Saksılara uygulanan kentsel kompost miktarı ile ortalamalar dikkate alındığında artışlar gerçekleştirilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında %0.41 olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) buğday bitkisinde fosfor sınır değerlerini başaklanmadan önce %0.21 - % 0.50 yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında KK5, KK10, KK15 ve KK20 kentsel katı atık kompostu uygulamalarında yeterli seviyede fosfor konsantrasyonu gözlemlenmiştir. KK0 uygulamasında elde edilen sonuçlar sınır değerlerinin altında fosfor konsantrasyonuna sahip olarak tanımlanmaktadır.

Çizelge 4.25. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki Fosfor (P) konsantrasyonu üzerine olan etkileri (%)

Uygulama dozları	Buğday bitkisinin bitki yaprak Fosfor (P) konsantrasyonları (%)
KK0	0.19 d
KK5	0.32 b
KK10	0.47 c
KK15	0.53 b
KK20	0.57 a
Ortalama	0.41

Grafik 25. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki fosfor (P) konsantrasyonu üzerine olan etkileri (%)



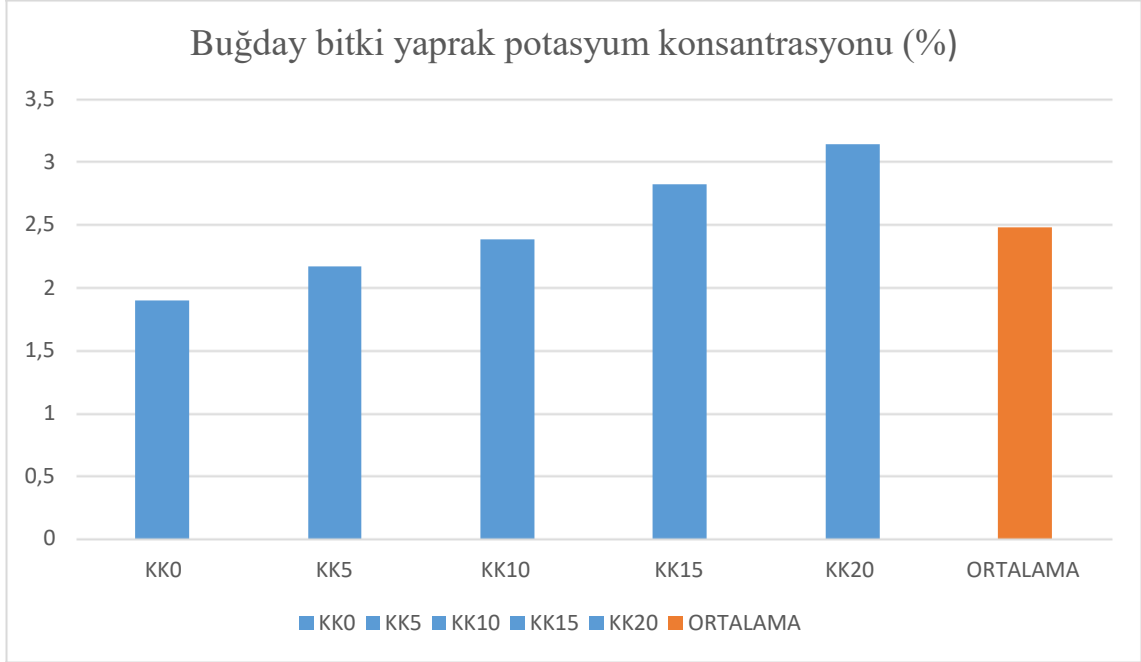
Kentsel kompost dozları bitki yapraklarının K konsantrasyonları üzerine olan etkileri çizelgede verilmiştir (Çizelge 4.26). Kentsel kompost uygulamasında ortalamalar dikkate

alındığında en düşük yaprak K konsantrasyonu %1.90 ile KK0 uygulamasında tespit edilirken en yüksek K konsantrasyonu KK20 uygulamasında %3.14 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.26). Bitkilerin oluşturduğu kuru madde miktarları arttıkça dokulardaki K konsantrasyonlarında da değişimler yaşanmaktadır. Kentsel kompost oranı arttıkça bitki gelişimine paralel olarak topraktan kaldırılan besin elementleri artmaktadır ($P<0,01$). Bu durumu KK5, KK10, KK15 ve KK20 uygulamalarında elde edilen sonuçlar ortaya koymaktadır. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında %2.48 olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) buğday bitkisinde potasyum sınır değerlerini başaklanmadan önce %1.51 - %3 yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında bütün kentsel katı atık kompostu uygulamalarında yeterli seviyede potasyum konsantrasyonu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda uygulanan kentsel katı atık kompost uygulama oranları artmaya başladıkça bitki örneklerinde ölçülen potasyum konsantrasyonunda da artışlar gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.26. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki K konsantrasyonu üzerine etkileri (%)

Uygulama dozları	Bitki yaprak K konsantrasyonu (%)
KK0	1.90 e
KK5	2.17 d
KK10	2.38 c
KK15	2.82 b
KK20	3.14 a
Ortalama	2.48

Çizelge 4.26. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki K konsantrasyonu üzerine etkileri (%)

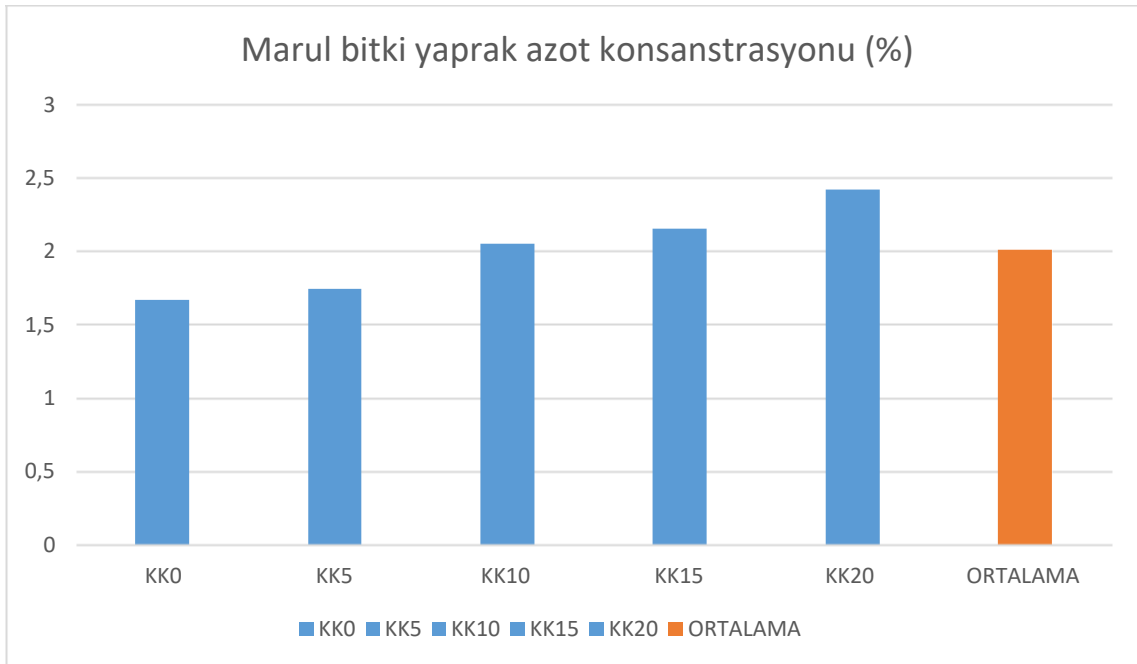


Ortalamalar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen marul bitkisinin yaprak N konsantrasyonu %1.67 iken KK20 uygulamasında yaprak azot (N) konsantrasyonu %2.45 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.27). En düşük azot konsantrasyonu KK0 uygulamasından, en yüksek azot konsantrasyonu KK20 uygulamasından elde edilmiştir. Aynı şekilde kentsel kompost doz oranlarının artması ile bitkinin gelişmesine bağlı olarak topraktan kaldırdığı bitki besin elementi miktarında artışlar görülmüştür. Çizelge 4.27’de toprak üstü aksamında uygulama dozları arttıkça bitki tarafından oluşturulan kuru madde miktarında artışlar gözlemlenmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında %2.01 olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) marul bitkisinde azot sınır değerlerini %4 - %5 olduğunda yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında bütün kentsel katı atık kompostu uygulamalarında noksan seviyede azot konsantrasyonu gözlemlenmiştir. Ancak kentsel katı atık kompost oranı arttıkça azot konsantrasyonlarında da artışlar gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.27. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki Azot (N) konsantrasyonuna etkileri (%)

Uygulama dozları	Marul bitkisinin bitki yaprak Azot (N) konsantrasyonu (%)
KK0	1.67 d
KK5	1.74 d
KK10	2.05 c
KK15	2.15 b
KK20	2.42 a
Ortalama	2.01

Grafik 27. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki Azot (N) konsantrasyonuna etkileri (%)



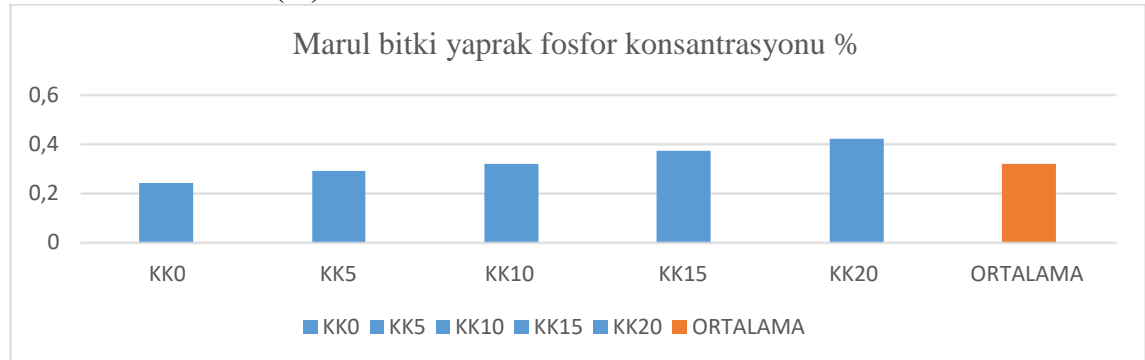
Ortalamalar bakımından KK0 uygulamasında yaprak P konsantrasyonu %0.24 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.28). KK0 dozunda ortalamalarda yaprak P konsantrasyonu %0.24 ve KK20 uygulamasında %0.42 olarak tespit edilmiştir. Saksılara uygulanan kentsel kompost miktarı ile ortalamalar dikkate alındığında artışlar gerçekleştirilmiştir. En yüksek yaprak P konsantrasyonu KK20 uygulamasında %0.42 olarak tespit edilmiştir.

Jones ve ark., (1991), %0.30-0.50 P konsantrasyonunun bitki için yeterli bu değerden üstünün fazla olarak değerlendirildiğini belirtmişlerdir. Bitki yapraklarının P açısından yeterli duruma gelmesi kentsel kompost oranının artması ile yapılan uygulamalarında tespit edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında %0.32 olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) marul bitkisinde fosfor sınır değerlerini %0.40 - %0.60 arasında yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında KK20 uygulamasında yeterli seviyede fosfor konsantrasyonu gözlemlenmiştir. Diğer kentsel katı kompost uygulamalarından elde edilen sonuçlar sınır değerlerinin altında fosfor konsantrasyonuna sahip olarak tanımlanmaktadır. Ancak kentsel katı atık kompost uygulaması artmaya başladıkça düşük olan fosfor konsantrasyonunda da artışlar gözlemlenmektedir.

Çizelge 4.28. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki Fosfor (P) konsantrasyonu üzerine olan etkileri (%)

Uygulama dozları	Marul bitkisinin bitki yaprak Fosfor (P) konsantrasyonları (%)
KK0	0.24 d
KK5	0.29 c
KK10	0.32 c
KK15	0.37 b
KK20	0.42 a
Ortalama	0.32

Grafik 28. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki Fosfor (P) konsantrasyonu üzerine olan etkileri (%)

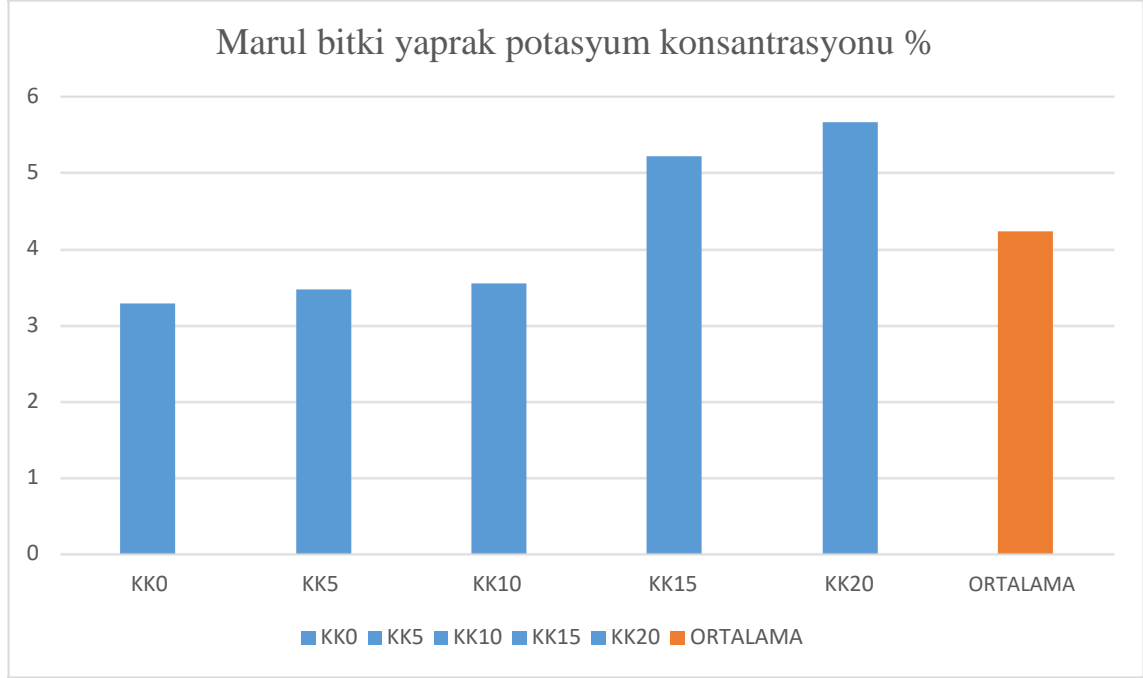


Kentsel kompost dozları bitki yapraklarının potasyum (K) konsantrasyonları üzerine olan etkileri çizelgede verilmiştir (Çizelge 4.29). Kentsel kompost uygulamasında ortalamalar dikkate alındığında en düşük yaprak K konsantrasyonu %3.28 ile KK0 uygulamasında tespit edilirken KK20 uygulamasında %5.67 olarak en yüksek potasyum konsantrasyonu elde edilmiştir (Çizelge 4.29). Bitkilerin oluşturduğu kuru madde miktarları arttıkça dokulardaki K konsantrasyonlarında da değişimler yaşanmaktadır. Kentsel kompost oranı arttıkça bitki gelişimine paralel olarak topraktan kaldırılan besin elementleri artmaktadır ($P<0,01$). Bu durumu KK5, KK10, KK15 ve KK20 uygulamalarında elde edilen sonuçlar ortaya koymaktadır. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında %4.23 olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) marul bitkisinde potasyum sınır değerlerini %6 - %7 arasında yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında bütün kentsel katı atık kompostu uygulamalarında noksan seviyede potasyum konsantrasyonu gözlemlenmiştir. Ancak kentsel katı atık kompost oranı uygulamalarda artmaya başladıkça potasyum konsantrasyonu da artmaya başlamıştır.

Çizelge 4.29. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki potasyum (K) konsantrasyonu üzerine etkileri (%)

Uygulama dozları	Bitki yaprak K konsantrasyonu (%)
KK0	3.28 d
KK5	3.47 c
KK10	3.54 c
KK15	5.21 b
KK20	5.67 a
Ortalama	4.23

Grafik 29. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki K konsantrasyonu üzerine etkileri (%)

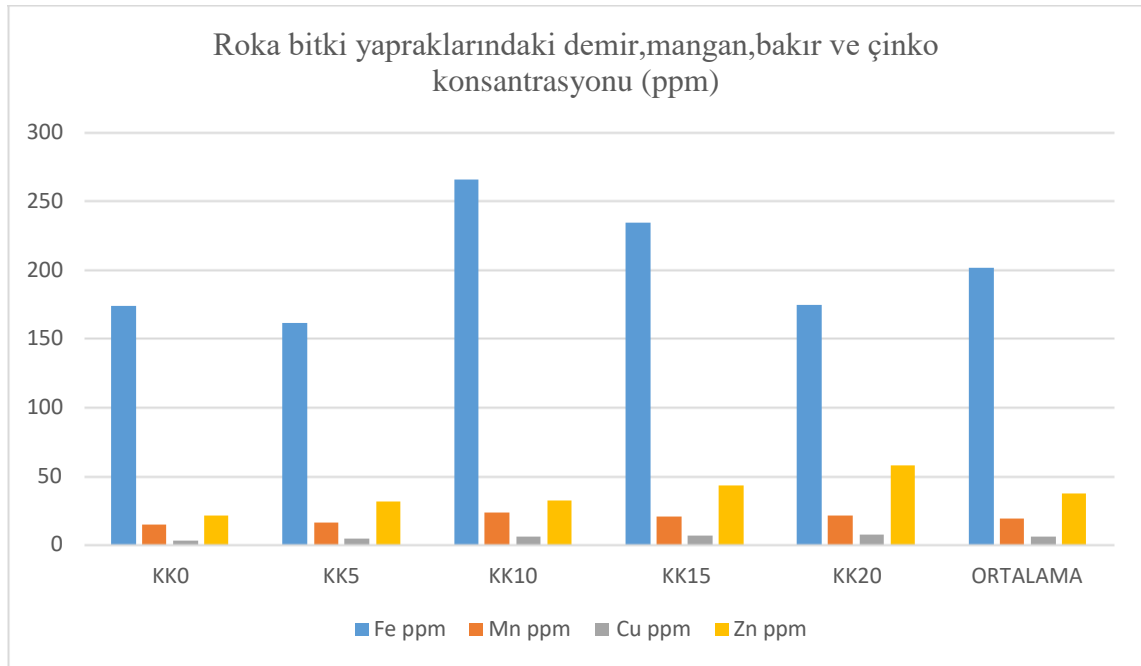


Roka bitkisinde kentsel kompost dozlarının artan uygulamaları ile bitki yapraklarının besin elementlerinden olan demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonu üzerine olan etkileri Çizelge 4.30 – Grafik 30.’da verilmiştir. Ortalamalar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen roka bitkisinin yaprak demir konsantrasyonu 173.7 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak demir konsantrasyonu 174.3 ppm olarak ölçülmüştür. Ancak kentsel kompost uygulama oranı arttıkça demir konsantrasyonu artmaya başlamış KK20 uygulamasında artan bu konsantrasyon tekrar düşmüştür. Uygulamalar arasında en düşük demir konsantrasyonu KK5 uygulamasından elde edilirken en yüksek demir konsantrasyonu KK10 uygulamasında ölçülmüştür. Bu oranlar 161.2 ppm ile 265.4 arasında değişmektedir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 201,7 ppm olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Çizelge 4.30. Uygulamaların roka bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (%)

Uygulama dozları	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm
KK0	173.7 c	14.7 c	3.4 d	21.0 d
KK5	161.2 c	16.4 c	4.3 c	31.4 c
KK10	265.4 a	23.2 a	6.2 b	32.5 c
KK15	233.6 b	20.8 b	6.4 b	42.9 b
KK20	174.6 c	21.7 ab	7.0 a	58.0 a
Ortalama	201.7	19.4	5.5	37.2

Grafik 30. Uygulamaların roka bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (%)



Ortalamalar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen roka bitkisinin yaprak mangan konsantrasyonu 14.7 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak mangan konsantrasyonu 21.7 ppm olarak ölçülmüştür. Uygulamalar arasında en düşük mangan konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilirken en yüksek mangan konsantrasyonu KK10 uygulamasında ölçülmüştür. Bu oranlar en düşük 14.7 ppm iken en yüksek 23.2 ppm'dir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama

değerine bakıldığında 19,4 ppm olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değer in altında sonuçlar alınmıştır.

Ortalamlar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen roka bitkisinin yaprak bakır konsantrasyonu 3.4 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak bakır konsantrasyonu 7 ppm olarak ölçülmüştür. Kentsel kompost oranı arttıkça bitkideki bakır oranı da artış göstermiştir. En yüksek bakır konsantrasyonu KK20 uygulamasından elde edilirken, en düşük bakır konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 5.5 ppm olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değer in altında sonuçlar alınmıştır.

Ortalamlar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen roka bitkisinin yaprak çinko konsantrasyonu 21 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak çinko konsantrasyonu 58 ppm olarak ölçülmüştür. Kentsel kompost oranı arttıkça bitkideki çinko oranında artış göstermiştir. En yüksek çinko konsantrasyonu KK20 uygulamasından elde edilirken, en düşük çinko konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 37,2 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değer in altında sonuçlar alınmıştır.

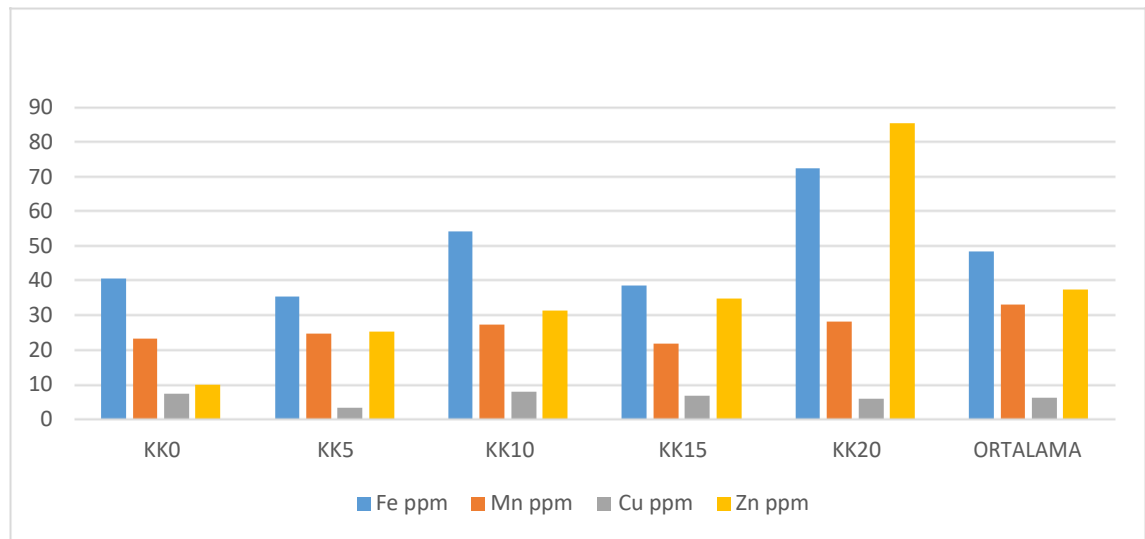
Buğday bitkisinde kentsel kompost dozlarının artan uygulamaları ile bitki yapraklarının besin elementlerinden olan demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonu üzerine olan etkileri Çizelge 4.31 – Grafik 31’de verilmiştir. Ortalamalar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen buğday bitkisinin yaprak demir konsantrasyonu 40.5 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak demir konsantrasyonu 72.2 ppm olarak ölçülmüştür. Ancak kentsel kompost uygulama oranı arttıkça demir konsantrasyonu üzerine farklı sonuçlar elde edilmesine sebep olmuştur. Uygulamalar arasında en düşük demir konsantrasyonu KK5 uygulamasından 35.2 ppm olarak elde edilirken en yüksek demir konsantrasyonu KK20 uygulamasında 72.2 ppm olarak ölçülmüştür. KK5 ve KK15 uygulamasından elde edilen sonuçlar kontrol uygulamasından elde edilen sonuçlardan daha düşük olarak ölçülmüştür. Kentsel katı atık

kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 48.1 ppm olarak belirtilmiştir. KK10 ve KK20 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) buğday bitkisinde demir sınır değerlerini başaklanmadan önce 10 – 300 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında bütün kentsel katı atık kompostu uygulamalarında yeterli seviyede demir konsantrasyonu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda uygulanan kentsel katı atık kompost uygulama oranları artmaya başladıkça bitki örneklerinde ölçülen potasyum konsantrasyonunda da artışlar gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.31. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (ppm)

Uygulama dozları	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm
KK0	40.5 c	23	7.4 a	10.0 d
KK5	35.2 cd	24.6	3.3 d	25.0 c
KK10	54.1 b	27.1	7.7 a	31.3 b
KK15	38.4 cd	21.5	6.6 b	34.7 b
KK20	72.2 a	28.1	5.8 c	85.3 a
Ortalama	48.1	24.86	6.2	37.3

Grafik 31. Uygulamaların buğday bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (ppm)



Ortalamlar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen buğday bitkisinin yaprak mangan konsantrasyonu 23 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak mangan konsantrasyonu 28.1 ppm olarak ölçülmüştür. Ancak kentsel kompost uygulama oranı kontrol uygulamasında 23 ppm olarak ölçülmüş kentsel kompost dozları artmaya başladıkça değerler artmış KK15 uygulamasında kontrol oranının altına düşmüştür. Uygulamalar arasında en düşük mangan konsantrasyonu KK15 uygulamasından 21.5 ppm olarak elde edilirken en yüksek mangan konsantrasyonu KK20 uygulamasında 28.1 ppm olarak ölçülmüştür. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 32.9 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK15 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) buğday bitkisinde mangan sınır değerlerini başaklanmadan önce 16 – 200 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında bütün kentsel katı atık kompostu uygulamalarında yeterli seviyede mangan konsantrasyonu gözlemlenmiştir.

Ortalamlar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen buğday bitkisinin yaprak bakır konsantrasyonu 7.4 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak bakır konsantrasyonu 5.8 ppm olarak ölçülmüştür. En yüksek bakır konsantrasyonu KK10 uygulamasından 7.7 olarak elde edilirken, en düşük bakır konsantrasyonu KK5 uygulamasından 3.3 olarak elde edilmiştir. Bakır konsantrasyonları uygulamalar arasında farklılık göstermiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 6.2 ppm olarak belirtilmiştir. KK5 ve KK20 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) buğday bitkisinde bakır sınır değerlerini başaklanmadan önce 5 – 50 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında bütün kentsel katı atık kompostu uygulamalarında yeterli seviyede demir konsantrasyonu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda uygulanan kentsel katı atık kompost uygulama oranları artmaya başladıkça bitki örneklerinde ölçülen potasyum konsantrasyonunda da artışlar gözlemlenmiştir.

Ortalamlar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen buğday bitkisinin yaprak çinko konsantrasyonu 10 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak çinko konsantrasyonu 85.3 ppm olarak ölçülmüştür. Kentsel kompost oranı

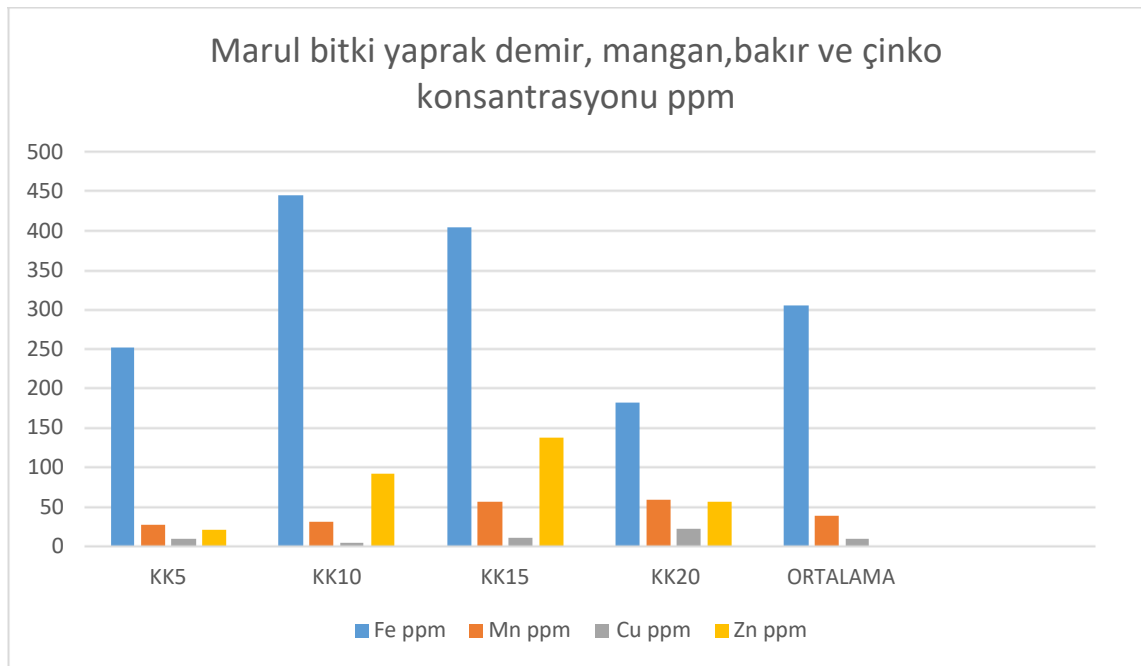
artıkça bitkideki çinko oranında artış göstermiştir. En yüksek çinko konsantrasyonu KK20 uygulamasından elde edilirken, en düşük çinko konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 37.3 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5, KK10 ve KK15 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) buğday bitkisinde çinko sınır değerlerini başaklanmadan önce 21 – 70 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında KK0 kentsel katı atık kompostu uygulamalarında noksan, diğer uygulama dozlarında yeterli seviyede çinko konsantrasyonu gözlemlenmiştir.

Marul bitkisinde kentsel kompost dozlarının artan uygulamaları ile bitki yapraklarının besin elementlerinden olan demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonu üzerine olan etkileri Çizelge 4.32 – Grafik 32.'de verilmiştir. Ortalamalar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen marul bitkisinin yaprak demir konsantrasyonu 245.6 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak demir konsantrasyonu 181.8 ppm olarak ölçülmüştür. Uygulamalar arasında en düşük demir konsantrasyonu KK20 uygulamasından 181.8 ppm olarak elde edilirken en yüksek demir konsantrasyonu KK10 uygulamasında 443.9 olarak ölçülmüştür. Uygulamalar arasında farklılıklar gözlemlenmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 305.3 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK20 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) marul bitkisinde demir sınır değerlerini 50 – 100 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında kentsel katı atık kompostu uygulamalarında demir konsantrasyonu fazla olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.32. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (ppm)

Uygulama dozları	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm
KK0	245.6 b	24.5 c	2.8 d	12.4 d
KK5	251.5 b	26.1 c	9.2 b	21.4 c
KK10	443.9 a	30.7 b	4 c	19.6 c
KK15	403.8 a	55.3 a	10.2 b	91.5 b
KK20	181.8 c	57.7 a	21.2 a	137.1 a
Ortalama	305.3	38.9	9.5	56.4

Grafik 32. Uygulamaların marul bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (ppm)



Ortalamalar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen marul bitkisinin yaprak mangan konsantrasyonu 24.5 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak mangan konsantrasyonu 57.7 ppm olarak ölçülmüştür. Kentsel kompost uygulama oranı arttıkça mangan konsantrasyonu artmaya başlamıştır. Uygulamalar arasında en düşük mangan konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilirken en yüksek mangan konsantrasyonu KK20 uygulamasında ölçülmüştür. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 38.9 ppm olarak belirtilmiştir.

KK0, KK5 ve KK15 uygulamalarında bu ortalama değerin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) marul bitkisinde mangan sınır değerlerini 15 - 250 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında uygulama dozlarında yeterli seviyede mangan konsantrasyonu gözlemlenmiştir.

Ortalamalar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen marul bitkisinin yaprak bakır konsantrasyonu 2.8 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak bakır konsantrasyonu 21.2 ppm olarak ölçölmüştür. Kentsel kompost oranı arttıķa bitkideki bakır oranı da artış göstermiştir. En yüksek bakır konsantrasyonu KK20 uygulamasından elde edilirken, en düşük bakır konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 9.5 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK15 uygulamalarında bu ortalama değerin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) marul bitkisinde bakır sınır değerlerini 8 – 25 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında KK0 ve KK10 kentsel katı atık kompostu uygulamalarında noksan, diğer uygulama dozlarında yeterli seviyede bakır konsantrasyonu gözlemlenmiştir.

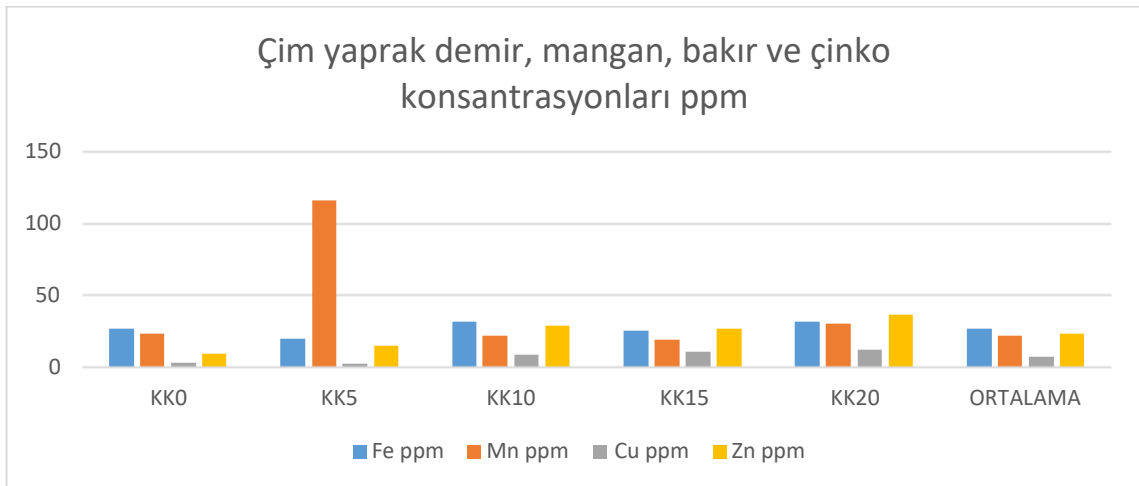
Ortalamalar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen marul bitkisinin yaprak çinko konsantrasyonu 12.4 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak çinko konsantrasyonu 137.1 ppm olarak ölçölmüştür. Kentsel kompost oranı arttıķa bitkideki çinko oranı da artış göstermiştir. En yüksek çinko konsantrasyonu KK20 uygulamasından elde edilirken, en düşük çinko konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 56.4 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değerin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) marul bitkisinde çinko sınır değerlerini 25 – 250 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında KK0, KK5 ve KK10 kentsel katı atık kompostu uygulamalarında noksan, diğer uygulama dozlarında yeterli seviyede çinko konsantrasyonu gözlemlenmiştir.

Çim bitkisinde kentsel kompost dozlarının artan uygulamaları ile bitki yapraklarının besin elementlerinden olan demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonu üzerine olan etkileri Çizelge 4.33 – Grafik 33.’de verilmiştir. Ortalamalar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen çim bitkisinin yaprak demir konsantrasyonu 26.3 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak demir konsantrasyonu 31.4 ppm olarak ölçülmüştür. Ancak en düşük konsantrasyon KK5 uygulamasında 19.5 ppm olarak ölçülmüştür. Uygulamalar arasında en yüksek demir konsantrasyonu KK20 uygulamasında elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 26.8 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK15 uygulamalarında bu ortalama değer in altında sonuçlar alınmıştır.

Çizelge 4.33. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (ppm)

Uygulama dozları	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm
KK0	26.3 b	23.4 c	2.9 d	8.9 d
KK5	19.5 c	116.1 a	2.3 d	15.0 c
KK10	31.3 a	21.5 d	8.2 c	28.5 b
KK15	25.5 b	18.9 d	10.2 b	26.5 b
KK20	31.4 a	30.0 b	11.9 a	36.2 a
Ortalama	26.8	22.0	7.1	23.0

Grafik 33. Uygulamaların çim bitkisinin yapraklarındaki demir, mangan, bakır ve çinko konsantrasyonuna etkileri (ppm)



Ortalamlar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen çim bitkisinin yaprak mangan konsantrasyonu 23.4 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak mangan konsantrasyonu 30 ppm olarak ölçülmüştür. Ancak en düşük konsantrasyon KK15 uygulamasında 16.1 ppm olarak ölçülmüştür. Uygulamalar arasında en yüksek mangan konsantrasyonu KK5 uygulamasında elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 22 ppm olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Ortalamlar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen çim bitkisinin yaprak bakır konsantrasyonu 2.9 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak bakır konsantrasyonu 11.9 ppm olarak ölçülmüştür. Ancak en düşük konsantrasyon KK5 uygulamasında 2.3 ppm olarak ölçülmüştür. Uygulamalar arasında en yüksek bakır konsantrasyonu KK20 uygulamasında elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 7.1 ppm olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Ortalamlar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen marul bitkisinin yaprak çinko konsantrasyonu 8.9 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak çinko konsantrasyonu 36.2 ppm olarak ölçülmüştür. Kentsel kompost oranı arttıkça bitkideki çinko oranında artış göstermiştir. En yüksek çinko konsantrasyonu KK20 uygulamasından elde edilirken, en düşük çinko konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 23 ppm olarak belirtilmiştir. KK0 uygulamasında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmada kentsel kompost ve gübre dozlarının bitkide oluşturduğu verim (yaş yaprak, gövde ve kök) artışı çıkan en önemli sonuçlardan birisi olmuştur. İncelenen özelliklerde çalışma yapılan bütün bitkilerde kök yaş ağırlığı kontrole göre artış göstermiştir. Uygulamalar arasında KK0 ve KK5 uygulamalarında en düşük bitki kök yaş ağırlığı elde edilirken uygulama dozları arttıkça bitki kök yaş ağırlığında da artışlar gözlemlenmiştir. Yine kök kuru ağırlığında kontrole göre kentsel katı atık kompost dozu arttıkça kök kuru ağırlığında da artışlar gözlemlenmiştir. Uygulamalar arasında KK0 ve KK5 uygulamalarında en düşük bitki kök kuru ağırlığı elde edilirken uygulama dozları arttıkça bitki kök kuru ağırlığında da artışlar gözlemlenmiştir.

Ortalamalar bakımından kontrol uygulamasında elde edilen toprak üstü aksam yaş ve kuru ağırlıkları kentsel katı atık kompostu uygulama oranları arttıkça artış göstermiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında en düşük bitki yaş ve kuru ağırlığı elde edilirken uygulama dozu artışı ile birlikte ağırlık artışları meydana gelmiştir. Kentsel kompost ile yapılan birçok çalışmada bitkinin vejetatif aksamı üzerine kentsel kompost uygulamasının olumlu etkileri olurken oluşan meyve veriminin de arttığı bildirilmektedir. Kentsel kompost uygulamalarında çilek bitkisinde kök bioomasının %37 arttığını ve pazarlanılabilir meyvede %35 artış gerçekleştiğini Arancon ve ark. (2004), portakalda ilk yıl verimi %32 oranında artış olduğunu bildirmişlerdir (Makode ve ark., 2015).

Banik ve ark. (2007), toprağa karıştırılan kentsel kompostun kireçli bir toprakta toprak enzim aktivitesini arttırdığını bildirmişlerdir. Bu özellik ise toprak canlılığının bir göstergesi olup atılacak kimyasal ve organik gübrelerin bitki tarafından alınabilir hale gelmesi bu canlıların popülasyonundaki artışla gerçekleşmektedir.

Çalışmamızda uygulamaların 4 farklı bitkide yaprak N, P ve K konsantrasyonlarını istatistiksel düzeyde arttırdığını belirlenmiştir. Genel olarak bu dört bitkide en düşük N, P ve K sonuçları KK0 ve KK5 uygulamalarından elde edilirken en yüksek konsantrasyonlar KK20 uygulamasından alınmıştır.

Çim roka, buğday ve marul bitkilerinin yaprak N konsantrasyonu sırası ile %1.45, %2.35, %1.25 ve %1.67 olarak ölçülmüştür. KK20 uygulamasından elde edilen sonuçlar ise sırası ile %2.42, %3.45, %2.95 ve %2.45 olarak ölçülmüştür. N konsantrasyonu bakımından baktığımızda kentsel katı atık kompost uygulamalar arttıkça bitki yaprak N konsantrasyonunda artışlar gözlemlenmiştir. Ortalama sonuçlar ile karşılaştırılma yapıldığında KK0 ve KK5 uygulamalarından elde edilen sonuçlar düşük olarak tanımlanırken KK20 uygulamasından elde edilen sonuçlar en yüksek konsantrasyon değerlerine sahiptir. Ortalama sonuçlar sınır değerleri ile karşılaştırıldığında buğday bitkisinde azot konsantrasyonu yeterli, marul bitkisinde noksan olarak tanımlanmaktadır.

Yaprak P konsantrasyonu sırası ile %0.14, %0.21, %0.19 ve %0.24 olarak ölçülmüştür. KK20 uygulamasından elde edilen sonuçlar ise sırası ile %2.42, %0.57, %0.57 ve %0.42 olarak ölçülmüştür. P konsantrasyonu bakımından baktığımızda kentsel katı atık kompost uygulamalar arttıkça bitki yaprak P konsantrasyonunda artışlar gözlemlenmiştir. Ortalama sonuçlar ile karşılaştırılma yapıldığında KK0 ve KK5 uygulamalarından elde edilen sonuçlar düşük olarak tanımlanırken KK20 uygulamasından elde edilen sonuçlar en yüksek konsantrasyon değerlerine sahiptir. Ortalama sonuçlar sınır değerleri ile karşılaştırıldığında bitkilerdeki fosfor konsantrasyonu yeterli olarak tanımlanmaktadır.

Yaprak K konsantrasyonu sırası ile %01.50, %1.47, %1.90 ve %3.28 olarak ölçülmüştür. KK20 uygulamasından elde edilen sonuçlar ise sırası ile %2.60, %2.55, %3.14 ve %5.67 olarak ölçülmüştür. K konsantrasyonu bakımından baktığımızda kentsel katı atık kompost uygulamalar arttıkça bitki yaprak K konsantrasyonunda artışlar gözlemlenmiştir. Ortalama sonuçlar ile karşılaştırılma yapıldığında KK0 ve KK5 uygulamalarından elde edilen sonuçlar düşük olarak tanımlanırken KK20 uygulamasından elde edilen sonuçlar en yüksek konsantrasyon değerlerine sahiptir. Ortalama sonuçlar sınır değerleri ile karşılaştırıldığında marul bitkisinde potasyum konsantrasyonu noksan, buğday bitkisinde yeterli olarak tanımlanmaktadır.

Çalışmamızda uygulamaların 4 farklı bitkide yaprak Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonlarını istatistiksel düzeyde arttırdığını belirlenmiştir. Genel olarak bu dört

bitkide en düşük Fe, Zn, Cu ve Mn sonuçları KK0 ve KK5 uygulamalarından elde edilirken en yüksek konsantrasyonlar KK20 uygulamasından alınmıştır. Bazı bitkilerde uygulamalar arasında farklı durumlarda gözlemlenmiştir.

Roka bitkisinin en düşük mangan konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilirken en yüksek mangan konsantrasyonu KK10 uygulamasında ölçülmüştür. Bu oranlar en düşük 14.7 ppm iken en yüksek 23.2 ppm'dir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 19,4 ppm olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

En yüksek bakır konsantrasyonu KK20 uygulamasından elde edilirken, en düşük bakır konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 5.5 ppm olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

En yüksek çinko konsantrasyonu KK20 uygulamasından elde edilirken, en düşük çinko konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 37,2 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Buğday bitkisinin en düşük demir konsantrasyonu KK5 uygulamasından 35.2 ppm olarak elde edilirken en yüksek demir konsantrasyonu KK20 uygulamasında 72.2 ppm olarak ölçülmüştür. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 48.1 ppm olarak belirtilmiştir. KK10 ve KK20 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) buğday bitkisinde demir sınır değerlerini başaklanmadan önce 10 – 300 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında bütün kentsel katı atık kompostu uygulamalarında yeterli seviyede demir konsantrasyonu gözlemlenmiştir.

Mangan konsantrasyonu en düşük mangan konsantrasyonu KK15 uygulamasından 21.5 ppm olarak elde edilirken en yüksek mangan konsantrasyonu KK20 uygulamasında 28.1 ppm olarak ölçülmüştür. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama

değerine bakıldığında 32.9 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK15 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) buğday bitkisinde mangan sınır değerlerini başaklanmadan önce 16 – 200 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında bütün kentsel katı atık kompostu uygulamalarında yeterli seviyede mangan konsantrasyonu gözlemlenmiştir.

Bakır konsantrasyonu 7.4 ppm iken KK20 uygulamasında yaprak bakır konsantrasyonu 5.8 ppm olarak ölçülmüştür. En yüksek bakır konsantrasyonu KK10 uygulamasından 7.7 olarak elde edilirken, en düşük bakır konsantrasyonu KK5 uygulamasından 3.3 olarak elde edilmiştir. Bakır konsantrasyonları uygulamalar arasında farklılık göstermiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 6.2 ppm olarak belirtilmiştir. KK5 ve KK20 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) buğday bitkisinde bakır sınır değerlerini başaklanmadan önce 5 – 50 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında bütün kentsel katı atık kompostu uygulamalarında yeterli seviyede demir konsantrasyonu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda uygulanan kentsel katı atık kompost uygulama oranları artmaya başladıkça bitki örneklerinde ölçülen potasyum konsantrasyonunda da artışlar gözlemlenmiştir.

Yaprak çinko konsantrasyonu en yüksek KK20 uygulamasından elde edilirken, en düşük çinko konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 37.3 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5, KK10 ve KK15 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) buğday bitkisinde çinko sınır değerlerini başaklanmadan önce 21 – 70 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında KK0 kentsel katı atık kompostu uygulamalarında noksan, diğer uygulama dozlarında yeterli seviyede çinko konsantrasyonu gözlemlenmiştir.

Ortalamalar dikkate alındığında kentsel kompostun kontrol uygulamasında yetişen marul bitkisinin en düşük demir konsantrasyonu KK20 uygulamasından 181.8 ppm olarak elde

edilirken en yüksek demir konsantrasyonu KK10 uygulamasında 443.9 olarak ölçülmüştür. Uygulamalar arasında farklılıklar gözlemlenmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 305.3 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK20 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) marul bitkisinde demir sınır değerlerini 50 – 100 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında kentsel katı atık kompostu uygulamalarında demir konsantrasyonu fazla olarak gözlemlenmiştir.

Yaprak mangan konsantrasyonu en düşük KK0 kontrol uygulamasından elde edilirken en yüksek mangan konsantrasyonu KK20 uygulamasında ölçülmüştür. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 38.9 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK15 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) marul bitkisinde mangan sınır değerlerini 15 - 250 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında uygulama dozlarında yeterli seviyede mangan konsantrasyonu gözlemlenmiştir.

Yaprak bakır konsantrasyonu en yüksek KK20 uygulamasından elde edilirken, en düşük bakır konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 9.5 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK15 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) marul bitkisinde bakır sınır değerlerini 8 – 25 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında KK0 ve KK10 kentsel katı atık kompostu uygulamalarında noksan, diğer uygulama dozlarında yeterli seviyede bakır konsantrasyonu gözlemlenmiştir.

Yaprak çinko konsantrasyonu en yüksek KK20 uygulamasından elde edilirken, en düşük çinko konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 56.4 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK10 uygulamalarında bu ortalama değer altında sonuçlar alınmıştır. Jones ve ark. (1991) marul bitkisinde çinko sınır değerlerini 25 – 250 ppm yeterli olarak tanımlamışlardır. Uygulamalardan elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında

Çim bitkisinin yaprak demir konsantrasyonu en düşük KK5 uygulamasında 19.5 ppm olarak ölçülmüştür. Uygulamalar arasında en yüksek demir konsantrasyonu KK20 uygulamasında elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 26.8 ppm olarak belirtilmiştir. KK0, KK5 ve KK15 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Yaprak mangan konsantrasyonu en düşük konsantrasyon KK15 uygulamasında 16.1 ppm olarak ölçülmüştür. Uygulamalar arasında en yüksek mangan konsantrasyonu KK5 uygulamasında elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 22 ppm olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Yaprak bakır konsantrasyonu en düşük konsantrasyon KK5 uygulamasında 2.3 ppm olarak ölçülmüştür. Uygulamalar arasında en yüksek bakır konsantrasyonu KK20 uygulamasında elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 7.1 ppm olarak belirtilmiştir. KK0 ve KK5 uygulamalarında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Yaprak çinko konsantrasyonu en yüksek KK20 uygulamasından elde edilirken, en düşük çinko konsantrasyonu KK0 kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Kentsel katı atık kompost uygulamalarının genel ortalama değerine bakıldığında 23 ppm olarak belirtilmiştir. KK0 uygulamasında bu ortalama değerinin altında sonuçlar alınmıştır.

Kentsel kompost mateyali bitkinin gelişmesine katkı sağlayan aynı zamanda toprak yapısını düzenleyen bir karışım içermektedir. Yapılan bu çalışma ve daha yapılacak pek çok çalışmada kentsel kompostun topraktan bitkiye besin elementi alımını artırdığını, bitkinin gelişimini olumlu yönde etki ettiğini, toprakta bulunan organik madde ve humik madde oranını artırdığını aynı zamanda toprak mikrobiyal aktivitesinin artmasına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca kentsel kompost kullanımının tarım alanlarında yaygınlaşması ile ekolojik dengenin korunması açısından oldukça önemli bir etki yapacağı söylenebilir. Bu durum açısından hem kentsel kompost atıklarının ortadan kaldırılmasındaki etkisi hem de kimyasal gübre kullanımının azaltılmasındaki rolü

oldukça etkili olmaktadır. Kentsel kompost materyalinin kullanılması ile kimyasal gübrelerin de yararışlılığının arttığı çalışmamızdan çıkan önemli sonuçlardan birisidir.

6. KAYNAKLAR

- Arı N., Ateş T., Özkan CF., Arpacioğlu AE. (2002) Antalya bölgesinde domates yetiştiriciliği yapılan seraların toprak verimlilik durumlarının incelenmesi. IV. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiri Kitabı, Bursa, s. 171-181.
- AY H. M., ve SÖYLEMEZ, A.. (2023) Belediye Hizmetleri İçinde Katı Atık Yönetiminin Önemi ve Konya Büyükşehir Belediyesi Örneği. Toplum Ekonomi ve Yönetim Dergisi, 4(Özel), 273-292.
- Aydınoşakir K., Ünlü A., Yılmaz S., Arı N., (2009). “*The Effects of Compost Applications on Yield and Quality Characteristics of Anemone Coronaria*”, *Acta Horticulturae*, 807:359-364.
- Aydınoşakir K., Ünlü A., Yılmaz S., Arı N. (2011). Kentsel katı atık kompost uygulamalarının toprak özellikleri ve düğün çiçeği (*Ranunculus asiaticus* ‘Orange’)nin verim ve kalitesi üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(1), 55-60.
- Chen Y., Inbar Y., Hadar Y. (1988) Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. *Soil Science* 145: 298-303.
- Çerçioğlu M., Yağmur B., Kara R. S., Okur B. (2017). Agro-endüstriyel kompost ve ahır gübresinin biber (*Capsicum annuum L.*) yetiştiriciliğinde toprağın bazı kimyasal özellikleri ile verim üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 54(1), 71-77.
- Demirtaş E. İ. (2004). Kentsel katı atık kompostunun tarımda kullanımı. *Derim*, 21(2), 27-34.
- Demirtaş E. I., Arı Nuri., Arpacioğlu A., Kaya. Harun, Özkan C. (2005). Değişik organik kökenli gübrelerin kimyasal özellikleri. *Derim*, 22(2), 47-52.
- DEMİRTAŞ, E. I., ÖKTÜREN, F., & ARI, A. N. (2013). Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompostu kullanımının bakiye etkilerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(2), 23-35.
- Demirtaş E., Arı Nuri., Özkan C., Asri F. Ö. (2016). Domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompost kullanımının verim kalite ve ağır metal kirliliği üzerine etkileri. *Derim*, 33(1), 144-158.
- Duggan JC, Wiles CC (1976) Effects of municipal composts and nitrogen fertilizer on selected soils and plants. *Compost Science* 17: 24-31
- Eifediyi, K. E. (2023). Impact of urban compost manure on the soil physical properties, growth, yield and quality of lettuce. *Iran Agricultural Research*, 41(2), 165-176.

- Erdin, E. (2011). Kompost ve kompostlaştırma hakkında özlü bilgiler. <http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/doc25.htm>. Erişim tarihi 20 Haziran 2011.
- Entry JA, Wood BH, Edwards JH, Wood CW (1997) Influence of organic by-products and nitrogen source on chemical and microbiological status of an agricultural soil. *Biology and Fertility of Soils* 24: 196-204.
- Gençsoy E. B. (2010). Farklı Katkı Maddelerinin Kompost Kalitesi Üzerine Etkileri (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Güler S. (2001). Kompostlaştırılmış materyallerin tarımda kullanımı. Türkiye II. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım 2001, Antalya, s:353-362.
- Güvenç İ., Yıldırım E. (1999). Sebze yetiştiriciliğinde organik atıkların değerlendirilmesi. Türkiye I. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 21-23 Haziran 1999, Antalya, s:297-301.
- Hakerler H. (1980). Kentsel atıkların gübre olarak değerlendirilmeleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 17: 113-131.
- Hanay A. (1990). Çöp kompostunun toprakların bazı yapısal özellikleri ve toprak-su ilişkilerine olan etkilerinin ahır gübresiyle karşılaştırılması üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- Kacar B. (1984). Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fak. Yayınları No: 899, Ankara.
- Kacar, B. ve Inal, A., (2008). Bitki Analizleri Nobel Yay., ISBN 978-605-395-036-3.
- Kaçtıoğlu S. ve Şengül Ü. (2010). "Erzurum Kenti Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü İçin Tersine Lojistik Ağı Tasarımı ve Bir Karma Tam sayılı Programlama Modeli", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2010 (1):89-112.
- Kütük CA., Çaycı G., Baran A. (1995). Çay atıklarının bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilme olanakları. *Tarım Bilimleri Dergisi* 1: 35-40.
- López R., Durán C., Murillo JM., Cabrera F. (1998) Geranium's response to compost based substrates. *Acta Horticulturae* 469: 255-262.
- Macar M. (1992) Mersin ili çöplerinin işlenmesi ile elde edilen kompostun buğday ve soya verimlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Mücevher, O. (2022). Farklı materyaller ile zenginleştirilen tavuk gübresi ve tarımsal atıklardan elde edilen kompostun toprak kalitesi ve mısır (*Zea Mays L.*) bitkisinin gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi.

- Özcan Sarihan, N. & Çakır, E. (2023). Yerel Yönetimlerde Katı Atık Yönetimi ve Gelişimi: Genel Çerçeve ile Türkiye'ye Bakış. *Journal of History School*, 66, 2127-2152.
- Palabıyık H. (2009). Kentsel katı atıklar ve yönetimi. <http://www.turkishweekly.net/turkce/makale.php?id=104>. Erişim tarihi: 10 Şubat 2011.
- Sezer K., Arıkan O. A., Yıldız Ş. (2009). Karışık Kentsel Atık Kompostlaştırma Tesisi Ünitelerinde Atık Profilinin İncelenmesi. *Türkiye'de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY)*, 121-128.
- Singh, P. K., Durgude, A. G., Bhakare, B. D., Navale, A. M., Surve, U. S., & Wani, V. S. (2023). Effect of urban compost on yield of seasonal-sugarcane in Vertic inceptisol.
- Sánchez L, Díez JA, Polo A, Román R (1997). Effect of timing of application of municipal solid waste compost on N availability for crops in central Spain. *Biology and Fertility of Soils* 25: 136-141.
- Sönmez İ., Sönmez S., Kaplan M. (2002). Çöp kompostunun bitki besim maddesi içerikleri ve bazı organik gübrelerle karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 16: 31-38.
- Topal M. (2013). Kompost standartları üzerine bir derleme. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 85-108.
- Topçuoğlu B., Önal MK., Arı N. (2001) Toprağa kentsel katı atık kompostu ve kentsel atıksu arıtma çamuru uygulamalarının sera domatesinde kuru madde miktarı ve bazı bitki besin içerikleri üzerine etkisi. *GAP II. Tarım Kongresi Cilt 1, Şanlıurfa*, s. 99-106.
- Uyanöz R., Zengin M., Şeker C., Çetin Ü. (2000). Toprağın üreaz, katalaz ve biyolojik aktivitesine bazı organik materyallerin etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 14: 85-92.

