

Fındık Atığı Ürünlerinin Buğday Yetiştiriciliğinde Değerlendirilmesi*

Selahattin AYGÜN^{1*}, Damla BENDER ÖZENÇ¹

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu/TÜRKİYE

*Bu makale Selahattin AYGÜN'ün doktora tezinin bir kısmından üretilmiştir. Bu çalışmada, Ordu Üniversitesi'nce finansal destek verilen B-2014 kodlu BAP Projesinin verilerinden yararlanılmıştır

Alınış tarihi: 18 Eylül 2023, Kabul tarihi: 16 Ekim 2023

Sorumlu yazar: Selahattin AYGÜN, e-posta: selahattinaygun@odu.edu.tr

Öz

Amaç: Fındık zuru ve zuruftan elde edilen biyokömür ve bunlardan üretilen ekstrakt uygulamaları ve etkin dozların buğday gelişimi üzerine etkisini incelemektir.

Materyal ve Yöntem: 2019-2020 yıllarında tarla denemesi, dört doz (0, 1, 2, 3 t da⁻¹), dört materyal (fındık zuru, fındık zuru ekstraktı, zuru biyokömürü, zuru biyokömürü ekstraktı) ve üç tekerrürlü olacak şekilde tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre yürütülmüştür. Buğday bitkisine ait bitki boyu, başak uzunluğu, m²'deki başak sayısı, bin tane ağırlığı, başakta tane sayısı, tane verimi ve besin elementi konsantrasyonları (N, P, K) tespit edilmiştir.

Araştırma Bulguları: Buğday bitkisine ait özellikler yıllar bakımından farklılık göstermiş; başak uzunluğu ikinci yıl azalmış, bitki boyu, m²'deki başak sayısı, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, tane verimi ise ikinci yıl artmıştır. Genel olarak, bitki gelişimi üzerine atık uygulamaları etkili olmakla birlikte, bitki boyuna; zuru biyokömürü ve biyokömür ekstraktının, m²'deki başak sayısı üzerine fındık zuru uygulamalarının etkisi öne çıkmıştır. Ayrıca uygulama dozlarının artması ile başak uzunluğu hariç incelenen agronomik özelliklerde artış görülmüştür. Buğday bitkisinin optimum gelişimi için 2 t da⁻¹ uygulamasının yeterli olduğu belirlenmiştir. Bitkide toplam azot ve fosfor konsantrasyonu ilk yıl, toplam potasyum konsantrasyonu ikinci yıl daha fazla bulunmuştur. Materyallerin dozlarındaki artış ile buğday bitkisinin azot, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarında artış görülmüştür. Toplam azot ve potasyum içeriklerinde zuru ekstraktı uygulamasının, fosfor içeriğinde zuru

biyokömürünün 3 t da⁻¹ uygulaması etkili doz olarak bulunmuştur.

Sonuç: Bütün veriler birlikte dikkate alındığında, buğday bitkisine ait incelenen özellikleri ve besin elementi konsantrasyonları üzerine toprağa fındık atık ürünleri uygulamalarının etkili olduğu ve bu atıkların tarıma önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fındık zuru, biyokömür, ekstraksiyon, *Triticum aestivum* L.

Evaluation of Hazelnut Waste Products in Wheat Cultivation

Abstract

Objective: The aim of the study was to investigate the effect of hazelnut husk and biochar obtained from hazelnut husk, extract applications and effective doses on wheat growth.

Materials and Methods: In 2019-2020, the field trial was carried out according to the factorial trial design with four doses (0, 1, 2, 3 t da⁻¹), four materials (hazelnut husk, hazelnut husk extract, husk biochar, husk biochar extract) and three replications. Plant height, spike length, number of spikes per m², thousand grain weight, number of grains per spike, grain yield and nutrient concentrations (N, P, K) of wheat plants were determined.

Results: Wheat plant traits differed among years; spike length decreased in the second year; plant height, number of spikes per m², number of grains per spike, thousand grain weight, grain yield increased in the second year. Although waste treatments were effective on plant growth in general, the effect of

biochar and biochar extract on plant height and the effect of hazelnut waste on the number of spike per m² were prominent. In addition, agronomic traits except spike length increased with increasing application doses. It was determined that 2 t da⁻¹ application was sufficient for optimum development of wheat plant. Total nitrogen and phosphorus concentrations were higher in the first year and total potassium concentrations were higher in the second year. Nitrogen, phosphorus and potassium concentrations of wheat plants increased with the increase in the doses of the materials. In total nitrogen and potassium contents, 3 t da⁻¹ dose of the husk tea application was found to be the effective dose, and in phosphorus content, 3 t da⁻¹ dose of husk biochar was found to be the effective dose.

Conclusion: When all the data are considered together, it is thought that the application of hazelnut waste products to the soil on the studied characteristics and nutrient concentrations of wheat plant is effective and these wastes will make an important contribution to agriculture.

Keywords: Hazelnut husk, biochar, extraction, *Triticum aestivum* L.

Giriş

Dünya genelinde nüfusun hızla artması ile gıda ihtiyacı da artmaktadır. Artan gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için tarım arazilerinde yetiştirilen ürünlerin sürdürülebilir olması gereklidir. Toprağın verimliliği, organik düzenleyicilerin uygulanmaması ve kimyasal gübrelerin sürekli uygulanması nedeniyle bir düşüş içindedir (Sadaf ve ark., 2017). Sürdürülebilir toprak ve bitki verimliliği için tarım arazilerinde organik materyallerin kullanılması zorunludur. Bu amaçla kompost, torf, hayvan gübresi, yeşil gübreler gibi organik atıklar topraklara uygulanarak toprakların başta fiziksel özellikleri olmak üzere, kimyasal ve biyolojik özelliklerini geliştirmekte; bitki sağlığının sürdürülebilir olmasında rol almaktadır. Toprak verimliliğinin artırılmasında son yıllarda farklı organik materyallerden üretilen biyokömürlerin kullanımı hız kazanmıştır. Biyokömür organik ürünlerin piroliz işlemi sonucunda farklı oranda yanıcı gazlar (H₂, CO, CH₄), CO₂, katranlı buhar ve uçucu yağların oluştuğu karbon içeriği yüksek organik bir üründür. (Tripathi ve ark., 2016; Suliman ve ark., 2016). Biyokömür üretildiği materyalden daha fazla süre karbonun toprakta depolanmasına katkı sağlayabilmektedir (Sheng ve Zhu, 2018). Diğer yandan, komposttan elde

edilen ve kompost çayı olarak bilinen ekstraktlar (Kone ve ark., 2010) genellikle bitkinin verim artışı ile toprak içerisinde mikroorganizma gelişimini artırmak (Fritz ve ark., 2012) ve bitkilerin ihtiyacı olan besin elementlerinin kalitesini artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Din ve ark., 2017). Bu ekstraktlar aynı zamanda ve su kompost karışımı ile elde edilmektedir. Lou ve ark., (2016) mısır ve buğday samanından elde ettikleri ekstraktların lahananın verimini artırdığını ve biyokömür su ekstraktlarının tarımsal alanlarda sıvı düzenleyici şeklinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Buğday (*Triticum aestivum* L.), dünya çapında gıda ihtiyacı için temel besin ürünü olarak kabul edilmektedir (Sial ve ark., 2019a). Dünyada buğday üretimi 2020-2021 üretim yılında 225 milyon hektar alanda yapılmış ve 3.45 t ha⁻¹ verim alınmıştır (TOB, 2022). Türkiye’de 2021 yılı buğday üretimi 67.4 milyon dekar alanda yapılmış ve toplam buğday üretimi de 17.7 milyon ton olmuştur. Buğday ekimi yapılan 67,4 milyon dekar alanın 12 milyon dekar alanında makarnalık buğday (3.2 milyon ton), 55.4 milyon dekar alanda ise ekmeçlik buğday (14.5 milyon ton) üretilmiştir (TOB, 2022). Buğday toprak isteği bakımından organik madde içeriği yüksek, tın bünyeli, hafif ve orta kireçli topraklarda en iyi gelişimi göstermektedir. Buğday yetiştiriciliği için en uygun yıllık yağış 350-500 mm olan iklim yöreleri elverişlidir. Besleme değeri bakımından buğdayın yaygınlığı, işlenmesi ve saklama koşullarındaki kolaylıklar nedeni ile dünya genelinde 50 ülkenin temel besin ürünüdür.

Ekonomide önemli yere sahip olan fındık üretimi ülkemizde başta Karadeniz Bölgesi olmak üzere 39 ilde yapılmaktadır. 734 bin hektar alanda ekonomik olarak fındık üretilmektedir (TEPGE, 2022). Ordu, Giresun, Trabzon, Samsun ve Sakarya’da üretilen fındık bu bölgeler için önemli bir geçim kaynağıdır. Zuruf fındık üzerinde yer alan yeşil örtü olarak tanımlanmaktadır. Hasat sonrası 1 kg yaş fındıktan 1/5 oranında fındık zurufu açığa çıkmaktadır. Her yıl yaklaşık 500 bin ton tarımsal atık şeklinde açığa çıkan zuruf materyali organik bir atık olup, tarım arazilerinde topraklara uygulanabilir özelliktedir. Zuruf, bitki besin elementi içeriği bakımından N ve P yönünden az, K ve mikro elementler bakımından yeterli ve yüksek düzeyde olup, organik maddece zengin, uygun pH ve elektriksel iletkenlik değerlerine sahiptir. (Kacar ve Katkat, 1998). Fındık zurufunun C/N oranı (33/1) yüksek olduğu için tarımsal alanlarda doğrudan kullanılmasının yanlış olduğu

bildirilmiştir (Çalışkan ve ark., 1996). Yapılan çalışmalarda zurufun yaklaşık 2 yıl sürede doğada kendi halinde ayrışması sebebiyle besin elementi ve organik materyal olarak geri dönüştürülebileceğinin mümkün olduğu bildirilmiştir (Özenç ve Özenç, 2008). Doğal şartlarda bekletilerek, kompostlanarak kullanılan fındık zurufu atığı ve fındık kabuğundan biyokömür üretilerek topraklara uygulanması ile ilgili çalışmalar vardır (Özenç, 2004; Aygün, 2015; Tarakçıoğlu ve ark., 2019; Özenç ve ark., 2019). Ancak fındıktan elde edilen atıktan zuruf biyokömürü ile zuruf ve zuruf biyokömüründen ekstrakt üretilmesine ait çalışmalara rastlanılmamıştır.

Bu araştırmada fındıktan arta kalan zuruf atığının değerlendirilerek biyokömür ve ekstraktlarının elde edilmesi ile buğday bitkisinin gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular zuruf ve biyokömür ile ekstrakt ürünlerinin buğday bitkisi yetiştirilen topraklara uygulanabilirliği ortaya konularak, zuruf biyokömürü ve ekstrakt ürünlerinin üretici açısından kullanılabilirliği ve üreticiye katkı sağlaması bakımından önemli bir boşluğu dolduracaktır. Sonuç olarak tarımsal alanlarda geleneksel uygulamaların yerini yeni gelişmelere aktarması ve uygulama materyallerinin bitki gelişimi üzerine literatür eksikliğini gidermesi

bakımından yeni kazanımlar oluşturacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda ülkemize ait önemli bir tarımsal ürün olan fındığın bütün yan ürünlerinin değerlendirilmesi ile doğal ürünlerin organik gübre olarak değerlendirilmesi üreticiler için kaynak arama problemlerine yönelik çözüm oluşturabileceği ve üreticilere ekonomik fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Materyal

Çalışma 2019-2020 yıllarında Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Arazisinde yürütülmüştür. Çalışma alanı toprağı kumlu tın tekstüre (%12 kil, %24 silt, %64 kum) sahiptir.

Bu araştırmada fındık zurufu, fındık zurufu biyokömürü ve bunlardan üretilen ekstraktlar uygulama materyali olarak kullanılmışlardır. Zuruf, fındık hasadından arta kalan yığından 4 mm elekten elendikten sonra muhafaza edilmiştir. Zuruf biyokömürü, özel olarak yaptırılan 13 L kapasiteli biyokömür fırınında 3.5 saat 350 °C'de piroliz işlemi uygulanarak üretilmiştir. Fındık zuruf ekstraktı ve fındık zuruf biyokömürü ekstraktı için 1:10'luk fındık zurufu - fındık zurufu biyokömürü / saf su süspansiyonu 100 devirdk⁻¹'da 24 saat mekanik çalkalayıcıda çalkalanarak süzölmüş ve ekstraktlar hazırlanmıştır.

Çizelge 1. Materyallerinin kimyasal özellikleri

	OM (%)	N (%)	P (%)	K (mg kg ⁻¹)	pH	EC (µS cm ⁻¹)
Fındık Zurufu	92.19	1.24	0.065	5232	4.55	1661
Zuruf Ekstraktı	-	-	0.833	592	5.87	1288
Biyokömür	82.41	1.70	0.124	6749	7.45	865
Biyokömür Ekstraktı	-	-	0.199	577	7.54	791

Deneme materyallerinin uygulama dozları

Çalışmada dört uygulama materyali (fındık zurufu, fındık zurufu biyokömürü, zuruf ekstraktı, zuruf biyokömürü ekstraktı) dört farklı dozda (0, 1, 2, 3 t da⁻¹) toprağı uygulanmıştır. Tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre üç tekkerrlü olarak yürütölen denemede 2019 ve 2020 yıllarında iki yıl süreyle buğday bitkisi yetiştirilmiştir. Bitki olarak Ahmetağı kışlık ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Çalışma net 96 m² alanda her biri 2x1 m² olacak şekilde 48 parselde yürütölmüştür. Çalışma yıllarına ait Ordu Metereoloji Müdürlüğü'ne ait iklim verileri Çizelge 2'de sunulmuştur. Tohum ekiminden önce arazi pulluk ile sürölerek ekime hazır hale getirilmiştir. 2019 yılına ait ilk yıl toprak özelliklerinin belirlendiğı toprak örnekleri, araziye buğday bitkisinin ekimi yapılmadan önce alınmıştır. Denemenin yürütöldüğü her iki yılda da belirlenen

uygulama dozlarına uygun olarak zuruf, zuruf biyokömürü, zuruf ekstraktı ve zuruf biyokömürü ekstraktı Ekim ayı içerisinde çapa ile deneme parsellerindeki topraklara karıştırılmış, sonrasında tohum ekimi 4-6 cm derinliğe 20 cm sıra arası ve m²'de 500 bitki olacak şekilde elle yapılmıştır. Buğday bitkisine ait gübreleme programı ve noksanlık belirtileri göz önünde bulundurularak denemenin birinci yılında 14 kg da⁻¹ saf N, 8 kg da⁻¹ saf P ve 10 kg da⁻¹ saf K, denemenin ikinci yılında ise, 19 kg da⁻¹ saf N, 5 kg da⁻¹ saf P ve 5 kg da⁻¹ saf K olacak şekilde temel gübreleme yapılmıştır. Buğday bitkisine ait toplam N, P ve K konsantrasyonlarını belirlemek için sapa kalkma döneminde Nisan ayında uygulama parsellerinin tamamında birer metrekarelik alanda bitki hasadı yapılmıştır. Alınan bitki örnekleri laboratuvara getirilerek saf suyla yıkanmış, kurutma dolabında 65 °C'de kurutulmuş, örnekler bitki değirmeninde öğütölerek analize hazırlanmıştır.

Buğday bitkisinin gelişim özelliklerinin belirlendiği bitki örnekleri ise temmuz ayında hasat edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü her iki yılda hasat edilen

bitki örneklerinde tane verimi, m²'de başak sayısı, bitki boyu, 1000 tane ağırlığı, başak uzunluğu, başakta tane sayısı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Çalışma yıllarına ait toplam yağış ve sıcaklık değerleri

AYLAR	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)			Aylık Toplam Yağış (mm)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Ocak	-	6.5	8.8	-	161.1	65.6
Şubat	-	7.1	7.1	-	122.1	93.3
Mart	-	9.5	7	-	80.7	109
Nisan	-	9.9	11.5	-	46.4	38.8
Mayıs	-	15.6	15.6	-	86.4	69.2
Haziran	-	20.6	19.8	-	80.7	39.7
Temmuz	-	23.8	24.5	-	28.4	89.2
Ağustos	-	22.8	23.7	-	125.7	132.6
Eylül	-	22.3	-	-	46.6	-
Ekim	17.2	17.9	-	108.8	20	-
Kasım	12	11.5	-	95.7	164.6	-
Aralık	9.2	9.3	-	157.8	16.3	-

Yöntem

Materyallerde yapılan bazı analiz yöntemleri aşağıda verilmiştir: pH ve EC, 1:10 oranında adsorban-saf su karışımında Black ve ark., (1965)' a göre, organik madde: 550 °C'de fırında yakılma sonrası ağırlık kaybı ile (Horneck ve ark., 1989)'a göre belirlenmiştir. Materyaller ve bitki örneklerinde toplam azot Kjeldahl yaş yakma yöntemiyle (Bremner, 1965), toplam fosfor nitrik asit ile kuru yakılan örneklerde vanadomolibdo fosforik sarı renk metoduna göre, toplam potasyum atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (AAS) (Kacar ve İnal, 2008)' a göre analiz edilmiştir. Buğday bitkisinin agronomik özelliklerinden bitki boyu (cm), başak uzunluğu (cm), m²'de başak sayısı, başakta tane

sayısı, verim öğelerinden 1000 tane ağırlığı (g) ve tane verimi (kg/da) belirlenmiştir.

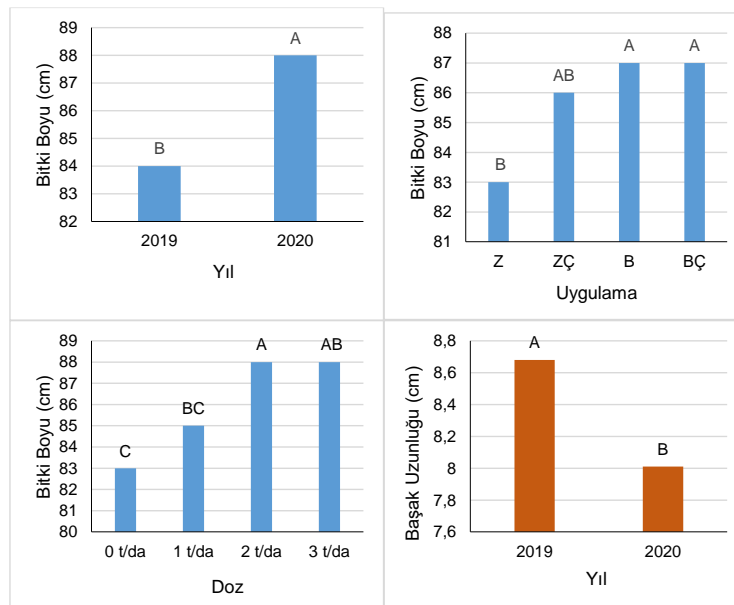
İstatistiksel analizler

Tüm veri setinde varyans analizleri (ANOVA) yapılmış, ortalamalar arasındaki farklar (p<0.05 önem seviyesinde) Tukey testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm istatistik değerlendirmelerinde SPSS 20.0 paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bitki boyu ve başak uzunluğu

Buğday bitkisinin boy gelişimi üzerine materyal, uygulama dozları ve yılların etkisi istatistiksel olarak (p<0.001) önemli bulunmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Bitki boyu üzerine yıl, uygulama ve dozun etkisi; başak uzunluğu üzerine yılın etkisi

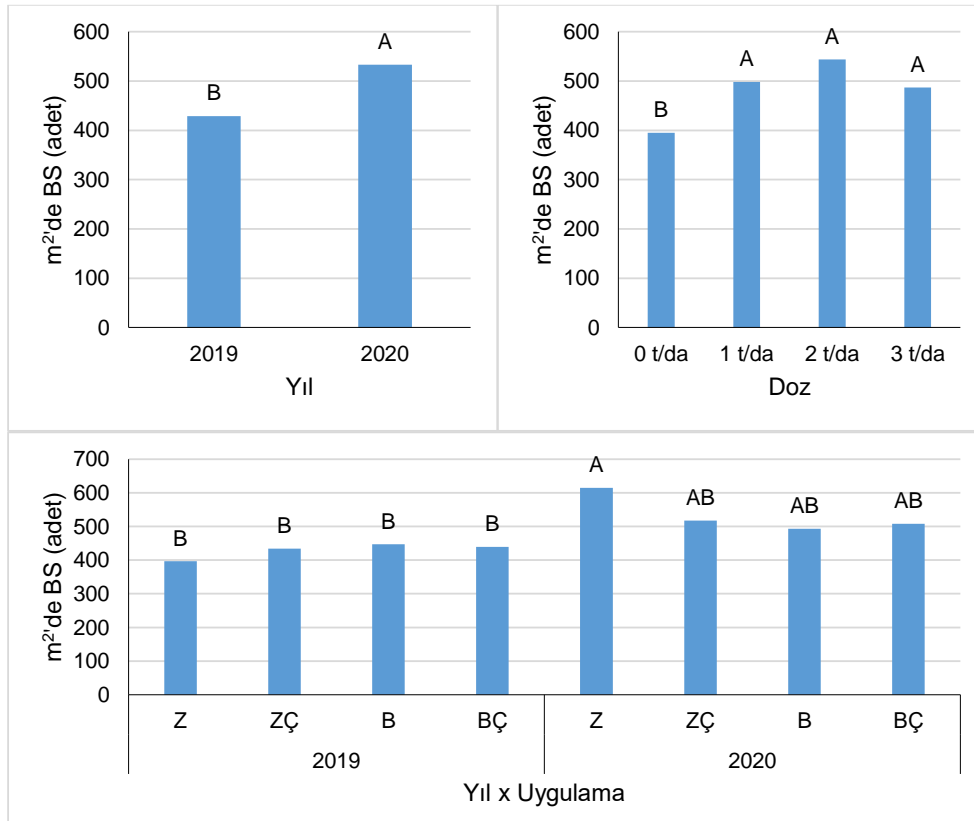
Bitki boyu üzerine yıl, uygulama ve dozun etkisi dikkate alındığında, 2. yıl bitki boyu (88 cm) 1. yıl bitki boyundan (84 cm) yüksek çıkmış ve %5'lik bir artış gerçekleşmiştir. Buğdayın bitki boyu üzerine ekim zamanı, ekim sıklığı, çeşidin genetik yapısı, gübreleme ve toprak özellikleri etkili olmaktadır (Yürür ve ark., 1987; Gençtan ve Sağlam, 1987; Kün, 1988). Uygulama dozları arttıkça bitki boyu artmış, en düşük bitki boyu kontrol uygulamasında (83 cm) en yüksek bitki boyu ise 2 t da⁻¹ uygulamasında (88 cm) bulunmuş; %6'lık bir artış meydana gelmiştir. Diğer yandan, uygulamalar arasında biyokömür ve biyokömür ekstraktı bitki boyu üzerine daha etkili olmuş, bunu zuruf ekstraktı ve zuruf uygulamaları izlemiştir (Şekil 1). Uygulanan biyokömür ve biyokömür ekstraktı, diğer materyallere göre bitki gelişimi için uygun pH koşullarını taşımaktadır (Çizelge 3.2), bu da bitkinin beslenmesinde etkili ortamı sağladığını göstermektedir. Namlı ve ark., (2017) buğday yetiştirilen topraklara tavuk altığı ve fındık kabuğu biyokömürünü (150 ve 300 kg da⁻¹) kimyasal gübrelerle birlikte uyguladıkları çalışmalarında toprakların fosfor ve potasyum içeriklerini artırdığı (Tarakçıoğlu ve ark., 2019), en yüksek bitki boyunun 200 kg da⁻¹ tavuk altığı

biyokömürü+DAP uygulamasında bulmuşlardır. Sial ve ark. (2019b) farklı biyokömür uygulamaları kimyasal gübreler ile uyguladıkları çalışmada uygulamaların buğday bitki boyunu kontrol uygulamasına ve yalnızca kimyasal gübre uygulamasına göre önemli derecede artırdığını tespit etmişlerdir.

Başak uzunluğu üzerine sadece deneme yılları istatistiksel olarak önemli farklılık ($p<0.001$) meydana getirmiştir. Yılların etkisi dikkate alındığında, başak uzunluğu ilk yıl (8.68 cm) ikinci yıl başak uzunluğundan yüksek (8.01 cm) çıkmış ve yıllara göre azalma meydana gelmiştir (Şekil 1). Akıncı ve ark., (2007) yaptıkları çalışmada ekmeklik buğdaya ait başak uzunluğunu 6.21-8.77 cm arasında değiştiğini, Özalp (2010), organik ve geleneksel gübrelemenin başak uzunluğuna önemli etkisinin olduğu, (Kiani ve ark., 2005) kontrole göre ahır gübresi uygulamalarının başak uzunluğunu artırdığını ifade etmişlerdir.

m²'de başak sayısı, başakta tane sayısı

Buğday bitkisinin m²'de başak sayısı üzerine uygulama dozları ve yılların etkisi istatistiksel olarak ($p<0.001$) önemli bulunmuştur (Şekil 2).

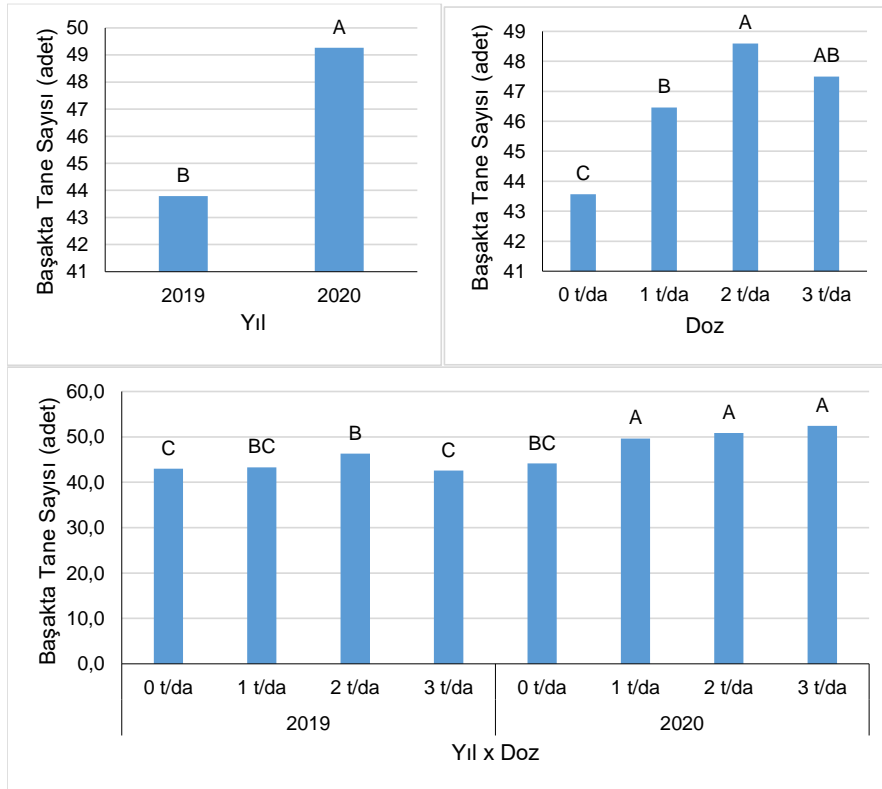


Şekil 2. m²'de Başak sayısı üzerine yıl, doz ve yıl x doz etkisinin etkisi

m²'de başak sayısı, 1. yıl (429 adet) 2. yıldan (533 adet) daha yüksek çıkmış ve yıllar arasında %25'lik bir artış meydana gelmiştir. Uygulama dozları arttıkça m²'de başak sayısı artmış, m²'de en düşük ve en yüksek başak sayıları sırasıyla kontrol uygulamasında (395 adet) ile 2 t da⁻¹ dozunda (544 adet) elde edilmiş ve uygulama dozları arasında %38'lik bir artış sağlanmıştır. Diğer yandan, m²'de başak sayısı üzerine uygulanan materyallerin etkisi yıllardan bağımsız olmayıp, yıl x uygulama etkileşimi istatistiksel olarak (p<0.05) önemli farklılıklar meydana getirmiştir. Buna göre, m²'de başak sayısı en düşük 1. yıl zuruf uygulamasında (397 adet), en yüksekte 2. yıl zuruf uygulamasında (615 adet) elde edilmiş ve yılların etkisine bağlı olarak m²'de başak sayısında %55'lik artış meydana gelmiştir (Şekil 2). Genellikle buğdayın kardeşlenme etkinliğine bağlı,

birim alanda kardeş sayısının artmasıyla aynı alanda başak sayısının artması beklenmektedir (Kün, 1988). Deneme yılları arasında vejetasyon dönemi içerisinde yağış dağılımındaki dengesizlik ve yağışların daha az olması 1. yıl değerlerindeki düşük olmasında önemli bir etken olarak belirtilebilir. Her ne kadar önlem alınmaya çalışılsa da başaklarda kuş zararına tam olarak engel olunamamıştır. Bu nedenle, özellikle biyokömür uygulamasının olduğu parsellerde başak sayısının daha düşük olduğu düşünülmektedir.

Başakta tane sayısı üzerine yılların ve uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak (p<0.001) önemli bulunmuş; uygulama dozlarının etkisi yıllardan bağımsız olmayıp yıl x doz etkileşimi de istatistiksel olarak (p<0.001) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Başakta tane sayısı üzerine yıl, doz ve yıl x doz etkilerinin etkisi

Başakta tane sayısı 2. yıl (49.27 adet) 1. yıldan (43.79 adet) daha yüksek olup yıllar arasında %13'lük bir artış meydana gelmiştir. Dozlar dikkate alındığında en düşük başakta tane sayısı kontrol uygulamasında, en yüksek başakta tane sayısı 2 t da⁻¹ dozunda elde edilmiş ve kontrole göre %12'lik artış meydana gelmiştir. Yıl x doz etkileşimine göre en düşük başakta tane sayısı 1. yıl 3 t da⁻¹ dozunda (42.60 adet) en yüksek 2. yıl 3 t da⁻¹ uygulamasında (52.40 adet) elde

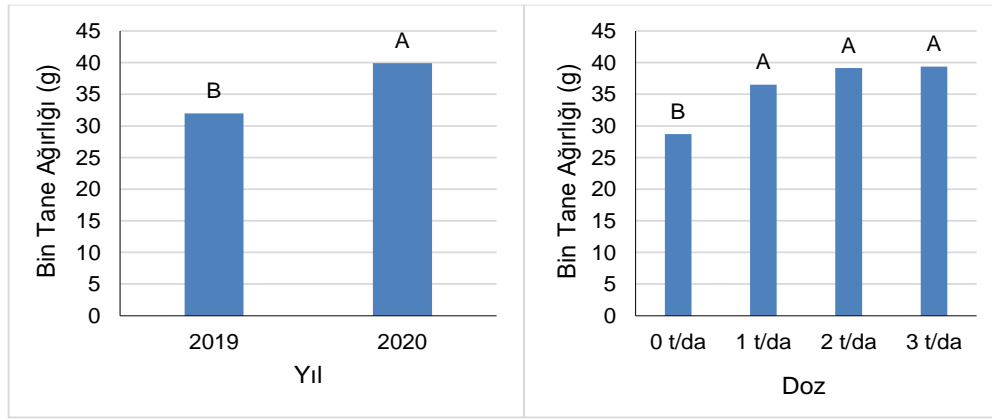
edilmiş ve %23'lük bir artış meydana gelmiştir. Elde edilen bulgulara göre, buğday bitkisinin başakta tane sayısı üzerine fındık atığı ürünleri uygulamalarının önemli bir etken olduğu görülmüştür. İstatistiki olarak önemli olmamakla birlikte başakta tane sayısı üzerine rakamsal olarak biyokömür uygulaması (ortalama 50.74 adet) daha etkili olmuş, bunu biyokömür ekstraktı (49.93 adet), zuruf (48.80 adet) ve zuruf ekstraktı (47.70 adet) uygulamaları takip

etmiştir. Biyokömür karbon (C) kaynağı olarak mikroorganizma yaşamını desteklemekte, buna bağlı olarak toprak kimyasal özelliklerini düzenlenmekte ve besin içeriklerinin artmasını destekleyerek bitki gelişimine önemli katkı sağlamaktadır. Nitekim züruf biyokömür uygulamasının besin elementi içerikleri bakımından öne çıktığı Çizelge 3.5'te görülmektedir. Zaheer ve ark. (2021) artan biyokömür uygulama dozları ile birlikte buğday başakta tane sayısının artış gösterdiğini, en yüksek başakta tane sayısı (47 adet) 38 g kg⁻¹ biyokömür dozu uygulamasında elde edildiğini; Hu ve ark. (2021) saman, saman

biyokömürü ve kimyasal gübre uygulamalarından, 16 t ha⁻¹ saman biyokömürü + kimyasal gübre uygulamasının en yüksek bitki boyu ve biyokütle içeriği ile başakta tane sayısı ve 1000 tane ağırlığı üzerine diğer uygulamalara göre istatistiksel olarak oldukça önemli bulunduğunu açıklamışlardır.

Bin tane ağırlığı ve tane verimi

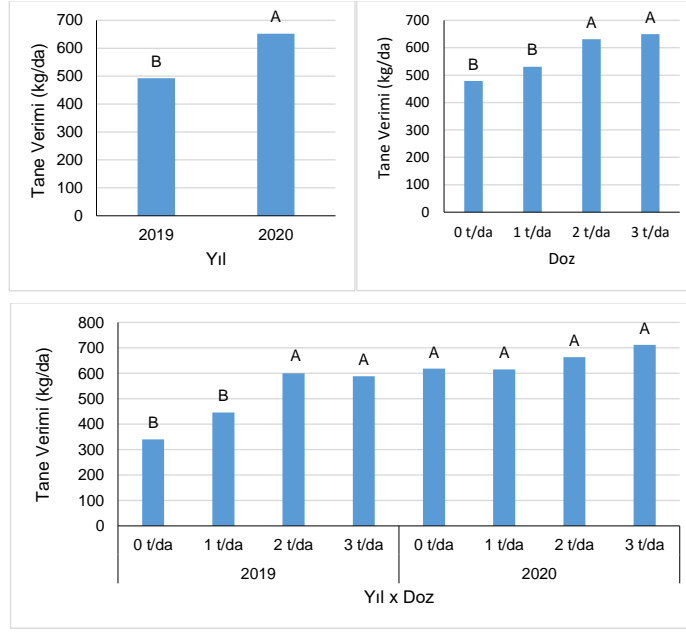
Bin tane ağırlığı üzerine yıllar ve uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak (p<0.001) önemli bulunmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Bin tane ağırlığı üzerine yıl ve dozun etkisi

1000 tane ağırlığı 2. yıl daha yüksek çıkmış, bu özellikte yıllar arasında %25'lik bir artış meydana gelmiştir. Bu özellik için uygulama dozları arttıkça kontrole göre artış meydana gelmiş, dozların etkisi istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Artan dozlara bağlı olarak 1000 tane ağırlığında kontrol uygulamasına göre %27, %36 ve %37'lik artışlar meydana gelmiş en yüksek 1000 tane ağırlığı 3 t da⁻¹ dozunda bulunmuştur. Diğer yandan, uygulama materyallerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamakla birlikte, her iki yıl züruf ve züruf ekstraktı uygulamalarının artan dozları ile düzenli bir artış olurken, biyokömür ve biyokömür ekstraktı uygulama dozlarında düzenli bir artış meydana gelmemiştir. Yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara yer verilmiştir. Butnan ve ark. (2015), Sigua ve ark. (2016) topraklara biyokömür uygulamaları ile bitki gelişimi arasında tutarsız sonuçlar görüldüğünü, Gebremedhin ve ark. (2015) ise biyokömür uygulamasının buğday 1000 tane ağırlığı üzerine etkisinin olmadığını ifade etmişlerdir. Bitki gelişimi ve verimin sadece toprak özelliklerine bağlı olmayıp aynı zamanda toprak ile kullanılan materyallerin karakteristiklerine ve toprakla etkileşimine bağlı olduğu ifade edilmektedir (Novak ve Busscher, 2013; Sigua ve ark., 2016). Dolayısıyla genel olarak fındık

atığı ürünlerinin buğday gelişimine katkı sağladığı söylenebilir. Buğdayın tane verimi üzerine yıllar ve uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak (p<0.001) önemli bulunmuş; uygulama dozlarının etkisi yıllardan bağımsız olmayıp yıl x doz etkileşimi de istatistiksel olarak (p<0.01) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 5). Şekil 5'ten de görüleceği üzere, tane verimi 2. yıl daha yüksek olup ve yıllar arasında %32'lik bir artış meydana gelmiştir. Diğer özelliklerde olduğu gibi uygulama dozu arttıkça tane verimi de artmıştır. En düşük tane verimi kontrol uygulamasında olup kontrole göre uygulama dozlarının etkisiyle sırasıyla %10, %32 ve %36'lık artışlar sağlamış ve 2 t da⁻¹ ile 3 t da⁻¹ dozları tane veriminde en yüksek artışa neden olan uygulama dozları olmuşlardır. Uygulamaların tane verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamakla birlikte, her iki yıl biyokömür ekstraktı hariç züruf, züruf ekstraktı ve biyokömür uygulamalarının artan dozları ile düzenli bir artış meydana gelmiştir. Diğer yandan, yıl x doz etkileşiminde en düşük tane verimi 1. yıl kontrol uygulamasında olup, 1. yıl 1 t/da dozu hariç diğer uygulama dozlarının verime olan etkisi istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almış, en yüksek tane verimi 2. yıl 3 t da⁻¹ dozunda elde edilmiştir.



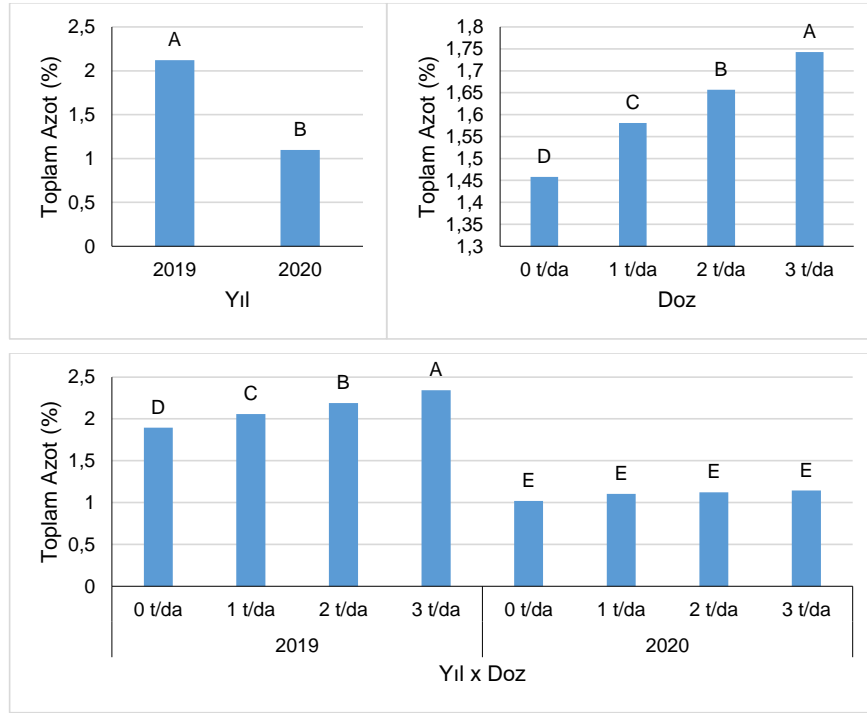
Şekil 5. Tane verimi üzerine yıl, doz ve yıl x doz etkisinin etkisi

Deneme yıllarına ait iklim verilerinde de görüldüğü üzere, ikinci yıla ait toplam yıllık yağış miktarının ve yağışın vejetasyon dönemindeki dağılımının ilk yıldan fazla olması, yıllara göre tane verimindeki değişimin nedeni olduğu açıktır. Spiertz ve Vos (1985) ve Mahler ve ark. (1994) ürün yılları arasında tane verimi yönünden farklılıklar yağış miktarı, yağışın vejetasyon dönemi içerisindeki dağılımı ve vejetasyon dönemi içerisindeki sıcaklık dereceleri ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Çalışmamızda her ne kadar materyaller öne çıkmassa da organik kaynak olarak kullanılan fındık atık ürünlerinin toprağa ilavesi buğday tane verimine katkı yaptığı söylenebilir. Yapılan çalışmalarda, toprağa uygulanan farklı organik ve kimyasal gübre kaynaklarının tane verimi üzerine etkisinin önemli olduğunu, en düşük tane veriminin kontrol uygulamasında elde edildiğini bildirmişlerdir (Bulut, 2009). Miller (2018) ise kompost uygulamasının buğday verimini önemli derecede artırdığını, biyokömür uygulamasının buğday verimi üzerine önemli bir artış sağlamadığını ifade etmiştir. Diğer yandan, biyokömür ürünlerinin ve kimyasal gübre kullanımı ile buğdayda tane veriminin arttığı ifade edilmiş, kaynağın cinsine göre kullanılan dozların değiştiği açıklanmıştır (Yan ve ark., 2019; İbrahim ve ark., 2019; Korai ve ark., 2021; Zaheer ve ark., 2021).

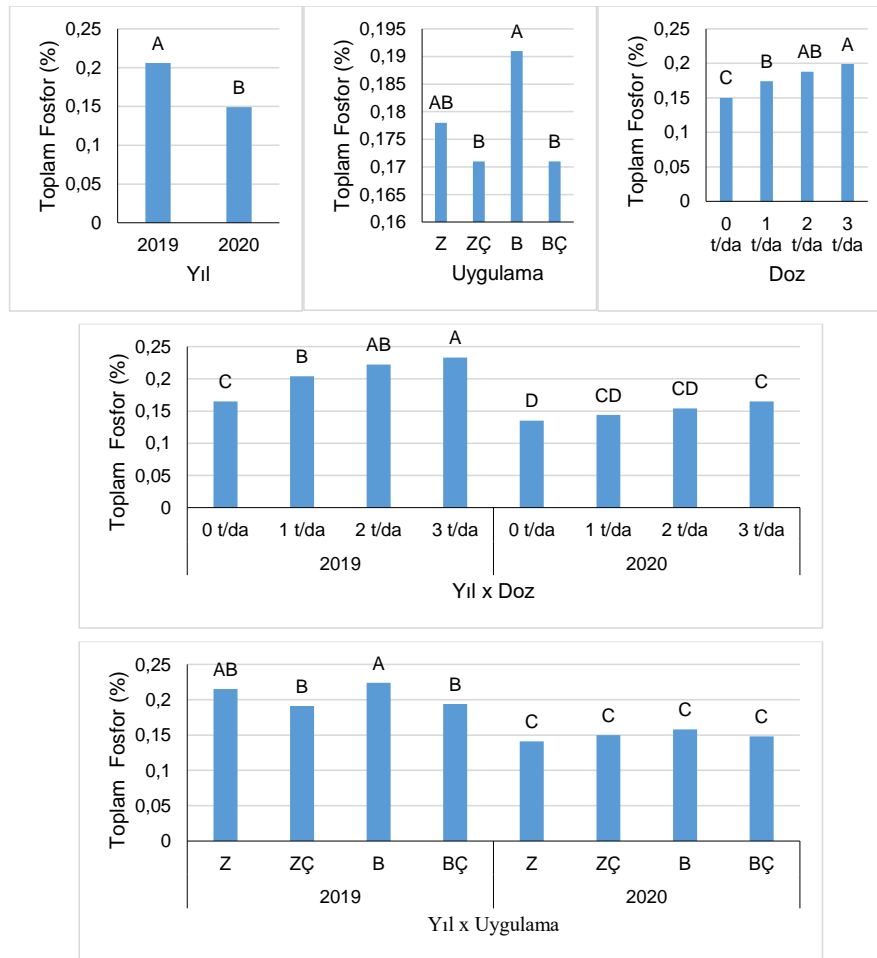
Bitki toplam azot, fosfor ve potasyum konsantrasyonları

Yaprak toplam azot konsantrasyonu üzerine yıllar ve uygulama dozlarının etkisi istatistiksel olarak

($p < 0.001$) önemli bulunmuş; uygulama dozlarının etkisi yıllardan bağımsız olmayıp yıl x doz etkileşimi istatistiksel olarak ($p < 0.01$) önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 6). Buğday bitkisinin yaprak toplam azot konsantrasyonu 1. yıl (%2.12) daha yüksek bulunmuş; uygulama dozu arttıkça toplam azot konsantrasyonu belirgin şekilde artmıştır. En düşük toplam azot konsantrasyonu kontrol uygulamasında (%1.64) en yüksek 3 t da⁻¹ dozunda (%1.74) elde edilmiş ve %19'luk artış meydana gelmiştir. Jones ve ark., (1991) tarafından, kışık buğday bitkisinin yaprak azot içerikleri %1.25-1.75 az, %1.75-3.00 yeter, >%3.00 fazla olarak ifade edilen sınır değerlerine göre, 1. yıl toplam azot içeriği yeter, 2. yıl ise az çıkmıştır. Diğer yandan, yıl x doz etkileşimi dikkate alındığında en düşük 2. yıl kontrol uygulamasında (%1.02) en yüksek 1. yıl 3 t da⁻¹ dozunda (%2.34) elde edilmiştir. 1. yıl uygulama dozları arttıkça sırasıyla %8, %15 ve %23 artış meydana gelirken, 2. yıl bu artışlar çok sınırlı kalmış sırasıyla %8, %10, ve %12 olarak bulunmuştur. 2. yıl yağışa bağlı olarak azotun mineralizasyonun yetersiz kaldığı ve topraktan yıkanma ile azot kayıplarının buğday bitkisinde azot miktarının düşmesine neden olduğunu düşündürmektedir. Yaprak toplam fosfor konsantrasyonu üzerine yıl ve uygulama dozları ($p < 0.001$), materyallerin ($p < 0.01$) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş; uygulama dozlarının ve materyallerin etkisi yıllardan bağımsız olmayıp yıl x doz ($p < 0.01$), yıl x uygulama ($p < 0.05$) etkileşimleri istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 7).



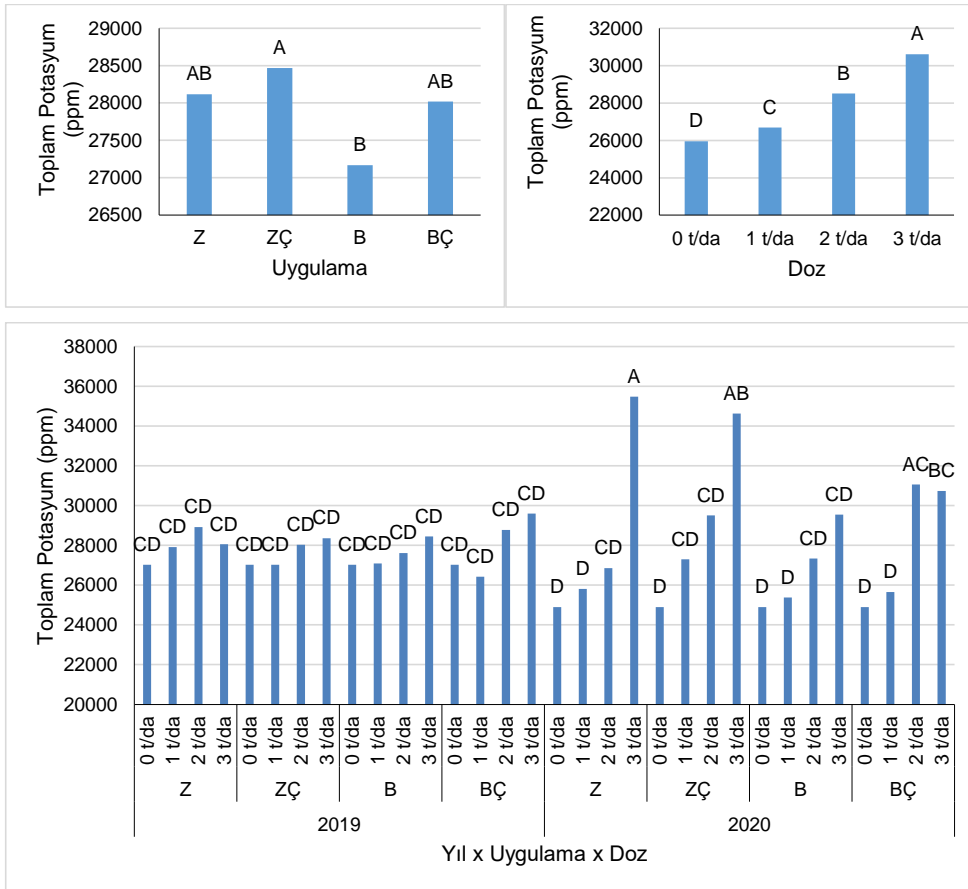
Şekil 6. Toplam azot üzerine yıl, doz ve yıl x doz etkisinin etkisi



Şekil 7. Toplam fosfor üzerine yıl, uygulama, doz, yıl x doz ve yıl x uygulama etkisinin etkisi

Toplam fosfor konsantrasyonları dikkate alındığında en yüksek 1. yılda %0.21 ile en düşük ise 2. yılda % 0.15 olarak bulunmuştur (Şekil 7). Jones ve ark., (1991) tarafından, kışlık buğday bitkisinin yaprak fosfor içerikleri %0.11-0.20 az, %0.21-0.50 yeter, %0.50-0.80 fazla olarak ifade edilen sınır değerlerine göre, 1. yıl toplam fosfor içeriği yeter, 2. yıl ise az sınıfta yer almıştır. Artan doz uygulamaları ile toplam fosfor konsantrasyonu artmıştır. En düşük fosfor konsantrasyonu kontrol uygulamasında (%0.15) en yüksek fosfor konsantrasyonu 3 t da⁻¹ dozunda (%0.20) bulunmuş ve %33'lük artış meydana gelmiştir (Şekil 7). Yıl x doz etkileşiminin birbirinden bağımsız olmadığı görülmüş ve en düşük fosfor konsantrasyonu 2. yıl kontrol uygulamasında (%0.14) en yüksek 1. yıl 3 t da⁻¹ dozunda (%0.23) elde edilmiştir (Şekil 7). Diğer yandan, uygulanan materyallerden zuruf ekstraktı ve biyokömür ekstraktının etkisi zuruf ve biyokömürden daha az olmuş, zuruf uygulamasında toplam fosfor içeriği %0.18, biyokömür uygulaması ile %0.19 ile en etkili materyal olmuştur (Şekil 7). Yıl x uygulama etkileşiminde, her iki yıl zuruf ekstraktı ve biyokömür ekstraktının toplam fosfor üzerine etkisi daha az

olurken, en yüksek fosfor konsantrasyonu 1. yıl biyokömür uygulamasında (%0.22) elde edilmiştir (Şekil 7). Topraklara organik atıkların karıştırılması, toprak fosforunun ve yararlanılabilirliğinin artmasını sağlamaktadır. Organik maddenin parçalanması ile fosfohumik bileşiklerin oluşması, humat anyonları ile fosfat anyonlarının yer değiştirebilmesi ve humusun fiksasyonu azaltması ile bitkiler tarafından yararlanılabilir forma dönüşmektedir (Kacar ve Katkat, 2009). Biyokömür uygulamasının topraklarda fosforun bitkilerce alınabilirliğini artırdığı ve buğday yaprak örneklerinde fosfor içeriğinin artışının bunun bir göstergesi olduğu söylenebilir. Özyazıcı ve ark., (2010), Özdemir ve ark., (2017), Tarakçıoğlu ve ark., (2019) fındık zurufu ve fındık kabuğu biyokömürünün toprak pH'sı, organik madde, toplam azot, bitkiye yararlı fosfor ve potasyumu artırdığını bildirmişlerdir. Yaprak toplam potasyum konsantrasyonu üzerine materyal (p<0.05) ve dozların etkisi (p<0.001) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca, yıl, doz ve uygulamaların etkileşimi birbirinden bağımsız olmayıp yıl x uygulama x doz etkileşimi ise (p<0.001) düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 8).



Şekil 8. Toplam potasyum üzerine yıl, uygulama, doz, yıl x doz ve yıl x uygulama x doz etkilerinin etkisi

Buğday bitkisinin yaprak toplam potasyum konsantrasyonu dikkate alındığında en düşük kontrol uygulamasında (25959 mg kg^{-1}) en yüksek 3 t da^{-1} dozunda (30606 mg kg^{-1}) elde edilmiş ve %18'lik artış meydana gelmiştir. Artan doz uygulamaları ile potasyum konsantrasyonu artmıştır. Diğer yandan uygulanan materyallerden zuruf ekstraktının etkisi daha yüksek çıkmış (28467 mg kg^{-1}), bunu zuruf (28117 mg kg^{-1}), biyokömür ekstraktı (28020 mg kg^{-1}) ve biyokömür (27167 mg kg^{-1}) uygulaması izlemiştir. Yılın etkisinin doz uygulamalarından bağımsız olmadığı görülmüş, yıl x doz etkileşiminde en yüksek potasyum konsantrasyonu 2. yıl 3 t da^{-1} uygulamasında (32598 mg kg^{-1}) elde edilmiştir. Yıl x uygulama x doz etkileşiminde 2. yıl zuruf uygulaması 3 t da^{-1} dozu (35475 mg kg^{-1}) en etkili olmuş bunu 3 t da^{-1} zuruf ekstraktı uygulaması 34635 mg kg^{-1} ve 2 t da^{-1} biyokömür ekstraktı uygulaması 31065 mg kg^{-1} izlemiştir. Jones ve ark., (1991) tarafından, kışlık buğday bitkisinin yaprak potasyum içerikleri %1.00-1.50 az, %1.51-3.00 yeter, %3.01-5.00 fazla olarak ifade edilen sınır değerlerine göre yeter düzeyde çıkmıştır. Zuruf, potasyum konsantrasyonu açısından önemli bir materyal olup bitki gelişimi üzerine olumlu etkileri vardır (Kacar ve Katkat, 1998). Materyaller, fındık zurufundan elde edilmesine rağmen, içerdiği özelliklere göre toprağa yaptıkları etkileri farklı düzeydedir. Dolayısıyla, bitkilerin bu ortamlardan besin elementlerinden yararlanabilmeleri de değişecektir. Salim (2016), buğday yetiştirilen topraklara biyokömür ve deniz yosunu ekstraktının etkisini araştırdıkları çalışmada kontrole göre biyokömür ve deniz yosunu ekstraktı uygulamalarının buğday yapraklarındaki K konsantrasyonunu artırdığını tespit etmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Fındık atık ürünlerinin buğday bitkisinin gelişimine etkisini incelemek için 2 yıl süresince yapılan çalışma sonucunda, başak uzunluğu dışında incelenen agronomik özellikler 2. yıl daha yüksek bulunmuştur. Uygulama materyallerinin artan dozları ile incelenen tüm özellikler artış göstermiş; 2 t da^{-1} dozu buğday gelişimi için yeter ve etkili doz olarak bulunmuştur. Buğday bitkisine ait N, P ve K konsantrasyonları istatistiksel olarak önemli düzeyde artmış; en etkili doz 3 t da^{-1} uygulaması olmuştur. Uygulama materyalleri bitki boyu, toplam fosfor ve toplam potasyum konsantrasyonunu istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir. Uygulama materyallerinden biyokömür ve biyokömür ekstraktının bitki boyu, biyokömürün toplam fosfor

ve zuruf ekstraktının toplam potasyum üzerine etkisi en yüksek bulunmuştur.

Fındık atığı ürünlerinin buğday yetiştiriciliğine etkileri bitki gelişimi bakımından faydalı olup, denemelerin uzun dönem yürütülmesi sonuçların daha belirgin olmasını sağlayacaktır.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların katkı beyanı

SA: Denemelerin kurulması ve yürütülmesi, laboratuvar analizlerinin yapılması, verilerin elde edilmesi makalenin yazım aşamalarında katkıda bulunmuştur. DBÖ: Çalışmanın planlanması, kurulması, yürütülmesi, laboratuvar analizlerinin planlanması, verilerin değerlendirilmesi ve makaleye dönüştürme aşamalarına katkıda bulunmuştur.

Kaynaklar

- Akıncı, C., Yıdırım, M., Doran, İ., & Akçan, A. (2007). Ekmeklik buğdayın verim ve verim unsurları üzerine tescilli organomineral gübrelerin etkileri. *Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Aygün, S. (2015). *Fındık zurufu kompostunun toprak kalitesi üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., & Clarke, F.E. (1965). "Methods of soil analysis". *American Society of Agronomy*. Madison, Wisconsin, part I, 1-770.
- Bremner, J.M. (1965). Methods of Soil Analysis Part II. Chemical and microbiological properties. In.ed. C.A. Balack. *American Society of Agronomy*, Inc.Pub. Agron Series, No:9, Madison, USA.
- Bulut, S. (2009). *Farklı gübre kaynakları ve ekim sıklığının organik buğdayda bitki gelişmesi, verim ve kalite üzerine etkileri*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.
- Butnan, S., Deenik, J.L., Toomsan, B., Antal, M.J., & Vityakon, P. (2015). Biochar characteristics and application rates affecting corn growth and properties of soil contrasting in texture and mineralogy. *Geoderma*, 237, 105-116.

- Çalışkan, N., Koç, N., Kaya, A., & Senses, T. (1996). Compost Production From Hazelnut Husk. In *IV International Symposium on Hazelnut*, 445 (pp. 279-284).
- Din, A.R.J.M., Cheng, K.K., & Sarmidi, M.R. (2017). Assessment of compost extract on yield and phytochemical contents of Pak Choi (*Brassica rapa* cv. *chinensis*) grown under different fertilizer strategies. *Communications in Soil Science And Plant Analysis*, 48(3), 274–284.
- Fritz, J. I., Franke-Whittle, I. H., Haindl, S., Insam, H., & Braun, R. (2012). Microbiological community analysis of vermicompost tea and its influence on the growth of vegetables and cereals. *Canadian Journal of Microbiology*, 58(7), 836–47.
- Gebremedhin, G. H., Bereket, H., Daniel, B., & Tesfaye, B. (2015). Effect of biochar on yield and yield components of wheat and post-harvest soil properties in Tigray, Ethiopia. *Journal of Fertilizers & Pesticides*, 6(2), 2-5.
- Gençtan, T., & Sağlam, N. (1987). Ekim zamanı ve ekim sıklığının üç ekmeçlik buğday çeşidinde verim ve verim unsurlarına etkisi. *Türkiye Tahıl Sempozyumu*, 6(9), 171-183.
- Horneck, D. A., Hart, J. M., Topper, K., & Koepsell, B. (1989). Methods of soil analysis used in the soil testing laboratory at Oregon State University.
- Hu, Y., Sun, B., Wu, S., Feng, H., Gao, M., Zhang, B., & Liu, Y. (2021). After-effects of straw and straw-derived biochar application on crop growth, yield, and soil properties in wheat (*Triticum aestivum* L.) –maize (*Zea mays* L.) rotations: A four-year field experiment. *Science of the Total Environment*, 780, 146560.
- Ibrahim, M., Mahmoud, E., Gad, L., & Khader, A. (2019). Effects of biochar and phosphorus fertilizer rates on soil physical properties and wheat yield on clay textured soil in middle Nile Delta of Egypt. *Communications In Soil Science And Plant Analysis*, 50(21), 2756–2766.
- Jones Jr, J. B., Wolf, B., & Mills, H. A. (1991). *Plant analysis handbook*. p. 1-213. Micro-Macro Publishing, Inc., USA.
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın No: 1241, Ankara.
- Kacar, B., & Katkat, A. V. (1998). *Bitki Besleme*, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları, Bursa.
- Kacar, B., & Katkat, V. (2009). *Bitki Besleme*. Nobel Yayınları, Ankara.
- Kiani, M.J., Abbasi, M.K. & Rahim, N. (2005). Use of organic manure with mineral N fertilizer increases wheat yield at Rawalakot Azad Jamnu and Kashmir. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 51(3), 299-309.
- Koné, S.B., Dionne, A., Tweddell, R.J. Antoun, H., & Avis, T.J. (2010). Suppressive effect of non-aerated compost teas on foliar fungal pathogens of tomato. *Biological Control*, 52(2), 167–73.
- Korai, P.K., Sial, T.A., Pan, G., Abdelrahman, H., Sikdar, A., Kumbhar, F., Channa, S.A., Ali, E.F., Zhang, J., Rinklebe, J., & Shaheen, S.M. (2021). Wheat and maize-derived water-washed and unwashed biochar improved the nutrients phytoavailability and the grain and straw yield of rice and wheat: A field trial for sustainable management of paddy soils. *Journal of Environmental Management*, 297, 113250.
- Kün, E. (1988). *Serin iklim tahılları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Lou, Y., Joseph, S., Li, L., Graber, E. R., Liu, X., & Pan, G. (2016). Water extract from straw biochar used for plant growth promotion: An initial test. *BioResources*, 11(1), 249-266.
- Mahler, R.L., Koehler, F.E., & Lutzer, L.K. (1994). Nitrogen source, timing of application, and placement: Effects on winter wheat production. *Agronomy Journal*, 86(4), 637-642.
- Miller, P.K. (2018). *Interactions between biochar and compost in organic winter wheat production and soil quality under dryland conditions* (Doctoral dissertation, Utah State University).
- Namlı, A., Akça, M. O., & Akça, H. (2017). Tarımsal atıklardan elde edilen biyokömürün buğday bitkisinin gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5(1), 39-47.
- Novak, J.M., & Busscher, W.J. (2012). Selection and use of designer biochars to improve characteristics of southeastern USA Coastal Plain degraded soils. In *Advanced biofuels and bioproducts* (pp. 69-96). New York, NY: Springer New York.

- Özalp, M. (2010). *Geleneksel gübreleme ile farklı organik gübre kaynaklarının Tir Buğdayı'nda (Triticum aestivum L. var. leucospermum (Körn.) Farw.) verim ve bazı veri ölçeleri üzerine etkisi*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Özdemir, S., Dede, O.H., & Yaqub, M. (2017). Assessment of long-term nutrient effective waste-derived growth media for ornamental nurseries. *Waste Biomass Valorization*, 8, 2663-2671.
- Bender Özenç, D. (2004). Usage of hazelnut husk compost as a growing medium. In *VI International Congress on Hazelnut 686* (pp. 309-318).
- Bender Özenç, D., & Özenç, N. (2008). Determination of hazelnut husk decomposition level and of the content of some plant nutrient elements under natural conditions. In *VII International Congress on Hazelnut 845* (pp. 323-330).
- Özenç, D.B., Yılmaz, F.I., Tarakçıoğlu, C., & Aygün, S. (2019). Fındıktan üretilen atıkların toprağın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 7-13.
- Özyazıcı, G., Özdemir, O., Özyazıcı, M.A., Üstün G.Y., & Turan, A. (2010). Bazı organik materyallerin ve toprak düzenleyicilerin organik fındık yetiştiriciliğinde verim ve toprak özellikleri üzerine etkileri, Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-1 Temmuz 2010, Erzurum.
- Sadaf, J., Shah, G.A., Shahzad, K., Ali, N., Shahid, M., Ali, S., Hussain, R.A., Ahmed, Z.I., Traore, B., Ismail, I.M.I., & Rashid, M.I. (2017). Improvements in wheat productivity and soil quality can accomplish by co-application of biochars and chemical fertilizers. *Science of the Total Environment*, 607, 715-724.
- Salim, B.B.M. (2016). Influence of biochar and seaweed extract applications on growth, yield and mineral composition of wheat (*Triticum aestivum L.*) under sandy soil conditions. *Annals of Agricultural Science*, 61(2), 257-265.
- Sheng, Y. & Zhu, L. (2018). Biochar alters microbial community and carbon sequestration potential across different soil pH. *Science of The Total Environment*, 622, 1391-1399.
- Sial, T. A., Lan, Z., Wang, L., Zhao, Y., Zhang, J., Kumbhar, F., Memon, M., Lashari, M.S., & Shah, A.N. (2019a). Effects of different biochars on wheat growth parameters, yield and soil fertility status in a silty clay loam soil. *Molecules*, 24(9), 1798.
- Sial, T.A., Liu, J., Zhao, Y., Khan, M.N., Lan, Z., Zhang, J., Kumbhar, F., Akhtar, K., & Rajpar, I. (2019b). Co-application of milk tea waste and NPK fertilizers to improve sandy soil biochemical properties and wheat growth. *Molecules*, 24(3), 423.
- Sigua, G.C., Novak, J.M., Watts, D.W., Johnson, M.G., & Spokas, K. (2016). Efficacies of designer biochars in improving biomass and nutrient uptake of winter wheat grown in a hard setting subsoil layer. *Chemosphere*, 142, 176-183.
- Spiertz, J.H.J., & Vos, J. (1985). Grain growth of wheat and its limitation by carbohydrate and nitrogen supply. In *Wheat growth and modelling* (pp. 129-141). Boston, MA: Springer US.
- Suliman, W., Harsh, J.B., Abu-Lail, N.I., Fortuna, A.M., Dallmeyer, I., & Garcia-Perez, M. (2016). Influence of feedstock source and pyrolysis temperature on biochar bulk and surface properties. *Biomass Bioenergy*, 84, 37-48.
- Tarakçıoğlu, C., Özenç, D.B., Yılmaz, F.I., Kulaç, S., & Aygün, S. (2019). Fındık kabuğundan üretilen biyokömürün toprağın besin maddesi kapsamı üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1), 107-117.
- TEPGE, (2022). Tarımsal ekonomi ve politika geliştirme. ürün fındık raporu. <https://t.ly/hq-QI> Erişim tarihi: Eylül 2023.
- TOB, (2022). Ürün masaları buğday bülteni. Dünyada Buğday. Sayı:20. <https://t.ly/IhVfl> Erişim tarihi: Eylül 2023.
- Tripathi, M., Sahu, J.N., & Ganesan, P. (2016). Effect of process parameters on production of biochar from biomass waste through pyrolysis: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 467-481.
- Yan, Q., Dong, F., Li, J., Duan, Z., Yang, F., Li, X., Lu, J., & Li, F. (2019). Effects of maize straw-derived biochar application on soil temperature, water conditions and growth of winter wheat. *European Journal of Soil Science*, 70(6), 1280-1289.
- Yürür, N., Turan, Z.M., & Çakmakçı, S. (1987). *Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin bursa koşullarında verim ve adaptasyon yeteneği üzerine araştırmalar*.

Tübitak Türkiye Tahıl Sempozyumu, 6-9 Ekim 1987,
Toag, S. 59-69, Bursa.

Zaheer, M.S., Ali, H.H., Soufan, W., Iqbal, R., Habib-ur-
Rahman, M., Iqbal, J., Israr, M., & El Sabagh, A. (2021).

Potential effects of biochar application for
improving wheat (*Triticum aestivum* L.) growth and
soil biochemical properties under drought stress
conditions. *Land*, 10(11), 1125.