

Epibrassinolide Uygulamasının Soyanın Verim Performansına Etkileri*


The Effects of Epibrassinolide Application on the Yield Performance of Soybean


Aykut ŞENER^{1*}, Muharrem KAYA², Sedat KICIR³**Öz**

Bu araştırma, farklı dozlarda epibrassinolide (EBR) uygulamalarının soyanın verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla kurulmuştur. Tarla denemeleri Isparta ilinde yer alan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ), Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinde 2022-2023 yıllarında iki yıl süre ile yürütülmüştür. Çalışmada, PG Victoria soya çeşidi tohum materyali olarak kullanılmıştır. Yapraklardan hormon uygulaması için ise Biosynth Carbosynth firmasına ait epibrassinolide (C₂₈H₄₈O₆) bitki büyüme düzenleyicisi kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çiçeklenme öncesi dönemde bitkilere saf su ve EBR'nin 3 dozu (0.5, 1.0 ve 1.5 µM EBR) yaprakтан pülverize edilerek uygulanmıştır. Araştırmada; soyanın %50 çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bitkide tane ağırlığı, hasat indeksi, yüz tane ağırlığı, tane verimi ve yağ oranı özellikleri incelenmiştir. Farklı dozlarda EBR uygulanan soyanın; çiçeklenme süresi 56.0-59.7 gün, bitki boyu 67.13-102.43 cm, ilk bakla yüksekliği 10.23-14.03 cm, bitkide bakla sayısı 16.80-80.30, bitkide tane sayısı 42.73-193.53, bitkide tane ağırlığı 4.85-22.79 g, hasat indeksi %24.66-31.28, yüz tane ağırlığı 11.00-13.00 g, tane verimi 270.16-566.67 kg da⁻¹ ve yağ oranı % 20.56-21.49 arasında değişim göstermiştir. Sonuçlar incelendiğinde; yıllar arasındaki iklimsel farklılıklardan kaynaklı geniş varyasyonlar olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 0.5 µM EBR uygulamasının çiçeklenme süresini kısalttığı, bitki boyunu, bitkide bakla sayısını, bitkide tane sayısını, bitkide tane ağırlığını ve tane verimini arttırdığı belirlenmiştir. Bu dozun üzerindeki uygulamaların ise verim öğelerini olumsuz yönde etkilediği saptanmıştır. EBR'nin soyanın yüz tane ağırlığı üzerine etkisi yıllara göre değişim göstermiştir. Yağ oranı ise 0.1 µM EBR dozunda arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Soya, Epibrassinolide, Hormon uygulama, Tohum verimi, *Glycine max* L.

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Aykut Şener, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye. E-mail: aykutsener@isparta.edu.tr  ORCID: [0000-0003-1868-9451](https://orcid.org/0000-0003-1868-9451)

²Muharrem Kaya, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye. E-mail: muharremkaya@isparta.edu.tr  ORCID: [0000-0001-6973-9178](https://orcid.org/0000-0001-6973-9178)

³Sedat Kıcı, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye. E-mail: sedatkicir@gmail.com  ORCID: [0009-0006-8787-1563](https://orcid.org/0009-0006-8787-1563)

Atıf: Şener, A., Kaya, M., Kıcı, S. (2024). Epibrassinolide uygulamasının soyanın verim performansına etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(5): 1282-1293.

Citation: Şener, A., Kaya, M., Kıcı, S. (2024). The effects of epibrassinolide application on the yield performance of soybean. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 21(5): 1282-1293.

*Bu çalışmanın 1. yıl verileri Sedat KICIR'ın Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2024

Abstract

This research was conducted to determine the effects of different doses of epibrassinolide (EBR) applications on the yield and some yield components of soybeans. Field experiments were carried out for two years (2022-2023) at the Isparta University of Applied Sciences (ISUBÜ), Faculty of Agriculture, Research and Application Farm, located in Isparta province, Turkey. In the study, seeds of the PG Victoria soybean variety were used as the material. For the hormone application from leaves, epibrassinolide ($C_{28}H_{48}O_6$), a plant growth regulator from the Biosynth Carbosynth company, was used. The experiment was established with three replications according to a randomized complete block design. Before flowering, plants were subjected to foliar application of distilled water (control) and three doses of EBR (0.5, 1.0, and 1.5 μM EBR). In the study, 50% flowering time, plant height, first pod height, number of pods per plant, number of grains per plant, grain weight per plant, harvest index, hundred-grain weight, grain yield, and oil content characteristics of soybeans were examined. In soybeans treated with different doses of EBR, flowering period ranging from 56.0 to 59.7 days, plant height from 67.13 to 102.43 cm, first pod height from 10.23 to 14.03 cm, pods per plant from 16.80 to 80.30, grain number per plant from 42.73 to 193.53, grain weight per plant from 4.85 to 22.79 g, harvest index from %24.66 to %31.28, hundred grain weight from 11.00 to 13.00 g, grain yield from 270.16 to 566.67 kg da^{-1} , and oil content from %20.56 to %21.49. When the results were examined, it was determined that there were wide variations in yield characteristics due to climatic differences appeared between experimental years. The results of the study indicated that the application of 0.5 μM EBR shortened the flowering period and increased plant height, pod number per plant, grain number per plant, grain weight per plant, and grain yield. However, applications above this dose were found to adversely affect yield components. The effect of EBR on the hundred-grain weight of soybeans varied over the years. The oil content, on the other hand, was found to increase at a dose of 0.1 μM EBR.

Keywords: Soybean, Epibrassinolide, Hormone treatment, Seed yield, *Glycine max* L.

1. Giriş

Soya (*Glycine max.* (L) Merr.) baklagiller familyasına dahil, Uzakdoğu orijinli, önemli bir yağ ve protein bitkisidir. Soya tohumları %26 karbonhidrat, %36-40 protein, %18-24 yağ ve %18 mineral maddeler içermektedir. İçerdiği besinler nedeniyle yüzyılın mucize bitkisi olarak anılmaktadır (Arıoğlu, 2007). Soya geçmişten günümüze kadar ağırlıklı olarak yağ elde etmek için kullanılmış, ancak ileri teknoloji uygulamalarının gelişmesiyle yüksek ve kaliteli protein içeriğine bağlı olarak protein kaynağı olarak da kullanılmaya başlanmıştır. Bu nedenle soya artık protein bitkisi olarak tanımlanmaktadır. Çok değerli bir proteine sahip olan soyanın kullanılma alanları artmıştır. Nitekim, soya tohumlarından; kuru soya fasulyesi, soya unu, soya yağı, soya küspesi, soya sütü, soya ezmesi ve soya eti üretilebilmektedir. Soyanın taze yeşil fasulyeleri haşlanarak, çiğ veya konserve olarak yenilebilmekte, bunun yanında yeşil aksamları ve taneleri hayvan yemi olarak kullanılmaktadır.

Türkiye'de sulu tarım yapılan bölgelerde soya üretimi ana ürün (Marmara, Trakya, Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri) ya da II. Ürün (Güneydoğu Anadolu, Ege ve Akdeniz Bölgeleri) tarımı şeklinde yapılmaktadır. Soya üretiminin %91'i Adana, Hatay, Mersin, Osmaniye ve Kahramanmaraş'ı içeren Akdeniz bölgesinde, %8'i Karadeniz Bölgesi'nde Samsun ve Ordu civarında, %1'i ise Ege Bölgesinde yapılmaktadır (TÜİK, 2010). 2022 yılında 380.090 da'lık bir alanda 155.000 ton soya üretilmiştir (TÜİK, 2023). 2019-2020 döneminde Türkiye'de soyada kendine yeterlilik derecesi %4.7 iken, 2020-2021 yıllarında bu oran %5.4'e yükselmiştir. Aynı yıllarda Türkiye'nin soyada kişi başı tüketim miktarı 0.2 kg olmuştur (TÜİK, 2022). Türkiye'nin yağlı tohumlu bitkilerde kendine yeterlilik derecesi ortalamasının %49 olduğu ve kalan yarısının ithalat ile karşılanabileceği bildirilmiştir (Kadakoğlu ve ark., 2023). 2021-2022 sezonunda 2.95 milyon ton soya ithalatı gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022). Buna bağlı olarak, Türkiye soya üretiminin artırılması gerekmektedir. Bu amaçla üretimi daha çok 2. ürün tarımı şeklinde Akdeniz Bölgesi'nde yoğunlaşmış olan soya ekim alanlarının iç bölgelere de kaydırılması gerekmektedir. Bu bölgelerde soya tarımının yaygınlaşması için bölge ekolojisine uygun çeşit kullanmanın yanında farklı agronomik uygulamalar yapılarak soyadan yüksek verim alabilmek mümkündür.

Soyada en önemli verim bileşenleri; bakla başına tane sayısı, bitkideki bakla sayısı, tek bitki tane verimi ve bin tohum ağırlığıdır (Schuster, 1985). Yağlı tohumlu bitkilerde bitki başına tane sayısı genotip, çevre ve yetiştirme koşullarına oldukça bağlıdır. Soya üzerinde yapılan bir çalışmada, dölllenme döneminde strese bağlı verim düşüşünün başlıca sebebi olarak bitki başına düşen dal sayısı olduğu vurgulanmıştır (Dağtekin ve Bilgili, 2020). Özellikle çiçeklenme ve bakla olum döneminde yaşanan kuraklığın (su kısıtı) çiçeklenme oranını düşürdüğü, bitkide bakla sayısının azalmasına neden olduğu belirtilmiştir (He ve ark., 2017). Bitkinin gelişme aşamasında soyadaki çiçeklerin bir kısmının, (çiçeklerin %70-85'ine kadar artabilir) aniden dökülerek önemli verim kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir. Bitkide çiçek, bakla ve tane dökümü, verimi sınırlayıcı ana faktörlerden biri olarak tanımlanmıştır (Ruan ve ark., 2012). Henüz bitkilerin çiçek dökme fizyolojisi tam olarak anlaşılmış değildir. Çiçek dökmenin çevresel stresle artmakta olduğu, ancak normal koşullarda da olabileceği belirtilmektedir. Bazı tarımsal uygulamaların çiçek silkme miktarını azaltabileceği ve verimin artırılmasında etkili olacağı vurgulanmıştır (Dağtekin ve Bilgili, 2020). Bu nedenle soyada verimin artırılabilmesi için ekolojik koşullardaki değişimlerin yanı sıra yetiştirme tekniğine (tarımsal girdiler ve bakım işlemleri) dikkat edilmesi gerekmektedir. Son yıllarda bitkilerin farklı gelişme dönemlerinde farklı bitki organlarına fitohormon uygulamaları konusunda çalışmalar yoğunluk kazanmaya başlamıştır. Yakın zamana kadar, beş hormon grubunun (gibberellinler, oksin, sitokininler, absisik asit ve etilen) bitki büyümesini ve gelişimini düzenlediği düşünülmekteydi. Ancak son yıllarda yapılan araştırmalar, bitki hormonlarının altıncı grubu olarak brassinosteroidlerin (BR) bitki yetiştirmede değerlendirilmesine yol açmıştır (Ceritoğlu ve Erman, 2020).

Yeni bir bitkisel hormon sınıfı olan brassinosteroidler, bitkilerde yaygın olarak bulunan spesifik bir bitki steroidleri grubudur. Çok düşük konsantrasyonlarda bile BR, bitkilerde hücre bölünmesi, uzama ve genişleme, fotomorfogenez, üreme organı gelişimi, yaprak yaşlanması, toplam biyokütle, polen tüpü gelişimi, apikal hakimiyetin sürdürülmesi ile artan çiçeklenme ve verim dahil olmak üzere birçok önemli fonksiyonlara sahiptir. Bitki büyüme ve gelişmesindeki rolünün çevresel strese uyum durumunda da etkili olduğu kanıtlanmıştır. Brassinosteroidler hücresel düzeyde; uzama ve bölünmeyi destekler, hormonal dengeyi korur, protein ve nükleik asit sentezini aktive eder, enzimatik aktiviteyi artırır ve H⁺ pompa aktivitesini, membran kompozisyonunu ve doygunluğu düzenlerler. Yağ asidi kompozisyonuna etki etmekte, fotosentetik kapasiteyi arttırmakta ve ürünlerin hareketinde etkili olmaktadır. Tüm bitki düzeyinde, büyümeyi teşvik etmekte, döllenmeyi arttırmakta, vejetatif

gelişme süresini kısaltmakta, meyve kalitesini ve boyutunu artırmakta, besin içeriğine etki etmekte, uygun olmayan çevresel faktörlere, strese ve hastalığa karşı direnci ve ürünlerin verimliliğini artırmaktadır (Surgun ve ark., 2012). Brassinosteroidler, bitki metabolizmasını ve büyümesini düzenleyen diğer bitki hormonları ile sinerjik olarak hareket etmektedir. Örneğin; BR'ler oksinler, sitokininler, gibberellinler, absisik asit (ABA), etilen (ET), salisilik asit (SA) ve jasmonik asit (JA) ile etkileşime girerek bitki büyümesine ve metabolizmasına katkıda bulunmaktadır. BR'lerden biri olan 24-Epibrassinolide'in bitkilerde sıcaklık ve tuzluluk toleransını artırdığı düşünülmektedir (Divi ve ark., 2010).

Brassinosteroidler vejetatif gelişim aşamasında (Vardhini ve Rao, 1998), çiçeklenme aşamasında (Vardhini, 2012; 2013), tane dolum aşamasında (Vardhini, 2012), tozlaşma aşamasında (Liu ve ark., 2007), ekim öncesi tohumlara (Zhang ve ark., 2007) ve kök bölgesine (Shang ve ark., 2006; Song ve ark., 2006) uygulanabilmektedirler (Altaş, 2016). Soya üzerinde yapılan bir çalışmada, bitki yapraklarına brassinosteroid uygulanması yaprak şeker ve prolin düzeylerini artırırken, artan POD (peroksidaz) ve SOD (süperoksit dismutaz) aktivitesi yaprak MDA (malondialdehit) düzeylerini düşürerek verimi artırmıştır. Çalışmalar, brassinosteroidlerin bitkilerde sadece kuraklık ve tuzluluk gibi abiyotik streslere karşı değil, aynı zamanda pestisitler, sıcaklık değişiklikleri ve ağır metaller gibi diğer stres faktörlerine karşı da koruyucu bir rol oynadığını göstermektedir (Vardhini ve Anjum, 2015). Ayrıca EBR'nin soya tohum verimini doğrudan etkileyen verim faktörlerinde iyileştirmelere yol açtığı vurgulanmıştır (Zurek ve Clouse, 1994; Terakado ve ark., 2005; Pereria ve ark., 2019; Yin ve ark., 2019; Soliman ve ark., 2020; Jiang ve ark., 2020; Cheng ve ark., 2021).

Bu çalışmada, Isparta ekolojik koşullarında yetiştirilen soyanın çiçeklenme öncesi döneminde uygulanan farklı dozlardaki brassinosteroid'in verim ve verim bileşenlerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu araştırmada, tarla denemeleri Isparta ilinde yer alan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ), Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinde 2022-2023 yıllarında yürütülmüştür. Isparta ili, Göller yöresi olarak adlandırılan bölgede yer almakta olup, yöre Akdeniz ve karasal iklimler arası geçit kuşağı iklim özelliğindedir. Denemenin yürütüldüğü lokasyon 37.50 kuzey 30.32 doğu koordinatlarındadır. Arazinin deniz seviyesinden yüksekliği 1008 metredir. Araştırmada bitki materyali olarak PG Victoria soya çeşidi kullanılmıştır. PG Victoria; II. ürün ekilişlerinde de verim potansiyeli yüksek, olum grubu 3.2 olan bir soya çeşididir. Yapraklardan hormon uygulamasında ise bitki büyüme düzenleyicisi olarak Biosynth Carbosynth firmasından temin edilen ve saf halde bulunan epibrassinolide ($C_{28}H_{48}O_6$) kullanılmıştır. Araştırmada epibrassinolide'in 3 farklı dozu bitkilere yapraktan uygulama şeklinde çiçeklenmeden önceki dönemde (çıkışlardan itibaren bitkiler 4-5 haftalık periyotta) yapılmıştır.

Ekim işlemi 1. yıl 13 Mayıs 2022 ve 2. yıl ise 17 Mayıs 2023 tarihlerinde elle yapılmıştır. Ekimin hemen öncesinde denemenin kurulacağı parsellere dekara 17 kg hesabıyla 12-12-17 kompoze gübresiyle temel gübreleme yapılmıştır. Tarla denemeleri, 2x4 m (toplam 8 m²) ebatlarındaki parsellere, 50 cm sıra arası ve her parsel 4 sıra olacak şekilde kurulmuştur. Denemede parsel arası 1 m ve blok arası 2 m olacak şekilde ayarlanmıştır. Tüm parsellerde tarla çıkışları tamamlandıktan sonra bitki sıralarında çapa ile seyreltme yapılarak, sıra üzeri mesafeler 3 cm olarak ayarlanmıştır. Denemede; her blokta kontrol (hiçbir uygulama yapılmamış) ve saf su (sadece saf su pülverize edilmiş) uygulamaları dahil edildiğinde brassinosteroidin 3 dozu (0.5, 1.0 ve 1.5 µM EBR) ile birlikte 5 uygulama parseli ve bunların üç tekerrüründen oluşan toplamda 15 parsel yer almıştır. Çalışmada EBR çözeltilerini hazırlamak için; 0.025 g epibrassinolide tartılmış, üzerine çözünmesini sağlamak için 25 ml %70'lik etil alkol eklenerek iyice karıştırılmış, çözünen epibrassinolide üzerine distile su eklenerek 200 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan stok epibrassinolide çözeltisinden 3 farklı doz (0.5, 1 ve 1.5 µM) hazırlamak için sırasıyla 1.92 ml, 3.85 ml ve 5.77 ml alınarak 1'er litreye tamamlanmıştır (Kırcı, 2023). Hazırlanan bu çözeltiler parsellere 30 l da⁻¹ hesabıyla şarjlı-motorlu sırt pülverizatörü ile pülverize edilerek uygulanmıştır. Deneme 3 tekerrürden oluşacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Ekimden hemen sonra "pendimethalin" etken maddeli çıkış öncesi herbisit 300 ml/da dozunda parsellere uygulanmıştır. Ekimden sonra çıkışı sağlamak için yağmurlama sulama yöntemiyle parseller sulanmıştır. Diğer sulamalar yetiştirme periyodu boyunca iklim şartlarına bağlı olarak 8 kere (her sulama 3 saat süreyle yapılmıştır) damla sulama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Denemede %50 çiçeklenme gün sayısı, ekim tarihinden itibaren parsellerdeki bitkilerin % 50'sinin çiçeklendiği tarihe kadar geçen süre gün olarak belirlenmiştir. Çalışmada ele alınan diğer morfolojik/agronomik özelliklerin (ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bitkide tane ağırlığı, hasat

indeksi, yüz tane ağırlığı, tane verimi ve yağ oranı) belirlenmesi Kıcır (2023)'te belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır.

2.1. Deneme yerinin iklim ve toprak özellikleri

Denemenin yürütüldüğü arazinin toprak özellikleri killi-tınlı, pH 7.66, kireç (%28.7) ve potasyum (772.2 mg kg⁻¹) bakımından zengin, organik madde (%1.54) ve fosfor (23.5 mg kg⁻¹) bakımından fakirdir. Tarla denemelerinin kurulduğu lokasyona ait iklim verileri ise *Tablo 1*'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Denemenin yürütüldüğü yıllar ile uzun dönem iklim verileri

Table 1. The years during which the experiment was conducted and the long-term climatic data

İklim Faktörleri	Yıllar	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Ort./Top
Ortalama Sıcaklık (°C)	2022	3.2	14.6	17.3	21.5	25.3	25.3	21.2	15.9	18.0
	2023	9.1	10.8	15.5	20.1	25.8	27.3	21.7	16.7	18.4
	1929-2022	6.0	10.8	15.5	19.9	23.4	23.3	18.9	13.4	16.4
Yağış (mm)	2022	78.3	17.4	12.9	46.1	0.8	18.4	16.3	9.4	199.6
	2023	73.8	69.9	111.0	47.3	8.0	3.1	29.1	9.7	351.9
	1929-2022	58.9	51.2	55.9	35.6	15.6	14.2	18.4	37.8	287.6

Meteoroloji İstasyonu iklim verileri

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada incelenen özelliklerde varyans analizleri yapılmıştır. Buna göre ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bitkide tane ağırlığı, hasat indeksi, yüz tane ağırlığı, tane verimi ve yağ oranı özelliklerinde yıl × uygulama interaksyonu P≤0.01 düzeyinde; %50 çiçeklenme gün sayısı özelliğinde ise yıl × uygulama interaksyonu P≤0.05 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (*Tablo 2, 3 ve 4*).

Tablo 2. Farklı dozlarda EBR uygulanan soyada %50 çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği ve bitkide bakla sayısına ait ortalamalar

Table 2. Averages for soybean subjected to different doses of EBR in terms of 50% flowering time, plant height, first pod height, and number of pods per plant

Uygulama	%50 çiçeklenme gün sayısı (gün)			Bitki boyu (cm)			İlk bakla yüksekliği (cm)			Bitkide bakla sayısı (adet)		
	1.yıl	2.yıl	Ort.	1.yıl	2.yıl	Ort.	1.yıl	2.yıl	Ort.	1.yıl	2.yıl	Ort.
Kontrol	59.7 a	56.0 b	57.8	97.27 b	70.13 ab	83.70 B	11.03 b	13.90 a	12.47 A	54.53 c	20.00 b	37.27 D
Saf su	58.7 ab	56.7 b	57.7	96.63 b	67.67 c	82.15 B	10.23 b	14.03 a	12.13 AB	70.40 b	16.80 c	43.60 B
0.5 µM	57.7 ab	56.0 b	56.8	102.43 a	71.17 a	86.80 A	10.43 b	12.43 b	11.43 B	80.30 a	32.73 a	56.52 A
1.0 µM	58.3 ab	58.3 ab	58.3	88.27 c	67.13 c	77.70 C	12.63 a	12.17 b	12.40 A	50.47 d	31.80 a	41.13 C
1.5 µM	56.7 b	59.7 a	58.2	85.37 d	68.27 bc	76.82 C	12.17 a	10.83 c	11.50 B	48.80 d	33.67 a	41.23 BC
Ort.	58.20	57.33	-	93.99 A	68.87 B	-	11.30 B	12.67 A	-	60.90 A	27.00 B	-
CV(a)	%2.7			%1.83			%6.7			%2.58		
CV(b)	%2.46			%1.73			%3.94			%2.9		
F Değeri	Yıl (A): 2.315 ns			Yıl (A): 2130.846 **			Yıl (A): 21.919 *			Yıl (A): 6728.396 **		
	Uygulama (B): 1.012 ns			Uygulama (B): 52.680 **			Uygulama (B): 6.491 **			Uygulama (B): 201.543 **		
	A×B: 4.716 *			A×B: 25.856 **			A×B: 32.302 **			A×B: 267.964 **		

ns = Önemsiz. *: Önemli (P≤0.05). **: Önemli (P≤0.01)

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir.

Yıllara göre değişimle birlikte %50 çiçeklenme gün sayısında uygulamalar arasında farklılıklar önemli bulunmuştur. Denemenin birinci yılında en geç çiçeklenme kontrol parsellerinde belirlenmiş, saf su ve EBR dozları çiçeklenme süresinin azalmasına neden olmakla birlikte, safsu, 0.5 µM ve 1.0 µM EBR dozu uygulamalarından elde edilen ortalamalar kontrol parsellerine benzer olup, aynı grupta yer almıştır. En erken çiçeklenme gün sayısı ise 1.5 µM EBR uygulamasında gözlenmiş olup, çiçeklenme süresi kontrol grubuna göre istatistiki yönden önemli düzeyde kısalmıştır. İkinci yılında ise birinci yılın tersine 1.5 µM EBR çiçeklenme süresini uzatmıştır. Safsu, 0.5 µM ve 1.0 µM EBR uygulamaları kontrol parselleri ile benzer sonuçlar vermiş olup, istatistiki yönden aynı grupta yer almışlardır. İki yılın ortalaması bakımından en erken çiçeklenme gün sayısı 0.5 µM EBR uygulamasında, en

geç çiçeklenmeler ise 1.0 μM ve 1.5 μM EBR uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 2). Yıllara göre EBR uygulamaları arasında farklılıklar saptanmıştır. Bunun nedeni olarak deneme yılları arasındaki iklimsel değişimler olduğu söylenebilir. Ayrıca EBR bitkilerin çiçek gibi kısımlarında da sentezlenebilmektedir (Ankudo, 2004). Brassinosteroidin sinyal transdüksiyonu ve biyosentezi arasında bir bağlantı bulunmakta olup, bu bağlantının çiçeklenmenin başlamasını kontrol ettiği bildirilmiştir. (Clouse, 2008). İklimsel farklılığın yanında EBR uygulaması çiçeklenmeyi etkilemiştir. Soyada çiçeklenme gün sayıları; kullanılan çeşitlere, iklim ve çevre şartlarına, genotip \times çevre interaksyonuna ve yetiştirme tekniği paketine göre değişebilmektedir (Uncu ve Arıoğlu, 2005; Erbil, 2020). Soya ile yürütülen diğer çalışmalarda çiçeklenme gün sayıları Samsun'da 44.3-52.8 gün (Erdoğan, 2007), Tokat'da 61-76 gün (Sarıoğlu, 2019), Diyarbakır'da 32-56 gün (Barış ve ark., 2020) ve Şanlıurfa'da 37.7-42.7 gün (Erbil, 2020) arasında değişen değerler almıştır.

Bitki boyu, soyada verime doğrudan etki eden önemli karakterlerden birisi olup, çeşitlerin genetik yapısına, yetiştirilen çevreye, genotip \times çevre interaksyonu ve yetiştiricilikte kullanılan girdiler ve uygulamalardan etkilenmektedir (Ertaş, 2017; Altınyüzük ve Öztürk, 2023). Soyaya farklı dozlarda EBR uygulanan bu çalışmada, bitki boyu ortalamaları 76.82-86.80 cm arasında değişim göstermiştir (Tablo 2). Her iki deneme yılında da kontrol ve safsu uygulamalarına göre 0.5 μM EBR uygulaması bitki boyunu önemli düzeyde arttırmış olup, en yüksek değerler elde edilmiştir. İkinci yıl 0.5 μM EBR dozunda daha yüksek ortalamalar belirlenmekle birlikte kontrol parselleri ile aynı istatistik grupta yer almışlardır. 0.5 μM dozundan daha yüksek EBR dozlarında ise bitki boyu kısalmış ve en düşük bitki boyu ortalamaları 1.5 μM EBR uygulamasında ölçülmüştür. Brassinosteroidler hücre büyümesini ve bölünmesini teşvik etmektedir (Surgun ve ark., 2012). Bu büyümeyi teşvik edici etkiler hücre uzaması ve bölünmesinin hızlanması ile gerçekleşmektedir. Fasulye üzerine yapılan bir çalışmada, kesilen boğum araları belirli sürelerde farklı dozlarda brassinosteroid içine batırılmış ve uygulamaların düşük dozlarda büyümeyi teşvik ettiği belirlenmiştir (Strnad ve Kohout, 2003; Šiša, ve ark., 2007). EBR'in düşük dozu (0.5 μM) kontrol ve safsu uygulamasına göre soyada bitki boyunun uzamasını teşvik etmiştir. Daha yüksek dozlarda ise bitki boyu yönünden EBR olumsuz yönde etkili olmuştur.

Soyada ilk bakla yüksekliği bakımından EBR uygulamaları arasındaki farklılıklar istatistiki yönden önemli ($P \leq 0.01$) bulunmuştur. İlk bakla yüksekliği ortalamaları iki yıllık değerlere göre 11.43-12.47 cm arasında değerler almıştır. Birinci deneme yılında 1.0 ve 1.5 μM EBR dozları (sırasıyla 12.63 ve 12.17 cm) soyada ilk bakla yüksekliğinin önemli düzeyde artmasına neden olmuş, bu iki uygulama üst ve aynı grupta yer almıştır. Kontrol, safsu ve 0.5 μM EBR uygulamalarında ise daha düşük değerler elde edilmiş ve bu uygulamalardan elde edilen ortalamalar istatistiki olarak aynı grupta değerlendirilmişlerdir. 2023 yılında ise en yüksek ortalamalar kontrol ve safsu uygulanan parsellerden elde edilmiştir. İkinci yılda EBR uygulamaları ilk bakla yüksekliğinin önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur. İki yıllık ortalamalara göre en yüksek değerler kontrol, safsu ve 1 μM EBR uygulamalarından elde edilmiştir (Tablo 2) Elde edilen verilere göre ilk bakla yüksekliği bakımından EBR uygulamalarının etkilerinin yıllara göre değişkenlik gösterdiği söylenebilir. Yapılan çalışmalarda soyada ilk bakla yüksekliğinin 1.8-40.3 cm arasında değiştiği bildirilmiştir (Acar, 2015; Karabulut, 2018; Yıldırım ve İlker, 2018; Ertaş, 2017; Barış ve ark., 2020; Yiğit ve ark., 2021). İlk bakla yüksekliği makinali hasat için önemli bir özelliktir. Bitkilerin genetik özelliklerine bağlı olarak ilk bakla yüksekliği değişim göstermektedir. Genotipik özelliklere ek olarak ekim sıklığı, ekim zamanı, fotoperiyod ve toplam sıcaklık gibi ekolojik etkenler de ilk bakla yüksekliğini etkilemektedir (Altınyüzük ve Öztürk, 2023). Denemenin birinci ve ikinci yılında ilk bakla yükseklikleri farklılıklar göstermiştir. Birinci yıl ilk bakla yüksekliği ortalaması 12.67 cm, ikinci yıl ise 11.30 cm olarak belirlenmiştir. Sonuçlara göre ilk bakla yüksekliği üzerine iklim şartlarının etkisinin önemli olduğu değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalarda da soya genotiplerinin ilk bakla yüksekliğinin yıllara ve lokasyona göre değiştiği bildirilmektedir (Tuğay ve Atıkyılmaz, 2009; Kulan ve ark., 2017).

Bitkide bakla sayısı yıllar ve uygulamalara göre geniş bir varyasyon göstermiştir. Birinci deneme yılı ortalaması 60.90 adet iken, ikinci yıl ortalaması 27.00 adet olarak hesaplanmıştır. İkinci yıl bakla sayısının düşük olmasının nedeni, çiçeklenme dönemine kadar günlük hava sıcaklığı değerlerinin uzun yıllar ortalamasına yakın seyretmesi ancak parsellerin çiçeklenme zamanında ise uzun yıllar bölge ortalamasına göre çok yüksek günlük sıcaklık derecelerinin görülmesine bağlı olarak meyve bağlayan çiçek sayısının azalması olduğu söylenebilir. Birinci yıl kontrol parsellerine göre safsu ve 0.5 μM EBR uygulamasında bakla sayıları önemli düzeyde artmış, istatistiki bakımdan en yüksek ortalama 80.30 adet ile 0.5 μM EBR dozunda belirlenmiştir. Ancak 0.5 μM EBR

dozundan sonraki artan EBR dozları bakla sayısını olumsuz etkilemiştir. İkinci yılda ise EBR uygulaması yapılan parsellerde bakla sayısı kontrol ve safsu uygulamasından önemli oranda yüksek bulunmuş, ancak EBR dozlarının etkileri benzer olmuş, üç EBR dozu uygulaması da aynı grupta yer almıştır. Brassinosteroidlerin bitki gelişimindeki başlıca etkileri arasında hücre bölünmesi ve genişlemesi, hücresel farklılaşma, lateral kök gelişimi, polen tüpü gelişimi, çiçeklenme ve stres toleransının artırılması yer almaktadır (Rao ve ark., 2002; Savaldi-Goldstein ve Chory, 2006; Clouse ve Sasse, 1998; Sasse, 2003; Amzalling ve Vaisman, 2006; Ashraf ve ark., 2010). Yapılan çalışmalarda çiçek dökmeninin çevresel strese bağlı olarak arttığı, fakat normal koşullarda da olabileceği bildirilmiştir. Uygulamaların çiçek silkme miktarının azaltılmasında etkili olacağı vurgulanmıştır (Dağtekin ve Bilgili, 2020). Bu çalışmada da kontrol uygulamasına göre, EBR uygulamaları ile bitkide bakla sayısının arttığı belirlenmiş olup, EBR uygulamalarının çiçek dökümünü azaltması sonucunda bakla tutumunun arttığı söylenebilir.

Tablo 3. Farklı dozlarda EBR uygulanan soyada bitkide tane sayısı, bitkide tane ağırlığı ve hasat indeksine ait ortalamalar

Table 3. Averages for soybean subjected to different doses of EBR in terms of grain number per plant, grain weight per plant, and harvest index

Uygulama	Bitkide tane sayısı (adet)			Bitkide tane ağırlığı (g)			Hasat indeksi (%)		
	1.yıl	2.yıl	Ort.	1.yıl	2.yıl	Ort.	1.yıl	2.yıl	Ort.
Kontrol	150.87 c	53.67 c	102.27 D	17.79 c	6.25 c	12.02 B	26.86 ab	24.95 c	25.90 C
Saf su	170.13 b	42.73 d	106.43 CD	20.10 b	4.85 d	12.47 B	25.62 bc	24.68 c	25.15 C
0.5 µM	193.53 a	88.97 a	141.25 A	22.79 a	10.64 a	16.71 A	27.64 a	30.83 a	29.24 A
1.0 µM	144.93 c	73.80 b	109.37 C	15.50 d	8.40 b	11.95 B	25.42 bc	27.47 b	26.44 BC
1.5 µM	144.60 c	88.00 a	116.30 B	15.47 d	10.56 a	13.02 B	24.66 c	31.28 a	27.97 AB
Ort.	160.81 A	69.43 B	-	18.33 A	8.14 B	-	26.04 B	27.84 A	-
CV(a)		%4.61			%3.91			%0.68	
CV(b)		%3.11			%4.74			%3.83	
F Değeri	Yıl (A): 2226.194 **			Yıl (A): 2910.687 **			Yıl (A): 733.372 **		
	Uygulama (B): 112.407 **			Uygulama (B): 60.396 **			Uygulama (B): 15.268 **		
	A×B: 91.668 **			A×B: 65.566 **			A×B: 16.323 **		

ns = Önemsiz. *: Önemli ($P \leq 0.05$). **: Önemli ($P \leq 0.01$)

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir.

Soyada bitkide tane sayısı birinci yıl ortalaması 160.81 adet olarak belirlenmiştir. İkinci yılda ise bakla sayısındaki azalmalara bağlı olarak tane sayısı da azalmıştır. Soyada bitkide tane sayısı doğrudan verim ile ilişkili bir özelliktir. Çeşit, iklim ve çevre şartları ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir. Bitkide tane sayılarında yıllar arasındaki farklılığın sebebi deneme yılları arasındaki iklimsel farklılıklar olduğu söylenebilir. Bakla sayısına benzer şekilde, birinci yıl safsu ve 0.5 µM EBR uygulamasında kontrole göre tane sayıları da artmıştır. En yüksek ortalama 0.5 µM EBR dozunda saptanmış ve en üst grupta yer almıştır. EBR'nin yüksek dozlarında (1.0 ve 1.5 µM) ise tane sayısı olumsuz etkilenmiş ve azalmıştır. İkinci yılda da en yüksek tane sayısı değeri 0.5 µM EBR dozunda saptanmış olmakla birlikte, 0.5 µM ve 1.5 µM EBR dozları aynı istatistik grupta değerlendirilmiştir. Bu iki uygulamada da tane sayısı kontrole göre yüksek bulunmuştur. İki yıllık ortalama verilere göre; soyada en yüksek bitkide tane sayısı (141.25 adet) 0.5 µM EBR uygulamasında elde edilmiş olup, artan dozlarda bitkide tane sayısında önemli düşüşler belirlenmiştir. İklim koşullarına göre değişmekle birlikte, EBR'nin en düşük dozu tane sayısını olumlu yönde etkilemiştir. Bitki başına bakla sayısını arttıran uygulamalar bitki başına tane sayısını da etkilemektedir (Barış ve ark., 2020). Soyada yaprakdan EBR uygulamasının bitkide tane sayısını önemli oranda arttırdığı bildirilmektedir (Muminova ve ark., 2022).

Bitkide tane ağırlığı soyada verime etkisi yüksek olan özellikler arasında sayılmaktadır. Farklı dozlarda EBR uygulanan soyada bitkide tane ağırlığı ortalamaları birinci yıl 15.47-22.79 g, ikinci yıl 4.85-10.64 g arasında değişim göstermiştir. Soyada genotip × çevre interaksiyonunun önemli olmasından dolayı çeşitlerin ve yetiştirilen ekolojik koşulların bitkide tane ağırlığına etkisi yüksektir (Acar, 2015). Birinci yıl 0.5 µM EBR dozunda, ikinci yılda ise 0.5 ve 1.5 µM EBR dozlarında en yüksek bitkide tane ağırlığı değerleri elde edilmiştir. İkinci yıl saf su uygulamasında bitki tane ağırlığı ortalaması, bitkide bakla ve tane sayılarında olduğu gibi kontrole göre azalma eğiliminde olmuştur. Elde sonuçlar, bitkide tane ağırlığı bakımından saf su ve EBR dozları etkisinin vejetasyon dönemindeki iklim koşullarından çok etkilendiğini göstermektedir. Yılların ortalaması olarak değerlendirildiğinde

her iki deneme yılında da 0.5 μM EBR uygulaması bitkide tane ağırlığına olumlu etkide bulunmuştur. Artan dozlar (0.5 μM üzeri) bitkide tane ağırlığını negatif etkilemiştir. Brassinosteroidler tüm bitki düzeyinde büyümeyi teşvik etmekte, döllemeyi artırmakta, uygun olmayan çevresel faktörlere, strese ve hastalığa karşı direnci ve ürünlerin verimliliğini artırmaktadır (Surgun ve ark., 2012). Ayrıca EBR'nin bitki tohum verimini önemli oranda arttırdığı bildirilmiştir (Muminova ve ark., 2022).

Farklı dozlarda EBR uygulanan soyada hasat indeksi ortalamaları iki yıllık verilere göre %25.15-29.24 arasında değişim göstermiştir. En yüksek değerler 0.5 ve 1.5 μM EBR dozlarında (sırasıyla %29.24 ve %27.97) belirlenmiştir. Birinci yıl 0.5 μM EBR dozunda en yüksek ortalama elde edilmiş, ancak bu değer kontrol parselleri ortalamasına benzer bulunmuştur. İkinci yıl ise en yüksek değerler sırasıyla 1.5 ve 0.5 μM dozlarında belirlenmiş, diğer uygulamalarda hasat indeksi önemli düzeyde azalış göstermiştir. Bitki verimi ve bitki boyu gibi tane verimini ve biyolojik verimi etkilenen faktörler çevre şartlarından etkilendiği için hasat indeksi de etkilenmektedir (Acar, 2015; Altınyüzük ve Öztürk, 2023). Yapılan çalışmalarda, soyada hasat indeksi değerlerinin %23.74-93.3 arasında değiştiği belirtilmiştir (Ertaş, 2017; Karabulut, 2018).

Tablo 4. Farklı dozlarda EBR uygulanan soyada yüz tane ağırlığı, tane verimi ve yağ oranına ait ortalamalar

Table 4. Averages for soybean subjected to different doses of EBR in terms of hundred-grain weight, grain yield, and oil content

Uygulama	Yüz tane ağırlığı (g)			Tane verimi (kg da ⁻¹)			Yağ oranı (%)		
	1.yıl	2.yıl	Ort.	1.yıl	2.yıl	Ort.	1.yıl	2.yıl	Ort.
Kontrol	13.00 a	11.62 ab	12.31 A	439.93 c	285.70 ab	362.82 C	20.56 c	21.03 ab	20.80 C
Saf su	11.00 c	11.24 b	11.12 B	525.47 b	291.75 ab	408.61 B	21.06 b	21.06 ab	21.06 B
0.5 μM	12.33 b	12.04 a	12.19 A	566.67 a	301.17 a	433.92 A	20.71 c	20.95 b	20.83 C
1.0 μM	11.33 c	11.21 b	11.27 B	378.33 d	270.16 b	324.25 D	21.49 a	21.27 a	21.38 A
1.5 μM	12.00 b	12.20 a	12.10 A	387.33 d	297.68 a	342.51 CD	20.99 b	20.56 c	20.78 C
Ort.	11.93	11.66	-	459.55 A	289.29 B	-	20.96	20.98	-
CV(a)	%1.69			%5.73			%0.79		
CV(b)	%2.69			%3.86			%0.62		
F Değeri	Yıl (A): 14.101 ns			Yıl (A): 471.755 **			Yıl (A): 0.038 ns		
	Uygulama (B): 18.437 **			Uygulama (B): 60.243 **			Uygulama (B): 23.175 **		
	A×B: 6.442 **			A×B: 42.611 **			A×B: 11.662 **		

ns = Önemsiz. *: Önemli ($P \leq 0.05$). **: Önemli ($P \leq 0.01$)

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir.

Yüz tane ağırlığı ortalamaları incelendiğinde; birinci yıl en yüksek değer (13 g) kontrol parsellerinde belirlenmiştir. Hem saf su uygulaması hem de EBR dozları tane iriliğinin önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur. İkinci yılda ise en yüksek değerler 1.5 μM , 0.5 μM EBR dozları ve kontrol parsellerinde (sırasıyla 12.20, 12.04 ve 11.62 g) saptanmış, üç uygulamada istatistik olarak aynı grupta yer almıştır. Denemede iki yıllık ortalamalar incelendiğinde; en yüksek tane iriliği değerleri kontrol parselleri ile 0.5 ve 1.5 μM EBR dozu uygulanan parsellerden elde edilmiştir (Tablo 4). Birinci yıl kontrol parsellerinde en yüksek yüz tane ağırlığı değerlerinin elde edilmesinin nedeninin, bu uygulamada bitkide bakla ve tane sayısının az olmasına bağlı olarak tanelerin daha çok beslenmesi ve iri tohum elde edilmesi olduğu söylenebilir. Yüz tane ağırlığı genetik yapının yanında, ekolojik şartlara ve agroteknik işlemlere göre değişmektedir. Yüksek sıcaklıkta, kötü bakım koşullarında ve erken hasatta yüz tane ağırlığı düşebilmektedir (Acar, 2015; Altınyüzük ve Öztürk, 2023). Denememizde yüz tane ağırlığının yıllara ve uygulamalara göre farklılık göstermesinin nedeni olarak soyanın değişen çevresel koşullar altında farklı uygulamalara farklı tepkiler vermesi olduğu söylenebilir. Ayrıca EBR'lerin tüm bitki düzeyinde; döllemeyi, meyve kalitesi ve meyve boyutunu artırıcı fizyolojik etkileri vardır (Yokota, 1997). Soya ile yapılan çalışmalarda yüz tane ağırlıklarının 8.6-22.9 g arasında değiştiği bildirilmiştir (Ertaş, 2017; Karabulut, 2018; Yıldırım ve İlker, 2018; Barış ve ark., 2020; Özüstün, 2022; Altınyüzük ve Öztürk, 2023; Yılmaz, 2024).

Tane verimi değerleri incelendiğinde; yıllara göre değişmekle birlikte, EBR uygulamaları arasında önemli varyasyonlar gözlemlenmiştir. Birinci yıl hem safsu hem de 0.5 μM EBR dozu uygulaması kontrole göre tane verimini önemli düzeyde arttırmıştır. En yüksek tane verimi 0.5 μM EBR dozunda (566.67 kg da⁻¹) saptanmıştır. 0.05 μM EBR dozundan sonraki artan EBR dozları verimin önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur. İkinci yılda da en yüksek tane verimi 301.17 kg da⁻¹ ile 0.5 μM EBR dozunda olmakla birlikte, denemede ele alınan uygulamaların

kontrol parselleri ile arasındaki fark anlamlı bulunmamış, ortalamalar aynı grupta yer almıştır. Denemede iki yılın ortalamasına göre, en yüksek tane verimi değerleri 0.5 µM EBR uygulamasında belirlenmiş olup, 0.5 µM üzerindeki uygulamalar verimi olumsuz etkilemiştir. Brassinosteroidler büyümeyi teşvik etmekte, döllemeyi artırmakta, vejetatif gelişme süresini kısaltmakta ve tane verimini artırmaktadır (Surgun ve ark., 2012). Bu çalışmada da uygulamalar arasından, 0.5 µM EBR dozunun soyada tane verimini teşvik ettiği söylenebilir.

Farklı dozlarda EBR uygulanan soyada yağ oranı değerleri yıl × uygulama interaksyonuna göre önemli varyasyonlar göstermiştir. Hem birinci (%21.49) ve ikinci yılda (%21.27), hem de iki yıllık ortalama (%21.38) verilere göre soyada en yüksek yağ oranları 1.0 µM EBR dozu uygulanan parsellerden elde edilmiştir. İlk yıl 1.0 µM EBR dozundan elde edilen yağ oranı değeri önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Kontrol ve diğer tüm uygulamalarda genellikle yağ oranları azalış göstermiştir. Denemenin ikinci yılında en yüksek yağ oranı elde edilen 1.0 µM EBR dozu ile kontrol ve safsu uygulanan parseller arasındaki farklılıklar anlamlı olmamıştır. Elde edilen sonuçlara göre soyada tane yağ oranı üzerine 1.0 µM EBR dozunun olumlu etkiler gösterdiği söylenebilir. Brassinosteroidler uzama ve bölünmeyi destekler, hormonal dengeyi korur, protein ve nükleik asit sentezini aktive eder, enzimatik aktiviteyi artırır, yağ asidi kompozisyonuna etki eder ve fotosentetik kapasiteyi artırır (Surgun ve ark., 2012). Yapılan çalışmalarda da soyada tane yağ oranı değerlerinin %17.9-24.73 arasında olduğu bildirilmiştir (Altınyüzük, 2017; Turhan, 2019; Vurarak, 2024).

4. Sonuç

Farklı dozlarda EBR uygulanan soyada 0.5 µM EBR uygulaması çiçeklenme süresini kısaltmış, bitki boyunu, bitkide bakla sayısını, bitkide tane sayısını, bitkide tane ağırlığını, hasat indeksini ve tane verimini artırmış olup, yağ oranını ise 1.0 µM EBR uygulaması artırmıştır. İncelenen özelliklerde; %50 çiçeklenme gün sayısı 56.0-59.7 gün, bitki boyu 67.13-102.43 cm, ilk bakla yüksekliği 10.23-14.03 cm, bitkide bakla sayısı 16.80-80.30, bitkide tane sayısı 42.73-193.53, bitkide tane ağırlığı 4.85-22.79 g, hasat indeksi %24.66-31.28, yüz tane ağırlığı 11.00-13.00 g, tane verimi 270.16-566.67 kg da⁻¹ ve yağ oranı %20.56-21.49 arasında değişim göstermiştir. Yapıpraktan EBR uygulaması ile soyanın verim ve verime doğrudan etkili özellikleri üzerinde yıllara göre değişimle birlikte farklı etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde 0.5 µM EBR uygulamasının soyada verim öğeleri üzerine olumlu etkileri olduğu sonucuna varılmıştır. Bundan (0.5 µM) daha yüksek dozlardaki EBR uygulamalar, tane verimi ve verime doğrudan etkili özellikler üzerine olumsuz etkilerde bulunmuştur.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma için etik kuruldan izin alınmasına gerek yoktur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları olarak aramızda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Yazarlık Katkı Beyanı

Planlama: Kaya, M., Şener, A.; Materyal ve Metot: Kaya, M., Şener, A., Kıcır, S.; Veri toplama ve İşleme: Kaya, M., Şener, A., Kıcır, S.; İstatistik Analiz: Şener, A.; Literatür Tarama: Kıcır, S.; Makale Yazımı, İnceleme ve Düzenleme: Şener, A., Kaya, M.

Kaynakça

- Acar, F. (2015). *Doğu Geçit Bölgesi koşullarında bazı soya (Glycine max. L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl, Türkiye.
- Altaş, İ. (2016). *Brassinosteroid ve mikrobiyal gübrenin tuz stresinde yetişen mısır bitkisine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi) Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.
- Altınyüzük, H. ve Öztürk, Ö. (2023). Bazı Soya Çeşitlerinin II. Ürün Olarak Çukurova Koşullarında Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. *1st International Conference on Frontiers in Academic Research*, 1: 369–378. February 18-21, Konya, Türkiye.
- Amzalling, G. N. and Vaisman, J. (2006). Influence of brassinosteroids on initiation of the root gravitropic response in *Pisum sativum* seedlings. *Biologia Plantarum*, 50(2): 283-286.
- Ankudo, F. T. (2004). *Immunomodulation of brassinosteroid function in seeds of Arabidopsis thaliana (L.)*. (Yüksek Lisans Tezi) Martin-Luther Üniversitesi, Matematik-Doğa Bilimleri-Mühendislik Bilimleri, Halle-Wittenberg, Almanya.
- Arioğlu, H. H. (2007). Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Ders Kitapları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, Türkiye.
- Ashraf, M., Akram, N. A., Arteca, R. N. and Foolad, M. R. (2010). The physiological, biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerance. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 29: 162-190.
- Barış, M., Tunçtürk, M. ve Söğüt, T. (2020). Ekim zamanı uygulamalarının bazı soya fasulyesi (*Glycine max (L.) Merrill*) çeşitlerinde verim ve verim özelliklerine etkisi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 4(4): 717-731.
- Ceritoğlu, M. and Erman, M. (2020). Mitigation of salinity stress on chickpea germination by salicylic acid priming. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science (IJAWS)*, 6(3): 582–591.
- Cheng, L., Li, M., Min, W., Wang, M., Chen, R. and Wang, W. (2021). Optimal rassinosteroid levels are required for soybean growth and mineral nutrient homeostasis. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(16): 8400.
- Clouse, S. D. and Sasse, J. M. (1998). Brassinosteroids: essential regulators of plant growth and development. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49: 427-451.
- Clouse, S. D. (2008). The molecular intersection of brassinosteroid-regulated growth and flowering in Arabidopsis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, PNAS*, 105(21): 7345-7346.
- Dağtekin, M. ve Bilgili, M. E. (2020). Soya bitkisinde tepe sürgün budamasının biyomas verimine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(5): 1192-1199.
- Divi, U.D., Rahman, T. and Krishna, P. (2010). 'Brassinosteroid-mediated stress tolerance in Arabidopsis shows interactions with abscisic acid, ethylene and salicylic acid pathways. *BMC Plant Biology*, 10: 151-165.
- Erbil, E. (2020). Bazı ileri soya (*Glycine max. L.*) hatlarının Şanlıurfa ikinci ürün koşullarında verim ve kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(2): 272-284.
- Erdoğan, M. (2007). *Soya Fasulyesi (Glycine Max (L.) Merr.)'nde Erkenci Genotipler İçin Seleksiyonda Dikkate Alınacak Agronomik Özelliklerin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.
- Ertaş, A. (2017). *Şanlıurfa Koşullarında Bazı Soya [Glycine max. L.(Merrill)] Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.
- He, J., Du, Y. L., Wang, T., Turner, N. C., Yang, R. P., Jin, Y., Xi, Y., Zhang, C., Cui, T., Fang, X. W. and Li, F.M. (2017). Conserved water use improves the yield performance of soybean (*Glycine max (L.) Merr.*) under drought. *Agricultural Water Management*, 179: 236-245.
- Jiang, H., Shui, Z., Xu, L., Yang, Y., Li, Y., Yuan, X., Shang, J., Aşghar, M. A., Wu, X., Yu, L., Liu, C., Yang, W., Sun, X. and Du, J. (2020). Gibberellins modulate shade-induced soybean hypocotyl elongation downstream of the mutual promotion of auxin and brassinosteroids. *Plant Physiology and Biochemistry*, 150: 209-221.
- Kadakoğlu, C., Kadakoğlu, B. and Karlı, B. (2023). Yağlı tohumlarda Türkiye'nin küresel rekabet gücünün analizi. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 9:(EKS 1), 1-14.
- Karabulut, A. (2018). *Farklı soya fasulyesi (Glycine max L.) çeşitlerinin eskişehir ekolojik koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Kıcı, S. (2023). *Soya fasulyesi (Glycine max L.)'nde epibrassinolide uygulamalarının verim ve bazı verim öğelerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi) Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Kulan, E. G., Ergin, N., Demir, İ., and Kaya, M. D. (2017). Eskişehir koşullarında bazı soya (*Glycine max L.*) çeşitlerinin önemli tarımsal özellikleri ve adaptasyonunun belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(1): 127-135.
- Liu, T., Zhang, J., Wang, M., Li, G., Qu, L. and Wang, G. (2007). Expression and functional analysis of ZmDWF4, an ortholog of Arabidopsis DWF4 from maize (*Zea mays L.*). *Plant Cell Reports*, 26: 2091-2099.
- Muminova, S. S., Tasthanbekova, G. R., Kashkarov, A. A., Azhimetova, G. N. and Balgabaev, A. M. (2022). Effect of foliar mineral fertilizer and

- plant growth regulator application on seed yield and yield components of soybean (*Glycine max*) cultivars. *Eurasian Journal of Soil Science*, 11(4): 322-328.
- Özüstün, A. (2022). *Farklı ekolojik koşullarda soya fasulyesi (Glycine max. L. Merr.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye.
- Pereira, Y. C., Rodrigues, W. S., Lima, E. J. A., Santos, L. R., Silva, M. H. L. and Lobato, A. K. S. (2019). Brassinosteroids increase electron transport and photosynthesis in soybean plants under water deficit. *Photosynthetica*, 57(1): 181-191.
- Rao, S. S. R., Vardhini, B. V., Sujatha, E. and Anuradha, S. (2002). Brassinosteroids- a new class of phytohormones. *Current Science*, 82(10): 1239-1245.
- Ruan, Y., Dong, S., Liu, L., Sun, C., Wang, L., Guo, Q. and Gai, Z. (2012). Effect of exogenous abscisic acid (ABA) on the physiological characteristics during soybean flowering under drought stress. *Soybean Science*, 31(3): 385-394.
- Sarıoğlu, M. (2019). *Bazı soya (Glycine max Merr.) genotiplerinin Tokat-Kazova şartlarında performanslarının belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye.
- Sasse, J. M. (2003). Physiological actions of brassinosteroids: an update. *Journal of Plant Growth Regulation*, 22: 276-288.
- Savaldi-Goldstein, S. and Chory, J. (2006). Brassinosteroids. In: *Plant Physiology*, Fourth Edition, Eds: Taiz, L., and Zeiger, E. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Schuster, W. (1985). Soybean. Textbook of breeding agricultural crops. Volume 2, Special section, Parey-Verlag, Berlin. (In German).
- Shang, Q., Song, S., Zhang, Z. and Guo, S. (2006). Exogenous brassinosteroid induced salt resistance of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings. *Science Agricultural Sinica*, 39: 1872-1877.
- Šiša, M., Vilaplana-Polo, M., Ballesteros, C. B. and Kohout, L. (2007). Brassinolide activities of 2 α , 3 α -diols versus 3 α , 4 α -diols in the bean second internode bioassay: Explanation by molecular modeling methods. *Steroids*, 72(11-12): 740-750.
- Soliman, M., Elkelish, A., Souad, T., Alhaithloul, H. and Farooq, M. (2020). Brassinosteroid seed priming with nitrogen supplementation improves salt tolerance in soybean. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 26(3): 501-511.
- Song, S., Liu, W., Guo, S., Shang, Q. and Zhang, Z. (2006). Salt resistance and its mechanism of cucumber under effects of exogenous chemical activator. *Yingyong Shengtai Xuebao*, 17: 1871-1876.
- Strnad, M. and Kohout, L. (2003). A simple brassinolide analogue 2 α , 3 α -dihydroxy-17 β -(3-methyl-butyryloxy)-7-oxa-B-homo-5 α -androstan-6-one which induces bean second internode splitting. *Plant Growth Regulation*, 40: 39-47.
- Surgun, Y., Yılmaz, E., Bekir, Ç. Ö. L. and Bürün, B. (2012). Sixth class of plant hormones: brassinosteroids. *Celal Bayar University Journal of Science*, 8(1): 27-46.
- Terakado, J., Fujihara, S., Goto, S., Kuratani, R., Suzuki, Y., Yoshida, S. and Yoneyama, T. (2005). Systemic effect of a brassinosteroid on root nodule formation in soybean as revealed by the application of brassinolide and brassinazole. *Soil Science & Plant Nutrition*, 51(3): 389-395.
- Tuğay, E. ve Atıkyılmaz, N. (2009). Ege bölgesinde ana ürün koşullarında bazı soya genotiplerinin verim, verim öğeleri ve nitelikleri üzerinde bir araştırma. *Anadolu*, 19(1): 34-46.
- Turhan, S. (2019). Farklı humik asit dozlarının soya (*Glycine max* L. Merrill) çeşitlerinde verim ve kalite üzerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi) Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır.
- TÜİK (2010). TÜİK. www.tuik.gov.tr. (Erişim tarihi: 05.10.2021)
- TÜİK (2022). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr> (Erişim tarihi: 01.12.2022)
- TÜİK (2023). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>. (Erişim tarihi: 16.10.2023)
- Uncu, A. H. and Aroğlu, H. H. (2005). İkinci Ürün Soya Tanımında Farklı Ekim Zamanlarına Göre Bazı Büyüme Düzenleyicilerin Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*. 5-9 Eylül, P. 375-380, Antalya, Türkiye.
- Vardhini, B. V. (2012). Application of brassinolide mitigates saline stress of certain metabolites of sorghum grown in Karaikal. *Journal of Phytoloji*, 4: 1-3.
- Vardhini, B. V. (2013). Comparative study of Sorghum vulgare Pers. Grown in two experimental sites by brassinolide application at vegetative, flowering and grain filling stage. *Proceeding of Andhra Pradesh Akademia of Science*, 15: 75-79.
- Vardhini, B. V. and Anjum, N. A. (2015). Brassinosteroids make plant life easier under abiotic stresses mainly by modulating major components of antioxidant defense system. *Frontiers in Environmental Science*, 2: 1-16.
- Vardhini, B. V. and Rao, S. S. R. (1998). Effect of brassinosteroids on growth, metabolite content and yield of Arachis hypogaea. *Phytochemistry*, 48: 927-930.
- Vurarak, Y. (2024). Hasat sonrası farklı depolama koşullarının biyolojik malzeme üzerine olası etkilerin belirlenmesi: Soya örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1): 219-232.
- Yiğit, A., Ereku, O. and Yaraşır, N. (2021). Kısıtlı sulama ve kükürt dozu uygulamalarının soya fasulyesinde bitki gelişimi ve klorofil (SPAD)

içeriğine etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1): 105-117.

Yıldırım, A. and İlker, E. (2018). Ege Bölgesi'nde ikinci ürün koşullarında bazı soya çeşit ve hatlarının verim ve agronomik özellikleri ile kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2): 1-8.

Yılmaz, M. (2024). Determination of important agricultural traits of some soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genotypes and adaptation in the Eastern Mediterranean Transition Zone. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*, 21(1): 139-147.

Yokota, T. (1997) The structure, biosynthesis and function of brassinosteroids. *Trends in Plant Science*, 2(4): 137-143.

Yin, W., Dong, N., Niu, M., Zhang, X., Li, L., Liu, J., Liu, B. and Tong, H. (2019). Brassinosteroid-regulated plant growth and development and gene expression in soybean. *The Crop Journal*, 7(3): 411-418.

Zhang, S., Hu, J., Zhang, Y., Xie, X. J. and Knapp, A. (2007). Seed priming with brassinolide improves lucerne (*Medicago sativa* L.) seed germination and seedling growth in relation to physiological changes under salinity stress. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58(8): 811-815.

Zurek, D. M. and Clouse, S. D. (1994). Molecular cloning and characterization of a brassinosteroid-regulated gene from elongating soybean (*Glycine max* L.) epicotyls. *Plant Physiology*, 104(1): 161-170.