

İkinci ürün soya yetiştiriciliğinde genotip x çevre etkileşiminin araştırılması*

Mustafa YAŞAR^{1*}, Mehmet SEZGİN²

¹Muş Alparslan Üniversitesi. Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye

²Ankara Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, Ankara/Türkiye

*Bu çalışmadaki destekleri için T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

Alınış tarihi: 4 Ekim 2022, Kabul tarihi: 12 Aralık 2022

Sorumlu yazar: Mustafa YAŞAR, e-posta: mustafa.yasar@alparslan.edu.tr

Öz

Amaç: Araştırmada, ikinci ürün soya fasulyesi yetiştiriciliğine uygun bazı çeşitlerin lokasyon ve yıllara bağlı olarak tane verim performanslarını belirlemek amacıyla genotip*çevre etkileşimleri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem:

Bu araştırma; 2016 ve 2017 yıllarında ikinci ürün soya yetiştiriciliğine uygun 9 adet soya çeşidi ile Adana ve Hatay lokasyonlarında tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

Yapılan birleşik varyans analizinde yıl ve yıl*lokasyon interaksyonu önemsiz bulunurken, diğer varyasyon kaynakları (genotip, lokasyon, yıl*genotip, genotip*lokasyon, yıl* genotip*lokasyon) istatistiksel olarak $P < 0.01$ ve $P < 0.05$ 'e göre önemli bulunmuştur. Analiz sonuçlarına göre çeşitlerin tane verimi ortalamaları 283.6-385.0 kg.da⁻¹, lokasyonların ise 262.3-410.7 kg.da⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Adana lokasyonunda tane verim ortalamaları, 2016 yılında 417.5 kg.da⁻¹, 2017 yılında 404.0 kg.da⁻¹, Hatay lokasyonunda ise 2016 yılında 256.3 kg.da⁻¹, 2017 yılında ise 268.4 kg.da⁻¹ arasında değişim göstermiştir.

Sonuç: Adana lokasyonunda 2016 yılında Sonya çeşidi, Hatay lokasyonunda Bravo çeşidi, her iki lokasyonda ise 2017 yılında Lider çeşidi ön plana çıkmıştır. Bunun yanında genel ortalama da Lider çeşidinden en yüksek tane verimi elde edilmiştir. Sonuç olarak iki yıl ve iki lokasyonda ikinci üründe yetiştiriciliği yapılan soya çeşitlerinin tane verimi bakımından genotip*çevre etkileşiminin etkisi

incelenmiş ve Lider çeşidinin lokasyon ve yıllar bazında yüksek performans sergilediği, çevrenin etkisinin genotip etkisinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Adana lokasyonu, ikinci ürün soya yetiştiriciliği için çevre şartlarının daha elverişli olduğu ve her iki lokasyonda da ikinci ürün soya yetiştiriciliği için Lider çeşidinin önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelime: Soya, İkinci Ürün, Verim, İnteraksiyon.

Investigation of Genotype x Environment Interaction in Second Crop Soybean Cultivation

Abstract

Objective: In the research, year, genotype, location and genotype*environment interactions were examined in order to determine the seed yield performance of some varieties suitable for second crop soybean cultivation depending on location and years.

Materials and Methods: This research; were carried out by 9 soybean varieties in Adana and Hatay locations in 2016 and 2017 with 4 replications according to the Randomized Complete Block Design.

Results: In the combined analysis of variance, the interaction of year and year*location was found to be insignificant, while other sources of variation (genotype, location, year*genotype, genotype*location, year* genotype*location) were found to be statistically significant compared to $P < 0.01$ and $P < 0.05$. According to the results of the analysis, the average seed yield of the cultivars varied between 2836-3850 kg.ha⁻¹ and the locations varied

between 2623-4107 kg.ha⁻¹. Seed yield averages in Adana location changed between 4175 kg.ha⁻¹ in 2016, 4040 kg.ha⁻¹ in 2017, and 2563 kg.ha⁻¹ in Hatay location in 2016 and 2684 kg.ha⁻¹ in 2017.

Conclusion: Sonya variety in Adana location in 2016, Bravo variety in Hatay location and Lider variety in both locations in 2017. In addition, the highest seed yield was obtained from the Lider variety in the general average. As a result, the effect of genotype*environment interaction in terms of seed yield of soybean varieties grown in the second crop for two years and in two locations was examined and it was determined that Lider cultivar showed high performance on the basis of location and years, and the effect of environment was higher than the effect of genotype. It has been concluded that the environmental conditions are more favorable for second crop soybean cultivation in Adana location and Lider variety can be recommended for second crop soybean cultivation in both locations.

Keywords: Soybean, Second Crop, Yield, Interaction.

Giriş

Soya fasulyesi (*Glycine max* L.) yağ, protein ve karbonhidrat bakımından önemli bir endüstri bitkisidir. Soyanın anavatanı Kore, Japonya, Çin ve Uzakdoğu ülkeleri olarak bilinir. Soya, özellikle son yıllardaki teknolojik yenilik çalışmaları sayesinde verim artışına paralel olarak arazi genişlemesiyle başta Arjantin, Brezilya ve Paraguay olmak üzere Güney Amerika ülkelerinde de geniş üretim alanı bulmuştur (OECD/FAO, 2019). Soya, dünyada bitkisel besin kaynağı açısından en önemli 5-6 bitki arasında yer alır. Dünyada yağlı tohumlu bitkiler arasında en fazla (% 61) üretimi yapılan bitkilerden birisidir (Lopes da Silva ve ark., 2017). Hem insan gıdası hem de hayvan yemi olarak dünyanın önde gelen yüksek kaliteli protein ve yemeklik yağ kaynağıdır. Bunun yanında baklagil bitkisi olarak soyanın havadaki azottan faydalanabilme yeteneği sayesinde toprağa azot kazandırarak kendisinden sonra ekilecek bitkiler için toprak verimliliğini artırabilmektedir (Morsy ve ark., 2015) ve gübre tasarrufu sağladığı bilinmektedir. Bu yüzden soya, ekim nöbeti için de en uygun bitkilerden biri olarak nitelendirilmektedir. Soyanın Dünya tüketimindeki artışının en büyük nedenlerinden biri de birçok endüstriyel sanayinin hammaddesi olmasının yansısı biyodizel üretiminde hammadde olarak kullanılıyor olmasıdır (Kinney ve Clemente, 2004).

Soya bitkisel yağ olarak kullanımının yanında, hayvan yemi, soya sütü, soya unu, soya sosu ve lesitin gibi birçok farklı ürünlere işlenmektedir (Liu, 1997). Soya bileşiminde, %18-20 oranında yağ, %40-45 oranında protein, %30 karbonhidrat ve %5 oranında mineral, çok sayıda vitamin ve değerli aminoasitler içermektedir. Soya küspesi, dünyadaki yemler arasında en fazla protein içeren yem kaynağıdır. Soya yağ olarak işlendikten sonra, besleyiciliği ve protein bakımından ucuz ve zengin olan küspesi büyük oranda yem endüstrisinde kullanılmaktadır (Anonim, 2020). Özellikle soya yağsız unu kümes ve küçükbaş hayvanlarının, besi ve süt sığırlarının rasyonlarında protein kaynağı olarak daha fazla katılmaktadır (Öner, 2006; Uçum, 2016).

FAOSTAT verilerine göre, 2020 yılında dünyada 136.8 milyon hektar alanda, 373.1 milyon ton soya üretimi yapılmıştır. Dünyada en çok soya üretimi yapan ülkeler, Brezilya, A.B.D, Çin, Hindistan ve Paraguay'dır. Türkiye 2021 üretim yılında, 44 bin hektar alanda 182 bin ton soya üretimiyle dünya sıralamasının en sonlarında yer almaktadır. 2022 yılında 190 bin ton üretim beklenmektedir. Türkiye'de soya üretiminin yaklaşık % 57'si Adana ve Hatay illerinde yapılmaktadır (TÜİK,2022). Türkiye'de soya tüketimi 2021 yılında 2,9 milyon tona ulaşmıştır. Ancak tüketimin sadece % 6'ı yerel üretimle diğer kalan kısmının yaklaşık % 94'ü ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Küresel ısınmayla birlikte ortaya çıkan kuraklıkla mücadele etmek ve gıda krizinde önemi artan bitkisel yağ açığını gidermek için hem Türkiye'de hem de dünyada soya çalışmalarına daha fazla önem verilmelidir.

Soya bitkisi genel olarak farklı iklim bölgelerine adapte olup dünyanın pek çok yerinde yetiştirilebilmektedir. Soya yetiştiriciliğinde en iyi verim performansı yetiştirme sezonunda sıcaklığın 18°C-40°C aralığındaki bölgelerden elde edilmektedir. Mayıs-Eylül ayları arasında ise 25°C olduğu bölgeler soya yetiştiriciliği için idealdir. Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi ikinci ürün soya yetiştiriciliği için uygun iklim ve topoğrafik yapıya sahiptir. (Çubukçu ve ark., 2020). İklim koşullarına daha kolay uyum sağlayan, daha yüksek tane ve yağ verim performansı gösteren çeşitler, farklı bölgelerdeki üreticiler tarafından daha çok tercih edilmektedir. Bu nedenle istenilen genotiplerin tane verimlerinin farklı çevre koşullarında çok fazla dalgalanma göstermemesi ve daha stabil sonuçlar vermesi son derece önemlidir. G x E (Genotip x çevre) etkileşimi, uzun yıllar süren yoğun çalışmalar

sonucunda geliştirilen çeşitlerin değişen çevre koşullarına göre performanslarının farklılık göstermesi olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu etkileşim farklı ortamlardaki genotiplerin verim sırasını değiştirmiyorsa çeşit önerisi açısından bir sorun yoktur (Atakişi ve Kaya, 2002). Genotipxçevre etkileşimi, verim performansına yönelik yapılan denemelerde kendini göstermektedir. Bununla birlikte, verim denemeleri kurmanın temel amacı, mevcut verileri kullanarak gelecekte en iyi çeşidin performansını tahmin etmektir. Genotipxçevre etkileşimi, bir genotipin farklı çevrelerde etkinliğini devam ettirmesi ve stabil genotiplerin tanımlanmasını ve seçilmesini sıklıkla engellediği için verimi ve üretimi etkilemektedir (Khomari ve ark., 2017; Ansarifard ve ark., 2020). Stres koşulları altında tane verimi açısından kararlı olan çeşitleri belirlemek ve genotip*çevre etkileşiminin etkisini ortaya çıkarmak için her gün daha karmaşık istatistiksel modellere ihtiyaç duyulmaktadır. Genotipxçevre interaksyonu analizinde “uyarlanabilirlik” ve “kararlılık” olmak üzere iki terim ön plana çıkmaktadır. Uyarlanabilirlik ve kararlılık terimleri, genotiplerin çevresel uyaranları olumlu bir şekilde özümseme potansiyeli ile ilgilidir. Kararlılık, çevresel kalite değişimlerinin bir fonksiyonu olarak, genotiplerin mümkün olan en sabit performansı sergileme kapasitesi olarak kabul edilir (Cruz ve ark., 2014; Ramalho ve ark., 2012). Bu nedenle yetiştiricinin, biri diğerini tamamlayan en az iki metodolojiye dayalı kararlar alması gerekir (Cruz ve

Carneiro, 2006; Silveira ve ark., 2016). İdeal bir çeşit, ortalama verimi yüksek ve farklı ortamlarda çok az verim değişikliği gösteren bir genotiptir. Bu nedenle stabilize analizleri ıslah programlarının önemli bir parçasıdır (İlker ve ark., 2018). Genel olarak, ikinci ürün soya yetiştiriciliğinde ana mahsulün kışlık tahıllar olduğu ikinci mahsul olarak soya ekimi olarak gerçekleştirilmektedir. Stabil ve yüksek verimli genotiplerin yanı sıra ikinci ürün koşullarına uygun erkenci genotipleri belirlemek için çok lokasyonlu denemelere ihtiyaç vardır. Böylece ikinci ürün koşullarında genotip*çevre etkileşiminin önemli aktivitesinden yararlanılarak genotiplerin stabilitesi ve verim performansı açısından doğru karar vermek mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmadaki temel amaç, ikinci ürün soya yetiştiriciliğinde farklı çevre koşullarından elde edilen tohum verimi bakımından genotip, çevre ve genotip*çevre etkileşiminin etkisini görmek, stabil çeşitleri belirlemek ve hem çeşit önerisinde bulunabilmek hem de ıslah çalışmalarına katkı sağlamaktır.

Materyal ve Yöntem

Materyal: Çalışma, 2016-2017 yıllarında 2 lokasyonda 9 çeşitle yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan çeşitlere ait bilgiler Çizelge 1’de, lokasyonlara ait bilgiler Çizelge 2’de, lokasyon ve yıllara ait iklim değerleri (ikinci ürün sezon ortalamaları) Çizelge 3’de detaylı olarak sunulmuştur.

Çizelge 1. Çeşitlere ait bazı bilgiler

Çeşit adı	Çeşit Sahibi Kuruluş	Tescil Yılı	Islah Yeri	Bin Tohum Ağırlığı (g)	Bitki Boyu (cm)	İlk Bakla Yüksekliği (cm)	Fizyolojik Olum Gün Sayısı	Ham Protein Oranı (%)	Ham Yağ oranı (%)
Lider	Progen Tohum A.Ş.	2014	ABD	141-215	59-89	5-15	101-139	43	15
Bravo	Progen Tohum A.Ş.	2011	Türkiye	101-178	41-121	2-13	102-111	30	20
Arısoy	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2006	Türkiye	137-216	77-118	11-22	88-138	31	23
Ataem 7	Batı Akdeniz Tarımsal Arş. Ens. Müd.	2006	Türkiye	148-166	108-145	9-21	120-181	32	24
Nova	May Agro Tohumculuk San. ve Tic. A.Ş. Bahri Dağdaş	2005	ABD	117-155	63-113	4-13	84-124	24	34
Sarıgelin	Uluslararası Tar. Araş. Ens. Müd.	2018	Türkiye	129-176	85-107	8-10	101-113	36	24
Atlas 3616	Atlas Tohum Ltd. Şti.	2018	Türkiye	109-137	89-110	8-12	99-112	37	24
ANP 2018	Doğu Akdeniz Tarımsal Arş.Enst.Müd.	2018	Türkiye	121-131	92-110	8-12	104-113	35	23
Sonya	Progen Tohum A.Ş.	2018	ABD	103-138	60-111	5-9	107-115	39	24

Kaynak: Ankara Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü-2022.

Çizelge 2. Lokasyonlara ait bilgiler

Lokasyon Koordinatları			
Lokasyon	Rakım (m)	Enlem	Boylam
Adana/Ceyhan/Doğankent	12	36°50'57.11"K	35°21'14.62"D
Hatay/Reyhanlı/Melekli	88	36°16'1.90"K	36°19'33.97"D

Çizelge 3. Lokasyonlara ait iklim verileri

İklim Faktörleri									
Lokasyonlar	Toplam Yağış (mm)			Ortalama Sıcaklık (°C)			Ortalama Nem (%)		
	Yıllar			Yıllar			Yıllar		
	2010-2021 (Uzun Yıllar)	2016	2017	2010-2021 (Uzun Yıllar)	2016	2017	2010-2021 (Uzun Yıllar)	2016	2017
Adana/Ceyhan/Doğankent	636	637	671	19,2	20,0	19,9	70,0	70,4	70,3
Hatay/Reyhanlı/Melekli	534	573	356	35,3	19,0	19,0	68,8	69,1	71,5

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü-Ankara

Metot

Bu çalışma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemeler ön bitki olan buğday hasadından hemen sonra Hatay lokasyonunda 29.06.2016 ve 02.07.2017 Adana lokasyonunda ise 23.06.2016 ve 27.06.2017 tarihlerinde kurulmuştur. Denemelerde ekim derinliği 3-5 cm, sıra arası mesafe 60 cm, sıra üzeri mesafe 3-4 cm, parsel uzunluğu 5 m ve 4 sıralı olarak ekim yapılmıştır. Denemede ortadaki 2 sıra hasat edilmiştir. Denemede kullanılan tohumlar 8 kg tohum için 25 cc. 1×10^9 *Bradyrhizobium japonicum* azot bakterisi ile muamele edilmiştir. Denemede $3,6 \text{ kg.da}^{-1}$ saf N ve $9,2 \text{ kg.da}^{-1}$ P_2O_5 gübre kullanılmıştır. Denemede yetiştirme süresince 2 el çapası yapılmıştır. Yetiştirme süresince 6 sulama yapılmış ve yaklaşık 700 mm su ihtiyacı sulama suyu ile karşılanmıştır. Toplamda çiçeklenme öncesi birinci su verilmiş, ayrıca bakla oluşumu ve tane doldurma dönemlerinde 15-20 gün arayla sulama yapılmıştır. Hasat, baklaların %100'e yakınının olgunlaştığı ve tane nem oranının, %13-15'e düştüğü zamanda yapılmıştır. Denemelerde hasat, Hatay lokasyonunda

30.10.2016 ve 25.10.2017 Adana lokasyonunda ise 27.09.2016 ve 16.10.2017 tarihlerinde yapılmıştır. Hasat, ortadaki 2 sıranın sıra başlarından 0.5 m atılarak ($4\text{m} \times 1,2\text{m} = 4,8 \text{ m}^2$) yapılmış, kuruyan tablalardan taneler, el ile ayrılarak temizlenmiştir.

İstatistiksel Analizler: Toplam iki lokasyonda ve iki yıl süre ile 9 soya genotipi ile yürütülen çalışmadan elde edilen tane verimine ait verilerin birleşik varyans analizi tesadüf blokları deneme desenine göre JMP paket programı kullanılarak yapılmış ve önemli olan faktörler AÖF testine tabi tutulmuş ve veriler önemlilik seviyelerine göre gruplandırılmıştır.

Bulgular

Soyada, tane verimi birçok faktörün etkisi altında meydana gelen ancak en çok çevre, genotip veya bu iki varyasyon kaynağının etkileşiminden etkilenen bir karakterdir.

Bileşik varyans analiz sonuçlarına göre; soya genotiplerinde tane verimi bakımından yıl, yıllokasyon interaksyonu önemsiz diğer varyasyon kaynakları % 0.1 ile 0.5 önemlilik seviyesine göre istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Bileşik varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri
Yıl	1	16.2006	16.2006	0,0037
Lokasyon	1	792679	792679	388,0541 **
Yıl*Lokasyon	1	5909.77	5909.77	2,8931
Genotip	8	141540	17692.4	8,6613 **
Yıl*Genotip	8	78313.3	9789.16	4,7923 **
Lokasyon*Genotip	8	42774.9	5346.87	2,6175 *
Yıl*Lokasyon*Genotip	8	84328.8	10541.1	5,1604 **
Hata 1	6	26175.4	4362.57	2,1357
Hata 2	102	208355.5	2042.7	
Toplam	143	1380092.1		

** , $p < 0.01$; * $0.01 < P < 0.05$

Lokasyonların varyasyona katkısı %94.1 olurken, genotipxçevre etkileşiminin ve genotip etkileri sırasıyla %0.6 ve %2.1 katkı sağlamıştır (Çizelge 4). Varyans analiz sonuçları, ortalama tohum verimi için lokasyonlar arasında büyük farklılıklar olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, genotiplerin tohum verimi açısından farklı lokasyonlarda farklı tepkilere sahip olduğunu göstermiştir. Araştırmada elde edilen bulgular kısmen farklı olarak Morsy ve ark. (2015) kareler toplamının %61.8'inin genotipxçevre etkileşimine atfedildiğini, çevre ve genotipin toplam varyasyona katkısının sırasıyla %12.0 ve %11.5 olduğunu bildirmişlerdir.

Adana lokasyonunda 2016 yılında tane verimi 352.4-509.4 kg.da⁻¹ arasında değişim göstermiş en yüksek verim Sonya çeşidinden alınırken, Atlas çeşidi ile aynı grubu paylaşmış ve aralarında önemli bir fark görülmemiş ve en düşük verim ise Arısoy çeşidinden

elde edilmiştir (Çizelge 5). Aynı lokasyonda 2017 yılında tane verimi 300.4-462.6 kg.da⁻¹ arasında değişim göstermiş en yüksek verim Lider çeşidinden, en düşük verim ise Sonya çeşidinden elde edilmiştir. Her iki yılın ortalamasında ise tane verimi 356.1-468.2 kg.da⁻¹ arasında değişim göstermiş en yüksek verim Sonya çeşidinden, en düşük verim ise Nova çeşidinden elde edilmiştir. En yüksek ve en düşük tane veriminin Adana ve Hatay lokasyonlarında farklı olması çevrenin etkisinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bunun yanında Adana ve Hatay lokasyonlarının iklim özelliklerine bağlı olarak farklı çeşitlerin hem veriminde hem de sıralamasında farklılık meydana gelmiştir. Tane verimi genotiplerin genetik özelliğinden etkilenen bir özellik olsa da daha çok çevrenin etkisine bağlı olarak değişebilmektedir. Tüm veriler incelendiğinde Adana lokasyonu ikinci ürün soya yetiştiriciliğine daha uygun bir lokasyon olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5. Soya tane verim (kg.da⁻¹) tablosu

S.No	Çeşitler	Adana			Hatay			Genel Ortalama
		2016	2017	Ortalama	2016	2017	Ortalama	
1	Lider	444.5 ab	462.6 a	451.0 ^{AB}	279.9 ab	358.2 a	319.1 ^A	385.0 ^A
2	Bravo	368.2 bc	457.4 ab	415.4 ^{BC}	316.2 a	254.0 de	285.1 ^{AB}	350.3 ^{BC}
3	Arısoy	352.4 c	435.7 ab	387.0 ^{CD}	271.0 ab	232.5 ef	251.8 ^{BC}	319.4 ^{CD}
4	Ataem 7	392.3 bc	427 ab	394.1 ^{CD}	268.7 ab	300.1 bc	284.4 ^{AB}	339.3 ^{BC}
5	Nova	428.1 a-c	421.4 ab	364.2 ^D	206.1 cd	199.9 f	203.0 ^D	283.6 ^E
6	Sarıgelin	385.1 bc	408.2 ab	356.1 ^{DE}	165.3 d	280.6 cd	222.9 ^{CD}	289.5 ^{DE}
7	Atlas 3616	487.5 a	396.0 b	447.9 ^{AB}	261.1 a-c	234.5 ef	247.8 ^C	347.8 ^{BC}
8	ANP 2018	389.8 bc	327.0 c	412.7 ^{BC}	256.3 bc	331.9 ab	294.1 ^A	353.4 ^{AB}
9	Sonya	509.4 a	300.4 c	468.2 ^A	281.9 ab	224 ef	252.9 ^{BC}	360.7 ^{AB}
	ORTALAMA	417.5	404.0	410.7	256.3	268.4	262.3 ^B	336.5
	DK %	14.62	10.83	15.71	15.85	11.49	18.25	28.62
	AÖF 0,05	89.09	63.88	64.57	59.29	45.03	47.88	67.36

Hatay lokasyonunda 2016 yılında ikinci ürün soyada tane verimi 165.3-316.2 kg.da⁻¹ arasında değişim göstermiş en yüksek verim Bravo çeşidinden, en düşük verim ise Sarıgelin çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 5). Aynı lokasyonda 2017 yılında tane verimi 199.9- 316.2 kg.da⁻¹ arasında değişim göstermiş ve en yüksek verim Lider çeşidinden, en düşük verim ise Nova çeşidinden elde edilmiştir. Her iki yılın ortalamasında ise tane verimi 203.0-319.1 kg.da⁻¹ arasında değişim göstermiş ve en yüksek verim Lider çeşidinden, en düşük verim ise Nova çeşidinden elde edilmiştir. En yüksek ve en düşük tane veriminin farklı yıllarda farklı çeşitlerden elde edilmesi yılların etkisinin yüksek olduğunu göstermektedir. Yani yılların iklim özelliklerine bağlı olarak farklı çeşitlerin hem veriminde hem de sıralamasında farklılık meydana gelmiştir. Tane

verimi genotiplerin genetik yapısından etkilenen bir özellik olsa da daha çok çevrenin etkisine bağlı olarak değişebilmektedir. Sudaric ve ark., 2006, soyada yaptıkları çalışmada tohum verimi bakımından çevre, genotip ve genotip*çevre interaksyonunun önemli olduğunu bildirmişlerdir. Birçok araştırmacı tane veriminin daha çok çevreden etkilendiğini ortaya koymuşlardır (Çalışkan ve Arıoğlu, 2004; Yetgin, 2008; Onat ve ark., 2009; Dolapçı, 2012; Arıoğlu ve ark., 2015; Kahraman ve ark., 2019).

Tartışma

Her iki yıl ve lokasyonun ortalamasında tane verimi 283.6-385.0 kg.da⁻¹ arasında değişim göstermiştir. En yüksek tane verimi Lider çeşidi, en düşük tane verimi ise Nova çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Çalışmamızda kullanılan Lider, Bravo, Arısoy, Ataem 7, Nova, Sarıgelin, Atlas 3616, ANP 2018 ve Sonya

çeşitleri Adana lokasyonunda Hatay lokasyonuna göre daha iyi performans göstermişlerdir. Nova, Atlas 3616 ve Sonya çeşitleri iyi çevrede iyi performans gösterirken kötü çevrede kötü performans göstermişlerdir. Bulgularımız Tadesse ve ark., (1997), Carvalho ve ark., (2002), Hossain ve ark., (2003), Oliveira ve ark., (2012), El-Refaey ve ark., (2013) ve Morsy ve ark. (2015), bazı çeşitlerin uygun ortamlarda yüksek verime sahip olduğunu, bazılarının ise kötü ortamlara adapte olduğunu bildirmiştir. Bunun yan ısıra, elde edilen sonuçlar Yothasiri ve Somwang (2000), Primomo ve ark., (2002) ve Oliveira ve ark., (2012) tohum verimi için geniş bir çevre yelpazesinde daha yüksek stabiliteye veya iyi adaptasyona sahip genotiplerin belirlenmesi gerektiğini bildirmiştir.

Tane verimi genotiplerin genetik özelliğine bağlı olarak değişebilmektedir. Bazı genotiplerin genetik özellikleri tane verimi bakımından yüksek, bazılarında daha düşük olabilmektedir. Buna çeşit performansı da diyebiliriz. Böylece çeşitlerin birbirine karşı üstünlükleri genetik özellikten ileri gelmektedir. İslah çalışmalarında tane verimi bakımından yüksek performans gösteren genotipler tescil edilmektedir. Bu çeşitlerin tüm çevre şartlarında yüksek performans göstermesi istenir. Yani geliştirilen çeşitlerin stabil olması ve değişen çevre şartlarından fazla etkilenmeden aynı performansı göstermesi beklenmektedir.

Birçok araştırmacı farklı genotip ve lokasyonlarda yaptıkları çalışmalarda, Çalışkan ve Arıoğlu (2004) tohum verimi; 241-262.8 kg.da⁻¹, Yetgin (2008) 190.8-314.6 kg.da⁻¹, Onat ve ark., (2009) 268.6-485.5 kg.da⁻¹, Dolapçı (2012) 260.37-376.96 kg.da⁻¹, Arıoğlu ve ark., (2013) 275.2-367.4 kg.da⁻¹, Arıoğlu ve ark., (2015) 428.8-537.7 kg.da⁻¹ ve Kahraman ve ark., (2019) 180,1-309.1 kg.da⁻¹ arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen veriler, bir kısım araştırmalarla uyum içindeyken, bir kısmıyla farklı olmuştur. Bu farklılıkların temel nedenleri arasında farklı lokasyon ve farklı iklim ve toprak özellikleri veya kullanılan çeşitlerin genetik yapılarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Birçok çalışmada olumsuz çevre şartlarının soya bitkisinin yetiştirme periyodunda özellikle gelişme ve tohum verimi üzerine negatif etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir (Whingham ve Minor, 1978; Hu ve Wiatrak, 2012; Wheeler ve Von Braun, 2013). Tane verimi bakımından genotipxçevre interaksiyonunun istatistiki anlamda önemli (P<0.01) olduğunu belirlemişlerdir (Çubukçu

ve ark., 2020). Karasu ve ark., (2009), Genotip, yıl, lokasyon etkileri ile genotipxylxlokasyon etkileşiminin önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Soya yetiştiriciliğinde genotipxçevre etkileşimi çalışmalarında iklim koşullarına daha kolay uyum sağlayan, daha yüksek tane ve yağ verimi performansı gösteren çeşitler, farklı bölgelerdeki üreticiler tarafından daha çok tercih edilmektedir. Bu nedenle istenilen genotiplerin tane veriminin farklı çevre koşullarında fazla dalgalanmaması son derece önemlidir. Genotipxçevre etkileşimi, uzun yıllar süren yoğun çalışmalar sonucunda geliştirilen çeşitlerin değişen çevre koşullarına göre farklılık gösteren performansı olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu etkileşim farklı ortamlardaki genotiplerin verim sırasını değiştirmiyorsa çeşit önerisi açısından bir sorun yoktur (Atakişi ve Kaya, 2002). Genotipxçevre etkileşimleri, verim performansı denemelerinde meydana gelmektedir. Bununla birlikte, verim denemeleri kurmanın temel amacı, mevcut verileri kullanarak gelecekte en iyi çeşidin performansını tahmin etmektir. GEI, bir genotipin farklı çevrelerde etkinliğini devam ettirmesi ve stabil genotiplerin tanımlanmasını ve seçmesini sıklıkla engellediği için verimi ve üretimi etkilemektedir (Khomari ve ark., 2017; Ansarifard ve ark., 2020).

Sonuç

Bu çalışma; Adana ve Hatay lokasyonlarında ikinci ürün soya yetiştiriciliğine uygun 9 soya çeşidin tane verimi bakımından performanslarını görmek amacıyla 2016 ve 2017 yıllarında yürütülmüştür. Varyans analiz sonuçlarına göre, Adana lokasyonunda 2016 yılında Sonya çeşidi, Hatay lokasyonunda Bravo çeşidi, her iki lokasyonda ise, 2017 yılında Lider çeşidi ön plana çıkmıştır. Ayrıca genel ortalama da Lider çeşidinden en yüksek tane verimi elde edilmiştir. Sonuç olarak ikinci ürün soya yetiştiriciliğinde çeşitlerin tane verimi bakımından iki yıl ve iki lokasyonda genotip*çevre interaksiyonunun etkisi incelenmiş ve Lider çeşidinin lokasyon ve yıllarda yüksek performans sergilediği, çevrenin etkisinin genotip etkisinden daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Adana lokasyonu, ikinci ürün soya yetiştiriciliği için çevre şartlarının daha elverişli olduğu ve her iki lokasyonda da ikinci ürün soya yetiştiriciliği için Lider çeşidinin önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların katkı beyanı

MY: Araştırmanın; denemelerinin kurulması, tarla gözlemlerinin alınması, istatistiki analizlerin yapılması, analiz tablolarının oluşturulması ve makalenin yazım aşamasına katkı sağlamıştır.

MS: Araştırmanın; denemelerin kurulması, tarla gözlemlerinin alınması ve yazım aşamasında katkı sağlamıştır.

Kaynaklar

- Anonim, (2020). Dünya Soya Pazarı ve Türkiye. Erişim linki: <https://dunya-soya-pazari-ve-turkiye/.html>. Erişim tarihi: 03.10.2022.
- Ansarifard, I., Mostafavi, K., Khosroshahli, M., Reza Bihamta, M., & Ramshini, H. (2020). A study on genotype-environment interaction based on GGE biplot graphical method in sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.). *Food Science and Nutrition*, 8 (7), 3327-3334.
- Arioğlu, H., Özyurtseven, S., Onat B., & Güllüoğlu, L. (2013). İkinci Ürün Koşullarında Bazı Soya [*Glycine max.*(L)Merr] Çeşitlerinin Önemli Bitkisel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi* 10-13 Eylül 2013, Konya, 417-422.
- Arioğlu, H., Bakal, H., Güllüoğlu, L., Kurt, C., Sinan, S., & Onat, B. (2015). Ana Ürün Koşullarında Yetiştirilen Bazı Soya Çeşitlerinin Önemli Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türkiye 11. Tarla Bitkileri Kongresi* 7-10 Eylül 2015, Çanakkale, 358-362.
- Cruz, C.D.; Regazzi, A.J. & Carneiro, P.C.S. 2004. *Biometric Models Applied to Genetic Improvement = Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. Book: Editora da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG: UFV, 1, 514. Brazil (in Portuguese).
- Atakisi, Y.K.İ.K. (2002). Stability analysis of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in different production characteristics. *Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 12 (2), 1 – 20.
- Carvalho, C.G.P., Arias, C.A.A., Toledo, J.F.F., Almeida, L.A., Kühn, R.A. & Oliveira, M.F. (2002). Adaptability and stability study of soybean lines developed for high yield in Paraná State using four methodologies. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 2(2), 247-256.
- Cruz, C.D. & Carneiro, P.C.S. (2006). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, 2: 585p.
- Çalışkan, S. & Arioğlu, H (2004). Amik Ovası koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek soya çeşit ve hatlarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(2), 23-32.
- Çubukçu, P., Karakuş, M., Vurarak, Y., Şahar, A. K. & Yildirim, Ü. A. (2020). İleri Kademe Bazı Soya Hatlarının Adana ve Şanlıurfa Lokasyonlarında Performanslarının Belirlenmesi. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 3(1), 1-16.
- Dolapçı, F., (2012). *Kahramanmaraş Ekolojik Koşullarında Bazı Soya Çeşitlerinin Tohum ve Yağ Verimi ile Verim Unsurlarını Belirlemek Amacı ile Yürütülen Çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- EL-Refaey, E.H. EL-Seidy, R.A., El-Borai, M.A. & Abu Sein, T.M. (2013). Phenotypic stability parameters of yield for some soybean genotypes. *Egypt Journal of Plant Breed.* 17(2), 455-466.
- FAOSTAT, (2022). Dünya Soya Üretimi ve Alanları. Erişim Linki: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim tarihi: 03.10.2022.
- Hossain, M. A., Rahman, L., & Shamsuddin, A. K. M. (2003). Genotype-environment interaction and stability analysis in soybean. *Journal of Biological Sciences*, 3(11), 1026-1031.
- Hu, M., & Wiatrak, P. (2012). Effect of planting date on soybean growth yield and grain quality: Review. *Agronomy Journal*, 140(3), 785-790.
- İlker, E., Kocaturk, M., Kadiroğlu, A., Altınbaş, M., Yildirim, A., Ozturk, G. & Yıldız, H. (2018). Stability analyses for double cropping in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Turkish Journal of Field Crops*, 23(2), 80-84.
- Karasu, A., Öz, M., Göksoy, A. T., & Turan, Z. M. (2009). Genotype by environment interactions, stability, and heritability of seed yield and certain agronomical traits in soybean. *African Journal of Biotechnology*, 8(4), 580-590.
- Khomari, A., Mostafavi, K., & Mohammadi, A. (2017). Stability study of yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars using AMMI method. *Journal of Crop Breeding*, 9(23), 117-124.
- Kinney, A.J., & Clemente, T.E. (2004). Modifying soybean oil for enhanced performance in biyodisel blends. *Fuel Processing Technology*, 86(10), 1137-1147.
- Liu, K., (1997). *Soybeans Chemistry, Technology, and Utilization*. Chapman & Hall, New York, USA.
- Lopes da Silva, Borem, F., Sediya, A. & Ludke, T. (2017). *Soybean Breeding*. Springer, USA.
- Morsy, A. R., Fares, W. M., Ragheb, S. B., & Ibrahim, M. A. (2015). Stability analysis of some soybean genotypes using a simplified statistical model. *Journal of Plant Production*, 6(12), 1975-1990.

- OECD-FAO, (2019). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028*. Chapter 2. Latin American Agriculture: Prospects and Challenges.
- Oliveira, L.G., O.T. Hamawaki, G.A., Simon, L.B., Sousa, A.P.O., Nogueira, D.F., Rezende & Hamawaki, C.D.L. (2012). Adaptability and stability of soybean yield in two soybean producing regions. *Biosciences. Journal, Uberlândia* 28(6), 852-861.
- Onat B. (2012). *Erken ve Geç Ekilen İkinci Ürün Soyada Çift Sıralı Ekim Yönteminde Farklı Bitki Yoğunluklarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Öner, T., (2006). *Soya Sektör Raporu*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları. Ekim 2006.
- Primomo, V.S., Falk, D.E., Ablett, G.R., Taner, J.W., & Rajcan, I. (2002). Genotype x environment interactions, stability, and agronomic performance of soybean with altered fatty acid profiles. *Crop Sciences* 42, 37-44.
- Ramvalho, M.A.P., Ferreira, D.F., & Oliveira, A.C. (2012). *Experimentação em genética e melhoramento de plantas*. Lavras, Ufla.
- Silveira, D.A., Pricinotto, L.F., Nardino, M., Bahry, C.A., Prete, C.E.C., & Cruz. L. (2016). Determination of the adaptability and stability of soybean cultivars in different locations and at different sowing times in Paraná state using the AMMI and Eberhart and Russel methods. *Semina* 37,3973-3982.
- Sudaric, A., Simic, D., & Vratarić M. (2006). Characterization of genotype by environment interactions in soybean breeding programmes of Southeast Europe. *Plant Breeding*, 125, 191-194.
- Tadesse, M., Elmi, A., Mebrahtu, T., & Abdulkadir, E. (1997). Stability analysis of vegetable soybean. *Soybean Genetics Newsletter* 24, 214-216.
- TUİK, (2022). Türkiye'de soya üretimi ve alanları. Erişim Linki: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi: 03.10.2022.
- Uçum, İ., (2016). ARIMA modeli ile Türkiye soya üretim ve ithalat projeksiyonu. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 24-31.
- Yetgin, S. (2008). *Çukurova bölgesinde ana ürün koşullarında bazı soya çeşit ve hatlarının verim ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 20-40.
- Yothasiri, A., & Somwang, T., (2000). Stability of soybean genotypes in Central Plain Thailand. *Kasetsart J. Nat. Sci.* 34, 315-322.
- Wigham, D. K., & Minor, H. C. (1978). *Agronomic characteristics and environmental stress. soybean physiology, agronomy and utilization*. (Ed. A.G. Norman), Academic Press. London.
- Wheeler, T., & Braun J. V. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, 341, 508-513.