

Farklı çevre koşullarında bazı pamuk genotiplerinin verim ve verim öğeleri yönünden performanslarının değerlendirilmesi

Evaluation of the performance of some cotton genotypes in terms of yield and yield components under different environmental conditions

Fatma KURT¹, Nazlı AYBAR YALINKILIÇ², Yaşar AKIŞCAN³

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Hatay, Türkiye

²Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş, Türkiye

³Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Hatay, Türkiye

ARTICLE INFO	ÖZET
Article history: Received / Geliş: 26.11.2025 Accepted / Kabul: 10.01.2026 Anahtar Kelimeler: Kütlü verimi Lif verimi Genotip x çevre etkileşimi GGE biplot Keywords: Seedcotton yield Fiber yield Genotype x environment interaction GGE biplot ✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Yaşar AKIŞCAN yakiscan@mku.edu.tr Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.  	Bu çalışmada, materyal olarak kullanılan altı pamuk genotipinin dört farklı çevrede verim ve bazı verim öğelerine ilişkin performansları incelenmiştir. Çalışma sonucunda, incelenen kütlü verimi, lif verimi, çırcır randımanı ve yüz tohum ağırlığı özellikleri yönünden genotipler, çevreler ve genotip x çevre etkileşimleri arasındaki farklılıkların %1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada kütlü verimi, lif verimi, çırcır randımanı ve yüz tohum ağırlığının en yüksek olduğu çevre Hatay-2021 olmuştur. Buna karşın en düşük yüz tohum ağırlığı ise Adana-2021'de saptanmıştır. Materyal olarak kullanılan pamuk genotiplerinden DP332, kütlü verimi, lif verimi ve çırcır randımanı açısından en yüksek performansı sergilerken, en düşük yüz tohum ağırlığı ile de öne çıkmaktadır. Genotip x çevre etkileşimi bakımından ise kütlü verimi, lif verimi ve çırcır randımında DP332 x Hatay-2021 etkileşimi belirgin şekilde öne çıkmıştır. GGE biplot analizi, DP332 ve F-325 genotiplerinin verim ve verim bileşenleri açısından öne çıktığını ve dolayısıyla bütün çevrelerde önerilebileceğini göstermiştir. Çalışma sonucunda, pamuk genotiplerinin farklı çevre koşullarındaki verim performanslarının belirlenmesinde ve genotip x çevre ilişkilerinin analiz edilmesinde GGE biplot analizlerinin yararlı bilgiler sunduğu tespit edilmiştir. ABSTRACT In this study, the performance of six cotton genotypes used as materials was investigated in terms of yield and some yield components across four different environments. As a result of the study, it was determined that the differences between genotypes, environments, and genotype x environment interactions for the investigated seedcotton yield, fiber yield, ginning percentage, and seed index were significant at the 1% level. The environment where the highest seedcotton yield, fiber yield, ginning percentage, and seed index were observed was Hatay-2021. In contrast, the lowest seed index was found in Adana-2021. Among the cotton genotypes used as materials, DP332 exhibited the highest performance for seedcotton yield, fiber yield, and ginning percentage, while also standing out with the lowest seed index. In terms of genotype x environment interaction, the DP332 x Hatay-2021 interaction was distinctly superior for seedcotton yield, fiber yield, and ginning percentage. The GGE biplot analysis revealed that the DP332 and F-325 genotypes performed well in terms of yield and yield components and could therefore be recommended for all environments. The study concluded that GGE biplot analysis provided valuable information in determining the yield performance of cotton genotypes under different environmental conditions and in analyzing genotype x environment interactions.
Cite/Atf	Kurt, F., Aybar Yalınkılıç, N., & Akışcan, Y. (2026). Farklı çevre koşullarında bazı pamuk genotiplerinin verim ve verim öğeleri yönünden performanslarının değerlendirilmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 31(2), 271-280. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1831078

GİRİŞ

Tekstil sektörünün hammaddesini oluşturan pamuk, dünyada en yaygın olarak yetiştirilen doğal lif kaynağıdır (Khan ve ark., 2020). Çeşitli kullanım alanlarının yanında yarattığı istihdam olanakları ve katma değerinin yüksek olması da pamuğu üreten ve tüketen ülkeler açısından vazgeçilmez bir ürün haline getirmiştir (Akışcan, 2025). Pamuk küresel olarak dünyada 80’den fazla ülkede yetiştirilmektedir (Zhu ve ark., 2023). Dünya pamuk üretiminde Hindistan birinci sırada yer alırken bunu sırası ile ABD ve Çin izlemektedir. Benzer şekilde birim alandan elde edilen verim açısından pamuk üreticisi ülkeler kıyaslandığında önde gelen ülkeler sırasıyla Avustralya, Çin ve Brezilya olarak sıralanmaktadır. Türkiye, pamuk ekim alanı açısından dünyada 11., üretim miktarında 7., birim alandan elde edilen kütlü pamuk veriminde ise 5. sırada yer almaktadır. Türkiye’de 2021/22 üretim sezonunda 432 bin hektar alanda pamuk üretimi gerçekleşmiş olup bu bağlamda en fazla üretim Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yapılırken bunu sırasıyla Çukurova, Ege ve Antalya bölgeleri izlemiştir (Özüdoğru, 2023).

Pamuk yetiştiriciliğinin ana hedefi verim ve lif kalitesi yüksek ürün elde etmektir. Bu bağlamda üretim desenine konu olan çeşitler ve çeşitlerin bölgenin ekolojik koşullarında gösterdiği performansları başarılı bir üretim için önemli faktörlerdir. Pamuk tarımında birim alandan yüksek verim ve kaliteli lif özelliklerine sahip ürün elde etmek için çeşitli stratejiler geliştirilmektedir. Ancak küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla çeşitli çevre koşullarında istikrarlı ve adaptasyon yeteneği yüksek çeşitlerin geliştirilmesine olan ihtiyaç giderek artmaktadır (Hall ve Richards, 2013; Li ve ark., 2019). Bu açıdan, genotiplerin çeşitli yıllarda ve ortamlarda ne kadar iyi performans gösterdiklerine göre sıralandığı genotip x çevre araştırmaları önem kazanmaktadır.

Genotip x çevre (GxE) interaksyonu çalışmaları, bir genotipin belirli bir tarımsal özellik açısından farklı çevrelerde gösterdiği performansını değerlendirmek amacıyla yürütülmektedir (Campbell ve Jones, 2005). Pamukta verim ve lif kalite kriterleri genotip ve çevre interaksyonlarından önemli ölçüde etkilenmektedir (Scarpin ve ark., 2025). Bu nedenle, belirli bir çevre için uygun pamuk çeşidinin belirlenmesi ve yeni geliştirilen ileri hatların farklı çevrelerdeki performanslarının belirlenmesi pamuk yetiştiriciliği açısından önem arz etmektedir. Pamuk tarımında verim ve kaliteyi etkileyen birçok faktör olmasına rağmen herhangi bir yetiştirme ortamında uygun çeşidin seçilmesi maksimum ürün potansiyeli üzerinde en büyük etkiye sahiptir (Constable ve Bange, 2015). Yetiştiricilerin bulundukları bölgeye en uygun çeşidi seçmeleri, tarla denemelerinde yapılacak olan çeşit performans çalışmaları ile mümkündür (Scarpin ve ark., 2025). Böylelikle belirli bir bölge için en uygun genotiplerin seçilmesi amacıyla yapılan çalışmalar birden fazla yılda ve lokasyonda yürütülmektedir. Söz konusu çalışmalar potansiyel pamuk çeşitlerinin farklı lokasyonlarda kütlü verimi ve lif kalitesi de dâhil birçok tarımsal özellik açısından değerlendirilmesini sağlamaktadır.

Bu çalışma dört farklı çevre koşulunda (iki lokasyonda, 2 yıl) yetiştirilen pamuk genotiplerinin verim ve bazı verim öğeleri açısından genotip x çevre interaksyonlarını belirlemek ve incelenen özellikler yönünden çalışmaya konu olan çevre koşullarına uygun genotipleri tespit etmek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, 2020 ve 2021 yıllarında Adana ve Hatay lokasyonlarında, 4 ileri hat (F-118, F-202, F-325 ve) ve 2 standart çeşit (DP332 ve Gloria) olmak üzere 6 pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) genotipi ile yürütülmüştür. Çalışmaya ilişkin denemeler ilgili yıllarda Adana / Yüreğir ve Hatay / Kırıkhan ilçelerinde çiftçi koşullarında kurulmuştur. Akdeniz iklim kuşağında yer alan Adana ve Hatay illerinde kış mevsimi ılık ve yağışlı, yaz mevsimi ise kurak ve sıcak geçmektedir. Çalışmaya ilişkin denemeler Tesadüf Blokları Deneme Desenine uyarınca 12m uzunluğundaki 4 sıralı parsellere, sıra arası 75 cm olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak mibzerle ekilmiştir. Bitkilerin boyu yaklaşık 15 cm’ye ulaştığında sıra arası 15 cm olacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Denemeler vejetasyon dönemi boyunca bitki izleme teknikleri uyarınca kontrol edilmiş ve 4 kez sulanmıştır. Zararlı ve yabancı

otlara karşı kültürel mücadele yapılmış ve parseller gerekli görüldükçe ilaçlanmıştır. Denemeler, 18 kg da⁻¹ azot (N), 10 kg da⁻¹ fosfor (P₂O₅) ve 10 kg da⁻¹ potasyum (K₂O) olacak şekilde gübrelenmiştir. Gübreleme 10 kg da⁻¹ azot ile fosfor ve potasyumun tamamı kompoze gübre (15-15-15) formunda ekimle birlikte tabana, azotun kalanı ise ilk sulama öncesinde üst gübre olarak verilmiştir.

Denemeler hasat olgunluğuna geldiğinde parsellerin baş ve sonundan 1 metre kenar tesiri olarak ayrılmış ve kalan 10 m'nin orta iki sırasından hasat bir defada elle yapılmıştır. Her parselden elde edilen kütlü pamuk miktarı tartılmış ve kg da⁻¹ olarak kütlü verimi hesaplanmıştır. Ardından alınan 500 g'lık kütlü örnekleri Rollergerin tipi çırçır makinesiyle çırçırlanmış lif ve tohum olarak ikiye ayrılmıştır. Elde edilen lif tartılıp kütlü ile oranlanarak çırçır randımanı % olarak belirlenmiştir. Lif verimi kütlü veriminin çırçır randımanı ile oranlanması ile hesaplanmış ve yüz tohum ağırlığı ise elde edilen tohumlardan rastgele 4 adet 100 tohum sayılıp ağırlıklarının ortalaması alınarak saptanmıştır.

Çalışmada incelenen bu özelliklere ilişkin veriler çevreler birleştirilerek Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre JMP istatistik paket programı (JMP, 2012) aracılığıyla varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve çevreler, genotipler ve genotip x çevre interaksiyonu değerleri arasında önemli düzeyde istatistiksel farklılık saptanan özellikler TUKEY çoklu karşılaştırma testiyle %5 önem seviyesinde gruplandırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı çevre koşullarında 6 pamuk genotipinin verim ve bazı verim öğelerinin incelendiği bu çalışma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Yapılan varyans analizi sonucunda, çevreler, genotipler ve genotip x çevre interaksiyonları arasında incelenen kütlü verimi, lif verimi, çırçır randımanı ve yüz tohum ağırlığı özellikleri yönünden istatistiksel olarak P<0.01 düzeyinde önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışma sonucunda elde edilen kütlü verimi, lif verimi, çırçır randımanı ve yüz tohum ağırlığı özelliklerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Table 1. Analysis of variance results for seed cotton yield, fiber yield, ginning percentage, and seed index characteristics obtained from the study

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması			
		Kütlü Verimi (kg da ⁻¹)	Lif Verimi (kg da ⁻¹)	Çırçır Randımanı (%)	Yüz Tohum Ağırlığı (g)
Tekerrür	3	705.611	329.92	2.888	0.523
Çevre	3	133996.00**	21461.10**	63.172**	8.885**
Hata (Çevre x Tekerrür)	9	338.82	108.69	3.341	0.218
Genotip	5	3530.87**	1063.61**	21.115**	6.222**
Çevre x Genotip	15	5452.09**	961.20**	2.920**	2.582**
Hata	60	620.80	119.51	1.014	0.436
C.V. (%)		4.921	5.431	2.530	6.217

Farklı çevre koşullarında pamuk genotiplerine ilişkin olarak saptanan ortalama kütlü verimi değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, pamuk genotiplerine ilişkin kütlü verimlerinin 478.21 kg da⁻¹ ile 518.08 kg da⁻¹ arasında değiştiği ve DP332, F-118, F-325, F-411 ve Gloria çeşitlerinin sırasıyla en yüksek kütlü verimi değerleri ile "A" grubunda yer aldığı saptanmıştır. Ayrıca çalışmada çevrenin kütlü verimi üzerine önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kütlü verimi 2021 yılında Hatay lokasyonunda (576.66 kg da⁻¹) elde edilirlen en düşük kütlü verimi ise 2021 yılında Adana lokasyonunda (403.54 kg da⁻¹) elde edilmiştir. İlaveten 2021 yılında Adana lokasyonunda genotiplerin en kötü performanslarını sergiledikleri dikkat çekmektedir. Genotip x çevre interaksiyonları incelendiğinde, F-202, F-325, F-411 ve DP332 genotiplerinin 2020 yılında Hatay, F-

118, F-325, F-411, DP332 ve Gloria genotiplerinin ise 2021 yılında Hatay lokasyonunda yüksek verim değerlerine ulaştığı görülmektedir. Kütlü verimi yönünden pamuk genotipleri arasında gözlemlenen önemli varyasyonların genotiplerin genetik yapılarındaki farklılıklarla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca genotiplerin farklı çevresel faktörlere gösterdikleri farklı tepkiler önemli interaksiyonların ortaya çıkmasında başlıca etken olabilir. Kütlü veriminin çevre koşullarına bağlı olarak değişen poligenik bir özellik olduğu bildirilmektedir (Riaz ve ark., 2013; Abro ve ark., 2022). Konu ile ilgili çeşitli araştırmacılar tarafından farklı çevrelerde yapılan çalışmalarda sonucunda da pamukta kütlü verimi üzerine hem genotiplerin genetik yapısının hem de çevrenin önemli derecede etkili olduğu bildirilmiştir (Yüksekkaya ve Ünay, 2002; Kılıç ve Harem 2006; Campbell ve Jones 2005; Mudada ve ark., 2007; Güvercin ve ark., 2017; Naveed ve ark., 2006).

Çizelge 2. Kütlü verimi (kg da^{-1}) değerlerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar*

Table 2. Mean values and groups for seedcotton yield (kg da^{-1})*

Genotipler	Çevreler				Ortalama
	Hatay-2020	Hatay-2021	Adana-2020	Adana-2021	
F-118	504.75 ^{E-H}	585.50 ^{ABC}	528.28 ^{B-G}	450.27 ^{HI}	517.20 ^A
F-202	549.46 ^{A-F}	511.00 ^{D-H}	489.76 ^{FGH}	362.58 ^{JK}	478.21 ^B
F-325	550.50 ^{A-F}	593.75 ^{AB}	503.25 ^{E-H}	402.25 ^{IJ}	512.43 ^A
F-411	577.96 ^{A-D}	601.00 ^A	522.22 ^{C-G}	333.54 ^K	508.68 ^A
DP332	554.25 ^{A-F}	605.75 ^A	505.32 ^{E-H}	407.00 ^{IJ}	518.08 ^A
Gloria	510.25 ^{E-H}	563.00 ^{A-E}	474.50 ^{GH}	465.72 ^{GHI}	503.36 ^{AB}
Ortalama	541.19 ^B	576.66 ^A	503.88 ^C	403.54 ^D	

*Farklı harflerle gösterilen değerler TUKEY testi uyarınca %5 önem seviyesinde farklıdır.

Çizelge 3. Lif verimi (kg da^{-1}) değerlerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar *

Table 3. Mean values and groups for fiber yield (kg da^{-1})*

Genotipler	Çevreler				Ortalama
	Hatay-2020	Hatay-2021	Adana-2020	Adana-2021	
F-118	190.00 ^{F-J}	236.52 ^{ABC}	200.30 ^{E-I}	187.23 ^{G-J}	203.51 ^{AB}
F-202	218.90 ^{C-F}	213.15 ^{C-H}	193.77 ^{F-J}	152.20 ^{KL}	194.50 ^B
F-325	216.80 ^{C-F}	252.94 ^{AB}	194.27 ^{F-J}	167.19 ^{JK}	207.80 ^A
F-411	209.24 ^{C-H}	234.31 ^{BCD}	193.73 ^{F-J}	136.51 ^L	193.44 ^B
DP332	215.44 ^{C-G}	265.41 ^A	205.12 ^{D-I}	166.70 ^{JK}	213.16 ^A
Gloria	193.36 ^{F-J}	225.31 ^{B-E}	176.54 ^{JK}	185.82 ^{HIJ}	195.25 ^B
Ortalama	207.29 ^B	237.94 ^A	193.95 ^C	165.96 ^D	

*Farklı harflerle gösterilen değerler TUKEY testi uyarınca %5 önem seviyesinde farklıdır.

Çizelge 3 incelendiğinde, genotiplerin lif verimi değerlerinin $213.16 \text{ kg da}^{-1}$ ile $193.44 \text{ kg da}^{-1}$ arasında farklılık gösterdiği, DP332, F-202 ve F-118 genotiplerinin en yüksek lif verimi ile "A" grubunda yer aldığı görülmektedir. Çalışmaya konu olan çevreler lif verimi açısından karşılaştırıldığında, 2021 yılında Hatay lokasyonunun $237.94 \text{ kg da}^{-1}$ ile en yüksek lif verimine sahip olduğu, buna karşın 2021 yılında Adana lokasyonunun ise en düşük lif verimi değerini ($165.96 \text{ kg da}^{-1}$) verdiği dikkat çekmektedir. Bu durum farklı çevrelerde pamuk genotiplerinin agronomik özelliklerinde önemli değişikliklerin olduğunu ve özellikle lif veriminin önemli ölçüde etkilendiğini bildiren Zeng ve ark. (2014)'nın bulgularını desteklemektedir. Lif verimi yönünden genotip x çevre interaksiyonu değerleri incelendiğinde, en yüksek lif verimi değerlerine sahip genotiplerin yer aldığı "A" grubunda DP332, F-325 ve F-118 genotiplerinin 2021 yılında Hatay lokasyonunda gösterdikleri performansla yer aldıkları görülmektedir. Campbell ve Jones (2005), genotip x çevre interaksiyonunun pamuğun bütün tarımsal özelliklerini önemli derecede etkilediğini ancak en büyük etkisinin ise lif verimi üzerinde olduğunu bildirmiştir. Farklı çevrelerde pamuğun performansını inceleyen çeşitli çalışmalar sonucunda lif verimi açısından üstün genotiplerin seçiminde genotip x çevre

interaksiyonunun önemli olduğu bildirilmiştir (Geng ve ark., 1987; Meredith, 1984; Meredith ve Bridge, 1984; Kılı ve ark., 2005).

Çizelge 4'den genotiplere ilişkin çırçır randımanı değerlerinin % 41.06 ile % 38.28 arasında değiştiği ve en yüksek çırçır randımanına sahip genotiplerin bulunduğu "A" grubunda DP332, F-202 ve F-325 genotiplerinin yer aldığı izlenebilmektedir. Buna karşın F-411 (%38.28) ve Gloria (%38.76) genotiplerinin ise en düşük çırçır randımanına sahip genotiplerin bulunduğu "C" grubunda yer aldığı görülmektedir. Anılan çizelgeden çevrelere ait çırçır randımanı incelendiğinde, Hatay-2021 (% 41.25) ve Adana-2021 (% 41.15)'in anılan özellik açısından en yüksek değeri veren çevreler olduğu izlenmektedir. Mukoyi ve ark. (2018) çevrenin ve genotiplerin çırçır randımanı üzerinde önemli etkisinin olduğunu ve çırçır randımanının farklı çevrelerde % 40.88 ile % 45.27 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çizelge 4 genotip x çevre interaksiyonu yönünden incelendiğinde, genotiplerin çırçır randımanı performanslarının farklı çevre koşullarında değişiklik gösterdiği izlenebilmektedir. Subbarayan ve ark. (2024) benzer şekilde çırçır randımanı için genotip x çevre interaksiyonunda önemli etkileşimlerin olduğunu ve çırçır randımanının farklı lokasyonlarda % 33.63 ile % 39.73 arasında değiştiğini vurgulamıştır. Çırçır randımanını etkileyen en önemli faktör genotip iken tarımsal uygulamalar ve çevre koşullarının ise anılan özelliğin değişiminde etkili ikinci faktör olduğu bildirilmektedir (Subhan ve ark., 2021).

Çizelge 4. Çırçır randımanı (%) değerlerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar*

Table 4. Mean values and groups for ginning percentage (%)*

Genotipler	Çevreler				Ortalama
	Hatay-2020	Hatay-2021	Adana-2020	Adana-2021	
F-118	37.63 ^{H-K}	40.40 ^{B-G}	37.90 ^{G-K}	41.65 ^{A-D}	39.38 ^B
F-202	39.85 ^{C-I}	41.73 ^{ABC}	39.58 ^{C-J}	42.00 ^{ABC}	40.78 ^A
F-325	39.40 ^{C-J}	42.60 ^{AB}	38.60 ^{F-K}	41.55 ^{A-E}	40.53 ^A
F-411	36.20 ^K	39.00 ^{D-J}	37.10 ^{JK}	40.93 ^{B-F}	38.28 ^C
DP332	38.90 ^{E-K}	43.83 ^A	40.60 ^{B-G}	40.93 ^{B-F}	41.06 ^A
Gloria	37.90 ^{G-K}	40.00 ^{B-H}	37.20 ^{JK}	39.93 ^{B-H}	38.76 ^{BC}
Ortalama	38.31 ^B	41.25 ^A	38.48 ^B	41.15 ^A	

*Farklı harflerle gösterilen değerler TUKEY testi uyarınca %5 önem seviyesinde farklıdır.

Yüz tohum ağırlıklarının 11.25 g ile 9.63 g arasında farklılık gösterdiği ve en yüksek yüz tohum ağırlığına sahip genotiplerin yer aldığı "A" grubunda F-411, F-118 ve Gloria genotiplerinin yer aldığı Çizelge 5'den izlenebilmektedir. Aynı çizelgeden en düşük yüz tohum ağırlığına sahip genotipin bulunduğu "C" grubunda ise DP332 çeşidinin yer aldığı görülmektedir. Çevrelere ait yüz tohum ağırlığı değerleri incelendiğinde, Hatay-2021 (11.37 g)'in anılan özellik açısından en yüksek değeri veren "A" grubunda, Adana-2020 (10.33 g) ve Adana-2021 (9.96 g) çevrelerinin ise en düşük değeri veren çevrelerin bulunduğu "C" grubunda yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 5. Yüz tohum ağırlığı (g) değerlerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar*

Table 5. Mean values and groups for seed index (g)*

Genotipler	Çevreler				Ortalama
	Hatay-2020	Hatay-2021	Adana-2020	Adana-2021	
F-118	10.53 ^{DEF}	12.43 ^{ABC}	11.20 ^{BCD}	10.63 ^{DEF}	11.19 ^A
F-202	10.45 ^{DEF}	11.23 ^{A-D}	9.85 ^{DEF}	9.90 ^{DEF}	10.36 ^B
F-325	10.48 ^{DEF}	10.53 ^{DEF}	10.10 ^{DEF}	10.33 ^{DEF}	10.36 ^B
F-411	12.85 ^{AB}	11.40 ^{A-D}	10.93 ^{CDE}	9.83 ^{DEF}	11.25 ^A
DP332	9.65 ^{DEF}	9.65 ^{DEF}	9.20 ^{EF}	10.00 ^{DEF}	9.63 ^C
Gloria	10.85 ^{C-F}	13.00 ^A	10.73 ^{C-F}	9.10 ^F	10.92 ^{AB}
Ortalama	10.80 ^B	11.37 ^A	10.33 ^C	9.96 ^C	

*Farklı harflerle gösterilen değerler TUKEY testi uyarınca %5 önem seviyesinde farklıdır.

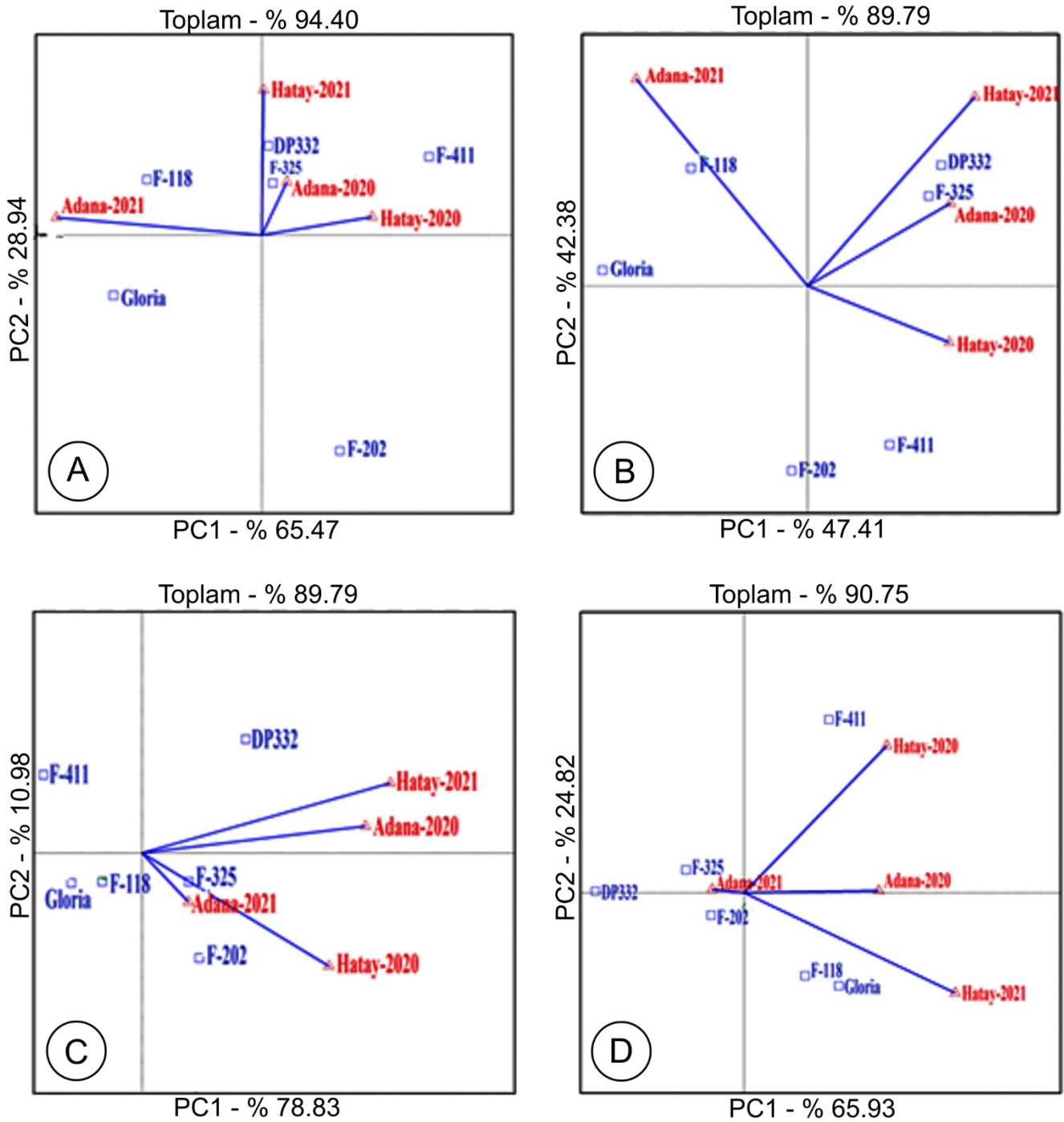
Çizelge 5 genotip x çevre interaksyonu yönünden incelendiğinde, genotiplerin yüz tohum ağırlığı performanslarının farklı çevre koşullarında değişiklik gösterdiği izlenebilmektedir. Bu durum yüz tohum ağırlığının hem genotip hem de çevreden etkilendiği ve bu etkileşimler arasında önemli varyasyonların olduğunu göstermektedir. Mudada ve ark. (2017) yüz tohum ağırlığı için genotip x çevre interaksyonunun önemli olmadığını anılan özellik için sadece genotipler arasında anlamlı farklılıkların olduğunu bildirmiştir. Bunun aksine Abd El Samad ve ark. (2017) yüz tohum ağırlığının genotip x çevre interaksyonundan önemli ölçüde etkilendiğini ve bu değer farklı çevrelerde 10.40 g ile 7.90 g arasında değiştiğini belirtmiştir. Bulgularımız Abd El Samad ve ark. (2017)'nin bulgularını destekler niteliktedir. Gül ve ark. (2016) Yüz tohum ağırlığındaki farklılığın önemli bir kısmının (% 85.76) çevrenin etkisinden kaynaklandığını ifade etmiştir.

GGE biplot analizi

Çalışmada altı pamuk genotipinin verim ve verim özellikleri ile lokasyonlar arasındaki çoklu değişken ilişkileri belirlemek için hem genotipler hem de incelenen özelliklerin temel bileşen analizi biplot grafiği ile görselleştirilmiştir. GGE biplot analizinde PC1 (1. Ana bileşen) genotiplerin verimliliğini, PC2 (2. Ana bileşen) ise genotiplerin stabilitesini temsil etmektedir (Sayar ve Han, 2015; Kendal ve Sayar, 2016; Yan ve ark., 2000). Böylelikle ideal bir genotipin incelenen özellikler açısından yüksek PC1 değerine ve sıfıra yakın PC2 değerine sahip olması istenmektedir (Farshadfar ve ark., 2013; Kendal ve ark., 2016). Çalışmamızda pamuk genotiplerine ilişkin incelenen özelliklerin ortalama değerleri üzerinden oluşturulan biplot grafiği incelendiğinde kütlü verimi için toplam varyasyonun % 65.47 PC1 ve % 28.94'sinin ise PC2 tarafından temsil edildiği görülmektedir (Şekil 1-A). Yan ve ark. (2000), iki temel bileşen (PC1, PC2) toplamının %100'e yaklaşmasının incelenen özelliklerde katsayıların yüksek olduğunu işaret ettiğini bildirmiştir. Kütlü verimi için DP332, F-325 ve F-411 genotipleri en yüksek performansı Hatay-2021 çevresinde göstermiştir. Bununla birlikte söz konusu genotipler Adana-2020 ve Hatay-2020 çevrelerinde de kütlü verimi yönünden ön plana çıkmıştır. Adana-2021 çevresinde tüm genotipler kütlü verimi açısından zayıf kalırken F-202 genotipi hem orijine hem de çevrelerden uzakta yer aldığı için kütlü verimi açısından en düşük performansa sahip genotip olarak belirlenmiştir.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda birçok araştırmacı GGE biplot analiz yöntemini pamuğun verim ve verim parametreleri yönünden değerlendirmesi için bir seleksiyon aracı olarak kullanmışlardır (Zeng et al., 2014; Ali et al., 2017; Sadabadi et al., 2018; Mukoyi et al., 2018; Mızrak ve ark., 2020). Lif verimi için PC1 toplam varyasyonun %47.41'ni PC2 ise %42.38'ni temsil etmiştir. Anılan özellik açısından her bir genotipin incelenen çevrelerdeki performansı farklılık göstermiştir (Şekil 1-B). Bu bağlamda DP332 ve F-325 genotipleri Hatay-2021 koşullarında en yüksek lif verimini gösterirken Adana-2021 çevresinde de F-118 genotipi öne çıkmıştır. F-202 hem orijine en uzak olduğu hem de hiçbir çevre ile ilişkilendirilemediği için lif verimi açısından en düşük performans gösteren genotip olarak belirlenmiştir. F-202, F-118 ve F-325 genotipleri Adana-2021 çevresinde en iyi çirçir randımanı özelliği göstererek bu çevreye en uyumlu genotipler olarak belirlenmiştir (Şekil 1-C). Bunun yanında DP332 genotipi Hatay-2021 çevresinde çirçir randımanı bakımından üstün özellik göstermiştir. Bu durum çirçir randımanı için Hatay-2021 çevresine en uygun genotipin DP332 olduğunu göstermektedir. F-411 ve Gloria genotipleri çirçir randımanı için oluşturulan biplot grafiğinde bütün çevrelerin dışında kalarak anılan özellik açısından en zayıf genotipler olarak belirlenmiştir. Yüz tohum ağırlığı için PC1 toplam varyasyonun %65.93, PC2 ise %24.82 temsil etmiştir (Şekil 1-D). Anılan özellik için genotiplerin farklı çevrelerdeki performanslarına bakıldığında F-118 ve Gloria Hatay-2021 çevresine en iyi uyum sağlayan genotipler olmuştur. Bunun yanında F-411 genotipi yüz tohum ağırlığı açısından Hatay-2020 çevresinde ön plana çıkarak bu çevreye en uygun genotip olarak belirlenmiştir. DP332 ise bütün çevrelerin dışında kalarak yüz tohum ağırlığı için en düşük performansı gösteren genotip olmuştur. Çalışmada genotiplerin biplot analizlerinin farklı çevrelerde performanslarının incelenmesi ve genotip x çevre etkileşimlerinin irdelenmesi yönünden oldukça açıklayıcı sonuçlar ürettiği belirlenmiştir. Bu bağlamda bulgularımız pamukta genotip x çevre etkileşimlerinin incelenmesi açısından biplot analizlerinin açıklayıcı ve

tatminkar olduğunu savunan Nai-yin ve ark. (2014), Abro ve ark. (2022) ve McPherson (2022)'un sonuçlarını destekler niteliktedir.



Şekil 1. Kütlü verimi (A), Lif verimi (B), Çırçır randımanı (C) ve Yüz tohum ağırlığı (D) için biplot grafiği

Figure 1. Biplot for Seedcotton Yield (A), Fiber Yield (B), Ginning Percentage (C), and Seed Index (D)

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada farklı çevrelerin pamuk genotiplerinin verim ve bazı verim öğeleri üzerinde önemli etkisinin olduğu, genotipler arasında incelenen özellikler yönünden önemli farklılıklar bulunduğu ve yine incelenen tüm özelliklerin için genotip x çevre interaksiyonlarının önemli olduğu belirlenmiştir. Kütlü verimi, lif verimi ve çırçır randımanının

en yüksek olduğu çevre Hatay-2021 olurken yüz tohum ağırlığının en yüksek olduğu çevre ise Hatay-2021 olmuştur. Buna karşın en düşük yüz tohum ağırlığı Adana-2021’de saptanmıştır. Bunun yanında materyal olarak kullanılan pamuk genotiplerinden DP332, F-118, F-325, F-411 ve Gloria kütlü verimi, DP332, F-202 ve F-118 lif verimi, DP332, F-202 ve F-325 çırcır randımanı için yüksek değerlerle öne çıkarken, DP332 düşük yüz tohum ağırlığı ile öne çıkmıştır. Genotip çevre interaksyonu yönünden ise kütlü veriminde sırasıyla DP332 x Hatay-2021, F-411 x Hatay-2021, F-325 x Hatay-2021, F-118 x Hatay-2021, F-411 x Hatay-2020, Gloria x Hatay-2021, DP332 x Hatay-2020, F-325 x Hatay-2020 ve F-202 x Hatay-2020; Lif veriminde sırasıyla DP332 x Hatay-2021, F-325 x Hatay-2021 ve F-118 x Hatay-2021; çırcır randımanında sırasıyla DP332 x Hatay-2021, F-325 x Hatay-2021, F-202 x Adana-2021, F-202 x Hatay-2021, F-118 x Adana-2021 ve F-325 x Adana-2021 öne çıkmıştır. GGE biplot analizi, DP332 ve F-325 genotiplerinin verim ve verim bileşenleri açısından öne çıktığı ve dolayısıyla bütün çevrelerde önerilebileceğini göstermiştir. Çalışma sonucunda pamuk genotiplerinin çeşitli lokasyon koşullarındaki verim performanslarının belirlenmesinde ve genotip x çevre ilişkilerinin irdelenmesinde GGE biplot analizlerinin yararlı bilgiler sağladığı belirlenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Abd El Samad, H. S., El Hosary, A. A., Shokr, E. S., El-Badawy, M. E., Eissa, A. E. M., & El Hosary, A. A. A. (2017). Selecting high yield and quality cotton genotypes using phenotypic and genotypic stability statistics. *Egyptian Journal of Plant Breeding*, 21(5), 642-653.
- Abro, S., Rizwan, M., Rajput, M. T., Sial, M. A., & Deho, Z. A. (2022). Evaluation of upland cotton genotypes for stability over different locations using AMMI and GGE biplot analysis. *Pakistan Journal of Botany*, 54(5), 1733-1739. [https://doi.org/10.30848/PJB2022-5\(1\)](https://doi.org/10.30848/PJB2022-5(1))
- Akışcan, Y. (2025). Genetic progress in cotton fiber yield and its components in Turkey. *Field Crops Research*, 326, 109878. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.109878>
- Ali, I., Khan, N. U., Mohammad, F., Iqbal, M. A., Abbas, A., Farhatullah, Bibi, Z., Ali, S., Khalil, I. A., Ahmad, S., & Rahman, M. (2017). Genotype by environment and GGE-biplot analyses for seed cotton yield in upland cotton. *Pakistan Journal of Botany*, 49(6), 2273-2283. <https://pakbs.org/pjbot/papers/1512402598.pdf>
- Campbell, B. T., & Jones, M. A. (2005). Assessment of genotype x environment interactions for yield and fiber quality in cotton performance trials. *Euphytica*, 144, 69-78. <https://doi.org/10.1007/s10681-005-4336-7>
- Constable, G. A., & Bange, M. P. (2015). The yield potential of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Field Crops Research*, 182, 98-106. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.07.017>
- Farshadfar, E., Rashidi, M., Jowkar, M. M., & Zali, H. (2013). GGE Biplot analysis of genotype x environment interaction in chickpea genotypes. *European Journal of Experimental Biology*, 3(1), 417-423.

- Fok, M., & Zhang, G. W. (2014). The application of GGE biplot analysis for evaluating test locations and mega-environment investigation of cotton regional trials. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(9), 1921-1933. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60656-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60656-5)
- Gul, S., Khan, N. U., Gul, R., Baloch, M., Latif, A., & Khan, I. A. (2016). Genotype by environment and phenotypic adaptability studies for yield and fiber variables in upland cotton. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 26(3).
- Güvercin, R. Ş., Karademir, E., Karademir, Ç., Özkan, N., Ekinci, R., & Borzan, G. (2017). Bazı pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) genotiplerinin Doğu Akdeniz ve GAP bölgesine uyum yetenekleri ile stabilite analizleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(1), 41-52. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.303135>
- Hall, A. J., & Richards, R. A. (2013). Prognosis for genetic improvement of yield potential and water-limited yield of major grain crops. *Field Crops Research*, 143, 18-33. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.05.014>
- Kendal, E., & Sayar, S. (2016). The stability of some spring triticales genotypes using biplot analysis. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 26(3), 754-765.
- Khan, M. A., Wahid, A., Ahmad, M., Tahir, M. T., Ahmed, M., Ahmad, S., & Hasanuzzaman, M. (2020). World cotton production and consumption: An overview. In S. Ahmad & M. Hasanuzzaman (Eds.), *Cotton production and uses: Agronomy, crop protection, and postharvest technologies* (pp. 1–7). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_1
- Li, R., Li, M., Ashraf, U., Liu, S., & Zhang, J. (2019). Exploring the relationships between yield and yield-related traits for rice varieties released in China from 1978 to 2017. *Frontiers in Plant Science*, 10, 543. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00543>
- McPherson, M. (2022). An application of GGE biplot to cotton variety development. *Crop Breeding, Genetics and Genomics*, 4(1). <https://doi.org/10.20900/cbgg20220001>
- Mızrak, R., Ekinci, R., & Başbağ, S. (2020). İleri pamuk (*G. hirsutum* L.) hatlarının biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 30(4), 781-787. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.698594>
- Mudada, N., Chitamba, J., Macheke, T. O., & Manjeru, P. (2017). Genotype × environmental interaction on seed cotton yield and yield components. *Open Access Library Journal*, 4(11), 1-22. <https://doi.org/10.4236/oalib.1103192>
- Mukoyi, F., Gasura, E., & Makunde, G. S. (2018). Implications of correlations and genotype by environment interactions among cotton traits. *African Crop Science Journal*, 26(2), 219-235. <https://doi.org/10.4314/acsj.v26i2.5>
- Özüdoğru, T. (2023). Durum ve tahmin pamuk 2023 (TEPGE Yayın No. 380). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. E-ISBN: 978-605-7599-97-1.
- Sadabadi, M. F., Ranjbar, G. A., Zangi, M. R., Tabar, S. K., & Zarini, H. N. (2018). Analysis of stability and adaptation of cotton genotypes using GGE Biplot method. *Trakia Journal of Sciences*, 16(1), 51-61. <http://www.uni-sz.bg/JMP>
- JMP. (2012). JMP® Version 10. SAS Institute Inc.
- Sayar, M. S., Anlarsal, A. E., & Başbağ, M. (2013). Genotype–environment interactions and stability analysis for dry matter yield and seed yield in Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz). *Turkish Journal of Field Crops*, 18(2), 238-246.
- Sayar, M. S., & Han, Y. (2015). Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) hatlarının tohum verimi ve verim komponentlerinin belirlenmesi ve GGE biplot analiz yöntemiyle değerlendirilmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 21(1), 78-92. <https://doi.org/10.15832/tbd.80183>
- Scarpin, G. J., Dileo, P. N., Winkler, H. M., Cereijo, A. E., Lorenzini, F. G., Muchut, R. J., Roeschlin, R. A., Acuna, C., & Paytas, M. (2025). Genetic progress in cotton dry matter partitioning in Argentina. *Industrial Crops and Products*, 225, 120419. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.120419>

- Subbarayan, S., Anantharaju, P., Thiyagu, K., Manivannan, A., & Banoth, M. (2024). Deciphering genotype performance, genotype and environment interaction of seed cotton yield and ginning outturn using GGE biplot for selection of *Gossypium hirsutum* for rainfed ecosystem. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4107614/v1>
- Subhan, M., Khan, H. U., & Ahmed, R. O. (2001). Population analysis of some agronomic and technological characteristics of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 1, 120–123.
- Yan, W., Hunt, L. A., Sheng, Q., & Szlavics, Z. (2000). Cultivar evaluation and mega environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Science*, 40, 597-605. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.403597x>
- Yüksekkaya, Z., & Ünay, A. (2002). Ege bölgesi koşullarında bazı pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) genotiplerinin adaptasyonu ve stabilite analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1-2), 39-44. <https://doi.org/10.29050/HARRANZIRAAT.303135>
- Zeng, L., Meredith, W. R., Campbell, B. T., Dever, J. K., Zhang, J., Glass, K. M., Jones, A. S., Myers, G. O., & Bourland, F. M. (2014). Genotype-by-environment interaction effects on lint yield of cotton cultivars across major regions in the US cotton belt. *Journal of Cotton Science*, 18(1), 75-84.
- Zhu, Y., Zheng, B., Luo, Q., Jiao, W., & Yang, Y. (2023). Uncovering the drivers and regional variability of cotton yield in China. *Agriculture*, 13(11), 2132. <https://doi.org/10.3390/agriculture13112132>