

Ekmeklik Buğday Çeşit Seçiminde Parametrik ve Parametrik Olmayan Stabilitate İstatistiklerinin Kullanılması

Fatih KAHRIMAN^{(1)(*)} Cem Ömer EGESSEL⁽¹⁾ Harun BAYTEKİN⁽¹⁾ M. Kemal GÜL⁽²⁾

Öz: Bu çalışmada, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Ziraat Fakültesi'nde yürütülmekte olan buğday adaptasyon denemelerine ait 4 yıllık verilerin farklı bir istatistik yaklaşımına değerlendirilmesi ve bölge için tavsiye edilebilecek yüksek verimli ve istikrarlı çeşitlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemeler ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Dardanos Araştırma ve Uygulama Birimi'nde, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. 2002-2006 yetiştirme sezonları arasında kurulan çeşit-verim denemelerinde kullanılan 12 ekmeklik buğday çeşidine ait tane verimi parametrik ve parametrik olmayan stabilite istatistikleri ile değerlendirilmiş ve stabilite bakımından bölge için uygun çeşitler belirlenmiştir. Bu çalışmada parametrik istatistiklerden, regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapma değeri (S_{di}), ekovalans değeri (W_i), varyasyon katsayısı (VK), alfa (α_i) ve lambda değeri (λ_i); parametrik olmayan istatistiklerden ise Hühn tarafından geliştirilen $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $Z_i^{(1)}$ ve $Z_i^{(2)}$ parametreleri kullanılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre, çeşitlerin verim ortalamaları arasında, denemenin birinci yılı hariç olmak üzere önemli farklar olduğu belirlenmiştir. Kaşifbey, Golia ve Sana çeşitlerinin, kullanılan stabilite parametrelerinin çoğuna göre bölgeye uygun çeşitler olduğu görülmüştür. Ayrıca, kullanılan istatistiklerin çeşit seçiminde etkinlikleri bakımından farklılık gösterdiği anlaşılmış, bütün yöntemlerin stabilite durumlarını belirlemede aynı çeşitleri işaret etmediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Stabilite Analizi, Genotip x Çevre Etkileşimi, *Triticum aestivum*.

Use of Parametric and Nonparametric Stability Statistics in Bread Wheat Cultivar Selection

Abstract: This study aimed to evaluate the 4-year data from the wheat adaptation trials routinely carried out in the Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University with a different statistical approach, and determine the high yielding and stable varieties that could be recommended for the region. The field trials were conducted at the Dardanos Experimental Station of Onsekiz Mart University, in Çanakkale. The experiment used a randomized complete block design with 3 replications. Grain yield data of 12 varieties from 2002-2006 adaptation trials were evaluated with parametric and non-parametric stability statistics, and stable varieties for the region were determined. We used regression coefficient (b_i), deviation from regression (S_{di}), ecovalance (W_i), coefficient of variation (CV), Tai's alpha (α_i) and lambda (λ_i) as parametric statistics; and Hühn's rank parameters $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $Z_i^{(1)}$ and $Z_i^{(2)}$ as nonparametric statistics. The variance analysis indicated significant differences among the genotype means, except for the first year's data. Kaşifbey, Golia and Sana appeared to be suitable varieties for the region, based on most of the stability parameters used here. Results suggest that the stability statistics used here vary for their effectiveness in choosing varieties, and not all of the methods point out the same genotypes when determining the stability levels.

Key Words: Stability Analysis, Genotype x Environment Interaction, *Triticum aestivum*

Giriş

İslah çalışmaları sonucu geliştirilen çeşitlerin farklı çevrelere adaptasyonunu belirlemek amacıyla verim denemeleri günümüzde sıklıkla yürütülen denemelerdendir. Geliştirilen çeşitlerin performansları genellikle çeşit x çevre etkileşimi sebebi ile bölgeden bölgeye ve/veya yıldan yıla değişim göstermekte ve belli bir çeşit bir çevrede gösterdiği üstün performansı farklı bir çevrede gösterememektedir. Oysa, bir çeşidin yaygın olarak kabul görmesinde, yüksek verime sahip olmasının yanında, söz konusu verimi oluşturabilmedeki istikrarı da son derece önemli bir

faktördür. Dolayısıyla, çevre şartlarındaki değişimlere karşın yüksek performansını koruyabilen çeşitlerin belirlenmesine yönelik araştırmalar büyük önem arz etmektedir (Akman ve ark., 1999).

Çeşit verim denemelerinde farklı istatistik yöntemleri kullanılarak yüksek verimli çeşitlerin seçimi ile adaptasyon ve stabilite düzeylerinin belirlenmesi mümkündür. Bir çeşidin verim bakımından kararlılığı (stabilitesi) değişen çevre şartlarına karşı verim değerlerindeki değişimin az olması ile ölçülebilir. Becker (1981) çeşit stabilitesini iki

^{(1)(*)} **Yazışma adresi:** Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, fkahriman@hotmail.com

⁽²⁾ Compo Gübre A.Ş. Büyükdere, GIZ Plaza 7. Kat, Maslak, İstanbul.

şekilde tanımlanmış ve değişen çevre şartlarına karşı verim değerinde sabit kalma durumunu biyolojik (statik), uygun çevre koşullarında yüksek verim sağlama durumunu ise agronomik (dinamik) stabilite olarak nitelendirmiştir. Bitki ıslahçıları, çeşit geliştirmede daima yüksek verimi hedefledikleri için biyolojik stabilite yerine agronomik stabiliteyi ön planda tutmaktadırlar (Becker ve Leon, 1988). Stabilite analizlerinde, aynı çevrede yetiştirilen çeşitlerin karşılaştırılması için uygulanan istatistik yöntemlerin yanı sıra, çoklu lokasyon çalışmalarından elde edilen bulgular ile stabilite durumları incelenebilmektedir. Bu analiz metotları, varsayımları gereği bazı farklılıklar göstermektedir. Adaptasyon ve stabilite analizlerinde yaygın olarak kullanılan parametrik istatistikler, regresyon katsayısı (b_i) ve regresyondan sapma değeri (S_{di}), ekovalans değeri (W_i), varyasyon katsayısı (VK), alfa (α_i) ve lambda değeridir (λ_i). Yaygın olarak kullanılan parametrik olmayan stabilite istatistikleri ise çevrelerdeki sıra değeri (S_i^1) ile gerçek sıra farklılıklarının ortalamasıdır (S_i^2). Sıra analizi, parametrik değerlerde çok uygulanmasa da bu yöntemi kullanarak çeşit seçimi ve adaptasyon-stabilite analizi yapmak mümkündür. Genç ve ark. (2005) farklı stabilite analizlerini değerlendirdikleri çalışmalarında sıra analizinin açıklanması kolay ve diğer yöntemlere göre daha pratik olduğunu bildirmişlerdir. Kaya ve Taner (2003) 11 farklı çevrede dokuz ekmeklik buğday çeşidini verim bakımından değerlendirmek amacıyla sıra analizinden yararlanmışlardır. Akcura ve ark. (2006) makarnalık buğdayda stabilite analizlerinden faydalanmışlar ve Orta Anadolu bölgesi için uygun çeşitleri belirlemeye çalışmışlardır. Stabilite analizleri genellikle çok lokasyonlu denemelerde uygulanmaktadır. Buna karşın, aynı çevrede farklı yıllarda meydana gelen değişimlere karşı çeşitlerin tepkilerini ölçmek ve stabilite durumlarını belirlemek için de bu yöntemlerden faydalanılabilir. Zira bu yaklaşıma uygun olarak, Akcura ve ark. (2007) 11 ekmeklik buğday çeşidini Kahramanmaraş koşullarında 6 yıl süresince test etmiş ve çeşitlerin adaptasyon değerlendirmelerini yapmak amacıyla farklı stabilite parametrelerinden faydalanmışlardır. Çanakkale farklı yıllarda iklimsel karakterler bakımından ciddi değişimler gösterebilen bir geçiş bölgesidir. Bu durum dikkate alındığında, bölge için uygun çeşitlerin belirlenmesinde stabilite analizlerinden faydalanılması kapsamlı bir değerlendirmeye imkan sağlayacaktır. Bu çalışmada, dört yıl süresince yürütülen buğday çeşit-verim denemelerinden elde edilen verilerin kapsamlı şekilde değerlendirilmesi ve çeşit seçiminde farklı istatistiksel

yöntemlerin kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan ekmeklik buğdaylar, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen, Demir, Dropia, Gelibolu, Golia, Kırkpınar 79, Murat-1, Pehlivan, Sana, Yantar, Tekirdağ, Uzunyayla ve Kaşifbey çeşitleridir. Denemeler 2002-2006 yılları arasında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Dardanos Araştırma ve Uygulama Birimi'nde tesadüf bloklarında tekrarlanan deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak dört yıl süreyle yürütülmüştür. Deneme alanı toprakları killi-tınlı bünyeye sahip olup hafif alkali özellik göstermektedir (Özcan ve ark., 2003). Ekim işlemleri, birinci yıl 20 Kasım, ikinci yıl 15 Kasım, üçüncü yıl 10 Kasım ve dördüncü yıl 6 Aralık tarihlerinde gerçekleştirilmiş ve 5 metre karelik parsellere, 20 kg da⁻¹ tohumluk hesabı ile yapılmıştır. Çanakkale bölgesi ile ilgili yıl içi ve uzun yıllar ortalamasına ait iklim verileri, İl Meteoroloji Kontrol İstasyonu'ndan temin edilmiştir (Şekil 1). 2005-2006 yetiştirme sezonunda, gözlemlenen aşırı kuraklık belirtileri neticesinde erken ölümleri engellemek amacıyla Nisan ayı içerisinde 40 mm kadar sulama yapılmıştır. Deneme sonuçlarından elde edilen verileri değerlendirmek için SAS istatistik paket programında PROC GLM komutu kullanılmıştır (SAS Inst., 1999). Varyans analizleri, her yıl için ayrı (Model 1) ve dört yıllık birleştirilmiş veriler (Model 2) kullanılarak aşağıdaki modellere göre yapılmıştır.

Model 1:

$$Y_{ikm} = \mu + R_k + G_i + e_{ikm}$$

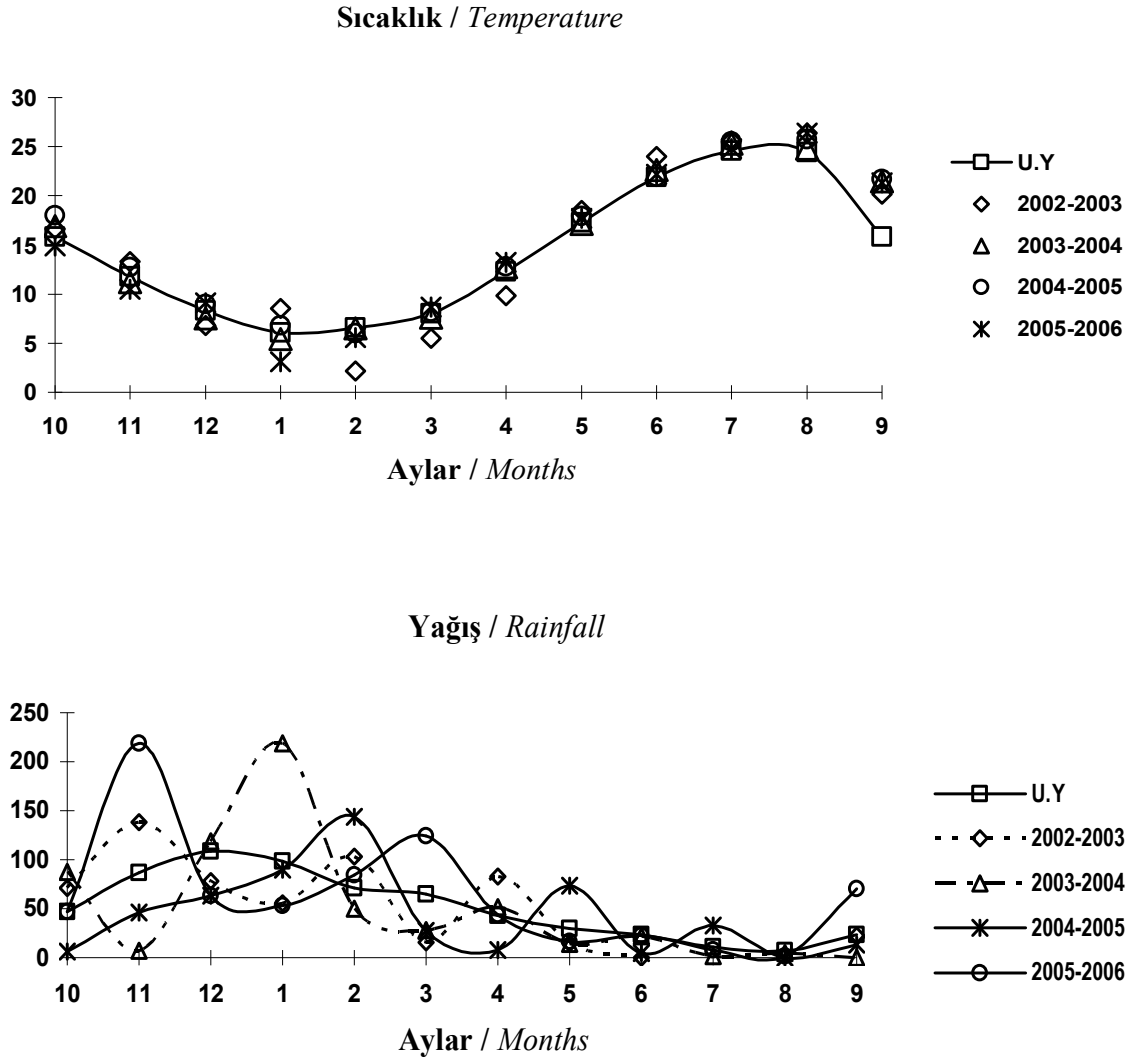
Bu modelde ; Y_{ikm} : gözlemlenen değer, μ : genel ortalama, R_k : j tekerrürünün etkisi ($k = 1,2, 3$), G_i : i genotipinin etkisi ($i = 1, 2, \dots, 12$), e_{ikm} : tesadüfi hatayı göstermektedir.

Model 2:

$$Y_{ijk} = \mu + S_j + R_k + G_i + S \times G_{ij} + e_{ijk}$$

Bu modelde; Y_{ijk} : Y_{ijk} : gözlemlenen değer, μ : genel ortalama, R_k : k tekerrürünün etkisi ($k = 1,2,3$), G_i : i genotipinin etkisi ($i = 1, 2, \dots, 12$), S_j : j yılının etkisi ($j = 1, 2,3,4$), $S \times G_{ij}$: yıllara göre interaksiyon etkisini, e_{ijk} : tesadüfi hatayı göstermektedir.

Araştırmada çeşitlerin verimleri üzerinden hesaplanan stabilite istatistikleri Çizelge 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Çanakkale ilinde 2002-2006 yılları ve uzun dönem ortalamalarına göre aylık sıcaklık (°C) ve yağış (mm) değişimleri (Anonim, 2007). U.Y: Uzun Yıllar Ortalaması.

Figure 1. Monthly temperature (°C) and rainfall (mm) changes in Çanakkale based on 2002-2006 and long term averages (Anonim, 2007). U.Y: Long Term Data.

Sıra analizinde, çeşitlerin farklı çevrelerde sergiledikleri gerçek verim (GV) değerleri üzerinden düzeltilmiş verim (DV) ortalaması $x_{ij}^* = x_{ij} - (\bar{x}_i - \bar{x}_.)$ formülü ile hesaplanmıştır (x_{ij}^* =düzeltilmiş verim, x_{ij} =gerçek verim, \bar{x}_i = i genotipinin diğer çevrelerden

hesaplanan ortalaması, $\bar{x}_.$ = ilgili yılın verim ortalaması) (Nassar ve Hühn, 1987). Hesaplanan DV değerlerine göre çeşitler 1'den 12'ye kadar sıralanmış, 1 en düşük, 12 ise en yüksek tane verimine sahip çeşide verilmiştir. İncelenen parametreler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla Spearman korelasyon testi kullanılmıştır.

Çizelge1. Çalışmada kullanılan stabilite istatistikleri ve ilgili eşitlikler.**Table 1.** Stability statistics and related equations used in this study.

Kullanılan İstatistik <i>Used statistics</i>	Kısaltmalar <i>Abbreviations</i>	Kaynak <i>Resource</i>
$S_i^{(1)} = 2 \sum_{j=1}^{N-1} \sum_{j'=j+1}^N r_{ij} - r_{ij'} / N(N-1)$	r_i : i genotipin sıra değeri, N:yıl sayısı, j: yıl	Nassar ve Hühn,1987
$S_i^{(2)} = \sum_j (r_{ji} - \bar{r}_i)^2 / (N-1)$	- \bar{r}_i : i çeşidinin ortalama sıra değeri, j=yıl, N=yıl sayısı	Nassar ve Hühn,1987
$\sum_i Z_i^{(m)} = \sum_i [(S_i^{(m)} - ES_i^{(m)}) / (VS_i^{(m)})]$	K=genotip sayısı, $ES_i = S_i$ değerinin hatası, $VS_i = S_i$ değerinin varyansı, m=1,2	Nassar ve Hühn,1987
$b_i = \sum_j Y_{ij} I_j / \sum_j I_j^2$	Y_{ij} =i çeşidinin j yılındaki verimi, I_j =j çevresinin indeks değeri	Eberhart ve Russell, 1966
$S_{di}^2 = [\sum_j \hat{\delta}_{ij}^2 / (n-2)] - \bar{S}_e^2$	\bar{S}_e^2 =standart hata, $\hat{\delta}_{ij}^2$ =standart sapma	Eberhart ve Russell, 1966
$W_i = \sum_j (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{..})^2$	Y_{ij} = i genotipinin j yılındaki verimi, \bar{Y}_i =i genotipinin ortalaması, \bar{Y}_j = j yılının ortalaması, $\bar{Y}_{..}$ = ortalama verim	Wricke, 1962
$VK = (S_{Y_i} / \bar{Y}_i) \times 100$	S_{Y_i} =Standart sapma, \bar{Y}_i = genel ortalama	Francis ve Kannenberg, 1978
$\alpha_i = \frac{s_l \cdot (gl)_i}{(MSY - (MSB) / bp)}$	MSY =Yılların kareler ortalaması, MSB = Blok kareler ortalaması, $s_l \cdot (gl)_i$ = İnteraksiyon kovaryansı	Tai, 1971
$\lambda_i = \frac{S_{(gl)_i}^2 - \alpha_i s_l \cdot (gl)_i}{(m-1)MSE / mp}$	MSE =Hata kareler ortalaması, m=çeşit sayısı, p=tekerrür sayısı, m=çeşit sayısı, $S_{(gl)_i}^2$ = i çeşidinin interaksiyon örnek varyansı	Tai,1971

Bulgular ve Tartışma

Birleştirilmiş veriler üzerinden yapılan varyans analizi sonucunda tane verimi ortalamaları üzerine çeşit, yıl

ve çeşit x yıl interaksiyonu etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Bunun üzerine verim ortalamaları yıllara göre ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuş ve denemenin ilk yılı haricinde çeşitler arasında istatistik açıdan önemli farklılıklar olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Tane verimi için yıllara ve birleştirilmiş verilere göre kareler ortalamaları.**Table 2.** Mean squares of grain yield for years and combined data.

	Tekerrür <i>Replication</i>	Çeşit <i>Cultivar</i>	Yıl <i>Year</i>	Ç x Y <i>C x Y</i>	Hata <i>Error</i>
SD / Degrees of Freedom	2	11	--	--	22
1. Yıl / Year 1	837.7	8438.3	--	--	4159.1
2. Yıl / Year 2	70817.2**	20052.7*	--	--	6623.7
3. Yıl / Year 3	59008.7**	24921.4*	--	--	9806.3
4. Yıl / Year 4	7440.2	20352.2**	--	--	2871.6
SD / Degrees of Freedom	8	11	3	33	88
Birleştirilmiş / Combined	34524.9**	29044.8**	276609.4**	14906.6*	5865.1

* $p < 0.05$ ve ** $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir. SD: Serbestlik Derecesi

Statistically significant at $p < 0.05$ (*), and $p < 0.01$ (**). SD: Degrees of Freedom

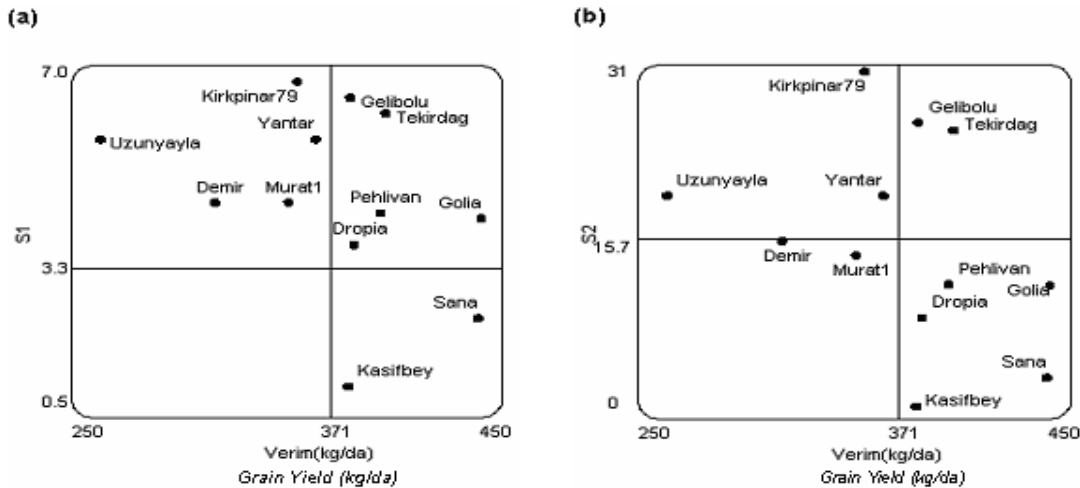
Kara (1999), $S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$ istatistiklerinin buğdayda çeşit stabilitesinin değerlendirilmesinde kullanılabileceğini bildirmiştir. Bu istatistiklerin düşük olması çeşidin çevre varyansına katkısının düşük olduğunu işaretidir. Sıra analizinde bir çeşidin stabil olduğunu belirlemek için farklı çevrelerdeki sıra değerlerinden yararlanılmakta ve farklı çevrelerde yakın sıra değerine sahip çeşitler stabil kabul edilmektedir. Bu değerlendirmeye göre denenen çeşitler içerisinde farklı çevrelerde en fazla benzer sıra değerinin Kaşifbey çeşidinde olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Ayrıca, farklı çevrelerde hemen hemen bütün çeşitlerin sıra değerlerinde görülen değişim çeşit x yıl interaksiyon etkisinin oluşumunda önemli rol oynamıştır.

Stabilite parametreleri ile verim arasında oluşturulan grafiklerde (Şekil 2 ve 3), çeşitler tane verimlerine göre yatay boyutta soldan sağa, ilgili istatistik değerine göre ise dikey boyutta aşağıdan yukarıya doğru artan biçimde sıralanmıştır. Ancak, çeşitlerin stabilite durumlarının değerlendirilmesinde bazı istatistiklerin rakamsal değerinin 0'a, bazılarının ise 1'e yakın olması istenmektedir. Bu bakımdan bir gruplandırma yapmak gerekir ise, hesaplanan istatistiklerden $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$ (Şekil 2a, b), S_{di} , W_i (Şekil 3b, c), VK ve λ_i (Şekil 3d, f) istatistikleri için grafiğin yatay düzlemde altına yakın olan çeşitler, b_i , α_i (Şekil 3a, e) istatistikleri ile ilgili grafiklerde ise yatay düzlemde grafiğin ortasına yakın olan çeşitler stabilitesi daha yüksek çeşitler olarak ifade edilebilir.

Çizelge 3. Çeşitlerin yıllara göre tane verimi ortalamaları, düzeltilmiş verimleri ve sıra değerleri
Table 3. Mean grain yield of cultivars, adjusted yield and their ranks for different years

Çeşitler Cultivars	2002-2003			2003-2004			2004-2005			2005-2006		
	GV	DV	SN	GV	DV	SN	GV	DV	SN	GV	DV	SN
Demir	231.3	286.8	8	333.3	388.8	1	361.3	416.8	10	339.2	394.7	8
Dropia	212.4	202.5	2	519.4	509.5	9	405.7	395.8	7	389.1	379.2	6
Gelibolu	197.0	189.0	1	435.9	427.8	3	444.6	436.5	12	441.9	433.8	9
Golia	360.1	290.4	9	538.0	468.3	5	482.2	412.5	9	385.4	315.7	2
Kaşifbey	268.6	261.5	7	491.9	484.8	6	391.2	384.1	6	363.8	356.7	5
Kırkpınar79	202.9	219.6	3	513.0	529.7	11	204.4	221.1	1	499.8	516.5	12
Murat-1	284.8	305.6	10	501.1	521.9	10	311.7	332.5	4	306.2	327.0	3
Pehlivan	270.3	248.0	5	511.8	489.5	7	287.5	265.2	3	506.7	484.4	11
Sana	310.3	242.0	4	564.4	496.1	8	430.7	362.4	5	454.9	386.6	7
Tekirdağ	340.7	315.9	11	471.6	446.8	4	460.2	435.4	11	313.5	288.7	1
Uzunyayla	230.4	339.6	12	299.6	408.8	2	287.1	396.3	8	233.1	342.3	4
Yantar	253.3	261.4	6	533.8	541.9	12	241.3	249.4	2	426.1	434.2	10

GV: Gerçek Verim, DV: Düzeltilmiş Verim, SN: Sıra No.
 GV: Observed Yield, DV: Adjusted Yield, SN: Rank Number



Şekil 2. a) $S_i^{(1)}$ istatistiği ve tane verimi ortalamalarına göre çeşitlerin durumu b) $S_i^{(2)}$ istatistiği ve tane verimi ortalamalarına göre çeşitlerin durumu.
Figure 2. a) Cultivar performances for $S_i^{(1)}$ statistics and mean yield b) Cultivar performances for $S_i^{(2)}$ statistics and mean yield.

Çizelge 4. Çeşitlerin tane verimi ortalamaları ve bazı parametrik olmayan stabilite istatistikleri.

Çeşit <i>Cultivar</i>	Ortalama <i>Mean</i>	Sıra Değeri <i>Mean Rank</i>	$S_i^{(1)}$	$Z_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$Z_i^{(2)}$
Demir	316.3	6.75	4.5	0.15	15.6	0.26
Dropia	381.7	6.00	3.7	0.05	8.7	0.21
Gelibolu	379.9	6.25	6.5	3.42	26.3	3.99
Golia	441.4	6.25	4.2	0.02	11.6	0.00
Kaşifbey	378.9	6.00	1.0	4.72	0.7	2.46
Kırkpınar 79	355.0	6.75	6.8	4.38	30.9	7.01
Murat 1	350.9	6.75	4.5	0.15	14.3	0.12
Pehlivan	394.1	6.50	4.3	0.07	11.7	0.00
Sana	440.1	6.00	2.3	1.44	3.3	1.43
Tekirdağ	396.5	6.75	6.2	2.57	25.6	3.63
Uzunyayla	262.6	6.50	5.7	1.54	19.7	1.17
Yantar	363.6	7.50	5.7	1.54	19.7	1.17
Toplam/Total				20.03		21.43
Test İstatistikleri / Test Statistics						
Genel Ortalama <i>General Mean</i>	$E(S_i^{(1)})$	$ES_i^{(2)}$	$Var(S_i^{(1)})$	$Var(S_i^{(2)})$	$X^2-Z_i^1, Z_i^2$	X^2 Toplam X^2 Total
371.7	3.97	11.91	1.87	51.47	8.21	21.02

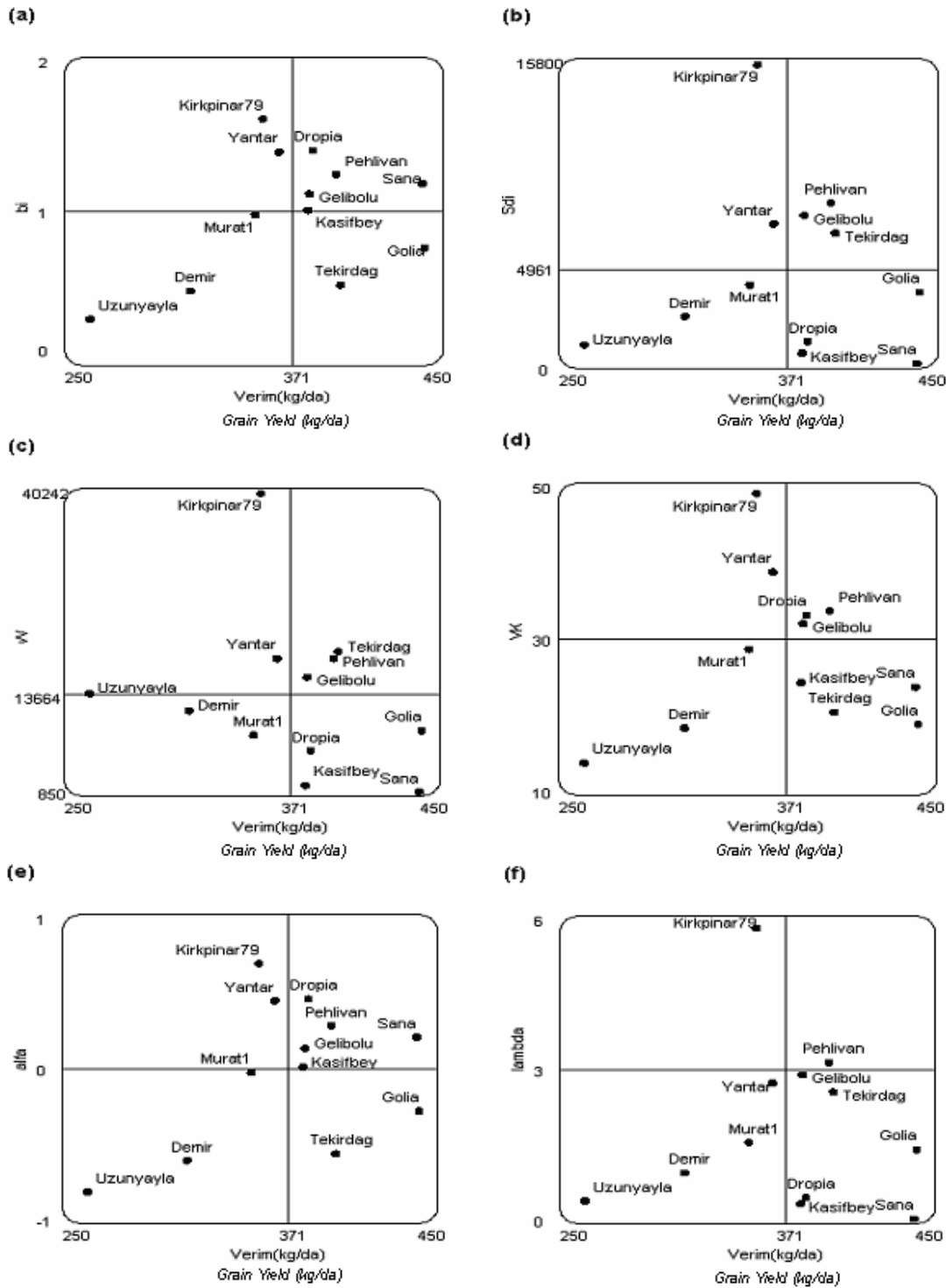
Grafiklerle ilgili olarak yukarıda verilen açıklamaya göre, ortalama verimi deneme ortalamasının üzerinde olan ve $S_i^{(1)}$ istatistik değeri düşük olan çeşitlerin Kaşifbey ve Sana olduğu saptanmıştır (Şekil 2a, Çizelge 4). $S_i^{(2)}$ istatistik değerleri bakımından da aynı çeşitlere ek olarak Golia, Dropia ve Pehlivan çeşitlerinin kararlı çeşitler olduğu belirlenmiştir (Şekil 2b, Çizelge 4).

Nassar ve Hühn (1987) S_i istatistiklerinin yanı sıra stabilite değerlendirmelerinde $Z_i^{(m)}$ istatistiklerinin de kullanılabileceğini belirtmişler ve $Z_i^{(m)}=0$ olan genotipleri stabil olarak nitelemişlerdir. Bu parametreler bakımından genotiplerin stabilite durumlarında bir fark olduğunu söyleyebilmek için $Z_i^{(m)}$ istatistiklerinin toplamının hesaplanan Khi-kare değerinden yüksek olması gerekmektedir (Nassar ve Hühn, 1987). Khi-kare testi sonuçlarına dayanarak $Z_i^{(2)}$ istatistikleri toplamının test istatistiğinden ($X^2_{0.05, 12} = 21.02$) büyük olması nedeni ile çeşitler arasında stabilite durumları bakımından fark olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4). $Z_i^{(2)}$ istatistiği bakımından Pehlivan ve Golia çeşitlerinin diğer çeşitlere kıyasla, stabilitelelerinin yüksek olduğu söylenebilir.

Eberhart ve Russell (1966) metoduna göre regresyon katsayısı 1'e, regresyondan sapmalar kareler toplamı ise 0'a yakın olan çeşitler stabil kabul edilmektedir. Regresyon katsayısı 1'den yüksek olan çeşitler iyi çevrelere özel adaptasyon kabiliyetine, düşük olanlar ise kötü çevrelere özel adaptasyon kabiliyetine sahip çeşitler olarak ifade edilmektedir. Buna göre, verim ortalaması deneme ortalamasının üzerinde olan Golia ve Tekirdağ çeşitlerinin

olumsuz çevre koşullarına özel adaptasyon gösterdiği; Pehlivan, Dropia, Gelibolu ve Sana çeşitlerinin iyi çevre koşullarına özel adaptasyon gösterdiği; Kaşifbey çeşidinin ise tüm çevre şartlarına orta derecede uyum sağladığı görülmektedir (Şekil 3a, Şekil 3b, Çizelge 5). Wricke (1962) ekovalans değeri düşük olan çeşitlerin çevresel etmenlerden ortaya çıkan varyansa katkısının düşük olduğunu belirtmiştir. Bu parametreye göre en düşük ekovalans değerinin Sana çeşidinde olduğu görülmektedir. Ayrıca Dropia, Golia, ve Kaşifbey çeşitlerinin ortalama ekovalans değerinin altında ve verim bakımından ortalama değer üzerinde değere sahip oldukları görülmüştür (Şekil 3c, Çizelge 5).

Francis ve Kannenberg (1978), varyasyon katsayısı ve çevre varyansı düşük olan çeşitlerin stabil kabul edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Araştırmamızda Uzunyayla, Tekirdağ, Golia, Demir, Sana ve Kaşifbey çeşitlerinin varyasyon katsayılarının diğer çeşitlere göre düşük olduğu, bu çeşitlerden verim bakımından avantajlı olanların ise Sana, Kaşifbey, Tekirdağ ve Golia çeşitleri olduğu görülmektedir (Şekil 3d, Çizelge 5). Tai (1971), çeşidin çevre etkileşimine etkisini alfa (α_i) ve lambda istatistiği (λ_i) olarak iki kısma ayırmış, aynı zamanda alfa (α_i)=0, lambda (λ_i)=1 değerini taşıyan çeşitlerin stabilite bakımından orta derecede kararlı genotipler olduğunu belirtmiştir. Bu istatistiklere göre Kaşifbey çeşidinin stabilite bakımından bölge için en iyi genotip olduğu söylenebilir (Şekil 3e, Şekil 3f, Çizelge 5).



Şekil 3. a) b) S_d c) W_i d) VK e) α f) λ istatistiklerinin verim ile grafikleri.
 Figure 3. a) b) S_d c) W_i d) VK e) α f) λ statistics with yield showing in graphs.

Bu çalışmada hesaplanan parametrik ve parametrik olmayan stabilite istatistiklerine göre kullanılan çeşitlerin stabilite durumları farklılık göstermiştir. Örneğin $Z_i^{(2)}$ istatistiğine göre Golia ve Pehlivan çeşitleri stabilite bakımından avantajlı iken, diğer parametrik olmayan

istatistiklere göre Kaşifbey ve Sana çeşitlerinin verim stabilitesinin yüksek olduğuna işaret etmektedir. Bu durum, stabilite bakımından çeşitlerin doğru şekilde değerlendirilebilmeleri için, hesaplanan parametrelerin çoğu bakımından istenen durumu gösterip

göstermediklerinin göz önünde bulundurulması gerektiğini işaret etmektedir. Zira bu değerlendirmeyi doğrular nitelikte olan bulgular, tüm istatistik parametrelerinin çeşit stabilitesini değerlendirmede etkili olmadığını göstermektedir (Altınbaş, 2004; Sneller ve ark., 1997). Söz konusu durum parametrik testler için de geçerlidir. Parametrik istatistiklerden α_i ve VK değerine göre Tekirdağ

ve Golia çeşitleri stabilite bakımından avantajlı gözükür iken, diğer istatistiklerde Kaşifbey ve Sana çeşitlerinin daha kararlı çeşitler olduğu görülmektedir.

Bu bulgulara dayanarak, stabilite analizlerinde azami sayıda istatistiğin kullanılması gerektiği ve bu istatistiklerin çoğu bakımından avantajlı genotiplerin tercih edilmesinin doğru olacağı anlaşılmaktadır.

Çizelge 5. Çeşitlere ait tane verimi ortalamaları ve bazı parametrik stabilite istatistikleri.

Table 5. Grain yield of cultivars and some parametric stability statistics.

Çeşit Cultivar	Ortalama Mean	b_i	S_{di}^2	W_i	VK	α_i	λ_i
Demir	316.3	0.47	2510.1	11555.2	18.3	-0.608	0.934
Dropia	381.7	1.41	1192.6	6272.1	33.2	0.469	0.444
Gelibolu	379.9	1.12	7817.4	15981.2	32.1	0.139	2.908
Golia	441.4	0.76	3776.1	8919.9	18.8	-0.278	1.405
Kaşifbey	378.9	1.01	582.1	1708.4	24.3	0.014	0.317
Kırkpınar 79	355.0	1.62	15733.0	40242.8	49.3	0.705	5.853
Murat-1	350.9	0.98	4159.9	8325.3	28.7	-0.023	1.548
Pehlivan	394.1	1.25	8473.4	18449.2	33.8	0.291	3.152
Sana	440.1	1.19	29.22	875.1	23.7	0.215	0.011
Tekirdağ	396.5	0.51	6886.8	19366.4	20.4	-0.563	2.562
Uzunyayla	262.6	0.28	1006.2	13834.6	13.7	-0.818	0.374
Yantar	363.6	1.40	7370.8	18443.9	38.9	0.458	2.742
Ortalama / Mean	371.7	1.00	4961.5	13664.5	27.9		

Çizelge 6. Tane verimi ve stabilite istatistikleri arasındaki Spearman korelasyon katsayıları.

Table 6. Spearman correlations among the grain yield and stability statistics.

	b_i	S_{di}^2	W_i	VK_i	α_i	λ_i	$S_i^{(1)}$	$Z_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$Z_i^{(2)}$
DV	0.22	-0.03	-0.14	0.05	0.22	-0.03	-0.38	-0.30	-0.38	-0.13
b_i		0.39	0.13	0.92**	0.99**	0.39	-0.01	0.06	-0.02	0.15
S_{di}^2			0.85**	0.64*	0.39	0.99**	0.72**	0.13	0.71**	0.13
W_i^2				0.35	0.13	0.85**	0.84**	0.28	0.84**	0.29
VK_i					0.92**	0.64*	0.21	0.17	0.20	0.16
α_i						0.39	-0.01	0.06	-0.02	0.15
λ_i							0.72**	0.13	0.71**	0.13
$S_{(i)}^1$								0.42	0.99**	0.50
$Z_{(i)}^1$									0.42	0.90**
$S_{(i)}^2$										0.51

* $p < 0.05$ düzeyinde önemli, ** $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir.

* Statistically significant at $p < 0.05$, ** Statistically significant at $p < 0.01$.

Çeşitlerin genel ortalamaları ile hesaplanan stabilite istatistikleri arasındaki korelasyon katsayılarına göre, tane verimi ile stabilite parametreleri arasında istatistiki açıdan önemli bir ilişki bulunmamıştır. Buna karşın istatistik parametreler ile verim arasında hesaplanan korelasyon katsayılarının işaretleri bu istatistiklerin çeşitlerin stabilite durumları hakkındaki değerlendirmelerini doğrular niteliktedir. Örneğin, tane verimi ile regresyondan sapmalar kareler toplamı (S_{di}^2), ekovalans değeri (W_i) ve $S_i^{(1)}$ istatistikleri arasında negatif yönlü tespit edilen korelasyon, verimi yüksek ve agronomik karalılık durumu bakımından avantajlı genotiplerin seçiminde bu yöntemlerin kullanılabilmesine bir işarettir. Diğer istatistik testler arasındaki ilişkiler göz önüne alınır ise, Tai (1971)'nin alfa

(α_i) istatistiği dışında diğer parametrik test istatistiklerinin çoğu arasında pozitif yönlü korelasyonlar olduğu belirlenmiştir. Parametrik olmayan istatistiklerden S_i değerleri ile parametrik testlerden ekovalans değeri (W_i), regresyondan sapma kareler toplamı (S_{di}^2) ve lambda (λ_i) değeri arasında pozitif yönlü korelasyon olduğu tespit edilmiştir. $Z_i^{(2)}$ istatistiğinin yalnızca $Z_i^{(1)}$ istatistiği ile arasındaki korelasyonun önemli olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 6). Çalışmamızda hesaplanan bazı istatistik parametreler arasındaki korelasyon değerleri literatürde yer alan kimi çalışmalar (Piepho ve Lotito, 1992; Kara, 1999) ile benzerlik gösterirken, Akcura ve ark. (2006) tarafından sunulan değerlerden ise farklılık arz etmektedir. Buna dayanarak, farklı çalışmalarda kullanılan çeşitlerin verim ve

stabilite düzeylerine bağlı olarak söz konusu ilişkilerin değişebileceği söylenebilir.

Sonuç

Stabilite analizlerinin kullanıldığı denemelerde, değerlendirme yapılan stabilite istatistiklerinin azami sayıda olması, sonucun doğruluğu açısından önem arz etmektedir. Ayrıca, çeşitlerin verim durumlarının da stabilite parametreleri ile birlikte göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Zira düşük verimli ve stabil çeşitlerin üretici için bir önemi yoktur. Aynı bölgede farklı yıllarda yürütülen denemelerin sonuçlarının değerlendirilmesi ve çeşit tavsiyesi için yaygın olarak varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testlerinden faydalanılmaktadır. Ancak bu testler çeşitlerin farklı koşullara verdikleri tepkilerin değerlendirilmesinde yetersiz kalmakta, dolayısıyla farklı istatistik yöntemlerden faydalanmak gerekmektedir. Bu

Kaynaklar

- Akcura, M., Kaya, Y., Taner, S., Ayrancı, R., 2006. Parametric stability analyses for grain yield of durum wheat. *Plant Soil Environment*, 52 (6):254-261.
- Akcura, M., Kara, R., Akaya, A., Dokuyucu, T., Kılı, F., 2007. Parametric and Non-parametric Stability Analyses for Grain Yield of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L) Genotypes in Kahramanmaraş Conditions of Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 12(1):8-20.
- Akman, Z., Yılmaz, F., Karadoğan, T., Çarkçı, K., 1999. Isparta Ekolojik Koşullarına Uygun Yüksek Verimli Buğday Çeşit ve Hatlarının Belirlenmesi. *Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi*, 15-18 Kasım, Adana, Cilt I, 366-371.
- Altınbaş, M. 2004. Kışlık Nohutta Verim Stabilitesini Belirlemede Rank (Sıra) Değerlerinin Kullanımı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2):77-87.
- Anonim, 2007. *Çanakkale İli Meteoroloji Müdürlüğü İklim Verileri*.
- Becker, H.C. 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica*, 30:835-840.
- Becker, H.C., and J. Leon. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding*, 101:1-23.
- Eberhart, S.A., Russell, W.A., 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6: 36-40.
- Francis, T.R., Kannenberg, L.W., 1978. Yield stability studies in short season maize 1. A descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 58: 1029-1034.
- Genç, A., Karadavut, U., Akcura, M., 2005. Bazı kışlık yulaf genotiplerinde tane veriminin kararlılık analizi. *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 25:87-97.
- Kara, Ş.M. 1999. Stability analysis by ranks and simultaneous estimation of yield and yield stability in bread wheat. *Turkish Journal of Field Crops*, 4(1): 56-62.
- Kaya, Y., Taner, S., 2003. Estimating Genotyping Ranks by Non-Parametric Stability analysis in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Central European Agriculture*, 47-54.
- Nassar, R., Hühn, M., 1987. Studies on estimation of phenotypic stability: Tests of significance for nonparametric measures of phenotypic stability. *Biometrics*, 43: 45-53.
- Özcan, H., Ekinci, H., Kavdır, Y., Yüksel, O., 2003. *Dardanos Yerleşkesi Alan Toprakları*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yardımcı Ders Kitabı.
- Piepho, H.P., Lotito, S., 1992. Rank correlation among parametric and nonparametric measures of phenotypic stability. *Euphytica*, 64:221-225.
- SAS Institute, 1999. *SAS/STAT User's Guide*. SAS Inst. Inc. Cary, NC.
- Sneller, C.H., Norquest, L.K., Dombek, D., 1997. Repeatability of yield stability statistics in soybean. *Crop Science*, 37: 383-390.
- Tai, G.C.C., 1971. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. *Crop Science*, 11:184-190.
- Wricke, G., 1962. On a method of understanding the biological diversity in field research. *Z. Pfl.-Zücht*, 47: 92-146.