

Homojen Olmayan Varyans Varsayımı Altında Ortalamaların Eşitliği için Brown-Forsythe ve Welch İstatistiklerinin Mısır Verimi Örneğine Uygulanması

Mehmet Reşit TAYSI¹, Şenol ÇELİK²

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü

²Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü

mrtaysi@yahoo.com

(Geliş/Received: 27.04.2017; Kabul/Accepted: 22.02.2018)

Özet

Bu çalışmada varyanslar homojen olmadığı durumlarda F testinin kullanılmasının uygun olmamasından dolayı Brown-Forsythe ve Welch testlerinin mısırın tane, hasıl ve silajlık kullanımına uygulanması amaçlanmıştır. Türkiye'de mısır kullanım alanlarının göre verim farklılığının analizi için F testi düşünülmüştür. Ancak bu testi yapmak için gerekli varsayımlar sağlanmadığı için Brown-Forsythe ve Welch test istatistikleri uygulanmıştır. Uygulama sonucunda, mısır çeşitleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p < 0,01$) çıkmıştır. Tamhane çoklu karşılaştırma testine göre dane, hasıl ve silajlık mısır kullanımının tümü arasında verim farklılıkları önemli bulunmuştur. Varyansların homojen olmadığı durumda F testi yerine Brown-Forsythe ve Welch testlerinin alternatif yöntemler olarak kullanılabilmesi ve tarımda uygulamalarının faydalı sonuçlar vereceği tahmin edilmektedir. Sonuç olarak varyanslar homojen olmadığı ve diğer varsayımlar sağlanmadığında Brown-Forsythe ve Welch testleri F testi yerine kullanılan alternatif yöntemlerdir. Çoklu karşılaştırma testlerinde de varsayımlar sağlanmadığında Tamhane T2, Dunnett T3, Games-Howell ve Dunnett C testlerinin kullanılması daha uygun görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Brown-Forsythe testi, Welch testi, mısırdaki verim.

Application of Brown-Forsythe and Welch Statistics to The Case of Corn Yield Under The Assumption of Non-Homogeneous Variance for Average Equity

Abstract

In this study, it was aimed that Brown-Forsythe and Welch tests were applied to grain, seed and silage areas of corn because the use of F test was not suitable when the variances were not homogeneous. In Turkey, the F test was considered for the yield differentiability test according to corn areas. However, no assumptions were made to make this test. Thus, Brown-Forsythe and Welch, test statistics were applied. As a result of the application, the difference between corn varieties was statistically significant ($p < 0,01$). According to the Tamhane multiple comparison test, yield differences between all of the grain, sorghum and silage maize varieties were found significant. It is estimated that the Brown-Forsythe and Welch tests can be used as alternative methods instead of the F test and the applications in agriculture will yield beneficial results when the variances are not homogeneous. As a result, Brown-Forsythe and Welch tests are alternative methods instead of F test when the variances are not homogenous and other assumptions are not provided. The use of the Tamhane T2, Dunnett T3, Games-Howell, and Dunnett C tests was considered more appropriate when no assumptions were made in multiple comparison tests.

Keywords: Brown-Forsythe test, Welch test, corn yield.

1. Giriş

Mısır, gelişmekte olan ülkelerde buğday ve pirinçle birlikte en önemli temel gıdalardan biridir. Özellikle Sahraaltı Afrika ve Latin

Amerika'da nüfusun neredeyse yarısının tüketmekte olduğu mısır, dünya çapında da yaklaşık 900 milyon insanın tercih ettiği bir gıda maddesidir. Mısır ayrıca tüm dünyada hayvan yemi olarak da en çok tercih edilen tahıl

ürünlerinden biridir. Hayvancılığın en önemli girdilerinden birisi yem olup, temel girdilerin % 70-75'ini oluşturmaktadır. Hayvancılığı gelişmiş ülkelerde yaşama payının yanında, verim payının da önemli bir kısmını kaliteli kaba yemlerle karşılanmaktadır. Mısır tüm ruminant hayvanlar için mükemmel bir sulu yem kaynağıdır, sahip olduğu yüksek enerji değeri nedeniyle silaj bitkileri arasında ilk sırayı almaktadır. Mısır, tane olarak hayvan beslenmesinde önemli olduğu kadar silaj olarak da büyük öneme sahip olup, süt ve et veriminin artırılması bakımından önemli bir kaynaktır. Son yıllarda, ülkemizde mısırın silaj veya hasıl amaçlı üretimi de artmaktadır. Dünyada tahıllar içerisinde mısır, ekim alanı açısından buğdaydan sonra ikinci, üretim açısından ise birinci sırada yer almaktadır [1, 2]. Uluslararası Tahıl Konseyi(IGC)'nin 2016 yılında hazırladığı raporuna göre dünya mısır üretimi, 2014/15 sezonunda 1,013 milyon tona ulaşmıştır. Verimlilik açısından bakıldığında Yeni Zelanda 12 ton/ha ile dünya mısır verimliliğinde ilk sırada yer almaktadır. Yeni Zelanda'nın ardından 11 ton/ha ile ABD gelmektedir. Türkiye ise 8 ton/ha ile altıncı sıradadır. Türkiye'nin mısır üretimi 201 yılında da yine 5,9 milyon ton seviyesinde gerçekleşmiştir. Türkiye'deki mısır üretiminin yüzde 33'ü Marmara Bölgesi'nde, yüzde 31'i Ege Bölgesi'nde, yüzde 13'ü Karadeniz ve yüzde 10'u da iç Anadolu Bölgesi'nde yapılmaktadır. Türkiye'de son on yılda mısır üretimine paralel olarak verimde de düzenli bir artış görülmektedir. 2001 yılında dekar başına 400 kilogram olan verim, 2006 yılında 711 kilograma, 2012 yılında ise 739 kilograma yükselmiştir. 2013 yılında 894 kilogram/dekar olan mısır verimliliği, 2014 yılında da artışını sürdürmüş ve 903 kilogram/dekara ulaşmıştır. Bu verimlilik oranları ile Türkiye, dünya ortalamasının üzerindedir [3].

Mısırdaki verim üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. 6 bitki sıklığının 2 mısır çeşidinde verim ve bazı tarımsal karakterler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada [4], en yüksek hasıl verimi (5860,2 kg/da) ve kuru madde verimi (1617,2 kg/da) 12500 bitki/da sıklığından elde edilmiş, ham protein verimi yönünden bitki sıklıkları arasındaki farklar önemli bulunmamıştır. Şeker mısırı çeşitlerinde değişik ekim zamanlarının

taze koçan verimi ve bazı tarımsal karakterler üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılmış bir çalışmada [5], ekim zamanları arası farklılıklar bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan uzunluğu, bitkide koçan sayısı ve taze koçan veriminde istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Mısır bitkisine ilişkin farklı su uygulama düzeylerinin verim üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada [6],vejetatif gelişme ve tepe püsküllü dönemlerinde yapılan sulamaların verim artışında olumlu bir etki yaptığı, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde kısıntılı sulama yapmanın verimi etkilemediği, tek başına herhangi bir dönemde sulama yapmanın verimi olumsuz etkileyeceği sonuçlarına varmışlardır.Farklı ekim yoğunluğunun dekara besin madde verimi üzerine etkilerinin saptanması amacı ile yürütülen bir çalışmada [7], ekim yoğunluğunun kuru ot verimi, ham protein verimi, sindirilebilir organik madde verimi ve metabolik enerji verimini önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır. Yetiştirme zamanı ve yetiştirme tekniklerinin tatlı mısırdaki koçanın bazı agronomik özellikleri ve verim üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada[8], yetiştirme zamanı ve yetiştirme tekniklerinin mısır çeşitlerinin bazı agronomik özellikleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Yetiştirme tekniğinin ise kavuzlu ve kavuzsuz koçan ağırlığı, koçan çapı, verim, etüvde kuru madde ve kroma değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

Klasik varyans analizinde H_0 hipotezini test etmek için n_i hacimli bağımsız ve rasgele seçilmiş örneklemelerin her biri normal dağılımdan gelen ve örneklemelerin geldikleri kitlelerin varyansları homojendir varsayımları geçerlidir.

Homojen varyans varsayımı sağlanmadığında yokluk hipotezinin reddini sağlayan önemli kanıtlar olsa bile bazen klasik varyans analizi büyük hacimli örneklerde bile yokluk hipotezini reddedemeyebilir. Birçok alanda, büyük hacimli örneklerin elde edilemeyeceği düşünülürse bu durum önemli bir sıkıntı doğurabilir. Böylece küçük hacimli örneklerle çalışma zorunluluğu ortaya çıkar. Böyle durumlarda klasik varyans analizi oldukça kötü sonuçlar vermesinden dolayı alternatif testler geliştirilmiştir. Bu testlerden ilki Behrens-Fisher problemi için önerilen Welch (1947)'in

geliştirdiği testtir. Welch (1951), bu testi k kitlenin ortalamasının eşitliğine ait hipotezin testi için genelleştirmiştir. İkincisi ise Brown-Forsythe (1974) tarafından klasik F testinin bir uyarlaması olan Brown-Forsythe testi önerilmiştir.

Bu çalışmanın amacı varyansların homojenlik varsayımı sağlanmadığında klasik F testinin kullanılmasının uygun olmamasından dolayı Brown-Forsythe ve Welch testlerinin mısırın tane, hasıl ve silajlık çeşitlerine uygulanarak sonuçların gösterilmesidir.

2. Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılmak üzere, 2004-2015 yılları arasında mısırın dane, hasıl ve silajlık çeşitlerine ait dekar başına kg olan verim değerleri Türkiye İstatistik Kurumunun internet adresinden derlenmiştir.

2.1. Welch testi

Yığın varyansları homojen olmadığında k adet kitlenin ortalamasının eşitliği hipotezini test etmek için Welch (1951), Behren-Fisher probleminin çözümü için geliştirdiği testin genelleştirilmiş biçimini önermiştir. Bu test pratik olması bakımından uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Welch (1951) test istatistiği;

$$W = \frac{\sum_{i=1}^k w_i \left[(\bar{X}_i - \bar{X})^2 / (k-1) \right]}{1 + \frac{2(k-2)}{k^2-1} \sum_{i=1}^k \frac{1}{n_i-1} \left(1 - \frac{w_i}{\sum w_j} \right)^2}$$

şeklinde tanımlanır.

2.2. Brown-Forsythe testi

Brown ve Forsythe (1974) tarafından önerilen Brown-Forsythe testi klasik F testinin uyarlanmış bir biçimidir. Test istatistiği;

$$B = \frac{\sum_{i=1}^k n_i (\bar{X}_i - \bar{X})}{\sum_{i=1}^k \left(1 - \frac{n_i}{n} \right) S_i^2}$$

olarak verilmiştir.

Gruplar arasındaki farkın önemli olması halinde farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için Tamhane çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Tamhane testi, k grup ortalamasını ikili olarak farklı varyans yaklaşımı ile eşzamanlı karşılaştırmak için başvurulan bir testtir.

Tamhane T2 tarafından önerilen Tamhane T2 testi, Sidak'ın (1967) çarpımsal eşitsizliğini Welch yaklaşık çözümüyle birlikte kullanmaktadır. Tamhane T2 testi herhangi bir doğrusal karşılaştırmaya uygulanabilir. Bu yöntem, student t-dağılımına dayanmaktadır ve alfa seviyesini ayarlamak için Sidak testini ve serbestlik derecelerini belirlemek için Welchprosedürünü kullanır [9].

$$\text{Tamhane T2} = t_{\alpha; v_{i-j}} * SH_{i-j}$$

$t_{\alpha; v_{i-j}}$ v_{i-j} serbestlik derecesine sahip student t dağılımının iki yönlü α noktasıdır.

$$\alpha' = 1 - (1 - \alpha)^{1/c}$$

c: Karşılaştırma sayısı

$$v_{i-j} = \frac{\left[\frac{S_i^2}{n_i} + \frac{S_j^2}{n_j} \right]^2}{\left(\frac{S_i^2}{n_i} \right)^2 + \left(\frac{S_j^2}{n_j} \right)^2}$$

$$SH_{i-j} = \sqrt{\frac{S_i^2}{n_i} + \frac{S_j^2}{n_j}}$$

3. Bulgular ve Tartışma

Mısır kullanım alanına dekar başına verime ilişkin tanıtıcı istatistikler Tablo 1'de verilmiştir

Tablo 1. Kullanım alanına göre mısır verimine ait tanıtıcı istatistikler

Kullanım alanı	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$
Dane	751	31,39
Hasıl	2064,75	63,27
Silajlık	4416,75	71,02

Tablo 1'de görüldüğü gibi, dekar başına dane, hasıl ve silajlık mısır ortalama verimleri sırasıyla 751, 2064,75 ve 441,75 kg'dır. En yüksek verim silajlık mısırdadır, en düşük verim ise dane mısırdadır görülmüştür.

Türkiye'de mısır kullanım alanına göre verim farklılığı için F testi denenmek istenmiştir. F testi varsayımlardan biri olan varyansların homojenliği testi yapılmıştır ve Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Varyansların homojenliği testi (Levene)

İstatistik	Serbestlik Derecesi	p
5,972	2	,006

Tablo 2'ye göre grup varyansların homojen olmadığı görülmüştür. Bu durumda klasik F testi yapılamayacağından Welch veya Brown-Forsythe testlerinin yapılması gerekli olmuştur.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda mısırdaki verim bakımından mısır kullanım alanları arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p < 0.01$) (Tablo 3).

Tablo 3. Mısır verimine ait Brown-Forsythe ve Welch analizi sonuçları

	İstatistik	Serbestlik Derecesi	p
Welch	1127,932	2	0,001
Brown-Forsythe	1031,342	2	0,001

Mısırın hangi kullanım şekilleri arasındaki farkın önemli olduğunun tespiti için ise varyansların homojen olmadığı durumlarda başvurulan Tamhane, Dunnett T3, Games-Howell ve Dunnett C çoklu karşılaştırma testlerinden Tamhane testi uygulanmıştır. Mısırın üç çeşidi de kendi aralarında birbirinden önemli derecede farklılık arz ettiği tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Çoklu karşılaştırma sonuçları (Tamhane testi)

	Kullanım alanı Çeşit	Ortalamaların Farkı	$S_{\bar{x}}$	p
Tamhane	Dane Hasıl	-1313,750*	70,631	0,001
	Silajlık	-3665,750*	77,653	0,001
	Hasıl Silajlık	-2352,000*	95,119	0,001

Tek melez mısırların verim ve bazı verim öğelerinin adaptasyonu ve stabilite özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada [10], incelenen özellikler bakımından çeşit adayları arasında çalışma sonucumuza paralel olarak istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Farklı tohum iriliği ve şekillerinin silajlık hibrit mısırdaki verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkilerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada [11], tohum irilik ve şeklinin denemede incelenen tüm özelliklerde etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Değişik azot dozu uygulamalarının iki cins mısırdaki çeşidinde tane verimi ve bazı tarımsal özelliklere etkisinin incelendiği bir çalışmada [12], azot dozları arasında, koçanda tane sayısı, koçanda tane ağırlığı ve koçanda tane oranı bakımından istatistiksel olarak önemli fark saptanmazken, tane verimi ile bitki boyunda azot dozlarının etkisi önemli bulunmuştur. Tatlı mısırdaki su stresinin bitki su tüketimine, fizyolojik ve morfolojik parametreleri üzerine etkilerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada [13], su stresine bağlı olarak bitki su tüketimi, klorofilmetre değeri, yaprak su içeriği, taze koçan verimi, yaprak alan indeksi ve kuru biyokütle miktarı istatistiksel olarak önemli düzeyde değiştiği rapor edilmiştir. Aydın koşullarında yetiştirilen birinci ve ikinci ürün mısır arasındaki farklılıkların belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada [14], her iki çeşidin birinci ürünündeki bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, tane verimi, koçanda tane sayısı ve tanede yağ oranı değerlerinin ikinci üründen yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ana ve ikinci ürün olarak yetiştirilecek bazı tatlı mısır çeşitlerinde koçanın agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi için yürütülen bir çalışmada [15], her iki yetiştirme döneminde koçanın agronomik ve teknolojik özellikleri bakımından çeşitler arasında istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir.

4. Sonuç

Yapılan bu çalışma neticesinde mısır verimine çeşitlerin istatistiksel olarak önemli etkilerinin olduğu görülmüştür. Mısır kullanım alanları kendi aralarında da hem dane hem hasıl hem de silajlık olarak verim bakımından birbirinden farklı oldukları tespit edilmiştir.

Ayrıca varyansların homojen olmadığı durumda F testi yerine Brown-Forsythe ve Welch testlerinin alternatif yöntemler olarak kullanılabilmesi ve tarımda uygulamalarının faydalı sonuçlar vereceği tahmin edilmektedir. Böylece daha doğru yöntemin kullanılmasıyla daha doğru sonuçlara ulaşmak mümkün olacaktır.

5. Kaynaklar

1. Harmanşah F., Kaman Ö.T. (1987). Silaj mısırın önemi, memleketimizin muhtelif ekolojilerinde yetiştirilme imkanları, silaj yapımı ve değerlendirilmesi. Türkiye’de Mısır Üretimini Geliştirilmesi, Problemleri ve Çözüm Yolları Sempozyumu. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, 23-26 Mart 1987, Ankara, 61-69.
2. Sade, B. (2003). Mısırın Tüketimi. *Konya Ticaret Borsası Dergisi*, **16**: 38-47.
3. Anonim(2016). http://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/m%C4%B1s%C4%B1r.pdf
4. Öztürk A., Bulut S. ve Boran E. (2008). Bitki Sıklığının Silajlık Mısırdaki Verim ve Bazı Agronomik Karakterlere Etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* **39 (2)**, 217-224.
5. Turgut İ. ve Balcı A. (2002). Bursa Koşullarında Değişik Ekim Zamanlarının Şeker Mısırı (*ZeamaysaccharataSturt.*) Çeşitlerinin Taze Koçan Verimi İle Verim Ögeleri Üzerine Etkileri. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, **16(2)**: 79-91.
6. Okay D. ve Yazgan S. (2016). Farklı Su Uygulama Düzeylerinin Mısır Bitkisi Verimi Üzerine Etkisi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **Cilt 30, Sayı 1**, 1-12.
7. Canbolat Ö., Karasu A., Bayram G., Filya İ., Kamalak A. (2016). Farklı Ekim Yoğunluğunun Koçansız Şeker Mısırı Silajlarının Besleme Değeri,

Silaj Kalite Özellikleri ve Besin Madde Verimi Üzerine Etkisi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **Cilt 30, Sayı 1**, 101-112.

8. Eşiyok D., Bozokalfa M. K. (2005). Ekim ve Dikim Zamanlarının Tatlı Mısırdaki (*Zeamays L .var. saccharata*) Verim ve Koçanın Bazı Agronomik Karakterleri Üzerine Etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, **42 (1)**:35-46.
9. Doğan İ., Doğan N. (2014). Çoklu Karşılaştırma Yöntemleri. Detay Yayıncılık, Ankara.
10. Öz A., Kapan, H. (2003). Samsun Koşullarında Geliştirilen Çeşit Adayı Mısırların Verim Ögelerinin Belirlenmesi ve Stabilitate Analizi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, **9 (4)** 454-459.
11. Kırbas, A. (2009). Farklı Tohum İriliği Ve Şekillerinin Silajlık Hibrit Mısırdaki Verim Ve Bazı Verim Ögeleri Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
12. Özkan, A., Ülger A. C. (2011). Çukurova Ekolojik Koşullarında Değişik Azot Dozu Uygulamalarının İki Cin Mısırı (*ZeamaysL. evertaSturt.*)Çeşidinde Tane Verimi ve Bazı Tarımsal Özelliklere Etkisi. *YYÜ Tar. Bil. Derg.* **21(3)**:198-208.
13. Çamoğlu G., Genç L., Aşık Ş. (2011). Tatlı Mısırdaki (*ZeamaysaccharataSturt*) Su Stresinin Fizyolojik ve Morfolojik Parametreler Üzerine Etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, **48 (2)**: 141-149.
14. Koca, Y. O. (2009). Aydın bölgesinde, birinci ve ikinci ürün mısırdaki (*Zeamays*) verim, verim ögeleri, fizyolojik ve diğer bazı özellikler arasındaki farklılıklar. Doktora Tezi.
15. Tuncay A., Eşiyok D., Bozokalfa M. K. (2005). Ana Ürün ve İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Bazı Tatlı Mısır Çeşitlerinde Koçanın Agronomik ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, **42 (1)**:47-58.