

USE AND COMPARISON OF PERMUTATION TESTS IN LINEAR MODELS

Hasan ÖNDER ^{1*} Zeynel CEBECİ²

¹ Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Dep. of Animal Science,
Biometry & Genetics Unit, 55139 Samsun-Turkey

² Çukurova University, Faculty of Agriculture, Dep. of Animal Science,
Biometry & Genetics Unit, 01330 Adana-Turkey

*e-mail: hasanonder@gmail.com

Received Date: 19.01.2009

Accepted Date: 20.04.2009

ABSTRACT: *F* and *t*-test are generally used to test significance of hypothesis and/or model parameters. Although parametric tests are considerably effective, they can be ineffective when the assumptions needed by model are not provided, which is a usual situation for many data sets. In this case, permutation test not affected by the assumptions can be applied as a non-parametric method. In this study, permutation tests such as permutation of raw data, permutation of residuals under full model and permutation of residuals under restricted model are compared for multiple linear regression, completely randomized designs, randomized block design and Latin square design in terms of the Type I error rates, and performance of each tests are studied via animal science data. Results from this study indicate that permutation tests yields more reliable results than parametric tests in terms of Type I error rate, and permutation tests are recommended in order to reduce Type I errors.

Keywords: Linear models, Resampling methods, Permutation tests

PERMÜTASYON TESTLERİNİN DOĞRUSAL MODELLERDE UYGULANMASI VE KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET: Genellikle hipotezin ve/veya model parametrelerinin testi için *F* ve *t*-testleri kullanılır. Parametrik testler parametrik olmayan karşıtlarına göre daha etkili olsa da, pek çok veri seti için gerekli olan model varsayımlarının sağlanmadığı durumlarda, etkilerini yitirmektedirler. Bu durumda, varsayımlardan etkilenmeyen Permütasyon testleri parametrik olmayan bir yöntem olarak uygulanabilmektedir. Bu çalışmada, ham verinin permütasyonu, kalıntılardan tam permütasyonu, kalıntılardan kısmi permütasyonu yöntemleri, çoklu doğrusal regresyon, tesadüf parselleri, tesadüf blokları ve Latin kare deneme desenleri için I. tip hata olasılıkları bakımından karşılaştırılmıştır. Yöntemlerin karşılaştırılmasında hayvancılık verileri kullanılmıştır. Sonuç olarak, I Tip hata olasılığı bakımından Permütasyon testlerinin parametrik yöntemlere göre daha güvenilir sonuçlar ürettiği ve daha yüksek I. Tip hatadan kaçınmak için önerilebilecekleri görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Doğrusal modeller, Yeniden örnekleme yöntemleri, Permütasyon testleri

1. INTRODUCTION

The first description of permutation tests one of the resampling methods for linear statistical models can be traced back to the works of Fisher (1935) and Pitman (1937) in the first half of the 20th Century. Since permutation tests are computationally intensive; their employment in data analyses did not receive much attention until the widespread use of powerful computers (Anderson & Robinson, 2001).

Because of its independency from the distribution, permutation tests are successful in many cases where parametric tests are not. The assumptions of permutation tests are exchangeability and relabelability of data. If the null hypothesis is established correctly, exchangeability and relabelability are obtained. If the null hypothesis is correctly established, there will be no effect on the result even when the observations between two groups are exchanged.

The aim of this study is to compare permutation of raw data, permutation of residuals under full model and permutation of residuals under restricted model on linear models such as multiple regression, completely randomized design, randomized block design and Latin Square design.

2. MATERIAL AND METHOD

All data which were used in this study was originated from previous experiments on small ruminant (Darcan, 2004) and animal nutrition (Serbest et al, 2005) carried at Çukurova University. The data used for multiple regression analysis was taken from a study on sheep research with sample size of 8. Pulse number (PN) was selected as response variable and explanatory variables were selected as rectal heat (RH) and respiration number (RN).

For randomized block design, species (sheep, goat; *n*=16) factor on rectal heat was examined and four different sampling times in a day (6–7 am, 12–13 pm, 18–19 pm and 0–1 am) were used to block factor. For completely randomized design, effect of sampling times was removed from same data set without changing the data and only species variable used as a factor.

The data used for Latin square analysis was taken from a study on animal nutrition with sample size of 25. In this model, animal, group and ration effects were used as row, column and treatment, respectively. To analyze the data NPMANOVA and DISTLM statistical software was utilized (Anderson, 2000; Anderson, 2003). To examine whether data has

normal distribution or not, Anderson-Darling normality test was performed by use of MINITAB statistical software.

Permutation of raw data (PRD) permutes the raw observations. The essential requirement for this to work is that the distribution of the observations must be similar to the distribution of errors under the null hypothesis. This method may not be true if there is an outlier in data set.

Permutation of residuals under the reduced model (PRR) can be generally referred to model-based permutation. In this model residuals of the linear model are used as the permutable units of the test.

Permutation of residuals under the full model (PRF) permutes residuals uses the residuals from the full regression model as the permutable units of the test. The rationale for the method is that it uses the estimates of $\beta_{1,2}$ as part of the test, but also uses the original estimate of $\beta_{2,1}$ as part of the permutational procedure.

Normality of the data set and/or existence of outliers were used as a criteria when the compare models.

2.1. Multiple Regressions

When X_1 is constant and n combinations do exists (missing values and duplications are unimportant), the possible combinations can be shown as (X_{1j}, Y_j) , $j = 1, 2, \dots, n$. Similarly if X_2 is constant, possible combinations can be shown as (X_{2j}, Y_j) , $j = 2, 3, \dots, n$. Hence there are $n - 1$ combinations in this case, in turn, there are $n - 2$ and $n - 3$ combinations for X_3 and X_4 respectively. Finally the number of all possible combinations between X and Y is $n!$. In a multiple linear regression F value for statistical significance is calculated as indicated in equation given as (Kleinbaum et al, 1998);

$$F = \frac{MS_{reg}}{MS_{error}}$$

The number of F values is $n!$ which will be handled by changing the order of Y . Let F^* , $*$ = $1, 2, \dots, n!$ and F_j^* is j^{th} element of F^* . Then $F^* = (F_1^*, F_2^*, \dots, F_k^*)$. When it is assumed that F_j^* is j^{th} element of set of F values under the null hypothesis, the experimental distribution of F_j which is j^{th} element of F value estimated by OLS (Ordinary Least Squares) can be given as follows:

$$P(F_j < F_j^1) = \frac{\text{Number of the } F^* \text{ less than } F_j^1}{n!}$$

$$P(F_j = F_j^1) = \frac{\text{Number of the } F^* \text{ equal to } F_j^1}{n!}$$

$$P(F_j > F_j^1) = \frac{\text{Number of the } F^* \text{ greater than } F_j^1}{n!}$$

For all $j = 1, 2, \dots, k$, the computing method given above can be applied and calculated for each probability. The significance test of regression equation can be applied as determining the position of F_j^1 . If either $P(F_j < F_j^1)$ or $P(F_j > F_j^1)$ is small enough null hypothesis, $H_0: \beta_j = 0$ is rejected by two-tailed test.

Only PRD and PRF methods were used on multiple regression analysis because of software limitation.

2.2. Variance Analysis

e_{ij} term in the mathematical model which is called as error term can be divided into two pieces such as technical error which is a random variable equal to the difference of the conceptual observed response y_{ij} , measurement error, and treatment error. By use of permutation test technical error tends to be zero. Thus, only treatment error can remain in the model. For this reason, permutation tests can yield more reliable results (Good, 2000).

To calculate a P value, the F value obtained from the original data is compared with the distribution of F^* values obtained by permutation test. The empirical frequency distribution of F^* is entirely exposed because the number of possible relabeling data is finite. Type I error rate for the null hypothesis is calculated as dividing the number of F^* equals to or greater than F by total number of F .

$$P = \frac{(\text{number of } F^* \geq F)}{n!}$$

This P value provides an exact test for the null hypothesis, when there are no differences among groups.

2.2.1. Completely randomized design

The possible number of relabeled data sets for one-way ANOVA which has t groups with n replicates can be calculated by the equation of $(tn)!/[t!(n!)^t]$ (Anderson, 2001). Here, it is essential to state that original data is a member of permutation set. Only PRD method was used on analysis of completely randomized design because of software limitation.

2.2.2. Randomized Block Design

The possible number of relabeled data sets for randomized block design which has b blocks and t treatments can be calculated by the equation of $(t!)^b$ (Mielke and Berry, 2001; Anderson, 2001). PRD, PRR and PRF methods were used on analysis of randomized block design.

2.2.3. Latin Square Design

The possible number of relabeled data sets for Latin square design can be calculated by $t! (t-1)!$ (Scheffé, 1959).

To put into practice the permutation test for Latin square design exactly it would be simplest to base it on the sum of squares for numbers (i.e., levels of factor C), namely on $\sum_k T_k^2$ where T_k is total of the t observations where factor C is at level t . the number of different squares in a transformation set is $t!(t-1)!$ times the number of Standard squares in the set. Since the statistic is invariant under the $t!$ permutation of the levels of C , the number of different values the statistic takes on with equal probability for a given transformation set is $(t-1)!$ times the number of standard squares in the set. PRD, PRR and PRF methods were used on analysis of randomized block design.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Multiple Regressions

For multiple regression analysis, conventional analysis OLS (Ordinary Least Squares), available permutation methods such as (PRD) permutation of raw data, (PRF) permutation of residuals under the full model were performed and Type I error rates were observed respectively, 0.009, 0.0047 and 0.0054. These results shows that permutation tests produce smaller Type I error rates than OLS, but there are no considerable differences in Type I error rates among any of methods. Result of Anderson-Darling test shows that data has not normal distribution, so one of the assumption of OLS was not confirmed. In this situation, OLS method is having a tendency to yield errant results, and it can be indicated that Type I error rates obtained from PRD and PRF are more reliable than OLS results.

Type I error rate obtained from permutation of raw data is smaller than permutation of residuals (full model), but this difference is not significant. Anderson and Legendre (1999) declared that there are no difference affect the making decision between PRD and PRF by means of Type I error rates, and they suggested PRD method. Anderson (2001) suggested PRD method for small sample sizes. It can be preferred because it is distribution free and needs less computer time. Tanizaki (2001) also proposed permutation methods for significance tests for regression models when the data has not normal distribution. Obtained findings for this study also support the study results of Anderson and Legendre (1999).

3.2. Completely Randomized Design

For completely randomized design, ANOVA and PRD which is suitable for completely randomized design are performed and Type I error rates were observed respectively, 0.005 and 0.0068. According to the results, permutation tests produce higher Type I

error rates than ANOVA, but there are no differences affect the making decision in Type I error rates between these methods. Result of Anderson-Darling test shows that data has not normal distribution. When the methods examined for this design, there is no significant difference between these methods to change the decision about the null hypothesis for specie factor. Önder (2007), Routledge (1997) and Anderson (2001) notify that permutation tests produce more reliable results than ANOVA because permutation tests is distribution free and permutation tests equalize the technical error to zero. For these reasons, PRD method can be preferred for completely randomized design.

3.3. Randomized Block Design

For randomized block design, conventional analysis ANOVA, available permutation methods such as (PRD) permutation of raw data, (PRF) permutation of residuals under the full model and (PRR) permutation of residuals under the reduced model were performed and Type I error rates were shown in Table 1.

Table 1. Type I error rates for randomized block design by use of ANOVA, PRD, PRF, and PRR.

	ANOVA	PRD	PRR	PRF
Species	0.002	0.0033	0.0033	0.0002
Time	0.024	0.0261	0.0045	0.0028
Species x Time	0.423	0.4238	0.4212	0.4590

When the results of randomized block design examined with assistance of Table 1, it is clear that PRD and PRR permutation methods produced higher Type I error rates than ANOVA but PRF method produced smaller Type I error rate than ANOVA for species factor. PRD method produced higher Type I error rates than ANOVA but PRF and PRR methods produced smaller Type I error rate than ANOVA for time factor which is used as block. PRD and PRF methods produced higher Type I error rates than ANOVA but PRR method produced smaller Type I error rate than ANOVA for species x time interaction term.

Anderson (2001) notify that PRR method should be used when the size of sample is higher than 10 and researcher recommended the use of PRD method when the size of sample is smaller than 10 because of unreliability of residuals. Routledge (1997) and Anderson (2001) notify that permutation tests produce more reliable results than ANOVA because permutation tests is distribution free and permutation tests equalize the technical error to zero as they notified for completely randomized design. Anderson (2001) notify that PRF method may lead to incorrect results in interaction analysis for randomized block design. In this study size of sample was higher than 10 and this situation PRR method can be preferred because data did not satisfy the assumptions of ANOVA.

3.4. Latin Square Design

For Latin Square design, conventional analysis ANOVA, available permutation methods such as (PRD) permutation of raw data, (PRF) permutation of residuals under the full model and (PRR) permutation of residuals under the reduced model were performed and Type I error rates were shown in Table 2.

Table 2. Type I error rates for Latin Square design by use of ANOVA, PRD, PRR, and PRF.

	ANOVA	PRD	PRR	PRF
Row	0.203	0.4348	0.4308	0.4308
Column	0.052	0.1587	0.1602	0.1602
Treatment	0.030	0.2640	0.0313	0.0313

When the PRD, PRR and PRF methods which is performable on Latin Square design compared with ANOVA, as seen in Table 2, all of three permutation methods produced higher Type I error rates than ANOVA for row, column and treatment factors. It is essential to state that discrepancy between PRD and ANOVA methods change the decision about the null hypothesis. While the ANOVA method rejects the null hypothesis, PRD method accepts the null hypothesis. The other permutation methods such as PRR and PRF reject the null hypothesis at significance level of 5%.

Routledge (1997) informed that permutation tests produce more reliable results from the point of Type I error rate for Latin Square design by reason of the fact that permutation methods can eliminate technical error. Selection of permutation method depends on size of sample for variance analysis as Anderson (2001) notified.

Taking into account of information that permutation tests should be used only if number of treatment is equal or higher than 5 on Latin Square design, it is understood that number of observation for Latin Square design contain at least 25 observation units. Interpretation of this information suggests the use of permutation of residuals under the reduced model (PRR) for Latin Square design because permutation tests never applied on Latin Square design which has smaller than 25 observations.

4. CONCLUSION

In this study, permutation methods such as (PRD) permutation of raw data, (PRF) permutation of residuals under the full model and (PRR) permutation of residuals under the reduced model were compared with conventional methods. It is determined that permutation tests are more reliable on multiple linear regression, completely randomized design, randomized block design, and Latin Square design.

In multiple linear regression models, if the data has not normal distribution and/or there is high correlation between explanatory variables, PRF can be preferred in the presence of outlier/s.

For completely randomized design, PRD method can be preferred. When the size of sample is higher than 10, PRR method can be recommended. When the

size of sample is smaller than 10, PRD method can be proposed for randomized block design.

For Latin Square design, comparison of permutation tests has not mentioned in previous studies according to obtained references. Result of this study showed that PRR method should be used for Latin Square design.

It is the most important factor to recommend the use of permutation tests that it equalize the technical error, one of the components of error term, to zero and only treatment error remained in the error term. It is well known that data taken from biological studies generally do not satisfy the assumption of the parametric methods. If data does not receive assumptions or structure of the data is not known, permutation tests can be performed to obtain more reliable results. Otherwise, the statistical decision may lead to misinterpretation of the results because of making Type I error for the hypothesis. Permutation tests and parametric methods yield similar results when the data fulfill the necessary assumptions for the parametric method. In this case use of parametric methods can be preferred in terms of computer time and simple calculation effort.

For the future studies, it is understood that comparison of resampling methods such as permutation, Bootstrap and Jackknife with one another and/or parametric methods such as *F* and *t* tests is necessary.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

This study is summary of PhD thesis and supported by Academic Research Project Unit of Çukurova University with project number of FBE.2003D-2.

6. REFERENCES

- Anderson, M.J., Legendre, P. 1999. An Empirical Comparison of Permutation Methods for Tests of Partial Regression Coefficients in a Linear Model. *J. Statist. Comput. Simul.* 62, 271-303.
- Anderson, M.J. 2000. NPMANOVA: A FORTRAN Computer Program for Non-Parametric Multivariate Analysis of Variance (For Any Two Factor ANOVA Design) Using Permutation Tests. Department of Statistics, University of Auckland.
- Anderson, M.J. 2001. Permutation Tests for Univariate and Multivariate Analysis of Variance and Regression. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58, 626-639.
- Anderson, M.J., Robinson, J. 2001. Permutation Tests for Linear Models. *Aust. N. Z. Stat.* 43(1), 75 – 88.
- Anderson, M.J. 2003. DISTLM: A FORTRAN Computer Program to Calculate a Distance-Based Multivariate Analysis for a Linear Model. Department of Statistics, University of Auckland.
- Darcın, N. 2004. Data obtained from small ruminant research. (Personal communication).

- Fisher, R.A. 1935. *The Design of Experiments*. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Good, P. 2000. *Permutation Tests, A Practical Guide to Resampling Methods for Testing Hypotheses*. Springer-Werlag New York Inc.
- Kleinbaum, D.G., Kupper, L.L., Muller, K.E., Nizam, A. 1998. *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods*. Brooks/Cole Publishing Company.
- Mielke, P.W., Berry, K.J. 2001. *Permutation Methods: A Distance Function Approach*. Springer-Werlag New York Inc.
- Önder, H. 2007. Using Permutation Tests to Reduce Type I and II Errors for Small Ruminant Research. *J. Appl. Anim. Res.* 32 (1), 69 – 72.
- Pitman, E.J.G. 1937. Significance Tests Which May be Applied to Samples from Any Population. *Royal Staistical Society Supplement. Part I.* 4, 119-130.
- Routledge, R.D. 1997. P-Values from Permutation and F-Tests. *Computational Statistics & Data Analysis.* 24, 379 – 386.
- Scheffé, H. 1959. *The Analysis of Variance*, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Serbester, U., Görgülü, M., Kutlu, H.R., Yurtseven, S., Arieli, A., Kowalski, Z.M. 2005. The Effects of Sprinkler+Fan, Fish Meal or Dietary Fat on Milk Yield and Milk Composition of Dairy Cows in Mid Lactation During Summer. *Journal of Animal and Feed Sciences* 14, 639 – 653.
- Tanizaki, H. 2001. On Small Sample Properties Permutation Tests: An Independence Test Between Two Samples and A Significance Test For Regression Models. (<http://ht.econ.kobe-u.ac.jp/~tanizaki/cv/working/permute.pdf> Last visit: 12/03/2007).

FAKTÖR ANALİZ SKORLARI KULLANILARAK KARAYAKA KUZULARINDA CANLI AĞIRLIK TAHMİNİ

Soner ÇANKAYA* Aydın ALTOP Ertuğrul KUL Güray ERENER
OMÜ Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 55139 - Samsun

*e-mail: scankaya@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 09.02.2009

Kabul Tarihi: 10.04.2009

ÖZET: Bu çalışma Karayaka kuzularında bazı vücut ölçülerinden hesaplanan faktör analiz skorlarını, çoklu regresyon modelinde kullanarak canlı ağırlığı tahmin etmek ve incelenen vücut ölçüleri arasındaki çoklu bağlantıyı elimine etmek için yapıldı. Bu amaçla, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yetiştirilen 101 adet Karayaka kuzusundan sütten kesim döneminde alınan vücut ölçüleri (cidago ve sağrı yüksekliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi ve derinliği, orta ve arka sağrı genişliği, kürekler arası genişlik) ile canlı ağırlık ölçülerinden yararlanıldı. Ele alınan özellikler arasındaki tahmin ilişkisinin denklemini ortaya koymak için faktör analiz skorları kullanıldı. Tahmin eşitliğinde kullanılan cidago ve sağrı yükseklikleri arasında çoklu bağlantı olduğu bilinmektedir. Faktör analizi ile hesaplanan faktör skorlarının, çoklu regresyon modelinde kullanılması ile bağımsız değişkenler arasındaki çoklu bağlantının ortadan kalktığını ve buna göre Karayaka kuzularının sütten kesim dönemindeki canlı ağırlık tahmininde faktör analizi skorlarının kullanılması ile daha iyi tahminlerin elde edileceği gösterildi.

Anahtar Sözcükler: En Küçük kareler, Faktör analiz skorları, Çoklu regresyon, Karayaka.

BODY WEIGHT ESTIMATION IN KARAYAKA LAMBS BY USING FACTOR ANALYSIS SCORES

ABSTRACT: This study was conducted to estimate body weight by using factor analysis scores, which were calculated from some body measurements in Karayaka lamb, in a multiple regression model and to eliminate the multicollinearity among the investigated body measurements. For this purpose, obtained data, like the measures of body weight and some body measurements (height at withers, height at rump, body length, chest girth and depth, middle and hind rump width, and chest width), at the weaning period from totally 101 Karayaka lambs raised at Research Farm of Ondokuz Mayıs University, were used. To find out the prediction equation of relationship between the body weight and the body measurements, factor analysis scores were used. The existing multicollinearity between independent variables in the multiple regression model (heights at withers and rump) was eliminated by using factor analysis scores. The results showed that factor analysis scores derived from the body measurements should be used to estimate the live weight of Karayaka lambs at weaning period.

Keywords: Least squares, Factor analysis scores, Multiple regression, Karayaka.

1. GİRİŞ

Hayvanların vücut ölçüleri morfolojik yapıları hakkında bilgi vermekte ve bu ölçülerle hayvanların canlı ağırlıkları arasında da yakın ilişki bulunduğu bilinmektedir. Canlı ağırlık ile vücut ölçüleri arasındaki ilişkiyi yorumlamak için kullanılan en yaygın tahmin modeli çoklu regresyon modelidir. Genelde de bağımsız değişkenler arasındaki iç-ilişkiler dikkate alınmadan tahmin eşitlikleri en küçük kareler (EKK) yöntemine göre elde edilmektedir (Draper ve Smith, 1981; Cankaya ve ark., 2006; Sangun ve ark., 2009). Bu yöntem hayvanların canlı ağırlığını tahmin etmek için oldukça kullanışlı bir teknik olmasına karşın, bazı sakıncaları da beraberinde getirmektedir. Bunun sakıncalarından biri, incelenen bağımsız değişkenler arasında önemli çoklu bağlantı olması durumunda, EKK yöntemi ile tahmin edilen regresyon parametrelerine ait katsayıların istatistikî yorumlamalarında yanlışlıklara sebep olabilmektedir. Bu durumu önlemenin bir yolu EKK yöntemini orijinal veri setine doğrudan uygulamak yerine faktör analizi yardımıyla türetilen birbirleriyle ilişkisiz diğer bir ifade ile ortogonal olan faktör skorlarının regresyon analizinde kullanılması yaklaşımıdır. Bu sayede bağımsız değişkenler (vücut ölçüleri) arasındaki çoklu

bağlantı sorunu bu skorların kullanılmasıyla çözülmüş olacaktır (Tabachnick ve Fidell, 2001; Keskin ve ark., 2007).

Bu çalışmanın amacı Karayaka kuzularının bazı vücut ölçüleri kullanılarak çoklu regresyonla canlı ağırlıklarının tahminini yapmak için tahmin eşitliğinin elde edilmesinde faktör analiz skorlarının kullanılabilirliğini ortaya koymaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yetiştirilen sütten kesim dönemindeki (3 aylık yaşta) 101 baş Karayaka kuzudan alınmış 8 farklı morfolojik özellik (cidago ve sağrı yüksekliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi ve derinliği, orta ve arka sağrı genişliği, kürekler arası genişlik) ile canlı ağırlıkları incelendi. Bu özelliklerden, sütten kesim döneminde alınan vücut ölçümleri bağımsız değişken grubunu (X değişken kümesi), canlı ağırlıklara ait ölçümler ise bağımlı değişkeni (Y değişkeni) oluşturmaktadır.

Çoklu regresyon analizi bir bağımlı ve birden çok bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi izah etmek amacıyla en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir.

Çarpımsal formda çoklu regresyon modelinin genel ifade edilmiş şekli Eşitlik 1' de verildi.

$$Y_i = \beta_0 X_{i1}^{\beta_1} X_{i2}^{\beta_2} X_{i3}^{\beta_3} \dots X_{ip}^{\beta_p} e_i ; \quad i=1,2,3,\dots,n \quad (1)$$

Eşitlikte,

$$\beta_j : \text{Parametreleri} ; \quad j=1,2,3,\dots,p$$

e_i : Ortalaması 0, varyansı σ^2 olan normal dağılımlı hata değerlerini,

Y_i : Bağımlı değişkeni,

$X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ip}$: Bağımsız değişkenleri ifade etmektedir.

Bağımlı değişken verileri bağımsız değişken verilerine karşılık grafik üzerinde gösterildiğinde, her zaman eğri doğrusal bir hat gibi görünmeyebilir. Yani, incelenen özellikler arasındaki ilişki eğrisel bir dağılım şeklinde görülebilir. Bu eğrisel durumu doğrusallaştırmak için X ve Y değişkenlerinde gözlem değerleri logaritmik dönüşüme tabi tutulur. Bu sayede Eşitlik 1'deki denklem, 2 veya 3 no'lu eşitlikteki modele dönüşür.

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_{i1} + \dots + \beta_p \ln X_{ip} + \ln e_i \quad (2)$$

veya $b_1 = \hat{\beta}_1, \dots, b_p = \hat{\beta}_p$ olmak üzere,

$$\hat{Y}_i = a + b_1 z_{i1} + b_2 z_{i2} + b_3 z_{i3} + \dots + b_p z_{ip} \quad (3)$$

Eşitliklerde, sırası ile $Y = \ln Y_i$ canlı ağırlıkları, $z_{i1} = \ln X_{i1}$, $z_{i2} = \ln X_{i2}, \dots, z_{ip} = \ln X_{ip}$, ise ($p=1,2,\dots,7$) olmak üzere bağımsız değişkenleri (cidago ve sağrı yüksekliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi ve derinliği, orta ve arka sağrı genişliği, kürekler arası genişlik), $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ ile $a = \ln(\beta_0)$ regresyon parametrelerini, $\ln(e_i)$ ise tesadüfi hatayı göstermektedir (Gunst ve Mason, 1980; Draper ve Smith, 1981; Kleinbaum ve ark., 1998). Çoklu regresyon analizi neticesinde tahmin edilen regresyon katsayılarının istatistikî olarak önemli olup olmadığını ($H_0: \beta_j = 0$) test amacıyla 4 no'lu eşitlikte verilen t-test istatistiğinden yararlanılır.

$$t_j = \frac{b_j - \beta_j}{\sqrt{\text{var}(b_j)}} \sim t_{\alpha, (n-p-1)} ; \quad j=1,2,3,\dots,p \quad (4)$$

Eşitlikte,

b_j : En küçük kareler yöntemine göre tahmin edilen regresyon katsayılarını,

$\text{var}(b_j)$: bu katsayılar a ait varyansı,

(n-p-1): serbestlik derecesini,

n: örnek büyüklüğünü,

p: değişken sayısını,

α : I.tip hata yapma olasılığını göstermektedir.

Çoklu regresyon analizinde EKK yöntemine göre değerlendirme yapılabilmesi için gerekli varsayımlardan biri; bağımsız değişkenler arasında anlamlı ilişki yoktur (absence of multicollinearity): $\text{Cov}(X_i, X_j) = 0$; $i \neq j$ için. Ancak, pratikte karşılaşılan

önemli problemlerden biri bağımlı değişkeni tahmin etmek için kullanılan bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantının görülmesidir. Çoklu bağlantı çoklu regresyon analizinde iki veya daha fazla açıklayıcı (bağımsız) değişken arasında tam veya yüksek derecede korelasyonun bulunması olayıdır. Çoklu bağlantının olması durumunda bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerine etkisini değerlendirmek zor olabilmektedir (Pimentel ve ark., 2007; Anonim, 2008). Bir başka ifade ile çoklu bağlantı olması durumunda regresyon katsayılarının varyans ve kovaryansları artmakta, modelin R^2 değeri yüksek olmasına rağmen bağımsız değişkenlerin çok azı t testine göre anlamlı çıkabilmektedir (Gujarati, 1995). Bu ise modelden yanlış değişkenin çıkartılmasına ve modelin hatalı tanımlanmasına (specification error) neden olabilmektedir. Çoklu bağlantıyı belirlemek amacıyla varyans büyütme faktörü (VBF) değerleri hesaplanmalıdır (Eşitlik 5).

$$VBF = 1/(1 - R^2) \quad (5)$$

Çoklu bağlantı olup olmadığı hakkında yorum yapabilmek için şu genel kural dikkate alınır. Eğer hesaplanan R^2 değeri 0.90 veya VBF değeri 10'a eşit yada daha büyük ise, anlamlı çoklu doğrusal bağlantı problemi vardır (Neter ve ark., 1989).

Çoklu regresyon analizindeki bağımsız değişkenler arasında görülen çoklu bağlantı probleminin ortaya çıkardığı sınırlamaları yok etmek faktör analizinden tahmin edilen faktör skorlarına dayalı tahmin yönteminin kullanılması ile mümkündür. Faktör analizinde amaç, aralarında ilişki bulunduğu düşünülen çok sayıdaki değişken arasındaki ilişkilerin anlaşılmasını ve yorumlanmasını kolaylaştırmak ve çok sayıdaki değişkenin daha az sayıda faktörlerle ifade edilmesidir (Tinsley ve Brown, 2000).

Faktör analiz eşitliği Eşitlik 6' da tanımlanan matris formunda verilebilir.

$$Z = \lambda F + \varepsilon \quad (6)$$

Eşitlikte:

Z: px1 boyutlu değişken vektörünü,

λ : pxm boyutlu faktör yüklerinin matrisi

F: mx1 boyutlu faktör vektörünü,

ε : px1 boyutlu hata vektörünü ifade etmektedir (Sharma, 1996).

Korelasyon matrisinin faktörlere ayrılabilirliğini kontrol amaçlı küresellik için Bartlett testi ve Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi uygulandı. Bartlett testi neticesinde sıfır hipotezi red edilir ise, faktör analizine devam edilmektedir. KMO testi neticesinde bulunan değer 0.5'in altında ise değişken çiftleri arasındaki ilişkilerin diğer değişkenlerce açıklanamayacağını gösterir ki bu burumda faktör analizine devam edilmez. Korelasyon matrisinin faktörlere ayrılabilirliğinde tahmin edilen KMO değeri 0.60 civarında ise orta, 0.70 civarında ise iyi, 0.80

civarında ise çok iyi, 0.90 civarında ise mükemmeldir (Karagöz ve Kösterelioğlu, 2008).

Faktör analizinde özdeğerlerin elde edilmesinde korelasyon matrisinden yararlanıldı. Faktör yüklerini (I_{ik}) yorumlayabilmek için VARIMAX rotasyonu kullanıldı. Seçilen faktör için faktör skorlarının elde edilmesinde faktör katsayıları (c_{ik}) kullanıldı (Keskin ve ark., 2007). Faktör skorları birbiriyle ilişkisiz diğer bir ifade ile ortogonal olarak türetildiğinden, bu katsayıların kullanımı ile canlı ağırlığı tahmin etmek için kullanılan bağımsız değişkenler arasındaki çoklu bağlantı problemi ortadan kalmış olmaktadır. Çalışmada çoklu regresyon modelinde kullanılan faktör sayısı, genelde korelasyon matrisinden elde edilen özdeğerlerin 1'den büyük olanların sayısı kadardır (Sharma, 1996; Tinsley ve Brown, 2000).

Çalışmada Karayaka kuzularından alınan vücut ölçümleri yardımıyla canlı ağırlık tahmini yapabilmek için kullanılan tüm istatistiksel hesaplama işlemleri MINITAB ve SPSS istatistik paket programında yapıldı.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yetiştirilen sütten kesim dönemindeki Karayaka kuzularından alınan canlı ağırlık ve bazı vücut ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1' de verildi. MINITAB istatistik paket programı yardımıyla yapılan Kolmogorow - Smirnov normallik testi neticesinde incelenen özelliklere ait verilerin normal dağılışa uyum gösterdiği tespit edildi ($P>0.05$).

Karayaka kuzularından alınan canlı ağırlık ve bazı vücut ölçümleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları ve önem test sonuçları Çizelge 2' de verildi.

Karayaka kuzuların sütten kesim dönemindeki canlı ağırlıkları ve incelenen vücut ölçümleri arasında pozitif ilişki bulunmaktadır. En yüksek korelasyon cidago yüksekliği ile sağrı yüksekliği ($r=0.92$, $P<0.01$) arasında, en düşük korelasyon ise sağrı yüksekliği ile orta sağrı genişliği ($r=0.22$, $P<0.05$) arasında tespit edildi.

Bir veri setini analiz etmek için çoklu regresyon analizi kullanıldığında, cidago ve sağrı yüksekliğinde görüldüğü gibi bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin boyutunun artması çoklu bağlantıyı akla getirmekte ve en küçük kareler yöntemiyle elde edilen sonuçların güvenilirliğini azaltabilmektedir. Bunu irdelemek için en küçük kareler yöntemine dayalı çoklu regresyon analizinde her bir parametresinin tahmini katsayısı, standart hatası, test istatistikleri ve VBF değerleri Çizelge 3' de verildi.

Çoklu regresyon analiz sonuçlarına göre, canlı ağırlık tahmininde kullanılan vücut ölçülerinden cidago yüksekliği, sağrı yüksekliği, orta ve arka sağrı genişliği ile kürekler arası genişliğinin istatistiki olarak önemsiz olduğu tespit edildi. Ayrıca bağımsız değişkenlerden cidago ve sağrı yüksekliği arasında çoklu bağlantı ($VBF>10$) olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Bu bulgu standart hatanın artmasından (örneğin, CY' e ait regresyon katsayısı -0.28 iken, bu katsayının standart hatası 0.563'dür) dolayı tutarsız parametre tahminlerinin yapıldığını göstermektedir.

Çizelge 1. Karayaka Kuzularında İncelenen Özelliklere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Özellikler	n	Ln(Ortalama)	Gerçek Ortalama	Std. Sapma	95% Güven Aralığı	
					Alt Limit	Üst Limit
Canlı Ağırlık (CA)	101	2.92	18.81	3.885	18.04	19.57
Cidago Yüksekliği (CY)	101	4.00	54.22	3.097	53.06	57.94
Sağrı Yüksekliği (SY)	101	4.02	55.15	3.139	54.53	55.77
Vücut Uzunluğu (VU)	101	3.91	49.67	3.621	48.95	50.38
Göğüs Çevresi (GÇ)	101	4.20	66.98	5.159	65.96	68.00
Göğüs Derinliği (GD)	101	3.09	21.99	1.540	21.68	22.39
Orta Sağrı Genişliği (OSG)	101	2.46	11.65	1.120	11.43	11.87
Arka Sağrı Genişliği (ASG)	101	2.34	10.45	0.972	10.25	10.63
Kürekler Arası Genişlik (KAG)	101	2.72	15.23	1.604	14.91	15.54

Çizelge 2. İncelenen Özellikler Arasındaki Korelasyon Katsayıları ve Önem Test Sonuçları

Özellikler	CA	CY	SY	VU	GÇ	GD	OSG	ASG
CY	0.59**							
SY	0.62**	0.92**						
VU	0.64**	0.61**	0.63**					
GÇ	0.83**	0.54**	0.55**	0.60**				
GD	0.75**	0.58**	0.60**	0.54**	0.74**			
OSG	0.25*	0.23*	0.22*	0.35**	0.41**	0.33**		
ASG	0.37**	0.32**	0.29**	0.36**	0.46**	0.45**	0.53**	
KAG	0.53**	0.44**	0.39**	0.46**	0.68**	0.58**	0.46**	0.40**

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$

Korelasyon matrisinin faktörlere ayrılabilirliğini kontrol amaçlı küresellik için yapılan Bartlett testi neticesinde $P < 0.001$ olduğundan değişkenler arasında yüksek korelasyon mevcut ve veriler çoklu normal dağılımdan geldiği tespit edildi. Tahmin edilen KMO katsayısı 0.852 olduğunda araştırmadaki örnek büyüklüğü yeterli düzeydedir.

Faktör analiz sonuçları tahmin edilen 8 faktörden ilk 5'inin özdeğerlerinin 1'den büyük olmasından dolayı çoklu regresyon analizinde bağımsız değişken olarak kullanılabilirliğini göstermektedir. Ayrıca optimal faktör sayısına karar vermedeki ölçütlerden biri de açıklanan toplam varyans oranının en az 2/3 (% 67) olması istenmesidir. Dolayısı ile burada açıklanan toplam varyans oran değerinin 2/3 den (0.776) büyük olması nedeni ile dikkate alınan faktörlerin toplam varyansı yeterli derecede izah edebileceğini ifade etmektedir (Keskin ve ark., 2007; Tabachnick ve Fidell, 2001). Seçilen ilk 5 faktör sırası ile tüm değişkenlerdeki toplam varyansın % 25.7, 13.6, 13.1, 13.1 ve 12.1'lik kısmını izah etmektedir. Ayrıca, ilk

faktör çözümdeki varyasyonun %33.0 ($100 \cdot (2.05/6.22)$), ikinci faktör % 17.5, üçüncü faktör %16.9, dördüncü faktör % 16.9 ve beşinci faktör ise %15.6'lık kısmını açıklamaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4'de verilen faktör yükleri incelenen bağımsız değişkenler ile faktörler arasındaki ilişkiyi yansıtmaktadır. Tabloda koyu renkle belirtilen değerler, incelenen özellikler ile faktörler arasında en yüksek korelasyonları göstermektedir. Örneğin, en yüksek korelasyonlar CY ve SY ile faktör 1 (0.92 ve 0.91), GÇ ile faktör 2 (0.89), ASG ile faktör 3 (-0.94), KAG ile faktör 4 (0.93) ve OSG ile faktör 5 (0.86) arasında tahmin edildi. Ayrıca, ortak varyans (communality) miktarlarının yüksek olması değişkenlerin varyansının etkili bir şekilde yansıttığını göstergesidir. Faktör analizi sonucu elde edilen faktör skor katsayıları, Karayaka kuzularının canlı ağırlığının tahmininde bağımsız değişkenler olarak kullanılmış ve ağırlık tahmininde önemli faktör(lerin) belirlenmesi amacı ile bulgular Çizelge 5'de verildi.

Çizelge 3. En Küçük Kareler Yöntemine Göre Regresyon Analiz Sonuçları

Özellikler	Katsayılar	SH	t-değeri	P	VBF
Sabit (b_0)	-8.49	0.824	-10.31	0.000	
CY	-0.28	0.563	-0.50	0.618	10.5
SY	0.67	0.624	1.08	0.283	10.9
VU	0.53	0.202	2.61	0.011	2.0
GÇ	1.53	0.241	6.34	0.000	3.2
GD	0.69	0.240	2.87	0.005	2.7
OSG	-0.20	0.126	-1.56	0.123	1.5
ASG	-0.02	0.138	-0.14	0.123	1.6
KAG	-0.09	0.140	-0.62	0.539	2.0

$S = 0.104$; $R^2 = \% 77.3$; R^2 (düzeltilmiş) = % 75.3

Çizelge 4. Faktör Analiz Sonuçları

Özellikler	Faktör Skor katsayıları (c_{ik})					Faktör Yükleri (l_{ik}) ve Ortak Varyans					Ortak Varyans (Communality)
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	
CY	0.66	-0.05	-0.02	-0.03	-0.22	0.92	0.17	-0.06	0.11	0.20	0.93
SY	0.65	-0.03	-0.02	-0.02	-0.22	0.91	0.10	-0.06	0.09	0.23	0.90
VU	-0.24	-0.07	0.09	-0.05	1.36	0.34	0.24	-0.11	0.20	0.18	0.26
GÇ	-0.09	-0.26	0.06	-0.07	-0.17	0.18	0.89	-0.21	0.15	0.15	0.91
GD	-0.18	-0.16	0.00	-0.13	-0.07	0.28	0.34	-0.17	0.18	0.24	0.31
OSG	0.01	-0.20	-1.20	-0.28	-0.11	0.37	0.16	-0.14	0.13	0.86	0.94
ASG	-0.04	-0.06	0.27	1.21	-0.05	0.07	0.18	-0.94	0.24	0.11	0.99
KAG	-0.06	1.34	0.17	-0.05	-0.07	0.13	0.14	-0.25	0.93	0.11	0.98
Varyans						2.05	1.09	1.05	1.05	0.97	6.22
% Var.						25.7	13.6	13.1	13.1	12.1	100

F: Faktörleri göstermektedir.

Çizelge 5. Faktör Analiz Skorlarına Dayalı Regresyon Analiz Sonuçları

	Katsayılar	SH	t-değeri	P	VBF
Sabit (b ₀)	1.837	0.367	5.01	<0,001	
Faktör 1	0.41	0.085	4.80	<0,001	1.2
Faktör 2	0.19	0.086	2.21	0.030	1.0
Faktör 3	0.68	0.313	2.17	0.033	1.6
Faktör 4	-0.40	0.078	-5.15	<0.001	1.6
Faktör 5	0.49	0.119	4.11	<0.001	1.1

S = 2.136 R² = % 73.1 R²(düzeltilmiş) = %70.6

Faktör analiz skorlarına dayalı regresyon analiz sonuçlarına göre, Karayaka kuzularının canlı ağırlık tahmininde bağımsız değişken olarak kullanılan tüm faktörlerin etkisinin istatistikî olarak önemli olduğu görüldü (Çizelge 5). Modelde faktör skorlarının kullanımı ile Çizelge 3’de gösterilen orijinal bağımsız değişkenler arasında görülen çoklu bağlantı elemine edildi. Ayrıca modelde kullanılan faktör skorları Karayaka kuzularının canlı ağırlıklarına ait toplam varyasyonun % 73.1’ni izah etmektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları süttan kesim döneminde kuzuların canlı ağırlıklarının tahmininde kullanılan bazı vücut ölçülerinin aralarında çoklu bağlantı olması nedeni ile bu değişkenlerin direk kullanılmasının yerine bunlardan türetilen faktör analizi skorlarının kullanılmasının modeldeki parametrelerin yorumlanmasındaki yanılığın en küçük kareler yöntemine göre azalttığını gösterdi.

Ayrıca, bu çalışma bağımsız değişken arasında çoklu bağlantı olması durumunda, en küçük kareler yöntemine dayalı klasik çoklu regresyon analizi ile faktör analiz skorlarına dayalı regresyon analiz sonuçlarını bir uygulama üzerinde karşılaştırmalı olarak göstermeye çalıştı ve çoklu regresyon analiz yöntemlerine uygulama açısından alternatif yöntemlerin uygulanabilirliğini gösterdi.

KAYNAKLAR

Anonim, 2008. Multicollinearity. URL Adresi: <http://en.wikipedia.org/wiki/Multicollinear>, Erişim Tarihi: 06/09/2008.

Cankaya, S., Kayaalp, G.T., Sangun, L., Tahtali, Y. and Akar, M., 2006. A Comparative Study of Estimation Methods for Parameters in Multiple Linear Regression Model. *J. Appl. Anim. Res.*, **29**: 43-47.

Draper, N. R. and Smith, H., 1981. *Applied Regression Analysis*. 2nd Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc, 709p.

Gujarati, D. N., 1995. *Basic Econometrics*, 3rd Ed., New York: McGraw-Hill, 838p.

Gunst, R.F. and Mason, R.L., 1980. *Regression Analysis and Its Application, A Data-Oriented Approach*. New York: Marcel Dekker, Inc, 402p.

Karagöz, Y. ve Kösterelioğlu, İ., 2008. İletişim Becerileri Değerlendirme Ölçeğinin Faktör Analizi Metodu ile Geliştirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, **21**:81-98.

Keskin, S., Daskiran, I. and Kor, A., 2007. Factor Analysis Scores in a Multiple Linear Regression Model for the Prediction of Carcass Weight in Akkeci Kids. *J. Appl. Anim. Res.*, **31**: 201-204.

Kleinbaum, D.G., Kupper, L.L., Muller, K.E. and Nizam, A., 1998. *Applied Regression Analysis and Multivariable Methods*. 3rd Edition. Duxbury Press, 798p.

Neter, J., Wasserman, W. and Kutner, M.H., 1989. *Applied Linear Statistical Models* (2nd Edition). Boston, MA: Irwin Inc, 667p.

Pimentel, E.C.G., Queiroz, S.A., Carvalheiro, R. and Fries, L.A., 2007. Use of Ridge Regression for the Prediction of Early Growth Performance in Crossbred Calves. *Genet. Mol. Biol.* **30**(3): 536-544.

Sangun L., Cankaya S., Kayaalp G.T. and Akar, M., 2009. Use of Factor Analysis Scores in Multiple Regression Model for Estimation of Body Weight from Some Body Measurements in Lizardfish. *J. Anim. Vet. Adv.*, **8**: 47-50.

Sharma, S., 1996. *Applied Multivariate Techniques*. New York: John Wiley & Sons, Inc, 493p.

Tabachnick, B.G. and Fidell, L.S., 2001. *Using Multivariate Statistics*. 4th Edition. New York: Allyn & Bacon, Inc, 996p.

Tinsley, H.E.A. and Brown, S.D., 2000. *Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modeling*. New York: Academic Press, 721p.

KARAYOLLARINDAN UZAKLIĞIN YUMURTA AĞIR METAL İÇERİKLERİNE ETKİSİ

Ahmet ŞEKEROĞLU^{1*}

Yavuz AKMAZ²

¹ GOÜ Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Tokat

² Tefenni Tarım Meslek Lisesi - Burdur

* e-mail: aseker@gop.edu.tr

Geliş Tarihi: 03.03.2009

Kabul Tarihi: 09.04.2009

ÖZET: Bu çalışmada Erzincan ve Erzurum illerini birbirine bağlayan E-5 karayolunun Erzincan İli ile Tercan İlçesi arasında kalan bölümünde, karayoluna 0-250 m, 251-500 m, 501-750 m, 751-1000 m ve 1000 m den uzak mesafelerdeki köylerden alınan tavuk yumurtalarının ağır metal konsantrasyonları araştırılmıştır. Karayollarından uzaklıkların yumurta demir, bakır, çinko ve kurşun içeriğine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,005$). Karayollarından uzaklığın, yumurta mangan içeriğine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu çalışma alanında trafik yoğunluğundan kaynaklanan çevre kirliliğinin yumurta ağır metal içeriğine etkisinin önemli olmadığı söylenebilir.

Anahtar Sözcükler: Karayollarından uzaklık, Tavuk, Yumurta, Ağır metal içeriği.

THE EFFECTS OF DISTANCE TO HIGWAYS ON EGGS' HEAVY METAL CONTENTS

ABSTRACT: In this study, the heavy metal contents of chicken eggs, which have been collected in the regions Erzincan and Tercan at distances of 0-250 m, 251-500 m, 501-750 m, 751-1000 m and 1001-more far away from the E-5 highway, which connects Erzurum and Erzincan, were investigated. The distance from highway had no significant effect on egg iron, copper, zinc and lead contents ($P>0,05$), although a significant effect on egg manganese content ($P<0,05$) was observed. Depending on obtained results, it can be concluded that the environmental pollution in the studied area, which bases on traffic density, had no significant effects on heavy metal contents of eggs.

Key Words: Distance to highways, Chicken, Egg, Heavy metal content.

1.GİRİŞ

Günümüzün en büyük sorunlarından birisi teknolojiye paralel olarak artan ve yaşamı olumsuz etkileyen çevre kirliliğidir. Toprak, su ve hava gibi çevreyi oluşturan öğeler; başta insan olmak üzere bitki ve hayvanların etkileri ile kirlenmektedir. Özellikle endüstrileşme ve kentleşme, taşıtlar, organik kimyasallar, deterjanlar, pestisitler, radyoaktif maddeler ve ağır metallerle ilgili olarak artan çevre kirliliği, canlılar üzerinde tehlikeli olabilecek boyutlara ulaşmıştır. Doğrudan ve dolaylı yollardan çevre kirliliği probleminin her çeşit organizmanın etkilenmesi, bu problemin büyüklüğünü ve tehlikesini arttırmaktadır (Zengin ve Munzuroğlu, 2004, 2005; Kılınç, 2006).

Toksik ağır metaller, canlılar üzerinde oluşturabileceği potansiyel risk sebebiyle son yıllarda önemli bir konu haline gelmiştir. Endüstriyel faaliyetler, motorlu taşıtların egzoz gazları, maden yatakları ve işletmeleri, volkanik faaliyetler, tarımda kullanılan gübre ve ilaçlar ile kentsel atıklar, ağır metallerin çevreye yayılmasına neden olan elementlerden bazılarıdır. Besin zinciri ve biyolojik döngünün temel basamağı konumundaki bitkilerin ve hayvansal ürünlerin ağır metal kirliliğinden etkilenmesi kaçınılmazdır (Zengin ve Munzuroğlu, 2004, 2005).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde artan nüfusa bağlı olarak taşıt trafiğinde meydana gelen artışlar, her ne kadar sosyal açıdan bireysel olarak bir gelişme sağlasa da; toplumsal ve ekolojik olarak

çevreye etkileri küçümsenmeyecek kadar fazladır. (Dülgeroğlu, 2002 ; Akçay, 2005).

Motorlu taşıtların egzozlarından çıkan zehirleyici gaz ve dumanlar havayı, toprağı ve suyu kirletmekte, araçların hızlı hareket etmeleri yol yüzeyinde tozlanmaya neden olmaktadır. Kirletici kaynaklar; evsel kaynaklardan trafiğe ve çok karmaşık yapıdaki endüstrilere kadar geniş bir dağılım göstermektedir (Tünay, 1997).

Ayaz (1989)' a göre motorlu araçların neden olduğu hava kirliliği, endüstri, enerji ve ısınmadan kaynaklanan kirlilikten daha fazladır. Kirliliğin %60'ı motorlu araçlardan, %18'i endüstri tesislerinden, %14'ü enerjiden ve %8'i ısınma atıklarından ileri gelmektedir (Akçay, 2005). Ayrıca hava kirliliğine sebep olan azot oksitlerin %51'i, karbonmonoksitin %75'i, kurşunun %80'i, partiküllerin %17'si ulaşım kökenli olduğu belirtilmektedir (Tırıs, 1995).

Kirlenen çevre nedeniyle miktarları giderek artan ve önemli kirleticilerden biri olan ağır metaller çevremizde sorun olan kontaminasyon kaynakları haline gelmişlerdir. Çevresel dönüşüm içerisinde gıda maddelerine bulaşan ağır metaller gıda zinciri yoluyla insan vücuduna ulaşmaktadır. Böylece kontamine olmuş gıda maddesinin tüketilmesi ile vücuda alınan ağır metaller konsantrasyon ve vücutta tutulma miktarına bağlı olarak ani ölümlerle bile sonuçlanabilecek sağlık sorunlarına yol açabilirler (Kahvecioğlu ve ark., 2004).

Önemli çevre kirleticileri olmaları nedeniyle ağır metal ve metal bileşiklerinin insan ve hayvan sağlığı üzerindeki etkileri son yıllarda giderek daha

fazla ilgi çekmektedir. Ağır metallerin vücuda alınmasını sağlayan ana kaynaklardan birisi de yiyeceklerdir. Kurşun ve diğer ağır metaller besin kontaminantları olarak adlandırılan ve besinlere isteğimiz dışı bulaşan kimyasal maddelerdir (Hızal ve Şanlı, 2006).

Sağlık üzerinde olumsuz etkileri olan ağır metallerin başlıcaları kurşun, civa, kadmiyum, arsenik, bakır, çinko ve kromdur. Kurşuna bağlı zehirlenme tablosu, kurşun kapların ve boruların kullanılması sonucu eski Roma'da görülmüştür. Günümüzde ise, ağır metaller başlıca, kontrolsüz endüstriyel atıklar şeklinde çevreyi kirletmektedir. Aslında, bu metaller, eser miktarlarda toprakta bulunur, ancak endüstriyel atıklar nedeniyle yüksek dozlarda kirlenme olur ve sağlık sorunları ortaya çıkar. Bu metallerden arsenik ve kadmiyum; kansere, civa; mutasyonlara ve genetik bozukluklara, kurşun, civa ve bakır; beyin ve kemik hastalıklarına neden olmaktadır (Bilir, 2003).

Ağır metallerin gıdalara bulaşmasına çevresel faktörlerin katkıda bulunduğu belirtilmektedir. Buna göre arsenik gibi bazı metaller tabii olarak bulunurken, kurşun gibi bazı elementler endüstriyel ve insan kaynaklı kirlenmelerden kaynaklanmaktadır. Kadmiyum gibi metaller de, bazı fosforlu gübrelerden kaynaklanmaktadır (Anonim, 1999).

Türkiye'nin gerek hızla sanayileşmesi ve gerekse her geçen gün artan bir trafik yoğunluğuna maruz kalması, diğer birçok kirleticiyle beraber ağır metallerin de çevredeki miktarlarını arttırmaktadır (Munzuroğlu ve Gür, 2000). Ağır metaller yönünden dikkat edilecek gıdalardan birisi de; aslında doğal halleri ile her yaşta insanın beslenmesinde önemli yer tutan yumurtadır. Özellikle, çocukların gelişiminde önemli yeri olan yumurtanın, bu şekilde bir risk taşıması konunun önemini artırmaktadır. Ağır metallerin yumurtayı kontamine etme yolları ise su, hava ve yem olarak sıralanabilir (Şekeroğlu, 2002; Şekeroğlu ve ark., 2007).

Entansif yetiştiricilikte besin zinciri (tavukların yiyeceği yem ve içecekleri su) kontrol altına alınabilmesine karşın, köy tavukçuluğunda yem ve suyu kontrol altına almak çok zordur. Tavuklar serbestçe dolaştığı, yem yediği ve su içtiği için çevresel kaynaklı ve trafikten kaynaklanan ağır metal bulaşmalarından kolayca etkilenebilmektedirler (Şekeroğlu, 2002; Şekeroğlu ve ark., 2007). Türkiye'de köy yumurtalarının trafikten kaynaklanan yumurta ağır metal kirlilik düzeyleri ile ilgili olarak yapılan çok az çalışma vardır (Şekeroğlu, 2002; Şekeroğlu ve ark., 2007). Bu nedenle Türkiye'de, yumurta ağır metal konsantrasyonlarından kaynaklanan bir sağlık tehlikesi olup olmadığı bilinmemektedir. Bu çalışmayla Erzincan ilinde Erzincan – Tercan arasındaki E-80 karayolundan uzaklığın, köylerde yetiştirilen tavukların yumurtalarının ağır metal içeriklerine bir etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

Erzincan İli, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Kuzey Batı bölümünde, yukarı Fırat havzasında 39 02'- 40 05' Kuzey enlemleri ile 38 16'- 40 45' Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Doğuda Erzurum, Batıda Sivas, Güneyde Tunceli, Güneydoğuda Bingöl, Güneybatıda Elazığ, Malatya, Kuzeyde Gümüşhane, Bayburt ve Kuzeybatıda Giresun illeri ile çevrilidir. Yüzölçümü 11,903 km² olup il merkezinin denizden yüksekliği 1,185 metredir (Şekil 1).

Erzincan şehri, eski çağlarda Bağdat Kervan Yolu üzerinde ve kuzey-güney, doğu-batı yönlerinde giden ticaret yollarının kavşak noktasında kurulmuştur. Günümüzde de Asya ülkelerini Avrupa'ya bağlayan kara ve demiryolları, Erzincan ilinden geçer. Bu özellikleriyle Erzincan, Türkiye'nin önemli ulaşım yollarının kavşak noktasındadır.



Şekil 1. Araştırma bölgesinin haritası (Anonim, 2007)

2.2. Yumurta örneklerinin alınması

2007 yılı Karayolları Genel Müdürlüğü verilerine göre Erzincan-Tercan arası taşıt yoğunluğu 2717-4507 adet/yıl' dır (Anonim, 2008). Araştırma Mayıs-2007 yılında yapılmıştır. Araştırma bölgesinde yumurta ağır metal içeriğine etki edecek başka bir kaynak (fabrika vs) bulunmamaktadır. Araştırma materyalini, Erzincan merkezi ile doğuya doğru 88 km uzaklıkta Tercan ilçesi arasındaki E-80 karayolunun yaklaşık her 20 km' de bir, sırasıyla anayola 0-250 m, 251-500 m, 501-750 m, 751-1000 m ve 1000 m' den daha uzak mesafeden tesadüfen seçilen 1' er köyden ekstansif (köy tavukçuluğu) olarak yetiştirilen tavukların beyaz ve kahverengi kabuklu yumurtaları oluşturmuştur. Her köyden tesadüfen 3 aile seçilmiş ve her aileden tesadüfen 3' er yumurta alınmıştır.

Her biri ayrı bir plastik kaba kırılan yumurtalar, plastik karıştırıcı yardımıyla iyice karıştırılarak yumurta sarısı ve beyazının homojen olması sağlanmıştır. Homojenize edilen yumurta örneği, darası alınmış cam erlenlerde 5' er gr tartılarak, üzerine 25 ml derişik HNO₃ (nitrik asit) ve 10 ml H₂O₂ (hidrojen peroksit) eklenerek açıkta yaş yakma yöntemi ile yakılmıştır. Yanması tamamlanan

örnekler, saf su ile 10 ml' ye tamamlanmıştır. Ayrıca kontrol amacıyla her 10 numune için 1 adet kontrol numunesi hazırlanmıştır. Açıkta yaş yakmada; numune sıcaklık ayarlama düzeneği bulunan ısıtıcı cihaz (hot plate) da, sıcaklık ayar düğmesi önce 100 °C' ye ayarlanarak, bu sıcaklıkta 1 saat tutulmuş, daha sonra sıcaklık ayar düğmesi 130 °C' ye getirilerek 1 saat kadar da bu sıcaklıkta bekletildikten sonra sıcaklık ayar düğmesi 150 °C' ye getirilmek suretiyle, numune iyice berraklaşmaya ve 1 ml kalana kadar (tam kuruluğa gelmeden) yakma işlemine devam edilmiştir. Yanması tamamlanan yumurta numuneleri soğumaya bırakıldıktan sonra 42 no' lu membran filtre ile plastik tüpler içerisine süzölmüş ve saf su ile 10 ml' ye tamamlanarak ağır metal analizine hazır hale getirilmiştir. Analize hazır hale getirilen yumurtaların ağır metal (Cu, Cd, Pb, Zn, Mn ve Fe) içerikleri Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde saptanmıştır (Anonim, 1982; Gaskill, 1986).

Elde edilen veriler, yoldan uzaklıkları 0-250 m, 251-500 m, 501-750 m, 751-1000 m ve 1000 m üzeri dikkate alınarak SPSS 11,0 paket programı kullanılarak tesadüf parselleri deneme planlarına göre değerlendirilmiştir. Farklılığın önemli çıktığı özelliklerde ortalamalar Duncan testine göre karşılaştırılmıştır (Bek ve Efe, 1989).

3.BULGULAR

Araştırmadan elde edilen yumurta ağır metal içeriği Çizelge 1 ve Şekil 2, 3, 4, 5 ve 6' da verilmiştir. Yumurta ağır metal içeriğine karayollarından uzaklığın etkisi sadece mangan bakımından istatistiki olarak önemli çıkarken

($P<0,05$), diğer ağır metallere bakımından farklılık önemli çıkmamıştır ($P>0,05$).

Araştırmada karayollarından uzaklık ile yumurta Fe içeriği, Mn içeriği, Cu içeriği, Zn içeriği ve Pb içeriği arasındaki korelasyon sırasıyla -0,021; 0,152; 0,084; -0,023 ve 0,024 olarak bulunmuştur (Çizelge 2).

Karayollarından uzaklık ile ele alınan yumurta ağır metal içerikleri arasında istatistiki bir ilişki saptanmamıştır ($P>0,05$).

4.TARTIŞMA ve SONUÇ

Yumurta ağır metal içeriği yetiştirme sistemleri, genotip, besleme ve çevre kirliliğinden etkilenmektedir (Holeman ve ark., 1993; Doganoc, 1996; Dey ve Dwivedi, 2000; Şekeroğlu ve Sarıca, 2005; Şekeroğlu ve ark., 2007).

Genelde serbest sistemde yetiştirilen tavuklar, kafes sistemine göre; Kahverengi yumurtacıların yumurtaları, beyaz yumurtacılar göre ve çevre kirliliği bulunan bölgelerdeki yumurtalar, diğer bölgelerde yetiştirilen tavukların yumurtalarından daha fazla ağır metal içermektedir. Yetiştirme sistemlerinin ve genotipin yumurta ağır metal içeriğine etkisi geniş bir şekilde araştırılmıştır. Ancak karayolu kenarlarında bulunan alanlarda trafikten kaynaklanan ağır metal birikiminin, trafik yoğunluğuna bağlı olarak artışı belirtilmesine rağmen (Ward ve ark., 1977; Sezgin ve ark., 2003), trafikten kaynaklanan yumurta ağır metal içerikleri ile ilgili çalışma bulunmamıştır.

Çizelge 1. Karayollarından farklı mesafedeki tavuk yumurtasının yumurta ağır metal içeriği, ($\mu\text{g/g}$)

Yumurta	Karayollarından uzaklık, m					OSH	Ortalama	P
	0-250	251-500	501-750	751-1000	1001 üzeri			
Fe içeriği, $\mu\text{g/g}$	7,39	7,71	6,93	7,49	7,17	0,30	7,39	ÖNSZ
Mn içeriği, $\mu\text{g/g}$	0,14	0,25	0,13	0,21	0,12	0,013	0,16	*
Cu içeriği, $\mu\text{g/g}$	0,37	0,38	0,33	0,38	0,41	0,011	0,37	ÖNSZ
Zn içeriği, $\mu\text{g/g}$	4,77	4,54	6,69	4,88	4,96	0,163	4,67	ÖNSZ
Pb içeriği, $\mu\text{g/kg}$	20,90	44,87	47,89	19,87	27,00	5,42	28,74	ÖNSZ

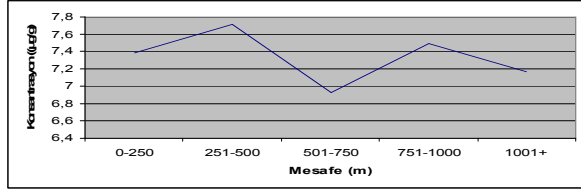
OSH; Ortalamanın Standart Hatası, ÖNSZ; Önemli ($P>0,05$)

*; Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ($P<0,05$)

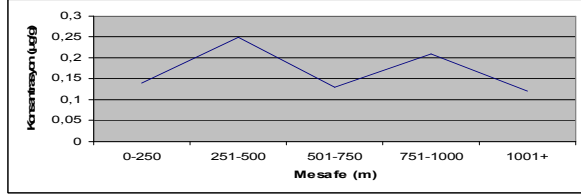
Çizelge 2. Karayollarından uzaklık ile yumurta Fe içeriği, Mn içeriği, Cu içeriği, Zn içeriği ve Pb içeriği arasındaki korelasyon

	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb
Mesafe	-0.021	0.152	0.084	-0.023	0.024

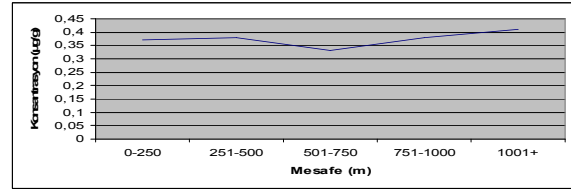
Karayollarından uzaklığın yumurta ağır metal içeriklerine etkisi



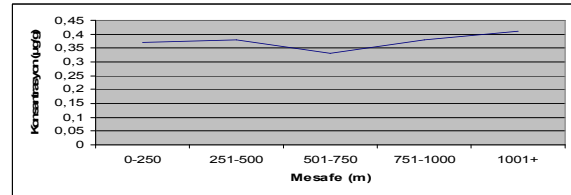
Şekil 2. Karayollarından farklı mesafedeki yumurtaların demir seviyesi (µg/g)



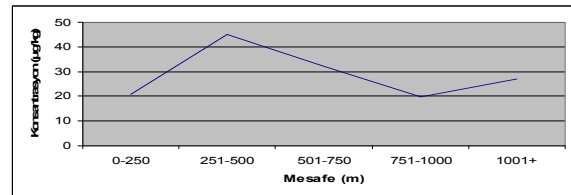
Şekil 3. Karayollarından farklı mesafedeki yumurtaların mangan içeriği (µg/g)



Şekil 4. Karayollarından farklı mesafedeki tavuk yumurtalarının bakır içeriği (µg/g)



Şekil 5. Karayollarından farklı mesafedeki tavuk yumurtalarının Zn içeriği (µg/g)



Şekil 6. Karayollarından farklı mesafedeki tavuk yumurtalarının Pb içeriği (µg/g)

Fakat karayollarından kaynaklanan kirlilikle ilgili olarak, toprak ve sebzelerde yapılan çalışmada, karayollarından uzaklaştıkça sebze ve toprakta ağır metal içeriğinin azaldığını belirten araştırmacılar farklı olarak (Fakayode ve Olu-Owolabi, 2003; Haktanır ve ark., 1995; Ece ve ark., 2001; Arcak ve ark., 1994), bu çalışmada karayollarından uzaklığın yumurta ağır metal içeriğine etkisi Mn hariç ele alınan ağır metaller bakımından istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Bu çalışma göstermektedir ki; Erzincan-Tercan E5 karayolunda trafik yoğunluğundan kaynaklanan çevre kirliliğinin yumurta ağır metal içeriğine etkisinin önemsiz olduğu ve insan sağlığına zarar verebilecek sınırların altında olduğu söylenebilir.

(Holeman ve Smodis, 1993; Doganoc, 1996; Anonim, 1999). Fakat bu tür çalışmaların farklı trafik yoğunluğu bulunan bölgelerde yumurta ağır metal içeriği yanında, toprak ve bitki örtüsündeki, hayvanların iç organ ve tüylerindeki ağır metal içeriklerinin birlikte değerlendirilmesinin daha doğru olacağı söylenebilir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma GOÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (2007-07)

6. KAYNAKLAR

- Akçay, O., 2005. Trafik ve çevre kirliliği. Polis ve Sosyal Bilimler Dergisi. Yıl:3 , Cilt:3 Sayı:1.Mart 2005. Available from URL:<http://www.gapmyo.edu.tr/dergikapak3.htm> ; (10.02.2007).
- Anonim, 1982. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. EPA- 600/4-82-055, December 1982, Method 213.2.
- Anonim, 1999. 1997 Total Diet Study-Aluminum Arsenic, Cadmium, Chromium, Copper, Lead, Mercury, Nickel, Selenium, TIN and ZINC. MAFF Joint Food Safety and Standarts Group, Food Surveillance Information Sheet, Number 191.
- Anonim, 2007. Available from URL:<http://maps.google.com> ; (30.12.08).
- Anonim, 2008. Karayolları Genel Müdürlüğü, Trafik Hacim Haritası. Available from URL:<http://www.kgm.gov.tr/images/ttrafikharita2007.jpg> ; (16.10.2008)
- Arcak, S., Haktanır, K., Karaca, A., 1996. Karayolları yakınındaki topraklarda trafikten kaynaklanan ağır metallerin üreaz enzim aktivitesine etkisi. Tr. J. of Agric and Forest, 20:101-107.
- Bek, Y., Efe, E., 1989. Araştırma Deneme Metotları I. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Ders Kitabı No:71 Adana.
- Bilir, N., 2003. Çevre Kirliliği ve Sağlık Tehlikeleri. Available from URL <http://www.thb.hacettepe.edu.tr/2003/20034.shtml>; (28.02.07).
- Dey, S., Dwivedi, SK., 2000. Toxic metals in hens, eggs in india; a preliminary report, Archives of Environmental Health, 55:365-368.
- Doğanoc, D.Z., 1996. Distribution of lead cadmium and zinc in tissues of hens and chickens from slovenia. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 57: 932-937.
- Dülgeroğlu, A., 2002. Trafik ve çevre etkisi .www.trafik.gov.tr /arastirma_inceleme / arastirma_inceleme_bildiriler.asp . Available from URL www.trafik.gov.tr/icerik/bildiriler/A1-80.doc; (02.12.08)
- Ece, A., Çağlarırnak, N., Camcı Çetin, S. 2001. Çevre kirliliğinden etkilenen ve yaygın olarak yetiştirilen bazı sebzelerde kurşun ve kadmiyum miktarlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 429-334, 5-8 Ekim 2001, İzmir.
- Fakayode, S.O., Olu-Owolabi, B.I., 2003. Heavy metal contamination of roadside topsoil in Osogbo, Nigeria: its relationship to traffic density and proximity to highways. Environmental Geology, 44: 150-157.

- Gaskill, A., 1986. Compilation and Evaluation of RCRA Method Performance Data, Work Assignment. No.2 EPA Contract No.68-01-7075, September 1986.
- Haktanır, K., Arcak, S., Erpul, G., 1995. Yol kenarındaki topraklarda trafikten kaynaklanan ağır metallerin birikimi. Tr.J. of Engineering and Environmental Sciences, 19: 423-431.
- Hızel, S., Şanlı, C., 2006. Çocuklarda beslenme ve kurşun etkileşimi. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi. 49: 333-338.
- Holeman A., Smodis, B., Anke, M., Meissner, D., Mills, C.F., 1993. Heavy metal content in hens' eggs. Trace elements in Man and Animals TEMA 8, Proc. 8th Int Symp. on Trace Elements in Man and Animals, 249-250, Gersord Germany.
- Holeman, A., Smodis, B., 1993. Heavy metal content in hens' eggs. Friedrich-Schiller University Eighth International Symposiums Trace Elements In Man And Animals On Trace Elements In Man And Animals- TEMA8: May. 16 th-21 st, 1993. Dresten tavnhall. Abstracts.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2004. Metallerin çevresel etkileri-I . Metalurji Dergisi, 136: 47-53
- Kılınç, Ö.O., 2006. Süt ve Süt Ürünlerinde Ağır Metaller. Available from URL: http://tarimkutuphanesi.com/Sut_ve_sut_urunlerin_de_agir_metaller_Omer_Osman_KILINC_Ziraat_Yuk_Muhendisi_Konya_II_Kontrol_Laboratuvari_01865.html; (02.12.08).
- Munzuroglu, Ö., Gür, N., 2000. Ağır metallerin elma (*Malus sylvestris* Miller cv. Golden)'da polen çimlenmesi ve polen tüpü gelişimi üzerine etkileri. Turk J Biol, 24 : 677-684.
- Sezgin, N., Özcan, H.K., Demir, G., Nemlioğlu, S., Bayat, C., 2003. Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 highway- Environment International, 29: 979-985.
- Şekeroğlu, A., 2002. Serbest yetiştirme (free- range) sisteminin beyaz ve kahverengi yumurtacı genotiplerin yumurta verim ve kalitesine etkisi. Doktora tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Tokat.
- Şekeroğlu, A., Sarıca, M., 2005. Serbest yetiştirme (free-range) sisteminin beyaz ve kahverengi yumurtacı genotiplerin yumurta verim ve kalitesine etkisi. Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 6: 10-16.
- Şekeroğlu, A., Sarı H., Mendil D., Sarıca M., 2007. The effects of housing systems on some mineral contents of hen's eggs. Asian Journal of Chemistry, 19: 2939-2944.
- Tırıs, M., 1995. Türkiyede enerji tüketimi ve çevre kirliliği, Yeni Türkiye, 5:372-382.
- Turan, B., Salyam, S.K., 2006. Yumurta tavukçuluğunda farklı üretim sistemlerinin yumurta kalitesi üzerine etkileri. Doktora tezi, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Samsun.
- Tünay, O., 1997. "Çevre Kirliliği", Seminer Egzoz Gazlarının Çevreye Etkileri. Türkiye'deki Humboldt Bursiyerleri Derneği Yayın No:1, s.3-7. İstanbul.
- Ward, N.I., Brocks, R.R., Roberts, E., Boswell, O.R., 1997. Heavymetal pollution from automotive emission and it's effect on roadside soil and pasture species in newzeland, Environ Sci Technol, 11:917-920.
- Zengin, F.,K., Munzuroğlu, Ö., 2004. Fasulye fidelerinin (*Phaseolus Vulgaris* L.) kök, gövde ve yaprak büyümesi üzerine kurşun (Pb++) ve bakır (Cu++)'ın etkileri. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi , 17: 1-10 .
- Zengin, F.,K., Munzuroğlu, Ö., 2005.Fasulye fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L.Strike) klorofil ve karotenoid miktarı üzerine bazı ağır metallerin (Ni+2, Co+2, Cr+3, Zn+2) etkileri. F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17, 164-172.

TOKAT İLİ KÖY TAVUKÇULUĞUNUN BAZI ÖZELLİKLERİ

Ahmet ŞEKEROĞLU^{1*}

Şirvan Dilan AKŞİMŞEK²

*GOÜ Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Tokat

**Hafik İlçe Tarım Müdürlüğü, Sivas

*e-mail: aseker@gop.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.02.2009

Kabul Tarihi: 09.04.2009

ÖZET: Bu çalışmada, Tokat ilinde Köy Tavukçuluğunun bazı özellikleri araştırılmıştır. Araştırmada, Tokat ili gelişmişlik özelliklerine göre 5 alt yöreye ayrılmış ve 41 köyde 153 aile ile yüz yüze görüşülerek anket uygulanmış ve şu sonuçlar bulunmuştur; Tokat ili köy tavuklarında hastalıklar daha sık olarak Aralık- Şubat ayları arasında görülmektedir. Köy tavuğu yetiştiren aileler, ürettiği yumurta ve etin aile tarafından tüketildiği ve bir kısmının da hediye olarak verildiği tespit edilmiştir. Tokat ilinde tavuk bulduran çiftçilerin %45,91'i her hangi bir tarımsal örgüte kayıtlıdır. Çiftçilerin kayıtlı olduğu örgütlerin %74,33'nü Tarım Kredi Kooperatifleri oluşturmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Köy Tavukçuluğu, hastalıklar, örgütlenme, yumurta ve et tüketimi, Tokat ili

SOME CHARACTERISTICS OF VILLAGE POULTRY IN TOKAT PROVINCE

Abstract: In this study, the village hen farming in Tokat province was investigated. A survey was applied to 153 randomly selected farmers in 5 subdistricts of the Tokat province, and the following results were found; Diseases in hens appear more frequently between December and February in village farms of Tokat (91.82%). The hen egg and meat produced in village farms are consumed by farmer families and some of them are given as a gift to their relatives. 45.91% of village hen farmers in this region are registered in any Agricultural Organization. Agricultural Credit Organizations represent 74.33% of the organizations where the farmers are registered.

Key Words: Village hen farming, diseases, organization, egg and meat consumption, Tokat province

1.GİRİŞ

Köy tavukçuluğu üretim sistemi kanatlı yetiştiriciliği içerisinde en eski yetiştirme sistemlerinden biridir.19.yy nüfus artışı ve kentleşme tavuk yumurtası ve etine talebi arttırmıştır. Bunun sonucunda işletme büyüklükleri artmıştır (Sarica ve Türkoğlu, 2004). 20.yüzyıldaki biyokimya, bağışıklık, mikrobiyoloji, fizyoloji, biyoloji, genetik ve moleküler genetik bilimlerinin gelişmesi ve bunların hayvancılıkta uygulanması entansif kanatlı yetiştiriciliğinde hızlı bir gelişmeye neden olmuştur (Sheldon, 2000). Birim alanda daha fazla hayvan barındırılan kafes sistemi gelişmeye başlamış ve günümüzde birçok ülkede entansif yumurta tavukçuluğunun %90'a yakını kafeste yetiştirilmeye başlanmıştır (Appleby ve ark.,1992). Tavuk başına yıllık yumurta üretimi 300-310 adete kadar yükselmiş, yemden yararlanma ise 2,1-2,3 kg'a kadar gelişmiştir (Simons, 1997).

Yumurta veriminin düşük, ölüm oranının yüksek olmasına rağmen, köy tavukçuluğu bütün dünyada yaygın olan bir üretim sistemidir. Kırsal kesimde tavuk üretimi diğer tarımsal faaliyetler içerisinde ikinci derecede öneme sahip olmasına rağmen, özellikle üreticilerin hayvansal protein ihtiyacının %30'dan fazlasını karşılaması (FAO, 2000) ve fazla ürünlerin satılarak aile bütçesine gelir sağlaması bakımından önemlidir.

Kanatlılarda hastalık önemli bir sorundur. Hastalıklar viral, bakteri, parazit ve mantar kaynaklı olabilir. Özellikle viral hastalıkların tedavisi yoktur. Bu nedenle özellikle köy sürülerinde hijyene ve aşılama önem verilirse hastalık kısmen önlenir (Şekeroğlu ve Sarica, 2007). Köy tavuklarında ölüm

oranı mevsimlere göre değişmektedir. Newcastle hastalığı kuru dönemde, tavuk kolerası, kolibasili ve tavuk çiçeği yağmurlu dönemlerde daha sık görülmektedir (Thitisak ve ark., 1992). Ayrıca köy sürülerinde en fazla görülen hastalığın Newcastle hastalığı olduğunu, özellikle soğuk aylarda Newcastle hastalığının ve ölüm oranının diğer aylara göre %10 daha fazla olduğu belirtilmektedir (Ali, 2002).

Köy sürülerinden üretilen yumurtaların ve tavuk etinin daha lezzetli ve fiyatının entansif sürülerden üretilenlerden iki üç katı daha fazla olduğu belirtilmektedir (Aini, 1990; Brancaert ve Gueya, 1999; Ali,2002). Benebdeljelil ve ark. (2001), köy tavukçuluğu işletmelerinde kanatlı ürünlerin %48'nin tüketildiğini ve %52'nin de satıldığını belirtmektedir. Tadelle ve Ogle (2001), Etiyopya da köylerde aillerin ürettiği yumurtaların yaklaşık 21 adetinin satıldığını, 19 adetinin aile tarafından tüketildiğini, 5 adetinin hediye edildiğini, 49 adetinin kuluçkalık olarak değerlendirildiğini ve hayvanların, 3 adetinin adak olarak kesildiğini ve 1 adetinin ise hediye edildiğini belirtmektedirler. Alabi ve Aruna (2005), Nijerya da aile tavukçuluğu ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, bu bölge de üretilen tavuk ürünlerinin %52,63'ünü satış için, %32,82'ni ev tüketimi için, %5,92' ni dini törenler için, %0,66'sının özel günler için tükettiklerini belirtmiştir. Ayrıca, üretim maliyetinin % 19,6'sının yem, %80,4'nün ilaç ve aşılardan kaynaklandığını ve gelirin %79,3'nün canlı hayvan satışından, %20,7' sinde yumurta satışından olduğunu belirtmişlerdir.

Gelişmekte olan ülkelerde köy tavukçuluğu ve geleneksel üretim sistemlerinde her ailenin 5-20 adet arasında tavuğu vardır. Hayvanlar gündüzleri serbest

olarak dolaşarak yemlerini toplarlar akşamları ise kapalı alana alınırlar. Hayvanlara gerekirse ek yemde verilmektedir (Pandey, 1992). Türkiye’de toplam et ve yumurta üretimi içerisinde köy tavukçuluğundan elde edilen yumurta ve et miktarı son yıllarda kuş gribi nedeniyle azalmasına rağmen önemini korumaktadır. Ancak köy tavukçuluğunun entansif üretime zarar verdiği kanaati dışında sistemin sağlık, ekonomik ve toplumsal dayanışmaya katkıları konusunda yeterli araştırmalar bulunmamaktadır.

Köy tavukçuluğu üretim sistemi bakımından önemli bir potansiyele sahip olan Türkiye’de, bu üretim sistemi ile ilgili bir üretim modeli yoktur. Bu çalışma ile, Tokat bölgesi köy tavukçuluğu üretim sisteminin yapısı araştırılmış ve ortaya çıkan durumlardan ekonomik üretimde etkilemeyecek bir üretim modeli oluşturulması için veri sağlanmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

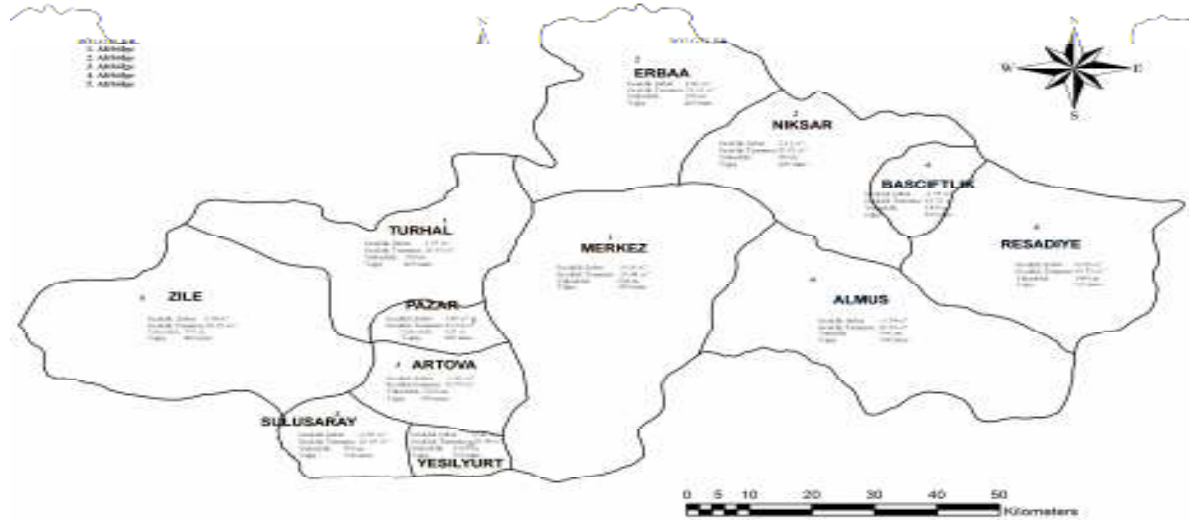
Tokat İli, 35° 27' - 37° 39' doğu boylamları ile 39° 52' - 40° 55' kuzey enlemleri arasındadır.

Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü'nün iç kesiminde yer alır. İlin kuzeyinde Samsun, kuzeydoğusunda Ordu, güneydoğusunda Sivas, güneybatısında Yozgat, batısında Amasya İlleri yer almaktadır. Tokat ili; İç Anadolu İklimi, İç Doğu Anadolu İklimi ve Orta Karadeniz İklimi arasında bir geçit özelliği gösterir. Araştırmanın yapıldığı Tokat ili

iklim özellikleri Şekil 1’de ve Tokat ilindeki tavuk sayıları Çizelge 1’de verilmiştir.

Bu araştırma Mart-Haziran 2006 tarihlerinde yapılmıştır. Araştırmada Tokat ili gelişmişlik derecesine göre 5 alt yöreye ayrılmıştır. Alt yörelerde bulunan köylerin %5’i tesadüfen belirlenmiş ve bu seçilen köylerde bulunan çiftçilerin %5’i incelenmiştir. 1. alt yörede toplam 10 köyde 35 çiftçiyle, 2. alt yörede 7 köyde 26 çiftçiyle, 3. alt yörede 10 köyde 38 çiftçiyle, 4. alt yörede 8 köyde 30 çiftçiyle ve 5. alt yörede 6 köyde 24 çiftçiyle (toplam olarak 41 köyde 153 çiftçiyle) yüzyüze görüşülerek GOP Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü tarafından geliştirilen anketler uygulanmıştır. Anket uygulamasında her çiftçi ailesinin birbirlerini tamamlamaları için karı ve koca veya çocuklardan en az ikisinin bulunmasına özen gösterilmiştir. Anket her aileye bir defa uygulanmıştır.

Seçilen işletmelere araştırma sonuçlarının istatistiki değerlendirilmesinde SPSS 11,0 paket programı kullanılmıştır. Araştırmada % olarak ifade edilen verilere açı değişimi (transformasyonu) yapıldıktan sonra, varyans analiz yöntemine göre analiz edilmiştir. Farklılığın önemli çıktığı özelliklerde ortalamalar Duncan testine göre karşılaştırılmıştır. Ayrıca, Evet- Hayır sorularının analizinde parametrik olmayan testlerden Kruskal – Wallis testi uygulanmış ve ikili karşılaştırmalar Mann – Whitney U testi ile yapılmıştır (Bek ve Efe, 1998).



Şekil 1. Tokat ili alt yörelerin iklimsel özellikleri (Doğan, 2007)

Tokat ili köy tavukçuluğunun bazı özellikleri

Çizelge 1. Araştırma yöresindeki 2002 ve 2006 yıllarındaki tavuk miktarı, adet (Anonim, 2002; Anonim, 2006)

Alt yöre	İlçeler	Köyler	Toplam tavuk, adet*	Köy tavuğu, adet**	Ticari işletmelerde**	
					Ticari Yumurtacı hibrit, adet	Etlik piliç, addet
1	Merkez	104	206,000	102,765	37,000	35,000
	Pazar	15				
	Turhal	47				
2	Erbaa	73	65,000	74,100	-	34,800
	Niksar	87				
3	Artova	27	34,590	29,164	11,000	1,000
	Sulusaray	12				
	Yeşilyurt	14				
4	Almus	36	58,200	26,521	-	-
	Başçıftlık	8				
	Reşadiye	77				
5	Zile	109	94,100	52,295	-	-
Toplam		609	457,890	284,845	48,000	80,800

* Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Tokat İl Müdürlüğü 2002 yılı kayıtları

** Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Tokat İl Müdürlüğü Hayvan Sağlığı Şube Müdürlüğü 2006 yılı kayıtları

3. BULGULAR

3.1. Hayvan türü ve sağlığı

Tokat ilinde yetiştirilen hayvan türleri ve kanatlı miktarı Çizelge 2'de, hayvan sağlığı ise Çizelge 3 ve 4'de verilmiştir. Araştırma yöresinde çiftçilerin ortalama olarak 1,65- 5,42 sığır ($P>0,05$), 0,00-7,12 adet koyun ($P<0,01$) ve 7,70-9,60 adet kanatlı ($P>0,05$) bulundurdıkları saptanmıştır.

Yörelere görülen hastalıkların aylara göre dağılımına bakılacak olursa (Çizelge 3) hastalığın en fazla görüldüğü aylar %91,82 ile Aralık-Ocak-Şubat, bunu % 6,12 ile Eylül-Ekim-Kasım ayları ve %2,06 ile Haziran-Temmuz-Ağustos ayları takip etmektedir. Mart- Nisan ve Mayıs periyodunda tavuk hastalıklarının yörede görülmediği belirtilmiştir.

Araştırma yöresi kapsamında bulunan çiftçilerin %86,30'u hastalıklara karşı herhangi bir koruma veya tedavi yöntemi uygularken, % 13,70'i herhangi bir koruma veya tedavi uygulamamaktadır ($P<0,01$). Tokat yöresinde tavuk hastalıklarına karşı koruma ve tedavi uygulayan çiftçilerin %96,86'sı kendilerinin önlem aldıklarını, %1,36'sı özel veterinerlere başvurduklarını ve %1,78' i ise tarım il veya ilçe müdürlüklerinden yardım aldıklarını belirtmişlerdir. Hastalıklara karşı kendim önlem alıyorum diyen çiftçiler, koruyucu olarak barınak önlerine kireç döktüklerini ve tedavi için tavukların içme suyuna aspirin eklediklerini bildirmişlerdir.

Yörede bulunan çiftçilerin %100' ünün tavuklarını hastalıklara karşı korumak için aşı yaptırmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Tokat ilinde değişik yörelerde bulunan hayvan miktarları, adet/aile

Yörelere	Sığır	Koyun	Kanatlı	OSH
1	2,57 ^a	2,00 ^a	9,60	0,43
2	1,65 ^a	7,12 ^b	8,81	0,47
3	2,63 ^a	0,00 ^a	8,50	0,33
4	3,4 ^{ab}	4,67 ^{ab}	7,70	0,40
5	5,42 ^b	0,00 ^a	8,75	0,50
OSH	0,38	0,72	0,45	
P	ÖNSZ	**	ÖNSZ	
Ortalama	3,03 ^B	2,58 ^B	8,69 ^C	

OSH: Ortalamanın standart hatası

** : Aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P<0,01$)

A-C: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P<0,01$); ÖNSZ; Önemsiz

Çizelge 3. Tokat yöresi köy tavukçuluğunda hastalığın görülme sıklığının aylara göre dağılımı, %

Yörelere	Aylar			
	Eylül-Ekim	Aralık-Ocak	Mart-Nisan	Haziran-Tem
1. yöre	14,29	85,71	-	-
2. yöre	7,69	84,61	-	7,69
3. yöre	5,26	92,10	-	-
4. yöre	3,33	96,67	-	2,63
5. yöre	-	100	-	-
Ortalama	6,12	91,82	-	2,06

3.2. Tokat yöresi köy tavukçuluğu yapan çiftçilerin örgütlenmesi, ürünlerin değerlendirilmesi ve pazarlanması

Tokat köy tavukçuluğu yapan çiftçilerin ürettiği ürünlerin değerlendirilmesi Çizelge 5’de, çiftçilerin örgütlenme durumu Çizelge 6 ve Çizelge 7’de verilmiştir.

Yörelerdeki tüm çiftçilerin %60,80’i yumurta üretimini ev ihtiyacı olarak karşılarken %39,20’si ev ihtiyacı ve hediye için üretmektedir. Yörelerde ki çiftçilerin ürettikleri tavuk etinin %87,96’sı ev ihtiyaçlarını karşılamak için ürettiklerini, %13,04’ü ise ev ihtiyacını karşılamak veya hediye vermek için ürettiklerini belirtmişlerdir. Üretilen ürünlerin pazarlanmadığı saptanmış olup bu durumun nedeni olarak; anket çalışması kuş gribinin görülmesinden hemen sonra uygulandığından ve bu dönemde köyde üretilen tavukların Tarım Bakanlığınca itlaf edilmesi

dönemine rastlaması nedeniyle, yetiştiricilerin tedirginliğinden dolayı pazarlamadıklarını bildirdikleri düşünülmektedir.

Ortalama olarak köyde tavuk bulduran çiftçilerin, %45,91’i her hangi bir kooperatife üye iken %54,09’unun herhangi bir kooperatife üyeliği bulunmamaktadır ($P>0,05$). Tokat köy tavukçuluğu yapan çiftçilerin, örgütlü ve örgütsüzlükleri arasında farklılık 4. yöre hariç ($P<0,05$) diğer yörelerde önemli çıkmamıştır ($P>0,05$). Bunun sonucu olarak tavuk yetiştiren çiftçilerin örgütlenmesine yörenin etkisi önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

Tüm yörelerde bulunan çiftçilerin kooperatif seçimleri şu şekilde belirlenmiştir (bkz. Çizelge 7); Tarım Kredi Kooperatifi’ne, Kalkınma Kooperatifi’ne ve Pancar Ekicileri Kooperatifi’ne üye olan çiftçilerin oranı sırasıyla %74,33; %21,67 ve %1 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Tokat köy tavukçuluğunda görülen hastalıklara karşı yapılan koruma ve tedavi uygulamaları, %

	Yöreler					Ortalama	P
	1	2	3	4	5		
Hastalıkta							
Tedavi uygulayanlar	88,57 ^a	69,23 ^a	73,68 ^a	100 ^b	100 ^b	86,30 ^A	**
Tedavi uygulamayanlar	11,43	30,77	26,32	0,00	0,00	13,70 ^B	
Hastalıkta başvurulan yöntemler							
Kendim önlem alıyorum	96,77	94,44	96,43	96,67	100	96,86	
Özel veterinerine başvuruyorum	3,23	–	3,57	–	–	1,36	
İlçe müdürlüğüne başvuruyorum	–	5,56	–	3,33	–	1,78	

** : aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P<0,01$).

A-B:Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P<0,01$).

Çizelge 5. Tavuk ürünlerin değerlendiriliş şekli, %

Yöreler	Tavuk ürünleri			
	Yumurta		Et	
	Ev ihtiyacı	Ev ihtiyacı +hediye	Ev ihtiyacı	Ev ihtiyacı +hediye
1. yöre	80,00	20,00	91,43	8,57
2. yöre	88,47	11,53	88,47	11,53
3. yöre	60,53	39,47	81,58	18,42
4. yöre	50,00	50,00	90,00	10,00
5. yöre	25,00	75,00	88,33	16,67
Ortalama	60,80	39,20	87,96	13,04

Çizelge 6. Çiftçilerin kooperatiflere üyelik durumları, %

	Yöreler					OSH	P	Ortalama
	1	2	3	4	5			
Herhangi bir koop üyeyim	57,14	46,15	42,11	30,00 ^a	54,17	5,51	ÖNSZ	45,91
Herhangi bir koop üye değilim	42,86	53,85	57,89	70,00 ^b	45,83	5,51	ÖNSZ	54,09
OSH	8,03	9,97	8,20	9,81	9,23			
P	ÖNSZ	ÖNSZ	ÖNSZ	*	ÖNS			ÖNSZ

OSH: Ortalamanın standart hatası

ÖNSZ: Ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir ($P>0,05$).

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P<0,05$).

Çizelge 7. Yörelerde bulunan çiftçilerin üye oldukları kooperatifler, %

Kooperatifler	1. yöre	2. yöre	3. yöre	4. yöre	5. yöre	Ortalama
Tarım kredi Koop.	95,00	100,00	75,00	33,33	83,33	74,33
Kalkınma Koop.	–	–	25,00	66,67	16,67	21,67
Pancar Ekicileri İhtisal Koop.	5,00	–	–	–	–	1,00

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma yöresinde bulunan çiftçilerin sahip olduğu kanatlı sayılarına bakıldığında, bu konuda değişik ülkelerde yapılan bazı çalışmalarda belirtilen büyüklüğünden düşük (Csorbai ve ark., 2002; Kitalyi, 1998; Farooq ve ark., 2002), bazılarının belirttiği değerler (3-63 adet) arasında olduğu (Sonaiya ve ark., 2002; Khalafalla ve ark., 2002) saptanmıştır. Fakat Tokat bölgesinde ailelerin sahip oldukları kanatlı sayısına (7,70-9,60 adet/aile) bakıldığında yöredeki köy tavukçuluğunun, geleneksel köy tavukçuluğu yapısında olduğu söylenebilir (Riise ve ark., 2004; Şekeroğlu ve Sarıca, 2007).

Tokat ili köy tavukçuluğunda hastalık daha sık olarak Aralık- Şubat ayları arasında görülmektedir (%91,82). Tokat köy tavukçuluğu üreticilerinin üretilen ürünlerin büyük kısmını kendi tüketimi ve hediye olarak kullanmaları, bu konuda yapılan çalışmalardaki oranlardan yüksek olsa da genel olarak benzerlik göstermektedir (Benabdjeljelil ve ark., 2001; Tadelle ve ark., 2001; Alabi ve Aruna 2005).

Tokat yöresinde köy tavukçuluğu yapan çiftçilerin örgütlenme durumuna bakacak olursak; çiftçilerin %45,91'i her hangi bir tarımsal örgüte kayıtlıdır. Çiftçilerin kayıtlı olduğu örgütlerin %74,33'nü Tarım Kredi Kooperatifleri oluşturmaktadır. Bu örgütlerin hiç birisi köy tavukçuluğunu kapsamamaktadır.

Tokat ili köy tavukçuluğunun araştırıldığı bu çalışmanın sonucunda, köy tavukçuluğu yapan çiftçilerin ticari bir amacının olmadığı, bulunan hayvan sayısının ticari büyüklükte olmadığı, hayvanlara sağlık koruma önlemlerinin uygulanmadığı görülmektedir. Bu özellikleri bakımından geleneksel köy tavukçuluğu karakteri taşımaktadır. Bundan sonra Türkiye ve Tokat ilinde köy şartlarına uygun 50 hayvandan fazla yumurtacı veya kombine verimli hibritler veya saf ırkları bulunduran köy tavukçuluğu işletmelerinin geliştirilmesi gerekir. Böylece aile tüketimi fazlası ürünler ticari olarak satılabilir. Ayrıca yetiştirme tekniklerinin uygulandığı ve modern ekipmanların kullanıldığı, hastalıklara karşı koruyucu önlemlerin alındığı gelişmiş köy tavukçuluğu ve yarı entansif köy tavukçuluğu üretim sistemine geçişin sağlanması gerekir. Bu şekilde, Türkiye'de köy tavukçuluğu üretim sistemi kontrol altına alınarak kırsal kalkınmaya katkıda bulunulabilir.

5. KAYNAKLAR

- Alabi, R.A., Aruna, M.B., 2005. Technical efficiency of family poultry production in niger-delta, Nigeria. *Journal Central European Agriculture*, 6: 531-538.
- Ali, Ş., 2002. Study on the effect of feed supplementation to laying hen under the rural condition of Bangladesh. M.Sc. Thesis. Available from URL:http://www.Poultry.Kvl.Dk/Upload/Poultry/Master_Theses/Shawkat.Pdf
- Aini, I., 1990. Indigenous chicken production in south-east asia. *World's Poultry Science Journal* 46: 125-132.
- Anonim, 2002. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Tokat İl Müdürlüğü, 2002 yılı Kayıtları
- Anonim, 2006. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Tokat İl Müdürlüğü Hayvan sağlığı Şube Müdürlüğü 2006 yılı Kayıtları
- Appleby, M.C., Hughes, B.O., Elson, H.A., 1992. Poultry production systems, behaviour, management and welfare, CAB International, Wallingford.
- Benabdjeljelil, K., Arfaoui, T., Johnston, P., 2001. Traditional poultry farming in moroco. *Livestock Community and Environment Proceedings of the 10th Conference of the Association of Institutions for Tropical Veterinary Medicine*, Copenhagen, Denmark Available from URL: [http://www.ilri.org/Link/Files/Theme3/Avian%20Flu/T radPoultryFarmingMorocco.pdf](http://www.ilri.org/Link/Files/Theme3/Avian%20Flu/TradPoultryFarmingMorocco.pdf)
- Bek, Y., Efe, E., 1988. Araştırma ve Deneme Metotları I. Ç.Ü. Ziraat Fak. Ders Kitabı, Adana .
- Branckaert, R.D.S., Guèye, E.F., 1999. FAO's Programme For Support To Family Poultry Production. In F. Dolberg & P.H. Petersen, Eds. *Poultry As A Tool In Poverty Eradication And Promotion Of Gender Equality*, 244-256 Pp. Proceedings Workshop, March 22-26, 1999, Tune Landboskole, Denmark. Available from URL: <http://Www.Husdyr.Kvl.Dk/Htm/Php/Tune99/24-Branckaert.Htm>
- Csorbai, A., Jankovcs, P., Cservari, G., Marton, I., 2002. Some characteristics of egg production on small farms in samogy country. *Acta Agraria Kaposvariensis*, 6: 231-235.
- Dogan, H.M., 2007. Climatic portrayal of Tokat Province in Turkey; Developing Climatic Surfaces by Using LOCCLIM and GIS. *Journal of Biological Sciences*, 7: 1060-1071.
- FAO. 2000. Statistical database of food and agriculture organization of the united nations, Rome Italy. Available from URL: [FAOSTAT Wwww.Fao.Org](http://FAOSTAT.Www.Fao.Org),
- Farooq, M., Gul, N., Chand, N., Durrani, F.R., Khurshid, A., Ahmed, J., Asghar, A., Zahir, U.D., 2002. Production performance of backyard chicken under the care of women in charsadda, Pakistan. *Livestock Research for Rural Development*, 14 (1).

Available from URL:

- <http://www.cipav.org.co/1rrd//1rrd14/1/faro141.htm>
- Khalafalla, A.I., Awad, S., Hass, W., 2002. Village poultry production in the Sudan. Characteristics and parameters of family poultry production in Africa. 87-94, IAEA, VIENNA,
- Kitalyi, A. J., 1998. Village chicken production systems in rural Africa household food security and issues: FAO, Rome, Available from URL: <http://www.fao.org/docrep/003/W8989E/W8989E00.htm>
- Pandey, V.S., 1992. Epidemiology and economics of villages poultry production in africa. (Editörler Pandey, V.S. ve Demey, F.) Overview conference proceedings, village poultry production in africa, rabat, morocco. P 124–128.
- Riise, J.C., Permin, A., Mcainsh, C.V., Frederiksen, L., 2004. Keeping village poultry a technical manual on small-scale poultry production. Network for Smallholder Poultry Development, Copenhagen, Denmark. Available from URL :<http://www.poultry.life.ku.dk/>
- Sarıca, M., Türkoğlu, M., 2004. Tavukçuluktaki gelişmeler ve Türkiye tavukçuluğu . “Ed. M. Türkoğlu ve M. Sarıca, Tavukçuluk Bilimi, Yetiştirme ve Hastalıkları. Bey Ofset Matbaacılık, Ankara, s. 1-32.
- Sheldon, B.L., 2000. Research and development in 2000: directions and priorities for the world’s poultry science community. Poultry Science 79:147-158.
- Simons, P., 1997. Tavukçuluk endüstrisinin dünyadaki geleceği (çeviren Prof.Dr.Nizamettin ŞENKÖYLÜ) .YUTAV-97, Uluslararası Tavukçuluk Fuarı, İstanbul.
- Sonaiya, E.B., Olukosi, O.A. , Obi, O., Ajuwon, K.M., 2002. Vaccination and scavengable feed resource amassment for village poultry; Proceedings 3rd Scientific Coordination Meeting of the Joint FAO/IAEA Coordinated Research Program on assessment of the effective of vaccination against poultry production in Africa. Quatre Bornes, Mauritius, Available from URL: www.iaea.org/programmes/nafa/d3/mtc/sonaiya-doc.pdf
- Şekeroğlu, A., Sarıca, M., 2005. Serbest yetiştirme (Free Range) sisteminin beyaz ve kahverengi yumurtacı genotiplerin yumurta verim ve kalitesine etkisi, Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 6: 10-16.
- Şekeroğlu, A., Sarıca, M., 2007. Alternatif üretim metodu olarak köy tavukçuluğu, 5. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 56, 5-8 Eylül 2007, Van, (makalenin tamamı kongre CD’de).
- Tadelle, D., Ogle, B., 2001. Village poultry production systems in the central highlands of Ethiopia. Tropical Animal Health and Production, 33, 532-537.
- Thitisak, W., 1992. Untersuchungen Über Die Häufigkeit Und Ursachen Der Abgänge Bei Der Kleinbäuerlichen Geflügelhaltung In Nordosten Thailands. Unpublished Dr Med. Vet., Tierärztlichen Hochschule Hannover, Hannover. 84p.

SEBZELERDE ERKEK KISIRLIĞI MEKANİZMASINDAN YARARLANILARAK F₁ HİBRİT TOHUM ÜRETİMİ

Onur KARAAĞAÇ¹

Ahmet BALKAYA^{*2}

¹Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

*e-mail: abalkaya@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.12.2008

Kabul Tarihi: 25.03.2009

ÖZET: Sebze çeşit ıslahında; son yıllarda adaptasyon, verim, kalite, hastalık ve zararlılara dayanıklılık yönünden istenen özelliklere sahip çeşitlerin geliştirilmesi ve tohum üretimine yönelik olarak önemli başarılar elde edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda polinasyon kontrol yöntemleri de kullanılmaya başlanmıştır. F₁ hibrit tohumluğunun daha kolay ve ekonomik olarak üretilebilmesi amacıyla sebze ıslahında, polinasyon kontrol yöntemleri üzerinde çok sayıda araştırmalar yürütülmüştür. Sebze türlerinden soğan, havuç ve lahanagillerde erkek kısırlığından yararlanılarak F₁ hibrit tohum üretimi günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. *Solanaceae* familyasına ait sebze türlerinde ise pratik kullanım imkanı bulunsa bile pratikte sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu derlemede sebzelerde erkek kısırlık mekanizmasından yararlanılarak F₁ hibrit tohum üretiminin aşamaları ve ıslah programlarında kullanıldığında karşılaşılan sorunlar detaylı olarak verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Çeşit, Erkek kısırlığı, Hibrit tohum, Sebze

F₁ HYBRID SEED PRODUCTION IN VEGETABLE BREEDING USING MALE-STERILITY

ABSTRACT: Important achievements were obtained in vegetable breeding regarding seed production and development of prominent varieties displaying high performance in respect to adaptation, yield and resistance to diseases and pests in recent years. Pollination control methods were used to produce F₁ hybrid vegetable seeds easily and economically. F₁ hybrid seed has been produced extensively by using male sterility in vegetable species like onion, carrot and cabbages in recent days. Male sterility may also be used in vegetables belonging to the *Solanaceae* family, but there are some practical problems. The F₁ hybrid seed production stages using male sterility and the arising problems in breeding programs have been reviewed in detail in this article.

Keywords: Variety, Male sterility, Hybrid seed, Vegetable

1. GİRİŞ

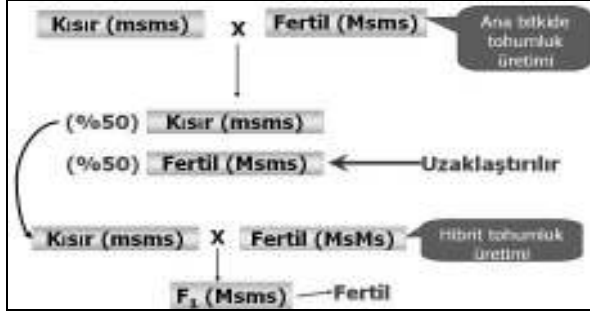
Günümüzde sebze türlerinde hibrit çeşitlerin kullanım oranı oldukça yaygınlaşmıştır. Hibrit çeşitlerde; verim, kalite, dayanıklılık ve adaptasyon yeteneği gibi faktörlerin iyileştirilmiş olmakla birlikte, F₁ hibrit tohumluğu tek kullanımlık olması nedeniyle de ticari bir önem taşımaktadır (Kaloo, 1988). Yüksek oranda yabancı tozlanma gösteren bazı sebze türlerinde hibrit tohumların üretilmesinde zorluklar yaşanmaktadır. Bu türlerin çiçek yapılarının küçük ve melez başına elde edilen tohum sayılarının az olması büyük alanlarda hibrit tohum üretimi maliyetini artırmaktadır. Bu nedenle erkek kısırlığı, bitki ıslahçıları ve hibrit tohum üreticilerinin en çok arzuladığı özelliklerin başında gelmektedir (Tatlıoğlu, 2008). Erkek kısırlığı, erkek organların fonksiyonel olmaması sonucunda canlı polenlerin oluşmamasıdır. Kalıtsal olan erkek kısırlık oluşumu, ya kromozomlar üzerindeki bazı genler ya da stoplazmanın kalıtsal mekanizması tarafından kontrol edilmektedir (Budar ve Pelletier, 2001). Hibrit tohum üretimi yapan firmalar, erkek kısır hatların elde edilmesi için önemli miktarlarda yatırımlar yapmaktadırlar (Mackenzie, 2004). Geniş alanlarda hibrit tohum üretiminde kendine döllenmeyi engellemek için dişi hatlarda erkek organların emaskulasyonu ile bu çiçeklerin melezlenmesi gerekmektedir. Bu işlem maliyeti arttırdığı gibi yoğun bir iş gücüne de ihtiyaç göstermektedir. Bu nedenle, domates, biber, patlıcan, karpuz gibi bazı sebze türlerinde de, melezleme

işlemlerinde zorluklar bulunmamasına rağmen, erkek kısırlığı sistemi geliştirilmesine yönelik araştırmalar da halen devam etmektedir. Sebzelerde F₁ hibrit tohum üretiminde erkek kısırlığı sisteminin kullanımı tohumculuk sektörü gelişmiş olan ülkelerde son yıllarda büyük artış göstermiştir. Ülkemizdeki ıslahçıların da bu yöntemi kullanarak ıslah çalışmalarına başlaması sonucunda hibrit çeşitlerin çok daha ekonomik bir şekilde üretimi söz konusu olabilecektir.

2. ERKEK KISIRLIĞI TİPLERİ

2.1. Genetik Erkek Kısırlığı (GMS)

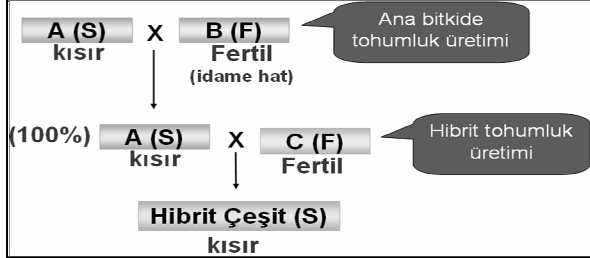
Genetik erkek kısırlığı, genellikle resesif bir gen çifti tarafından idare edilmekte ve "msms" şeklinde sembolize edilmektedir. Bu tip erkek kısırlığı, biber, soğan ve domates gibi sebze türlerinde tespit edilmiştir (Virmani ve Ahmed, 2001). Bu sistemde "msms" genetik yapısına sahip kısır bitkilerin kendini dölleyememesi sonucu saf yapıda olan erkek kısır populasyon üretilmemektedir. Kısır bitkilerin yeniden üretilebilmesi için "Msms" genotipindeki bitkilerle tozlanmakta ve elde edilen bitkiler teker teker kontrol edildikten sonra fertil olan erkek bitkiler araziden uzaklaştırılmaktadır (Şekil 1). Geriye kalan kısır bitkiler ise hibrit tohum üretiminde ana ebeveyn olarak kullanılmaktadır. Fertil bitkilerin uzaklaştırma zorluğu nedeniyle, bu kısırlık sisteminin sebze ıslahında kullanımı yaygın değildir (Ying ve ark., 2003).



Şekil 1. Genetik erkek kısırlık sisteminin idamesi ve F₁ hibrit tohumluk üretimi (Bradford, (2004)' dan değiştirilmiştir)

2.2. Stoplazmik Erkek Kısırlığı (CMS)

Stoplazmik erkek kısırlığı, doğrudan doğruya stoplazma tarafından meydana getirilmektedir. Normal stoplazma (N), kısırlığı meydana getiren stoplazma ise (S) ile gösterilmektedir. "S" stoplazmayı taşıyan bitkiler, "erkek kısır" olup yabancı tozlaşma olduğu takdirde tohum oluşumu sağlanabilmektedir. Kısır stoplazma, fertil olan stoplazmaya dominant durumu olması nedeniyle oluşan melez tohumların stoplazmaları her zaman kısır olmaktadır. Yani stoplazmik erkek kısırlığın kalıtımı sadece ana bitki tarafından sağlanmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Stoplazmik erkek kısırlık sistemi ile ana ebeveynin idamesi ve F₁ hibrit tohumluk üretimi (Bradford, (2004)' dan değiştirilmiştir)

CMS, sebzelerde F₁ hibrit tohumluk üretiminde sadece vejetatif organları tüketilen türlerde uygulanmakta olan bir sistemdir. Ürün elde edilmesi için döllenmeye gereksinim duyulan ve meyvesi yenilen sebzelerde ise CMS sistemi uygulanmamaktadır. Çünkü meydana gelen F₁ generasyonu tamamen kısır kalıtıma sahip olmakta ve bu tohumlardan meydana gelen bitkilerden ürün alabilmek için tozlayıcı bulundurulması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Özellikle baş lahanası, brokkoli, turp, Çin lahanası ve karnabahar sebzelerinde günümüzde en çok kullanılan polinasyon kontrol yöntemi stoplazmik erkek kısırlığı sistemidir (Fang ve ark., 2004).

2.3. Stoplazmik Genetik Erkek Kısırlığı (CGMS)

Stoplazmik genetik erkek kısırlığı yaklaşık yüz yıldır bilinmekte ve 150'nin üzerinde bitki türünde stoplazmik genetik erkek kısırlığının görüldüğü bildirilmiştir (Sofi ve ark., 2007). Stoplazmik genetik erkek kısırlığı sisteminde hem çekirdek hem de stoplazmada bulunan genlerin interaksiyonu sonucunda erkek kısırlığı oluşmaktadır. Stoplazma, genlerin homozigot resesif olduğu durumda etkisini göstermektedir. Stoplazma tipi "S" ve çekirdekte bulunan genler "rfrf" yapıda buldukları durumda "erkek kısırlığı" oluşmaktadır (Gulyas ve ark., 2006).

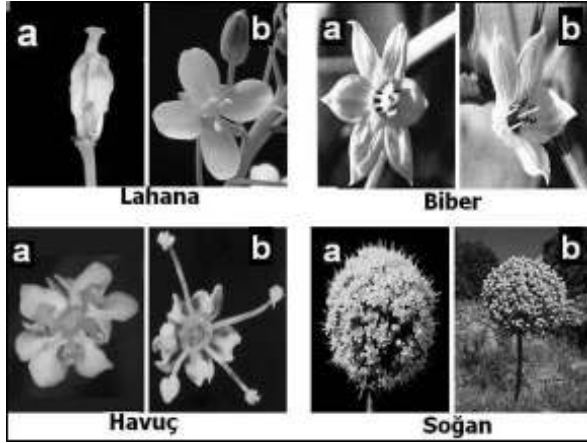


Şekil 3. Stoplazmik-genetik erkek kısırlığı sisteminin oluşturulması için gereken bitki hatları

Stoplazmik-genetik erkek kısırlığı sisteminin uygulanması için ıslah programında A, B, ve C olarak adlandırılan 3 hattın mevcut olması gerekmektedir (Şekil 3). A hattı (S, rfrf), dişi ebeven olarak kullanılan erkek kısır olan bitkilerdir. Tohumluk üretiminde sadece bu bitkilerden tohum eldesi mümkündür. B hattı (N, rfrf) ise genetik ve morfolojik yönden A hattına benzemekle birlikte aralarındaki fark, B hattının fertil çiçeklere sahip olmasıdır. B hattı, "maintainer", "sürdürücü" veya "idame hat" olarak tanımlanmaktadır. C hattı, tohumluk üretiminde "baba" olarak kullanılmakta ve "restorer hat" olarak adlandırılmaktadır (Shigyo ve Kik, 2008). C hattının, N ve S RfRf genotipinde olup, A ve B hatlarından genotipik yapı bakımından oldukça uzak olması gerekmektedir. Çünkü heterosis oranının yüksek olması zorunludur. A ve B hatlarının elde edilmesi oldukça zor ve uzun yıllar almaktadır. Mevcut bir kısırlık kaynağı, B populasyonu ile 5-6 generasyon geriye melezlemek suretiyle B hattına kısırlık özelliği aktarılmakta ve A hattı elde edilmektedir (Şekil 4).

Erkek kısır A hattı ile (S rfrf) ile baba (restorer) C hattı (N,S RfRf) melezlendiğinde "S Rfrf" genotipinde fertil F₁ hibritler elde edilmektedir. Bu nedenle tohum eldesi için sürekli olarak erkek kısır (A hattı) hat, idame hat (B) hat ve restorer (C hattı) hatların elimizde bulunması gerekmektedir. A ve B hattı melezlendiğinde kısır A hattı elde edilmekte, A ve C hattı aynı ortamda yetiştirildiklerinde ise emaskulasyon ve melezleme yapmadan A hattı çiçeklerinden melez F₁ hibrit tohum elde edilebilmektedir (Şekil 5).

Brassica oleraceae türünde hibrit tohum üretiminde hem GMS hem de CMS sistemleri kullanılmaktadır (Delourme ve Budar, 1999). Doğada en çok monogenik resesif kalıtım gösteren genetik erkek kısırlığına rastlanmaktadır. Bu tip erkek kısırlığın stabilitesinin güvenilir olmaması ve hibrit tohum üretimi sırasında çiçeklenmeden önce erkek fertil bitkilerin sökülmesi nedeniyle pratikte kullanımı sınırlıdır. Bu nedenle, *Brassica* türlerinde hibrit tohum üretimi için en fazla, sitoplazmik erkek kısırlığından (CMS) yararlanılmaktadır (Delourme ve Budar, 1999).



Şekil 7. Lahana, biber, havuç ve soğan türlerine ait kısır ve fertil çiçeklerin görünümü a: Kısır çiçek b: Fertil çiçek (Hanson ve Bentolila, 2004; Gulyas ve ark., 2006; Simon ve ark., 2008)

Brassicaceae familyasına ait sebze türlerinde ticari olarak en fazla kullanılan erkek kısırlığı sistemi Ogura CMS'dir (Pelletier ve ark., 1983). İlk olarak Ogura adlı araştırmacı tarafından 1968 yılında stoplazmik erkek

kısır olan turp genotipi bulunmuştur. (Ogura, 1968). 1974 yılında kısır stoplazmalı turplar, baş lahanalar ile melezlenerek amphidiploid "*raphanobrassica*" adı verilen bitkiler elde edilmiştir. Bu bitkiler açık tozlamaya alınmış ve bunlardan elde edilen bitkilerin bazılarında erkek kısır bireylerin olduğu saptanmıştır (Bannerot ve ark., 1974). Ogura stoplazması, *Brassicaceae* familyasında hibrit tohum üretiminde kullanılan ve kendine uyumsuzluk sistemine alternatif olan bir sistemdir. Özellikle *B. oleraceae* türüne ait sebzelerde oldukça fazla miktarda ve kolaylıkla uygulanmaktadır. Ancak transfer aşamasından sonra birçok generasyon geriye melezleme yapılarak materyalin kendine has özelliğinin kazandırılması gerekmektedir. Bu yöntem, protoplast füzyon tekniği kullanılarak elde edilen sibrit hücre üretimi ile daha kısa sürede yapılabilmektedir. Baş lahanalarda kısırılık kaynağı, protoplast füzyonu tekniği ile brokoliden aktarılmıştır (Sigareva ve Earle, 1997). Kısır stoplazmanın transferinden sonra mikrospor kültürü ile "double haploid bitkiler" elde edilerek oluşturulan sitoplazmik erkek kısırılık sistemi (CMS) ile daha hızlı bir şekilde çeşitler ortaya çıkarılabilmektedir (Hawlder ve ark., 1997). Diğer bir CMS kısırılık kaynağı ise *Brassica oleraceae* türü içinde yer alan sarı şalgam (*B. napobrassica*) ile kolza'nın (*B. napus*) türlerarası melezlenmesi sonucu elde edilmiştir (Chiang ve Crete, 1985, 1987). Fang ve ark. (1997), yaptıkları çalışmada 79-399-3 nolu baş lahanada kendiliğinden mutasyon sonucu oluşmuş olan dominant genetik erkek kısırlığı tespit etmişlerdir. "Ms-cd1" geni taşıyan bu tip erkek kısırılık, Çin'de yapılan ıslah çalışmalarında yoğun olarak kullanılmakta ve hibrit tohumluk üretiminde uygulanmaktadır (Wang ve ark., 2005).

Çizelge 1. Hibrit çeşit ıslahında erkek kısırlığından yararlanılarak tohum üretiminde kullanılan yada bu sistemin geliştirilmesine çalışılan sebze türleri

Familya Adı	Sebze Türü	Kısırılık Tipi		
		GMS	CMS	CGMS
<i>Brassicaceae</i>	Baş lahanalar	X*	X	
	Karnabahar	X	X	
	Brokkoli	X	X	
	Turp	X	X	
<i>Liliaceae</i>	Soğan			X
<i>Umbelliferae</i>	Havuç			X
<i>Solanaceae</i>	Biber	X		X
	Domates	X		X
	Patlıcan	X		X
<i>Asteraceae</i>	Şikori	X		
<i>Cucurbitaceae</i>	Karpuz	X		
<i>Chenopodiaceae</i>	Bahçe Pancarı			X

*Koyu karakterler, geniş alanlarda ticari olarak hibrit tohumluk üretiminin yapılabildiğini göstermektedir

3.2. Soğanda (*Allium cepa* L.) Erkek Kısırlığı Sistemi ile F₁ Hibrit Tohumluk Üretimi

Soğanda, stoplazmik genetik erkek kısırlığı sistemi görülmektedir. İlk kısır materyal, 1943 yılında Kaliforniya’da yetiştirilen İtalyan kırmızı soğan çeşidinde keşfedilmiştir (Budar ve Pelletier, 2001). Soğanda F₁ hibrit tohum üretiminde üç farklı tipte kısır stoplazma kaynağı kullanılmaktadır. Bunlar;

a. CMS-S: Jones ve Clarke (1943), tarafından İtalyan kırmızı soğan çeşidinde bulunmuştur.

b. CMS-C: Banga ve Petiet (1958), tarafından *Rijnsburger* soğan çeşidinde tespit edilmiştir.

c. CMS-T: Berninger (1965), *Jaune paille des vertus* çeşidinde rastlanmıştır.

F₁ hibrit soğan çeşitlerinin geliştirilmesinde en çok kullanılan kısırılık kaynağı, CMS-S’dir. CMS-T tip kısır stoplazma kaynağına ise sadece Hollanda ve Japon soğan çeşitlerinde rastlanılmıştır (Shigyo ve Kik, 2008).

CMS kısırılık tipi Frenk soğanı (*Allium schoenoprasum* L.) ve gal soğanında da (*A. fistulosum* L.) tespit edilmiştir. Frenk soğanında bulunan CMS’nin tetrasiklin adlı antibiyotiğe oldukça duyarlı olduğu belirlenmiştir (Tatlıoğlu, 1986). Duyarlılığın resesif homozigot (aa) allellerle determine edildiği ve bu özelliğin erkek kısırlığın idamesinde kullanılabileceği belirtilmiştir (Tatlıoğlu ve Wricke, 1988)

Son yıllarda yabancı bir tür olan *A. galanthum*’dan yeni bir CMS kaynağı aktarılmıştır. Bu kaynağın tohum verimi yönünden CMS-S tipine benzer özellikler taşıdığı saptanmıştır (Havey, 1999). Shigyo ve Kik (2008), söz konusu kısırılık kaynağı kullanılarak CMS sistemi geliştirildiği takdirde, hibrit soğan üretiminde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Soğanda hibrit tohum üretiminde kullanılan kısırlığın farklı kaynaklardan aktarılması son derece önemli bir faktördür. Alternatif kısırılık kaynakları, soğan ıslahında tek bir gen kaynağına bağımlı olmamayı sağlamaktadır. Bu durum CMS ile bağlantılı bulunan bazı hastalıklara duyarlı olma riskini de azaltmaktadır (Brewster, 1996). Nitekim 1970’li yıllarda tek bir kısırılık kaynağına bağımlı hibrit mısır üretiminde, mısır güney yaprak yanıklığına (*Bipolaris maydis*) duyarlılığın artmasıyla büyük bir verim kaybı yaşanmıştır (Pring ve Levings, 1978).

Soğanda da diğer CGMS gösteren türlerde olduğu gibi S stoplazma ve homozigot resesif ms geni içeren hat ana olarak, N stoplazma ve msms geni ise restorer olarak kullanılmaktadır. Klasik melezleme çalışmaları ile bir soğan populasyonu veya karakterize edilmemiş açılım materyallerinden idame hatların izolasyonu için en az 4 yıl kadar bir süre gerekmektedir. Yapılan moleküler çalışmalar sonucunda markerler yardımıyla normal ve kısır stoplazmalar ayırtedilebilmiştir (Havey, 1995). Moleküler marker kullanılmak suretiyle ms lokusunun klonlanması çalışmaları da yapılmış ve ileriki yıllarda yapılacak çalışmalara da temel oluşturacak bilgiler elde edilmiştir. Nitekim Ms

locusu RFLP tekniği kullanılarak 1.9 - 8.6 cM uzunlukta klonlanabilmiştir (Gökçe ve ark., 2002; Gökçe ve Havey 2002). İslahçılar; Ms lokusunun, daha yakın klonlanması halinde, test melezlemelerine gereksinim duymadan CMS idamesini sağlayacak genotipleri kısa zamanda belirleyebileceklerdir.

3.3. Havuçta (*Daucus carota* L.) Erkek Kısırlığı Sistemi ile F₁ Hibrit Tohumluk Üretimi

Stoplazmik genetik erkek kısırlığı, havuçta “kahverengi anter” ve “petaloid” şeklinde kendini göstermektedir. Soğanda kahverengi anter erkek kısırlığı ilk olarak 1947 yılında Tendersweet çeşidinde tesadüfen keşfedilmiştir (Michalik ve ark., 1988). “Kahverengi anter” daha sonra birçok çeşit ve yabancı havuç türlerinde de bulunmuştur. Bu tip erkek kısırlıkta anterler normal oluşmakta fakat polen gelişimi belli bir aşamada durmakta ve anterler daha koyu renk almaktadır. Kahverengi anter kısırlığı, günümüzde özellikle erkenci hibrit havuç çeşitlerinin geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Stein ve Nothnagel, 1995). Fakat bu kısırılık kaynağında sık sık stabilite sorunu yaşanmaktadır. Son yıllarda Kore’de yapılan çalışmalarla stabil olan kahverengi anter kısırlığı elde edilmiş ve petaloid tipi erkek kısırlıktan daha fazla tohum verimi alınmıştır.

Petaloid erkek kısırlığı, 1953 yılında yabancı bir havuçta keşfedilmiştir. Bu tip kısırılık, petallerde meydana gelen bir mutasyon sonucu meydana gelmiştir. Günümüzde petaloid erkek kısırlığı, özellikle Kuzey Amerika’da hibrit tohum üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Gerek çiçeklenme aşamasında ve gerekse tohum üretiminde, farklı ekolojik koşullarda oldukça stabil özellikte olduğu belirlenmiştir. Ancak, petaloid kısırılık, özellikle geç dönemde yapılan üretimlerde kırılabilir (Simon ve ark., 2008).

Günümüzde tüm dünyada kullanılmakta olan hibrit havuç çeşitlerinin %70’i ve ABD’deki çeşitlerin %90’ı petaloid erkek kısırlığı mekanizmasından yararlanılarak üretilmektedir. Geriye kalan çeşitlerin eldesinde ise kahverengi anter erkek kısırlığı kullanılmaktadır (Havey, 2004). 1992 ve 1996 yılları arasında havuçta 3 yeni kısırılık kaynağı daha belirlenmiştir. Yeni kısırılık sistemleri, *D. carota* ssp. *gummifer*, *D. carota* ssp. *maritimus* ve *D. carota* ssp. *gadecaei* alt türlerinin stoplazmaları kullanılarak geliştirilmiştir (Nothnagel ve ark., 2000).

Kendilenmiş havuç hatlarına kısırlığın aktarılması ve bu sistemle hibrit tohum üretimi, diğer türlere benzer aşamalarla gerçekleştirilmektedir. Bu süreç F₂ yada F₃ generasyonunda başlamakta ve seçilen fertil genotiplerle kısırılık kaynağı melezlenmektedir. Daha sonraki generasyonda oluşan erkek fertil hatların idame hat olarak kullanılabilme durumu, test melezlemeleri yapılarak ortaya konulmaktadır (Morelock ve ark., 1996; Simon ve ark., 2008).

3.4. Biberde (*Capsicum annuum L.*) Erkek Kısırlığı Sisteminin Kullanılabilme Potansiyeli

Biberde erkek kısırlığı, ilk olarak 1955 yılında kayıt edilmiştir. Yapılan çalışmada biberde hem genetik ve hemde stoplazmik genetik erkek kısırlığı bulunduğu saptanmıştır (Shifriss, 1997). Genetik erkek kısırlığı, ana ebeveyn üretimi sırasında meydana gelen bitkilerin %50'sinin fertil olması gibi büyük bir dezavantaja sahiptir. Buna rağmen, özellikle blok tipi ve acı biber tipi hibrit biber tohumu üretiminde kullanım alanı bulmuştur (Crosby, 2008). ms-509 hattı blok tipi biberlerde, MS-12 hattı ise acı biberlerde hibrit tohum üretiminde kullanılmaktadır (Hundal ve Dhall, 2005). Tatlı biber genotiplerinin büyük bir bölümünde ise *Rf* geninin olmaması, erkek kısırlığı ile F_1 hibrit tatlı biberlerin üretimini sınırlamaktadır (Kumar ve Singh, 2004). Havuç ve soğanda başarı ile uygulanmakta olan CGMS sistemi, GMS sistemine göre daha avantajlı olmasına rağmen biberde stabilite sorununu oluşturmaktadır. Özellikle düşük sıcaklıklarda kısır bitkiler, fertil hale dönüşebilmektedir. Lee ve ark. (2005), stabil CMS özelliği taşıyan *St* geni üzerindeki çalışmalarda başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Buna ek olarak kısır ve fertil stoplazmaları moleküler markerler ile belirlemeye yönelik yöntemlerde geliştirilmiştir (Kim ve Kim, 2005). Kısır hatlardaki stabilite probleminden dolayı geniş alanlarda CGMS sistemi kullanılarak yapılan hibrit tohum üretiminde sorunlarla karşılaşmaktadır. Ancak geniş alanlarda GMS sistemi kullanılarak ticari F_1 hibrit biber tohumluk üretimi de yapılabilmektedir (Lee ve ark., 2008).

3.5. Patlıcanda (*Solanum melongena L.*) Erkek Kısırlığı Sisteminin Kullanılabilme Potansiyeli

Patlıcanda genetik erkek kısırlığı sisteminin, hibrit tohumluk üretiminde kullanılabilirliği üzerine çalışmalar halen devam etmektedir. Phatak ve ark., (1990), "Florida Highbush" adlı çeşitten mutasyon sonucu meydana gelen ve fonksiyonel erkek kısır olan UGA 1-MS hattını belirlemişlerdir. Daha sonra bu kısırılık özelliğinin monogenik resesif kalıtmı olduğu ve *fms* geni ile determine edildiği bulunmuştur. Bu genin mor meyve rengi ile bağlantılı olduğu da bilinmektedir. Tian ve ark. (2004), UGA 1-MS hattını ıslah programında kullanarak restorer hatları elde etmişler ve hibrit tohum üretiminde kullanılabilme potansiyelini ortaya koymuşlardır. Ancak ana ebeveynin tohum üretimi sırasında canlı polen taşıma riski de bulunabilmektedir. Isshiki ve Yoshida (2002), *S. violaceum* (dişi) ve *S. melongena* (erkek) türler arası melezinden genetik stoplazmik erkek kısır hatlar elde etmişlerdir. Fakat yapılan çalışmalar, henüz erkek kısır hibrit tohum üretiminde kullanılabilir hatlar elde etme düzeyindedir. Bu nedenle patlıcanda hibrit tohumluk üretiminde erkek kısırlığın kullanılabilmesi için daha fazla çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

3.6. Domateste (*Solanum lycopersicum*) Erkek Kısırlığı Sisteminin Kullanılabilme Potansiyeli

Domateste tek resesif gen ile determine edilen 3 tip erkek kısırlığı bulunmaktadır (Díez ve Nuez, 2008).

a. ms gen serisi ile kısır polen oluşumu meydana gelmektedir. Bu gen serisinin tümü (MS-48 hariç) resesif özelliكتedir. Ana ebeveyn üretimi sırasında meydana gelen bitkilerin % 50'si uzaklaştırılmaktadır. Bu işlemi, kolaylaştırmak amacıyla yapılan çalışmaların sonucunda *ms10³⁵* geni ile antosiyaninsizliği determine eden "aa geni" arasında bağlantı bulunmuş ve bu özellik morfolojik marker olarak kullanılmaya başlanmıştır

b. Stamensizlik geni olan "sl", sayesinde farklı çevre koşullarında anterlerde polen oluşumu meydana gelmemektedir.

c. Pozisyonel kısır (ps), pozisyonel kısır-2 (ps-2), kleistogamy 2 (cl-2), dialitik (dl), exserted stigma (ex) gibi özellikleri kapsayan ve mutasyonla meydana gelen fonksiyonel erkek kısırlığı kullanılabilir. Bunların içerisinde en çok kullanılanı ise ps-2 genidir. ps-2 geni Vrbicanske nizke adlı çeşitten mutasyon sonucu oluşmuştur. ps-2 geni içeren kısır genotiplerle hibrit tohum üretimi, Çek Cumhuriyeti, Moldova, Bulgaristan ve Polonya gibi ülkelerde kullanılmaktadır (Atanassova, 1999).

Domates ıslahında genetik erkek kısırlığı uygulanması üzerinde çok sayıda araştırmalar yapılmış ve ms10 aa, ps ve ps-2 kısırılık kaynaklarının F_1 hibrit tohum üretiminde kullanılacakları belirtilmiştir (Atanassova ve Georgiev 2002; Atanassova, 2007). Buna rağmen, günümüzde domateste geniş alanlarda F_1 hibrit tohum üretiminde erkek kısırılık sistemleri uygulanması oldukça sınırlıdır (Díez ve Nuez, 2008).

Domateste stoplazmik-genetik erkek kısırlığı kaynağı da bulunmuştur. *L. peruvianum* ve tetraploid yapıdaki *L. pennellii* arasındaki türlerarası melezleme ile "CMS – *pennellii*" kısır hattı elde edilmiştir. Tohumluk üretiminde kullanılabilmesi için gerekli test çalışmaları devam etmektedir (Stoeva-Popova ve ark., 2007).

3.7. Kabakgillerde (*Cucurbitaceae*) Erkek Kısırlığı Sisteminin Kullanılabilme Potansiyeli

Kabak türleri üzerinde (*Cucurbita pepo*, *C. maxima* ve *C. moschata*) yapılan çalışmada mutasyon sonucu oluşan *ms-1*, *ms-2* ve *ms-3* genleri tespit edilmiştir (Paris ve Brown, 2005). Genetik erkek kısırlığı olan bitki popülasyonların elde edilmesinin ve idamesinin zor olması nedeniyle kullanılmamaktadır. Sitoplazmik genetik erkek kısırlığı ise *Cucurbitaceae* familyasına ait bitki türlerinde bulunmamaktadır (Paris, 2008).

Karpuzda genetik erkek kısırlığının varlığı tespit edilmiş olup kısırlığı determine eden dört adet gen olduğu bildirilmiştir (Wehner, 2008a). Glabrous (tüysüz) erkek kısırlığı (gms) olan bitkilerin yaprakları tüysüz olup gama ışını ile mutasyon sonucunda meydana gelmiştir. Bu tür bitkiler kısır olmasına

rağmen oldukça yavaş büyüme ve gelişme göstermektedirler. Tohum verimlerinin, diğer karpuz genotiplerine oranla daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Wehner, 2008b). İkinci tip erkek kısırılık tipi ise “Chinese erkek kısırılığı (cms) olup ms-1 geni tarafından determine edilmektedir. Bu tür bitkilerin çiçekleri küçük, büzülmüş anterli ve abortif polenli olmaktadır (Yang, 2001). Üçüncü erkek kısırılık tipi ise cücelik özelliği ile birlikte görülmekte olup “ms-dw” geni tarafından sağlanmaktadır. Bu mutantlar hibrit tohum üretiminde kullanılabilir olsalar da tohum verimlerinin düşük olması nedeniyle ümitvar değildir. Ancak ms-2 genini taşıyan genotiplerin yeterli miktarlarda tohum tuttuğu belirlenmiş ve bu genotiplerin hibrit tohum üretiminde kullanılabilceği bildirilmiştir (Wehner, 2008b).

Çekirdeksiz karpuz tohumluğu üretiminde erkek kısırılığının kullanımı ayrı bir öneme sahip bulunmaktadır. Bu tip karpuz tohumluğunun üretim maliyeti, diploid çeşitlere oranla daha fazla olmaktadır. Bunun nedeni çekirdeksiz triploid yapıdaki melez tohumluğun elde edilmesinde, tetraploid yapıdaki ana ve diploid yapıdaki baba ebeveynlerin kullanılmasındadır (Aras ve Sarı, 2003). Emaskulasyon ve melezleme işlemlerini ortadan kaldırmak amacıyla diploid genotiplerde bulunan resesif yapıdaki genetik erkek kısırılığının tetraploid ana ebeveyne aktarılma çalışmaları da yapılmıştır (Love ve ark., 1986).

Kavunda ise diğer kabakgillerde olduğu gibi kalıtsal bir kısırılık mevcut değildir. Ancak mutasyon sonucu oluşmuş erkek kısır bitkiler belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarla kavunda beş adet resesif ms geni bulunmuştur (Dhillon ve Kumar, 2008). Bunlardan ms-5 genine sahip bitkilerin, ticari F₁ hibrit tohum üretiminde kullanım olanağı bulunmaktadır. Fakat GMS sisteminin dezavantajları nedeniyle geniş alanlarda tohum üretimi hala yapılamamaktadır (Pitrat, 2008). Son yıllarda genetik mühendisliği çalışmalarında, *Bacillus thuringiensis* bakterisi aracılığı ile etilen reseptör geninin aktarılmasıyla kavunda da stabil transgenik erkek kısır bitkiler elde edilebilmiştir (Takada ve ark., 2005)

4. ERKEK KISIRLIĞI SİSTEMLERİNDE DİKKAT EDİLECEK ÖNEMLİ FAKTÖRLER

Hibrit çeşidin yüksek verim ve kaliteye sahip olabilmesi için ebeveynlerinin arasında yüksek oranda pozitif heterosisin olması zorunludur. Heterosis oranının yüksek olması için ana ebeveyn ile baba ebeveynin oldukça farklı genotipik yapıya sahip olmaları gerekmektedir. Erkek kısırılığı sistemi oluşturulurken A ve C hatlarının farklı genotipik yapıya sahip olmasına dikkat edilmelidir. Elde edilen hibrit çeşit verim ve kalite kriterleri yönünden üretici tarafından istenilen özellikleri göstermezse oluşturulan erkek kısırılığı sisteminin hiç bir önemi kalmamaktadır (Apan, 1983).

Mezlenecek ebeveynlerin çiçeklenme zamanları da birbirine uyumlu olmalıdır. Çiçeklenme dönemleri

uyuşmayan iki ebeveyn tohumluk üretiminde kesinlikle kullanılmamalıdır. Aksi durumda arılarla yapılacak doğal melezleme sırasında tozlaşma gerçekleşmeyecek ve ana bitkilerden tohum alınmayacaktır.

Polinasyon kontrol sistemlerinin ekstrem sıcaklıklardan etkilenmemesi de diğer önemli bir faktördür. Sebze ıslahında erkek kısırılığı sisteminin uygulanışını sınırlayan belki de en önemli sorun, hatların stabil bir özellik gösterememeleridir. Farklı ekolojik koşullarda yada ekstrem çevre şartları altında strese girmek sureti ile kısırılık özelliği bazı durumlarda kırılabilir. Son yıllarda yapılan çalışmaların büyük bir kısmını stres koşullarından etkilenmeyen oldukça stabil erkek kısır hatların geliştirilmesi oluşturmaktadır (Sandhu ve ark., 2007).

5. SONUÇ

Hibrit tohum üretiminde, ekonomik öneminden dolayı erkek kısırılığı üzerindeki çalışmalar son yıllarda artan bir ivme kazanmıştır. Dünyada birçok ülkede sebze ıslahçıları ve tohumluk üreticilerinin erkek kısırılığı sistemi gibi polinasyon kontrol yöntemlerini yoğun olarak kullandığı bilinmektedir. Tohumluk üretim ve teknolojisinde ileri olan ülkelere, birçok sebze türünde polinasyon kontrol yöntemlerinden yararlanılarak F₁ hibrit çeşitler geliştirilmiştir. Henüz ülkemizde yüksek oranda yabancı tozlanan sebze türlerinde, ıslah çalışmaları ile geliştirilmiş yerli F₁ hibrit çeşitler bulunmamaktadır. Bu sorunun en büyük nedenlerinden birisini, F₁ hibrit çeşitlerin tohumluk üretimlerindeki güçlükler oluşturmaktadır. Bu nedenle ülkemizde de üniversite ve araştırma kuruluşlarının polinasyon kontrol yöntemleri ile ekonomik hibrit tohumluk üretimine yönelik çalışmalara öncelik vermesi çok önemlidir. Ayrıca yerli sebze tohumculuğumuzun daha çok geliştirilebilmesi için hibrit tohumluk üretimi yapan firmaların da erkek kısır hatların elde edilmesine yönelik olarak yatırım yapmaları ve ıslah programlarını da buna göre oluşturmaları büyük bir önem taşımaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Apan, H., 1983. Sebze Islahı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Doktora Dersi Notları (Basılmamış).
- Aras, V., Sarı, N., 2003. Çekirdeksiz karpuz tohumlarında bazı uygulamaların çıkış ve fenolojik özelliklere etkileri. Alatarım, 2 (1): 1-8.
- Atanassova, B., 1999. Functional male sterility (ps-2) in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and its application in breeding and hybrid seed production. Euphytica, 107(1):13-21.
- Atanassova, B., 2007. Genic male sterility and its application in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Hybrid Breeding and Hybrid Seed Production. Proc. IIIrd Balkan Symp. on Vegetables and Potatoes. Acta Hort., 729:45-51.
- Atanassova, B., Georgiev, H., 2002. Using genic male sterility in improving hybrid seed production in tomato

- (*Lycopersicon esculentum* mill.). *Acta Hort.*, 579:185-188.
- Banga, O., Petiet, J., 1958. Breeding male sterile lines Dutch onion varieties as preliminary to the breeding of hybrid varieties. *Euphytica*, 7: 21-30.
- Bannerot, H., Bouldard, L., Couderon, Y., Temple, J., 1974. Transfer of cytoplasmic male sterility from *Raphanus sativus* to *Brassica oleracea*. In: Wills, A.B. & North, C. (Eds) *Proceedings Eucarpia Meeting of Cruciferae*. Scottish Horticulture Research Ins. Invergarvie, p.52-54.
- Berninger, E., 1965. Contribution a l'etude de la sterilité male de l'oignon (*Allium cepa* L.). *Ann. Amélior. Plant*, 15:183-199.
- Bradford, K.J., 2004. Seed Production and Quality. Chapter IV: Controlling male fertility, pollination and fertilization for hybrid seed production. p. 21-30.
- Brewster, J.L., 1996. Onions and Other Vegetable Alliums. CAB International, p. 256.
- Budar F. Pelletier. G., 2001. Male sterility in plants: occurrence, determinism, significance and use. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie*, 324(6): 543-550.
- Chiang, M.S., Crete, R., 1985. Male fertile and male sterile cabbage, broccoli, and cauliflower clubroot resistant breeding lines. *HortScience*, 20: 457-458.
- Chiang, M.S., Crete, R., 1987. Cytoplasmic male sterility in *Brassica oleracea* induced by *B. napus* cytoplasm, female fertility and restoration of male fertility. *Canadian Journal of Plant Science*, 67: 891-897.
- Crosby, K.M., 2008. Pepper. *Handbook of Plant Breeding. Vegetables II. Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae, and Umbelliferae*. p. 221-248.
- Delourme, R., Budar, F., 1999. Male sterility. In: Gómezcampo C. (ed.), *Biology of Brassica Coenospecies*. Amsterdam, Elsevier Science, 185-216.
- Dhillon, N.P.S., Kumar, J., 2008. Assessment of stability of expression of various male-sterile genes in melon in sub-tropical field conditions. *Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae* (Pitrat M, ed), INRA, Avignon (France), May 21-24, 2008. p. 535-538.
- Díez, M.J., Nuez, F., 2008. Tomato. *Handbook of Plant Breeding. Vegetables II Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae, and Umbelliferae*. p. 249-323.
- Dong, K., Jeong, K., Byung-Dong, K., 2007. Isolation and characterization of the cytoplasmic male sterility-associated orf456 gene of chili pepper (*Capsicum annuum* L.). *Plant Molecular Biology*, 63(4):519-532.
- Fang, Z., Liu, Y., Lou, P., Liu, G., 2004. Current trends in cabbage breeding. *Journal of New Seeds*, 6:75-107.
- Fang, Z.Y., Sun, P.T., Liu, Y.M., Yang, L.M., Wang, X.W., Zhuang, M., 1997. A male-sterile line with dominant gene (Ms) in cabbage and its utilization for hybrid seed production. *Euphytica*, 97: 265-268.
- Gökçe, A.F., Havey, M.J., 2002. Linkage equilibrium among tightly linked RFLPs and the Ms locus in open-pollinated onion populations. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 127:944-946.
- Gökçe, A.F., McCallum, J., Sato, Y., Havey, M.J., 2002. Molecular tagging of the Ms locus in onion. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 127:576-582.
- Gulyas, G., Pakozdi, K.J., Lee, S., Hirata, Y., 2006. Analysis of fertility restoration by using cytoplasmic male-sterile red pepper (*Capsicum annuum* L.) lines. *Breeding Science*, 56:331-334.
- Hanson, M.R., Bentolila, S., 2004. Interactions of mitochondrial and nuclear genes that affect male gametophyte development. *The Plant Cell*, 16:154-169.
- Havey, M.J., 1995. Identification of cytoplasm using the polymerase chain reaction to aid in the extraction of maintainer lines from open-pollinated populations of onion. *Theor. Appl. Genet.*, 90:263-268.
- Havey, M.J., 1999. Seed yield, floral morphology, and lack of male-fertility restoration of male-sterile onion (*Allium cepa* L.) populations possessing the cytoplasm of *Allium galanthum*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 124: 626-629.
- Havey, M.J., 2004. The use of cytoplasmic male sterility for hybrid seed production. Chapter 23. *Molecular Biology and Biotechnology of Plant Organelles*. p. 623-634.
- Hawlader, M.S.H., Mian, M.A.K., Ali, M., 1997. Identification of male sterility maintainer lines for Ogura radish (*Raphanus sativus* L.). *Euphytica*, 96: 297-300.
- Hundal, J.S., Dhall, R.K., 2005. Breeding for Hybrid Hot Pepper. *Journal of New Seeds*, 6: (2) 31-50.
- Isshiki, S., Yoshida, S., 2002. Characteristics of the cytoplasmic male sterility in the eggplant (*Solanum melongena* L.) carrying the cytoplasm of *S. violaceum* ort. *Bull. Fac. Agr, Saga Univ*, 87: 87-93.
- Jones, H.A., Clarke, A.E., 1943. Inheritance of male sterility in the onion and the production of hybrid seed. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 43: 189-194.
- Kaloo, D., 1988. *Vegetable Breeding, Vol. 1*. CRC Pres Inc., Boca Raton, Florida, p. 239.
- Kim, B., Kim, D.H., 2005. Development of SCAR markers for early identification of cytoplasmic male sterility genotype in chilli pepper (*Capsicum annuum* L.). *Mol. Cells*, 20: 416-422.
- Kučera, V., Chytilová, V., Vyvadilová, M., Klíma, M., 2006. Hybrid breeding of cauliflower using self-incompatibility and cytoplasmic male sterility. *Hort.Sci.(Prague)*, 33: (4) 148-152.
- Kumar, S., Sing, P.K., 2004. Mechanisms for hybrid development in vegetables. *Hybrid Vegetable Development* (Edit: Singh, P.K., Dasgupta, S.K., Tripathi, S.K). p. 383-410.
- Lee, J., Lee, D.H., Park, H.G., 2005. Mapping of St locus flanking region related to incomplete phenotype of cytoplasmic-genic male sterility in chilli pepper (*Capsicum annuum* L.). *Plant and Animal Genome*, XIII. p. 194.
- Lee, J., Lee, W. P., Do, J. W., Ryu, H., Kim, S. H., Park, H. G., Han, J.H., Yoon, J. B., 2008. A caps marker linked to the genic male sterility gene in the colored sweet pepper, paprika (*Capsicum annuum* L.). The 19th International Pepper Conference, September 7-10, 2008 Atlantic City, New Jersey USA. Basımda
- Love, S. L., Rhodes, B. B., Nugent, P. E., 1986. Controlled pollination transfer of a nuclear male sterile gene from a diploid to a tetraploid watermelon line. *Euphytica*, 35:636-638.
- Lucchin, M., Varotto, S., Barcaccia, G., Parrini, P., 2008. Chicory and endive. *Handbook of Plant Breeding. Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae*. 1:3-49.
- Mackenzie, S., 2004. The influence of mitochondrial genetics in crop breeding strategies. *Plant Breeding. Rev.* 25, 115-138.

- Mariani, C., De Beuckeleer, M., Truettner, J., Leemans, J., Goldberg, R.G., 1990. Induction of male sterility in plants by a chimaeric ribonuclease gene. *Nature*, 347: 737-741.
- Michalik, B., Zabaglo, A., Zukowska, E., 1988. Nutritional value of hybrids in relation to parental lines of carrot. *Acclimatization Seed Prod*, 32:251-254.
- Morelock, T.E., Simon, P.W., Peterson, C.E., 1996. Wisconsin wild: another petaloid male-sterile cytoplasm for carrot. *Hortscience*, 31(5):887-888.
- Nothnagel, T., Straka, P., Linke, B., 2000. Male sterility in populations of *Daucus* and the development of alloplasmic male sterile carrot lines. *Plant Breeding*, 119, 145-152.
- Ogura, H., 1968. Studies on the new male sterility in Japanese radish, with special reference to the utilization of this sterility towards practical raising of hybrid seed. *Mem. Fac. Agric. Kagoshima Univ*, 6:39-78.
- Ordás, A., Carrea, M.E., 2008. Cabbage and Kale. *Handbook of Plant Breeding. Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae*. 1:119-150.
- Pal, A., Sandhu, S., Abdelnoor, R. V., Mackenzie, S. A., 2007. Transgenic induction of mitochondrial rearrangements for cytoplasmic male sterility in crop plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (6): 1766-1770.
- Paris, H.S., 2008. Summer squash. *Handbook of Plant Breeding. Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae*. 1:351-380.
- Paris, H.S., Brown, R.N., 2005. The genes of pumpkin and squash. *HortScience*, 40: 1620-1630.
- Pelletier, G., Primard, C., Vedel, F., Chétrit, P., Rémy, R., Renard, M., 1983. Intergeneric cytoplasmic hybridization in *Cruciferae* by protoplast fusion. *Mol. Gen. Genet.*, 191:244-250.
- Phatak, S.C., Liu, J., Jaworski, C.A., Sultanbawa, A.F., 1990. Functional male sterility in eggplant: inheritance and linkage to the purple fruit color gene. *HortScience*, 25: 1002-1183.
- Pitrat, M., 2008. Melon. *Handbook of Plant Breeding. Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae*. 1: 283-315.
- Pring, D.R., Levings, C.S., 1978. Heterogeneity of maize cytoplasmic genomes among male-sterile cytoplasm. *Genetics*, 89(1):121-136.
- Reynaerts, A., Vandewiele, H., Desutter, G., Janssens, J., 1993. Engineered genes for fertility and their application in hybrid seed production. *Scientia Hort.*, 55, 125-139.
- Sandhu, A.P., Abdelnoor, R.V., Mackenzie, S.A., 2007. Transgenic induction of mitochondrial rearrangements for cytoplasmic male sterility in crop plants. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 104, 1766-1770.
- Schnable, P.S., Wise, R.P., 1998. The molecular basis of cytoplasmic male sterility and fertility restoration. *Trends Plant Sci.*, 3: 175-180.
- Shifriss, C., 1997. Male sterility in pepper (*Capsicum annum* L.). *Euphytica*, 93: 83-88.
- Shigyo, M., Kik, C., 2008. Onion. *Handbook of Plant Breeding. Vegetables II Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae, and Umbelliferae*. p. 121-162.
- Sigareva, M.A., Earle, E.D., 1997. Direct transfer of a cold-tolerant *Ogura* male-sterile cytoplasm into cabbage (*Brassica oleracea* ssp. *capitata*) via protoplast fusion. *Theor Appl Genet.*, 94: 213-220.
- Simon, P.W., Freeman, R.E., Vieira, J.V., Boiteux, L.S., Briard, M., Nothnagel, T., Michalik, B., Kwon, Y.S., 2008. Carrot. *Handbook of Plant Breeding. Vegetables II Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae, and Umbelliferae*. p. 327-357.
- Sofi, P.A., Rather, A.G., Wani, S.A., 2007. Genetic and molecular basis of cytoplasmic male sterility in maize. *Communications in Biometry and Crop Science*, 2(1): 49-60.
- Stein, M., Nothnagel, T., 1995. Some remarks on carrot breeding. (*Daucus carota sativus* Hoffm.). *Plant Breeding*, 114: 1-11.
- Stoeva-Popova, P.K., Dimaculangan, D., Radkova, M., Vulkova, Z., 2007. Towards cytoplasmic male sterility in cultivated tomato. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*. Available from <http://www.scientificjournals.org/journals2007/articles/1058.htm> (Ulaşım: 01.12.2008)
- Takada, K., Kamada, H., Ezura, H., 2005. Production of male sterile transgenic plants. *Plant Biotechnol.*, 22(5): 469-476.
- Takada, K., Ishimaru, K., Kamada, H., Ezura, H., 2006. Anther-specific expression of mutated melon ethylene receptor gene Cm-ERS1/H70A affected tapetum degeneration and pollen grain production in transgenic tobacco plants. *Plant Cell Rep.*, 25(9): 936-941.
- Takuno, S., Fujimoto, R., Sugimura, T., Sato, K., Okamoto, S., Zhang, S., Nishio, T., 2007. Effects of recombination on the hitchhiking diversity in *Brassica* self-incompatibility locus complex. *Genetics*, 177: 949-958.
- Tatlıoğlu, T., 1986. Influence of tetracycline on the expression of cytoplasmic male sterility (ems) in chives (*Allium schoenoprasum* L.). *Plant Breeding.*, 97, 46-55.
- Tatlıoğlu, T., 2008. Hibrid çeşit ıslahı ve hibrid çeşit ıslahında kullanılan genetik mekanizmalar. VII. Sebze Tarım Sempozyumu. 26-29 Ağustos 2008, Yalova. (Basımda).
- Tatlıoğlu, T., Wricke, G., 1988. Genetic control of tetracycline-sensitivity of cytoplasmic male sterility (ems) in chives (*Allium schoenoprasum* L.). *Plant Breeding*, 100: 34-40.
- Tian, S., Wang, Y., Liu, F., Luo, Z.G., Pi, W., Chen, Y., Liu, J.S., 2004. Development of eggplant functional male sterile lines and its utilization. *Proceedings of the 12. Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant*, 91.
- Turgut, K., 2002. Erkek kısır bitkilerin üretimi. *Bitki Biyoteknolojisi II- Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları*, 327-333.
- Virmani, S.S., Ahmed, M.I., 2001. Environment-sensitive genic male sterility in crops. *Advances in Agronomy*, 139-202.
- Wang, X., Lou, P., Bonnema, G., Yang, B., He, H., Zhang, Y., Fang, Z., 2005. Linkage mapping of a dominant male sterility gene Ms-cd1 in *Brassica oleracea*. *Genome*, 48 (5):848-854.
- Wehner, T.C., 2008a. Overview of the genes of Watermelon. *Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae* (Pitrat M, ed), INRA, Avignon (France), May 21-24, 2008. p. 79-89.
- Wehner, T.C., 2008b. Watermelon. *Handbook of Plant Breeding. Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae*. 1: 382-418.
- Williams, M. E., 1995. Genetic engineering for pollination control. *Trends in Biotechnology*, 13: 344-349.

Yang, D.H., 2001. Characterization of a new male sterile mutant in watermelon. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 24:52–58.

Ying, M., Dreyer F., Cai, A., Jung, C., 2003. Molecular markers for genic male sterility in Chinese cabbage. *Euphytica*, 132:227–234.

BİTKİ KORUMA ÜRÜNLERİNİN KALINTI ANALİZLERİNDE TEMEL LABORATUVAR İŞLEMLERİNİN ÖLÇÜM BELİRSİZLİKLERİ

Osman TIRYAKI*

Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 38039 Kayseri

* e-mail: osmantiryaki@yahoo.com

Geliş Tarihi: 03.11.2008

Kabul Tarihi: 09.03.2009

ÖZET: Bitki koruma ürünlerinin (pestisit) kalıntı analizlerinde, analiz sonuçlarının güvenilirliği kalite güvence(QA) ve kalite kontrol(QC) parametreleri ile ispatlanmalıdır. Bu parametrelerden en önemlilerinden biri de laboratuvardaki işlemlerin ölçüm belirsizliğidir. “Uluslararası Standart Organizasyonu (ISO) 17025”, “ISO Ölçüm Belirsizliği Açıklama Kılavuzu (GUM)” ve “EUREACHEM/CITAC Guide CG4” gibi uluslararası dokümanlara göre, temel laboratuvar işlemlerinin belirsizliklerinin ölçülmesi bir zorunluluktur. Analizlerdeki ölçümler her zaman tam ve kesin değildir ve bu kesin olmamanın (belirsizliklerin) derecesinin rakamsal olarak ifade edilmesi gerekir. Ölçüm belirsizliği bir ölçümün sonucu ile ilgili olası dalgalanmaları tanımlayan istatistiksel parametredir. Analizle ilgili her bir laboratuvar işlemlerinin ve prosedürlerinin belirsizliğinin saptanarak ve daha sonra da birleştirilmiş toplam belirsizlik hesaplanması ile bulunabilir. Bu makale, güncel literatür taranarak, analiz işlemlerine girmeden, işin başlangıcında, basit fakat etkisi önemli olan tartımsal ve hacimsel işlemler ile bunlarla ilgili diğer bazı temel laboratuvar işlemlerinin belirsizliğinin “bireyselden-tüme” yaklaşımı ile saptanması ile ilgilidir.

Anahtar Sözcükler: Ölçüm belirsizliği, Bireyselden-tüme yaklaşımı, Ölçüm belirsizliği bileşenleri, Toplam belirsizlik

UNCERTAINTY MEASUREMENT OF BASIC LABORATORY OPERATIONS IN THE RESIDUE ANALYSIS OF PLANT PROTECTION PRODUCTS

ABSTRACT: In residue analysis of plant protection products (pesticide), the reliability of analytical results have to be proved with the quality assurance (QA) and quality control (QC) parameters. One of the most important of these parameters is the uncertainty in the measurement of basic laboratory operations. According to documents like “International Organisation for Standardisation (ISO) 17025”, “ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)”, and “EUREACHEM/CITAC Guide CG4” (A Focus for Analytical Chemistry in Europe/The Cooperation on International Traceability in Analytical Chemistry), the uncertainty of measurements in basic laboratory operations should be estimated. Measurement results in the laboratory are not always certain, and the degree of these uncertainties have to be figured out numerically. Measurement uncertainty is a statistical parameter which describes the possible fluctuations of a measurement results. It can be determined by the estimation uncertainty of individual components of any operation and test procedure, and later by the calculations of combined total uncertainty. Basing on uptodate references, this article deals, without touching analytical operations, with the estimation of uncertainty of basic laboratory operations such as weighing and volumetric equipment, and some other related operations, by using “bottom-up” approaches.

Keywords: Uncertainty, Bottom-up approach, Uncertainty components, Total uncertainty.

1. GİRİŞ

ISO/IEC 17025 kalite sistemine göre, analiz sonuçlarının belirsizlik tayini önemli bir gerekliliktir. Laboratuvarın deney ve metotlarının ölçüm belirsizliği tayini prosedürleri, ilgili dokümanın “5.4.6 Estimation of Uncertainty of Measurement” bölümünde açıklanmıştır (Anonymous, 2005).

Ölçüm belirsizliklerinin açıklamalarını içeren ilk doküman “Ölçümlerde Belirsizlik Açıklamaları Kılavuzu (GUM)” olarak ISO tarafından 1995’de yayınlanmıştır (Anonymous, 1995). Daha sonra belirsizlik tanımları geniş bir şekilde “Geçerli Analitik Ölçümler (VAM Project 3.2.2)” dokümanında yer almıştır (Barwick, 1998). Analitik ölçümlerde belirsizlik bileşenleri ve hesaplamaları da “EUREACHEM/CITAC Guide CG4” kılavuzunda açıklanmıştır (Anonymous 2000). Yakın zamanda da metrolojide uluslararası terimler Sözlüğü (VIM, revize edilmiş VIM3) yayınlanmıştır (Anonymous, 2007a)

Pestisit kalıntı analizlerinde analitik verilerin güvenilirliğini sağlayan QA/QC sisteminde kontrol edilmesi gereken analiz basamakları çeşitli

çalışmalarda verilmiştir (Anonymous 2006; Anonymous 2007b; Visi 2002; Tiryaki ve Baysoyu 2007). Bu basamaklardan birisi de temel laboratuvar işlemlerinde ölçüm belirsizliğidir. Ölçüm belirsizliği, verilerin güvenilirliğini sağlayan kantitatif bir indikatordur. Bir sonuç ile ilişkili belirsizlik değerlendirmesi kantitatif analizlerin esas bir bölümüdür. Eğer bir sonucun, belirsizliği ile ilgili bilgi yoksa o sonuç eksik açıklanıyor demektir (Anonymous 2000; Anonymous 2006; Barwick 1998).

Analitik ölçümler her zaman tam kesin değildir. Ancak bu kesin olmamanın rakamsal derecesinin ifade edilmesi gerekir. Ölçüm belirsizliği bir ölçümün sonucu ile ilgili olası dalgalanmaları tanımlayan istatistiksel parametre olup, analizle ilgili her bir bireysel laboratuvar işlemlerinin ve test prosedürlerinin varyasyonlarının ilave edilmesi ile bulunur. Bu ölçüm belirsizliği değerinin çok düşük olması istenen bir olgudur, ancak bunun istatistiksel olarak doğrulanması gerekir (Meyer 2007; De Bievre 2007).

Gerçekte kalıntı analiz metodunun her bir safhası ile ilgili pek çok belirsizlik kaynakları vardır. Laboratuvardaki bütün temel tartımsal ve hacimsel ölçme işlemlerin belirsizlikleri olduğu gibi, ekstraksiyon, temizleme-arıtma (cleanup), kromatografik analiz gibi esas analiz prosedürlerinin de toplam belirsizlik bütçesi üzerine katkısı büyüktür (Stepan ve ark., 2004; Tiryaki ve Baysoy, 2008).

Analiz işlemlerine girmeden, işin başlangıcında basit, fakat etkisi önemli olan temel laboratuvar işlemlerinin belirsizliğinin düşük olması önemlidir. Bu derlemede ölçüm belirsizliği bileşenlerinden tartım ve hacim ölçme işlemi ve bunlarla ilgili bazı diğer laboratuvar işlemlerinin belirsizliğinin hesaplanması örneklerle açıklanacaktır. Değerlendirmeler her bir basamağın ayrı ayrı belirsizlik değerini veren “*bireyselden-tüme*” yaklaşımı ile yapılacaktır.

2. GENEL OLARAK KULLANILAN TANIMLAMALAR

Belirsizlik değerlendirmesi ile ilgili bazı kavramlar çeşitli kaynaklardan yararlanılarak aşağıda özetlenmiştir.

2.1. Belirsizlik

Bir ölçüm sonucu ile ilgili olarak, ölçülen kritere katkısı olan değerlerin dağılımını karakterize eden bir parametredir. Birçok bileşenden oluşur. Bunların bazıları, bir seri ölçümün istatistiksel dağılımın standart sapmalarından belirlenebilir, bazıları önceki deneyim ve bilgilerin olasılık dağılımlarının değerlendirilmesinden bazıları da önceki metot geçerlilik çalışmalarından yararlanılarak yapılır (Anonymous, 1995; Meyer, 2007.)

2.2 .Belirsizlik kaynakları

Bir sonucun ölçüm belirsizliği ile ilgili olası bir çok kaynak vardır. Bunlar; örnekleme, örnek matris etkisi, çevre ve ölçüm koşulları, tartım ve hacimsel ekipmanların belirsizliği, cihazların belirsizliği, örnek işleme, ekstraksiyon, cleanup, kalibrasyon modelleri ve kullanılan yazılım programının (software) belirsizliği, metot ve prosedürlerdeki yaklaşık ve tahmini değerlerle ilgili tesadüfi hatalar olarak sıralanabilir (Maestroni, 2005).

2.3. Belirsizlik bileşenleri

Bütün toplam belirsizliğin tayininde her bir kaynağın belirsizliği hesaplanır ve toplam belirsizlik bütçesine katılır. İşte bu her bir kaynağın etkisi “*belirsizlik bileşeni*” dir. Bunula ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir (Anonymous, 2000; Vanatta ve Coleman, 2007) ;

- Bu kavram standart sapma ile açıklandığında “standart belirsizlik, $u(y)$ ” olarak bilinir.
- Bir ölçüm sonucu y için bütün bileşenlerin katılımıyla bulunan toplam belirsizlik “*birleştirilmiş standart belirsizlik $u_c(y)$* ” olarak bilinir ve bütün bileşenlerin belirsizliklerinden elde edilen varyansın kare kökünün alınmasıyla bulunan bir standart sapmadır.

- Analiz işlemlerinde pek çok amaçla “*genişletilmiş belirsizlik U* ” kullanılır. Bu ölçülen değer yüksek güvenlik seviyesindeki (olasılığında) aralıklarını verir. U değeri $u_c(y)$ değerinin kapsama faktörü k ile çarpılması ile elde edilir. k faktörü istenen güvenlik seviyesine göre seçilir, ve genellikle 2-3 arasındadır. Normal dağılım söz konusu ise, $k=2$ faktörü alınır, bu da yaklaşık % 95 oranında rakamların içerildiğini gösterir. Daha yüksek güven seviyesinde (% 99.7) de $k=3$ uygulanır.

2.4. Hata ve belirsizlik

Hata ve belirsizlik terimleri arasındaki farklılığa çok dikkat edilmelidir. Bunlar birbirlerinin sinonimleri değildir, tamamen farklı kavramlardır. “*Hata*” ölçülen şeyin gerçek değeri ile, ölçüm sonucu arasındaki farktır. Bu tek bir değer olup, sistematik olan, bilinen hata değerine bir düzeltme uygulanabilir. “*Belirsizlik*” ise limitleri olan bir değerdir. Bir düzeltme işlemi uygulanamaz. Bir analizin sonucu, sistematik hata düzeltilmesinden sonra gerçek değere çok yakın olarak bulunabilir. Araştırmacı sonucun gerçeğe ne kadar yakın olduğunu bilmediğinden dolayı, belirsizlik çok geniş olabilir (Hibbert, 2007).

2.5. Belirsizlik hesaplama yaklaşımları

Genel olarak ölçüm belirsizliğinin tayini ile ilgili 2 ana yaklaşım vardır:

- *Bireyselden-tüme (bottom-up) yaklaşımı*: EUREACHEM/CITAC (Anonymous, 2000) tarafından önerilen bu yaklaşımda analiz prosesi tek tek basamaklara bölünür ve her bir basamağın, yani bileşenin, belirsizliği hesaplanır ve bu bileşenler kombine edilerek analitik prosedürün toplam belirsizliği (u) bulunur. Bu yaklaşımda hangi bileşenin önemli olup özel bir dikkat gerektirdiği, hangisinin ihmal edilebilir olduğu bulunabilir.
- “*Tümsel (top-down)*” yaklaşım: ISO 21748:2004 (Anonymous, 2004) da yayınlanan bu yaklaşım, daha pratik olup, iç metot geçerliliği (validasyon) çalışmalarından yada laboratuvarlararası çalışmalardan elde edilen verilerin kullanılmasıyla (her bir hata kaynağının belirsizliğini tanımlamaya gerek olmadan) toplam ölçüm belirsizliği (u) tayini yapılabilir.

2.6. Belirsizlik tayinindeki işlemler

Herhangi bir analitik işlemin belirsizliğini etkileyen potansiyel faktörler kılçık diyagramı ile tanımlanabilir (Shegunova ve ark., 2008). Belirsizlik saptamasında 4 ana safha vardır (Maestroni, 2005);

- Belirsizlik tayini işlemlerinde önce, ölçümü yapılan parametrenin özellikleri ve nasıl ve hangi modellerle yapılacağı açık olarak bilinmelidir.
- Sonra belirsizlik kaynakları tanımlanarak listesi yapılmalıdır.
- Daha sonra belirsizlik bileşenlerinin hesabına geçilmeli ve her bir potansiyel belirsizlik kaynağının belirsizlik genişliği saptanmalıdır.

Bileşenlerin toplam birleştirilmiş belirsizliği hesaplanmalıdır.

- Son olarak da birleştirilmiş standart belirsizlik ve genişletilmiş birleştirilmiş standart belirsizlik hesaplanmalıdır.

3. ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİ BİLEŞENLERİNİN HESAPLANMASI

Belirsizlik kaynağı olabilecek laboratuvar işlemlerinin belirsizlik genişliklerinin ölçülmesi gerekir. Ancak toplam belirsizlik hesabında önemli olan belirsizlik bileşenlerinin ele alınması, önemsiz olanların elimine edilmesi gerekir.

Genel olarak her bir belirsizlik bileşeni 3 değişik yolla hesaplanır (Maestroni, 2005);

- Laboratuvarında denemeler ve ölçümler yaparak,
- Sertifikaların ve üretici firmaların veri ve sonuçlarından, QA/QC verilerinden yararlanarak,
- Araştırmacının deneyimine bağlı olarak vereceği kararları kullanarak.

3.1. Laboratuvarında denemeler ve ölçümler yaparak belirsizlik hesabı

Denemelere ve ölçümlere bağlı kalarak belirsizlik, standart sapma ile değerlendirilir. Değişik faktörlerden gelen belirsizlikler, tekrar edilebilirlik (repeatability) denemeleri ile belirlenebilir. Herhangi bir bileşenin belirsizliğinin belirsizlik bütçesine katkısını değerlendirmede, ortalama ölçümlerin standart sapması kullanılır.

Genellikle referans materyallerle yapılan ölçümler, belirsizlik değerlendirmelerinde çok iyi bir araç olsa da pestisit kalıntı analizlerinde referans materyaller, mevcut kalıntıyı temsil etmeyebilir. Ayrıca örnek işlemeden gelen belirsizlik hesaba katılamaz.

Laboratuvarında denemeler ve ölçümler yaparak belirsizlik hesabı, Benyhe (1998) den yararlanarak aşağıda özetlenmiştir. Her bir belirsizlik kaynağı ile ilgili belirsizlik hesaplamaları ve bunların toplam belirsizlik bütçesine katkısı Çizelge 1'de gösterilmiştir.

3.1.1. Tartım işleminin belirsizliği

Bu amaçla, terazinin zero (0) pozisyona gelmesi kontrol edilir ve "DARA" düğmesine basılır. 0.1 g (m_1), 1.0 g (m_2), ve 10 g (m_3) lık kalibrasyon kütlelerinin 6 tekrarlı tartımları alınır ve Excel sayfasına kaydedilir. Bu işlemler kütleye elle dokunulmaksızın, penset kullanılarak, terazinin kapakları kapatılarak yapılır. Tartımlar kesin bir sayı görülene kadar beklenerek alınır. Bu işlem için terazinin tartım kapasitesini aşmayan beherglass (100 ml) kullanılarak da kalibrasyon kütlelerinin tartımları alınır (Çizelge 1A).

3.1.2. Pipetlemenin belirsizliği

Sekiz yüz ml'lik behere yeterli miktarda su konularak, termometre ile suyun sıcaklığı ölçülür. Terazide 100 ml lik beherin darası alınır. 2 ml lik

pipete hava kabarcığı olmayacak şekilde su çekilir. Pipetin dışı silinir. Pipet dikey bir şekilde tutulup, ucu beherin iç duvarına dokundurularak suyu tamamen dikkatlice boşaltılır. Pipetten üfleme yapılmaz. Excel çalışma sayfasına tartım kaydedilir. Bu işlem 6 tekrarlı yapılır. Sıcaklık tekrar ölçülür ve başlangıç ve son sıcaklık ortalaması alınır. Tablodan bu ortalama sıcaklık için su yoğunluğu bulunur. Ortalama su sıcaklığı 24°C ve yoğunluğu da 0.997327 g/ml olsun. Excel çalışma sayfasında tüm tartımları hacme dönüştürülür. Örneğin, 1.9520'lik bir tartıma karşılık gelen hacim (1.9520/0.997327) 1.9572 olur (Çizelge 1B).

3.1.3. Balon joje ile seyreltme belirsizliği

Yirmibeş ml'lik boş bir balon joje (volumetrik flask) rodajlı kapağı ile beraber 6 tekrarlı olarak tartılır (m_1) ve Excel çalışma sayfasına kaydedilir. Destile su ile işarete kadar doldurulur, balonun cidarında kalan su damlacıkları var ise bunlar fitre kağıdı ile alınır. Su seviyesi balonu göz hizasında tutarak kontrol edilir ve kapağı kapatılarak balon joje+su tartımı (m_2) alınır ve kaydedilir, su boşaltılır. Bu işlem 6 tekrarlı yapılır.

Suyun sıcaklığına bağlı olarak yukarıdaki gibi ağırlıklar hacme dönüştürülür. Örneğin ortalama su sıcaklığı 24°C ve karşılık gelen yoğunluğu da 0.997327 g/ml olsun (Çizelge 1C).

3.1.4. Enjektör ölçüm belirsizliği

Bu işlem 100 µl lik enjektörün tüm hacimi ve hacimin % 20 sini (20 µl) kullanılarak yapılır. Terazide boş bir beherin darası alınır. Enjektöre hava kabarcığı olmaksızın destile su ile çekilir, ve tam 100 µl işaretine ayarlanır (ışık geriye alınarak). İğne ucu silinir. Darası alınmış beherin iç cidarına iğne ucu değdirilerek enjektör boşaltılır. Tartımları alınır ve Excel çalışma sayfasına kaydedilir. Bu işlem 6 tekrarlı yapılır. Bu işlemin aynısı 100 µl lik enjektör ile % 20 si olan 20 µl su çekilerek yapılır (Çizelge 1D).

Ortalama su sıcaklığı 24°C ve karşılık gelen yoğunluğu da 0.997327 g/ml olsun. Suyun sıcaklığı başlangıç ve sonunda ölçülür ve yukarıdaki gibi ağırlıklar hacme dönüştürülür.

3.1.5. Toplam ölçüm belirsizliğinin hesaplanması

Eğer her bir basamağın relatif standart sapması (% RSD) biliniyorsa, çok-basamaklı işlemlerin % RSD'ı hesaplanarak bulunabilir. Kalibrasyon standart solusyonu hazırlıyorsak; yukarıda hesapladığımız RSD (%) değerlerinden toplam ölçüm belirsizliklerini hesaplayabiliriz. Bu prosedür aşağıdaki basamakların değerlendirilmesinden oluşur;

- 0.1000 g analitik standart tartılması (W) ,
- 25 ml lik balonda seyreltme, stok solusyon (dil),
- Stok solusyondan 2 ml pipetleme (pip) ,
- vMikroenjektör ile 100 µl alma (syr).

Çizelge 1. Bazı laboratuvar işlemlerinin belirsizlik kaynakları ve belirsizlik hesaplarının yapılması (Benyhe, 1998).

Tekerrür	A			B		C				D	
	Tartım (g)			Pipetleme		Balon fojede seyreltme				Şırınga ölçümü	
	Kalibrasyon kütlesi			2 ml		25 ml lik balon foje				100 µl lik şırınga	
m ₁ (0.1)	m ₂ (1)	m ₃ (10)	m(g)	V _i (ml)	m ₁ (g)	m ₂ (g)	m ₂ - ort.m ₁	V _i (ml)	m (g)	V _i (µl)	
1	0.1000	1.0019	10.0019	1.9520	1.9572 ^a	26.2082	51.0582	24.8501	024.9166	0.0999	100.2
2	0.1000	1.0019	10.0018	1.9597	1.9650	26.2081	51.0574	24.8493	024.9159	0.1002	100.5
3	0.0999	1.0018	10.0020	1.9626	1.9679	26.2081	51.0450	24.8369	024.9035	0.1001	100.4
4	0.1000	1.0018	10.0018	1.9579	1.9631	26.2081	51.0571	24.8490	024.9156	0.0998	100.1
5	0.0999	1.0018	10.0020	1.9597	1.9650	26.2080	51.0530	24.8469	024.9136	0.0994	99.7
6	0.1000	1.0018	10.0019	1.9620	1.9673	26.2081	51.0605	24.8524	024.9190	0.0998	100.1
						26.2081 ^e					
Gerçek hacimden farklılık				-0.036 ^b					-0.0860		0.1
Gerçek hacimden relatif farklılık				-0.0179 ^c					0.00344		0.001
Ortalama	0.1000	0.1000	10.0019	1.964					24.9140		100.1
STD	0.0001	0.0001	0.0001	0.004					0.0055		0.281
RSD	0.000517	0.000517	0.000009	0.0020 ^d					0.00020		0.0028

a: 1.9520/0.997327; b: 1.964.2; c: -0.0362; d:0.004/1.964; e: dara ağırlıklı arının (m₁) ortalaması

Bu prosedurun toplam belirsizliği (u_c), Eşitlik (1) ile hesaplanabilir.

$$u_{conc} = \sqrt{(RSD_w)^2 + (RSD_{pip})^2 + (RSD_{dil})^2 + (RSD_{syr})^2} \quad (1)$$

Çizelge 1'deki belirsizlik bileşenlerini Eşitlik (1) e uygularsak; stok solusyon hazırlamanın relatif toplam belirsizliği bulunmuş olur;

$$u_{conc} = \sqrt{(0.000517)^2 + (0.0020)^2 + (0.00020)^2 + (0.0028)^2}$$

=0.00348 işlemlerin toplam belirsizliğidir (Çizelge 1).

3.2. Sertifikaların ve üretici firmaların veri ve sonuçlarından, QA/QC verilerinden yararlanarak belirsizlik hesabı

Sertifika, üretici firma katalogları, metot performans ve QA/QC verileri gibi kendi laboratuvarında veya başka yerlerde daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen verileri kullanarak yapılır. Deneme ve ölçümler yapmak pratik olmadığında, elde edilebilecek bilgiler kullanılarak bazı standart belirsizlikler değerlendirilebilir. Bu bilgilerin bazı kaynakları (Anonymous, 2000; Maestroni, 2005);

- Üretici firmaların bilgileri, kalibrasyon sertifikaları ve katolaglar olabilir. Daha sonra açıklanacağı gibi, belirsizlik tahmini standart sapma ile açıklanabilir.
- İç-metot geçerliliği (validasyon) ve metot performans verileri olabilir. Validasyon çalışmalarından elde edilen veriler belirsizlik değerlendirmeleri için gerekli bilgileri içerir.
- Kalite kontrol dataları bu amaçla kullanılabilir.

3.3. Analizi yapan kişinin deneyimine bağlı olarak vereceği kararları kullanarak belirsizlik hesabı

Bir ölçümün sonucuyla ilgili olarak alıntı yapılan belirsizliğin kalitesi ve kullanılabilirliği, anlayışa, kritik analizlere ve bu işle ilgili olan kişilerin dürüstlüğüne bağlıdır (Anonymous, 2000; Maestroni, 2005).

4. STANDART SAPMANIN BELİRSİZLİK DEĞERİNE DÖNÜŞÜM KURALLARI

Belirsizlik bileşenleri olan her bir faktör rakamsal olarak standart belirsizlikler olarak açıklanır. Bu terim istatistikteki standart sapmanın benzeri olup, bazen diğer dağılım ölçümlerinin dönüştürülmesinden elde edilir. Bu dönüştürmelerle ilgili 3 kural vardır (Maestroni, 2005);

- Belirsizlik bileşenleri deneysel olarak tekrarlı ölçümlerden değerlendiriliyor ise, kolaylıkla standart sapma olarak açıklanabilir. Belirsizlik bütçesine katkısını değerlendirmede, ortalama ölçümlerin standart sapması kullanılır.
- Güven aralıkları ($\pm y$) belirli bir güvenlik seviyesi (% p) ile verilmiş ise, y değeri Normal dağılımdaki karşılığı olan değere (% 95 olasılık 1.96 σ içinde, % 99 olasılık 2.58 σ içinde ve % 99.7 olasılık 2.97

σ içindedir) bölünerek verilen güvenlik seviyesinde standart sapma hesaplanır. Örneğin, bir terazinin özelliklerinde tartım okumalarının % 95 güvenlik seviyesinde ± 0.2 mg güvenlik sınırları arasında verilmiş olsun. Normal dağılımdan, % 95 güven aralığı 1.96 σ değeri kullanılarak hesaplanır. Standart belirsizlik u_y , aşağıdaki gibi bulunur.

$$u_y = \frac{0.2}{1.96} = 0.1 \text{ mg}$$

Eğer terazi okumaları % 99 güvenlik seviyesinde ise

$$u_y = \frac{0.2}{2.58} = 0.08 \text{ mg olur.}$$

- Güven aralıkları ($\pm y$) belirli bir güvenlik seviyesi (% p) olmaksızın verilmiş ise, limitlerin dikdörtgen dağılımı (bütün değerler eşit olasılıkta) veya üçgen dağılımı (uç değerler daha az olasılıklı veya küçük hatalar büyük hatalardan daha fazla olası) olduğuna karar verilir ve aşağıdaki eşitlikler uygulanır.

$$\text{Dikdörtgen (rectangular) : } u(x) = \frac{y}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

$$\text{Üçgen (triangular) : } u(x) = \frac{y}{\sqrt{6}} \quad (3)$$

Örneğin, 10 ml'lik balon jopenin sertifikasında ± 0.025 ml verilmiş olsun. İç kontrollar bununla ilgili uç değerlerin çok nadir olduğunu gösterdiğinden, standart belirsizlik üçgen dağılımla ilgili olarak hesaplanır. Eşitlik (3)'den standart belirsizlik $u(x)$, $0.025/\sqrt{6} = \sim 0.01$ ml olarak bulunur.

Eğer herhangi bir şüpheli durum olursa üçgen dağılımla ilgili hesaplama yapılır, ancak bu durumda daha fazla belirsizlik sözkonusudur.

5. ÇALIŞMA SOLUSYONU HAZIRLAMADA BELİRSİZLİK HESABI

Çalışma solusyonu hazırlamadaki belirsizlik hesabı için izlenecek yol EUREACHEM/CITAC dokümanından (Anonymous, 2000) ve Shegunova ve ark., (2008)'den yararlanarak bir örnekle aşağıda açıklanmıştır.

5.1. Ölçülen bileşenlerin ve belirsizlik kaynaklarının tanımlanması

Analitik terazi ile 0.1 g standart tartılır (W). Standart madde 25 ml isoctane ile çözülerek stok solusyon hazırlanır (dil). Ara solusyon hazırlamak için, stok solusyondan pipet ile 1 ml alınarak (pip) 25 ml lik balon jopeneye aktarılır (dil) seviye çizgisine kadar solvent ile tamamlanır. Son olarak da ara solusyondan enjektör ile 100 μ l alınıp (syr) 25 ml lik balona aktarılır ve seviye çizgisine kadar tamamlanarak çalışma solusyonu hazırlanır. Bu solusyonunun konsantrasyonu Eşitlik (4)'deki bileşenlerle hesaplanır ve bu prosedure ilgili toplam belirsizlik saptanır (Eşitlik 5).

$$\text{konsant} = \frac{\text{std}_{\text{tartıa}} * \text{saf} * \text{pipetleme } 1 \text{ ml} * \text{enjektör } 0.1 \text{ ml}}{\text{seyreltme } 25 \text{ ml} * \text{seyreltme } 25 \text{ ml} * \text{seyreltme } 25 \text{ ml}} \quad (4)$$

$$u_c(y) = y * \sqrt{\left(\frac{u(\text{pur})}{\text{pur}}\right)^2 + \left(\frac{u(W)}{W}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{u(\text{dil})}{\text{dil}}\right)^2 + \left(\frac{u(\text{syr})}{\text{syr}}\right)^2 + \left(\frac{u(\text{pip})}{\text{pip}}\right)^2} \quad (5)$$

Ayrıca Şekil 1’de görülen kılçık diyagramı, çalışma solusyonu hazırlanması ile toplam belirsizlik bütçesine katkısı olan belirsizlik kaynaklarını tanımlayan yararlı bir araçtır (Meyer, 2007; Shegunova ve ark., 2008).

5.2. Belirsizlik bileşenlerinin hesaplanması

5.2.1. 0.1 g standartın saflığı

Üretici firma tarafından analitik standartın saflığı $99.9 \pm \% 0.1$ ($= 0.999 \pm 0.001$) olarak verilmiş ve katalogunda belirsizlik ile ilgili başka bir bilgi verilmemiş ise, dikdörtgen dağılıma uygun değerlendirme yapılarak standart belirsizlik $u(P)$; Eşitlik (2)’den $0.001/\sqrt{3} = 0.00057735$ olur ve standartın gerçek saflığı 0.999 olarak verildiğinden; $RSD=0.00057735/0.999=0.000577928$ olarak bulunur.

5.2.2. 0.1 g standardın tartımı

İkinci bir belirsizlik bileşeni de analitik standartın tartımıyla ilgilidir.

İlgili tartımlar;
dara ve standart: 3.1891 g
dara: 3.0879 g
fark: 0.1012 g standart

Tartım işleminin 2 belirsizlik kaynağı vardır;

- Tartımdan tartıma değişkenlik $u(r)$: Tartımların değişkenliği üretici firmanın sertifikalarından (yeniden üretilebilirlik değerlerinden) veya laboratuvarda yapılan tekrar edilebilirlik (repeatability) denemelerinden elde edilebilir. İkincisi gerçek laboratuvar koşulları olduğundan daha iyi bir yaklaşımdır. Örnek olarak laboratuvarda analitik terazide (± 0.0001 g) 10 seri dara ve dara+standart ölçümü yapılır ve her bir 10 çift ölçümün farkı alınır, farkların standart sapması hesaplanır. Standart belirsizlik olarak 0.0003 bulunmuş olsun.
- Terazinin kalibrasyonu/doğrusallığı ile ilgili belirsizlik $u(c)$: Kalibrasyonla ilişkili belirsizlik, hassasiyet ve doğrusallık olmak üzere olası 2 kaynaktan gelir. Tartım farklılığı, aynı terazide aynı koşullarda ve çok kısa sürede olduğundan hassasiyet ihmal edilebilir. Analitik terazinin kalibrasyon sertifikasında doğrusallık için ± 0.00012 g belirtilmekte ise, dikdörtgen dağılım ile değerlendirilerek standart belirsizlik, u_c , Eşitlik

(2)’den $0.00012/\sqrt{3} = 0.0000693$ olur. Bu bileşen, tartım fark alınarak (dara ve dara+analitik standart) yapıldığından 2 defa işleme sokulmalıdır (k faktörü).

Sonuç olarak tartım işleminin toplam belirsizliği Eşitlik (6) ile hesaplanarak;

$$u(W) = \sqrt{2 \cdot u_c^2 + u_r^2} \quad (6)$$

$$= \sqrt{2 \cdot (0.0000693)^2 + (0.00003)^2} = 0.0001024695 \text{ g olur.}$$

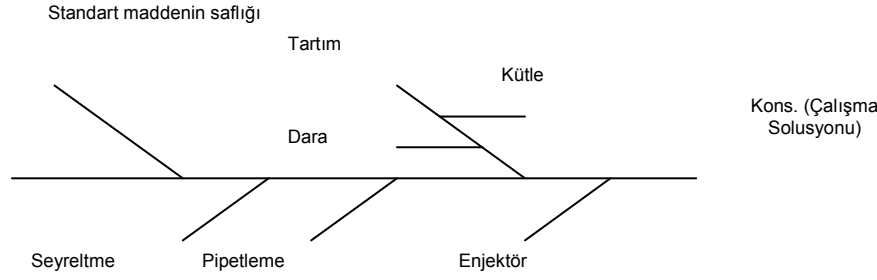
Standartın gerçek ağırlığı 0.1012 olduğundan; $RSD=0.0001024695/0.1012= 0.0010125445$ olarak bulunur.

5.2.3. 25 ml standart stok solusyonun hazırlanması (seyreltilmesi)

Balon jodede hazırlanan solusyon hacmi ile ilgili 3 ana faktörün belirsizliği sözkonusudur:

- Sözkonusu balon jopenin iç hacmi belirsizliği üretici firma tarafından \pm rakam olarak verilir. 25 ml’lik balon için bu değer ± 0.04 ml dir. İç kontroller bununla ilgili uç değerlerin çok nadir olduğunu gösterdiğinden, üçgen dağılım olarak kabul edilir ve ilgili standart sapma Eşitlik (3)’den $u(x) = 0.04/\sqrt{6} = 0.01633$ ml olur.
- Balonu işaretine kadar doldurmadaki varyasyon: Belirsizlik, tekrar edilebilirlik denemesinden bulunabilir. 10 tekrarlı olarak balonu doldurup-tartma denemesi 0.01 ml standart sapma verdiyse, bu rakam direk belirsizlik değeri olarak alınabilir.

Balon kalibrasyon sıcaklığı farklılığının etkisi: Sıcaklık limitlerinin ve bunun hacmi artırma katsayısının değerlendirilmesi ile belirsizlik hesaplanır. Sıcaklık ile sıvının hacim artması balonun genişlemesinden daha büyük olduğundan, sıvı hacminin sıcaklığa göre değişimi ele alınacaktır. Üretici firmaya göre balon jodeler 20°C de kalibre edilir, oysa ortalama laboratuvar sıcaklığı günlük $\pm 7^\circ\text{C}$ varyasyon ile 27°C ’dir. Suyun hacim genişleme katsayısı (Anonymous, 1986) $2.43 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$ dir. Bu da hacim varyasyonunu olarak toplam $25 \text{ ml} \times \pm 7^\circ\text{C} \times 2.43 \times 10^{-4}/^\circ\text{C} = 0.0425 \text{ ml}$ değerini verir. Sıcaklık varyasyonu için standart belirsizlik dikdörtgen dağılıma göre hesaplanır. Bu dağılımda Eşitlik (2)’ye göre standart sapma $0.0425/\sqrt{3} = \sim 0.02455 \text{ ml}$ olur.



Şekil 1. Bazı laboratuvar işlemlerinin belirsizlik ölçümünde sebep-etki diyagramı (Kılçık Diyagramı)

Hacim (V_p) belirsizliği $u(dil)$ 3 ayrı bileşenin kombinasyonu ile bulunur. Değerlerin Eşitlik (1)'e uygulanmasıyla;

$$u(dil) = \sqrt{(0.02455)^2 + (0.01)^2 + (0.01633)^2} \\ = 0.031136 \text{ ml olur.}$$

Balon jopenin gerçek hacmi 25 ml olduğundan; $RSD = 0.031136/25 = 0.00124544$ olur.

5.2.4. Stok solusyondan pipet ile 1 ml alma

Yukarıdaki gibi pipetleme basamağında da 3 esas belirsizlik kaynağı vardır:

- Sözkonusu pipetin iç hacim belirsizliği üretici firma tarafından \pm rakam olarak verilir. 1 ml'lik dereceli bir pipet için bu rakam ± 0.007 ml dir. Yukarıdaki mantıkla (5.2.3), üçgen dağılım geçerlidir ve standart sapma bu değer $\sqrt{6}$ ya bölünmesiyle yaklaşık olarak ~ 0.002858 ml bulunur (Eşitlik 3).
- Pipeti işaretine kadar doldurmadaki varyasyon: Belirsizlik tekrar edilebilirlik denemesi ile bulunabilir. 10 tekrarlı olarak pipeti doldurup tartım denemesi 0.01 ml standart sapma verdiyse, bu rakam direk belirsizlik değeri olarak kullanılabilir.
- Pipet kalibrasyon sıcaklığından gelen sıcaklık farklılığının etkisi: Laboratuvarda sıcaklık 27°C olsun. Olası sıcaklık varyasyonu $\pm 7^\circ\text{C}$, suyun hacim genişleme katsayısı $2.43 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$ alınarak, 1 ml için toplam hacim varyasyonu; $1 \text{ ml} \times \pm 7 \times 2.43 \times 10^{-4}/^\circ\text{C} = 0.001701$ ml olarak bulunur. Bu değer $\sqrt{3}$ bölünmesiyle (dikdörtgen dağılım) sıcaklık kontrolünden gelen standart sapma; $0.001701/\sqrt{3} = 0.0009821$ olarak bulunur (Eşitlik 2).

Hacimsel bir işlemde pipetlemenin (V_p) belirsizliğini $[u(pip)]$ hesaplamak için bu 3 belirsizlik kaynağının katkısı kombine edilir. Değerlerin Eşitlik (1)'e uyarlanmasıyla;

$$u(pip) = \sqrt{(0.0009821)^2 + (0.01)^2 + (0.002858)^2} = 0.010446585 \text{ ml olur.}$$

1 ml'lik pipet sözkonusu olduğundan $RSD = 0.010446585/1 = 0.010446585$ olur.

5.2.5. Ara solusyondan enjektör ile 0.1 ml çekilmesi

Bu basamakta da 3 esas belirsizlik kaynağı vardır:

- Sözkonusu enjektörün iç hacim belirsizliği üretici firma tarafından \pm rakam olarak verilir. 100 μl 'lik bir enjektör için bu rakam $\pm 1 \mu\text{l}$ dir. Bu değer herhangi bir olasılık (güven) ile verilmediğinden dikdörtgen dağılım kabul edilir ve Eşitlik (2)'den ilgili standart sapma $1/\sqrt{3} \approx 0.57735 \mu\text{l}$ ($= 0.00057735$ ml) olur.
- Enjektörü işaretine kadar doldurmadaki varyasyon: Belirsizlik enjektör ile yapılan tekrar edilebilirlik denemesi ile bulunabilir. 10 tekrarlı olarak enjektörü doldurup tartım denemesi 0.3 μl ($= 0.0003$ ml) standart sapma verdiyse, bu rakam direk kullanılabilir.
- Enjektör kalibrasyon sıcaklığından gelen sıcaklık farklılığının etkisi: Laboratuvarda sıcaklık 27°C olsun. Olası sıcaklık varyasyonu $\pm 7^\circ\text{C}$, suyun hacim genişleme katsayısı $2.43 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$ alınarak, 0.1 ml için toplam hacim varyasyonu; $0.1 \text{ ml} \times \pm 7 \times 2.43 \times 10^{-4}/^\circ\text{C} = 0.0001701$ ml olarak bulunur. Dikdörtgen dağılımdan Eşitlik (2) uygulanarak sıcaklık kontrolünden gelen standart sapma; $0.0001701/\sqrt{3} = 0.00009821$ olur.

Enjektör ile bir hacim alma (V_{syr}) belirsizliğini $u(syr)$ hesaplamak için bu 3 belirsizlik kaynağının katkısı kombine edilir. Eşitlik (1)'in uyarlanmasıyla;

$$u(syr) = \sqrt{(0.00009821)^2 + (0.0003)^2 + (0.00057735)^2} = 0.000658010641 \text{ ml bulunur.}$$

0.1 ml'lik enjektör sözkonusu olduğundan $RSD = 0.000658010641/0.1 = 0.0065801064$ olur.

5.3. Birleştirilmiş Belirsizlik Hesaplanması

Bileşenlerin tek tek belirsizlik hesabı kolaydır, fakat bütün bileşenlerin etki büyüklüğü konusunda çok fazla bilgi vermezler. Alternatif olarak bütün bileşenlerin açıklamaları ve belirsizliklerini içeren bir çizelge yapılarak, farklı basamakların oransal olarak belirsizlik katkıları karşılaştırılabilir.

Çalışma solusyonun konsantrasyonu Eşitlik (4)'ün uygulanmasıyla hesaplanabilir.

$$\text{konsant} = \frac{0.1012 \text{ gx} 0.999 \times 1 \text{ ml} \times 0.1 \text{ ml}}{25 \text{ ml} \times 25 \text{ ml} \times 25 \text{ ml}} \\ = 6.47 \times 10^{-7} \text{ g/ml olur.}$$

Çizelge 2: Çalışma solusyonu hazırlama ile ilgili belirsizlik bileşenleri ve toplam ölçüm belirsizlikleri hesaplamasının özeti (Anonymous, 2000) ve Shegunova ve ark. (2008).

Tanımlama	Nominal değer, x	Standart belirsizlik, $u(x)$	Rel. standart belirsizlik, $u(x)/x$	$[u(x)/x]^2$
Safılık (pur)	0.999	0.00057735	0.00057793	$3.340 \cdot 10^{-7}$
Tartım (W)	0.1012 g	0.0001025g	0.00101254	$1.0253 \cdot 10^{-6}$
Seyreltme(dil)	25 ml	0.031136 ml	0.00124544	$1.55113 \cdot 10^{-6}$
Pipet (pip)	1 ml	0.010447 ml	0.01044658	$1.09131 \cdot 10^{-4}$
Enjektör (syr)	0.100 ml	0.0006588ml	0.00658011	$4.32978 \cdot 10^{-5}$
Toplam relatif belirsizlik, $u_{(conc)}/conc$, Eşitlik(6)'dan				0.012587
Standart birleştirilmiş belirsizlik, g/ml, $u_{(conc)}$, Eşitlik(7)'den				8.1444×10^{-9}
Genişletilmiş belirsizlik, g/ml, U , Eşitlik(9)'den				0.16×10^{-7}
Konsantrasyon, ml				$6.5 \times 10^{-7} \pm 0.16 \times 10^{-7}$

Bütün çeşitli basamakların relatif katkısı Çizelge 2'de özetlenmiştir.

Çalışma solusyonu hazırlamada, toplam relatif belirsizlik Eşitlik (7)'ye göre hesaplanır:

$$\frac{u_{(conc)}}{conc} = \sqrt{RSD_{(pur)}^2 + RSD_{(W)}^2 + 3 \cdot (RSD_{(dil)})^2 + RSD_{(pip)}^2 + RSD_{(syr)}^2} \quad (7)$$

$$= \sqrt{0.000577928^2 + 0.001012544^2 + 3(0.001245445)^2 + 0.010446585^2 + 0.006580106^2}$$

$$= 0.012587$$

Standart sapma olarak açıklanan belirsizlik; bulunan relatif belirsizliğin konsantrasyon değeri ile çarpılmasıyla elde edilir (Eşitlik 8).

$$u_{(conc)} = \frac{u_{(conc)}}{conc} \times Conc \quad (8)$$

$$u_{(conc)} = 0.012587 \times 6.470 \times 10^{-7} \text{ g/ml} = 8.1444 \times 10^{-9} \text{ g/ml}$$

Bu örnekte pipetleme basamağı, belirsizlik değerlendirmesine en fazla katkısı olan bileşendir. Dolayısıyla pipetleme işlemi yapılırken gerçeğe yakın bir değer elde etmek çok önemlidir. En az katkısı olan standart safılık belirsizliği ise belirsizlik bütçesi değerlendirilmesinde ihmal edilebilir.

5.5. Genişletilmiş Belirsizlik Hesaplanması

Genişletilmiş belirsizlik (U), standart kombine edilmiş belirsizlik değerinin kapsama faktörü (k) olan 2 rakamı ile çarpılması ile bulunur (Eşitlik 9).

$$U = u_{(conc)} \times k \quad (9)$$

$$U = 8.1444 \cdot 10^{-9} \times 2 = 1.6289 \times 10^{-8} \text{ g/ml} = 1.6 \times 10^{-8} \text{ g/ml}$$

5.6. Sonucun Rapor Edilmesi

Çalışma solusyonunun konsantrasyonu aşağıdaki gibi açıklanır:

$$\text{Konsantrasyon} = 6.5 \times 10^{-7} \pm 0.16 \times 10^{-7} \text{ g/ml}$$

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uluslararası değişik kalite sistemlerinde laboratuvarda yapılan işlemlerinin belirsizlik değerlendirmelerinin yapılması gerekliliği vurgulanmıştır. Hatta belirsizliği açıklanmayan bir sonuç eksik olarak yorumlanmıştır. Bu makalede işin başlangıcında basit, fakat etkisi önemli olan tartım ve hacim ölçme gibi temel laboratuvar işlemlerinin belirsizliğinin saptanması için geniş bir şekilde hesaplamalara ve açıklamalara yer verilmiştir. EUREACHEM/CITAC tarafından önerilen "Bireyselden-tüme (bottom-up) yaklaşımı ile çalışma solusyonu hazırlanması işleminin belirsizliği için, prosedür tek tek basamaklara bölünmüş ve her bir basamağın belirsizlik bileşeni hesaplanmış ve bu bileşenler kombine edilerek analitik prosedurun toplam belirsizliği (u) bulunmuştur. Sonuçta pipetleme işleminin diğer kaynaklardan daha fazla belirsizlik verdiği ortaya çıkmış ve bu işlemden özel bir dikkat gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca laboratuvarda yapılan tekrar edilebilirlik (repeatability) denemelerinden yararlanarak yapılan belirsizlik hesabı, gerçek laboratuvar koşullarını yansıttığından, diğer üretici firmaların verdiği değerleri kullanmaya göre daha iyi bir yaklaşımdır.

7. KAYNAKLAR

Anonymous, 1986. CRC Handbook of chemistry and physics 67th Edition F-4, F-5 CRC Press.

- Anonymous, 1995. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, ISO, Geneva, 1995, ISBN92-67-10188-9. (Reprinted 1995).
- Anonymous 2000. EURACHEM/CITAC Guide CG 4. Quantifying Uncertainty in Analytical Measurements, 2nd Edn. (QUAM:2000.P1) <http://www.measurementuncertainty.org/mu/QUAM2000-1.pdf> (Ulaşım: 07.04.2008).
- Anonymous, 2004. ISO/TS 21748, Guidance for the Use of Repeatability, Reproducibility and Trueness Estimates in Measurement, 2004.
- Anonymous, 2005. EN ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, CEN Management Centre, Brussels.
- Anonymous, 2006. Quality control procedures for pesticide residue analysis, Document N° SANCO/10232/2006, 24/March/2006.
- Anonymous, 2007a. Joint Committee for Guides in Metrology, International vocabulary of basic and general terms in metrology (ISO), VIM3, Geneva, third ed.
- Anonymous 2007b. European Commission DG SANCO, Method validation and quality control procedures for pesticide residue analysis in food and feed, N° SANCO/2007/3131/31 October 2007.
- Barwick, V.J., 1998. VAM Project 3.2.2 Evaluating Confidence in Analytical Measurement. Part (a): Literature review of uncertainty in laboratory operations. Review of sources of uncertainty in gas chromatography and high performance liquid chromatography. LGC/VAM/1998/053. Setting standards in analytical science.
- Benyhe, J., 1998. Testing the uncertainty of laboratory operations. In Pesticide residue analysis/Laboratory exercises "FAO/IAEA/SIDA Training Workshop on the "Quality Assurance and Quality Control Measures in Residue Analysis Laboratories" 2 March - 27 March Training and Reference Center for Food and Pesticide Control, Miskolc, Hungary.
- De Bièvre, P., 2007. The beginning of the end of the confusion in concepts and terms? The new international vocabulary of basic and general concepts in metrology (VIM). Accred. Qual. Assur., 12: 279-281.
- Hibbert, D.B., 2007. Systematic errors in analytical measurement results. J. Chromatogr A., 1158: 25-32.
- Maestroni, M.B., 2005. Uncertainty of laboratory operations. In Lectures Database/Uncertainty of analytical results/Principles of estimation of uncertainty. FAO/IAEA Training Workshop on Introduction to QC/QA in Pesticide Analytical Laboratories, Training and Reference Center for Food and Pesticide Control, Seibersdorf, Vienna, Austria, 12 Sept- 7 Oct 2005.
- Meyer, V.R., 2007. Measurement uncertainty. J. Chromatography A., 1158: 15-24.
- Shegunova, P., Bercaru, O., Olsen, B.S., 2008. Estimation of measurement uncertainty in organic analysis: two practical approaches. Accred. Qual. Assur., 13(1):11-18.
- Stepan, R., Hajšlová, J., Kocourek, V., Tichá, J., 2004. Uncertainties of gas chromatographic measurement of troublesome pesticide residues in apples employing conventional and mass spectrometric detectors. Analytica Chimica Acta, 520: 245-255.
- Tiryaki, O., Baysoy, D., 2007. The Use of Radiotracer Techniques for QA/QC Principles in Pesticide Residue Analysis. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 13 (2):108-113.
- Tiryaki, O., Baysoy, D., 2008. Estimation of efficiencies and uncertainties of the extraction and cleanup steps of the pesticide residue determination in cucumber using ¹⁴C-carbaryl. Accred. Qual. Assur., 13(2):91-99.
- Vanatta, L.E., Coleman, D.E., 2007. Calibration, uncertainty, and recovery in the chromatographic sciences. J. Chromatogr A, 1158: 47-60.
- Visi, E., 2002. Quality Assurance/Quality Control in pesticide residue laboratories. Possibilities of controlling the various analytical steps. FAO/IAEA Training and Reference Centre for Food and Pesticide Control Training workshop on Introduction to QC/QA measures in Pesticide Residue Analytical Lab. 17 June - 26 July IAEA's Laboratories Seibersdorf, Austria.

İLAÇ UYGULAMA PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE KALİTATİF VE KANTİTATİF ANALİZ YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Bahadır SAYINCI* Saim BASTABAN
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü 25240 Erzurum

*e-mail: bsayinci@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.10.2008

Kabul Tarihi: 10.03.2009

ÖZET: İlaçlama ünitelerinin uygulama performanslarını belirlemek için çeşitli kalitatif ve kantitatif yöntemler geliştirilmiştir. Uygulamalarda hata varyansını azaltmak için çok sayıda örneğin analizi yapıldığından, ölçüm yöntemlerinin pratik, kolay ve ekonomik olması arzu edilir. Kalitatif yöntemlerde ölçümler, görüntü işleme programlarıyla yapılmaktadır. Bu yöntemde örnekleme materyali olarak suya duyarlı, yağa duyarlı kartlar ve kromekote kartları kullanılmakta ve neme duyarlı olduklarından uygun olmayan şartlarda renk değiştirerek görüntü işleme kaliteleri bozulmaktadır. Kantitatif yöntemlerde ise filtre kağıdı, petri kabı ve bitki yaprağı gibi örnekleme materyalleri kullanılmakta ve uygulamalarda püskürtme sıvısına pestisit yerine gıda boyası karıştırılmaktadır. Bu yöntemde yüzeyden yıkanan maddenin bozulmadan tamamen çözücüye karışması, kullanılan örnekleme materyalinin özelliğine bağlıdır. Ayrıca uygulamadan sonra yüzeyde tutunan madde, açık havada solar radyasyona maruz kaldığından bozulabilmekte ve çözeltinin konsantrasyonu değişebilmektedir. Bu çalışmada kalitatif ve kantitatif analiz yöntemlerinde görüntü işleme kalitesini, renk maddelerinin bozulmasını ve renk maddelerinin geri kazanımını etkileyen faktörler literatür bilgileri ışığında derlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Görüntü İşleme Analizi, Suya Duyarlı Kart, Renk Maddelerinde Bozulma, Geri Kazanım

INVESTIGATION OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS METHODS IN EVALUATING SPRAY APPLICATION PERFORMANCE

ABSTRACT: Various qualitative and quantitative methods were developed for the determination of spray application performance. These methods are desired to be practical, easy and economic because of analyzing lots of samples to decrease error variance. The measurements in quantitative methods were made with image processing software. Water-sensitive, oil-sensitive and kromekote cards are used as sampling materials and their image processing quality is spoiled by changing color at the unsuitable conditions because of their sensitivity to humidity. Sampling materials such a filter paper, petri dishes and plant leaf are used in quantitative methods and food dye is mixed to spray liquid instead of pesticide in the spray application. At this method, the mixing of dye completely washed from surface without degradation, depends on the properties of the used sampling material. On the other hand, dye deposited on the surface after the application may be degraded due to its explosion to solar radiation at the open atmosphere and this can change the concentration of solution. In this study, the factors affecting the recovery of color dyes, degradation of dye materials and image processing quality in qualitative and quantitative methods were reviewed regarding up to date literatures.

Keywords: Image Processing Analysis, Water Sensitive Paper, Degradation of Dye, Spray Recovery

1. GİRİŞ

İlaçlamada aktif maddenin hedefe ulaşması, yüzeyde tutunması, penetrasyonu ve dağılım düzgünlüğü gibi özellikler, uygulama performansını belirleyen faktörlerdir. Bunların değerlendirilmesinde çeşitli kalitatif ve kantitatif yöntemler kullanılmaktadır.

Kalitatif yöntemlerde damla spektrumu ve damla yoğunluğu belirlenebilmekte, damlaların yüzeyde kapladığı alan yüzde olarak ölçülebilmektedir. Bu yöntemde su bazlı ilaç damlalarının analizinde suya duyarlı (Womac, 2001; Wolf, 2005) ve kromekote kartlar (Piché et al., 2000a), yağ esaslı damlalar için yağa duyarlı kartlar (Salyani, 1999; Fox et al., 2001) kullanılmaktadır. Örnekleme materyali olarak kullanılan bu kartlar, bitki tacı içine yerleştirildiğinde veya bağıl nemi yüksek olan bir ortamda kullanıldığında, nemin etkisiyle renk değiştirerek özelliğini yitirmektedir. Bunun sonucu olarak görüntü analizinde kartların işlenebilme özelliği azalmaktadır.

Kantitatif analizlerde yüzeyde tutunan madde miktarı belirlenmekte ve ölçümler kütle (µg/cm²) veya hacimsel (µl/cm²) olarak değerlendirilmektedir. Uygulamalarda yüzeyde tutunan madde miktarını

belirlemek için yapay örnekleme materyali olarak filtre kağıdı (Salyani and Whitney, 1988; Pezzi and Rondelli, 2000; Bayat and Bozdogan, 2005), polyester kaplı alüminyum şerit "mylar sheet" (Womac et al., 1992; Salyani, 1993), alüminyum plaka (Gupta and Duc, 1996) ve petri kabı (Smith et al., 2000; Zhu et al., 2002, 2004) örnekleri kullanıldığı gibi bitki yapraklarından (Parnell et al., 1999; Smith et al., 2000; Scudeler and Raetano, 2006; Ade et al., 2007; MacIntyre-Allen et al., 2007) alınan örneklerle de kantitatif ölçümler yapılabilmektedir.

Kantitatif yöntemde, yüzeyde tutunan maddenin bozulması, maddenin geri kazanım oranının düşük olması ve örnekleme materyalinin çözücünün konsantrasyonuna olan etkisi, analiz sonuçlarını değiştirebilmektedir. Bu nedenle, gerek örnekleme materyalinin, gerekse boyar maddenin neden olduğu etkilerin ön araştırmalarla önceden belirlenmesi, analiz sonuçlarının güvenilirliği açısından önemlidir.

Bu çalışmada, ilaç uygulama performansını değerlendirmede kullanılan örnekleme materyalleri ve özellikleri belirtilmiş, görüntü işleme yönteminde bazı analiz prosedürleri açıklanmıştır. Ayrıca püskürtme sıvısı olarak kullanılan renk maddelerinin bozulmasını

ve geri kazanımını etkileyen faktörler, literatür bilgileri ışığında derlenmiştir.

2. KALİTATİF ANALİZLER

2.1. Suyu Duyarlı Kartlar ve Görüntü İşleme Analizi

Tarımsal ilaçlama ünitelerinin performansını belirlemek amacıyla kalitatif ölçümlerde suya duyarlı kartlar kullanılmaktadır (Sumner et al. 2000). Püskürtme sonucu yüzeye temas eden damlalar, belirli bir yayılma oranıyla iz bırakmakta ve yüzeyde mavi renkli lekeler oluşturmaktadır. Bu lekelerle damla boyutu ve lekelerin kapladığı alana göre yüzey örtme oranı belirlenebilmektedir. Bu amaçla "UTHSCSA ImageTool (The University of Texas Health Science Center, USA)", "SigmaScan (Systat Software Inc., USA)" ve "Image-Pro Plus (Media Cybernetics Inc., USA)" gibi görüntü işleme programlarından yararlanılmaktadır.

Suya duyarlı kartlar, iyi bir tahminleyici olma özelliği taşıdığından, kaba ölçüm yöntemleri arasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Damla boyut analizi için farklı örnekleme materyallerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, silikon yağı yönteminde analizlerin daha hassas yapılması gerektiği bildirilmiştir. Cam yüzeylerde ise küçük çaplı damlalar, hızlı bir şekilde buharlaştığından analiz edilemediği vurgulanmıştır. Buna karşı, suya duyarlı kartlarla damla boyut analizinin daha kolay yapıldığı; ancak kalitatif değerlendirmeler için dış ortamın olumsuz şartlarından korunması gerektiği belirtilmiştir (Degre et al. 2001).

2.2. Suyu Duyarlı Kartlarla Örneklemede Ortam Faktörü

Tarla koşullarında yürütülen çalışmalarda, özellikle sulama sonrası bitki tacı içindeki nem oranı yüksek olduğundan yaprağa yerleştirilen kartlar, kendiliğinden renk değiştirerek bozulmaktadır. Üretici firma tarafından suya duyarlı kart (Novartis, Syngenta Crop Protection, Basel, CH) yüzeyinde, damla yayılma katsayısı 20 °C sıcaklık ve %40 nispi nem ortamında belirlendiğinden (Anonymous, 2002) bu koşulların optimum olduğu da varsayılabilir.

İlaç uygulamalarının rüzgar hızının ve sıcaklığın düşük olduğu sabah vakitlerinde yapılması buharlaşma ya da sürüklenme nedeniyle oluşan kayıpları azaltmaktadır. Ancak erken vakitte yaprak yüzeyinde çığ nedeniyle oluşan nem tabakası, kartların özelliğini bozduğundan ortamın önceden kontrol edilmesi gerekmektedir (Pierce and Ayers, 2001).

Tarla çalışmalarında örnekleme için eldiven kullanılarak yapılması gerekir. Örnekleme anında da bitki özsuyla temas edilmemesi ve kartların toplandıktan sonra analiz aşamasına kadar nemden korunması önem taşımaktadır.

2.3. Suyu Duyarlı Kartlarda Analiz Prosedürleri

2.3.1. Leke analizinde görüntü çözünürlüğü

Kart görüntülerini belirli bir çözünürlükte analiz

ortamına aktarmak için optik tarayıcılar (Franz, 1993), dijital kameralar (Panneton, 2002) ve video kameralar (Salyani and Fox, 1999) kullanılmaktadır. Görüntü işleme analizinin yapıldığı çalışmalarda da, kart görüntülerinin farklı çözünürlük seviyelerinde analiz ortamına aktarıldığı saptanmıştır. Nitekim Coates and Palumbo (1997), suya duyarlı kart yüzeylerinde damlaların kaplama oranını 400 dpi çözünürlük seviyesinde belirlerken, Marçal and Cunha (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada, leke boyut analizi için en uygun tarama çözünürlüğünün 600 dpi olduğu belirlenmiştir. Leke görüntülerinde en uygun eşik yoğunluğunun belirlenmesine yönelik Sánchez and Medina (2004) tarafından yürütülen çalışmalarda da kartlar 2400 dpi çözünürlükte taranarak, analize tabi tutulmuştur.

Suya duyarlı kartlarda 50 µm'den küçük çaplı damlaların analiz edilemediği bildirilmiştir (Coates, 1996). Çok ince yapıları damlalar, kart yüzeyine taşınabilse bile bir tarayıcı ile analiz ortamına aktarıldığında görüntü işlenebilir özelliğini yitirmektedir. Nitekim görüntüye belirli bir seviyede eşik uygulandıktan sonra küçük çaplı lekeler seçilemediğinden analiz edilememektedir.

2.3.2. Leke analizinde eşik yoğunluğunun seçilmesi

Suya duyarlı kartlarda leke büyüklüğünün ve yoğunluğunun, görüntü işleme analizinde önemli bir etkiye sahip olduğu vurgulanmaktadır. Ölçülen tek bir leke için boyut arttıkça ölçüm hassasiyeti artmaktadır. Buna karşı, leke yoğunluğu arttıkça ölçüm hassasiyetinin azaldığı bildirilmiştir (Salyani and Fox, 1994).

Leke analizinde ölçümlerin hassasiyeti, görüntüye uygulanan eşik yoğunluğuna bağlı olup, bu değer daha çok operatörün kişisel gözlemine ve deneyimine göre belirlenmektedir (Franz, 1993). Leke ve kart zemini arasındaki renk farklılığının düşük olması ve homojen olmaması bu seçimi daha da zorlaştırmaktadır. Bu konuyla ilgili Panneton (2002), kart örneklerinin sabit eşik yoğunluğunda analiz edilebilmesini sağlayan bir yöntem ileri sürmüş ve yüzey kaplama oranının $\pm\%3.5$ bağıl hatayla ölçülebildiğini saptamıştır. Bu yöntemde operatörün kişisel tahmininin de kısmen elimine edildiği belirtilmiştir.

Sánchez and Medina (2004)'nın çalışmasında ise her bir kart örneğinde seçilecek eşik yoğunluğunun görüntünün grilik seviyesine göre belirlenebileceği saptanmıştır. Buna göre yüzey kaplama analizinde görüntünün grilik seviyesine ait ortalamanın, modun ve medyanın, eşik değeri ile aralarında istatistiksel açıdan çok önemli bir ilişki bulunmuştur.

Araştırma sonucunda geliştirilen eşitlikler:

Eşik ve ortalama arasında:

$$y = 0.38x + 78.75 \quad (R^2 = 0.91)$$

Eşik ve mod arasında:

$$y = 0.23x + 100.01 \quad (R^2 = 0.70)$$

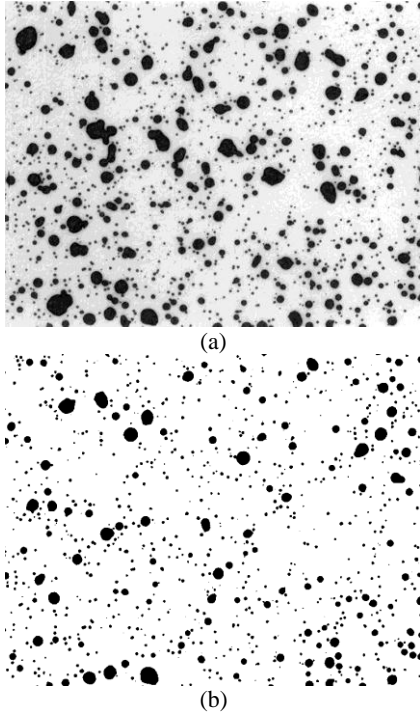
Eşik ve medyan arasında:

$$y = 0.33x + 85.00 \quad (R^2 = 0.86)$$

2.3.3. Leke analizinde uygun olmayanların elimine edilmesi

Leke boyut analizini sınırlandıran etmenlerden biri, yüzeye taşınan damlaların üst üste binmesidir (Fox et al., 2001; Panneton, 2002). Analizden önce bu lekeler operatör tarafından tahmin yoluyla seçilerek elimine edilmektedir (Şekil 1).

Bazı görüntü işleme programları (Bs200Pro, BAB Ltd. Şti., TR) üst üste binen lekeleri ayırt ederek boyut analizi yapabilmektedir. Ancak suya duyarlı kartlar için bu yöntemin geçerliliği ya da doğruluğu konusunda bir bilgiye rastlanmamaktadır.



Şekil 1. Suya duyarlı kart yüzeyinde leke görüntüleri; (a) leke eleme öncesi (b) leke eleme sonrası

2.3.4. Görüntü işlemede şekilsel özellikler

Leke eleme analizinde ölçüm dışı bırakılan lekeler tahmin esaslarına göre seçilmekte ve bu noktada lekenin düzgünlüğü esas alınmaktadır. Ancak bu eleme işleminde sezgisel davranıldığından, küçük çaplı lekelerin seçimi oldukça güç olmaktadır. Damla spektrumu farklı olan ünitelerle çalışıldığında lekeler arasındaki şekil farklılıkları da seçim işlemini zorlaştırdığından eleme işlemi, standardize edilememektedir.

Şekilsel özellikler “yuvarlaklık (roundness)”, “uzanım (elongation)” ve “dairesellik (compactness)” faktörleriyle (Çizelge 1) açıklanmakta ve aşağıda belirtilen formüllerle hesaplanmaktadır (UTHSCSA, 1997). Görüntü analizinde her leke için şekil faktörü kullanılarak ölçüm dışı bırakılacak lekeler için standart kabuller yapılabilir de bu konuda yapılmış bir araştırma bulunmamaktadır. Suya duyarlı kart örneklerinde, ölçüm dışı bırakılacak lekelerin standart bir değere göre seçilmesi, ölçümler arasındaki farklılıkları giderebilir.

$$R = (4 \cdot \pi \cdot A) / \text{Ç}^2$$

$$E = L_B / L_K$$

$$C = [(4 \cdot A) / \pi]^{1/2} / L_B$$

R : Yuvarlaklık (roundness)

E : Uzanım (elongation)

C : Dairesellik (compactness)

A : Alan ($\pi \cdot D^2 / 4$)

Ç : Çevre ($\pi \cdot D$)

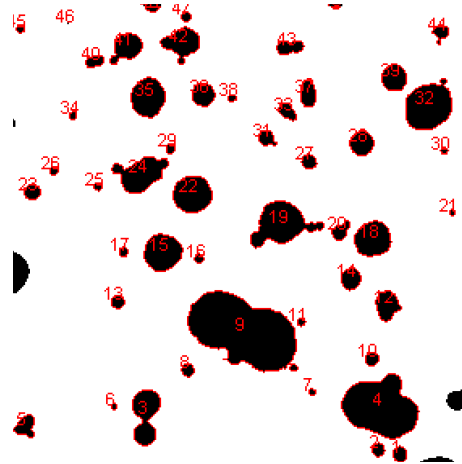
L_B : Büyük eksen uzunluğu

L_K : Küçük eksen uzunluğu

D : Çap

Çizelge 1. Leke şekil özellikleriyle ilgili örnek bir uygulama

Leke No	Uzanım (elongation)	Yuvarlaklık (roundness)	Dairesellik (compactness)
2	1.123	0.883	0.957
3	2.000	0.559	0.683
9	1.943	0.550	0.708
10	1.109	1.050	1.033
15	1.085	0.927	0.959
19	1.794	0.498	0.656
20	1.473	0.818	0.804
25	1.000	1.110	1.089
32	1.338	0.728	0.822
33	1.903	0.762	0.813
37	1.894	0.808	0.789
41	1.493	0.664	0.775



3. KANTİTATİF ANALİZLER

3.1. Yapay Örnekleme Materyallerinin Gerçek Hedefi Temsil Edebilme Özelliği

Yaprak ilaçlamasında hedefe taşınan damlanın yüzeyde tutunma etkinliği, boyutuna bağlı olduğu gibi, hedef alınan yüzeyin özelliğine göre de değişebilmektedir (Smith et al., 2000). Salyani and Hoffmann (1996) tarafından yürütülen bir araştırmada, yapay örneklerin gerçek yaprak özelliğini yansıtmadığı, özellikle uygulamadan sonra yaprak örneklerine göre yüzeyde tutunan madde miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle araştırmalarda yapay örneklerin gerçek hedefi temsil edebilme özelliklerinin göz önünde bulundurulması gerekir. Bunun yanı sıra gerek ilaç tutunması gerekse sürüklenme ölçümlerinde deneme öncesinde yapılan

ön hazırlık, örneklerin deneme yerine yerleştirilmesi ve uygulama sonrası sınıflandırılarak analiz ortamına taşınması için, daha fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır.

Kantitatif değerlendirmelerde kullanılan örnekleme materyallerine göre ilaç uygulama performansını iki farklı açıdan değerlendirmek mümkün olabilir:

(1) Yapay örnekleme materyali olarak filtre kağıdı, petri kabı gibi yüzeylerin kullanılması uygulama performansının, ilacın hedefe taşınma etkinliği yönüyle değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Filtre kağıdında yüzey akışı olmadığından, hedefe ulaşan damlaların tümü, çok yüksek hacimli uygulamalar dışında, yüzeyde tutunabilmektedir. Petri kabı örneklerinde ise ilaç damlalarının tümü, kap içerisinde toplanmaktadır. Dolayısıyla her iki örnekleme materyalinde, ilaç damlalarının yüzeye taşınabilen kısmı analiz edilmektedir.

(2) Alüminyum şerit gibi yüzeyi oldukça pürüzsüz olan örneklerde, ilaç damlalarının yüzeyde tutunma direnci düşüktür. Bu nedenle yüzey akışı meydana gelmektedir. Dolayısıyla bu tür örnekleme materyalleri, filtre kağıdının ve yaprak yüzeyinin özelliklerini taşımadığından (Salyani and Hoffmann, 1996) uygulama performansının, ilaç tutunma etkinliği yönüyle değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

3.2. Örnekleme Materyallerinde Maddenin Geri Kazanımı

Püskürtme sıvısına pestisit yerine karıştırılan fluoresans ve boyar maddelerde öncelikli olarak aranan özellik, uygulama sonrasında yüzeyde tutunan maddenin yıkanarak kolay bir şekilde geri kazanılmasıdır. Geri kazanım oranı, yüzeyden yıkanarak ölçülen madde miktarının, gerçekte yüzeyde tutunan madde miktarına oranı olup bu değer bir olması beklenir. Örnekleme materyalinin türü, renk maddesi ve yüzeyden yıkanabilirliği, yıkama süresi ve kullanılan çözücünün özelliği; maddenin geri kazanımını etkileyen faktörlerdir.

3.3. İlaç Tutunmasında Örnekleme Yüzeyi Olarak Yaprak Örneklerinin Kullanılması

Uygulamada hedef alınan yüzeyin özelliği, damlanın tutunma direncini değiştirmektedir. Smith et al. (2000) tarafından yürütülen bir araştırma sonucuna göre, yüzeyi oldukça pürüzsüz, uzun tüylü sık yoğunlukta, kısa tüylü sık yoğunlukta ve yüzeyinde kalın ve mumsu tabakaya sahip yapraklarda, 140 µm çaplı damlaların tutunma etkinliği, sırasıyla %99, %77, %65 ve %55 olarak bulunmuştur. Damla boyutundaki her 100 µm'lik artışın tutunma etkinliğini, anılan özelliklerdeki yapraklarda sırasıyla %16, %10, %8 ve %6 oranında azalttığı belirlenmiştir. Bu nedenle uygulama performansının belirlenmesinde yaprak örneklerinin kullanılması, özellikle tarla uygulamalarında daha gerçekçi bulguların elde edilmesini sağlamaktadır.

3.4. Yaprak Örneklerinin Kullanımını Sınırlayan Etmenler

Yüzeyde tutunan madde miktarını belirlemek için yaprak örnekleri kullanıldığında zamandan tasarruf edilmekte ve örnekleme sayısını arttırmak mümkün olmaktadır. Ancak birim alanda tutunan madde miktarını belirleyebilmek için yaprak alanının belirlenmesi, örnek sayısının fazla olması durumunda da soğutucuda muhafaza edilmesi ve yaprağın özsuyunu kaybetmeden kısa sürede yıkama işlemine tabi tutulması gerektiği belirtilmiştir (Salyani and Whitney, 1988).

3.5. Yıkama Yönteminde Yapay Yüzeyler ile Yaprak Örneklerinin Karşılaştırılması

Filtre kağıdında tutunan maddenin tamamen yıkanabilmesi için, belirli bir süre çözücüde bekletilmesi gerekir. Yaprak yüzeyinde tutunan maddenin çözücüye karışma zamanı, filtre kağıtlarına göre daha kısadır. Ancak yaprağın tümü yıkandığından, her örnek için yaprak yüzey alanının ayrıca ölçülmesi gerekmekte ve bu durum analiz süresini uzatmaktadır. Yapay örnekleme materyalleriyle karşılaştırıldığında bu yöntemin başlıca dezavantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Yaprak yüzeyindeki pestisit kalıntıları, toz vb. yabancı maddelerin çözücüye karışması,
- Yıkama anında yaprak özsuyunun çözücüye bulaşması,
- Yaprak, yıkama anında çözeltiyi bir miktar absorbe etmesidir (Pergher, 2001).

Bu etmenler, çözeltinin konsantrasyonunu değiştirdiği için yüzeyde tutunan madde miktarının da değişmesine neden olmaktadır (MacIntyre-Allen et al., 2007). Bazı araştırmalarda yaprağın her iki yüzeyini yıkamak için çift taraflı yıkama aparatı (Şekil 2) kullanılmıştır (Coates, 1996; Coates and Palumbo, 1997; Scudeler and Raetano, 2006). Bu aparatla yıkama yapıldığında, yaprak özsu çözücüye bulaşmamakta ve yıkama süresi kısaldığından çözücünün yaprak tarafından absorbe edilme riski elimine edilmektedir. Çift taraflı yıkama aparatının sağladığı diğer avantajlar şu şekilde sıralanabilir:

- Örnekleme alanı sabit olduğundan, yaprak yüzey alanının ölçülmesine gerek duyulmamakta,
- Yıkama işlemi tarla koşullarında yapılabilmekte,
- Yıkanan örnekler, konularına göre kolayca sınıflandırılabilen,
- Yıkama işlemi uygulamadan hemen sonra yapılabilmekte,
- Yaprak, özsuyunu kaybetmeden yıkanabilmekte,
- Yaprak örneklerinin laboratuvara taşınması sırasında bulunduğu kaba temas ederek muhtemel madde kaybı önlenmekte,
- Yıkama süresi kısa olduğundan zamandan tasarruf edilmekte,
- Yıkama işlemi pratik bir şekilde yapıldığından örnek sayısı arttırılabilmektedir.



Şekil 2. Çift taraflı yıkama aparatıyla yaprağın yıkanması

3.6. Pestisit Uygulamalarında Kantitatif Analizler

Pestisit uygulamalarında yüzeye taşınan aktif madde miktarının kantitatif olarak ölçülmesi için sıvı veya gaz kromatografisi (Womac et al., 1992; Fox et al., 1993a; Mulrooney et al., 1997; Smith et al., 2000) ve atomik absorpsiyon spektrofotometresi (Derksen and Gray, 1995; Pezzi and Rondelli, 2000; Scudeler and Raetano, 2006) gibi cihazlar kullanılmaktadır. Ancak analiz prosedürleri oldukça karmaşık olan bu yöntemlerde, ölçümler için uzun bir zaman gerekmekte ve örnek sayısının fazla olması durumunda bu yöntem, zaman ve ekonomik açıdan pratik olmamaktadır (Pergher, 2001).

Yüzeyde tutunan pestisit kalıntısının yıkanmasında daha çok HNO_3 gibi asit içerikli çözücüler (Hoffmann and Salyani, 1996) veya pH'ı ayarlamak için sodyum karbonat (Zhu et al., 2004) gibi katkıları kullanılmaktadır. Yöntem gereği her yıkanan örnek, ayrı bir işlemi gerektirdiğinden hata oranı artmakta ve toplam örnek sayısı için daha fazla çözücüye gereksinim duyulmaktadır. Bu durum denemenin ekonomik boyutunu artırdığı gibi, analiz süresinin uzamasına neden olmaktadır.

3.7. Püskürtme Sıvısına Karıştırılan Renk Maddeleri

Kantitatif analizler için uygulamalarda pestisit yerine indikatör olarak çok çeşitli fluoresans ve boyar maddeler kullanılmaktadır (Çizelge 2). Fluoresans maddeler fluorometrik esaslara göre analiz edilirken, boyar maddelerin analizi kolorimetrik veya

spektrofotometrik esaslara göre yapılmaktadır.

3.8. Renk Maddelerinde Bozulma

Kantitatif ölçümlerde pestisit yerine kullanılan renk maddeleri, örnek sayısının fazla olması durumunda araştırmanın maliyeti, analizlerin daha pratik ve kısa zamanda yürütülmesi açısından avantajlar sağlamaktadır. Ancak denemeler açık hava koşullarında yürütüldüğünden bazı renk maddeleri solar radyasyon etkisiyle bozulmaktadır. Bozulma, renk maddelerinin kullanımını sınırlayan bir faktör olmamakla birlikte, dikkate alınması gereken nokta, güneşe maruz kalan maddedeki bozulma oranının düşük olması ve analiz sürecine kadar stabil kalabilmesidir. Fluoresans özellikli olmayanlar arasında solar radyasyondan etkilenme düzeyi en düşük renk maddesinin Tartrazine olduğu belirlenmiştir (Pergher, 2001). Zhu et al. (2004), püskürtme sıvısına karıştırılan fluoresans maddenin (sodyum tuzu, %30) solar radyasyondan etkilendiği varsayımıyla, maddenin bozulma düzeyinin belirlenmesine yönelik ön araştırma yürütmüşlerdir. Bunun için $0.264 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ konsantrasyonda hazırlanan 12 adet petri kabına konulmuştur. İlk grup karanlık ortamda, ikinci grup güneş altında (33°C ve $724 \text{ W}/\text{m}^2$) ve üçüncü grup açık havada gölgede bekletilmiştir. Her bir gruptan 10 dakika ara ile alınan petri kaplarına 40 ml saf su eklenmiş ve renk maddesinin çözücüye karışması sağlanmıştır.

Çizelge 2. İlaç uygulama performansının belirlenmesinde kullanılan renk maddeleri

Renk maddeleri	Literatür
Fluorescein (Acid Yellow 73)	Holownicki et al. (2000), Zhu et al. (2004)
Sodium Fluorescent	Jensen et al. (2001), Jensen and Lund (2006), Liu et al. (2006)
Rhodamine	Wang et al. (1995), Sumner et al. (2000a, 2000b)
Brilliant Sulpho Flavin (BSF)	Bozdoğan and Bayat (2005), Baetens et al. (2007)
BASO Red	Salyani and Cromwell (1992), Pergher (2001)
Tinopal	Fox et al. (1993b), Barber et al. (2003), MacIntyre-Allen et al. (2007)
Brilliant Red	Dursun ve Çilingir (1994)
Brilliant Blue (Acid Blue 9)	Derksen and Sanderson (1996), Palladini et al. (2005)
Fluorescent Yellow	Womac et al. (1992)
Uvitex OB	Almekinders et al. (1993)
Blankophur BA	Piché et al. (2000a, 2000b)
Acid Yellow 7	Zhu et al. (2002)
Tartrazine	Ade and Rondelli (2007), Ade et al. (2007), Balsari et al. (2007)

Sıvı kromatografi cihazında okuma yapılarak 0-110 dakika arasında her çözeltinin maksimum değeri kaydedilmiştir. Karanlık ortama bırakılan çözeltinin maksimum değeri değişmez (7470) iken, güneşte ve gölgede bekleyen çözeltilerde ilk 30 dakika boyunca azalma kaydedilmiş ve bu süreden sonra ölçüm değeri sabit kalmıştır (güneşte 1635, gölgede 4440). İlaç penetrasyonunu belirlemek için bitkinin üst bölgesinden alınan örnekler için ölçümler 7470/1635 oranıyla, bitkinin orta ve alt bölgesinden alınan örnekler için ölçümler ise 7470/4440 oranıyla yapılmıştır. Böylece yıkanan örneğin konsantrasyonu, bozulmamış örneğin derişğine dönüştürülmüştür.

Hall et al. (1992), püskürtme sıvısına karıştırılan sekiz farklı fluoresans maddenin (Uvitex EC, Uvitex OB, Tinopal CBS-X, Keyacid Red 400%, Rhodamine WT, Rhodamine B, Rhodamine B Ex. 500%, Brilliant Sulphaflavine 40% a.i.) laboratuvar ve depolama koşullarında bozulma düzeylerini araştırmışlardır. Her birinden 1000 ppm (1g/l) konsantrasyonda çözelti hazırlanmış, şerit ve filtre kağıdı örneklerine 50 adet damla (350 µm) bırakılmıştır. Çözücü olarak Uvitex OB'de 2-propanol, diğerlerinde ise saf su kullanılmıştır. Madde değişimini belirlemek için örnekler normal laboratuvar koşullarında (22 °C) ışıklı ve karanlık ortama bırakılmış (0-100 min), ayrıca depolama koşullarının etkisini incelemek için 41-45 gün boyunca soğutucuda (-10 °C) muhafaza edilmiştir. Araştırma sonucuna göre, laboratuvar koşullarında ışığa maruz kalan Uvitex EC'nin fluoresans düzeyinin %82, karanlık ortamda %16 oranında azaldığı saptanmış ve sürüklenme ölçümleri için elverişsiz olduğu bildirilmiştir. Laboratuvar koşullarında ışıklı ve karanlık ortama bırakılan Uvitex OB, Keyacid Red 400% ve Brilliant Sulphaflavine 40% a.i.'nin fluoresans düzeyinde hiçbir değişim gerçekleşmemiş, diğerlerinde düşük oranlarda azalmalar saptanmıştır. Soğutucuda muhafaza edilen örneklerin fluoresans değişimi en düşük Brilliant Sulphaflavine'de (%0-%7), en yüksek Tinopal CBS-X'de (%17-%55) bulunmuştur.

Salyani (1993), ilaçlama performansının değerlendirilmesinde püskürtme sıvısı olarak kullanılan fluoresans özellikli maddelerde (Basonyl Red 485, Eosine OJ, Tinopal CBS-X) solar radyasyonun, maddenin bozulma düzeyine olan etkilerini araştırmıştır. 10 mg/l, 100 mg/l ve 1000 mg/l konsantrasyonlarda hazırlanan karışımlar polyester esaslı yüzeylere ve filtre kağıtlarına uygulanmıştır. Bu çözeltilerden 1 µl, 2 µl ve 4 µl hacminde alınmış ve yüzeylere sırasıyla 12, 6 ve 3 adet damla bırakılmıştır. Örneklerin tümü 5-120 dakika süreyle güneş ışığına (0.125 MJ/m² ve 3.963 MJ/m²) maruz bırakılmış ve laboratuvar ortamına alınarak, saf su ile yıkanmıştır. Fluorometrik esaslara göre analiz edilen çözeltilerin değişiminde konsantrasyonun ve örnekleme materyalinin önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Maddenin değişimi, düşük konsantrasyonlarda daha yüksek bulunmuştur. Filtre kağıdında tutunan Eosine ve Tinopal ile polyester

esaslı yüzeyde tutunan Basonyl'ın değişim düzeyi, daha yüksek çıkmıştır. Maddenin bozulmasında damla boyutunun önemli olmadığı bildirilmiştir.

4. ÖNERİLER

İlaç uygulama performansını belirlemek için yürütülen araştırmalarda, gerek örnekleme materyalinin neden olduğu, gerekse renk maddelerinden kaynaklı değişimlerin önceden belirlenmesi, yöntemin uygunluğu ve deneme bulgularının güvenilirliği açısından önem taşımaktadır. Kalitatif ve kantitatif analizlerde, ölçüm hatalarını minimize etmek için aşağıda belirtilen konuların göz önünde bulundurulması gerekir:

- Suya duyarlı kart yönteminde, leke analizi için görüntülerin yüksek çözünürlükte analiz ortamına aktarılması gerekir.
- Sabah vakitlerinde yaprak yüzeyinin çiğ nedeniyle nemlenmesi ve sulamadan sonra bitki tacı içinde artan nem oranı, suya duyarlı kartların özelliğini bozmaktadır. Bu nedenle, gün içerisinde örnekleme için uygun bir zamanda yapılması gerekir.
- Suya duyarlı kart yüzeyinde leke analizi yapmak için görüntüye 0-255 aralığında uygun bir eşik verilmesi gerekir. Bu eşik değeri, görüntünün ortalama grilik seviyesi esas alınarak hesaplanır.
- Suya duyarlı kart görüntülerinde, damla boyut analizi yapmak için birbiriyle bitişik ya da üst üste binen lekelerin seçilerek elimine edilmesi gerekir.
- Filtre kağıdı gibi sıvıyı absorbe eden yapay örnekleme materyallerinde, maddenin geri kazanımı (yıkanabilirlik) incelenmeli ve yıkama yöntemine uygun olup olmadığı araştırılmalıdır.
- Yaprak yüzeyinde önceden var olan pestisit kalıntıları, yıkamayla çözücüye karışarak konsantrasyonun değişmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, deneme alanının ilaçlanmamış olması gerekir.
- Yıkama sırasında yaprağın özsu, çözücüye karışarak konsantrasyonun değişmesine neden olmaktadır. Ölçümleri normalize etmek için konsantrasyon değişim aralığının belirlenmesi gerekir.
- Yıkama için toplanan yaprak örneklerinin tozlu ya da çamurlu olması, çözücünün kirlenmesine neden olmaktadır. Bu durumda yapay örnekleme materyalleri kullanılabilir.
- Püskürtme sıvısına karıştırılan bazı boyar maddeler, güneşe maruz kaldığında bozulmaktadır. Bozulma oranının belirlenerek ölçümlerin normalize edilmesi gerekir. Bu durum, yüzeyde tutunan gerçek madde miktarının belirlenmesi açısından önemlidir.
- Boyar maddenin bozulma oranı, zamanla değişmemelidir. Ön araştırma yaparak, maddenin belirli bir zaman diliminde, bozulma karakteristiği incelenmelidir.

5. KAYNAKLAR

- Ade, G., Rondelli, V., 2007. Performance of an air-assisted boom sprayer in the control of Colorado beetle infestation in potato crops. *Biosystems Engineering*, 97: 181-187.
- Ade, G., Molari, G., Rondelli, V., 2007. Recycling tunnel sprayer for pesticide dose adjustment to the environment. *Transactions of the ASABE*, 50(2): 409-413.
- Almekinders H., Ozkan, H. E., Reichard, D. L., Carpenter, T. G., Brazee, R. D., 1993. Deposition efficiency of air-assisted, charged sprays in a wind tunnel. *Transactions of the ASAE*, 36(2): 321-325.
- Anonymous, 2002. Water sensitive paper for monitoring spray distributions. CH-4002. Basle, Switzerland: Syngenta Crop Protection AG.
- Baetens, K., Nuytens D., Verboven, P., Schampheleire, M. De, Nicolai, B., Ramon, H., 2007. Predicting drift from field spraying by means of a 3D computational fluid dynamics model. *Computers and Electronics in Agriculture*, 56(2): 161-173.
- Balsari, P., Marucco, P., Tamagnone, M., 2007. A test bench for the classification of boom sprayers according to drift risk. *Crop Protection*, 26(10): 1482-1489.
- Barber, J. A. S., Parkin, C. S., Chowdhury, A. B. M. N. U., 2003. Effect of application method on control of powdery mildew (*Blumeria graminis*) on spring barley. *Crop Protection*, 22: 949-957.
- Bayat, A., Bozdogan, N. Y., 2005. An air-assisted spinning disc nozzle and its performance on spray deposition and reduction of drift potential. *Crop Protection*, 24: 651-960.
- Bozdogan, N. Y., Bayat, A., 2005. Spray deposition and drift potential of an air-assisted atomizer (Turbofan® Sprayhead) in spraying cotton plants. *Proceedings of the 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture & 27th International Conference of CIGR Section IV: The Efficient Use of Electricity Renewable Sources in Agriculture*, Sep., İzmir, 27-29.
- Coates, W., Palumbo, J., 1997. Deposition, off-target movement, and efficacy of Capture™ and Thiodan™ applied to cantaloupes using five sprayers. *Applied Engineering in Agriculture*, 13 (2): 181-188.
- Coates, W., 1996. Spraying technologies for cotton: Deposition and Efficacy. *Applied Engineering in Agriculture*, 12 (3): 287-296.
- Degré, A., Mostade, O., Huyghebaert, B., Tissot, S., Debouche, C., 2001. Comparison by image processing of target supports of spray droplets. *Transactions of the ASAE*, 44 (2): 217-222.
- Derksen, R. C., Gray, R. L., 1995. Deposition and air speed patterns of air-carrier apple orchard sprayers. *Transactions of the ASAE*, 38(1): 5-11.
- Derksen, R. C., Sanderson, J. P., 1996. Volume, speed, and distribution technique effects on poinsettia foliar deposits. *Transactions of the ASAE*, 39(1): 5-9.
- Dursun, E., Çilingir, İ., 1994. Döner diskli memede elektostatik yükleme etkinliğinin belirlenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi*, 221-230, 20-22 Eylül, Antalya.
- Fox, R. D., Hall, F. R., Reichard, D. L., Brazee, R. D., Krueger, H. R., 1993a. Pesticide tracers for measuring orchard spray drift. *Transactions of the ASAE*, 9(6): 501-505.
- Fox, R. D., Reichard, D. L., Brazee, R. D., Krause, C. R., Hall, F. R., 1993b. Downwind residues from spraying a semi-dwarf apple orchard. *Transactions of the ASAE*, 36(2): 333-340.
- Fox, R. D., Salyani, M., Cooper, J. A., Brazee R. D., 2001. Spot size comparisons on oil- and water- sensitive paper. *Applied Engineering in Agriculture*, 17(2): 131-136.
- Franz, E., 1993. Spray coverage analysis using a hand-held scanner. *Transactions of the ASAE*, 36(5): 1271-1278.
- Gupta, C. P., Duc, T. X., 1996. Deposition studies of a hand-held air-assisted electrostatic sprayer. *Transactions of the ASAE*, 39(5): 1633-1639.
- Hall, F. R., Kirchner, L. M., Downer, R. A., 1992. Some practical limitations of fluorescent tracers used to measure off-target pesticide deposition. *Pesticide Formulations and Application System: 12th Volume, ASTM STP 1146*. Bala N. Divisetti, David, G. Chasin and Paul D. Berger, Eds., American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- Hoffmann, W. C., Salyani, M., 1996. Spray deposition on citrus canopies under different meteorological conditions. *Transactions of the ASAE*, 39(1): 17-32.
- Holownicki, R., Doruchowski, G., Godyn, A., Swiechowski, W., 2000. Variation of spray deposit and loss with air-jet directions applied in orchards. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 77(2): 129-136.
- Jensen, P. K., Lund, I., 2006. Static and dynamic distribution of spray from single nozzles and the influence on biological efficacy of band applications of herbicides. *Crop Protection*, 25: 1201-1209.
- Jensen, P. K., Jørgensen, L. N., Kirknel, E., 2001. Biological efficacy of herbicides and fungicides applied with low-drift and twin-fluid nozzles. *Crop Protection*, 20: 57-64.
- Liu, Q., Cooper, S. E., Qi, L., Fu, Z., 2006. Experimental study of droplet transport time between nozzles and target. *Biosystems Engineering*, 95(2): 151-157.
- MacIntyre-Allen, J. K., Tolman, J. H., Scott-Dupree, C. D., Harris, C. R., 2007. Confirmation by fluorescent tracer of coverage of onion leaves for control of onion thrips using selected nozzles, surfactants and spray volumes. *Crop Protection*, 26(11): 1425-1433.
- Marçal, A. R. S., Cunha, M., 2008. Image processing of artificial targets for automatic evaluation of spray quality. *Transactions of the ASABE*, 51(3): 811-821.
- Mulrooney, J. E., Howard, K. D., Hanks, J. E., Jones, R. G., 1997. Application of ultra-low volume malathion by air-assisted ground sprayer for boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) control. *Journal of Economic Entomology*, 90(2): 639-645.
- Palladini, L. A., Raetano, C. G., Velini, E. D., 2005. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 62(5): 440-445.
- Panneton, B., 2002. Image analysis of water sensitive cards for spray coverage experiments. *Applied Engineering in Agriculture*, 18(2): 179-182.
- Parnell, M. A., King, W. J., Jones, K. A., Ketunuti, U., Wetchakit, D., 1999. A comparison of motorized knapsack mistblower, medium volume application, and spinning disk, very low volume application, of *Helicoverpa armigera* nuclear polyhedrosis virus on cotton in Thailand. *Crop Protection*, 18: 259-265.
- Pergher, G., 2001. Recovery rate of tracer dyes used for spray deposit assessment. *Transactions of the ASAE*, 44(4): 787-794.
- Pezzi, F., Rondelli, V., 2000. The performance of an air-assisted sprayer operating in vines. *Journal of*

- Agricultural Engineering Research, 76: 331-340.
- Piché, M., Panneton, B., Thériault, R., 2000a. Field evaluation of air-assisted boom spraying on broccoli and potato. Transactions of the ASAE, 43(4): 793-799.
- Piché, M., Panneton, B., Thériault, R., 2000b. Reduced drift from air-assisted spraying. Canadian Agricultural Engineering, 43(3): 117-122.
- Pierce, R. A., Ayers, P. D., 2001. Evaluation of deposition and application accuracy of a pulse width modulation variable rate field sprayer. ASAE Paper No. 011077. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- Salyani, M., Cromwell, R. P., 1992. Spray drift from ground and aerial applications. Transactions of the ASAE, 35(4): 1113-1120.
- Salyani, M., Fox, R. D., 1994. Performance of image analysis for assessment of simulated spray droplet distribution. Transactions of the ASAE, 37(4): 1083-1089.
- Salyani, M., Fox, R. D., 1999. Evaluation of spray quality by oil-water sensitive papers. Transactions of the ASAE, 42(1): 37-43.
- Salyani, M., Hoffmann, W. C., 1996. Air and spray distribution from an air-carrier sprayer. Applied Engineering in Agriculture, 12(5): 539-545.
- Salyani, M., Whitney, J. D., 1988. Evaluation of methodologies for field studies of spray deposition. Transactions of the ASAE, 31(2): 390-395.
- Salyani, M., 1993. Degradation of fluorescent tracer dyes in spray applications. Pesticide Formulation and Application System: 13th Volume, ASTM STP 1183, P. D. Berger, B. N. Devisetty, and F. R. Hall, Eds., American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- Salyani, M., 1999. A technique for stabilizing droplet spots on oil-sensitive paper Transactions of the ASAE, 42(1): 45-48.
- Sánchez-Hermosilla, J., Medina, R., 2004. Adaptive threshold for droplet spot analysis using water-sensitive paper. Applied Engineering in Agriculture, 20(5): 547-551.
- Scudeler, F., Raetano, C. G., 2006. Spray deposition and losses in potato as a function of air-assistance and sprayer boom angle. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), 63, (6), November/December, 515-521.
- Smith, D. B., Askew, S. D., Morris, W. H., Shaw, D. R., Boyette, M., 2000. Droplet size and leaf morphology effects on pesticide spray deposition. Transactions of the ASAE, 43(2): 255-259.
- Sumner, H. R., Herzog, G. A., Sumner, P. E., Bader, M., Mullinix, B. G., 2000a. Chemical application equipment for improved deposition in cotton. The Journal of Cotton Science, 4: 19-27.
- Sumner, H. R., Rains, G. C., Sumner, P. E., 2000b. String collectors to determine lag time of injection sprayers. Applied Engineering in Agriculture, 16(5): 471-476.
- UTHSCSA, 1997. Object Analysis Plug-In. UTHSCSA Image Tool Software, Version 2.0, User's Guide, p: 55.
- Wang, L., Zhang, N., Slocombe, J. W., Thierstein, G. E., Kuhlman, D. K., 1995. Experimental analysis of spray distribution pattern uniformity for agricultural nozzles. Applied Engineering in Agriculture, 11(1): 51-55.
- Wolf, R. E., 2005. Comparing downwind spray droplet deposits of four flat-fan nozzle types measured in a wind tunnel and analyzed using DropletScan™ software. Applied Engineering in Agriculture, 21(2): 173-177.
- Womac, A. R., Mulrooney, J. E., Scott, W. P., 1992. Characteristics of air-assisted and drop-nozzle sprays in cotton. Transactions of the ASAE, 35(5): 1369-1376.
- Womac, A., Etheridge, R., Seibert, A., Hogan, D., Ray, S., 2001. Sprayer speed and venture-nozzle effects on broadcast application uniformity. Transactions of the ASAE, 44(6): 1437-1444.
- Zhu, H., Dorner, J. W., Rowland, D. L., Derksen, R. C., Ozkan, H. E., 2004. Spray penetration into peanut canopies with hydraulic nozzle tips. Biosystems Engineering, 87(3): 275-273.
- Zhu, H., Rowland, D. L., Dorner, J. W., Derksen, R. C., Sorensen, R. B., 2002. Influence of plant structure, orifice size, and nozzle inclination on spray penetration into peanut canopy. Transactions of the ASAE, 45(5): 1295-1301.

SAMSUN İLİ BUĞDAY ÜRETİM ALANLARINDA ENFEKSİYON OLUŞTURAN VİRÜSLERİN SAPTANMASI

Ebru ERKAN Nazlı Dide KUTLUK YILMAZ*
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 55139, SAMSUN

*e-mail: nazlik@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 01.02.2008

Kabul Tarihi: 18.03.2009

ÖZET: Bu çalışma, Samsun ili buğday üretim alanlarında enfeksiyon oluşturan virüs hastalıklarının saptanması amacıyla 2005 ve 2006 yıllarında yürütülmüştür. 2005 yılında alınan toplam 126 adet toprak örneğinde; tuzak bitki testi yöntemi ile buğday ve arpa bitkileri yetiştirilerek, toprak kökenli virüslerden *Soilborne wheat mosaic virus* (SBWMV), *Wheat spindle streak mosaic virus* (WSSMV), *Barley mild mosaic virus* (BaMMV) ve *Barley yellow mosaic virus* (BaYMV) DAS- ELISA (Double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay) yöntemi ile; bu virüslerin vektörü olan *Polymyxa graminis* ise kök boyaması çalışmaları yapılarak araştırılmıştır. Ancak, incelenen örneklerde toprak kökenli virüslere rastlanılmamasına rağmen, 10 adet örnekte vektör *P. graminis*'in kışlama spor kümeleri tespit edilmiştir.

2006 yılında ise toplanan 154 bitki örneğinde, toprak kökenli virüslere ek olarak afit ile taşınan *Barley yellow dwarf virus* (BYDV)'ün PAV ve MAV ırkı da araştırmaya dahil edilmiştir. Bitki örneklerine uygulanan ELISA testleri sonucunda; 1 adet örnekte WSSMV (% 0.7) tespit edilirken, BYDV-PAV 5 örnekte (% 3.4), BYDV-MAV ise 3 örnekte (% 2) saptanmıştır. Sadece 1 örnekte ise BYDV-PAV+MAV ikili enfeksiyonu gözlenmiştir (% 0.7). İlave olarak, farklı bölge ve farklı semptomlara göre seçilen 26 örnek *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV) ve *Johnson grass mosaic virus* (JGMV) için ELISA ile test edildi. Bunun sonucunda, 3 örnek MDMV ile enfekteli olarak belirlenmiştir. Ancak, test edilen buğday örneklerinde JGMV'e rastlanılmamıştır. Bunun yanı sıra, ELISA'da WSSMV ve MDMV için pozitif olarak örnekler, 28 farklı indikatör bitkiye mekanik olarak inokule edilmiştir. MDMV için 5 örnek, WSSMV için ise 1 örnek indikatör bitkilerde virüs benzeri semptomlara neden olmuştur. Bu çalışma ile bizim bilgimize göre WSSMV, bölgede ve ülkemizde ilk olarak kayıt edilmiştir. Ayrıca, Samsun ilinde MDMV'ün buğdayda enfeksiyon oluşturduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: SBWMV, WSSMV, BaMMV, BaYMV, BYDV, MDMV, *Polymyxa graminis*.

DETERMINATION OF VIRUS DISEASES ON WHEAT GROWING AREAS OF SAMSUN PROVINCE

ABSTRACT: This study was conducted to determine virus diseases in wheat production areas in Samsun during 2005- 2006. Total 126 soil samples were collected from different locations of Samsun in 2005. Wheat and barley plants were grown in these soil samples using bait plant techniques. Presence of Soilborne wheat mosaic virus (SBWMV), Wheat spindle streak mosaic virus (WSSMV), Barley mild mosaic virus (BaMMV) and Barley yellow mosaic virus (BaYMV) were investigated using DAS-ELISA (Double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay), and their vector *Polymyxa graminis* was analyzed using stained root samples. None of the above mentioned viruses were detected in the soil samples while *P. graminis* was found in ten samples.

In addition to soilborne viruses, PAV and MAV races of Barley yellow dwarf virus (BYDV) were included to our research as aphid transmitted viruses to test 154 plant samples collected in 2006. ELISA test results showed that one sample was infected with WSSMV (0.7%), five samples BYDV-PAV (3.4%) and three samples BYDV-MAV (2%) while one sample was infected with BYDV-PAV+MAV double infection (0.7%). Additionally, twenty six samples were selected from different locations and symptom expression and tested for the presence of Maize dwarf mosaic virus (MDMV) and Johnson grass mosaic virus (JGMV) by ELISA. Three samples gave positive result for MDMV. However, JGMV was not detected in any tested wheat sample. Besides this, 28 indicator plant series were inoculated with ELISA-positive samples for WSSMV and MDMV mechanically. Five inoculated samples for MDMV and one inoculated sample for WSSMV caused virus-like symptoms on indicator test plants. Up to now, this is the first report for the presence of WSSMV in Samsun province and Turkey. Also, it was determined that MDMV causes infections on wheat in Samsun.

Keywords: SBWMV, WSSMV, BaMMV, BaYMV, BYDV, MDMV, *Polymyxa graminis*.

1. GİRİŞ

Buğday (*Triticum aestivum* L.) her türlü iklim ve toprak koşullarında yetişebilen tek yıllık otsu bir bitkidir (Anonymous, 2006a). İçerdiği bol karbonhidrat, protein, vitaminler ve mineral madde ile insan beslenmesi yönünden taşıdığı öneme ek olarak, hayvan yemi ve çeşitli endüstriyel kullanımlar için de değerlendirilmektedir (Tosun, 1980). Dünyada yaklaşık 605 milyon ton buğday üretimi yapılmaktadır. Ülkemizde ise 9.300.000 ha alanda, yaklaşık 20.000.000 ton buğday üretimi mevcuttur (Anonymous, 2006b).

Tahıllar içerisinde birinci sırayı alan buğday 55 farklı virüsün doğal konukçusu konumundadır (Brunt

ve ark., 1996). Bunlardan, Türkiye'de buğday üretim alanlarında *Wheat streak mosaic virus* (Buğday çizgi mozaik virüsü: WSMV) (Bremer, 1971), *Barley yellow dwarf virus* (Arpa sarı cücelik virüsü: BYDV), *Maize mosaic virus* (Mısır mozaik virüsü: MMV), *Barley yellow stripe virus* (Arpa sarı çizgi virüsü: BYSV) (Bremer ve Raatikainen, 1975), *Wheat mosaic virus* (yeni adı, *Soilborne wheat mosaic virus* (Toprak kökenli buğday mozaik virüsü: SBWMV) (Kurçman, 1981; Bolat ve ark., 1999; Köse ve Ertunç, 1999), *Barley stripe mosaic virus* (Arpa çizgi mozaik virüsü: BSMV), *Brome mosaic virus* (Brom mozaik virüsü: BMV) (Köklü, 2004a), *Cereal yellow dwarf virus* (Tahıl sarı cücelik virüsü: CYDV), *Wheat dwarf virus*

(*Buğday cücelik virüsü*: WDV) ve *Oat necrotic mottle virus* (*Yulağ nekrotik mottle virüsü*: ONMV) (İlbağı ve Çıtır, 2004)'ün bulunduğu rapor edilmiştir. Genel olarak buğday virüsleri yapraklarda kloroz, beneklenme, lekelenme, rozetlenme, mozaik ve nekroza sebep olurlar. Bazen 2 veya daha fazla buğday virüsünün bitkide bir arada bulunması ile sinerjistik etki nedeniyle, bitkinin daha fazla zarar görmesi de mümkün olmaktadır (Wiese, 1987).

Türkiye yıllık yaklaşık 20 milyon ton buğday üretimi ile tahıl üretici ülkeler listesinde 8. sırada yer almasına rağmen (Anonymous, 2005), ülkemizde buğday virüs hastalıkları üzerine oransal olarak az çalışma bulunmaktadır. Son yıllarda hem ülkemizde, hem de dünyada vektör protozoa *Polymyxa graminis* Ledingham ile taşınan toprak kökenli tahıl virüsleri ve afitlerle taşınan virüsler, buğday üretimini tehdit etmektedir. Nitekim, İngiltere'de kışlık buğdaylarda SBWMV'den dolayı meydana gelen verim kaybı % 40-50 (Clover ve ark., 2001) iken, bu kayıp oranı makarnalık buğdaylarda ise % 70'e kadar ulaşmaktadır (Vallega ve Rubies-Autonell, 1985). BYDV'nin buğdayda oluşturduğu kayıp ise % 5-25 arasında değişmektedir (Wiese, 1987).

Bu çalışmada, 112.200 ha'lık üretim alanı ile Samsun ili toplam buğday üretim alanının % 80'ini kapsayan Vezirköprü, Havza, Bafra, Kavak, Alaçam ve Merkez ilçeleri (Samsun İl Tarım Müdürlüğü 2006 yılı verileri) buğday üretim alanlarında sorun oluşturan virüs hastalıklarının belirlenmesi ve bölgedeki bulaşıklık durumlarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Sürvey çalışmaları

Sürvey çalışmaları Samsun ili Merkez, Alaçam, Bafra, Havza, Kavak ve Vezirköprü ilçelerine ait buğday üretim alanlarında 2005 ve 2006 yıllarında belirgin semptomların görüldüğü Nisan-Mayıs aylarında yürütülmüştür. 2005 yılındaki sürveylerde toplam 99 köyden 126 adet toprak örneği alınırken, 2006 yılında ise 106 köye ait 154 farklı tarladan bitki örnekleri toplanmıştır. Toprak örnekleri tarlanın büyüklüğüne göre tarlayı temsil edecek şekilde en az 1 kg olmak üzere, farklı noktalardan 0-20 cm derinlikten alınmıştır (Grünwald ve ark., 1983). Bir tarlaya ait alt örnekler bir araya getirilerek oluşturulan örnekler etiketlenen polietilen torbalar içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Topraklar oda sıcaklığında kurutulduktan sonra, tahta tokmaklar ile iri parçalar dövülmüştür. Daha sonra taş, bitki parçacıklarından arındırılmak amacıyla 2 mm'lik eleklerden elenmiş ve tekrar etiketli polietilen torbalar içerisinde muhafaza edilmiştir. Yaprak örneklerin alımında ise, tarlanın tümünü temsil edecek şekilde her 10 m'de bir virüs belirtisi gösterdiği düşünülen bitkiler seçilerek tarla başına ortalama 50-75 adet buğday bitki örnekleri toplanarak laboratuvara getirilmiş ve çalışmalara kadar -20°C'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir (Wellving, 1983).

2.2. Tuzak bitki testi yöntemi

Sürveyler sırasında alınan toprak örnekleri, tuzak bitki testinde kullanılmıştır. Topraklar 1: 2 oranında steril kum ile karıştırılmış, daha sonra bu toprak-kum karışımları plastik saksılara doldurularak, her birine 5'er adet buğday (Kutluk 94) ve arpa (Tokak) tohumları ekilmiştir. Her bir toprak örneği için 2 tekerrür uygulanmıştır. Altına plastik tabaklar yerleştirilen saksılar, ilk olarak 40 gün süre ile 13-18°C'de doğal koşullarda yetiştirilmiş, daha sonra iklim odasında 18°C sıcaklıkta tutularak, haftada bir kere Hoagland besin solusyonu ile sulanmıştır. Bu bitkiler dört hafta sonrasında, sistemik virüs hareketini teşvik etmek amacıyla toprak yüzeyinden 5 cm yukarısından kesilmiştir (Kanyuka ve ark., 2004). Her bir saksı ilave 6 haftalık bir yetiştirme periyodundan sonra ayrı ayrı hasat edilmiş ve bitki kökleri yıkanarak topraktan arındırılmıştır. Bu köklerden bir kısmı ELISA testleri, diğer kısmı ise kök boyaması çalışmalarında kullanılmak üzere derin dondurucuda -20°C'de muhafaza edilmiştir.

2.3. Serolojik çalışmalar

Serolojik çalışmalarda SBWMV, WSSMV, BaMMV, BaYMV (Loewe Biochemica, Almanya), BYDV, *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV) ve *Johnson grass mosaic virus* (JGMV) (Sediag, Fransa)'e spesifik poliklonal antiserumlar kullanılmıştır. SBWMV, WSSMV, BaMMV, BaYMV, MDMV, JGMV için DAS-ELISA yöntemi Clark ve Adams (1977)'a göre, BYDV için ise TAS-ELISA yöntemi antiserumun temin edildiği firmanın önerileri izlenerek uygulanmıştır.

Sonuçlar ELISA mikroyokluk okuyucusunda (Tecan Spectra II) 405 nm dalga boyunda absorban değerlerinin alınmasıyla elde edilmiştir. Her bir virüs için negatif kontrollerin absorban değerlerinin 2 katı ve daha fazla değer veren örnekler pozitif olarak kabul edilmiştir (Chen ve Adams, 1991).

2.4. Bitki köklerinde *P. graminis*'in araştırılması

2005 yılında tuzak bitki testi yöntemi ile yetiştirilen bitkilerden boyama işlemi için ayrılan buğday ve arpa kök örnekleri ile 2006 yılı buğday arazi örneklerine ait kökler % 0.1 asit fuksin içeren laktofenol çözeltisi ile muamele edilmiştir. Her köke ait yaklaşık 10 parça alınarak alev ile lama fikse edilmiş ve ışık mikroskobu (Leica, İsviçre) altında *P. graminis*'in kışlama spor kümeleri (sistosori) araştırılmıştır (Abe ve Tamada, 1986). Köklerde belirlenen *P. graminis*'in teşhisi Prof. Dr. Berna Tunalı (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun) ve Dr. Konstantin Kanyuka (Rothamstead Research Centre-İngiltere) tarafından yapılmıştır.

2.5. Mekaniksel inokulasyon çalışmaları

ELISA testi sonucu WSSMV ve MDMV ile enfekteli olduğu belirlenen örneklerin, biyolojik testler ile de incelenmesi amacıyla, farklı familyalara bağlı

28 adet test bitkisi mekanik inokulasyon çalışmalarında kullanılmıştır. Bu test bitkilerine ait tohumlar Karadeniz ve Eskişehir Tarımsal Araştırma Enstitüleri ile USDA/ARS (National Center for Genetic Resources Preservation 1111 South Mason, St. Fort Collins CO 80521-4500, USA)'dan temin edilmiştir.

Test bitkilerinin tohumları, otoklavda steril edilmiş toprak, kum ve yanmış gübre karışımı içeren (1:1:1) plastik kaplara ekilmiştir. Daha sonra çimlenen bitkiler steril toprak karışımı dolu plastik bardaklara şaşırtılmış ve 25°C'de iklim odasında inkübe edilmiştir. Fungal hastalık ve böcek zararlarından korumak için bitkiler rutin olarak kontrol edilerek, zaman zaman yaprak biti ve akarlar karşı ilaçlama yapılmıştır.

ELISA testi sonrasında WSSMV ve MDMV ile enfekteli olarak belirlenen bitki örnekleri mekanik olarak bitki özsuğu taşıma çalışmalarında kullanılmıştır. Bu amaçla enfekteli bitkilerin yaprakları steril havan içerisinde 4 gr yaprak örneği 1.5 ml 10⁻³ M fosfat tampon çözeltisinde (K₂HPO₄, KH₂PO₄, pH=7.5) homojenize edilmiştir. Elde edilen özşular 500 meşhlik karborandum ile tozlanmış, 28 farklı test bitkisinin yapraklarına sürülerek inokule edilmiştir. İnokulasyon sonrası karborandum tozu ve bitki özsuğu artıklarının temizlenmesi için bitkiler hafif akan çeşme suyu altında yıkanmıştır. Daha sonra bitkiler iklim odasına alınarak 25°C'de 8-10 hafta süreyle periyodik olarak izlenmiş ve belirtiler kayıt edilmiştir (Ndunguru ve Kapooria, 1996).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

2005-2006 yıllarında, Samsun ili buğday üretim alanlarında Merkez, Bafra, Alaçam, Vezirköprü, Kavak ve Havza ilçelerinde yürütülen sürevey çalışmaları, genel olarak tarlalarda yer yer düzensiz olarak dağılmış renk açılımı gösteren alanların yanı sıra, incelenen bitkilerde cüceleşme, yapraklarında da farklı şekillerde mozaik (nokta mozaik ve iri sarı mozaik), sarı şeritler, deformasyon, kıvrılma, kızarma ve morarma şeklindeki belirtilerinin varlığı dikkat çekmiştir.

2005 yılında yapılan sürevey çalışmaları sonucu, Samsun ili buğday üretim alanlarından alınan 126 adet toprak örneğinde arpa ve buğday bitkileri tuzak bitki testi yöntemine göre yetiştirilmiştir. Tuzak bitki testinde SBWMV'e hassas Kutluk 94 buğday ve Tokak arpa çeşitleri kullanılmıştır (Bolat ve ark., 1999). Yetiştirme periyodu boyunca herbir bitki simptomatolojik olarak incelenmiş, ancak tipik mozaik virüs hastalıkları belirtilerine rastlanılmamıştır. Hasat sonrası, *P. graminis*'in kışlama sporlarının araştırılması amacıyla gerek buğday, gerekse arpa bitkilerinin köklerini boyanarak ışık mikroskobu altında incelenmiştir. Nitekim, toprak kökenli mozaik virüs hastalıklarının (SBWMV, WSSMV, BaMMV ve BaYMV) vektörü olan protozoa, *P. graminis*, *Plasmodiophoramyces* sınıfının bir üyesi olup, Gramineae bitki türlerinin köklerinde endoparazit

olarak yaşamaktadır (Kanyuka ve ark., 2003). Kök boyaması çalışmaları sonucunda, buğday örneklerinin % 4.8'i (6 adet) ile arpanın % 3.2 (4 adet)'inde *P. graminis*'in sistosori'lerinin varlığı tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve Şekil 1a). Bu örnekler Bafra, Alaçam, Kavak ve Havza ilçelerine aittir (Şekil 2). Buna ilave olarak, arpa bitkisi köklerinin % 18.3'ünde saptanan ve köklerdeki kolonizasyonu *P. graminis*'e çok benzeyen bir diğer fungusu ait resimler de teşhis için Rothamstead Research Centre (Harpender-İngiltere)'a gönderilmiş ve bu fungus sporlarının *Aerobasidium spp.*'e ait olduğu saptanmıştır (Şekil 1b). SBWMV, WSSMV, BaMMV ve BaYMV için uygulanan DAS-ELISA testleri sonucunda, SBWMV, BaYMV ve BaMMV için ELISA absorbans değerleri negatif kontrolün 2 katını aşan örnekler belirlenmesine karşın, hem yüksek absorbans değerlerine ulaşan bu bitki köklerinde vektör *P. graminis*'in kışlama spor kümelerinin varlığı belirlenemediğinden, hem de tuzak bitkilerde mozaik virüs hastalıkları benzeri tipik belirtilere rastlanmadığından, örnekler bahsedilen virüsler yönünden negatif olarak değerlendirilmiştir. Nitekim, bazen ELISA testinde bitki proteinleri ile virüs antiserumu reaksiyona girmekte ve pozitif absorbans değerlerine ulaşan, ancak virüsler yönünden negatif olan sonuçlar gözlenebilmektedir. *P. graminis* belirlenen örneklerde ise, incelenen virüsler yönünden yeterli absorbans değerleri elde edilemediğinden, bunların adı geçen virüsler yönünden aviruliferous oldukları kanısına varılmıştır (Çizelge 1).

2006 yılında, 154 farklı tarladan alınan buğday yaprak örneklerinin toprak kökenli virüslere (SBWMV, WSSMV, BaMMV ve BaYMV) karşı ELISA ile test edilmesi sonucunda, sadece Bafra ilçesi Balıklar köyüne ait 1 örnekte WSSMV saptanmıştır (% 0.7) (Çizelge 1). WSSMV'ün epidemiyolojisi incelendiğinde, virüs bitki köklerine vektör *P. graminis* ile taşınmakta ve enfeksiyon bu noktada başlamaktadır. Bu çalışmada, virüsün ELISA ile yaprakta tespit edilmiş olması, vejetasyon periyodu boyunca kök bölgesinden yaprağa taşındığını göstermektedir. Nitekim, Vaianopoulos ve ark. (2006)'da WSSMV'ün genellikle bitkinin yapraklarında tespit edilebildiğini, daha az oranda ise bitkinin kök bölgesinde ya da, hem kök, hem de yaprakta saptanabildiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, aynı araştırmacılar WSSMV'ün tespiti için en iyi test materyalinin yaprak örnekleri olduğunu vurgulamışlardır (Vaianopoulos ve ark., 2006). Üstelik, bu çalışmada, WSSMV ile enfekteli olarak belirlenen buğday bitkisi kökünde vektör *P. graminis*'in kışlama sporları da tespit edilmiştir (Şekil 2). Ayrıca, biyolojik testler ile de virüsün varlığı teyit edilmiştir. Bu amaçla, WSSMV ile enfekteli buğday yaprak örneğinden 28 farklı indikatör bitkiye mekanik inokulasyonlar yapılmış ve bu bitkilerde oluşan belirtiler kayıt edilmiştir (Çizelge 2). İnokulasyon yapılan indikatör bitkilerden *Hordeum*

Çizelge.1. 2005 ve 2006 yılları Samsun ili buğday üretim alanlarında ilçelere göre incelenen örnek sayısı ve bu örneklerde SBWMV, WSSMV, BaMMV, BaYMV, BYDV- PAV, BYDV- MAV, MDMV ve JGMV'ün bulunma durumları

Yıllar	İlçeler	Tesdenen Ör. Sayısı	SBWMV	WSSMV	BaMMV	BaYMV	Aviruliferous <i>P. graminis</i>		BYDV- PAV	BYDV- MAV	BYDV- PAV+MAV	MDMV	JGMV
							Buğday	Apa					
2005	Bağra	22	0	0	0	0	3 (13.6)	0	-	-	-	-	-
	Vezirköprü	48	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
	Alaçam	20	0	0	0	0	1 (5.0)	1 (5.0)	-	-	-	-	-
	Kavak	21	0	0	0	0	1 (4.8)	0	-	-	-	-	-
	Havza	15	0	0	0	0	1 (6.7)	3 (20.0)	-	-	-	-	-
Toplam		126	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	6 (4.8)	4 (3.2)	-	-	-	-	-
2006	Bağra	34	0	1 (2.9)	0	0	0	0	2 (5.9)	0	0	3 (6.6)	0 (0.0)
	Merkez	22	0	0	0	0	0	0	2 (9.1)	3 (13.6)	1 (4.6)	0 (0.0)	0 (0.0)
	Vezirköprü	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)	0 (0.0)
	Alaçam	33	0	0	0	0	0	0	1 (3.0)	0	0	2 (6.1)	0 (0.0)
	Kavak	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)	0 (0.0)
Toplam		154	0 (0.0)	1 (0.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (3.3)	3 (1.9)	1 (0.7)	5 (3.3)	0 (0.0)

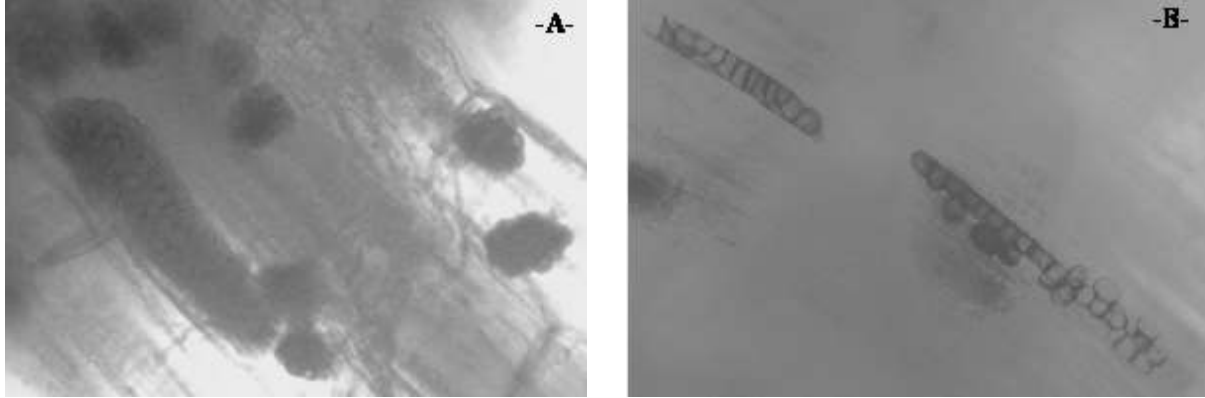
- : Test edilmedi.

* : Pozitif örnek sayısı

** : Test edilen toplam örnek sayısı

vulgare cv. Tokak, *Sorghum* sp. (Şekil 3), *Triticum aestivum* cv. Osmaniye, cv. Hanlı ve cv. Kate-al'da lokal nekroz belirlenirken, cv. Canik'de bu simptomla ilaveten yaprak kenarlarında kloroz gözlenmiştir. Kutluk 94 ile Kahramanlar çeşitlerinde ise zayıf mozaik simptomsu kayıt edilirken, tritikale'de mozaik+kloroz belirlenmiştir (Çizelge 2). Nitekim, Kapooria ve Ndunguru (2004), WSSMV ile enfekteli örneklerin test bitkilerine mekaniksel inokulasyonu sonucunda bizim bulgularımıza benzer simptomların varlığına dikkat çekmişlerdir. Birçok araştırmacı, genel-

likle WSSMV'ün buğdayda mozaik simptomsuna neden olan diğer Furovirüs'lerden SBWMV ve *Soilborne cereal mosaic virus* (SBCMV) ile aynı bitkide birlikte enfeksiyonlara neden olduklarını bildirmişlerdir (Rubies-Autonell ve Vallega, 1987; Clover ve ark., 2001; Sohn ve ark., 2004). Araştırmamızda, bölgede WSSMV'ün buğdayda tek olarak enfeksiyon oluşturduğu saptanmakla birlikte, ancak bu örnek, bir diğer Furovirus olan SBCMV'e ise antiserumu mevcut olmadığından test edilememiştir.

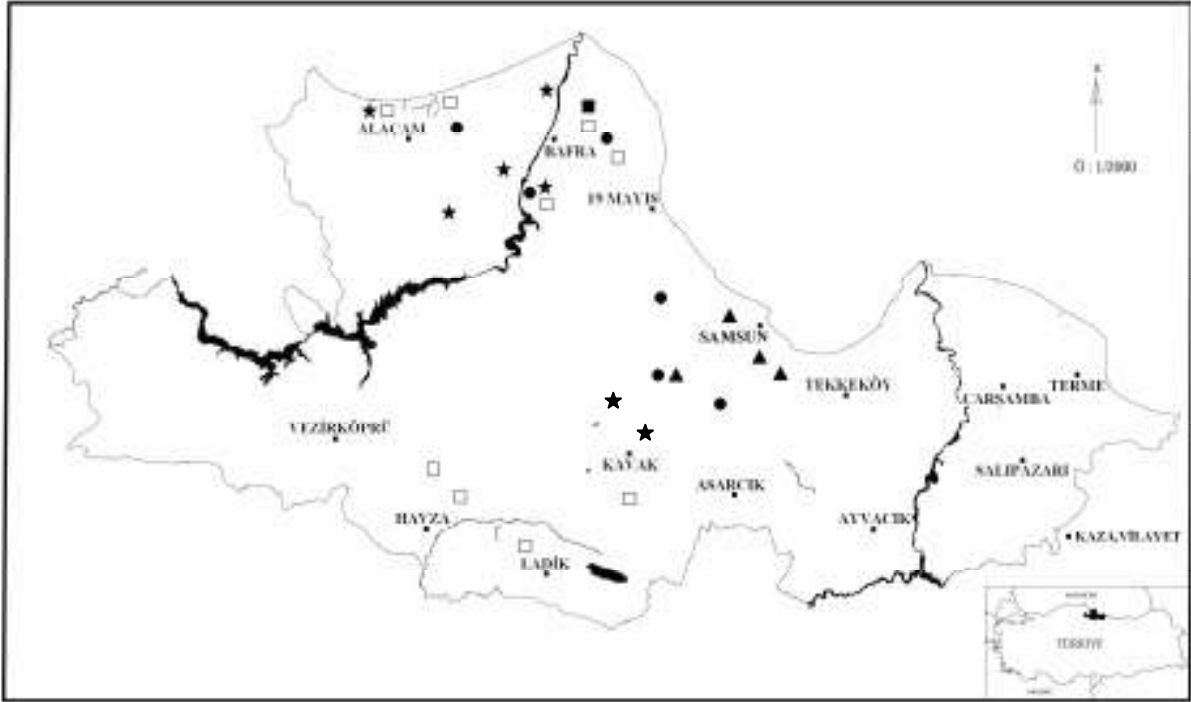


Şekil 1. Buğday bitkisi köklerinde *Polymyxa graminis*'in kışlama sporları (A) ile arpa köklerinde saptanan *Aerobasium* spp.'e ait sporlar (B).

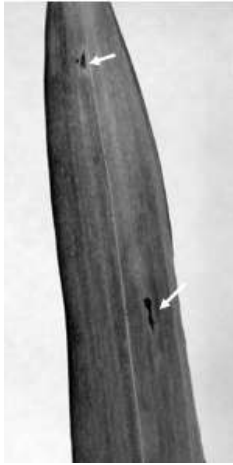
Çizelge 2. WSSMV ve MDMV ile enfekteli örneklerin mekaniksel inokulasyonu sonucu indikatör bitkilerde oluşan simptomlar.

İndikatör Bitki Adı	VİRÜSLER	
	WSSMV	MDMV
<i>Chenopodium quinoa</i> Wild.	-	-
<i>Chenopodium album</i> L.	-	-
<i>Chenopodium amaranticolor</i> Coste&Reyn.	-	-
<i>Linum usitatissimum</i> L.	-	-
<i>Festuca pratensis</i> L.	-	-
<i>Bromus dianthus</i> var. <i>rigidus</i>	-	-
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>glomerata</i> L.	-	-
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	-	-
<i>Elytrigia repens</i> L.	-	-
<i>Echinochloa crus galli</i> L.	-	-
<i>Zea mays</i> subsp. <i>mays</i>	-	SKŞ
<i>Zea mays</i> cv. <i>Everta sturi</i>	-	MM
<i>Beta macrocarpa</i> Guss.	-	-
<i>Spinacia oleracea</i> L.	-	-
<i>Hordeum vulgare</i> cv. Tokak	LN	KL, M
<i>Sorghum</i> spp.	LN	-
Tritikale	YKK, M	-
<i>Triticum aestivum</i> cv. Kutluk 94	MM	-
<i>Triticum aestivum</i> cv. Gerek	-	-
<i>Triticum aestivum</i> cv. Bezostoya	-	M
<i>Triticum aestivum</i> cv. Osmaniye	LN	-
<i>Triticum aestivum</i> cv. Sakin	YKK	M
<i>Triticum aestivum</i> cv. Canik	LN, YKK	-
<i>Triticum aestivum</i> cv. Hanlı	LN	-
<i>Triticum aestivum</i> cv. Sönmez	-	KL, YKK
<i>Triticum aestivum</i> cv. Kahramanlar	MM	LN
<i>Triticum aestivum</i> cv. Tahirova	-	-
<i>Triticum aestivum</i> cv. Kate-al	LN	-

Simptomlar= LN: lokal nekroz; SKŞ: sistemik klorotik şerit; MM: zayıf mozaik; KL: Klorotik leke; YKK: Yaprak kenarında kloroz;



Şekil 2. Samsun ili buğday üretim alanlarında belirlenen virüsler ile toprak kökenli virüslerin vektörü olan *P. graminis*'in yayılım alanları (□: *P. graminis*, ■: WSSMV, ●: BYDV-PAV, ▲: BYDV-MAV, * : MDMV)

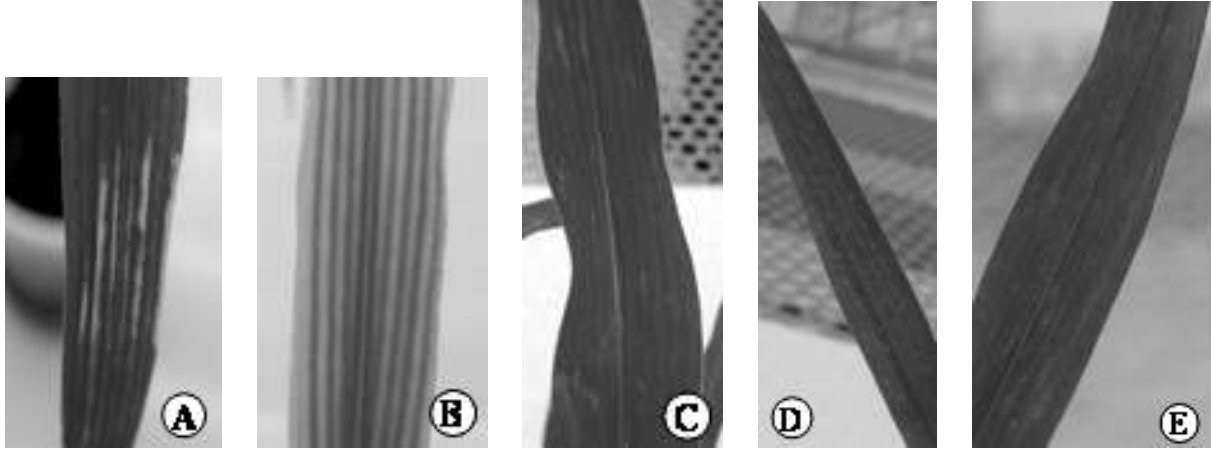


Şekil 3. WSSMV'ün mekaniksel inokülasyonu sonucu *Sorghum* sp.'de oluşan lokal nekrotik alanlar.

2006 yılı Bafra ilçesine ait bir diğer örnekte ise SBWMV'ün ELISA absorbans değeri negatif kontrolün 2 katını aşarak pozitif sınırlar içerisinde yer almıştır. Ancak, gerek kökte vektör belirlenemediğinden, gerekse bu çalışma öncesi Bafra ilçesi örneklerini de içeren toprak kökenli buğday virüsleri ve vektörü ile ilgili Rothamstead Research Centre'de yürütülen bir diğer çalışmada, ELISA değerleri pozitif olmasına rağmen uygulanan RT-PCR testi sonrası, bu örneklerin incelenen 4 virüs ile bulaşık olmadığı belirlendiğinden (Dr. N. D. Kutluk Yılmaz, araştırma sonucu), yörenin SBWMV ile enfekteli olmadığı kanaatine varılmıştır.

Türkiye'de toprak kökenli tahıl virüsleri ile ilgili çalışmalar oransal olarak az olmakla birlikte, genellikle belirlenen bu virüslerin belirli bölgelerde lokalize olduğu dikkat çekmektedir. Nitekim, 1980'li yıllarda Eskişehir'in Alpu ve Mahmudiye ilçesine bağlı bazı köylerden alınan bitki örnekleri elektron mikroskobu ile incelenmiş ve bulunan virüs partiküllerinin, SBWMV olduğu kanısına varılmıştır (Kurçman, 1981). Bir diğer çalışmada, Eskişehir ilinde tespit edilen SBWMV'ün partikül boyunun 640 nm olduğu ifade edilmiştir (Makkouk ve ark., 1994). Daha sonra, Bolat ve ark. (1999), Eskişehir Merkez'e bağlı Turgutlar Köyü ve Konya'nın Kadınhanı ilçesinde belirtileri, yayılma şekli ve seyrine göre, yöredeki virüs hastalığının SBWMV olduğunu bildirmişlerdir. Aynı yıl, Köse ve Ertunç (1999)'da yine Eskişehir ilinin Merkez, Alpu ve Mahmudiye ilçelerinde buğday üretim alanlarında SBWMV'ü ve enfekteli bitki köklerinde vektör *P. graminis*'i tespit etmişlerdir. Bir diğer toprak kökenli virüs olan BaYMV ise ülkemizde sadece Tekirdağ ilinde kayıtlı bulunmaktadır (Köklü, 2004b). Türkiye'de Eskişehir, Konya ve Tekirdağ illeri dışında toprak kaynaklı virüslerin şu ana kadar saptandığı bir alan bulunmamakla birlikte, bu çalışma ile WSSMV bölgede ve ülkemizde ilk olarak belirlenen bir diğer toprak kökenli virüs olmuştur.

Samsun ilinde her iki yılda da, birbirine paralel olarak incelenen örneklerin toprak kökenli virüsler ile neredeyse bulaşık olmadığı görülmüştür. Örneklerin virüs benzeri semptom gösteren bitkilerden alınmış olması sebebiyle, test edilen örneklerin toprak kökenli virüsler dışındaki diğer tahıl virüsleri ile enfekteli ola-



Şekil 4. MDMV'ün mekaniksel inokulasyonu sonucu mısırdaki oluşan lokal klorotik alanlar (A), sistemik klorotik şerit (B) ve mozaik (C) ile arpa (D) ve *Sorghum sp.*'de oluşan mozaik (E) belirtileri.

bileceği kanısına varılmıştır. Bu nedenle, 2006 yılında testlemelere BYDV'ün PAV ve MAV ırklarının araştırılması da dahil edilmiş olup, ayrıca mevcut antiserum miktarı göz önüne alınarak, sınırlı sayıda örnek MDMV ve JGMV içinde test edilmiştir. Araştırma sonucunda; BYDV'nin en fazla Merkez ilçeye ait üretim alanlarında yoğunlaştığı dikkat çekmekle birlikte; Bafra ve Alaçam ilçelerinde de enfeksiyona neden olduğu tespit edilmiştir. İl genelinde yaygınlık durumu incelendiğinde; örneklerin % 3.3'ünün BYDV-PAV (5 adet), % 2'sinin BYDV-MAV (3 adet), % 0.7'sinde ise BYDV-PAV+MAV (1 adet) ile bulaşık olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1) (Şekil 2). İlbağı ve Çıtır (2004) Türkiye genelinde tahıl virüs hastalıkları üzerinde yaptıkları araştırmada, BYDV'nin PAV, RMV, MAV, SGV ve RPV olmak üzere 5 farklı virüs türünden ileri geldiğini ve bunlar arasında BYDV-PAV'ın dominant olduğunu saptamışlardır. Benzer şekilde, bu çalışma ile Samsun ilinde buğday üretim alanlarında BYDV-PAV'ın BYDV-MAV'a göre daha yaygın olduğu belirlenmiştir. BYDV-PAV *Rhopalosiphum padi* L. (Homoptera: Aphididae) ve *Sitobion avenae* (F.) (Homoptera: Aphididae) ile BYDV-MAV ise spesifik olarak *S. avenae* ile persistent olarak taşınmaktadır (Mayo ve D'Arcy, 1999). Araştırmada afit ile taşınma özelliğinde olan BYDV'nin sadece 9 örnekte (% 5.8) tespit edilmesi, bu virüslerin taşınmasında etkili olan uygun vektörlerin bölgede az oranda bulunduğunu düşündürmektedir. Vektör türlerinin bu bölgedeki varlığı ve hangilerinin yaygın olduğu konusunda detaylı çalışmalara gereksinim bulunmaktadır. Ayrıca, Tekirdağ ilinde 2003 yılında yapılan bir diğer araştırmada ise, buğdaylarda cüceleşme belirlenen 26 tarladan alınan 260 bitki örneği testlenmiş olup örneklerin % 25'inde BYDV-MAV, % 22.3'ünde BYDV-PAV saptanmıştır (Köklü, 2004a). Aynı ilde kışlık arpada yürütülen survey çalışması sonucunda ise; sararma, beneklenme ve çizgi belirtilerinin görüldüğü 290 bitki örneği toplanmıştır. Yapılan ELISA testi sonucunda, toplam 65 örnekte BYDV-PAV (% 22.41), bunu takiben BYDV-MAV (%

17.93), WDV (% 16.20), BaYMV (% 13.44), BMV ve CYDV (% 7.93) ve BSMV (% 3.10) belirlenmiştir (Köklü, 2004b). Samsun ili survey sonuçları Trakya Bölgesi ile kıyaslandığında, yörede BYDV'nin PAV ve MAV ırkının bulaşıklık oranlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Samsun ilinde genellikle mısır ve buğday üretim alanları yan yana bulunmaktadır. Surveyler sırasında tarlalarda belli bölgelerde yoğun afit türleri gözlenmiştir. Bu nedenle, afit ile non-persistent olarak taşınan ve özellikle mısırdaki sorun olan virüslerden MDMV ve JGMV için, mevcut antiserumların sınırlı miktarda olmasından dolayı, ancak 2006 yılında toplanan ve farklı bölge (Alaçam, Bafra, Kavak, Havza ve Vezirköprü) ile semptomları (farklı şekillerde mozaik, sarı şerit, nekrotik leke, kloroz ve cücelik) yansıtabilecek şekilde seçilen 26 farklı tarlaya ait buğday örnekleri bu virüslere karşı ELISA ile test edilebilmiştir. Bunun sonucunda, 2 örneğin MDMV ile enfekteli olduğu belirlenirken, testlenen örneklerde JGMV'e rastlanılmamıştır. MDMV belirlenen örnekler Alaçam ilçesi üretim alanlarından alınmış olup, bu bitkilerde mozaik ve sarı şerit şeklindeki semptomların varlığı dikkat çekmiştir. Ayrıca, benzer semptom gösteren bazı buğday örneklerinin MDMV'ün asıl konukçusu olan mısır bitkisine mekaniksel inokulasyonu ve bu inokulasyon sonrası yapılan ELISA testi ile de Bafra ilçesine ait 3 örneğin daha MDMV ile enfekteli olduğu saptanmıştır. Buna ilave olarak; MDMV ile enfekteli buğday örneklerinden farklı indikatör bitkilere yapılan mekaniksel inokulasyonlar sonucu; mısır çeşitlerinde sistemik klorotik şerit ve zayıf mozaik, farklı buğday türlerinin yapraklarında ise mozaik, klorotik leke, lokal nekroz ve yaprak kenarında kloroz şeklinde semptomlar kayıt edilmiştir (Çizelge 2; Şekil 4). Yapılan araştırmalarda, MDMV'ün genellikle mısır ve sorghumda enfeksiyon oluşturduğu belirtilmektedir (Achon ve ark., 2007). Ancak, Kadırova ve ark. (2002) Özbekistan'ın Kashkadarya bölgesinde virüs hastalıkları üzerine yaptıkları araştırmada, kışlık buğdaylarda MDMV'ü belirlediklerini bildirmişlerdir.

Benzer şekilde, Samsun ilinde buğdayda MDMV'nin tespit edilmiş olması, bölgede bu virüsün yeni patotip veya varyantlarının olabileceğini düşündürmektedir.

Yapılan survey çalışmalarında gözlenen virüs benzeri semptomların yoğunluğu ve de yöre çiftçilerinden gelen şikayetler göz önüne alındığında, ELISA testi ile belirlenen virüslerin enfeksiyon oranlarının oldukça düşük olduğu ve bölgenin incelenen gerek toprak kökenli, gerekse afit kökenli virüsler ile çok oranda bulaşık olmadığı anlaşılmıştır. Ancak, çalışmada testlenemeyen diğer buğdaygil virüslerinin bölgede var olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, buğday virüs hastalıklarının sadece tarla simptomlarına göre tanımlanmış olmamaktadır. Nitekim, bu bitkiye viral hastalıkların belirtileri, kök ve kök boğazı çürüklüğü, herbisit kalıntısı, bitki besin elementi noksanlıkları ve yöre arazisindeki drenaj problemi belirtileri ile karıştırılabilmektedir. Buna ilave olarak, aynı bitkide birden fazla virüsün bir arada enfeksiyonu farklı semptomların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Kapooria ve Ndunguru (2004), Zambia'da sulanan buğday tarlalarında yaptıkları araştırmalarda, genellikle aynı anda buğdayda 3-6 adet farklı virüsün karışık enfeksiyonlarının bulunduğunu, tek enfeksiyonların ise nadir olarak görüldüğünü vurgulamışlardır.

Bu çalışma, Samsun ilinde 6 virüsün (SBWMV, WSSMV, BaMMV, BaYMV, MDMV, BYDV'nin PAV ve MAV ırkları) buğday üretim alanlarında bulunmuş durumlarını ortaya koymuştur. Ancak, yörede buğdayda enfeksiyon oluşturan diğer virüslerin daha kapsamlı bir çalışma ile araştırılması gerekmektedir.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri komisyonu tarafından desteklenmiştir.

5. KAYNAKLAR

Anonymous, 2005. Food and Agriculture Organization Statal Databases. <http://fao.org> [Ulaşım: 30.01.2008]
Anonymous, 2006a. Food and Agriculture Organization Statal Databases. <http://fao.org> [Ulaşım: 30.01.2008]
Anonymous, 2006b. Buğday. Ege Üniversitesi Hububat Ana Bilim Dalı. Tarla Bitkileri Bölümü. <http://www.bahce.biz/bitki/tarla/tahil/bugday.htm> [Ulaşım: 31.01.2008]
Abe, H., Tamata, T., 1986. A ssociation of *beet necrotic yellow vein virus* with isolates of *Polymyxa betae* Keskin. Ann. Phytopath. Soc. Japan., 50: 235-247.
Achon, M. A., Serrano, L., Alonso-Duenes, N., Porta, C., 2007. Complete genome sequences of Maize dwarf mosaic and Sugarcane mosaic virus isolates coinfecting maize in Spain. Arch Virol. 152: 2073-2078.
Bremer, K., 1971. Wheat streak mosaic virus in Turkey. Phytopathol. Mediterr. 10: 280-282.
Bremer, K., Raatikainen, M., 1975. Cereal diseases transmitted or caused by aphids and leafhoppers in Turkey. Ann. Acad. Sci. Fenn. A, IV (Biologica) 203: 1-14.
Bolat, N., Çolak, N., Keser, M., Sever, A.L., 1999. Toprak menşeyli buğday mozaik virüsü hastalığının buğday

verimine etkisi. Hububat Sempozyumu, 428-433, 8-11 Haziran, Konya.
Brunt, A. A., Crabtree, K., Dallwitz, M. J., Gibbs, A. J., Watson, L., 1996. *Viruses of plants - descriptions and lists from the VIDE database*. Wallingford, UK, CAB International. 1484 pp.
Chen, J., Adams, M. J., 1991. Serological relationships between five fungally transmitted cereal viruses and other elongated viruses. Plant Pathology 40: 226-231.
Clark, M. F., Adams, A. N., 1977. Characteristics of the microplate method of Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for the Detection of Plant Viruses. Journal of General Virology, 34: 475-483.
Clover, G. R. G., Ratti, C., Henry, C. M., 2001. Molecular characterization and detection of European isolates of *Soil borne wheat mosaic virus*. Plant Pathol. 50: 761-767.
Clover, G. R. G., Wright, D. M., Henry, C.M., 2001. Occurrence of *soilborne wheat mosaic virus* in the UK. In: Sherwood, J. M., Rush C.M. (eds.) Proceedings of the 4th *mosaic virus* in the UK. In: Sherwood, J.M., Rush C.M. (eds.) Proceedings of the 4th Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors, 1999. Denver, USA.
Grünwald, I., Horak, I., Schlösser, E., 1983. Rhizomania. Zuckerindustrie 108: 650-652.
İlbağ, H., Çıtır, A., 2004. Türkiye' de Tahıl Virüs Hastalıkları ve Yayılış Alanları. Türkiye I. Bitki Kongresi Abstract Kitabı, 176, 8-10 Eylül, Samsun.
Kadirova, Z. N., Zueva, A. A., Abdugarimov, A. A., 2002. Identification of cereal viruses in Uzbekistan. Barley Yellow Dwarf Diseases: Recent Advances and Future Strategies (Eds. Henry, M., McNab, A.) Mexico D. F. CIMMYT., p:108-109.
Kanyuka, K., Ward, E., Adams, M. J., 2003. *Polymyxa graminis* and the cereal viruses it transmits: a research challenge. Molecular Plant Pathology 4: 393-406.
Kanyuka, K., Lovell, D. J., Mitrofanova, O. P., Hammond-Kosack, K., Adams, M. J., 2004. A controlled environment test for resistance to *Soil-borne cereal mosaic virus* (SBCMV) and use to determine the mode of inheritance of resistance in wheat cv. Cadenza and screening *Triticum monococcum* genotypes for sources of SBCMV resistance. Plant Pathology 53: 154-160.
Kapooria, R. G., Ndunguru, J., 2004. Occurrence of viruses in irrigated wheat in Zambia. OEPP / EPPO Bulletin 34, 413-419.
Köklü, G., 2004a. Occurrence of cereal viruses on wheat in Tekirdag, Turkey. Phytoprotection 85: 19-25.
Köklü, G., 2004b. Incidence of cereal viruses on winter barley grown in Tekirdag, Turkey. Cereal Research Communications 32 (1): 61-68.
Köse, A., Ertunç, F., 1999. Virus Diseases of Wheat and Barley in Eskişehir Province. Journal of Turkish Phytopathology 28 (1-2): 55-62.
Kurçman, S. 1981. Eskişehir ilinde buğdayda görülen Buğday Mozayik Virüs hastalığı üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni 21 (1): 1-17.
Makkouk, K. M., Lesemann, D. E., Saari, E. E., Altay, F., Süzen, B., Bolat, N., Braun, H. J., Payne, T. S. Beniwal, S. P. S., 1994. Identity of and screening for resistance to a new soil-borne virus affecting wheat in Türkiye. 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union- Kuşadası- Aydın- Türkiye.
Mayo, M. A., D'arcy, C. J., 1999. Family Luteoviridae: A reclassification of Luteoviruses. Pages 15-22 in H. G.

- Smith and H. Barker (eds.), The Luteoviridae. Oxford University Press, USA.
- Ndunguru, J., Kapooria, R. G., 1996. *Pepper mild mottle tobamovirus* found infecting cultivars of *Capsicum annuum* in Zambia. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 26: 725- 728.
- Rubies-Autonell, C., Vallega, V., 1987. Observations on a mixed *Soil borne wheat mosaic virus* and *Wheat spindle streak mosaic virus* infection in durum wheat *Triticum durum* Desf. J. Phytopathol. 119: 111-121.
- Sohn, A., Signoret, P. A., Davitson, L. E., Bergstrom, G. C., 2004. *Wheat spindle streak mosaic*. Page 598 in: Viruses and Virus Diseases of *Poaceae* (*Gramineae*). H. Lapiere and P.A. Signoret, eds. INRA Editions, Paris.
- Tosun, O., 1980. Tarla Ziraati, Ders Notu. A.Ü Zir. Fak. Teksir No: 44.
- Vaianopoulos, C., Legreve, A., Lorca, C., Moreau, V., Steyer, S., Maraite, H., Bragard, C., 2006. Widespread occurrence of *Wheat spindle streak mosaic virus* in Belgium. Plant Dis. 90: 723-728.
- Vallega, V., Rubies-Autonell, C., 1985. Reactions of Italian *Triticum durum* Cultivars to *Soil borne wheat mosaic virus*. Plant Disease 69 (1): 64-66.
- Wellving, A. H. A., 1983. Seed Production Handbook of Zambia. Department of Agriculture, Lusaka (ZM).
- Wiese, M.V., 1987. Diseases caused by viruses and virüs like agents. Compendium of wheat diseases. The American Phytopatological Society, St. Paul, Minnesota, 66-87.

EKMEKLİK BUĞDAYDA UN KALİTE ÖZELLİKLERİ İLE DANE VERİMİNİN KARŞILIKLI ETKİLEŞİMLERİ VE UYGUN ÇEŞİT SEÇİMİ

Cem Ömer EGESEL*, Fatih KAHRIMAN, Şemun TAYYAR, Harun BAYTEKİN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 17020 Çanakkale

*e-mail: cegesel@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.11.2008

Kabul Tarihi:17.03.2009

ÖZET: Buğday danesinin kullanım amacı ve fiyatlandırılması büyük ölçüde kalite özelliklerine bağlıdır. Bu bakımdan, çeşit verim denemelerinin sonuçlarını değerlendirmek amacıyla yalnızca verim değerlerinin değil kalite düzeylerinin de göz önünde bulundurulmasında fayda vardır. Bu çalışmanın amacı dane verimi ile un kalite özellikleri arasındaki ilişkileri çevresel etmenlere bağlı olarak değerlendirmek ve Çanakkale bölgesi için dane verimi bakımından denenen çeşitlerden un kaliteleri göz önünde bulundurularak uygun olanları belirlemektir. Bu araştırma çerçevesinde 10 adet ekmeçlik buğday çeşidinin 2 yıllık dane verimlerinin yanı sıra un kaliteleri ile ilgili bazı parametreler üzerinde yapılan ölçümler değerlendirmeye alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek verim her iki yıl için Tina ve Nina çeşidinden elde edilmiştir. Un kalite özelliklerinin değerlendirmeleri sonucunda ise Dropia çeşidinin diğer çeşitlere oranla, mevcut çevre şartlarında kalite özellikleri bakımından avantajlı olduğu belirlenmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre dane veriminin protein, yaş gluten ve kül oranı gibi bazı kalite özellikleri ile her iki yılda da negatif bir ilişki içinde olduğu görülürken, diğer kalite özellikleri ile olan ilişkisi ise yıllara göre değişim göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Gluten, Protein, *Triticum aestivum*

INTERRELATIONS OF FLOUR QUALITY TRAITS WITH GRAIN YIELD IN BREAD WHEAT AND CHOOSING SUITABLE CULTIVARS

ABSTRACT: Quality has a large effect on determining the end use and the quotation of wheat crop. Hence, when evaluating the variety yield trials, it would be advisable to take under consideration the quality characteristics, as well as the grain yield. Our objectives in this study were i) to investigate the relations between grain yield and flour quality, and ii) to determine the most suitable cultivars for Çanakkale region based on the results of earlier variety yield trials conducted in our department. We analyzed the data collected on several flour quality parameters along with the 2-year grain yield data belong to 10 bread wheat cultivars. The highest grain yields were from Tina and Nina cultivars in both years. Evaluation of the quality parameters indicated Dropia was the higher quality cultivar compared to the others given the current environmental conditions. Statistical analysis showed grain yield had a negative correlation with some quality traits such as protein, wet gluten, and ash ratio in both years; while, its correlation with the other quality traits was subject to change between the years.

Key Words: Gluten, Protein, *Triticum aestivum*

1. GİRİŞ

Ekmeçlik buğdayda verim ve kalite düzeyi çeşit x çevre etkileşimine bağlı olarak değişim göstermektedir (Souza ve ark., 2004). Yüksek verim amacı ile geliştirilen çeşitlerde, kalite özelliklerinin de iyileştirilmesi amacıyla çalışmalar sürdürülmektedir (Feil, 1999; Altınbaş ve ark., 2004). Buna karşın son yıllarda meydana gelen iklim değişiklikleri verimi olduğu kadar, dane kalitesini de önemli ölçüde etkilemektedir. Artan dünya nüfusunun dengeli ve yeterli beslenebilmesi için, özellikle günlük diyetleri buğday ürünleri üzerine kurulu olan toplumlarda buğday kalitesi oldukça önem arz etmektedir. Ülkemizde, bitkisel besinlerden alınan toplam enerjinin yaklaşık % 49,9'u, protein alınımının % 54,3'ü, yağın ise % 7,1'i tahıl ve tahıl ürünlerinden sağlanmaktadır (Demirbaş ve Atış, 2005). Bu açıdan, ülkemizde günlük diyetlerde önemli bir yere sahip olan buğday ürünlerinin kalitesini artırmak amacıyla farklı

değerlendirmelerin ve tespitlerin yapılması gerekmektedir. Ayrıca günümüzde buğday fiyatlandırılmasında kullanılan parametreler arasında, çeşitlerin laboratuvar analizlerine dayalı un kalite özellikleri de dikkate alınmaktadır. Bu konu başlıkları dikkate alınır ise, farklı bölgelerde yetiştirilen ve o bölgeye uyumu denenen çeşitlerin ileri kalite özellikleri (protein oranı, gluten miktarı, gluten indeks değeri, sedimentasyon ve beklemeli sedimentasyon değeri) bakımından da değerlendirilmesi doğru çeşit seçimi açısından bir gerekliliktir.

Ekmeçlik buğday kalitesi değirmenci, fırıncı ve üretici için farklı yönleri ile önem arz etmektedir (Yağdı, 2004). Ekmeçlik buğdayda kalite düzeyini en fazla etkileyen ve ürünün kullanım amacını belirleyen özellik, protein oranıdır. Buğdayda protein oranı yetiştiriciliği yapılan çeşit ve çevrenin özelliklerine bağlı olarak % 6-22 arasında değişim göstermektedir (Ünal, 2002). Buğday ununun kullanım alanı protein oranına göre

belirlenmekte ve bu orana göre gıda sanayiinde farklı ürünlerin elde edilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Mut ve ark., 2007). Buğday danesinde protein oranının artışı ile un kalitesi üzerine önemli derecede etki eden gluten miktarı da artış göstermektedir (Perten ve ark., 1992). Ancak protein miktarı veya gluten miktarındaki bu artış, bazı durumlarda çevresel ve genetik faktörlerden kaynaklanan nedenler ile aynı oranda protein yapısında gözlemlenmemektedir (Gooding ve ark., 2003). Diğer bir ifade ile yüksek protein bulunduran çeşitlerin protein kalitesinin de yüksek olduğu anlaşılmamalıdır. Bu durumda protein kalitesini belirlemek amacıyla geliştirilen gluten indeksi, sedimentasyon ve beklemeli sedimentasyon değerlerinden faydalanılarak daha kapsamlı bir değerlendirme yapmak gereklidir. Ülkemizde yürütülen verim denemelerinde ileri kalite özelliklerine dayalı değerlendirmelere fazlaca yer verilmemiştir. Bahse konu olan bu araştırmalar daha çok çeşitlerin verim düzeylerine dayalı değerlendirmeleri içermektedir. Kalite değerlendirmelerini bulunduran sınırlı sayıda araştırma sonuçları, kullanılan çeşitlerin kalite ve verim düzeylerinde, yetiştirildikleri bölge ve şartlara göre farklılık olduğunu işaret etmektedir (Altınbaş ve ark., 2004; Tayyar, 2005; Aydın ve ark., 2005; Mut ve ark., 2005; Ereku ve ark., 2005; Mut ve ark., 2007; Tayyar ve Gül, 2008). Bu bakımdan hem doğru çeşit değerlendirmesinde kapsamlı bilgiler elde edilmesi, hem de bu konuda yetersiz olan yurtiçi kaynaklı bilimsel literatüre katkı sağlamak amacıyla ileri kalite özelliklerinin değerlendirildiği çalışmaların artırılması gereklidir.

İslah çalışmalarında verim miktarı yüksek, kaliteli çeşitlerin geliştirilmesi birincil amaçlardandır. Ancak, yapılan çalışmalarda buğdayda ileri kalite özelliklerinden protein oranı ile verim arasında olumsuz bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Pepe ve Heiner, 1975; Halloran, 1981; Pleijel ve ark., 1999). Bununla beraber, bazı tarımsal özellikler ile kalite parametreleri arasında ilişkiler farklı çalışmalarda farklı şekilde değerlendirilmiştir. Bu durum, kullanılan çeşitlerin ve yetiştiricilik yapılan çevrelerin farklı özellikler taşımasından kaynaklanmaktadır. Literatürde tespit

edilen bu değişken ilişkileri değerlendiren ve nedenlerini sorgulayan çalışma sayısı sınırlıdır.

Bu araştırmanın amacı, un kalite özellikleri ile dane verimi arasındaki ilişkileri çevresel etmenlere bağlı olarak değerlendirmek ve Çanakkale bölgesi için dane verimi bakımından denenen çeşitlerden un kaliteleri göz önünde bulundurularak uygun olanları belirlemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Deneme Materyali ve Deneme Alanı

Bu araştırma 2005-2006 ve 2006-2007 yetiştirme sezonlarında, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Dardanos Araştırma ve Uygulama Birimi'nde tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Materyal olarak, Atilla12, Dropia, Murat-1, Nina, Prostor, Sana, Saraybosna, Tahirova, Tina ve Yantar ekmeçlik buğday çeşitleri kullanılmıştır. Her çeşit 5 metrekarelik parsellere 7 sıra halinde, dekara 20 kg tohum hesabı ile, birinci yıl 5 Aralık ikinci yıl 6 Aralık tarihinde ekilmiştir. Deneme alanı killi-tınlı yapıya sahip olup hafif alkali özellik göstermektedir (Özcan ve ark., 2003). Denemenin yürütüldüğü yıllarda meydana gelen iklimsel olaylara bağlı sıcaklık ve yağış durumları Çizelge 1'de sunulmuştur (Anonim, 2007). Toplam yağış birinci yıl 753,9 mm, ikinci yıl 431,3 mm iken uzun yıllar ortalaması ise 615,5 mm olmuştur. Ortalama sıcaklık değerleri göz önünde tutulduğunda (12 aylık) birinci yıl 14,8 °C, ikinci yıl 15,8 °C ve uzun yıllar ortalaması ise 14,4 °C olduğu görülmektedir.

2.2 Gözlemlenen Özellikler

Gözlemlenen özelliklerden dane veriminin tespiti için, bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde hasat harman işlemleri yapılmış ve parselden elde edilen tüm daneler üzerinden dekara verim miktarı hesaplanmıştır. Deneme örnekleri, hasattan sonra kalite analizleri yapılmıca dek +5 °C'de muhafaza edilmiştir. Dane nem içeriği laboratuvar tipi (Pfeuffer HE 50-521577) nem ölçer ile ölçülmüştür.

Çizelge 1. Çanakkale'ye ait 2005-2007 arası ve uzun yıllar ortalaması iklim verileri (Anonim, 2007)

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Toplam Yağış (mm)												
2005-2006	46,8	218,8	62,9	53,2	84,7	124,0	43,8*	16,7	23,0	8,2	1,2	70,6
2006-2007	38,0	33,9	25,6	30,2	48,4	151,3	18,1	44,7	35,2	---	0,1	5,8
Uzun yıllar	47,0	86,5	108,9	98,7	71,1	65,0	42,8	29,7	23,7	11,3	7,4	23,4
Ortalama Sıcaklık (°C)												
2005-2006	14,9	10,5	9,1	3,1	5,6	8,7	13,2	17,7	22,2	24,8	26,4	21,3
2006-2007	16,2	10,4	7,5	9,4	5,6	10,0	12,8	18,8	24,6	27,0	26,4	21,0
Uzun yıllar	15,8	11,8	8,3	6,1	6,6	8,0	12,3	17,3	21,9	24,6	24,4	15,8

* Yüksek kuraklık nedeniyle 40 mm ek sulama yapıldı.

Analiz yapılacak örneklerin nem içeriği % 15,5'e yükseltildikten sonra Chopin marka (Moulin Cd Type) değirmen yardımı ile öğütme işlemi yapılmıştır. Ardından bu örneklerde Perten Instruments (Glutomatic Gluten Index) cihaz yardımı ile gluten miktarı (g) ve gluten indeksi (%) ve SEDİM marka (SE 99 B) cihaz yardımı ile sedimentasyon (ml) ve beklemeli sedimentasyon (ml) değerleri belirlenmiştir. Kalite özellikleri ile ilgili olarak dane nem içeriği (%), protein oranı (%), yaş gluten oranı (%), gluten indeks değeri (%), kül (%), sedimentasyon değeri (ml) ve beklemeli sedimentasyon değeri (ml) her tekerrürden alınan örneklerde ölçülmüştür. Diğer analizler kalite analizlerinden protein oranı Anonim (1980), yaş gluten (Anonim, 1982), gluten indeks değerleri (Anonim, 1994b), kül oranı (Anonim, 1994a) ve sedimentasyon değeri (Anonim, 1972) ICC standartlarında belirtilen yöntemlere uygun olarak analiz edilmiştir. Beklemeli sedimentasyon değeri ise Atlı ve ark. (1988)'nin belirttiği yöntemle göre belirlenmiştir.

2.3 İstatistik Analizler

İstatistik analizler SAS V8 programında yapılmıştır (SAS Institute, 1999). Varyans analizi tesadüf blokları deneme desenine uygun model kullanılarak yapılmış, farklılık belirlenen özelliklerin ortalamaları arasındaki karşılaştırmalar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. Çeşit x yıl etkileşimi gösteren özellikler için farklı yıllarda çeşit ortalamaları ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek için Pearson korelasyon testi kullanılmış, korelasyon katsayıları yıllara göre ayrı ayrı ve 2 yılın tüm verileri üzerinden birleştirilmiş olarak hesaplanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Varyans analizi sonuçlarına göre, danede nem oranı ve sedimentasyon değeri dışında gözlemlenen bütün özellikler bakımından çeşit x yıl interaksiyon etkisi önemli bulunmuştur. Yine nem oranı dışında diğer bütün özellikler bakımından çeşit ortalamaları arasındaki, sedimentasyon değeri dışında ise yıl ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistikî olarak önemli olduğu

bulunmuştur (Çizelge 2). Gözlemlenen özelliklerin varyasyon katsayılarına (C.V.) göre beklemeli sedimentasyon değeri dışında ikinci yılda bütün özellikler için birinci yıla göre değişimin fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 3).

Nem içeriği hasat zamanının belirlenmesinde önemli olduğu kadar depolama sürecinde de önem arz etmektedir. Danede nem içeriği bakımından birinci yıl ortalaması (% 12,2) ikinci yıldan (%11,7) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). İkinci yılda oluşan iklim koşulları dikkate alınırsa dane olum döneminde meydana gelen yüksek sıcaklıkların dane nem oranında düşüşe neden olduğu söylenebilir (Çizelge 1). Bu özellik bakımından bütün çeşitlerin nem içeriklerinin depolama açısından kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir.

Protein oranı çeşitlere göre farklı yıllarda değişim göstermiş, denemenin ikinci yılında hemen hemen bütün çeşitlerde birinci yılda belirlenen oranlardan yüksek bulunmuştur. Jarvis (2006) belirli derecede sıcaklık artışının buğday danesinde bulunan proteinlerin oransal olarak artışına neden olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, su stresi nedeni ile dane protein oranında artış görülmektedir (Selles ve Zentner, 1998; Zhao ve ark, 2005). Denemenin ikinci yılında yüksek sıcaklık ve düşük yağış miktarı nedeni ile karbonhidrat sentezinin azalması proteinlerin oransal olarak artışına neden olmuş olabilir. Ayrıca, buğday danesinin olum dönemleri sıcaklıktan etkilenmekte, yüksek sıcaklıklar ve su stresi sarı olum döneminin kısılmasına neden olmaktadır. Bu durum sonucunda danede nişasta birikim süresi kısılmakta, dolayısıyla protein oranı artmaktadır. Kullanılan çeşitlerden Prostor çeşidinin protein oranında ikinci yıl düşüş olduğu belirlenmiş, diğer çeşitlerin tamamı birinci yıla göre ikinci yılda daha yüksek protein içeriğine sahip olmuştur. Bu durum çeşit x yıl etkileşiminin ortaya çıkmasında önemli rol oynamıştır. Çeşit ortalamalarına göre en yüksek değer Drobia (% 13,1), en düşük değer ise Prostor'da (% 10,9) hesaplanmıştır. Yıllara göre genel ortalamalar dikkate alındığında, protein oranının 2. yılda daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Gözlemlenen özellikler ile ilgili varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	S.D	Nem	Protein	Yaş Gluten	G. Indeks
Tekerrür	2	0,067	1,679*	21,83*	24,0
Çeşit	9	0,210	2,547***	36,51***	2355,5***
Yıl	1	3,408***	15,811***	34,66*	4664,0***
Çeşit x yıl	9	0,254	1,475***	19,71**	658,5***
Hata	38	0,179	0,335	4,95	75,9
Varyans Kaynağı	S.D	Kül	Sedimentasyon	Beklemeli Sedim.	Dane Verimi
Tekerrür	2	0,002	26,02	9,51	3411,7
Çeşit	9	0,304***	260,37***	291,26***	14608,6***
Yıl	1	0,367***	2,02	421,35***	341335,8***
Çeşit x yıl	9	0,023**	15,87	113,94 ***	6709,2***
Hata	38	0,007	12,89	32,81	2076,4

İstatistik açıdan * p < 0.05, **p < 0,01, p <0.001 düzeyinde önemlidir. S.D: Serbestlik derecesi.

Ekmeklik unlarda gluten proteinleri hamurun kabarması ve elastikiyeti açısından önemli bileşenlerdendir (Schofield, 1994). Buğday ununda bulunan proteinlerin büyük bir kısmını gluten yapısında bulunan gliadin ve gluteninler oluşturmaktadır. Ekmek yapımında kullanılacak unlarda yaş gluten oranının % 28'in üzerinde olması iyi kalitede hamur yapımına olanak vermektedir (Erekul ve ark., 2005). Araştırmada kullanılan 10 çeşitten 7'sinin 2. yıl yaş gluten oranı ortalamaları 1. yıla göre nispeten yüksek bulunmuştur. Dropia, Tahirova ve Prostor çeşitlerinde ise yaş gluten oranının 2. yılda 1. yıl ortalamasından düşük olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerin genel ortalamaları dikkate alındığında, Atilla 12, Nina, Prostor ve Tina çeşitleri dışında kalan çeşitlerin yüksek gluten oranına (> % 34) sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın 1. yılında yaş gluten oranı genel ortalaması (% 33,1) 2. yıldan (% 34,6) düşük bulunmuştur. Gerek genel ortalamalar gerekse çeşitlerin yıllara göre gluten oranları dikkate alınır ise, bütün çeşitlerin bu özellik bakımından ekmeklik un yapımında kullanılabilir düzeyde yaş gluten içeriğine sahip olduğunu söylemek mümkündür (Çizelge 3).

Gluten indeks değeri gluten kalitesini belirlemede kullanılır ve ekmeklik unlarda % 60-90 arasında olması istenir (Elgün ve ark., 2002). Denemenin birinci yılında Atilla 12 (% 75,7), Dropia (%80,3), Nina (%74,7), Saraybosna (%61,3), Tina (%76,0) çeşitlerinin bu değerlendirme kapsamında un kalitesinin ekmek yapımı için uygun olduğu söylenebilir. Denemenin ikinci yılında ise yalnızca Dropia (%75,3) ve Nina (% 65,0) çeşitlerinin gluten indeks değeri bakımından anılan değerlendirmeye göre kaliteli un elde edilebilecek seviyede olduğu görülmektedir. Çeşitlerin genel ortalamalarına göre, en yüksek değere sahip çeşidin Dropia (% 77,8) olduğu anlaşılmıştır. Gluten indeks değeri denemenin ikinci yılında (% 36,3) birinci yıla (% 54,0) göre daha düşük değer göstermiştir (Çizelge 3). Yüksek sıcaklık ve su stresinin proteinlerin oransal olarak artışına neden olduğu, ancak bu iklimsel şartların protein yapısına olumsuz etki ettiği anlaşılmaktadır. Ayrıca çeşitlerin kalite düzeylerindeki çevresel etkilere bağlı değişimin farklı boyutlarda olduğu açıkça görülmektedir.

Kül oranı, ihraç ürünlerinin sınıflandırılmasında halen etkin olarak kullanılmakta olup, Avrupa Birliği ülkelerinde kül oranına göre altı farklı tip un tanımlanmıştır. Bu altı gruptan ekmek yapımında kullanılabilir buğday unları, kül miktarlarına göre tip 550, tip 650 ve tip 850 olmak üzere üç grubu kapsamaktadır (Fjell ve ark., 1996). Ülkemizde kül oranına göre un tipleri belirtilen bu değerlere göre sınıflandırılmaktadır (Anonim, 1999). Danenin kabuk kısmında bulunan mineral maddeler fazla olduğundan öğütme işlemi sonrasında tüm daneye oranla unda bulunan kül oranı düşük olmaktadır. Araştırmada kullanılan çeşitlerin un örneklerinde bulunan kül oranı ortalama değerlerine

göre, ikinci yılda bütün çeşitlerin kül miktarında birinci yıla göre artış olduğu anlaşılmıştır. Bu özellik bakımından en yüksek değer Murat-1 (% 1,37) çeşidinde hesaplanmıştır. Murat-1 çeşidi dışında bütün çeşitlerin kül içeriklerinin ekmeklik un tipine uygun olduğu görülmektedir. İklimsel etkiler nedeni ile çeşitlerin farklı yıllardaki kül oranlarında değişimler gözlemlenmiş (Çizelge 3), bu değişimlerin farklı seviyelerde olması, varyans analizinde çeşit x yıl etkileşiminin önemli bulunmasında etkili olmuştur (Çizelge 2). Sıcaklık artışı ve su stresi nedeni ile danede bulunan kül miktarının artış gösterdiği bildirilmiştir (Öztürk ve Aydın, 2004). Denemenin ikinci yılında mevcut şartlar göz önünde bulundurulsa bütün çeşitlerde görülen kül oranındaki artışın iklim koşullarından kaynaklandığı söylenebilir. Gluten kalitesini belirleyen önemli testlerden birisi olan sedimentasyon değeri (Zeleny ve ark., 1960) bakımından yalnızca çeşit ortalamaları arasındaki farkın önemli olduğu anlaşılmıştır. Elgün ve ark. (2002)'a göre, sedimentasyon değeri 15 ml'den az olan örnekler çok zayıf, 16-24 ml arasındaki örnekler zayıf, 25-36 ml arasında olanlar iyi, 36 ml'den yüksek değere sahip olanlar ise çok iyi gluten kalitesine sahiptir. Bu değerlendirmeye göre, denemeye alınan çeşitlerin tamamının her iki yılda ve çeşit ortalamalarına göre iyi/çok iyi gluten kalitesine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Çeşit ortalamalarına göre en yüksek sedimentasyon değeri Dropia çeşidinde (53,5 ml) tespit edilmiştir.

Buğdayda süne zararının varlığını belirlemek amacıyla sedimentasyon testinin yanı sıra beklemeli sedimentasyon testi geliştirilmiştir (Atlı ve ark., 1988). Bu teste göre beklemeli sedimentasyon değerinin sedimentasyon değerinden düşük olması, buğdayda süne zararının göstergesidir. Bu değerlendirmeye göre denemenin birinci yılında Dropia çeşidi dışında bütün çeşitlerde farklı oranlarda süne zararı olduğu anlaşılmaktadır. İkinci yılda ise tüm çeşitlerin beklemeli sedimentasyon değerleri sedimentasyon değerlerinden düşük bulunmuştur. Beklemeli sedimentasyon değeri bakımından Sana, Prostor, Murat-1 ve Yantar çeşitleri dışında bütün çeşit-ler denemenin ikinci yılında birinci yıla göre daha düşük değer sergilemiştir. Çeşitlerin genel ortalamalarına göre, beklemeli sedimentasyon değeri Dropia çeşidinde (44,0 ml) diğer çeşitlerden daha yüksek bulunmuş, bu özellik bakımından en düşük değer ise Prostor (21,5 ml) çeşidinde hesaplanmıştır. Buna paralel olarak yıl ortalamalarına göre denemenin ikinci yılında (25,1 ml) bu özelliğin ortalaması birinci yıldan (30,4 ml) daha düşük hesaplanmıştır (Çizelge 3). Sedimentasyon değeri ile birlikte bu özellik de dikkate alınır ise yalnızca Dropia ve Yantar çeşitlerinin ekmek yapımına uygun kaliteli una sahip oldukları söylenebilir. Bu iki çeşidin 2007 yılına ait beklemeli sedimentasyon değerleri, diğer tüm çeşitlerden farklarını net olarak ortaya koymaktadır.

Ekmeklik buğdayda un kalite özellikleri ile dane veriminin karşılıklı etkileşimleri ve uygun çeşit seçimi

Çizelge 3. Gözlemlenen özelliklerine ait ortalamalar ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Çeşitler	Nem (%)			Protein (%)			Yaş Gluten (%)			Gluten İndeks (%)		
	2006	2007	Ort	2006	2007	Ort	2006	2007	Ort	2006	2007	Ort
Atila12	12,5	11,7	12,1	9,6 e	12,7 ab	11,2 cd	26,7 f	36,4 ab	31,6 c	75,7 a	15,0 ef	45,3 cd
Dropia	11,8	12,1	11,9	13,2 a	13,0 a	13,1 a	37,2 a	35,8 a-c	36,5 a	80,3 a	75,3 a	77,8 a
Murat-1	11,9	11,2	11,6	11,6 b-d	12,8 ab	12,2 b	34,6 a-c	38,4 a	36,5 a	31,0 d	32,7 de	31,8 e
Nina	12,4	11,3	11,9	10,9 d	12,5 ab	11,7 bc	31,2 de	32,5b-d	31,9 bc	74,7 a	65,0 ab	69,8 ab
Prostor	12,1	12,1	12,1	11,1 dc	10,8 c	10,9 d	32,5 c-e	29,0 d	30,8 c	39,3 cd	30,0 de	34,7 e
Sana	12,1	11,7	11,9	11,4 b-d	13,1 a	12,2 b	33,1c-d	36,5 ab	34,8 a	35,0 d	21,7 ef	28,3 e
S.bosna	12,3	11,5	11,9	11,7 bc	12,6 ab	12,2 b	34,6 a-c	36,7 ab	35,7 a	61,3 b	15,0 ef	48,2 d
Tahirova	12,3	12,1	12,2	11,9 b	12,7 ab	12,3 b	36,7 ab	35,5 a-c	36,1 a	16,3 e	11,7 f	14,0 e
Tina	12,2	11,7	11,9	11,1 dc	11,5 bc	11,3 cd	29,9 e	30,7 cd	30,3 c	76,0 a	44,7 cd	60,3 bc
Yantar	12,1	11,6	11,8	11,4 b-d	12,3 ab	11,9 bc	34,2 bc	34,5 a-c	34,4 ab	50,0 bc	52,3 bc	51,2 dc
Ort.	12,2 a^ε	11,7 b	11,9	11,4 b	12,4 a	11,9	33,1 b	34,6 a	33,8	54,0 a	36,3 b	45,2
C.V.	2,20	4,39	3,54	3,49	5,67	4,86	4,54	7,88	6,57	13,8	26,1	19,3
Çeşitler	Kül (%)			Sedimentasyon (ml)			B.Sedimentasyon(ml)			Dane Verimi (kg/da)		
	2006	2007	Ort	2006	2007	Ort	2006	2007	Ort	2006	2007	Ort
Atila12	0,70 cd	0,98 bc	0,84 c	34,7	36,3	35,5 de	27,3 bc	21,0 b	24,6 cd	395,7 bc	207,4 c-e	301,5 b
Dropia	0,63 d	0,72 d	0,68 e	54,3	52,7	53,5 a	55,3 a	32,7 a	44,0 a	389,1 bc	246,9b-d	318,0 b
Murat-1	1,17 a	1,58 a	1,37 a	33,3	38,7	36,0 de	18,0 c	25,7 b	21,8 cd	306,2 d	152,0 e	229,1 c
Nina	0,61 d	0,70 d	0,65 e	42,3	44,3	43,3 b	31,7 bc	23,7 b	27,7 b-d	488,4 a	301,2 ab	394,8 a
Prostor	0,77 bc	0,83 cd	0,80 cd	31,3	34,3	32,8 ef	21,0 bc	22,0 b	21,5 d	318,2 cd	260,6 a-d	289,4 b
Sana	0,60 d	0,75 d	0,67 e	33,0	34,3	33,7 ef	21,7 bc	22,3 b	22,0 cd	424,3 ab	243,2 b-d	333,7 b
S.bosna	0,72b-d	0,75 d	0,74 de	41,7	37,0	39,3 b-d	35,0 b	23,7 b	29,3 bc	424,1 ab	201,0 de	312,5 b
Tahirova	0,84 b	1,13 b	0,99 b	31,3	30,0	30,7 f	26,3 bc	24,0 b	25,2 cd	283,2 d	268,2 a-c	275,7 bc
Tina	0,64 d	0,74 d	0,69 e	43,3	39,0	41,2 bc	33,3 b	21,0 b	27,2 b-d	460,9 ab	316,2 a	388,6 a
Yantar	0,62 d	0,69 d	0,65 e	35,7	38,0	36,8 c-e	34,0 b	34,7 a	34,3 b	426,1 ab	211,2 c-e	318,7 b
Ort.	0,73 b	0,89 a	0,81	38,1	38,5	38,3	30,4 a	25,1 b	32,8	391,6 a	240,8 b	316,2
C.V.	9,66	10,7	10,3	6,08	11,0	9,38	24,0	15,7	20,7	11,2	13,9	14,4

& Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark p<0.05 düzeyinde önemlidir. C.V.:Varyasyon Katsayısı.

Dane verimi göz önünde bulundurulduğunda, denenen bütün çeşitlerin birinci yılda yüksek ikinci yılda ise nispeten düşük verim değerleri sergilediği görülmüştür. Çeşit ortalamalarına göre en yüksek verim Nina ve Tina çeşitlerinden (394,8 ve 388,6 kg/da) elde edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü yıllarda birinci yıl verim ortalaması (391,6 kg/da) ikinci yıldan (240,8 kg/da) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). Kalite özelliklerinde olduğu gibi çeşitlerin verim düzeyleri iklimsel olumsuzluklardan yüksek oranda etkilenmiştir. Özellikle, denemenin ilk yılındaki toplam yağış miktarının yüksek olması ve ikinci yıl Mayıs-Haziran aylarında ortalama sıcaklığın daha yüksek seyretmesi nedeni ile bütün çeşitlerin dane veriminde ikinci yıl düşüşler yaşanmıştır.

Gözlemlenen kalite özellikleri ve verim arasında farklı yıllarda ve birleştirilmiş verilere göre değişik ilişkiler tespit edilmiştir (Çizelge 4). Dane verimi ile nem arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu anlaşılmıştır.

Protein oranı ve gluten miktarı ile verim miktarı arasında bütün değerlendirmelerde negatif yönlü ilişki olduğu anlaşılmıştır. Özellikle daneye karbonhidrat birikimi esnasında stres şartlarının oluşması dane iriliğini ve verimi etkileyen karbonhidrat birikimini olumsuz yönde etkilemektedir. Denemenin 2. yılında meydana gelen olumsuz koşullar danede karbonhidrat birikimini olumsuz yönde etkilemiştir. Nitekim protein oranı ile dane verimi arasında belirlenen bu negatif yönlü ilişki farklı araştırma sonuçlarında da belirlenmiştir (Pepe ve Heiner, 1975; Halloran, 1981). Gluten indeks değerinin her yıl için istatistiki açıdan önemli olmamakla birlikte verim ile pozitif yönlü ilişki içerisinde olduğu anlaşılmıştır. Kül oranının bütün değerlendirmelerde verim ile negatif yönlü bir etkileşim içerisinde olduğu görülmektedir. Sedimentasyon değeri ile dane verimi arasında denemenin birinci yılında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu belirlenmiş, ikinci yılda ise bu ilişkinin negatif yönde olduğu saptanmıştır. Beklemeli

sedimentasyon değeri ile dane verimi arasında sedimentasyon değeri ile dane verimi arasındakine benzer bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Kalite özelliklerinin birbirleri ile ilişkileri göz önünde bulundurulsa, protein ve gluten oranı arasında korelasyon analizi sonuçlarının pozitif yönde olduğu görülmektedir. Bu durum Perten ve ark., (1992) tarafından da belirlenmiş ve farklı çalışmalarda doğrulanmıştır (Curic ve ark., 2001; Tayyar ve Gül, 2008). Gluten proteinleri danede bulunan proteinlerin yaklaşık % 75-80'ini oluşturmaktadır. Yapılan gluten testlerinde hamurdan yıkanmak suretiyle uzaklaştırılan karbonhidratlar ve suda çözünen proteinler dışında kalan gluten proteinleri ile toplam protein oranı arasında pozitif yönlü bir ilişki ortaya çıkmaktadır (Bayoumi ve El-Demerdash, 2008). Gluten indeks değeri ile protein, kül ve gluten oranı arasında değişken, çoğunlukla negatif yönlü ilişkiler belirlenmiştir. Nitekim protein ve gluten miktarı ile gluten indeks değeri arasında görülen bu durum Aja ve ark., (2004) tarafından da belirlenmiştir.

Daha önce de belirtildiği gibi, proteinlerin oransal olarak fazla olması protein kalitesinin yüksek olduğu anlamına gelmemektedir. Çevresel etmenler, süne zararı ve genetik faktörlerden kaynaklanan nedenlerden ötürü proteinlerin yapısında bozulmalar meydana gelebilmektedir. Gluten indeks değeri ile sedimentasyon ve beklemeli sedimentasyon değerleri arasında ise pozitif yönlü ilişki olduğu anlaşılmıştır. Bu testler gluten kalitesini belirlemeye yönelik testler olduğundan analiz sonuçlarının yüksek çıkması durumunda gluten proteinlerinin dayanıklılığı da artış göstermektedir. Gluten indeks ve sedimentasyon değeri arasında pozitif yönlü etkileşim Curic ve ark. (2001) tarafından da tespit edilmiştir. Kül oranı ile diğer kalite özellikleri arasında literatürde fazla değerlendirmeye rastlanmamakla birlikte, kül oranı ile gluten indeks, sedimentasyon, beklemeli sedimentasyon, dane nemi ve verimi arasında negatif yönlü, diğer özelliklerle ise pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Gözlemlenen özellikler arasındaki korelasyon (Pearson) katsayıları

Özellik	Yıl	NO	P	YG	GI	KO	S	BS
P	2006	-0,43**						
	2007	-0,34						
	Birleştirilmiş	-0,51***						
YG	2006	-0,37*	0,90***					
	2007	-0,39*	0,81***					
	Birleştirilmiş	-0,42***	0,83***					
GI	2006	0,11	-0,15	-0,44*				
	2007	-0,12	-0,02	-0,24				
	Birleştirilmiş	0,14	-0,25	-0,38***				
KO	2006	-0,13	0,09	0,26	-0,54***			
	2007	-0,21	0,24	0,45**	-0,33			
	Birleştirilmiş	-0,32*	0,30*	0,42***	-0,47***			
S	2006	-0,18	0,50**	0,20	0,75***	-0,38*		
	2007	0,03	0,38*	0,15	0,70***	-0,20		
	Birleştirilmiş	-0,09	0,40**	0,18	0,66***	-0,24		
BS	2006	-0,24	0,45**	0,23	0,58	-0,42*	0,81***	
	2007	-0,23	0,29	0,19	0,52**	-0,16	0,43**	
	Birleştirilmiş	-0,03	0,17	0,32	0,58***	-0,33**	0,62**	
DV	2006	0,29	-0,17*	-0,29*	0,63***	-0,54**	0,42*	0,28
	2007	0,23	-0,55**	-0,66***	0,27	-0,47**	-0,15	-0,24
	Birleştirilmiş	0,50***	-0,55**	-0,46***	0,56***	-0,53***	0,10	0,62***

İstatistik açıdan * p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001 düzeyinde önemlidir. **Kısaltmalar:** NO:Nem oranı, P: Protein, YG:Yaş gluten oranı, GI:Gluten indeks değeri, KO:Kül oranı, S:Sedimentasyon değeri, BS: Beklemeli sedim. değeri, DV:Dane verimi.

Un kalitesini direkt olarak etkileyen dane protein içeriğinde ve yapısında iklimsel etkiler nedeni ile ortaya çıkan değişimler araştırmamızın daha önceki kısımlarında belirtilmiştir. Özellikle yüksek sıcaklıklar ve düşük yağış nedeni ile, kuru tarım yapılan bölgelerde buğday kalite bileşenlerinde önemli değişimler olabilmektedir (Karnoven ve ark., 1991). Meydana geldiği döneme ve şiddetine bağlı olarak, sıcaklık artışları proteinlerin oransal olarak artış göstermesine karşın yapısal olarak bozulmalarına neden olabilmektedir (Blumenthal ve ark., 1991; Correll ve

ark., 1994). Bu sebeple, gerek kalite özelliklerinin birbirleriyle gerek dane verimi ile olan ilişkileri iklimsel şartlara bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Buna karşın, protein ve gluten oranı gibi bazı özellikler ile verim arasında çoğunlukla sabit yönlü bir ilişki olduğu ancak farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda bu ilişkinin kuvvetinin farklı olduğu görülmektedir (Loffler ve ark., 1985; Kaya ve ark., 2002). Kalite özelliklerine benzer şekilde dane verimi de çevresel faktörlerden etkilenmekte ve farklılık gösterebilmektedir. Bu durum kalite özelliklerinde değişim olmasa da bazı özellikler

Ekmeklik buğdayda un kalite özellikleri ile dane veriminin karşılıklı etkileşimleri ve uygun çeşit seçimi

ile verim arasındaki ilişkinin farklılık göstermesine neden olmaktadır. Çeşit seçiminde kullanılacak özelliklerin çevre ile olan etkileşimlerinin dikkate alınması, uygun çeşitlerin belirlenmesinde önem arz etmektedir.

4. SONUÇ

Verim ile kalite parametreleri yüksek oranda çevresel etkilere bağlı olduklarından mevcut şartlara göre değerlendirmelerin yapılması, değişen çevre koşullarına karşı gerek kalite gerek verim düzeylerinde az değişim gösteren çeşitlerin tercih edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada protein ve gluten miktarı ile verim arasında varolan negatif yönlü ilişkinin çevresel etmenlerden fazlaca etkilenmediği, sedimentasyon ve beklemeli sedimentasyon değeri ile verim arasındaki ilişkilerin ise çevresel etmenlere bağlı olarak değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Gluten yapısı

ile ilgili testlerin sonuçları, sıcaklık artışı ve yağış miktarındaki düşüşün un kalitesi üzerine olumsuz etkisi olduğunu göstermiştir. Aynı iklimsel faktörlerin, protein ve gluten miktarının oransal olarak artışına neden olduğu saptanmıştır. Bu araştırma sonuçları, çeşit seçiminde yalnızca verime dayalı yapılan değerlendirmelerin yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır. Denenen çeşitlerden dane verimi miktarlarına göre Nina ve Tina çeşitlerinin tercih edilebileceği, kalite özellikleri dikkate alındığında ise Dropia ve Yantar çeşitlerinin orta derecede verimli ve kaliteli çeşitler olarak önerilebileceği görülmektedir. Ayrıca, Dropia çeşidinin protein oranı ve özellikle sünenin etkili olmadığı yıllarda protein kalitesi bakımından oldukça yüksek değerler gösterdiği, bu şartlarda düşük kaliteli ürünlerle paçal yapılmak suretiyle kullanılabilirliği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Araştırmamızın kalite analizlerini laboratuvarında yapma olanağı sağlayan Kaptanlar Un ve Gıda San. Tic. Ltd. Şti. yönetim kurulu başkanı sayın Mustafa KARAN'a en derin teşekkürlerimizi sunarız.

5. KAYNAKLAR

- Aja, S., Perez, J., Rossel, C.M., 2004. Wheat damage by *Aelia* spp. and *Eurygaster* spp.: Effects on gluten and water soluble compounds released by gluten hydrolysis. *Journal of Cereal Science*, 39:187-193.
- Altınbaş, M., Tosun, M., Yüce, S., Konak, C., Köse, E., Can, R.A., 2004. Ekmeklik buğdayda (*T. aestivum* L.) tane verimi ve bazı kalite özellikleri üzerinde genotip lokasyon etkileri. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(1):65-74.
- Anonim, 1972. ICC Standard No: 116. Determination of the Sedimentation Value (According to Zeleny) as an Approximate Measure of Baking Quality. *Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC)*. Verlag Moritz Schafer. Detmold.
- Anonim, 1980. ICC Standard No: 105/1. Method for the Determinations of Crude Protein in Cereals and Cereal Products for Food and for Feed. *Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC)*. Verlag Moritz Schafer. Detmold.
- Anonim, 1982. ICC Standard No: 137. Mechanical Determinations of the Wet Gluten Content of Wheat Flour (Glutomatic). *Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC)*. Verlag Moritz Schafer. Detmold.
- Anonim, 1994a. ICC Standard No: 104/1. Determination of Ash in Cereal and Cereal Products. *Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC)*. Verlag Moritz Schafer. Detmold.
- Anonim, 1994b. ICC Standard No: 155. Determination of Wet Gluten Quantity and Quality (Gluten Index ac. to Perten) of Whole Wheat Meal and Wheat Flour (*Triticum aestivum*).

- Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC). Verlag Moritz Schafer. Detmold.
- Anonim, 1999. Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği, Resmi Gazete, Sayı: 23614, Tebliğ No: 99/1.
- Anonim, 2007. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Çanakkale İl Müdürlüğü verileri.
- Atlı, A., Köksel, H., Dağ, A., 1988. Unda süne ve kımıl zararının belirlenmesi için geliştirilen yöntemler ve bu yöntemlerin uygulanabilirliği üzerine araştırmalar. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları*. Genel Yayın No: 1988/3, Arş. Yayın No:1988/2, Tarım Matbaası.
- Aydın, N., Bayramoğlu, H. O., Mut, Z., Özcan, H., 2005. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit ve hatlarının Karadeniz koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *AÜZF Tarım Bilimleri Dergisi*, 11:3, 257-262.
- Bayoumi, T. Y., El-Demerdash, I. S., 2008. Influence of nitrogen application on grain yield and end use quality in segregating generations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *African J. of Biochemistry Research*, 2(6):132-140.
- Blumenthal, C. S., Bekes, F., Batey, I. L., Wrigley, I. L., Moss, H. J., Mares, D. J., Barlow, E. W. R., 1991. Interpretation of grain quality results from wheat variety trials with reference to high temperature stress. *Aus. J. Agri. Res* 42: 325-334.
- Correll, R., Butler, J., Spouncer, L., Wrigley, C., 1994. The relationship between grain protein content of wheat and barley and temperatures during grain filling. *Australian J. of Plant Physiology*, 21: 869-873.
- Curic, D., Karlovic, D., Tusak, D., Petrovic, B., Dugum J., 2001. Gluten as a standard of wheat flour quality. *Food Technology & Biotechnology*, 39:353-361.
- Demirbaş, N., Atış, E., 2005. Türkiye tarımında gıda güvencesinin buğday örneğinde irdelenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 42(1):179-190.

- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G., 2002. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu (Düzeltilmiş 3. Baskı). Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Ders Kitapları Serisi No: 82, Erzurum, 245s.
- Ereku, O., Oncan, F., Ereku, A., Yava, İ., Engün, B., Koca, Y. O., 2005. İleri ekmeklik buğday hatlarında verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya Cilt I, Sayfa 111-116.
- Feil, B., 1999. Beziehungen zwischen dem Kornertrag und den Konzentrationen von Protein, Phosphor und Kalium in den Körnern von Sommerweizensorten. Pflanzenbauwiss. 3, 1-8.
- Fjell, K.M., Seibel, W., Gerstenkorn, P., 1996. Method for ash determination by conductivity. Cereal Chem. 73(4):510-511.
- Gooding, M. J., Ellis, R. H., Shewry, P. R., Schofield, J. D., 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. Journal of Cereal Science, 37, 295-309.
- Halloran, G.M., 1981. Grain yield an protein relationships in Wheat Cross. Crop Sci., 21:699-701.
- Jarvis, J. K., 2006. Growing season weather impacts on breadmaking quality of Canada Western Red Spring wheat grown in producer fields across Western Canada. Master of Thesis, Department of Soil Science, University of Manitoba.
- Karnoven, T., Peltonen, J., Kivi, E., 1991. The effect of northern climate conditions on sprouting damage of wheat grains. Ada Agriculturae Scandinavica, 41: 55-64.
- Kaya, Y., Arısoy, R.Z., Göçmen, A., 2002. Variations in grain yield and quality traits in bread wheat genotypes by zinc fertilization. Pakistan Journal of Agronomy, 1 (4):142-144.
- Loffler, C.M., Rauch, T.L., Busch, R.H., 1985. Grain and plant protein relationships in Hard Red Spring wheat. Crop Sci, 25: 521-524.
- Mut, Z., Aydın, N., Bayramoğlu, N.O., Özcan, H., 2007. Bazı ekmelik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin verim ve başlıca kalite özelliklerinin belirlenmesi. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2):193-201.
- Mut, Z., Aydın, N., Özcan, H., Bayramoğlu, H.O., 2005. Orta karadeniz bölgesinde ekmelik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. GOP Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 22 (2): 85-93.
- Özcan, H., Ekinci, H., Kavdır, Y., Yüksel, O., 2003. Dardanos Yerleşkesi Alan Toprakları. ÇOMÜ Yardımcı Ders Kitabı.
- Öztürk, A., Aydın, F., 2004. Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat. J. Agron. Crop Sci., 190: 93-99.
- Pepe, J.F., Heiner, R.E., 1975. Plant height, protein percentage, and yield relationships in spring wheat. Crop Sci 15:793-797.
- Perten, H., Bondesson, A., Mjorndal, A., 1992. Gluten index variations in commercial swedish wheat samples Cereal Foods World, 37, 655-660.
- Pleijel, H., Mortensen, L., Fuhrer, J., Ojanpera, K., Danielsson, H., 1999. Grain protein accumulation in relation to grain yield of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) grown in open-top chambers with different concentrations of ozone, carbon dioxide and water availability. Agric. Ecosys. Environ., 72: 265-270.
- SAS Institute, 1999. SAS V8 User Manual. SAS Ins, Cary NC.
- Schofield, J.D., 1994. Wheat proteins: structure and functionality in milling and breadmaking. In Wheat production, properties and quality (ed. W. Bushuk & V. F. Rasper), pp. 72-106. London: Chapman & Hall.
- Selles, F., Zentner, R.P., 1998. Environmental factors affecting wheat protein. Wheat Protein Production and Marketing: Proceedings of Wheat Protein Symposium:139-150. Fowler, D. B. et al. eds. University Extension Press, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK.
- Souza, J.M., Martin, M.J., Guttieri, K.M., O'Brien, D.K., Habernicht, S.P., Lanning, R., McLean, G.R., Talbert, L.E., 2004. Influence of genotype, environment, and N management on spring wheat quality. Crop Sci. 44(2): 425-432.
- Tayyar, Ş., 2005. Biga koşullarında yetiştirilen farklı ekmelik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit ve hatlarının verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Akdeniz Ü.Z.F. Dergisi, 18(3):405-409.
- Tayyar, Ş., Gül, M.K., 2008. Evaluation of 12 bread wheat varieties for seed yield and some chemical properties grown in Northwestern Turkey. Asian Journal of Chemistry 20(5):3715-3725.
- Ünal, S., 2002. Buğdayda kalitenin önemi ve belirlenmesinde kullanılan yöntemler. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi. 25-37, 3-4 Ekim, Gaziantep.
- Yağdı, K., 2004. Bursa koşullarında geliştirilen ekmelik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatlarının bazı kalite özelliklerinin araştırılması. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1):11-23.
- Zeleny, L., Greenaway, W.T., Gurney, G.M., Fifield, C.C., Lebsack, K., 1960. Sedimentation value as an index of dough mixing characteristics in early generation wheat selections. Cereal Chem., 37: 673.
- Zhao, C.H., Liu, L., Wang, J., Huang, W., Song, X., Li, C., 2005. Predicting grain protein content of winter wheat using remote sensing data based on nitrogen status and water stress. Int. J. Applied Earth Observation and Geoinformation, 7:1-9.

EKMEKLİK BUĞDAY (*Triticum aestivum* L.) GENOTİPLERİNİN TANE VERİMİ İLE BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE GENOTİP ve LOKASYON ETKİLERİ

Nevzat AYDIN¹ Zeki MUT² H. Orhan BAYRAMOĞLU¹ Hasan ÖZCAN¹
¹Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, ²OMÜ Bafra Meslek Yüksekokulu

e-mail: zmut@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.01.2009

Kabul Tarihi: 24.04.2009

ÖZET: Bu araştırma, 2004-2005 yetiştirme sezonunda 25 ekmeçlik buğday genotipi (20 ileri seviyede hat ve 5 çeşit) ile Samsun, Amasya ve Tokat lokasyonlarında Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada çeşitlerin tane verimi, bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı ve Zeleny sedimantasyon değeri incelenmiştir. Birleştirilmiş varyans analizleri genotip ve lokasyon ortalamaları arasındaki farklılıkların beş özelliğe de önemli olduğunu ve tüm özellikler için lokasyon etkilerinin toplam değişkenliğe daha fazla katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur. Üç lokasyonun ortalaması olarak genotiplerin tane verimleri 455.3 – 666.3 kg/da, bin tane ağırlıkları 32.4 – 41.8 g, hektolitreye ağırlıkları 74.8 – 82.5 kg, protein oranları %11.2 – 13.5 ve Zeleny sedimantasyon değerleri 26.9 – 51.2 ml arasında değişmiştir. En yüksek tane verimi Samsun lokasyonunda 2, 7 ve 11 numaralı, Amasya lokasyonunda 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 ve 10 numaralı, Tokat lokasyonunda ise 1, 2, 3, 4, 7 ve 8 numaralı genotiplerden elde edilmiştir. Regresyon katsayısı ve ortalama tane verimine göre 2, 3, 4, 7, 8, 14, 19 ve 20 nolu genotipler bütün çevrelere iyi uyum sağlayan genotipler olarak belirlenmiştir. Regresyon katsayısı, ortalama verim ve regresyondan sapma kareler ortalaması birlikte değerlendirildiğinde ise 2, 3, 4, 7, 14 ve 20 nolu genotipler stabil olarak belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Ekmeçlik buğday, tane verimi, kalite, lokasyon

EFFECTS OF GENOTYPE AND LOCATION ON GRAIN YIELD AND SOME QUALITY TRAITS IN BREAD WHEAT (*Triticum aestivum* L.) GENOTYPES

ABSTRACT: This research was carried out using 25 bread wheat genotypes (20 advanced lines and 5 cultivars) in a Randomized Complete Block Design with four replicates in 2004-2005 growing season in Samsun, Amasya and Tokat locations. In the trial, the cultivar data regarding seed yield, 1000 kernel weight, test weight, protein content and Zeleny sedimentation were investigated. The combined variance analyses indicated that differences between genotype and location means were significant for all 5 traits and that location effects notably contributed more to the total variation. According to the results including three location averages; grain yields, 1000 kernel weight, test weight, crude protein content and Zeleny sedimentation value of genotypes, were between 455.3 – 666.3 kg/da, 32.4 – 41.8 g, 74.8 – 82.5 kg, 11.2 – 13.5% and 26.9 – 51.2 ml, respectively. The highest seed yield was obtained from numbered 2, 7 and 11 genotypes in Samsun location, numbered 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 and 10 genotypes in Amasya location and numbered 1, 2, 3, 4, 7 and 8 genotypes in Tokat location. According to regression coefficient and average grain yields, the genotypes numbered 2, 3, 4, 7, 8, 14, 19 and 20 were found to be well adapted to all environments. Evaluating the regression coefficient, average grain yield and mean square of deviation from the regression, the genotypes numbered 2, 3, 4, 7, 14 and 20 were found to be stable.

Keywords: Bread wheat, grain yield, quality, location

1. GİRİŞ

Diğer bitkilerde olduğu gibi, buğday ıslah programlarında da hem tane verimi hem de kalite özellikleri bakımından yüksek ve aynı zamanda tutarlı bir performansa sahip bitkilerin geliştirilmesi hedeflenmektedir (Altınbaş ve ark., 2004). Bitki ıslahçıları için niceleyici özelliklerin değerlendirilmesinde lokasyonların seçimi önemli bir karardır. Lokasyonlar genellikle geliştirilecek çeşidin ticari olarak yetiştirileceği alanlar dikkate alınarak seçilmektedir (Fehr, 1993). Türkiye'nin çok farklı iklim ve toprak özelliklerine sahip bölge ve alt bölgelere sahip olması nedeniyle geliştirilecek çeşitlerin adaptasyon yetenekleri yüksek olmalı veya alt bölgelere adapte olmuş çeşitler geliştirilmelidir. Farklı lokasyonlarda verim ve kalite özellikleri bakımından farklılık göstermeyen yani stabil çeşit geliştirebilmek buğday ıslahçıları için zorlukları olan önemli bir amaçtır.

Karadeniz Bölgesi iklim ve toprak özellikleri bakımından farklılıklar gösteren lokasyonlara sahip bir bölgedir. Bu farklılıkların önemli seviyelerde

gözleendiği ve buğday üretimi yapılan illerin başında Samsun, Amasya ve Tokat illeri gelmektedir. Samsun lokasyonu verim potansiyeli yüksek olan fakat verim ve kalite özellikleri iklim, toprak ve hastalık faktörleri tarafından sınırlanan bir lokasyondur. Tokat lokasyonu ise verim potansiyeli yüksek bir lokasyon olmakla birlikte Samsun lokasyonunun aksine verim ve kalite özelliklerini sınırlayan faktörler daha azdır. Kuraklık riskinin bulunduğu Amasya lokasyonu ise kalite özellikleri bakımından genotiplerin potansiyellerinin belirlenebileceği bir lokasyondur. Geliştirilen genotipler farklı çevre ve yıllarda denemeye alınmakta ve ümitvar olanlar seçilmektedir. Genotip-çevre etkileşimlerinin önemli çıkması durumunda stabilite kavramı önem kazanmaktadır. Stabilite; biyolojik anlamda çeşitlerin farklı çevrelerde sabit bir verim göstermesi, tarımsal anlamda ise, bir çeşidin belli bir çevrede, o çevrenin belirlenen verimlilik düzeyinde olması şeklinde ifade edilmektedir (Becker, 1981; Yılmaz ve Tuğay, 1999). Ayrıca, bir genotipin geniş bir çevre serisi içinde iyi bir performans göstermesi şeklinde kabul edilen

stabilite genel adaptasyon yeteneği olarak da tanımlanmaktadır (Kılılı ve Gencer, 1995). Genotiplerin stabilitesini belirlemede birçok yöntem geliştirilmiştir. Stabilite tahminci parametresi olarak yakınsa genotipin stabilitesi o kadar yüksektir. Regresyon katsayısı ile birlikte regresyondan sapma kareler ortalaması sıfıra yakın olan ve verim ortalaması genel ortalamadan yüksek genotipler stabil olarak kabul edilir.

Buğdayın verim ve kalite özellikleri genotip x çevre interaksiyonundan önemli oranda etkilenmektedir (Peterson ve ark., 1992; Grausgruber ve ark., 2000; Altınbaş ve ark., 2004). Buğdayda tane verimi genetik olarak çeşidin verim potansiyelinin yüksek olması yanında birçok yetiştirme tekniği ve iklim faktöründen etkilenmektedir. Bu bağlamda Grausgruber ve ark. (2000) çevrenin kalite özellikleri üzerine etkili en kritik faktörlerden biri olduğunu bildirmişlerdir.

Buğdayda kalite birçok ölçüte bağlı olarak değişmekle birlikte sanayide kullanım amacına bağlı olarak çok geniş bir anlam taşımaktadır. Kullanım amacını etkileyen en önemli özellikler tanenin protein oranı ve protein kalitesidir (Kimber ve Sears, 1987). Bununla birlikte protein kalitesi aynı olan materyalde protein oranı yüksek olan materyal daha kaliteli olarak kabul edilmektedir (Bushuk, 1998). Sedimentasyon değeri buğdayda protein kalitesinin belirlenmesinde kullanılan önemli yöntemlerden biridir (Zeleny, 1947). Tanedeki protein oranı çevresel faktörlerden önemli oranda etkilenmektedir (Atlı, 1999; Grausgruber ve ark., 2000). Bununla birlikte hem sulanan hem de kurak alanlarda ekmeğin kalite kriterleri üzerinde en belirleyici faktörün çeşit olduğu (Souza ve ark., 2004) ve verimde azalma olmaksızın islah yoluyla tanenin protein oranının artırılabilceği bildirilmiştir (Miezan ve ark., 1977). Bin tane ağırlığı ve hektolitreye değeri buğdayda kullanılan önemli fiziksel kalite ölçütlerindedir. Hektolitreye ağırlığı un sanayicilerinin sık kullandıkları ve ürünün bazı özellikleri hakkında önemli ipuçları veren bir özelliktir. Üründeki cılız tane ve yabancı maddeler hakkında bilgi vermekte ve tanenin dolgun ve sağlıklı olması ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

Bu çalışma, Samsun, Amasya ve Tokat koşullarında yetiştirilen bölge verim denemesi seviyesindeki ekmeçlik buğday hatları ile 5 kontrol çeşidin tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin değerlendirilmesi, bu özellikler üzerine genotip ve lokasyonun etkilerinin ortaya konması ve ümitvar olan genotiplerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Samsun, Amasya ve Tokat koşullarında 2004-2005 yetiştirme döneminde yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan buğday hatları bölge verim denemesi seviyesindedir ve melez bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir. Ayrıca denemelerde Bezostaya, Kate-A1, Pandas, Sakin ve Canik2003 çeşitleri standart

regresyon katsayısı (b_i) (Finlay and Wilkinson, 1963) ve regresyondan sapma kareler ortalaması (S^2_d) (Eberhart and Russell, 1966) en yaygın kullanılan parametrelerdir. Regresyon katsayısı 1'e ne kadar olarak kullanılmıştır. Standart olarak kullanılan çeşitlerin seçiminde; bölgede yetiştiriliyor olmaları yanında verim potansiyelleri ve kalite kriterleri dikkate alınmıştır. Lokasyonların çok yıllık ve denemelerin yapıldığı yıla ait bazı iklim verileri Çizelge 2'de verilmiştir. Ekimler parsel mibzeri ile yapılmıştır. Ekimde parsel alanı 7.8 m² ve hasatta parsel alanı 6 m²'dir. Ekim sıklığı m²'de 500 canlı tohum olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekim, her üç lokasyonda da Kasım ayı içerisinde yapılmıştır. Denemeler; Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve istatistiki analizlerde aynı yöntemeye göre SAS istatistik programında Proc GLM prosedürüne göre lokasyonlar ayrı ayrı ve birleştirilmiş varyans analizine tabi tutulmuştur. Ancak makalede sadece birleştirilmiş varyans analiz sonuçları verilmiştir. Genotip ve lokasyon ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır. Ana etkiler olarak genotip ve lokasyon etkileri ile onların interaksiyonlarının özellik performansları üzerindeki oransal etkilerini belirleyebilmek amacıyla varyans komponentleri yöntemi kullanılmıştır. Bu modelde, genotipler sabit (=fixed) ve lokasyonlar tesadüfi (=random) etkiler olarak kabul edilmiştir. Varyans analizindeki varyasyon kaynaklarına ilişkin kareler ortalamalarının beklenen kareler ortalamalarına eşitlenmesiyle tahminlenen varyans öğelerinin toplam varyans içindeki payları hesaplanarak genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon interaksiyonu etkilerinin her özelliğe katkıları belirlenmiştir (Altınbaş ve ark., 2004). Denemeler; Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve istatistiki analizlerde aynı yöntemeye göre SAS istatistik programında Proc GLM prosedürüne göre lokasyonlar ayrı ayrı ve birleştirilmiş varyans analizine tabi tutulmuştur. Ancak makalede sadece birleştirilmiş varyans analiz sonuçları verilmiştir. Genotip ve lokasyon ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır. Ana etkiler olarak genotip ve lokasyon etkileri ile onların interaksiyonlarının özellik performansları üzerindeki oransal etkilerini belirleyebilmek amacıyla varyans komponentleri yöntemi kullanılmıştır. Bu modelde, genotipler sabit (=fixed) ve lokasyonlar tesadüfi (=random) etkiler olarak kabul edilmiştir. Varyans analizindeki varyasyon kaynaklarına ilişkin kareler ortalamalarının beklenen kareler ortalamalarına eşitlenmesiyle tahminlenen varyans öğelerinin toplam varyans içindeki payları hesaplanarak genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon interaksiyonu etkilerinin her özelliğe katkıları belirlenmiştir (Altınbaş ve ark., 2004). Genotip x çevre interaksiyonun önemli çıkması üzerine stabilite analizleri yapılmıştır.

Ekmeklik buğday (*triticum aestivum* L.) genotiplerinin tane verimi ile bazı kalite özellikleri üzerine genotip ve lokasyon etkileri

Çizelge 1. Denemede kullanılan çeşitler ve hatların melez bilgileri

Genotip		Genotip	
No	Melez	No	Melez
1	DORADE-5	14	GUN91/SERI82
2	754-90-16	15	PANDAS (Standart)
3	CANON	16	TN MU/6/CEP80111/CEP81165/5/MRNG/4/YKT406/3/...
4	PORADA	17	TN MU/MILAN
5	BEZOSTAYA (Standart)	18	TN MU/MILAN
6	86-5896/P748.02	19	VORONA/HD2402
7	CHOIX/STAR/3/HE1/3*CNO79//2*S ERI	20	SAKİN (Standart)
8	OK95593	21	MUNIA/ALTAR 84//AMSEL
9	VONA//KS75210/TAM101	22	MUNIA/CHTO//AMSEL
10	KATE-A1 (Standart)	23	KAUZ/TN MU
11	OK84306//CNO79/PRL/3/BRUL/TRA KIA	24	MUNIA//NL456/VEE#5
12	TINAMOU	25	CANİK2003 (Standart)
13	TINAMOU's (Reselection)		

Çizelge 2. 2004-2005 Yıllarında Samsun, Amasya ve Tokat lokasyonlarına ilişkin iklim verileri

İklim Fak.	Lokasyonlar	2004			2005							10 aylık Top/ort.	
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz		
Yağış (mm)	Samsun	59.5	174.2	84.4	62.8	43.1	141.6	87.8	34.7	51.1	5.9	745.1	
	Amasya	7.1	105.4	29.0	22.3	32.2	112.6	89.7	41.9	46.4	19.5	506.1	
	Tokat	18.9	90.4	23.3	38.4	38.8	108.7	50.6	101.3	12.1	26.4	508.9	
	Uzun Samsun	Y.	87.4	78.6	73.3	58.4	48.8	52.7	58.3	50.6	47.9	31.3	587
	Uzun Amasya	Y.	30.0	40.0	48.8	48.9	38.0	43.7	49.0	51.7	35.1	15.8	401
	Uzun Y. Tokat		34.2	50.1	47.2	41.7	33.4	40.2	61.6	60.5	40.6	10.5	420
Ort. Sıcaklık (°C)	Samsun	16.9	12.2	8.9	9.0	7.5	7.2	11.4	15.8	20.2	24.2	13.3	
	Amasya	15.4	8.6	3.5	5.2	5.5	7.4	13.9	17.8	20.9	25.5	12.4	
	Tokat	14.7	7.4	2.6	4.5	4.3	7.1	13.1	16.2	19.2	23.7	11.3	
	Uzun Samsun	Y.	15.9	11.9	8.9	6.9	6.6	7.8	11.1	15.3	20.0	23.1	12.7
	Uzun Amasya	Y.	14.5	8.6	4.7	2.5	4.4	8.3	13.5	17.8	21.5	23.9	11.9
	Uzun Y. Tokat		13.4	7.6	3.6	2.0	3.2	7.1	12.6	16.3	19.6	22.1	10.8
Ort. Nispi Nem (%)	Samsun	75.9	68.5	65.8	71.7	69.1	78.2	79.0	82.5	75.8	76.9	74.3	
	Amasya	56.1	57.5	64.1	60.1	52.9	56.8	49.4	51.3	43.8	44.7	53.7	
	Tokat	61.4	67.2	67.5	65.7	61.7	62.4	56.1	65.1	56.6	56.6	62.0	
	Uzun Samsun	Y.	75.8	70.4	66.8	68.0	70.4	75.8	79.5	80.6	76.3	73.4	73.4
	Uzun Amasya	Y.	62.9	67.4	69.9	68.5	63.3	59.1	57.8	56.9	54.5	53.6	61.4
	Uzun Y. Tokat		63.7	67.8	69.7	66.5	61.8	57.9	59.1	56.5	53.7	55.4	61.2

Genotiplerin stabilite durumlarını belirlemek için ortalama verim, regresyon katsayısı (b_1) (Finlay ve Wilkinson, 1963) ve regresyondan sapma kareler ortalaması (S^2_d) (Eberhart ve Russell, 1966) kullanılmıştır. Regresyon katsayısı ve ortalama tane verimlerine göre genotiplerin uyum durumları; bütün çevrelere iyi uyum (regresyon katsayıları 1'e yakın ve genotip verim ortalaması genel ortalamanın üstünde olanlar), bütün çevrelerde orta derecede uyum (verim ortalaması genel ortalamaya ve regresyon katsayısı 1'e yakın olanlar), bütün çevrelere kötü uyum (regresyon katsayısı 1'e yakın ve ortalaması genel ortalamadan düşük genotipler), iyi çevre koşullarına özel uyum (regresyon katsayısı 1'den büyük ve verimi genel ortalamadan yüksek olan genotipler) ve denemede kötü çevre koşullarına kötü

uyum (regresyon katsayısı 1'den küçük ve verimi genel ortalamadan düşük olan genotipler) olarak değerlendirilmektedir. (Finlay ve Wilkinson, 1963). Eberhart ve Russell (1966)'a göre regresyon katsayısı ile birlikte regresyondan sapma kareler ortalaması sifıra yakın olan ve verim ortalaması genel ortalamadan yüksek genotipler stabil olarak kabul edilmiştir.

Kullanılan azotlu gübre miktarı dekara saf olarak 12 kg'dır ve azotun yarısı ekimle, diğer yarısı ise sapa kalkma döneminde verilmiştir. Dekara 6 kg P_2O_5 ekimden önce taban gübresi olarak verilmiştir. Samsun lokasyonu fosfor bakımından zengin olduğu için fosforlu gübreleme yapılmamıştır. Yabancı otlar mücadelede herbisit kullanılmış ve denemelerde sulama yapılmamıştır. Araştırmada tane verimi, bin

tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı ve Zeleny sedimantasyon değeri belirlenmiştir. Protein oranını belirlemek için Kjeldahl yöntemi (Uluöz, 1965), sedimantasyon değeri için ise Zeleny yöntemi kullanılmıştır (Zeleny, 1945).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Üç lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analiz sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 3’te görüldüğü gibi tane verimi, 1000 tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı ve sedimantasyon için genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon etkilerinin varlığına ilişkin varyans analiz sonuçları önemli düzeydedir ($P < 0.01$). Buna göre lokasyon ve genotip ortalamaları arasında önemli farklılıklar vardır. Her özellik bakımından varyans kaynaklarının toplam değişkenliğe olan katkılarını gösteren oransal değerler, bu çalışmada ele alınan bütün özelliklerde tüm genotip performansları arasındaki farklılıklara lokasyon etkilerinin daha fazla katkısının olduğunu göstermiştir (Çizelge 4). Ayrıca, tane veriminde genotip x lokasyon etkisinin genotipik etkilere oranla daha büyük, kalite özelliklerinde ise daha küçük olduğu belirlenmiştir. Altınbaş ve ark. (2004) tane verimi, yaş gluten ve sedimantasyon değeri üzerindeki çevresel etkilerin genotipik ve genotip x çevre etkilerinden daha büyük, bin tane ağırlığı bakımından ise genotipik etkinin çevresel etkiden daha büyük olduğunu belirtmişlerdir. Peterson ve ark. (1992) ve Grausgruber ve ark. (2004) protein oranı ve sedimantasyon değeri üzerindeki çevresel etkilerin genotipik ve genotip x çevre etkilerinden daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir.

3.1. Tane Verimi

Varyans analizi sonuçlarına göre, üç lokasyonda da tane verimi bakımından genotipler arasındaki farklılıkların ve genotip x lokasyon etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Lokasyon ortalamalarına göre tane verimi dekara 555.4 kg’dır. En yüksek tane verimi Tokat lokasyonundan (723.2 kg/da) elde edilmiş ve bu lokasyonu Samsun (506.4 kg/da) ve

Amasya lokasyonları (436.6 kg/da) takip etmiştir (Çizelge 5). Tokat lokasyonunun yüksek verimli olmasında Mayıs ayı içerisinde düşen yüksek yağış miktarı (101.3 mm) etkili olmuştur (Çizelge 2). Üç lokasyonun ortalamasına göre en yüksek tane verimi sırasıyla 7, 1, 2, 4, 8, 11 ve 3 numaralı hatlardan, en düşük tane verimi ise Bezostaya çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 5). Lokasyonların ortalamasına göre 12 genotipin tane verimi dekara 550 kg’ın üzerindedir. Bu sonucun elde edilmesinde Tokat lokasyonundan elde edilen yüksek verimler etkili olmuştur. Nitekim Tokat lokasyonunda en düşük tane verimi 541.8 kg/da ile 17 nolu hattın elde edilmiştir. Her üç lokasyonda da 2 ve 7 numaralı hatlar deneme ortalaması üzerinde tane verimi elde edilen ve ilk sıralarda yer alan genotipler olmuştur. Lokasyonların ortalamasına göre en yüksek verimli kontrol çeşit 579.4 kg/da ile Sakin iken, en düşük verime sahip olan kontrol çeşit ise 455.3 kg/da ile Bezostaya’dır. Tane verimi bakımından Samsun lokasyonunda 2, 7 ve 11 numaralı, Amasya lokasyonunda 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 ve 10 numaralı, Tokat lokasyonunda ise 1, 2, 3, 4, 7 ve 8 numaralı genotipler ilk sırada yer almış ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. Samsun lokasyonu diğer iki lokasyona göre daha fazla yağış almasına rağmen tane verimi Tokat lokasyonundan daha düşük olmuştur. Bunun nedeni yüksek yağış ve nemin genotiplerin yatmasına ve hastalık epidemisine neden olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Verim bitkinin genetik potansiyeli, çevre faktörleri ve yetiştirme tekniklerinin birlikte etkileri sonucu ortaya çıkmaktadır. Örneğin, farklı gübreleme dozları (Kettlewell ve ark., 1998), yıl içindeki yağışın dağılımı ve yetiştirme periyodundaki sıcaklık (Smith ve Googing, 1999) ile genotip, ekim zamanı, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi faktörler verim ve kaliteyi belirlerler. Ayrıca çalışmada; genotip x çevre etkilerinin de önemli bulunmuştur. Peterson ve ark. (1992), Yağdı (2000) ve Altınbaş ve ark. (2004) tane verimi için genotip x çevre etkilerinin önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 3. 2004-2005 Yetiştirme döneminde üç lokasyonda denenen 25 ekmeçlik buğday genotipinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Kaynak	S.D.	Tane verimi	1000 tane ağırlığı	Hektolitre ağırlığı	Protein oranı	Sedimantasyon değeri
Blok (yıllar)	9	12528.43	5.38	3.22	0.660	9.043
Lokasyon (L)	2	2345222.01**	2027.82**	561.14**	283.37**	8955.80**
Genotip (G)	24	36852.48**	74.62**	38.34**	4.035**	644.567**
GxL	48	19884.01**	13.98**	4.99**	0.857**	70.056**
Hata	216	3674.48	2.21	1.048	0.07697	2.2725

** : 0.01 olasılık düzeyinde önemli

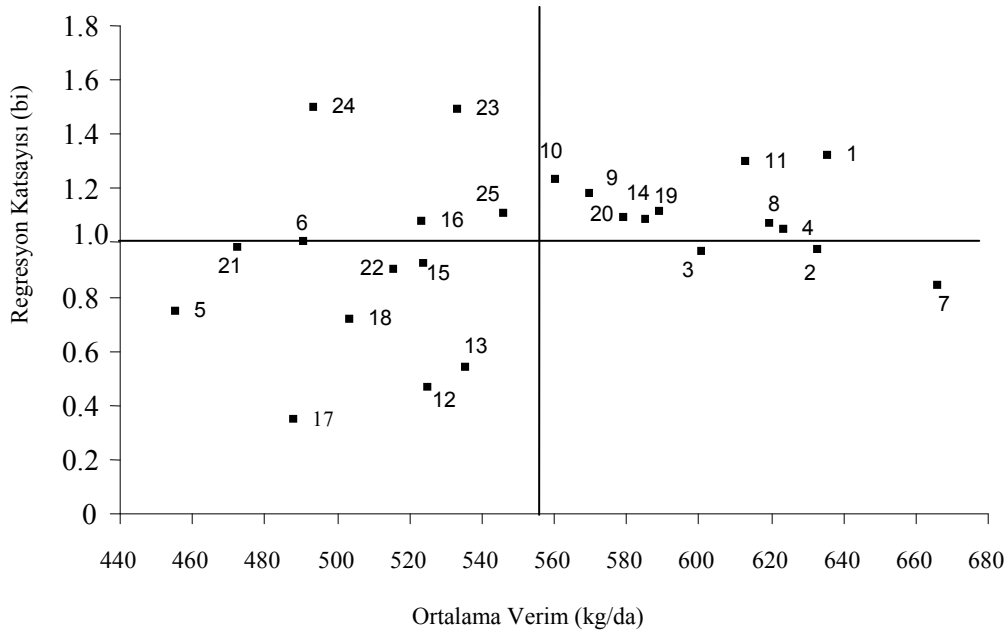
Çizelge 4. Üç Lokasyonda yetiştirilen 25 ekmeçlik buğday genotipinin verim ve bazı kalite özelliklerinde varyans kaynaklarının toplam değişkenlik içindeki payları (%)

Kaynak	Tane verimi	1000 tane ağırlığı	Hektolitre ağırlığı	Protein oranı	Sedimantasyon değeri
Lokasyon (L)	71.24	66.36	53.60	84.03	56.97
Genotip (G)	5.07	16.75	26.80	7.90	30.70
GxL	14.22	9.69	9.50	5.80	10.87
Hata	9.47	7.2	10.10	2.27	1.46

Çizelge 5. Üç lokasyondaki ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi, duncan gruplandırması ve stabilite parametrelerine ilişkin değerler

Genotip No	Tane Verimi (kg/da)			Ortalama	b _i	S ² _d
	Samsun	Amasya	Tokat			
1	565.8 cd	483.0 a-d	858.3 a	635.7 ab	1.319**	44.0
2	622.8 ab	489.5 a-d	787.3 a-c	633.2 a-c	0.972	2272.0
3	534.8 d-f	500.5 a-d	767.3 a-e	600.8 a-e	0.964	573.0
4	571.5 b-d	500.0 a-d	799.0 a-c	623.5 a-d	1.045	5.5
5	387.5 lm	390.5 f-ı	587.8 gh	455.3 m	0.744**	1590.0
6	492.5 f-ı	334.0 ı	646.5 d-h	491.0 j-m	1.004	4176.0
7	639.8 a	555.5 a	803.8 a-c	666.3 a	0.840	351.0
8	521.8 d-g	527.3 ab	809.7 a-c	619.6 ad	1.067	3369.0
9	448.3 ı-k	478.5 a-e	783.5 a-d	570.1 d-ı	1.179*	6674.0
10	372.5 m	510.5 a-c	798.5 a-c	560.5 e-ı	1.234*	26505.0
11	599.8 a-c	421.3 d-h	818.3 ab	613.1 a-e	1.295*	4122.0
12	507.7 e-h	466.5 b-f	601.8 gh	525.3 ı-l	0.463**	43.0
13	535.8 d-f	451.3 b-f	620.0 gh	535.7 f-k	0.541**	1159.0
14	542.0 d-f	448.7 b-f	765.8 a-e	585.5 b-g	1.088	161.0
15	509.0 e-h	391.3 f-ı	671.3 c-h	523.8 ı-l	0.922	1514.0
16	559.5 c-e	328.0 ı	683.0 b-g	523.5 ı-l	1.079	12923.0
17	489.3 f-ı	434.0 c-h	541.8 h	488.3 k-m	0.344**	518.0
18	468.0 g-j	418.8 d-h	624.3 f-h	503.7 j-m	0.718**	2.8
19	573.3 b-d	427.5 d-h	766.8 a-e	589.2 b-f	1.114	2456.0
20	538.8 d-f	439.8 c-g	759.8 a-f	579.4 c-h	1.093	276.0
21	409.5 k-m	367.0 g-ı	641.5 e-h	472.7 l-m	0.984	359.0
22	434.5 j-l	437.5 c-h	676.0 b-h	516.0 ı-l	0.901	2390.0
23	456.7 h-k	358.8 hı	784.3 a-d	533.3 h-k	1.491**	18.0
24	311.8 n	398.3 e-ı	770.8 a-e	493.6 j-m	1.496**	19527.0
25	567.5 cd	357.8 hı	713.3 b-g	546.2 f-j	1.106	9249.0
Ortalama	506.4 b	436.6 c	723.2 a	555.4	1.000	
V.K. (%)	6.74	11.04	11.50	10.6		

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 önem düzeyine göre fark yoktur. b_i; regresyon katsayısı, S²_d; regresyondan sapma kareler ortalaması



Şekil 1. Samsun, Amasya ve Tokat lokasyonlarında yetiştirilen ekmeklik buğday genotiplerinin regresyon katsayısı ve ortalama tane verimine göre adaptasyon durumları

Regresyon katsayısı (b_i) ve ortalama tane verimlerine göre; ortalama tane verimleri genel ortalamadan yüksek ve regresyon katsayıları 1'den farklı olan 2, 3, 4, 7, 8, 14, 19 ve 20 nolu genotipler farklı çevrelere iyi uyum sağlayan genotipler olarak belirlenmiştir. 25 nolu genotip genel ortalamadan

farksız tane verimi ve 1'den farksız regresyon katsayısı değeri ile bütün çevrelere orta derecede uyum sağlayan genotip olmuştur. 6, 15, 16 ve 22 nolu genotipler 1'den farksız regresyon katsayısı ve genel ortalamanın altında tane verimi ile tüm çevrelere kötü uyum sağlayan genotipler olarak belirlenmiştir. 1'den küçük regresyon katsayısı ve genel ortalamanın altında tane verimine sahip 5, 12, 13 ve 17 nolu genotipler kötü çevrelerde kötü uyum sağlayan genotipler olarak tespit edilmiştir. 1 ve 11 nolu genotip ise iyi çevrelerde iyi uyum sağlayan genotipler olarak belirlenmiştir (Çizelge 5, Şekil 1).

Eberhart ve Russell (1966)'a regresyon katsayısı 1, regresyondan sapma kareler ortalaması sıfıra yakın olan ve verim ortalaması genel ortalamadan yüksek 2, 3, 4, 7, 14 ve 20 nolu genotipler stabil olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

3.2. Bin Tane Ağırlığı

Samsun, Amasya ve Tokat lokasyonlarında yürütülen denemelerde yer alan genotiplerin bin tane ağırlığına ait ortalama değerler Çizelge 6'da verilmiştir. Bin tane ağırlığı bakımından genotipler arasındaki fark lokasyonlar arasında % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bin tane ağırlığı ortalaması Samsun lokasyonunda 39.4 g, Amasya lokasyonunda 33.0 ve Tokat lokasyonunda 41.4 g olmuştur. Lokasyonların ortalamasına göre genotiplerin bin tane ağırlıkları 32.4 - 41.8 g arasında değişmiştir (Çizelge

6). Samsun lokasyonunda 2, 15, 19, 20 ve 25 numaralı, Amasya lokasyonunda 22 ve 24 numaralı, Tokat lokasyonunda ise 5, 7, 18, 22, 24 ve 25 numaralı genotipler bin tane ağırlığı bakımından ilk sıralarda yer almışlardır. Lokasyonların ortalamasına göre en yüksek bin tane ağırlığı ortalamaları sırasıyla 22 (41.8 g), 24 (41.6 g), 15 (41.3 g) ve 20 (41.3 g) numaralı genotiplerden elde edilmiş ve bu genotipler istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 6). Genetik yapı ve ekolojik faktörler bin tane ağırlığı üzerine etkili iki önemli faktördür. Başaklanma sonrası çevre koşullarının daha iyi değerlendiren çeşitlerin bin tane ağırlığının daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Korkut ve Ünay, 1987).

Bin tane ağırlığı tahıllarda tane verimini etkileyen önemli özelliklerden biridir (Tosun ve Yurtman, 1973; Gençtan ve Sağlam, 1987; Korkut ve ark., 1993). Peterson ve ark. (1992) yapmış oldukları çalışmada çevrenin bin tane ağırlığı üzerine etkisinin diğer kalite kriterlerine oranla daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da bin tane ağırlığı için genotip x çevre interaksyonu önemli bulunmuştur. Samsun lokasyonunda görülen hastalık ve yatma, Amasya lokasyonunda ise özellikle tane dolum döneminde düşen yağışın azlığı bazı genotiplerin bin tane ağırlığını olumsuz yönde etkilemiştir. Olugbemi ve ark. (1976) olumsuz çevre şartları altında azalan fotosentez miktarının tane ve hektolitre ağırlığını düşürebileceğini bildirmişlerdir.

Çizelge 6. Ekmeklik buğday genotiplerinin bin tane ve hektolitre ağırlığına ilişkin ortalama değerler ve duncan gruplandırması

Genotip No	Bin Tane Ağırlığı (g)				Hektolitre Ağırlığı (kg)			
	Samsun	Amasya	Tokat	Ortalama	Samsun	Amasya	Tokat	Ortalama
1	39.8 d-h	34.5 c-e	41.9 d-f	38.7 d-h	79.0 d-f	80.6 a-f	83.9 c-d	81.2 c-e
2	42.2 a-d	31.8 e-h	38.7 ij	37.5 h-k	78.5 e-h	78.6 e-g	82.4 fg	79.8 g-i
3	40.5 c-g	32.5 e-g	40.4 f-i	37.8 f-i	79.6 c-e	79.0 e-g	83.0 ef	80.5 e-h
4	40.8 b-f	31.7 f-h	40.3 f-i	37.6 h-k	79.9 cd	78.4 fg	82.4 fg	80.2 f-i
5	38.2 g-j	36.7 bc	49.3 a	40.3 bc	77.5 hi	79.6 c-g	83.9 c-d	80.3 e-i
6	37.7 h-j	28.5 ij	39.3 h-j	35.2 m-o	74.4 l	72.8 j	77.3 j	74.8 n
7	38.4 f-j	35.9 b-d	45.6 ab	39.9 cd	77.0 ij	79.6 a-f	84.0 c-d	80.6 e-g
8	34.5 k	28.0 j	34.6 l	32.4 p	80.3 bc	82.3 ab	83.9 c-d	82.1 ab
9	36.5 jk	32.5 e-g	40.1 f-i	36.4 k-m	80.4 a-c	79.5 d-g	83.5 c-e	81.1 d-f
10	34.4 k	33.0 e-g	41.6 e-g	36.4 j-m	76.3 jk	78.8 e-g	83.4 de	79.5 i-k
11	37.3 ij	28.3 j	39.5 g-j	35.0 no	77.1 ij	77.6 gh	82.9 ef	79.2 jk
12	40.6 c-g	33.8 d-f	41.3 e-h	38.6 e-h	81.5 a	81.9 a-d	84.3 bc	82.5 a
13	38.7 e-j	31.0 g-i	38.8 ij	36.2 l-n	80.5 a-c	80.4 a-f	84.5 ab	81.8 a-d
14	37.7 h-j	29.1 ij	36.3 kl	34.3 o	74.5 l	76.0 hi	78.6 i	76.4 m
15	43.2 ab	36.8 bc	43.8 b-d	41.3 ab	75.9 k	79.1 e-g	81.6 h	78.9 kl
16	39.6 e-i	30.6 g-j	40.3 f-i	36.8 i-l	81.1 ab	81.1 a-e	84.0 c-d	82.00 a-c
17	40.3 c-g	34.0 d-f	43.1 c-e	39.1 c-f	78.4 f-h	80.8 a-f	84.0 c-d	81.0 d-f
18	40.5 c-g	34.1 e-f	45.0 a-c	39.8 c-e	77.6 g-i	80.1 b-g	83.5 c-e	80.4 e-h
19	41.0 a-e	31.9 e-h	40.3 f-i	37.7 g-j	78.6 e-h	79.0 e-g	81.4 h	79.7 h-k
20	42.4 a-c	36.2 b-d	45.2 b-d	41.3 ab	75.6 k	78.5 fg	82.4 fg	78.8 kl
21	39.3 e-i	34.0 d-f	43.7 bd	39.0 c-g	78.8 d-g	82.8 a	85.1 a	82.2 a
22	40.8 b-f	37.7 ab	47.1 a	41.8 a	78.6 e-h	82.1 a-c	84.6 ab	81.8 a-d
23	38.3 f-j	29.7 i-j	37.6 jk	35.2 m-o	79.9 cd	79.6 c-g	84.3 bc	81.2 b-e
24	38.9 e-j	39.5 a	46.4 a	41.6 ab	77.5 hi	82.3 ab	85.1 a	81.6 a-d
25	43.4 a	32.4 e-g	44.1 ab	40.0 cd	77.9 f-i	75.0 i	81.9 gh	78.3 kl
Ortalama	39.4 b	33.0 c	41.4 a	37.9	78.3 b	79.5 b	83.0 a	80.2
V.K. (%)	3.80	4.96	3.21	3.99	0.96	1.91	0.57	1.27

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 önem düzeyine göre fark yoktur

3.3. Hektolitreye Ağırlığı

Hektolitreye ağırlığı ve bin tane ağırlığı un sanayinde un verimini belirleyen önemli kalite kriterleridir (Altınbaş ve ark., 2004; Karababa ve ark., 1999). Ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının hektolitreye ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 6'da verilmiştir. Samsun, Amasya ve Tokat lokasyonlarında hektolitreye ağırlığı bakımından genotipler arasında % 1 seviyesinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Lokasyonların ortalamasına göre hektolitreye değerleri 74.8 kg ile 82.5 kg arasında değişmiştir. Hektolitreye ağırlığı ortalamasının Samsun lokasyonunda 78.3 kg, Amasya lokasyonunda 79.5 kg ve Tokat lokasyonunda 83.0 kg olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6). Samsun lokasyonunda 9, 12 ve 16 numaralı, Amasya lokasyonunda 1, 7, 8, 12, 13, 16, 17, 21, 22 ve 24 numaralı, Tokat lokasyonunda ise 13, 21, 22 ve 24 numaralı hatlar hektolitreye ağırlığı bakımından ilk sıralarda yer almışlardır. Hektolitreye ağırlığı çeşit, çevre şartları, kültürel uygulamalar, yatma, hastalık ve zararlı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Atlı ve ark., 1999; Şener ve ark., 1997; Sade ve ark., 1999). Schuler ve ark. (1994) tanelerin buruşmasına neden olan hastalık ve yatma gibi çevresel etmenlerin hektolitreye ağırlığını etkilediğini bildirmiştir.

3.4. Protein Oranı

Çeşit ve hatların protein oranlarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 7'de verilmiştir. Protein oranı bakımından genotiplere ait ortalama değerler arasındaki farklar üç lokasyonda ve lokasyonlar

ortalamasına göre istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Lokasyonların ortalamasına göre ortalama protein oranı % 12.3, Samsun lokasyonunda % 10.6, Amasya lokasyonunda % 13.9, Tokat lokasyonunda ise %12.3 olarak gerçekleşmiştir. En yüksek protein oranı Samsun lokasyonunda % 12.0 ile 1 numaralı, Amasya lokasyonunda %15.0 ile 21 numaralı genotiplerden elde edilmiştir. Tokat lokasyonunda ise sırasıyla 12 (%13.6), 18 (%13.5), 21 (%13.5), 22 (% 13.4) ve 17 (%13.2) numaralı genotiplerden elde edilmiş ve bu genotipler istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Lokasyonların ortalamasına göre en yüksek protein oranına sahip 21 numaralı (%13.5) genotipin tane verimi bakımından son sırada olduğu görülmektedir (Çizelge 5, 7). Protein oranı, buğday kalitesini belirlemede kullanılan kriterlerin başında gelmektedir (Atlı ve ark., 1999). Protein oranı büyük oranda çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Bununla birlikte Miezan ve ark. (1977) verimde azalma olmaksızın protein oranının artırılabilceğini ve genetik faktörlerin protein oranı üzerine çevresel faktörler kadar etkili olduğunu bildirmişlerdir. En yüksek protein oranına sahip kontrol çeşit Bezostaya'dır. Protein oranı %13'ün üzerinde olan bütün genotiplerin tane verimleri deneme ortalamasının altında olduğu tespit edilmiştir. Tane verimi ve protein oranı arasındaki ters ilişki birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (McClung ve ark., 1986; Cook ve Veseth, 1991; Costa ve Kronstad, 1994).

Çizelge 7. Ekmeklik buğday genotiplerinin protein oranına ve sedimantasyon değerine ilişkin ortalama değerler ve duncan gruplandırması

Genotip No	Protein Oranı (%)				Sedimantasyon Değeri (ml)			
	Samsun	Amasya	Tokat	Ortalama	Samsun	Amasya	Tokat	Ortalama
1	9.8 h	12.6 j	11.3 j	11.2 k	24.3 gh	29.0 m	27.5 k	26.9 n
2	10.4 f	14.2 bf	12.0 f-h	12.2 e-g	28.5 e	57.5 bc	41.8 e	42.6 e
3	10.4 f	13.8 cg	12.6 b-d	12.3 ef	35.0 b	62.5 a	50.5 c	49.3 b
4	10.3 f	14.2 bf	12.0 f-h	12.2 e-g	33.0 c	62.0 a	49.0 d	48.0 c
5	11.3 bc	14.2 bf	12.8 bc	12.7 c	38.5 a	59.0 b	56.0 a	51.2 a
6	10.2 fg	13.9 cg	12.1 fg	12.1 f-h	31.0 cd	53.8 d	53.0 b	45.9 d
7	10.5 ef	13.2 hi	12.5 b-e	12.1 f-h	24.0 gh	36.0 i-k	31.0 ij	30.3 kl
8	10.9 de	13.7 dh	12.6 b-d	12.4 de	32.0 c	56.0 cd	48.5 d	45.5 d
9	11.6 b	14.0 bg	12.5 b-e	12.7 c	29.5 de	46.0 f	42.0 e	39.2 f
10	9.9 gh	14.0 cg	12.8 b	12.2 e-g	25.0 fh	46.0 f	35.5 f	35.5 h
11	10.4 f	14.3 bd	11.3 j	12.0 g-i	23.0 hj	43.0 g	30.0 j	32.0 ij
12	11.3 bc	14.4 bc	13.6 a	13.1 b	23.5 gh	36.3 i-k	33.0 gh	30.9 jk
13	11.3 bc	14.2 bf	12.3 d-f	12.6 cd	24.0 gi	42.0 g	33.0 gh	33.0 i
14	9.2 i	13.0 ij	11.3 j	11.2 k	21.5 ij	36.0 i-k	36.0 f	31.2 jk
15	9.6 hi	13.6 fh	11.4 j	11.5 j	16.8 l	41.3 gh	27.0 k	28.3 m
16	10.5 ef	13.7 eh	12.7 bc	12.3 ef	21.5 ij	34.0 kl	32.0 g-i	29.2 lm
17	11.6 b	14.3 bc	13.2 a	13.1 b	25.5 fg	37.5 ij	32.5 g-i	31.8 ij
18	11.6 b	14.5 b	13.5 a	13.2 b	25.0 fh	38.5 h-j	30.0 j	31.2 jk
19	9.3 i	14.5 b	11.5 ij	11.8 ij	19.0 k	50.0 e	30.0 j	33.0 i
20	9.6 hi	14.3 be	11.7 hi	11.9 hi	19.0 k	46.8 f	27.5 k	31.1 jk
21	12.0 a	15.0 a	13.5 a	13.5 a	21.5 ij	39.0 hi	33.5 g	31.3 jk
22	11.0 cd	13.2 hi	13.4 a	12.5 cd	23.5 gi	37.5 ij	35.0 f	32.0 ij
23	9.9 gh	13.6 gh	11.9 g-h	11.8 i	24.5 fh	32.0 l	30.0 j	28.8 m
24	11.6 b	14.2 bf	12.4 c-e	12.7 c	26.5 f	50.5 e	35.5 f	37.5 g
25	10.2 fg	14.2 be	12.2 e-g	12.2 e-g	21.0 jk	35.5 jk	31.5 h-j	29.3 lm
Ortalama	10.6 c	13.9 a	12.3 b	12.3	25.5 c	44.3 a	36.5 b	35.4
V.K. (%)	2.40	2.50	1.71	2.26	5.38	4.47	2.76	4.26

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 önem düzeyine göre fark yoktur

3. 5. Zeleny Sedimentasyon Değeri

Ekmeklik buğday genotiplerine ilişkin ortalama sedimentasyon değerleri Çizelge 7’de verilmiştir. Sedimentasyon değeri bakımından Samsun, Amasya ve Tokat lokasyonlarında genotipler arasındaki fark istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Sedimentasyon değerleri lokasyonlar ortalamasına göre 26.9 ml ile 51.2 ml arasında değişmiştir (Çizelge 7). Samsun ve Tokat lokasyonlarında sırasıyla 38.5 ve 56.0 ml ile Kontrol çeşidi Bezostaya, Amasya lokasyonunda ise 62.5 ve 62.0 ml ile 3 ve 4 numaralı hatlar en yüksek sedimentasyon değerine sahip olmuşlardır. Lokasyonların ortalamasına göre en yüksek sedimentasyon değerine 51.2 ml ile kontrol çeşit olan Bezostaya’dan elde edilmiştir. Genotip x çevre interaksyonu önemli olmakla birlikte birçok genotip üç lokasyonda da birbirine yakın değere sahiptir. Bununla birlikte bazı hatların sedimentasyon değerleri lokasyonlara göre farklılık göstermiştir.

Tane verimi bakımından ilk sıralarda yer alan ve tüm çevrelere iyi uyum sağlayan 2, 3, 4 ve 8 numaralı hatlar Zeleny sedimentasyon değeri bakımından 40 ml’nin üzerinde değerlere sahip olmuşlardır. Peterson ve ark. (1992) ve Grausgruber ve ark. (2004) ortalama sedimentasyon değerlerinin çevresel etkiden daha fazla etkilendiğini ancak genotipik etkinin de çok düşük olmadığını saptamışlardır. Altınbaş ve ark. (2004) ise sedimentasyon değeri üzerine çevresel etkinin genotipik etkiden çok daha büyük olduğu bildirmişlerdir. Protein oranı ve sedimentasyon değeri ekmeklik buğdayların kalitesinin belirlenmesinde kullanılan önemli kalite unsurlarıdır. Bu iki unsur dünyanın birçok yerinde buğday ıslahında erken generasyonlarda buğday kalitesinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan belirleyicilerdir (Grausgruber ve ark. (2004).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Samsun, Amasya ve Tokat lokasyonlarında 2004-2005 yetiştirme döneminde denemeye alınan 25 ekmeklik buğday genotipinden elde edilen bulgulara göre tane verimi, bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı ve sedimentasyon değerine ilişkin performansları üzerinde lokasyon farklılığından kaynaklanan çevresel faktörlerin oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, lokasyonların ortalamasına göre en yüksek tane verimi sırasıyla 7, 1, 2, 4, 8, 11 ve 3 numaralı hatlardan elde edilmiş ve istatistiksel olarak bu hatlar aynı grupta yer almışlardır. Denemede kontrol olarak kullanılan çeşitlerden en yüksek tane verimi sırasıyla Sakin (579.4 kg/da), Kate A-1 (560.5 kg/da), Canik 2003 (546.2 kg/da), Pandas (523.8 kg/da) ve Bezostaya (455.3 kg/da)’dan elde edilmiştir. Ortalama tane verimleri genel ortalamadan yüksek ve regresyon katsayıları 1’den farklı olan 2, 3, 4, 7, 8, 14, 19 ve 20 nolu genotipler bütün çevrelere iyi uyum sağlayan genotipler olarak belirlenmiştir. Tüm çevrelere iyi uyum gösteren 2, 3 ve 4 numaralı hatların bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein

oranı ve sedimentasyon değerleri de yüksek bulunmuştur. 8 numaralı hattın ise bin tane ağırlığı hariç diğer kalite özellikleri bakımından genel ortalamanın üzerinde değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada Tokat lokasyonu tane verimi, bin tane ağırlığı ve hektolitreye ağırlığı bakımından daha yüksek değerler gösterirken, Amasya lokasyonu protein oranı ve Zeleny sedimentasyon değeri bakımından daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucuna göre, tane verimi bakımından bütün çevrelere iyi uyum sağlayan genotiplerin kalite özellikleri ile birlikte değerlendirilerek ümitvar olan hatların bölgede farklı çevrelerde denenmesine devam edilmesinin faydalı olacağı söylenebilir.

5. KAYNAKLAR

- Altınbaş, M., Tosun, M., Yüce, S., Konak, C., Köse, E., Can, R.A., 2004. Ekmeklik buğdayda (*T.aestivum* L.) tane verimi ve bazı kalite özellikleri üzerinde genotip ve lokasyon etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 41 (1): 65-74.
- Atlı, A., 1999. Buğday ve ürünleri kalitesi. Orta Anadolu’da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 498-506, 8-11 Haziran, Konya.
- Atlı, A., Koçak, N., Aktan, M., 1999. Ülkemiz çevre koşullarının kaliteli makarnalık buğday yetiştirmeye uygunluk yönünden değerlendirilmesi. Orta Anadolu’da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 345-351, 8-11 Haziran, Konya.
- Becker, H.C., 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. Euphytica, 30:835-840.
- Bushuk, W., 1998. Wheat breeding for end-product use. Euphytica, 100:137-145
- Cook, R.J., Veseth, R.J., 1991. Wheat Health Management. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota 55121, USA.
- Costa, J.M., Kronstad, W.E., 1994. Association of grain protein concentration and selected traits in hard red winter wheat populations in the Pacific Northwest. Crop Sci. 34:1234-1239.
- Eberhart, S.A., Russel, W.A., 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6:36-40.
- Fehr, W. R., 1993. Principles of cultivar development. Vol. 1. Macmillan Publishing Company, New York.
- Finlay, K.W., Wilkinson, G.N., 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding program. Australian Journal of Agricultural Research, 14:742-754.
- Gençtan, T., Sağlam, N., 1987. Ekim zamanı ve ekim sıklığının üç ekmeklik buğday çeşidinde verim ve verim unsurlarına etkisi. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 171-183, 6-9 Ekim, Bursa.
- Grausgruber, H., Oberforster, M., Werteker, M., Ruckenbauer, P., Vollmann, J., 2000. Stability of quality traits in Austrian-grown winter wheats. Field Crops Res. 66:257-267.
- Karababa, E., Coşkuner, Y., Karatoprak, G., Dinçer, N., Ercan, R., 1999. Çukurova Bölgesi için geliştirilen ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri. Orta Anadolu’da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu Bildirileri, 626-629, 8-11 Haziran, Konya.
- Kettlewell, P.S., Griffiths, M.W., Hocking, T.J., Wallington, D.J., 1998. Dependence of wheat dough extensibility on

- flour sulphur and nitrogen concentrations and the influence of foliar applied sulphur and nitrogen fertilisers. *J. Cereal Sci.* 28:15-23.
- Kıllı, F., Gencer, O., 1995. Farklı stabilite parametreleri kullanarak bazı pamuk genotiplerinin çevreye uyum yeteneklerinin belirlenmesi. *Turk. J. Agric. For.* 19:361-365.
- Kimber, G., Sears, R., 1987. Evolution in the genus *Triticum* and the origin of cultivated wheat. (Editörleri: Heyne, E.G., Knott, D.R. Morris, R., Moss, D., Shaner, G. ve Tucker, B.) *Wheat and Wheat Improvement*. ASA, Madison, WI., s:154-164.
- Korkut, K. Z., Ünay, A., 1987. Tahıllarda başak taslağı gelişimi ile verim öğeleri arasındaki ilişkiler üzerine araştırmalar. TÜBİTAK, Türkiye Tahıl Sempozyumu, 329-336,6-9 Ekim, Bursa.
- Korkut, K.Z., Sağlam, N., Başer, İ., 1993. Ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda verimi etkileyen bazı özellikler üzerine araştırmalar. *Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2:111-118.
- McClung, A.N., Cantrell, R.G., Quick, J.S., Gregory, R.S., 1986. Influence of Rht1 semidwarf gene on yield, yield components and grain protein in Durum wheat. *Crop Sci.* 26:1095-1099.
- Mizaen, K., Heyne, E.G., Finney, K.F., 1977. Genetic and environmental effects on the grain protein content in wheat. *Crop Sci.* 17:591-593.
- Olugbemi, L.B., Austin, R.B., Bingham, J., 1976. Effects of awns on the photosynthesis and yield of wheat, (*Triticum aestivum*). *Ann. Appl. Biol.* 84:241-250.
- Peterson, C.J., Graybosch, R.A., Baenziger, P.S., Grombacher, A.W., 1992. Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. *Crop Sci.* 32:98-103.
- Sade, B., Topal, A., Soylu, S., 1999. Konya sulu koşullarında yetiştirilebilecek makarnalık buğday çeşitlerinin belirlenmesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 91-96, 8-11 Haziran, Konya.
- Schuler, S.F., Bacon, R.K., Gbur, E.E., 1994. Kernel and spike character influence on test weight of soft red winter wheat. *Crop Sci.* 34:1309-1313.
- Smith, G.P., Googing, M.J., 1999. Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and nitrogen effects. *Agricultural and Forest Meteorology*, 94:86-93.
- Souza, E., J.M., Martin, M.J., Guttieri, K.M., O'Brien, D.K., Habernicht, S.P., Lanning, R., McLean, G.R., Carlson, L.E., Talbert., 2004. Influence of genotype, environment, and nitrogen management on spring wheat quality. *Crop Sci.* 44:425-432
- Şener, O., Kılınç, M., Yağbasanlar, T., Gözübenli, H., Karadavut, U., 1997. Hatay koşullarında bazı ekmeklik (*Triticum aestivum* L. Em Thell) ve makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf) çeşit ve hatlarının saptanması. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 1-5, 22 – 25 Eylül, Samsun.
- Tosun, O., Yurtman, N., 1973. Ekmeklik buğdaylarda (*Triticum aestivum* L. em Thell) verime etkili morfolojik ve fizyolojik özellikler. *Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 23:418-434.
- Uluöz, M., 1965. Buğday, un ve ekmek analiz metotları. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No:57, İzmir.
- Yağdı, K., 2000. Marmara bölgesi koşullarında kimi ümitvar ekmeklik buğday (*T. aestivum* L.) hatlarının performansları. *Turk. J. Agric. For.* 24:157-163.
- Yılmaz, G., Tuğay, M.E., 1999. Patates çeşit x çevre etkileşimleri. I. stabilite parametreleri yönünden irdeleme. *Turk. J. Agric. For.* 23:97-105.
- Zeleny, L., 1947. A simple sedimentation test for estimating the bread-baking and gluten qualities of wheat flour. *Cereal Chem.*, 24:465-475.