

PERMÜTASYON TESTLERİNİN DOĞRUSAL REGRESYONDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN İRDELENMESİ

Hasan ÖNDER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Samsun

Sorumlu yazar: hasanonder@gmail.com

Geliş Tarihi: 06.02.2006

Kabul Tarihi: 30.03.2007

ÖZET: Genellikle F ve t testleri deneysel veri analizinde doğrusal modellerin ve/veya parametrelerin önemini test etmek için kullanılır. Bu testler çoğu durumda oldukça etkili olsa da modelin ihtiyaç duyduğu bir ya da daha fazla varsayım sağlanmadığında etkilerini kaybetmektedir. Bu durumda, varsayımlardan etkilenmeyen permütasyon testleri parametrik olmayan bir yöntem olarak uygulanabilmektedir. Bu çalışmada, doğrusal regresyon analizi için permütasyon testleri incelendi. Testin regresyon tekniği ile birlikte kullanımı biyolojik çalışmalardan elde edilen ve yapay olarak üretilen veri kümeleri üzerinde gerçekleştirildi. Ayrıca, permütasyon testlerinin iki türü (ham verinin tam permütasyonu ve kalıntılarının permütasyonu) Normal, Ki-kare ve Poisson dağılımları gibi farklı dağılımla sahip veri setleri için karşılaştırılmalı olarak incelendi. Sonuç olarak, bu çalışmada ilgilenilen tüm dağılımlarda permütasyon testlerinin I. Tip hatayı engellemek için kullanılabilmesi anlaşıldı.

Anahtar Kelimeler: Permütasyon testleri, doğrusal regresyon, I. Tip hata oranı

TO EXAMINE THE USABILITY OF PERMUTATION TESTS ON LINEAR REGRESSION

ABSTRACT: Generally, F and t tests are used to test significance of linear models and/or their parameters in experimental data analysis. Although these tests are considerably effective in most cases they may be ineffective for some data sets when one or more of the assumptions belongs to the model are not satisfied. In these cases, permutation tests that are not affected by the assumptions can be applied as non-parametric test methods. In this paper, the permutation tests for linear regressions were introduced, and their uses were demonstrated on real biometrical and hypothetically produced data sets. Additionally, two types of permutation (permutation of raw data and permutation of residuals) were also compared for data sets which have Normal, Chi-square, Poisson distributions. As a result, it was obtained that permutation tests can be used to avoid Type I error for linear regression models in all forms of distributions concerned in this study.

Key Words: Permutation tests, linear regression, Type I Error rate

1. GİRİŞ

Doğrusal regresyon modelleri için açıklayıcı (bağımsız) değişkenlerin birbirlerinden bağımsız olduğu ve benzer dağılıma sahip oldukları varsayılmaktadır. Parametrik regresyon analizinin bir diğer varsayımı ise; regresyon katsayısının test edilmek istenmesi durumunda hata terimlerinin normal dağılıma sahip olması gerekliliğidir. Bu varsayımlar altında regresyon katsayısının En Küçük Kareler (EKK) tahmin edicisi $n-k$ serbestlik dereceli t dağılımına sahiptir (burada, n ve k sırasıyla örnek büyüklüğü ve açıklayıcı değişken sayısını göstermektedir).

Örnek büyüklüğü arttıkça t dağılımı standart normal dağılıma $N(0,1)$ yaklaşmaktadır. Merkezi limit teoreminden de bilindiği üzere regresyon katsayısı uygun örnek büyüklüğünde normal dağılıma sahip olmaktadır. Bununla birlikte, hata terimlerinin normal dağılım göstermediği ve örnek büyüklüğünün yeterli düzeyde olmadığı durumlarda, EKK tahmin edicisi t dağılımına sahip değildir. Bu durumda t -testi önem testi için uygun değildir. Bu sorunu çözmek için Fisher (1935) tarafından önerilen permütasyon testleri kullanılabilir. Permütasyon testlerinde, korelasyon katsayıları olası tüm kombinasyonlar için hesaplanmaktadır ve ardından elde edilen bu değerler önem düzeyini belirlemek için orijinal veriden elde edilen korelasyon katsayıları ile karşılaştırılmaktadır.

Permütasyon testleri regresyon problemlerine doğrudan uygulanabilmektedir.

Doğrusal modellerde önem testleri model parametrelerinin bir alt kümesi üzerine F veya t testleri uygulanarak gerçekleştirilmektedir. Hata terimleri normal dağılıma sahip olduğunda parametrik yöntemler olan F ve t testleri çok güçlü sonuçlar üretebilmektedir. Ancak, hata terimleri normal dağılıma sahip değilse bu testler güçlerini kaybetmektedir. Bu durumda, hata terimlerinin dağılımı genellikle bilinmediğinden, testin gücünün hesaplanması önemli bir sorun teşkil etmektedir. Normallik varsayımının bozulduğu durumlar için parametrik olmayan testler sıklıkla parametrik testlerin yerine başarıyla kullanılabilir (O'Gorman, 2001; Önder ve Cebeci, 2005). Bu çalışmada permütasyon testleri dağılımın normal ve normal olmayan durumları için ayrı ayrı irdelendi. Permütasyon testleri 20. yüzyılın ortalarında tanımlanmış olmasına rağmen, hesaplanmasının uzun zaman alması nedeniyle ucuz ve göreceli olarak daha güçlü bilgisayarların yaygınlaşması ile beraber ancak günümüzde popüler hale gelebilmiştir (Nichols and Holmes, 2001). Bu çalışma Normal, Poisson ve Ki-kare dağılımına sahip hipotetik veriler ve hayvan besleme denemesinden elde edilen gerçek biyolojik bir veri seti kullanılarak ve permütasyon testlerinin I.

Tip hata üzerinde yaptığı etkileri incelemek üzere yürütüldü.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Permütasyon testlerinde kullanılacak veri kümeleri bir açıklayıcı ve bir sonuç değişkeni olmak üzere 5, 10, 15, 20 ve 25 örnek büyüklüklerinde Normal, Poisson ve Ki-kare dağılımına sahip olmak üzere hipotetik olarak Minitab istatistik paket programı yardımı ile üretilmiştir. Permütasyon testlerinin gerçek biyolojik bir veri kümesi üzerinde de uygulanabilirliğinin gösterilebilmesi amacıyla etlik piliçler üzerinde gerçekleştirilen bir besi denemesinin sonuçları kullanıldı. Genellikle biyolojik çalışmalardan elde edilen veriler parametrik test yöntemlerinin ihtiyaç duyduğu varsayımları sağlayamamaktadır. Bu amaçla EKK, ham verinin tam permütasyonu (HVTP) ve kalıntıların tam permütasyonu (KTP) yöntemleri dağılımı bilinmeyen biyolojik veri kümesi üzerinde uygulandı. Kullanılan veri kümesinde karın yağı ağırlığı (g) sonuç değişkeni olarak kullanılırken, karkas ağırlığı (g) açıklayıcı değişken olarak kullanıldı. Permütasyon testleri Marti Jane Anderson tarafından yazılan DISTLM yazılımı kullanılarak uygulandı (Anderson, 2003).

2.2. Yöntem

Basit doğrusal regresyon modeli,

$$Y_i = X_i\beta + u_i, \quad i = 1,2,\dots,n$$

şeklinde yazılabilmektedir. Bu modelde F değeri,

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

denklemleri kullanılarak hesaplanmaktadır (Kleinbaum ve ark, 1998).

X_1 sabit olduğunda ve n kombinasyonun varlığında (eksik gözlemler ve aynı değer yinelenmesi önemsizdir), olası kombinasyonlar (X_1, Y_j) , $j = 1,2,\dots,n$ şeklinde gösterilebilir. Benzer şekilde X_2 sabit olduğunda, (X_2, Y_j) , $j = 2,3,\dots,n$ şeklinde gösterilebilir. Böylece, $n - 1$ kombinasyon var olacaktır. Bu işlemin devamında, X_3 ve X_4 için sırasıyla $n - 2$ ve $n - 3$ kombinasyon elde edilecektir. Böylece X ve Y arasında olası tüm kombinasyonların toplamı $n!$ olacaktır.

Sonuç değişkeni olan Y nin sırasının değiştirilmesiyle $n!$ adet F değeri elde edilebilmektedir. Y nin sırasının değiştirilmesiyle diğer bir deyişle permütasyonu ile elde edilen F değerleri F^* ile gösterilsin. F^* , $*$ = 1,2,...,n! ve F_j^* , F^* in j 'inci elemanı olsun. F_j^* nin sıfır hipotezi altında F değerler kümesinin j 'inci elemanı olduğu

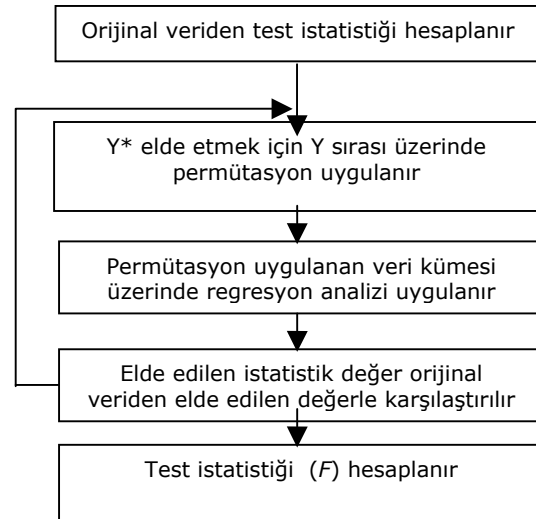
varsayıldığında, EKK ile tahmin edilen F değerler kümesinin j 'inci elemanı olan F_j nin deneysel dağılımı aşağıdaki şekilde verilebilir;

$$P(F_j < F_j^1) = \frac{F_j^1 \text{ den küçük } F^* \text{ sayısı}}{n!}$$

$$P(F_j = F_j^1) = \frac{F_j^1 \text{ ye eşit } F^* \text{ sayısı}}{n!}$$

$$P(F_j > F_j^1) = \frac{F_j^1 \text{ den büyük } F^* \text{ sayısı}}{n!}$$

Tüm $j = 1,2,\dots,k$ için yukarıda gösterilen hesaplama yöntemi her olasılık için uygulanabilir ve hesaplanabilir. Regresyon denkleminin önem testi F_j^1 nin konumunun belirlenmesiyle ortaya konulabilir. $P(F_j < F_j^1)$ veya $P(F_j > F_j^1)$ yeterince küçük ise sıfır hipotezi olan $H_0 : \beta_j = 0$ iki yönlü test ile reddedilir.



Şekil 1. Permütasyon testi için uygulama çizelgesi (Makarenkov ve Legendre, 2002)

Doğrusal regresyonlarda permütasyon testlerinin uygulanışı Şekil 1'de görüldüğü gibi beş adımda özetlenebilmektedir;

1. Orjinal veri kümesinde regresyon modelinin F değerini elde etmek üzere EKK yöntemi kullanılarak sonuç değişkeni açıklayıcı değişken üzerinde regresyona tabii tutulur. Elde edilen F değeri referans değerini oluşturur.
2. Y^* değerlerini elde etmek için sonuç değişkeni olan Y nin değerleri şansa bağlı olarak permütasyona tabii tutulur.
3. Permütasyon uygulanan veri kümesinde katsayıların tahmini ve regresyon

denkleminin önem testi için Y^* değerleri açıklayıcı değişken üzerinde regresyona tabii tutulur.

4. 2. ve 3. adımlar olası tüm permütasyonlar için uygulanır.
5. Olasılıklar yukarıda açıklanan kurallar dahilinde hesaplanır (Anderson ve Legendre, 1999).

Elde edilen F^* değerlerinden I. Tip hata oranı

$$P = \frac{(F^* \geq F \text{ sayısı})}{(\text{toplam } F \text{ sayısı})}$$

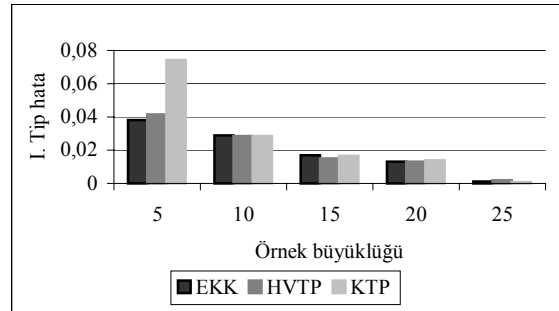
kullanılarak hesaplanabilmektedir. Elde edilen değer seçilen eşik değerinden daha küçük ise sıfır hipotezi reddedilmektedir.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

EKK, HVTP ve KTP yöntemlerinin 5, 10, 15, 20 ve 25 örnek büyüklüklerinde Normal, Ki-kare, Poisson dağılımlarında ve biyolojik veriye uygulanması ile elde edilen I. Tip hata oranları Çizelge 2'de gösterilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde görülmektedir ki, örnek büyüklüğü arttıkça beklendiği şekilde I. Tip hata oranları azalmaktadır. Örnek büyüklüğü 15'den küçük iken Normal dağılım dışındaki verilerde en küçük I. Tip hata oranı HVTP yöntemi ile elde edilmiştir. Konunun daha iyi değerlendirilebilmesi için veri kümesinde bulunan anormal gözlemler (outliers) Çizelge 1'de verilmiştir. Yorum kolaylığı açısından Normal, Ki-kare, Poisson ve gerçek biyolojik verilere ait I. Tip hata oranları sırasıyla Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te grafik olarak gösterilmiştir.

Çizelge 1. Veri kümelerinde bulunan anormal gözlem sayıları

Dağılımlar	Örnek büyüklüğü				
	5	10	15	20	25
Normal	0	1	1	0	1
Ki-kare	0	1	1	1	2
Poisson	0	1	1	1	2
Biyolojik	0	0	0	0	1

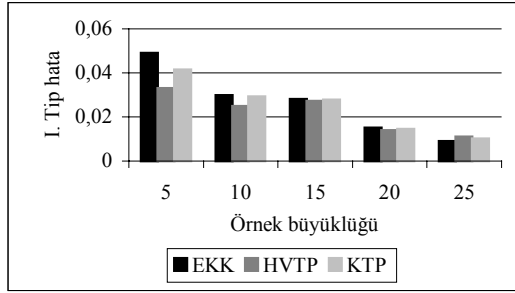


Şekil 2. Normal dağılım için farklı örnek büyüklüklerinde I. Tip hata oranları.

Şekil 2 incelendiğinde, örnek büyüklüğü arttıkça I. Tip hata oranlarının azaldığı görülmektedir. 5 örnek büyüklüğünde en yüksek I. Tip hatayı KTP yönteminin, en düşük I. Tip hatayı ise EKK yönteminin ürettiği görülmektedir. Ancak burada anormal gözlem bulunmadığından HVTP yöntemi KTP yöntemine göre daha güvenilirdir. Bu durumda KTP yöntemi 0.07438 değeri üretmekle yanlış olan hipotezi kabul ederek II. Tip hata üretmiştir. Bunun nedeni KTP yönteminin küçük örnek büyüklüklerinde yanlış sonuç üretme eğilimi göstermesi olabilir. Diğer örnek büyüklüklerinde benzer sonuçlar elde edilmiş ve hipotez hakkında verilen kararı etkileyen farklılık gözlemlenmedi. Kullanılan veri kümesi Normal dağılıma sahip olduğundan EKK yöntemi güvenilir sonuçlar üretebilmektedir, dolayısıyla zaman kaybını engellemek açısından permütasyon testlerinin Normal dağılıma sahip olan örneklerde kullanılmaması önerilebilir.

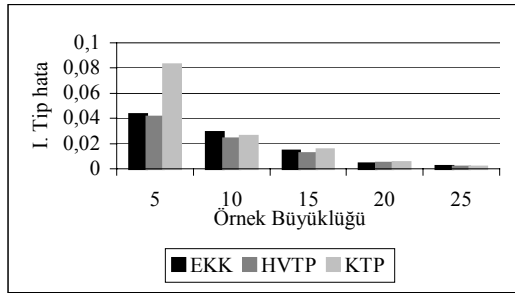
Çizelge 2. Hipotetik ve gerçek biyolojik verilere ait istatistik önem düzeyleri

Dağılımlar	Metotlar	Örnek büyüklüğü				
		5	10	15	20	25
Normal	EKK	0.03800	0.02900	0.01700	0.01300	0.00100
	HVTP	0.04159	0.02832	0.01500	0.01300	0.00200
	KTP	0.07438	0.02832	0.01673	0.01387	0.00093
Ki-kare	EKK	0.04900	0.03000	0.02800	0.01500	0.00900
	HVTP	0.03306	0.02500	0.02720	0.01400	0.01112
	KTP	0.04132	0.02924	0.02797	0.01437	0.01011
Poisson	EKK	0.04300	0.02900	0.01400	0.00400	0.00200
	HVTP	0.04132	0.02400	0.01236	0.00460	0.00167
	KTP	0.08264	0.02594	0.01499	0.00483	0.00148
Biyolojik	EKK	0.11800	0.02200	0.00800	0.00100	0.00000
	HVTP	0.10744	0.02305	0.00886	0.00160	0.00021
	KTP	0.20661	0.02391	0.00943	0.00185	0.00016



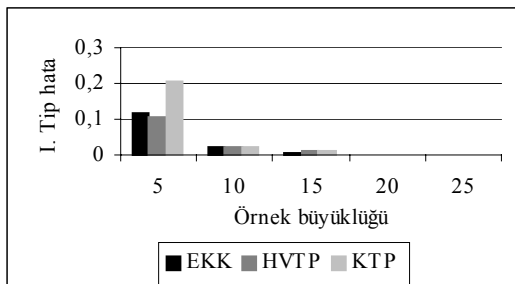
Şekil 3. Ki-kare dağılımı için farklı örnek büyüklüklerinde I. Tip hata oranları.

Ki-kare dağılımına sahip veri kümesi için örnek büyüklüğü 25’den küçük olduğu durumlarda en küçük I. Tip hata oranını HVTP yönteminin ürettiği Şekil 3’ten görülebilmektedir. Tüm örnek büyüklüklerinde sıfır hipotezi hakkında verilen kararda farklılık oluşturan değişimler söz konusu değildir. Ancak 10 ve daha büyük örnek büyüklüklerinde anormal gözlemler bulunması nedeniyle KTP yöntemi önerilebilir.



Şekil 4. Poisson dağılımı için farklı örnek büyüklüklerinde I. Tip hata oranları.

Poisson dağılımı için 20 örnek büyüklüğüne kadar en küçük I. Tip hata oranının HVTP yöntemi ile elde edildiği Şekil 4’de görülmektedir. Örnek büyüklüğü 5 için KTP yöntemi örnek büyüklüğünün yetersiz olması nedeniyle II. Tip hata üretmiştir. Diğer örnek büyüklüğünde sıfır hipotezi hakkında verilen kararı değiştirecek bir farklılık gözlemlenmemiştir. Örnek büyüklüğünün 10 ve daha fazla olduğu durumlarda veri kümesinin anormal gözlemler içermesinden dolayı Poisson dağılışı için KTP yöntemi önerilebilir.



Şekil 5. Biyolojik veri için farklı örnek büyüklüklerinde I. Tip hata oranları.

Gerçek biyolojik veriden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, tüm örnek büyüklüklerinde sıfır hipotezi için verilen kararı değiştiren farklılığın bulunmadığı görülmektedir. Örnek büyüklüğünün 5 olduğu durumda yetersiz örnek büyüklüğü nedeniyle KTP yönteminin kullanılması sakıncalıdır. 10 ve daha büyük örnek büyüklüklerinde ise EKK yöntemi en küçük I. Tip hata oranı üretmiştir. Veri kümesinde anormal gözlem değeri bulunmaması nedeniyle mevcut çalışma için HVTP yöntemi önerilebilmektedir.

Permütasyon testleri parametrik metodların ihtiyaç duyduğu varsayımlardan ve veri kümesinin sahip olduğu dağılımın şekline etkilenmemesi nedeniyle varsayımların sağlanmadığı ya da bu konuda yeterli bilginin elde edilemediği durumlarda başarıyla kullanılabilmektedir. Tusell (2001)’ inde bildirdiği gibi özellikle normal olmayan dağılımlarda ve örnek büyüklüğü 15’den küçük olduğunda permütasyon testleri daha güvenilir sonuçlar üretebilmektedir.

Veri kümesinin normal dağılıma sahip olduğu varsayılsa bile varyansların homojen olmaması ya da değişkenler arasında istatistiksel olarak önemli korelasyonların bulunması durumunda *F* ve *t* testleri güçlerini kaybetmektedir. Permütasyon testlerinin bu sorunun çözümünde kullanılabilecek alternatif bir yöntem olduğu Lin ve Lee (2003), Bracken (2001), Legendre (2000), Tanizaki (2001) çalışmalarında da belirtilmiştir. Maggini ve ark (2002) normal olmayan dağılımlarda ve küçük örnek durumunda permütasyon testlerinin daha doğru I. Tip hata üretme eğiliminde olduğunu yinelemiş ve ayrıca veri kümesinde anormal gözlemlerin bulunması durumunda KTP, aksi durumda ise HVTP yönteminin kullanılması gerektiğini bildirmiştir.

Verinin normal dağılım gösterdiği ve değişkenler arasında yüksek korelasyon bulunmadığı durumda doğrusal regresyon analizi için bilgisayar işlem zamanı açısından EKK yöntemi permütasyon yöntemine tercih edilebilir.

4. KAYNAKLAR

- Abecasis, G.R., Cardon, L.R. ve Cookson, W.O.C., 2000. A General Test of Association for Quantitative Traits in Nuclear Families. *Am. J. Hum. Genet.* 66: 279-292
- Anderson, M.J. ve 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., 2001. Permutation Tests for Univariate or Multivariate Analysis of Variance and Regression. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58:626-639
- Anderson, M.J., 2003. DISTLM v.2.: A FORTRAN Computer Program to Calculate a Distance-Based Multivariate Analysis for Linear Model. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand.
- Anderson, M.J. ve Robinson, J., 2001. Permutation Tests for Linear Models. *Aust. N. Z. J. Stat.* 43(1): 75-88
- Bracken, M.B., 2001. On Stratification, Minimization and Protection Against Types 1 and 2 Error. *Journal of Clinical Epidemiology*, 54: 104 – 107.

- Fisher, R.A., 1935. Design of Experiments. Oliver and Body, Edinburgh.
- Gonzalez, L. ve Manly, B.F.J., 1998. Analysis of Variance by Randomization with Small Data Sets. *Environmetrics* 9: 53-65.
- Kleinbaum, D.G., Kupper, L., Muller, K.E. ve Nizam, A., 1998. Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods, Duxbury Press, Pacific Grove, 798 page.
- Legendre, P., 2000. Comparison of Permutation Methods for Partial Correlation and Partial Mantel Tests. *J. Statist. Comput. Simul.* 67: 37 – 73.
- Lin, S. ve Lee, J.C., 2003. Exact Test in Simple Growth Curve Models and One-Way ANOVA with Equicorrelation Error Structure. *Journal of Multivariate Analysis* 84: 351 – 368.
- Maggini, R., Guisan, A. ve Cherix, D., 2002. A Stratified Approach to Modeling the Distribution of a Threatened Ant Species in the Swiss National Park. *Biodiversity and Conservation* 11: 2117 – 2141.
- Makarenkov, V. ve Legendre, P., 2002. Nonlinear Redundancy Analysis and Canonical Correspondence Analysis Based on Polynomial Regression. *Ecology* 83: 1146-1161.
- Manly, B.F.J., 1997. Randomization, Bootstrap and Monte Carlo methods in biology, 2nd edition. Chapman and Hall, London.
- Nichols, T.E. ve Holmes, A.P., 2001. Nonparametric permutation tests For Functional Neuroimaging: A Primer with Examples. *Human Brain Mapping* 15:1-25
- O'Gorman, T.W., 2001. An Adaptive Permutation Test procedure for Several Common Tests of Significance. *Computational Statistics & Data Analysis* 35: 335 - 350
- Önder, H. ve Cebeci, Z., 2005. Use of Permutation Test on Nested Models. *International Congress on Information Technology in Agriculture, Food and Environment* 312-315. October 12-15 2005, Adana, Turkey.
- Tanizaki, H., 2001. On Small Sample Properties of Permutation Tests: An Independence Test between Two Samples and Significance Test for Regression Models. Accessed at [<http://ht.econ.kobe-u.ac.jp/~tanizaki/cv/working/permute.pdf>] Son erişim tarihi: 19.06.2003
- Tusell, F., 2001. A Permutation Test for Randomness with Power Against Smooth Variation. *Statistics and Computing* 11: 147 – 154.

SAMSUN İLİ TERME İLÇESİNİN OVA VE YÜKSEK KESİMİNDEKİ FINDIK İŞLETMELERİNİN KARŞILAŞTIRMALI EKONOMİK ANALİZİ*

Işıl ALKAN Osman KILIÇ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun

Sorumlu yazar: okilic@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 04.12.2006

Kabul Tarihi: 16.03.2007

ÖZET: Araştırmaya esas olan veriler, fındık yetiştiriciliği yapan ova kesiminde 81, yüksek kesimde 70 işletmeden anket yolu ile elde edilmiştir. Anket yapılacak işletme sayısı, işletme arazisi büyüklüğü esas alınarak basit tesadüfî örnekleme yöntemine göre hesaplanmıştır. İncelenen ova ve yüksek kesimdeki fındık işletmelerinde gelirin büyük bir kısmı fındıktan elde edilmektedir. Ova kesiminde fındık dışında bir çok bitkisel ürünün yetiştiriciliği mümkün iken, yüksek kesimde eğimli arazi yapısı nedeniyle, mevcut durumda en uygun ürünün fındık olduğu söylenebilir. Yüksek kesimdeki fındık işletmeleri, kârlılık yönünden ova kesimine göre daha kötü durumdadır. Bunun başlıca nedenleri, yüksek kesimde birim alandan elde edilen fındık veriminin daha düşük olması ve iş gücü kullanımının daha fazla olmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Fındık, Terme İlçesi, Ova ve yüksek kesim, Ekonomik analiz

COMPARATIVE ECONOMIC ANALYSIS OF HAZELNUT FARMS IN LOWLAND AND HIGHLAND OF TERME DISTRICT, SAMSUN

ABSTRACT: The data used in this research was obtained from 81 farms in lowland and 70 farms in highland by questionnaires. The number of farms, which were subjected to the survey, was selected according to the farm size by simple random sampling method. Most of the farm income in lowland and highland were obtained from hazelnut production. Although many crops alternative to hazelnut could be cultivated in lowland, hazelnut was the only crop in highlands due to slope topographic condition. Profitability of hazelnut farms in highland was lower than that of farms in lowland. The main reasons for this were lower yields and higher labor use in highland compared to lowland farms.

Key Words: Hazelnut, Terme District, Lowland and highland, Economic analysis

1. GİRİŞ

Türkiye’de fındık, yaratmış olduğu katma değer ve istihdama katkısı yönünden önemli bir tarım ürünüdür. Türkiye, 2005 yılı itibariyle dünya fındık üretiminde yaklaşık %67’lik pay ile birinci sıradadır (FAO, 2006). Üretimi çok eskilere dayanan fındık için dünyadaki en uygun ekolojik koşullar, Türkiye’nin Karadeniz Bölgesi’nin kıyı illerinde bulunmaktadır (Ayfer ve ark., 1986). Türkiye, fındığın en önemli yabani türlerinin ve kültür çeşitlerinin anavatanı olması nedeniyle, çok zengin bir çeşitliliğe sahiptir (Demir, 1997). Yoğun olarak Karadeniz Bölgesinde üretilen fındık, bölge halkının başlıca geçim kaynaklarından biridir. Tarım ürünleri içinde geleneksel ihraç ürünlerinden biri olan fındık, Türkiye’ye önemli miktarda döviz girdisi sağlamaktadır. Türkiye’nin 2005 yılı itibariyle toplam ihracat gelirinin, yaklaşık %1.65’i fındık ihracatından elde edilmiştir (Anonymous, 2006a).

Başlangıçta sadece Doğu Karadeniz Bölgesinde üretilen fındık, zamanla Batı Karadeniz Bölgesine doğru yayılmıştır. Fındık alanlarının genişlemesinde, devletin fındığa alım garantisi vermesi ve bazı yıllar uygulanan yüksek destekleme fiyatlarının etkisinin büyük olduğu söylenebilir. Bu durum, fındık üretiminde zamanla arz fazlalığı sorununu ortaya çıkarmış ve sürekli artan fındık arzı, özellikle 1980 yılından sonra önemli miktarda fındık stoklarının oluşmasına sebep olmuştur. Devlet, fındık üretiminin uygun alanlarda yapılmasını sağlamak amacıyla, 1983

yılında 2844 sayılı “Fındık Üretim Planlanması ve Dikim Alanlarının Belirlenmesi Hakkındaki Kanun”u çıkartmıştır (Resmi Gazete, 1983). Kanunun yürürlüğe girdiği tarihten itibaren, izin alınmadan yeni fındık bahçelerinin kurulması ve belirlenen alanlar dışında mevcut fındık bahçelerinin yenilenmesi yasaklanmıştır. Ayrıca, Kanun ile belirlenen alanlar dışında fındık üretiminden vazgeçilerek yerine başka ürünlerin yetiştirilmesini teşvik etmek için, 2844 Sayılı Yasanın 6. Maddesi ile 4733 Sayılı Yasanın 7. Maddesi hükmüne göre çıkarılan 5495 Sayılı “Fındık Üretim Planlanması ve Dikim Alanlarının Belirlenmesi ile Fındık Yerine Alternatif Ürün Yetiştirmeyi Tercih Eden Üreticilerin Desteklenmesine ve Bu Üreticilere Teknik Yardım Sağlanmasına Dair Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik” yürürlüğe konulmuştur (Resmi Gazete, 2003). Yönetmelik uyarınca; rakımı 750 metrenin üzerindeki arazi hariç olmak üzere, Alternatif Ürün Programının uygulanacağı illerdeki 1. ve 2. sınıf tarım arazisi ile %6’dan daha az eğimli 3. sınıf tarım arazisinde bulunan fındık bahçelerini söken ve alternatif ürünlere yönelen çiftçilere tazminat ödenmesi hükme bağlanmıştır.

Türkiye’de fındık üretimi, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) kayıtlarına göre 32 ilde yapılmasına rağmen, üretimin tamamına yakın kısmı 6 ilde toplanmıştır. Bu iller; eski üretim bölgesi olarak adlandırılan Ordu, Giresun ve Trabzon ile yeni üretim bölgesi olarak adlandırılan Sakarya, Düzce ve Samsun’dur. Türkiye fındık üretiminin, 2003 yılı itibariyle %93’ü bu 6 il tarafından karşılanmıştır (TÜİK, 2005).

* Bu makale, O.M.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimince desteklenen (Proje No: Z-473) Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır

Samsun, 2005 yılında 73463 ton fındık üretimi ile, Türkiye fındık üretiminde %15'lik paya sahiptir. Samsun'da fındık üretiminin yapıldığı ilçeler; Merkez, Terme, Çarşamba, Salıpazarı, Ayvacık, Tekkeköy, 19 Mayıs, Bafra, Alaçam ve Asarcık'tır (Anonymous, 2006b). Bu ilçeler arasında Terme İlçesi, Samsun İli toplam fındık üretiminin %25'ini karşılamaktadır (Anonymous, 2006c). Fındık yetiştiriciliği ilçenin en önemli geçim kaynaklarından birisidir. İlçenin ova kesiminde fındık dışında bazı tarla ürünleri, sebzeler ve kavak ağaçları bulunurken, yüksek kesimde büyük ölçüde fındık hakim durumdadır.

İlçenin ova kesimindeki fındık bahçelerinin, 5495 sayılı Yönetmelik uyarınca isteğe bağlı olarak sökülmesi durumunda, çiftçiler tazminattan yararlanabileceklerdir. Yasaya göre, bu alanlarda yeni fındık bahçelerinin kurulması ve mevcutlarının yenilenmesi yasaklanmış olmasına rağmen, fındık alanları artmaya devam etmiştir. İlçenin yüksek kesiminde ise arazinin fındıktan başka ürün yetiştiriciliğine uygun olmaması nedeniyle, fındık yetiştiriciliği tek alternatif olma özelliğini korumaktadır.

Türkiye'de fındık yetiştiriciliği ve ekonomisi konularında çok sayıda araştırma yapılmış olmasına rağmen, ova ve yüksek kesimdeki fındık işletmelerini ekonomik açıdan karşılaştırmalı olarak analiz eden araştırmalara rastlanmamıştır. Bu araştırma ile iki kesimdeki fındık işletmeleri; nüfus, eğitim, iş gücü, arazi kullanımı, sermaye yapısı, değişken ve sabit masraflar, gelir, gider ve kârlılık yönünden karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırmanın materyalini, Terme İlçesinin ova ve yüksek kesiminde fındık üretimi yapan tarım işletmelerinden anket yoluyla elde edilen bilgiler oluşturmaktadır. Ayrıca, araştırma konusu ile ilgili daha önce yapılmış araştırma sonuçları, çeşitli kurum ve kuruluşların kayıtları ile istatistiki verilerden de yararlanılmıştır. Anketler işletme sahipleriyle görüşülmek suretiyle, 2005 yılı verileri esas alınarak yapılmıştır. Terme İlçesinin fındık üretimi yapan ova ve yüksek kesimindeki köyler araştırma alanı olarak seçilmiştir. İlçenin ova ve yüksek kesiminde, fındık üretimi yapan köy sayısı 58 olup, bunların 14'ünde anket çalışması yapılmıştır. Terme Tarım İlçe Müdürlüğü'ndeki teknik elemanların desteği ile ova kesiminden 7 köy, yüksek kesimden 7 köy anket yapılan köyler olarak belirlenmiştir. Ova kesiminde anket yapılan köylerdeki fındık bahçeleri tamamen taban arazi niteliğinde, yüksek kesimdeki bahçeler ise 200 metre rakımın üzerindedir.

Örnek işletme sayısı belirlenirken, örnekleme kriteri olarak işletme arazisi büyüklüğü esas alınmıştır. Daha sonra ova ve yüksek kesimde popülasyonu oluşturan işletmeler, kendi içinde ayrı örnekleme tabii tutulmuşlardır. Anket yapılan işletme sayısı, basit tesadüfî örnekleme yöntemine göre aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Yamane, 1967).

$$n = \frac{N(zC)^2}{Nd^2 + (zC)^2}$$

Formülde n, örnek işletme sayısını; N, ana kitledeki toplam işletme sayısını; z, istenen güven derecesine karşılık gelen standart normal dağılım değerini; C, ana kitleye ait standart sapmanın aritmetik ortalamaya bölünmesi ile elde edilen varyasyon katsayısını; d ise araştırmada kabul edilen hata payını göstermektedir. Araştırmada ortalamadan izin verilen hata payı %10 olup, %90 güven aralığında örnek işletme sayısı ova kesiminde 81, yüksek kesimde ise 70 adet olarak hesaplanmıştır.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Araştırma Alanı Hakkında Genel Bilgiler

Araştırmanın yürütüldüğü Terme İlçesi, Orta Karadeniz Bölgesinde yer alan Samsun İline bağlıdır. Samsun-Trabzon karayolu üzerinde bulunan Terme İlçesinin, Samsun İl merkezine uzaklığı 57 km'dir. Samsun Merkez İlçesinden başlayıp, Terme İlçesinden geçerek devam eden bu yol, Karadeniz'in en işlek yolu olup, Karadeniz'i bir yandan İç Anadolu'ya bir yandan da Gürcistan ve İran'a bağlamaktadır (Anonymous, 2004).

Terme İlçesinin toplam nüfusu, 2000 yılı genel nüfus sayımına göre 82608 kişidir. İlçe, nüfus büyüklüğü yönünden Samsun'un 15 ilçesi içinde beşinci sıradadır. İlçenin nüfus yoğunluğu, Samsun İli genelinde göre daha yüksektir. Samsun genelinde km²'ye 133 kişi düşerken, Terme İlçesinde 149 kişi düşmektedir. Terme İlçesinde nüfusun %70'i kırsal alanda yaşamaktadır. Bu oran, Samsun genelinde %48 dir. İlçe köylerindeki toplam nüfus içinde kadın nüfus oranı %51 dir. Terme İlçe Merkezinde altı ve daha yukarı yaşta nüfusun %89'u okur-yazardır. Okuma yazma bilen nüfus içinde en yüksek oranı %43 ile ilk okul mezunları almaktadır (TÜİK, 2002).

İlçe ekonomisinin temel kaynağı tarım olup, ekonomi daha çok fındık, çeltik, mısır ve soya üretimine dayanmaktadır. İlçede 42 bin hektar olan tarım arazisinin, %57 ile yarım fazlası meyve bahçelerinden oluşmaktadır. Meyve bahçelerinin de tamamında fındık bulunmaktadır. İlçede fındıktan sonra %14'lük pay ile en fazla üretim alanına sahip ürün mısırdır. Mısırı sırasıyla %11 ile kavak, %8 ile çeltik ve %10 ile çoğunluğunu soya olmak üzere diğer tarla ürünleri takip etmektedir (Anonymous, 2006c). İlçede fındık dışında bir çok meyve ağacı daha bulunmaktadır. Ancak bu ağaçlar, kapama bahçe şeklinde olmayıp, arazi kenarlarında ve işletme avlusu içinde yer almaktadırlar.

Terme İlçesinde hayvancılık, bitkisel üretim kadar önemli bir faaliyet dalı değildir. Bunun başlıca nedeninin, ilçedeki mera alanlarının yetersizliği olduğu ifade edilebilir. İlçedeki hayvancılık içinde en yaygın büyükbaş süt hayvancılığıdır. İlçede ticari amaçlı sınırlı sayıda işletme dışında, süt sığırcılığı genellikle aile tüketimini karşılamaya yönelik olarak yapılmaktadır.

İlçede son yıllarda kültür kavakçılığı önemli bir faaliyet haline gelmiştir. Kapama bahçe şeklindeki kültür kavakçılığının dışında, arazi kenarlarında da oldukça yaygın şekilde kavak ağaçları bulunmaktadır.

3.2. İşletmelerin Ekonomik Analizi

Nüfus, Eğitim ve İş Gücü: İşletme başına düşen toplam nüfus mevcudu ova kesiminde 5.04 kişi, yüksek kesimde 3.60 kişidir. Her iki kesimde de nüfusun en büyük kısmını 15-49 yaş grubundaki aktif nüfus oluşturmaktadır. İş gücünün esas kaynağını oluşturan aktif nüfusun payı, ova kesiminde %67.2, yüksek kesimde %51.2 dir. Elli ve üzeri yaşta nüfusun payı ise ova kesiminde %16.2, yüksek kesimde %38.5 olarak tespit edilmiştir. Yüksek kesimde arazinin yetersizliğine bağlı olarak, gelir seviyesinin düşük ve eğitim imkanlarının darlığı gibi sosyal ve ekonomik kısıtlılıklardan dolayı, özellikle genç nüfus köyden göç etmektedir. Genç nüfusun göçü, yüksek kesimdeki mevcut nüfusu azaltırken, yaşlı nüfus oranını artırmıştır.

Ova kesimindeki işletmelerde 6 ve daha yukarı yaşta nüfusun %94'ü okuma-yazma bilirken, bu oran yüksek kesimde %88 dir. Okuma-yazma bilen nüfus içinde lise ve yüksek okul mezunu oranı, ova kesiminde daha yüksek tespit edilmiştir.

İncelenen işletmelerdeki nüfus mevcudu, yaş ve cinsiyete göre değişen iş başarma katsayıları kullanılarak erkek iş gücü birimine (EİB) dönüştürülmüştür. Buna göre, ova kesimindeki işletmelerde aile iş gücü varlığı 3.76 EİB iken, yüksek kesimdeki işletmelerde 2.59 EİB dir. Yüksek kesimde aktif nüfusun azlığı ve bunun yanında yaşlı nüfusun fazlalığı nedeniyle, bu kesimdeki iş gücü varlığı daha düşüktür. İşletme başına düşen yıllık iş gücü kullanımının; ova kesiminde %64'ü, yüksek kesimde ise %48'i aile iş gücü tarafından karşılanmaktadır. İşletmelerde yabancı iş gücü kullanımının yüksek olması, her iki kesimde de yoğun iş gücü kullanımı gerektiren fındık hasadından kaynaklanmaktadır. Yüksek kesimde aktif nüfus oranının daha düşük olması ve engebeli arazi yapısı nedeniyle birim araziye daha fazla iş gücü kullanımı gerektirmesi, bu kesimde yabancı iş gücü kullanım oranını yükseltmektedir.

Arazi Varlığı ve Kullanımı: Ova kesiminde işletme başına düşen arazi büyüklüğü 37.80 dekar iken, yüksek kesimde 31.46 dekar olmaktadır (Çizelge 1).

Her iki kesimde de ortalama işletme arazisi büyüklüğü, Türkiye ortalaması olan 61 dekardan düşüktür (TÜİK, 2006).

İşletme başına düşen arazinin ova kesiminde %84.8'i gibi büyük bir kısmı (32.04 dekar), yüksek kesimde ise %99.5'i (31.31 dekar) gibi tamamına yakın kısmı fındık arazisinden oluşmaktadır. Araştırma alanındaki işletme arazisinin büyük çoğunluğu mülk arazisine aittir. Ova kesiminde kiracılıkla mısır yetiştiriciliği yapan sadece 2 işletme ile karşılaşılırken, yüksek kesimde kiracılık veya ortakçılık yapan işletmeye rastlanmamıştır. Fındığın diğer ürünlere göre daha kârlı bir ürün haline gelmesi, yetiştiriciliğinin kolay olması ve hasat dönemi dışında az iş gücü gerektirmesi gibi başlıca faktörler, yöredeki işletmelerin fındık yetiştiriciliğine ağırlık vermesine yol açmıştır. Ova kesiminde fındık dışında çeltik ve mısır da yetiştirilmektedir. Yüksek kesimde ise, arazi yapısı ve iklim özelliklerinden dolayı, yoğun olarak yetiştirilen ürün fındıktır. Yüksek kesimdeki işletmelerde fındık dışında yer verilen tek ürün olan mısır ise, büyük ölçüde aile ihtiyacını karşılamaya yönelik olarak yetiştirilmektedir.

Ova kesimindeki işletmelerde ortalama parsel sayısı 2.04, yüksek kesimde ise 3.39 adet olarak tespit edilmiştir. Her iki kesimde de fındık arazisi arttıkça, parsel sayısının da arttığı gözlenmiştir. Yüksek kesimdeki fındık bahçelerinde arazi yapısı engebeli olduğundan, fındık bahçelerinin parsel sayısı ova kesimine kıyasla daha fazladır. Nitekim fındık arazisine ait ortalama parsel sayısı ova kesiminde 1.80 iken, yüksek kesimde 3.29 dur. Fındık bahçelerinde dekara düşen ocak sayısı; ova kesiminde 35, yüksek kesimde ise 49 bulunmuştur. Yüksek kesimdeki üreticiler fındık ağaçlarını, toprağı erozyona karşı korumak ve daha yüksek verim elde etmek düşüncesiyle sık aralıklarla diktiklerini ifade etmişlerdir. Ova kesiminde fındık bahçelerinin ortalama yaşı 31 iken, yüksek kesimde 43 dür. Bu durum yüksek kesimde fındık yetiştiriciliğinin daha önce başladığını göstermektedir.

Ova kesimindeki fındık bahçelerinin yüksek kesimdeki fındık bahçelerinden, daha yüksek verime sahip oldukları saptanmıştır. Dekar başına fındık verimi ova kesiminde 94 kg, yüksek kesimde ise 78 kg olarak hesaplanmıştır. Ova kesiminde verimin daha yüksek olması, uygun toprak yapısı, teknik dikim şekli ve girdi kullanımı ile bakım şartlarının daha iyi olması gibi başlıca faktörlere bağlanabilir.

Çizelge 1. İşletme arazisinin yetiştirilen ürünlere göre dağılımı

	Fındık		Çeltik		Mısır		İşletme arazisi (dekar)
	(da)	(%)	(da)	(%)	(da)	(%)	
Ova kesimi	32.04	84.8	5.20	13.7	0.56	1.5	37.80
Yüksek kesim	31.31	99.5	-	-	0.15	0.5	31.46

Sermaye: İncelenen işletmelerin sermaye yapısı, aktif ve pasif sermaye olarak ele alınmıştır. Ova kesiminde işletme başına düşen aktif sermayenin daha fazla olması, bu kesimde özellikle toprak sermayesinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Ova kesiminde işletme başına düşen arazi miktarı daha fazla olduğu gibi, birim arazi satış fiyatları da ortalama %25 daha yüksek tespit edilmiştir. Aktif sermaye unsurları içinde en büyük payı, iki kesimde de toprak sermayesi almaktadır. Her iki kesimde de en düşük sermaye grubu, arazi ıslahı sermayesine aittir (Çizelge 2).

Pasif sermaye, yabancı sermaye ile öz sermayenin toplamından oluşmaktadır. Öz sermaye, aktif sermayeden yabancı sermayenin çıkarılmasıyla elde edilmektedir. Yabancı sermaye ise, borçlar ile kiraya ve ortağa tutulan arazi değerinden meydana gelmektedir. Her iki kesimde de işletmelerin ortalama üçte ikisi borçlanmada tüccar, akraba ve diğer şahıslara başvurmaktadır. Araştırma alanında kiracılık ve ortakçılık yoluyla arazi kullanımı yaygın değildir. Bunun temel nedeni, işletmelerde ağırlıklı olarak kira ve ortakçılıkla arazi kullanımı yaygın olmayan fındık bahçelerinin bulunmasıdır. Ova ve yüksek kesimdeki işletmelerde öz sermaye oranının yüksek olması, diğer bölgelerde olduğu gibi incelenen işletmelerin de çoğunlukla öz sermayelerine dayalı faaliyette bulduklarını göstermektedir (Çizelge 3).

Değişken masraflar: Değişken masraflar, üretim hacmine bağlı olarak artan yada azalan masraflardır (Erkuş ve Demirci, 1985). İncelenen işletmelerde; tohum, gübre, zirai mücadele, akaryakıt, yağ, tamir ve bakım, geçici işçilik, makine kirası, sulama suyu, veteriner, ilaç, aşım, tuz ve yular masrafları değişken masrafları oluşturan unsurlardır.

Değişken masraflar içinde en yüksek payı, her iki kesimde de geçici işçilik masrafları almaktadır. Geçici işçiliğin payı ova kesiminde %31.3 iken, yüksek kesimde %55.7 dir (Çizelge 4). Yüksek kesimde geçici iş gücü masrafının fazla olmasının nedeni, işlerin daha çok insan gücüne dayalı olarak yapılmasıdır. Aynı zamanda yüksek kesimdeki işletmelerde aktif aile nüfusunun azlığı, fındık işçiliğinde geçici yabancı iş gücü kullanımını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, yüksek kesimde çalışma koşulları zor olduğu için, yabancı işçilik ücretleri de ova kesimine göre daha yüksektir.

Hayvancılıkta yem masrafları, değişken masraflar içinde geçici işçilikten sonra en fazla paya sahip masraf unsurudur. Ova kesiminde işletme başına düşen hayvan sayısının fazla olması ve bunların büyük çoğunluğunun yem tüketimi fazla olan melez sığırlardan oluşması nedeniyle, bu kesimde yem masrafları daha yüksektir.

Sabit Masraflar: Sabit masraflar, üretim hacmine bağlı olarak değişmeyen, yani artıp eksilmeyen masraflardır (Erkuş ve Demirci, 1985). İncelenen işletmelerde sabit masraflar; arazi ıslahı, bina, alet ve makine ile hayvanlar için hesaplanan amortisman değeri, binaların tamir-bakım masrafı, işletme sahibi ve ailesinin iş gücü ücret karşılığı ile vergi-sigorta masraflarından oluşmaktadır.

İşletme başına düşen sabit masraflar, ova kesiminde 5660 YTL, yüksek kesimde 4927 YTL dir. Sabit masraflar içinde en büyük pay, ova ve yüksek kesimde aile iş gücü ücret karşılığına aittir. Aile iş gücü ücret karşılığının sabit masraflar içindeki payı, her iki kesimde de %49.7 dir (Çizelge 5).

Çizelge 2. Aktif sermayenin dağılımı

		Ova kesimi		Yüksek kesim	
		(YTL)	(%)	(YTL)	(%)
Çiftlik Sermayesi	Toprak	113194	62.1	70263	55.0
	Arazi ıslahı	682	0.4	634	0.5
	Bina	22963	12.6	20365	16.0
	Bitki	31515	17.3	28723	22.5
İşletme Sermayesi	Hayvan	2204	1.2	1475	1.2
	Alet- makine	6064	3.3	2445	1.9
	Malzeme	2868	1.6	750	0.6
	Para	2735	1.5	2980	2.3
Aktif sermaye toplamı		182225	100.0	127635	100.0

Çizelge 3. Pasif Sermayenin Dağılımı

	Ova kesimi		Yüksek kesim	
	(YTL)	(%)	(YTL)	(%)
Borçlar	1330	0.7	1529	1.2
Kiraya tutulan arazi değeri	3056	1.7	-	-
Öz sermaye	177839	97.6	126106	98.8
Pasif sermaye toplamı	182225	100.0	127635	100.0

Çizelge 4. Değişken masraflar

	Ova kesimi		Yüksek kesim	
	(YTL)	(%)	(YTL)	(%)
Geçici işçilik	1611	31.3	2655	55.7
Yem	1207	23.5	733	15.4
Akaryakıt ve yağ	800	15.5	296	6.2
Tamir-bakım	350	6.8	155	3.2
Makine kirası	346	6.7	325	6.8
Gübre	333	6.5	344	7.2
Zirai mücadele	236	4.6	116	2.4
Veteriner ve ilaç	109	2.1	122	2.6
Tohum	106	2.1	1	0.0
Aşım, tuz ve yular	28	0.5	22	0.5
Su	20	0.4	-	-
Toplam değişken masraflar	5146	100.0	4769	100.0

Çizelge 5. Sabit masraflar

	Ova kesimi		Yüksek kesim	
	(YTL)	(%)	(YTL)	(%)
Aile iş gücü ücret karşılığı	2813	49.7	2448	49.7
Amortisman	1993	35.2	1783	36.2
Bina tamir-bakım	691	12.2	583	11.8
Vergi-sigorta	163	2.9	113	2.3
Toplam sabit masraflar	5660	100.0	4927	100.0

İşletme Masrafları: İşletme masrafları, sabit ve değişken masrafların toplanması ile elde edilmektedir. İşletme başına düşen işletme masrafları, ova kesiminde 10806 YTL, yüksek kesimde 9696 YTL dir. Her iki kesimde de işletme başına düşen değişken ve sabit masraflar birbirine yakındır (Çizelge 6).

Gayri safi üretim değeri: İşletmede yıl içinde üretilen bitkisel ve hayvansal ürünlerin değeri ile hayvan ve bitki sermayesinde meydana gelen üretken demirbaş kıymet artışlarının toplamı gayri safi üretim değeri'ni (GSÜD) vermektedir. İşletme başına düşen GSÜD; ova kesiminde 22270 YTL, yüksek kesimde 16946 YTL olarak tespit edilmiştir. GSÜD'nin ova kesiminde %81'i, yüksek kesimde %89'u fındık üretim değerinden meydana gelmektedir (Çizelge 7).

Gayri safi hasıla: Gayri safi hasıla, gayri safi üretim değerine, işletme dışı tarımsal gelir ve konut kira bedelinin eklenmesi ile elde edilmiştir. İşletme dışı tarımsal gelire, aile iş gücü ve makine gücünün diğer işletmelerdeki tarımsal işlerde çalışmaları karşılığında elde ettikleri gelirler dahildir. İşletme başına düşen gayri safi hasıla, ova kesiminde 24169 YTL, yüksek kesimde ise 18469 YTL dir. Gayri safi hasılanın, her iki kesimde de %92 gibi büyük bir kısmı gayri safi

üretim değerinden meydana gelmektedir. İşletme dışı tarımsal gelirin payı %3 civarındadır (Çizelge 7).

Brüt Kâr: Brüt kâr, gayri safi üretim değerinden değişken masrafların çıkarılması ile elde edilir (Erkuş ve Demirci, 1985). İşletmenin diğer işletmelerle ve üretim faaliyetlerinin birbirleriyle karşılaştırılmasında en çok kullanılan ölçü brüt kârdır. Brüt kâr, işletmelerin planlanmasında yaygın olarak kullanılan bir ölçüdür (Cinemre, 2002).

İşletme başına düşen brüt kâr; ova kesiminde 17124 YTL, yüksek kesimde ise 12177 YTL dir. Buna göre ova kesiminde brüt kâr, yüksek kesimden yaklaşık %41 daha fazladır (Çizelge 7).

Saf Hasıla: Saf hasıla, gayri safi hasıladan işletme masraflarının çıkarılması ile bulunmaktadır. Saf hasıla, işletmenin başarısını objektif olarak ortaya koyan en iyi göstergedir. Saf hasılanın hesaplanmasında işletmenin borçsuz, kira ve ortakçılıkla arazi işlemediği kabul edilmektedir. Böylelikle işletmeler arası mukayesede, mülkiyet durumu ve arazi tasarrufu bakımından farklılıklar ortadan kaldırılarak, işletmeler aynı baza getirilmektedir (Erkuş ve Demirci, 1985).

İşletme başına düşen saf hasıla, ova kesiminde 13363 YTL, yüksek kesimde ise 8773 YTL dir. Buna göre ova kesiminde saf hasıla, yüksek kesimden %52 daha fazladır (Çizelge 7).

Çizelge 6. İşletme masrafları

	Ova kesimi		Yüksek kesim	
	(YTL)	(%)	(YTL)	(%)
Sabit masraflar	5660	52.4	4927	50.8
Değişken masraflar	5146	47.6	4769	49.2
Toplam işletme masrafları	10806	100.0	9696	100.0

Tarımsal Gelir: Tarımsal gelir, müteşebbise ait öz sermayenin rantı ile işletmeci ve aile fertlerinin çalışmaları karşılığı olarak hesaplanan ücret toplamıdır. Tarımsal gelir, saf hasıladan borç faizi ve kiranın düşülmesi, kalan değere işletmeci ve aile fertleri için hesaplanan ücret karşılığının ilave edilmesiyle hesaplanmaktadır (Erkuş ve Demirci, 1985).

Tarımsal gelir, müteşebbisin gerçek gelirini ortaya koyması ve onun öz sermaye varlığında bir eksilme meydana gelmeksizin, harçayabileceği miktarı göstermesi bakımından önemlidir. Saf hasıla, işletmelerin başarılarını tespit için objektif bir kriter olmakla beraber, çiftçi ailesinin gelirini tam olarak göstermemektedir. Zira saf hasılanın hesaplanmasında, işletmelerin yalnız kendi mülk arazilerini işledikleri ve borçsuz oldukları varsayıldığından, arazi kirası karşılıkları ve işletmede kullanılan yabancı sermayenin faiz giderleri saf hasıla içinde yer almaktadır. Bu durumda saf hasılaya göre başarılı görünen bir çiftçi, saf hasılanın büyük bir bölümünü kiracılık masrafları ve borç faizleri olarak ödemiş olabilir. Bu nedenle tarımsal gelir, müteşebbisin başarısını tespit etmek için kullanılan iyi bir ölçü olarak kabul edilmektedir (Bülbul, 1979).

İşletme başına düşen tarımsal gelir, ova kesiminde 15627 YTL, yüksek kesimde 10693 YTL dir (Çizelge 7). Ova kesiminde işletme arazisinin dekarına düşen tarımsal gelir, yüksek kesime göre %21 daha fazladır.

Rantabilite: Rantabilite, bir işletmenin belirli bir sürede elde ettiği kârın, bu işletmeye yatırılan

sermayeye oranıdır. İşletmelerde mali ve ekonomik rantabilite olmak üzere iki türlü rantabilite hesabı yapılmaktadır (Erkuş ve Demirci, 1985).

Mali ve ekonomik rantabilite oranları, aşağıdaki formüllerle hesaplanmaktadır (Erkuş ve ark., 1995).

$$\text{Mali rantabilite} = \frac{\text{Saf hasıla} - (\text{borç faizleri} + \text{kiracılık ve ortaklık payı})}{\text{Öz sermaye}} \times 100$$

$$\text{Ekonomik rantabilite} = \frac{\text{Saf hasıla}}{\text{Aktif Sermaye}} \times 100$$

Ova kesiminde mali rantabilite oranı %7.2, ekonomik rantabilite oranı %7.3 dür. Yüksek kesimde ise mali rantabilite oranı %6.5 iken, ekonomik rantabilite oranı %6.9 bulunmuştur. Bu oranlardan hareketle ova kesimindeki işletmelerin, yüksek kesime göre daha rantabl çalıştıkları söylenebilir. Ova ve yüksek kesimde mali ve ekonomik rantabilite oranları, araştırmada aktif sermaye için kabul edilen %4 reel faiz oranının üzerinde gerçekleşmiştir. Ova ve yüksek kesimde ekonomik rantabilitenin mali rantabiliteden yüksek olması, kullanılan yabancı sermayenin işletmenin rantabilitesini arttırdığını ifade etmektedir. Mali rantabilite müteşebbis açısından, ekonomik rantabilite ise teşebbüs açısından önem taşımaktadır (Erkuş ve Demirci, 1985). Dolayısıyla her iki kesimde de, ekonomik rantabilitenin mali rantabiliteden yüksek olması, işletmeler açısından olumlu bir durumdur.

Çizelge 7. Yıllık faaliyet sonuçları

	Ova kesimi (YTL)	Yüksek kesim (YTL)
Bitkisel üretim değeri (a)	20358	16070
Fındık	18109	15124
Diğer meyveler	541	781
Çeltik	1453	-
Mısır	19	6
Bitki sermayesi demirbaş kıymet artışı	236	159
Hayvansal üretim değeri (b)	1912	876
Süt	1635	716
Hayvan sermayesi demirbaş kıymet artışı	277	160
A.Gayri safi üretim değeri (a+b)	22270	16946
Konut kira bedeli (c)	1082	956
İşletme dışı tarımsal gelir (d)	817	567
B.Gayri safi hasıla (A+c+d)	24169	18469
Değişken masraflar (e)	5146	4769
C.Brüt kâr (A-e)	17124	12177
İşletme masrafları (f)	10806	9696
D.Saf hasıla (B-f)	13363	8773
Kiracılık ve ortaklık payı (g)	154	-
Borç faizleri (h)	395	528
Aile iş gücü karşılığı (i)	2813	2448
E.Tarımsal gelir (D-g-h+i)	15627	10693
Mali rantabilite	%7.2	%6.5
Ekonomik rantabilite	%7.3	%6.9

4. ÖNERİLER

Terme İlçesinin ova kesiminde hakim ürün fındık olmasına rağmen, arazi yapısı fındık dışında bir çok tarım ürününün yetiştirilmesine imkan vermektedir. İlçede fındığın hakimiyetini azaltarak polikültür üretim tarzını geliştirmek için, fındığa alternatif olabilecek ürünlerin üretimi desteklenmelidir. Bu amaçla fındık bahçelerinin sökülmesini teşvik ederek, alternatif ürünleri yaygınlaştırmak için, 2003 yılından başlamak üzere dekar başına 200 dolar tazminat ödemesi öngörülmüştür. Ancak hedeflenenin çok altında işletme, tazminattan yararlanmak için talepte bulunmuştur. İlçe Tarım Müdürlüğü'nden alınan verilere göre, 2003 ve 2004 yıllarında 119 çiftçinin başvurusu ile sadece 2314 dekarlık fındık bahçesi sökülüştür. Bu çerçevede fındık dikim alanlarının sınırlandırılabilmesi için, yasaklı alanların takibi sağlanmalı ve fındık sökülme tazminatı, üreticilerin kabul edebileceği bir seviyeye getirilmelidir.

Ova kesiminde yetiştirilen ürünlerin sulanması için gerekli su, mevcut durumda yer altından ve kanallardan elde edilmektedir. Bu durum, sulama masraflarını ve dolayısıyla üretim maliyetini artırmaktadır. Özellikle çeltik üretiminde sulama yoğun olarak yapıldığından, üreticiler yüksek elektrik ve sulama masraflarına katlanmak zorunda kalmaktadırlar. Bu durum, bölgede üreticilerin çeltik üretiminden vazgeçmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, Çarşamba Ovası Sulama Projesi en kısa zamanda tamamlanmalı ve çiftçilerin sulama suyu ihtiyaçları, daha kolay ve ucuz hale getirilmelidir.

Yüksek kesimde nüfusun sürekli göç vermesi nedeniyle, nüfus ve dolayısıyla iş gücü varlığı düşüktür. Aile iş gücünün azlığı, bölgede geçici işçilik masraflarının artmasına neden olmaktadır. Yüksek kesimdeki nüfusun diğer bölgelere göç etmesini önlemek için, bu kesimde var olan alt yapı problemleri hızla giderilmeli ve bölgede gerçekleştirilen üretim faaliyetleri desteklenerek, aktif nüfusun bölgede kalması sağlanmalıdır. Uygun şartlarda girdi temini ve finansman olanaklarının kolaylaştırılması, yüksek kesimde üretimi destekleyebilecek önlemler arasındadır.

Ova ve özellikle yüksek kesimdeki parçalı arazi yapısı, üretimde verimliliğin azalmasına neden olmaktadır. Bu durumun önüne geçebilmek için yapılacak arazi toplulaştırması, her iki kesimde de mekanizasyon kullanımını artırarak, iş gücü masraflarının azalmasını sağlayacaktır.

Yüksek kesimde fındık, büyük ölçüde yetiştirilebilecek tek ürün olduğundan, bu kesimde düşük olan fındık veriminin artırılması için gerekli tedbirler alınmalıdır. İki kesimde de çiftçilerin, gübreyi toprak analizi yapmadan kullandıkları tespit edilmiştir. Çiftçilerin girdi kullanımı konusunda bilinçlenmeleri halinde, üründen elde edecekleri verim de yükselecektir. Bu kapsamda, başta Tarım İlçe Müdürlüğü olmak üzere bölgedeki tarım kuruluşlarının, söz konusu konular ile ilgili olarak yayım çalışmalarını artırmaları gerekmektedir.

Çiftçilerin büyük çoğunluğunun, arazi yapılarına uygun fındık çeşitleri ve dikim hakkında bilgi sahibi olmadıkları tespit edilmiştir. Özellikle yüksek kesimde verimin artması için, üreticilerin uygun çeşit seçimi ve dikim konularında bilinçlendirilmeleri gerekmektedir.

İşletmelerin yetersiz para sermayeleri, yüksek faizle borçlanmalarına yol açmaktadır. Söz konusu sorunun giderilebilmesi amacıyla, işletmelere uygun koşullarda ve düşük faizli kredi kullanımı imkanı sağlanmalıdır.

Araştırma alanında fındık dışındaki meyveler ile sebze, işletme avlusu ve arazi kenarlarında yetiştiriciliği yaygındır. Söz konusu bu ürünler, sınırlı miktarda ve büyük ölçüde aile tüketimine yönelik yapılmaktadır. Bu ürünlerin kapama bahçe şeklinde yetiştirilmesi için gerekli teşvikler yapılmalıdır.

İnceleme alanında büyük baş hayvancılık, büyük ölçüde aile tüketimine yönelik olarak yapılmaktadır. Bu bakımdan pazara yönelik çalışan hayvan işletmesi sayısı artırılmalı ve süt veriminin artırılması için de melezleme çalışmaları yaygınlaştırılmalıdır. Bölgede süt ve süt ürünlerinin pazarlama olanakları geliştirilmeli, bu ürünler yalnızca semt pazarlarında satılan ürünler olmaktan çıkarılmalıdır. Bitkisel üretimle birlikte yapılacak hayvancılık, üreticilerin gelir düzeyini ve dolayısıyla ekonomik refahını artıracaktır.

İlçede üretilen sütü işleyecek tesis sayısı oldukça azdır. İşleme tesislerinin azlığı, üretilen sütün ekonomik olarak değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, ilçede süt ve süt ürünlerini işleyecek tesislerin kurulması teşvik edilmelidir.

Araştırma alanında yem bitkileri yetiştiriciliği oldukça sınırlıdır. Bölgede hayvancılığın gelişmesi yem bitkileri ihtiyacını artıracığından, yem bitkilerinin üretimi de buna paralel olarak artırılmalıdır.

Terme İlçesinde organik fındık tarımı yapılabilecek uygun pilot alanlar oluşturularak organik üretim geliştirilmelidir. Mevcut durumda, ilçede organik fındık tarımı yoğun olarak tek bir köyde yapılmaktadır. Organik fındık yetiştiriciliği ilçenin tüm köylerinde yaygınlaştırılmalıdır. Organik fındık tarımının yaygınlaşması, fındıkta ek pazar olanaklarını genişletebilecektir. Ayrıca organik fındık tarımı, sözleşmeli yetiştiricilik esasına dayandığından, üreticiler açısından da pazarlama garantisi söz konusu olmaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Anonymous, 2004. Amazonlar Diyarı Terme. T.C. Terme Kaymakamlığı, Terme Bilgi Ofset Matbaası, Terme.
- Anonymous, 2006a. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı Dosya Kayıtları. Ankara.
- Anonymous, 2006b. Samsun Tarım İl Müdürlüğü Dosya Kayıtları. Samsun.
- Anonymous, 2006c. Terme Tarım İlçe Müdürlüğü Dosya Kayıtları. Samsun.

- Ayfer, M., Uzun, A., Baş, F., 1986. Türk Fındık Çeşitleri. Karadeniz Fındık ve Mamulleri İhracatçıları Birliği Yayınları, Ankara.
- Bülbül, M., 1979. Bafra İlçesi Tütün İşletmelerinin Ekonomik Yapısı Yatırım ve Cari Harcamaların Dağılımı ve Bunların Gelir Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:710, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler:416, Ankara.
- Cinemre, H.A., 2002. Tarım Ekonomisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No:11 (Genişletilmiş 3. Baskı), Samsun.
- Demir, T., 1997. Samsun İlinde Yetiştirilen Fındıkların Seleksiyonu Üzerine Bir Ön Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Erkuş, A. ve Demirci, R., 1985. Tarımsal İşletmecilik ve Planlama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 944, Ankara.
- Erkuş, A., Bülbül, M., Kıral, T., Açıl, A.F., Demirci, R., 1995. Tarım Ekonomisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:5, Ankara.
- FAO, 2006. www.fao.org.
- Resmi Gazete, 1983. 18 Haziran 1983, Sayı:18081, Ankara.
- Resmi Gazete, 2003. 19 Haziran 2003, Sayı:25143, Ankara.
- TÜİK, 2002. Samsun 2000 Genel Nüfus Sayımı, Nüfusun Sosyal ve Ekonomik Nitelikleri. Yayın Numarası: 2726, Ankara.
- TÜİK, 2005. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). Yayın No: 2949, Ankara.
- TÜİK, 2006. <http://www.tuik.gov.tr>.
- Yamane, T. 1967. Elementary Sampling Theory. Printice Hall Inc, Englewood Cliffs, N.T.

FARKLI ASİT REAKSİYONDAKİ TOPRAKLARDA YETİŞTİRİLEN AYÇİÇEĞİ BİTKİSİNDE BOR NOKSANLIĞINA KİREÇLEMENİN ETKİSİ

Ahmet KORKMAZ Havva Sera ŞENDEMİRÇİ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Samsun

Sorumlu yazar: akorkmaz@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 13.12.2006

Kabul Tarihi: 11.05.2007

ÖZET: Sera koşullarında yürütülen çalışmada, farklı derecelerde asit reaksiyon gösteren topraklarda yarayışlı bor kapsamlarına ve yetiştirilen ayçiçeği bitkisinde bor noksanlığının şiddetine kireçlemenin etkileri araştırılmıştır. Çalışmada 9' u Ordu – Ünye' den , 4' ü Samsun – Terme' den, 3' ü Samsun – Salıpazarı' ndan, 1' i Ordu - Gülyalı' dan, 2' si Rize - Çayeli ve Merkez' den, 1' i Trabzon – Akçaabat' tan olmak üzere 0-20 cm derinlikten alınan asit topraklar kullanılmıştır. Asit topraklara kireç, ihtiyaçları kadar uygulanmış ve 3 ay inkübasyona bırakılmıştır. Kireçlenmiş ve kireçlenmemiş topraklarda tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülen denemelerde Colwell metodu uygulanmıştır. Farklı derecelerde asit reaksiyon gösteren 20 toprağın 18' inde yetiştirilen ayçiçeği bitkisinde bor noksanlık belirtileri oluşmuş ve bu bitkilerde değişik derecelerde bor noksanlıkları tespit edilmiştir. Kireçlemenin sonucu olarak, asit reaksiyonlu toprakların tümünde, yetiştirilen bitkilerde bor noksanlık belirtileri oluşmuş ve ihtiyaçları kadar uygulanan kireç, asit toprakların büyük bir kısmında yetiştirilen bitkilerde bor noksanlık belirtilerinin ortaya çıkışını hızlandırmıştır. Bor noksanlığı gösteren 18 asit toprakta sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamları 0.13 ppm (Rize-Merkez) ile 1.07 ppm (Ordu-Ünye-Dizdar) arasında bir değişim göstermiştir. Bor noksanlığı göstermeyen Samsun-Terme-Y.Köybucak ve Samsun-Salıpazarı-Tepealtı' ndan alınan asit topraklarda yarayışlı bor kapsamları sırasıyla 2.35 ve 1.82 ppm olarak bulunmuştur. Asit toprakların büyük bir kısmında, yarayışlı bor kapsamları kireçleme ile önemli derecede azalmıştır. Kireçleme yapılan ve bor noksanlığı belirtileri görülen 20 toprakta sıcak suda eriyebilir bor kapsamları 0.06 ppm (Rize - Merkez) ile 1.75 ppm (Samsun-Terme-Y.Köybucak) arasında değişmiştir. Toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamları arttıkça, yetiştirilen ayçiçeği bitkisinde bor noksanlığının daha da geç ortaya çıktığı görülmüştür. Bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen ayçiçeği bitkilerinin Ca/B oranı arttıkça bor noksanlığı belirtilerinin daha erken ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Colwell metodu, ayçiçeği, yarayışlı bor, bor noksanlığı

THE EFFECT OF LIMING TO THE BORON DEFICIENCY GROWING SUNFLOWER IN DIFFERENT ACIDIC REACTIONS

ABSTRACT: In this greenhouse study, the effects of liming to the plant available soil boron contents and to the boron deficiency intensity of sunflower grown at soils that contain varying acidic reactions were investigated. Twenty surface soil samples (0-20 cm) of the acidic soils taken from different regions (9 from Ordu - Ünye, 4 from Samsun - Terme, 3 from Samsun - Salıpazarı, 1 from Ordu - Gülyalı, 2 from Rize Çayeli and Center and 1 from Trabzon – Akçaabat were used. The needed amounts of lime were added to each soil and they were incubated for 3 months. Colwell method was used at this research in which the lime applied and no limed applied plots were replicated three times at randomized plot experimental design. Out of 20 soils in which sunflower was grown, 18 soils showed boron deficiencies symptoms and also varying boron deficiency intensities were observed. When needed lime were applied to the soils, the deficiency symptoms appeared more quickly in the sunflower plants. The boron content that can be extracted with hot water in the eighteen acid soils which showed boron deficiency ranged from 0.13 ppm (Rize-Center) to 1.07 ppm (Ordu-Ünye-Dizdar). The plant available boron content of the two soils (Samsun-Terme-Y.Köybucak and Samsun-Salıpazarı-Tepealtı), which did not show boron deficiency, were 2.35 and 1.82 ppm, respectively. Plant available boron contents decreased in many of the acidic soils when they are limed. Hot water extracted boron contents of the lime applied 20 soils soils ranged from 0.06 ppm (Rize-Center) to 1.75 ppm (Samsun-Terme-Y.Köybucak). The boron deficiency was delayed when the hot water extracted boron contents increased. The boron deficiency symptoms appeared earlier when the Ca/B ratio of the sunflower plant increased.

Key Words : Colwell method, sunflower, plant available boron, boron deficiency

1. GİRİŞ

17 mutlak gerekli elementten biri olan borun bitkinin beslenmesinde ve fizyolojisindeki rolleri şunlardır.

- Bitkilerde meristematik büyüme,
- Hücre bölünmesi ve gelişmesi,
- Dokuların solunumu,
- Polenlerin çimlenmesi, tohum oluşumu ve meyve tutumu,
- Azot, fosfor gibi elementlerin kullanımı,
- Hücre membranları içerisinde şekerin taşınımı,
- Nükleik asitlerin ve proteinlerin sentezi,

- Karbonhidratların sentez ve taşınımı,
- Baklagillerde nodül oluşumu,
- Oksin hormonunun aşırı birikimini önleme ve büyümeyi sağlama,
- Erkek ve dişi çiçeklerin zamanlı oluşumu,
- Soğuğa, hastalıklara, parazitlere karşı dayanıklılığın sağlanması için gereklidir (Loué, 1986).

Toprak çözeltisinde borun pH' ya bağlı olarak borik asit ve borat anyonları formunda bulunduğu, özellikle asit şartlarda borik asit şeklinde bulunması halinde kolayca yıkanabildiği, alkalın şartlarda borat anyonu

şeklinde bulunduğu ise toprakta adsorbe edilerek bitki tarafından kolayca alınmadığı bildirilmiştir. Bu yüzden aşırı bor yıkanması nedeniyle yağışlı bölgelerde oluşan asit reaksiyonlu topraklar, organik maddece fakir kumlu topraklar, pH' sı yüksek topraklar bor noksanlığı yönünden riskli bulunmaktadır. Diğer yandan asit topraklara aşırı kireçlemenin, bitkinin bor gereksinimini artıracak miktarlarda topraklara aşırı kalsiyum ve potasyumlu gübre uygulamalarının, kuraklığın, yüksek ışık intensitesinin ve borca fakir alkalın sulama sularıyla yapılan sulamanın bitkilerde bor noksanlığına neden olabileceği de bildirilmiştir. Ayrıca asit topraklarda kireçlemenin bitkiye yarayışlı bor miktarını azaltarak bor noksanlığına sebep olabileceği ve kireçleme sonucu asit topraklarda çözünürlüğü düşük kalsiyum metabolat oluşabileceği de belirtilmiştir (Loué, 1986).

Gupta (1979), Kanada topraklarında toplam borun 45 ile 124 ppm arasında olduğunu, sıcak su ile ekstrakte edilebilir borun ise bu topraklarda 0.38 ile 4.67 arasında değiştiğini ve toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamının toplam borun % 5' inden daha az olduğunu bildirmiştir.

Özbek ve ark. (1993), da bor noksanlığının bütün dünyada ılıman bölgelerin asit topraklarında ve aynı zamanda kurak bölgelerin alkalın topraklarında yaygın olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bunun nedenlerinin; asit topraklarda H_3BO_3 'ün adsorpsiyonunun düşük olması nedeniyle kuvvetli bor yıkanmasının olması ve alkalın topraklarda ise $B(OH)_4^-$ 'ün adsorpsiyon sonucunda kuvvetli bor fiksasyonunun gerçekleşmesi olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca ılıman bölgelerde bor noksanlığı özellikle kurak ve sıcak geçen yıllarda kumlu topraklarda, aynı şekilde kurak yerlerdeki kilce zengin topraklarda ortaya çıktığı da belirtilmiştir.

Barbier ve Chabannes (1952), toprak pH' sının 3' ten 9' a artırılması sonucu kaolinit kilince çözünebilir bor elementinin tutulan miktarının arttığını bildirmişlerdir.

Zerrari ve ark. (2000), ayçiçeğinin bor alımı üzerine kuraklığın azaltıcı etkisinin, kireçli topraklarda kireçli olmayanlara göre daha önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Scaife ve Turner (1983), normal beslenen bitkilerin 25 ile 100 ppm bor içerdikleri ve kritik bor kapsamının 20 ppm olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bitkilerin bor kapsamının yetiştirildikleri ortamda bulunan yarayışlı bor kapsamına bağlı olduğunu, bu nedenle bitkilerin bor kapsamı arasında önemli farklılıklar olabileceğini belirtmişlerdir.

Blamey ve ark. (1979), ayçiçeği yapraklarında kritik bor kapsamının farklı 2 çeşitte 32 ve 35 ppm olduğunu, ortalama 34 ppm kabul edilebileceğini ifade etmiştir.

Bergmann (1992), bitkilerde kritik bor düzeyinin bitkilere göre değiştiğini, buğdayda 5 ile 10 ppm arasında, üçgül gibi çift çenekli bitkilerde 20 ile 70 ppm arasında, haşhaş gibi zamlı oluşturan bitkilerde 80 ile 100 ppm arasında değiştiğini belirtmiştir.

Loué (1986), ayçiçeği bitkilerinde bor noksanlık belirtilerinin 25 ppm' in altında görüldüğünü ancak çeşitlere bağlı olarak bu kritik seviyenin 25 ile 35 ppm arasında değişebileceğini, bu değerlerin altında bor kapsayan ayçiçeği bitkilerinin ürün miktarında azalmaların olabileceğini belirtmiştir.

Toprak çözeltisindeki bor miktarı azaldıkça bitkilerin büyümesinin yavaşladığını veya durduğunu belirten Dell ve Huang (1997), bor eksikliğinde kök uçlarındaki hücrelerin bölünmesinin durduğunu, köklerde dallanmanın azaldığını tespit etmiştir. Araştırmacılar, bor noksanlığı nedeniyle tohum oluşumunda meydana gelen azalmaların vejetatif dönemden önceki dönemlere görülmeden oluşabileceğini ve çiçeklerde bor kapsamının düşük olması halinde polen tüp gelişiminin azalması nedeniyle tohum tutmama veya hasarlı formasyon ve anormal meyve oluşumu görülebileceğini de bildirmişlerdir.

Shorrocks (1997), bitkilerin ihtiyaçlarına bağlı olarak aynı topraktan farklı miktarlarda bor aldıklarını, bitkilerin ihtiyaç duydukları ve hasatta kaldırdıkları bor miktarının bitki tür ve çeşitlerine göre değiştiğini ortaya koymuştur.

Loomis ve Durst (1992), tek ve çift çenekli bitkilerin bor ihtiyaçlarının farklı olduğunu belirtmişler, bu farklılığın bitkilerin hücre duvarı bileşenlerinin farklı olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Tek çenekli bitkilerin hücre duvarlarında çift çenekli bitkilere göre çok az miktarda pektik madde bulunduğunu ve Ca kapsamının daha az olduğunu, bu nedenle tek çenekli bitkilerin bor ihtiyaçlarının daha az olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı; farklı asit reaksiyon gösteren topraklarda, gereksinimleri kadar uygulanan kirecin toprakların yarayışlı B ve Ca kapsamına, ayçiçeği bitkisinin B ve Ca beslenmesi ile bitkinin Ca/B oranına ve bitkide bor noksanlığının şiddetine etkisini Colwell yöntemi ile araştırmaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Denemede kullanılan 20 farklı asit toprağın 9' u Ünye' den, 4' ü Terme' den, 3' ü Salıpazarı' ndan, 1' i Ordu' dan, 2' si Rize' den, 1' i Akçaabat' tan 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Havada kurutulup 2 mm' lik elekten geçirilen asit toprakların kireç ihtiyaçları SMP yöntemine göre (Shoemaker ve ark., 1961) belirlenmiştir. Asit topraklara, belirlenen kireç ihtiyacı kadar kireç uygulanmış ve nem düzeyleri sürekli tarla kapasitelerinde tutularak topraklar 90 gün inkübasyona bırakılmıştır. Deneme topraklarında bünye Bouyoucos (1951)' e göre, kireç kapsamı Scheibler kalsimetresi ile Hızalan ve Ünal (1966)' a göre, organik madde, KDK, yarayışlı potasyum Jackson (1962)' a göre, yarayışlı fosfor Olsen ve ark. (1954)' na göre, yarayışlı Fe, Mn, Cu ve Zn Lindsay ve Norwell (1969,1978)' e göre belirlenmiştir. Ayrıca deneme topraklarında inkübasyon öncesi ve sonrası toprak reaksiyonu 1: 1'

lik toprak - su ve 0.01 N CaCl₂ tuz çözeltisi süspansiyonlarında Richards (1954)' e göre, bitkiye yarayışlı bor sıcak su ile ekstrakte edilerek Azomethin - H yöntemi kullanılarak Wolf (1971)' a göre, bitkiye yarayışlı Ca 1.0 N Amonyum asetat (pH=7) ile ekstrakte edilerek Jackson (1962)' a göre belirlenmiştir.

Colwell Yöntemi

Özbek (1969), tarafından bildirildiği şekilde Colwell (1943)' in önerisine göre deneme topraklarının yarayışlı bor miktarını tayin etmek ve yetiştirilen indikatör bitkide bor noksanlığının ilk ortaya çıktığı zamanı tespit etmek ve saf kuvars kumuyla yapılan kalibrasyon serileriyle karşılaştırmak suretiyle toprakta bor noksanlığının olup olmadığını, varsa bunun derecesini belirlemek gayesiyle topraklı esas denemeye paralel olarak kuvars kumuyla denemeler kurulmuştur.

Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak düzenlenen sera denemesinde, kireçsiz ve kireçlenerek inkübasyona bırakılmış topraklardan plastik saksılara fırın kuru ağırlık esasına göre 450 gr toprak konulmuş ve her saksıya 10 ayçiçeği tohumu (As-6310) ekilmiştir. Toprak esaslı denemeye paralel olarak bir de kum kültürü denemesi kurulmuştur. Kum kültüründe plastik saksılara 450 gr yıkanmış kuvars kumu konularak 3 tekerrür olacak şekilde 0.00 - 0.05 - 0.10 - 0.30 - 0.50 ve 1.00 ppm B dozlarında borik asit çözeltisi uygulanmıştır. Kum ve toprak kültüründe ekimden 9 gün sonra her saksıda 5 bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. 10. günden itibaren her saksıya iki günde bir Colwell (1943)' in önerisine uygun olarak hazırlanan ve bor içermeyen, fakat diğer makro ve mikro besin elementlerini içeren bir besin çözeltisi verilmiştir. Deneme süresince gerek kum gerekse toprak kültüründe yetiştirilen ayçiçeği bitkilerinde fenolojik gözlemler yapılmış, bor noksanlığı gösterdiğinde bitkiler fotoğraflanmış ve tarih saptanarak hasat edilmiştir. Hasat edilen bitki örnekleri saf su ile yıkanmış, kaba filtre kağıdı ile kurulandıktan sonra kese kağıtları içerisinde 60 - 65 °C' de kurutulmuş, tartılmış ve porselen havanda öğütülmüştür. Öğütülen bitki örneklerinde Bayraklı (1987), tarafından bildirildiği şekilde kuru yakılarak Azomethin - H yöntemine göre bor tayini yapılmıştır. Ayrıca Kacar (1972), tarafından bildirildiği şekilde bitki örnekleri yaş yakılarak, AAS ile kalsiyum tayini yapılmıştır.

Denemede istatistiksel analizler ve regresyon denklemleri Yurtsever (1984)' e göre yapılmış, korelasyon katsayıları Minitab paket programı yardımıyla bilgisayarda hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Deneme Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal

özellikleri Çizelge 1' de verilmiştir. Değişik derecelerde asit reaksiyon gösteren toprakların kireç ihtiyaçlarının birbirlerinden oldukça farklı olduğu tespit edilmiştir. En düşük kireç ihtiyacı 248 kg CaCO₃ /da Ordu - Gülyalı toprağında (13 nolu toprak), en yüksek kireç ihtiyacı 2197 kg CaCO₃ /da Samsun-Salıpazarı-Yavaşbey toprağında (12 nolu toprak) bulunmuştur. Genellikle toprakların killi tınlı bünyeye sahip olduğu kireççe fakir ve organik madde yönünden iyi olduğu tespit edilmiştir. Yarayışlı fosfor yönünden Terme-Y.Köybucağı, Salıpazarı-Tepealtı ve Ünye-Y. Kızılcakese toprakları (7, 11 ve 19 nolu topraklar) iyi olmakla birlikte, diğer toprakların çoğu fosforca yetersiz bulunmuştur. Toprakların kation değişim kapasiteleri çoğunlukla yüksek olmakla birlikte, yarayışlı potasyum yönünden Ünye-Dizdar, Terme-A.Köybucak, Terme-Y.Köybucak, Salıpazarı-Tepealtı ve Rize-Merkez toprakları (2, 3, 7, 11 ve 20 nolu topraklar) yeterli seviyede, diğerleri düşüktür. Toprakların yarayışlı Fe, Mn, Zn ve Cu kapsamı genellikle yeterli seviyededir.

3.2. Kireç Uygulamasının Toprakların pH Değerlerine, Yarayışlı B ve Ekstrakte Edilebilir Ca Kapsamlarına Etkisi

Farklı derecelerde asit reaksiyon gösteren topraklara ihtiyaçları kadar uygulanan kirecin inkübasyon sonucu toprakların pH değerlerine etkisi Çizelge 2' de, yarayışlı B ve ekstrakte edilebilir Ca kapsamına etkileri ise Çizelge 3' de verilmiştir.

Asit topraklara ihtiyaçları kadar uygulanan kireç inkübasyon sonucunda, toprakların saf su ve CaCl₂ tuz çözeltisi süspansiyonlarındaki pH değerlerini artırmıştır. Kontrol (kireçsiz) toprakların pH (su) değerleri 4.85 ile 6.65 arasında, kireçlenen toprakların pH (su) değerleri ise 6.70 ile 7.45 arasında bulunmuştur. Aynı şekilde kontrol (kireçsiz) toprakların CaCl₂ süspansiyonundaki pH değerleri 4.15 ile 5.90 arasında, kireçlenen toprakların pH (CaCl₂) değerleri 6.15 ile 7.10 arasında bulunmuştur.

Asit reaksiyon gösteren topraklara ihtiyaçları kadar uygulanan kirecin inkübasyon süresi sonucunda toprakların sıcak su ile ekstrakte edilen B kapsamına etkisi Ünye-Aydıntepe, Terme-A.Köybucak, Ünye-İkizce Yolu, Terme-Hüseyin Mescitli, Salıpazarı-Tepealtı, Terme-Sakarlı, Ünye-Sahilköy 2 ve Rize-Merkez topraklarında (1, 3, 4, 8, 11, 16, 17 ve 20 nolu topraklar) P < 0.01 seviyesinde; Ünye-Dizdar, Terme-Y.Köybucak, Ünye-Sahilköy 1, Ordu-Gülyalı, Ünye-Merkez ve Akçaabat-Kaleönü topraklarında (2, 7, 10, 13, 18 ve 19 nolu topraklar) ise P < 0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle kireçleme sonucu toprakların yarayışlı B kapsamı önemli derecede azalmıştır. Buna karşın Salıpazarı-Biçmeköy, Ünye-Çaybaşı, Ünye-Y.Kızılcakese, Salıpazarı-Yavaşbey, Ünye-Aydıntepe 1 ve Rize-Çayeli

Çizelge 1. Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak No	Toprakların Alındıkları Yerler		Kum %	Silt %	Kil %	Tekstür Sınıfı	Kireç %	KDK me/100g	Org. Mad. %	Yarayışlı P P ₂ O ₅ kg/da	Yarayışlı K me/100gr	Kireç ihtiyacı kg CaCO ₃ /da	DTPA ile Ekstrakte Edilebilir Mikroelementler, ppm			
													Fe	Mn	Cu	Zn
1	Ünye	Aydıntepe 2	27.6	38.9	33.5	Killi tın	0.7	50.3	4.26	1.22	0.23	1423	24.3	36.9	1.1	1.3
2	Ünye	Dizdar Tekkiraz	40.1	28.3	31.6	Killi tın	0.5	57.7	3.69	6.06	0.81	594	37.4	24.7	7.8	3.1
3	Terme	Aşağı Köybucak	31.5	34.0	34.6	Killi tın	0.8	56.5	5.07	4.97	0.67	322	39.5	38.2	5.9	3.7
4	Ünye	İkizce Yolu	37.1	32.1	30.8	Killi tın	0.6	46.2	5.41	1.23	0.09	265	28.2	37.4	1.6	2.0
5	Salıpazarı	Biçmeköy	24.7	29.6	45.6	Kil	0.4	53.5	3.37	2.34	0.17	1059	20.8	36.5	2.3	1.9
6	Ünye	Çaybaşı	43.6	31.9	24.5	Tın	0.1	33.9	2.11	4.18	0.15	1505	25.6	19.3	5.3	1.0
7	Terme	Yukarı Köybucak	37.6	33.9	28.5	Killi tın	0.6	51.3	6.32	10.18	1.59	292	38.9	35.6	8.3	3.7
8	Terme	Hüseyin Mescitli	26.1	34.0	39.9	Kil	0.8	55.1	3.85	0.61	0.08	2030	14.9	31.3	0.8	0.7
9	Ünye	Yeni Kızılcakese	42.9	26.7	30.3	Killi tın	0.9	49.4	3.67	1.31	0.19	342	28.4	36.7	2.1	1.8
10	Ünye	Sahilköy 1	34.2	27.1	38.8	Killi tın	0.9	61.8	3.12	0.67	0.26	495	31.7	34.3	4.6	1.3
11	Salıpazarı	Tepealtı	26.0	39.4	34.6	Killi tın	0.9	58.7	3.84	15.9	0.78	433	37.5	38.8	9.0	6.4
12	Salıpazarı	Yavaşbey	20.5	30.4	49.1	Kil	0.2	52.5	1.77	0.69	0.31	2197	22.3	28.9	0.7	0.6
13	Ordu	Gülyalı	73.0	12.2	14.8	Kumlu tın	0.1	18.6	1.47	2.39	0.10	248	24.7	19.6	2.8	0.8
14	Ünye	Aydıntepe1	27.4	29.2	43.4	Kil	0.4	48.4	3.11	0.32	0.33	1423	25.4	35.9	1.3	0.6
15	Rize	Çayeli	59.2	21.9	18.9	Kumlu tın	0.5	45.0	5.1	3.65	0.41	1201	32.0	23.1	1.4	1.5
16	Terme	Sakarlı	37.4	36.8	25.8	Killi tın	0.6	31.9	4.24	3.3	0.10	545	36.8	37.2	2.2	4.3
17	Ünye	Sahilköy 2	26.6	21.4	52.0	Kil	0.6	65.8	3.2	0.35	0.23	458	31.5	36.1	2.6	1.2
18	Ünye	Merkez	49.1	23.4	27.4	Kumlu killitın	0.3	37.3	1.87	5.16	0.17	272	28.2	35.6	4.2	2.2
19	Akçaabat	Kaleönü	69.3	18.5	12.2	Kumlu tın	0.6	34.7	1.48	14.23	0.51	817	33.0	38.2	2.8	0.7
20	Rize	Merkez	43.9	24.0	32.1	Killi tın	0.5	56.7	0.5	0.61	0.60	1332	7.6	9.6	0.5	0.6

Çizelge 2. Deneme topraklarının pH 'sı üzerine kireçlemenin etkisi

Toprak No	pH (1:1 su)		pH (1:1 0.01 N CaCl ₂ tuz çözeltisi)	
	Kontrol veya Kireç İhtiyacı Giderilmeyen	Kireç İhtiyacı Giderilen	Kontrol veya Kireç İhtiyacı Giderilmeyen	Kireç İhtiyacı Giderilen
1	5.15	7.00	4.55	6.80
2	6.30	7.30	5.50	6.95
3	5.80	6.95	5.60	6.15
4	6.30	7.20	5.90	7.00
5	5.20	7.05	4.75	7.05
6	6.30	7.15	5.75	7.00
7	6.65	7.15	6.10	7.00
8	5.10	7.05	4.15	6.95
9	5.70	7.35	5.10	7.10
10	6.40	7.45	5.80	7.10
11	6.20	7.05	5.90	7.00
12	5.40	7.23	4.15	6.95
13	6.35	7.15	5.60	6.95
14	5.25	7.20	4.65	7.00
15	5.90	6.90	5.15	6.70
16	5.68	7.05	5.20	6.90
17	6.40	7.40	5.75	7.00
18	5.95	7.35	5.40	7.00
19	4.85	6.75	4.55	6.75
20	5.50	6.70	4.50	6.25

Çizelge 3. Deneme topraklarının sıcak su ile ekstrakte edilebilir B kapsamı ve ekstrakte edilebilir Ca kapsamı üzerine kireçlemenin etkisi

Toprak No	Sıcak Su ile Ekst. Edilebilir B , ppm			Ekstrakte Edilebilir Ca, me/100 g		
	Kontrol veya Kireç İhtiyacı Giderilmeyen	Kireç İhtiyacı Giderilen	Kirecin Etkisi	Kontrol veya Kireç İhtiyacı Giderilmeyen	Kireç İhtiyacı Giderilen	Kirecin Etkisi
1	0.81	0.47	**	3.00	12.07	**
2	1.07	0.77	*	19.00	22.95	*
3	0.87	0.26	**	12.00	15.30	ö.d.
4	0.99	0.70	**	9.00	9.15	ö.d.
5	0.52	0.52	ö.d.	9.00	13.43	**
6	0.57	0.52	ö.d.	15.50	21.25	*
7	2.35	1.75	*	22.00	18.53	ö.d.
8	0.27	0.20	**	13.50	10.20	ö.d.
9	0.67	0.59	ö.d.	5.50	11.73	**
10	0.63	0.42	*	17.00	26.18	**
11	1.82	1.09	**	6.00	6.12	ö.d.
12	0.79	0.49	ö.d.	14.00	24.65	**
13	0.49	0.27	*	7.50	4.68	ö.d.
14	0.45	0.44	ö.d.	14.50	23.21	**
15	0.47	0.45	ö.d.	18.00	15.25	ö.d.
16	0.84	0.61	**	7.00	8.50	ö.d.
17	0.79	0.63	**	21.00	26.78	**
18	0.51	0.26	*	2.50	8.93	**
19	0.70	0.36	*	14.45	16.50	ö.d.
20	0.13	0.06	**	6.50	9.69	**

** P<0.01 seviyesinde önemli

* P< 0.05 seviyesinde önemli

ö.d. önemli değil

topraklarında (5, 6, 9, 12, 14 ve 15 nolu topraklar) sıcak su ile ekstrakte edilen B kapsamına kireçlemenin etkisi önemli bulunmamıştır Wolf (1971)' e göre asit topraklar kireç ihtiyaçları giderilmeden sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor yönünden değerlendirildiğinde 8 ve 20 nolu topraklar sırasıyla Terme-Hüseyin Mescitli ve Rize-Merkez toprakları noksan (0 - 0.4 ppm arası); 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 ve 19 nolu topraklar sırasıyla Ünye-Aydıntepe 2, Terme-A.Köybucak, Ünye-İkizce Yolu, Salıpazarı-Biçmeköy, Ünye-Çaybaşı, Ünye-Y.Kızılcakeş, Ünye-Sahilköy 1, Salıpazarı-Yavaşbey, Ordu-Gülyalı, Ünye-Aydıntepe 1, Rize-Çayeli, Terme-Sakarlı, Ünye-Sahilköy 2, Ünye-Merkez, Akçaabat-Kaleönü toprakları düşük (0.5–0.9 ppm arası) bulunmuştur. 2, 7 ve 11 nolu topraklar sırasıyla Ünye-Dizdar, Terme-Y.Köybucak, Salıpazarı-Tepealtı toprakları yeterli seviyede bor içermektedir (1.0 – 2.4 ppm arası). Tarakçıoğlu (2001), Ordu yöresinde fındık yetiştiriciliği yapılan bahçelerden alınan toprakların yarayışlı bor kapsamının analiz sonuçlarına göre % 50' ninin noksan (0 - 0.4 ppm B), % 42.5' inin düşük (0.5 - 0.9 ppm B), % 7.5' inin yeterli (1.0 - 2.4 ppm B) olduğunu bildirmiştir.

Asit toprakların kireç ihtiyaçları giderildiğinde 3, 8, 13, 18, 19 ve 20 nolu topraklar sırasıyla Terme-A.Köybucak, Terme-Hüseyin Mescitli, Ordu-Gülyalı, Ünye-Merkez, Akçaabat-Kaleönü ve Rize-Merkez toprakları sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı yönünden noksan (0 – 0.4 ppm arası); 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 15, 16 ve 17 nolu topraklar sırasıyla Ünye-Aydıntepe 2, Ünye-Dizdar, Ünye-İkizce Yolu, Salıpazarı-Biçmeköy, Ünye-Çaybaşı, Ünye-Y.Kızılcakeş, Ünye-Sahilköy 1, Salıpazarı-Yavaşbey, Ünye-Aydıntepe 1, Rize-Çayeli, Terme-Sakarlı ve Ünye-Sahilköy 2 toprakları düşük (0.5 – 0.9 ppm arası) bulunmuştur. Kireç ihtiyaçları giderilen 7 ve 11 nolu topraklar, sırasıyla Terme-Y.Köybucak ve Salıpazarı-Tepealtı toprakları sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı yönünden yeterli (1.0 – 2.4 ppm arası) bulunmuştur.

Farklı derecelerde asit reaksiyon gösteren topraklara ihtiyaçları giderilecek şekilde uygulanan kirecin toprakların ekstrakte edilebilir Ca kapsamına etkisi Ünye-Aydıntepe 2, Salıpazarı-Biçmeköy, Ünye-Y. Kızılcakeş, Ünye-Sahilköy 1, Salıpazarı-Yavaşbey, Ünye-Aydıntepe 1, Ünye-Sahilköy 2, Ünye-Merkez ve Rize-Merkez topraklarında (1, 5, 9, 10, 12, 14, 17, 18 ve 20 nolu topraklar) $P < 0.01$ seviyesinde; Ünye-Dizdar ve Ünye-Çaybaşı topraklarında (2 ve 6 nolu topraklar) ise $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle, bu topraklarda ekstrakte edilebilir Ca kapsamı, kireçleme ile önemli derecede artmıştır. Bununla birlikte Terme-A. Köybucak, Ünye-İkizce Yolu, Terme-Y. Köybucak, Terme-Hüseyin Mescitli, Salıpazarı-Tepealtı, Ordu-Gülyalı, Rize-Çayeli, Terme-Sakarlı ve Akçaabat-Kaleönü topraklarında (3, 4, 7, 8, 11, 13, 15, 16 ve 19 nolu

topraklar) ekstrakte edilebilir Ca kapsamına kireçlemenin etkisi önemli bulunmamıştır.

3.3. Colwell Metodu

Yetiştirilen indikatör bitkide B noksanlığının ilk olarak görüldüğü zamanı tespit etmek ve esas denemeye paralel olarak saf kuvars kumuyla yapılan kalibrasyon serileriyle mukayese etmek suretiyle kireçlenmiş ve kireçlenmemiş topraklarda B noksanlığı olup olmadığını, varsa bunun derecesini tayin etmek ve toprakların yarayışlı B kapsamlarını belirlemek için Colwell metodu uygulanmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda değerlendirilmiştir.

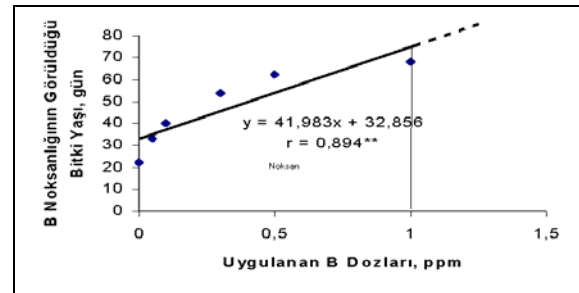
3.3.1. Kum Kültürü

Kum kültüründe yetiştirilen ayçiçeği bitkilerinin, uygulanan B dozlarına bağlı olarak, B noksanlığı görüldüğünde kuru madde miktarları, B kapsamı, B alımları ve gün olarak bitki yaşları Çizelge 4 'de verilmiştir.

Kum kültüründe yapılan denemede; uygulanan B dozu arttıkça noksanlık belirtileri daha ileri yaşlarda ortaya çıkmış, hiç B uygulanmadığında noksanlık belirtileri ekimden 22 gün sonra, 1.0 ppm B uygulandığında ise 68 gün sonra görülmüştür.

Kum kültüründe uygulanan B dozları ile B noksanlığının görüldüğü bitki yaşı arasında pozitif ilişki ($r=0.894^{**}$) belirlenmiştir (Şekil 1). Kum kültürüne uygulanan B dozları arttıkça noksanlığın görüldüğü tarihte bitkinin kuru madde miktarları, bitki B kapsamı ve bitkinin aldığı B miktarı da önemli derecede artmıştır. Hiç B uygulanmadığında noksanlık belirtilerinin görüldüğü tarihte bitki kuru madde miktarı 0.82 g/saksı, bitki B kapsamı 8.17 ppm, bitkinin aldığı B miktarı 6.70 µg/saksı iken 1.0 ppm B uygulandığında noksanlığın görüldüğü tarihte bitki kuru madde miktarı 3.85 g/saksı, bitki B kapsamı 87.93 ppm, bitkinin aldığı B miktarı 338.53 µg/saksı bulunmuştur.

Kum kültüründe yetiştirilen bitkinin aldığı B miktarının (Y) uygulanan B dozuna (X_1) ve B noksanlığı görüldüğünde bitkinin hasat yaşına (X_2) bağlı olduğu belirlenmiş ve bu ilişkinin denklemi $Y = 41.7 + 377 X_1 - 1.25 X_2$ ($r = 0.996^{**}$) bulunmuştur.



Şekil 1. Colwell metoduna göre kum kültüründe B uygulaması ile ayçiçeği bitkisinde B noksanlığının görüldüğü yaş değerleri arasındaki ilişki

Çizelge 4. Colwell metoduyla kum kültüründe yetiştirilen ayçiçeği bitkilerinin uygulanan B dozlarına bağlı olarak, B noksanlığı görüldüğünde kuru madde miktarları, B kapsamı, B alımları ve gün olarak bitki yaşları

Kum Kültüründe Uygulanan B Dozları, ppm	Kuru Madde g/saksı	Bitki B Kapsamı, ppm	Bitkinin B Alımı, µg/saksı	B Noksanlığı Görüldüğünde Bitkinin Yaşı, gün
0.00	0.82 d	8.17 f	6.70 f	22 f
0.05	1.24 c	14.22 e	17.63 ef	33 e
0.10	1.82 b	25.82 d	46.99 de	40 d
0.30	3.27 a	26.68 c	87.24 c	54 c
0.50	3.52 a	39.84 b	140.24 b	62 b
1.00	3.85 a	87.93 a	338.53 a	68 a
LSD _{0.05}	0.38	5.43	35.83	3.05

3.3.2. Toprak Kültürü

3.3.2.1. Bor Noksanlığı Görüldüğünde Bitki Yaşına, Bitkinin B Alımına ve Toprakların Colwell'e Göre Belirlenen Yarıyıllık B Kapsamlarına Kireçlemenin Etkileri

Farklı derecelerde asit reaksiyon gösteren topraklarda Colwell metoduyla yetiştirilen ayçiçeği bitkisinin B noksanlığı görüldüğünde yaşına (gün), B alımına ve toprakların Colwell metoduyla belirlenen B kapsamlarına kireçlemenin etkilerine ilişkin sonuçlar Çizelge 5' de verilmiştir. Çizelge 5' in incelenmesinden de görüleceği üzere kireç ihtiyaçları giderilmediklerinde sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı 2.35 ve 1.82 ppm olan sırasıyla Terme-Y.Köybucak ve Salıpazarı-Tepealtı toprakları (7 ve 11 nolu asit topraklar) nda yetişen bitkiler bor noksanlık belirtileri göstermemiştir. Buna karşın kireç ihtiyaçları giderilmeyen ve sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı 0.13 ile 1.07 ppm arasında değişen diğer asit topraklarda yetiştirilen bitkilerde farklı yaşlarda bor noksanlığı belirtileri tespit edilmiştir.

Kireçleme yapılmadığında en erken noksanlık Ordu-Gülyalı ve Ünye-Merkez topraklarında (13 ve 18 nolu asit topraklar) ekimden 38 gün sonra, en geç noksanlık ise Terme-A.Köybucak toprağında (3 nolu asit toprak) ekimden 68 gün sonra görülmüştür. Kireçleme yapıldığında en erken noksanlık ekimden 34 gün sonra Terme-Sakarlı (16 nolu toprak), en geç noksanlık ise ekimden 65 gün sonra Terme-Y.Köybucak ve Salıpazarı-Tepealtı topraklarında (7 ve 11 nolu topraklar) görülmüştür. Kireçleme yapılan asit toprakların tümünde yetiştirilen bitkilerde B noksanlığı tespit edilmiştir. Loué (1986), aşırı yağışlı bölgelerin asit topraklarının bor noksanlık riski taşıdığını, bu topraklarda aşırı kireçlemenin riski daha da artırdığını ifade etmektedir.

Kireç ihtiyaçları giderilen toprakların tümünde yetiştirilen bitkilerde farklı gün veya yaşlarda bor noksanlık belirtileri görülmüştür. Kireç ihtiyaçları giderilen ve sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı yönünden noksan olan (0 – 0.4 ppm arası) 3, 8, 13, 18, 19 ve 20 nolu topraklar sırasıyla Terme-A.Köybucak, Terme-Hüseyin Mescitli, Ordu-Gülyalı, Ünye-Merkez, Akçaabat-Kaleönü ve Rize-Merkez topraklarında yetiştirilen bitkilerde 37 ile 50. gün arasında noksanlık belirtileri görülmüştür.

Kireç ihtiyaçları giderilen ve sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı yönünden düşük olan (0.4 ile 1.0 ppm arası) 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 15, 16 ve 17 nolu topraklarda sırasıyla Ünye-Aydıntepe 2, Ünye-Dizdar, Ünye-İkizce Yolu, Salıpazarı-Biçmeköy, Ünye-Çaybaşı, Ünye-Y.Kızılcake, Ünye-Sahilköy 1, Salıpazarı-Yavaşbey, Ünye-Aydıntepe 1, Rize-Çayeli, Terme-Sakarlı ve Ünye-Sahilköy 2 topraklarında yetiştirilen ayçiçeği bitkilerinde 34 ile 42. günler arasında noksanlık belirtileri görülmüştür.

Kireç ihtiyaçları giderilen ve sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı yönünden yeterli olmalarına rağmen (1.0 ile 2.4 ppm arası) 1.75 ve 1.09 ppm bor içeren 7 ve 11 nolu topraklarda sırasıyla Terme-Y.Köybucak ve Salıpazarı-Tepealtı topraklarında yetiştirilen ayçiçeği bitkilerinde 65. günde noksanlık belirtileri görülmüştür. Çolak (2005), toprakta kritik bor seviyesinin, ayçiçeği çeşitlerine göre değiştiğini, As-6310 ve Serina çeşitlerinde ≤ 1.00 ppm, Tarsan-1018 çeşidinde ise ≤ 1.08 ppm olduğunu bildirmektedir.

Bor noksanlığı görüldüğünde ayçiçeği bitkisinin gün olarak yaş değerleri üzerine kireçlemenin etkisi Ünye-Dizdar, Terme-A.Köybucak, Ünye-İkizce Yolu, Salıpazarı-Biçmeköy, Ünye-Çaybaşı, Terme-Y.Köybucak, Terme-Hüseyin Mescitli, Ünye-Y.Kızılcake, Ünye-Sahilköy 1, Salıpazarı-Tepealtı ve Ünye-Sahilköy 2 topraklarında (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 17 nolu topraklar) $P < 0.01$ seviyesinde; Ünye-Aydıntepe 2, Salıpazarı-Yavaşbey, Ünye-Aydıntepe 1, Akçaabat-Kaleönü ve Rize-Merkez topraklarında (1, 12, 14, 19 ve 20 nolu topraklar) $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuş, bu topraklarda yetiştirilen ayçiçeği bitkilerinde B noksanlık belirtileri kireçleme nedeniyle daha da kısa zamanda ortaya çıkmıştır. Ordu-Gülyalı, Rize-Çayeli, Terme-Sakarlı ve Ünye-Merkez topraklarında (13, 15, 16 ve 18 nolu topraklar) kireçlemeye rağmen bitkilerde B noksanlığı kireçsiz topraklardaki bitkilerle yaklaşık aynı yaşlarda görülmüştür.

Toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı arttıkça bor noksanlığının daha geç ortaya çıktığı, bor noksanlığı görüldüğünde bitki yaş değerlerinin gün olarak arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 5. Deneme topraklarında yetiştirilen ayçiçeği bitkisinin bor noksanlığı görüldüğünde yaşına (gün), B alımına ve toprakların Colwell metoduyla belirlenen B kapsamlarına kireçlemenin etkileri

Top. No	B Noksanlığı görüldüğünde bitkinin yaşı, gün			B Alımı, µg B /saksı			Colwell Metoduyla Belirlenen Yarayışlı B Kapsamları, ppm		
	Kontrol veya Kireç İhtiyacı Giderilmeyen	Kireç İhtiyacı Giderilen	Kirecin Etkisi	Kontrol veya Kireç İhtiyacı Giderilmeyen	Kireç İhtiyacı Giderilen	Kirecin Etkisi	Kontrol veya Kireç İhtiyacı Giderilmeyen	Kireç İhtiyacı Giderilen	Kirecin Etkisi
1	51	40	*	78.95	31.59	**	0.27	0.11	**
2	50	37	**	127.05	35.52	**	0.39	0.11	**
3	68	50	**	202.60	47.36	**	0.65	0.18	**
4	47	37	**	70.00	45.72	*	0.23	0.13	*
5	57	45	**	82.07	43.03	**	0.30	0.15	**
6	58	45	**	94.43	37.67	**	0.33	0.14	**
7	B nok. simpt. görülmedi	65	ö.d.	172.59	177.46	ö.d.	>1.00	0.58	**
8	44	40	**	43.07	17.05	**	0.15	0.07	**
9	43	37	**	45.68	38.77	ö.d.	0.15	0.11	ö.d.
10	45	37	**	40.38	22.79	**	0.15	0.07	**
11	B nok. simpt görülmedi	65	ö.d.	144.31	137.50	ö.d.	>1.00	0.47	**
12	47	37	*	78.49	31.41	**	0.25	0.10	**
13	38	37	ö.d.	24.13	15.59	ö.d.	0.08	0.05	ö.d.
14	44	40	*	77.25	30.12	**	0.24	0.10	**
15	43	42	ö.d.	39.86	33.19	ö.d.	0.14	0.12	ö.d.
16	39	34	ö.d.	34.07	23.24	*	0.11	0.06	*
17	45	37	**	74.29	33.62	**	0.24	0.10	**
18	38	37	ö.d.	34.52	17.54	**	0.11	0.06	*
19	44	38	*	53.95	37.55	*	0.18	0.11	*
20	50	43	*	28.59	18.64	*	0.13	0.08	*

(1) Kum kültüründen elde edilen sonuçlara göre belirlenen $\hat{Y} = 41.7 + 377 X_1 - 1.25 X_2$ ($r = 0.996^{**}$) denkleminde hesaplanmıştır.

\hat{Y} = B Noksanlığı görüldüğünde bitkinin topraktan aldığı B mik.µg/saksı, X_1 =Toprakta yarayışlı B kap. ppm, X_2 =Topraklarda yetiştirilen ayçiçeği bitkisinin B noksanlığı görüldüğünde yaşı, gün

** P<0.01 seviyesine önemli, * P<0.05 seviyesinde önemli, ö.d. önemli değil

Bor noksanlığı gösterdiğinde bitkilerin B alımı üzerine kireçlemenin etkileri Ünye-Aydıntepe 2, Ünye-Dizdar, Terme-A.Köybucak, Salıpazarı-Bıçmeköy, Ünye-Çaybaşı, Terme-Hüseyin Mescitli, Ünye-Sahilköy 1, Salıpazarı-Yavaşbey, Ünye-Aydıntepe 1, Ünye-Sahilköy 2 ve Ünye-Merkez topraklarında (1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 17 ve 18 nolu topraklar) P< 0.01 seviyesinde; Ünye-İkizce Yolu, Terme-Sakarlı, Akçaabat-Kaleönü ve Rize-Merkez topraklarında (4, 16, 19 ve 20 nolu topraklar) P< 0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur. Bu topraklarda bor noksanlığı gösterdiğinde hasat edilen bitkilerin B alımları kireçleme ile önemli derecede azalmıştır. Terme-Y.Köybucak, Ünye-Y.Kızılcakeş, Salıpazarı-Tepealtı, Ordu-Gülyalı ve Rize-Çayeli topraklarında (7, 9, 11, 13 ve 15 nolu topraklar) yetiştirilen bitkilerde bor noksanlığı görüldüğünde bitkilerin kaldırdığı B miktarı kireçlemeden etkilenmemiştir. Toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamları arttıkça noksanlık görüldüğünde hasat edilen bitkinin aldığı bor miktarı artmıştır (çizelge 6).

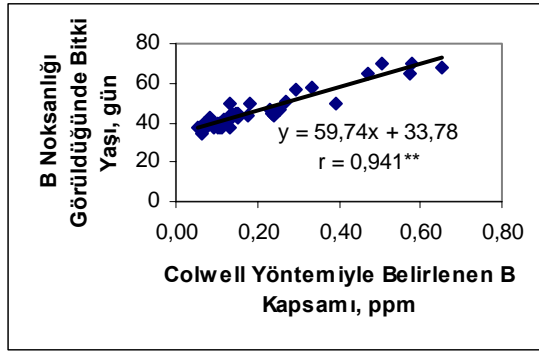
Toprakların Colwell metoduyla belirlenen yarayışlı B kapsamları üzerine kireçlemenin etkileri Ünye-

Aydıntepe 2, Ünye-Dizdar, Terme-A.Köybucak, Salıpazarı-Bıçmeköy, Ünye-Çaybaşı, Terme-Y.Köybucak, Terme-Hüseyin Mescitli, Ünye-Sahilköy 1, Salıpazarı-Tepealtı, Salıpazarı-Yavaşbey, Ünye-Aydıntepe 1 ve Ünye-Sahilköy 2 topraklarında (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14 ve 17 nolu topraklar) P < 0.01 seviyesinde; Ünye-İkizce Yolu, Terme-Sakarlı, Ünye-Merkez, Akçaabat-Kaleönü ve Rize-Merkez topraklarında (4, 16, 18, 19 ve 20 nolu topraklar) P < 0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur. Bu topraklarda Colwell metoduyla belirlenen B kapsamları, kireçlemenin etkisiyle önemli derecede azalmıştır. Ünye-Y.Kızılcakeş, Ordu-Gülyalı ve Rize-Çayeli topraklarında (9, 13 ve 15 nolu topraklar) Colwell' e göre belirlenen yarayışlı bor kapsamına kireçlemenin etkisi önemli bulunmamıştır. Kireç verilmediğinde bor noksanlığı göstermeyen Terme-Y.Köybucak ve Salıpazarı-Tepealtı topraklarında (7 ve 11 nolu topraklar) Colwell' e göre belirlenen yarayışlı bor kapsamı 1.00 ppm' in üzerinde, bor noksanlığı gösteren kireçlenmemiş 18 toprakta ise yarayışlı bor kapsamı 1.00 ppm' in altında olup, 0.11

ile 0.65 ppm arasında değişim göstermiştir. Bor noksanlığı gösteren kireçlenmiş 20 toprakta ise Colwell' e göre belirlenen yarıyıllı B kapsamı 1.00 ppm' in altında olup, 0.05 ile 0.58 ppm arasında değişim göstermiştir.

Toprakların Colwell' e göre belirlenen yarıyıllı bor kapsamı ile bor noksanlığı görüldüğünde bitkinin yaşı arasında önemli ve pozitif ilişki ($r=0.941^{**}$) bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle; toprakların Colwell' e göre belirlenen yarıyıllı bor kapsamı arttıkça, bor noksanlığı daha geç dönemlerde ortaya çıkmaktadır (Şekil 2).

Deneme topraklarının sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı ile Colwell' e göre belirlenen yarıyıllı bor kapsamı arasında önemli ve pozitif bir ilişki



Şekil 2. Bor noksanlığı gösteren toprakların Colwell metoduyla belirlenen yarıyıllı bor kapsamı ile noksanlık görüldüğünde bitki yaşları arasındaki ilişki

($r=0.773^{**}$) bulunmuştur (Çizelge 6). Aynı sonucu elde eden Çolak (2005), Bafra, Çarşamba, Suluova topraklarının yarıyıllı bor durumlarının belirlenmesinde sıcak su + Azomethin – H yönteminin uygun olduğunu belirtmiştir. Özbek ve Haktanır (1984), ise Trakya yöresi topraklarının bitkiye

yarayıllı bor kapsamının belirlenmesinde 0.1 N HCl yöntemini önermişlerdir.

3.3.2.2. Bor Noksanlığı Görüldüğünde Bitki Kuru Madde Miktarına ve Bitkinin B Kapsamına Kireçlemenin Etkileri

Bor noksanlığı görüldüğünde bitki kuru madde miktarına ve bitkinin B kapsamına kireçlemenin etkilerine ilişkin sonuçlar Çizelge 7' de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bor noksanlığı görüldüğünde bitkinin kuru madde miktarına kireçlemenin etkisi Terme-A.Köybucak, Salıpazarı-Yavaşbey, Ünye-Aydıntepe 1 ve Ünye-Sahilköy 2 topraklarında (3, 12, 14 ve 17 nolu topraklar) $P < 0.01$ seviyesinde; Ünye-Aydıntepe 2, Ünye-Dizdar, Salıpazarı-Bıçmeköy, Ünye-Çaybaşı, Ünye-Sahilköy 1, Salıpazarı-Tepealtı, Ordu-Gülyalı ve Ünye-Merkez topraklarında (1, 2, 5, 6, 10, 11, 13 ve 18 nolu topraklar) ise $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuş, bu topraklarda kireçleme sonucu noksanlık daha erken yaşlarda ortaya çıktığından, bor noksanlığı gösterdiğinde hemen hasat edilen bitkilerin kuru madde miktarları önemli derecede azalmıştır. Ünye-İkizce Yolu, Terme-Y.Köybucak, Terme-Hüseyin Mescitli, Ünye-Y.Kızılcakeş, Rize-Çayeli, Terme-Sakarlı, Akçaabat-Kaleönü ve Rize-Merkez topraklarında (4, 7, 8, 9, 15, 16, 19 ve 20 nolu topraklar) bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkilerin kuru madde miktarları kireçleme ile etkilenmemiştir.

Toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı arttıkça, bor noksanlığı görülen yaşta bitkinin kuru madde miktarı önemli derecede artmıştır (Çizelge 6).

Bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkinin B kapsamına kireçlemenin etkisi Salıpazarı-Bıçmeköy toprağında (5 nolu toprak) $P < 0.01$ seviyesinde; Ünye-Aydıntepe 2, Ünye-Dizdar-Tekiraz, Terme-A.Köybucak, Ünye-İkizce Yolu, Ünye-Çaybaşı,

Çizelge 6. Denemeden elde edilen bazı parametreler arasındaki doğrusal ilişkileri gösteren denklemler ve korelasyon katsayıları (r)

Y Değerleri	X Değerleri			
	Toprakların Sıcak Su Yöntemiyle Belirlenen B Kapsamı, ppm	Bitkinin B Kapsamı, ppm	Bitkinin Ca Kapsamı, %	Bitkide Ca/B Oranı
Kuru Madde Miktarı, g/saksı	$Y = 5.92 X + 0.96$ $r = 0.777^{**}$	-	-	$Y = -0.002 X + 8.28$ $r = -0.566^{**}$
Toprakta Colwell Yöntemiyle Belirlenen B Kapsamı, ppm	$Y = 0.27 X + 0.023$ $r = 0.773^{**}$	-	-	-
Noksanlık Görüldüğünde Bitki Yaşı, gün	$Y = 13.86 X + 36.39$ $r = 0.509^{**}$	$Y = 2.73 X + 13.69$ $r = 0.557^{**}$	$Y = -6.63 X + 60.21$ $r = -0.632^{**}$	$Y = -0.0054 X + 56.76$ $r = -0.630^{**}$
Noksanlık Görüldüğünde Bitkinin B Kapsamı, ppm	$Y = 1.60 X + 10.73$ $r = 0.355^*$	-	$Y = -1.47 X + 14.9$ $r = -0.694^{**}$	-
Noksanlık Görüldüğünde Bitkinin B Alımı, µg/saksı	$Y = 82.61 X + 5.61$ $r = 0.783^{**}$	-	-	-

** $P < 0.01$ seviyesinde önemli, * $P < 0.05$ seviyesinde önemli

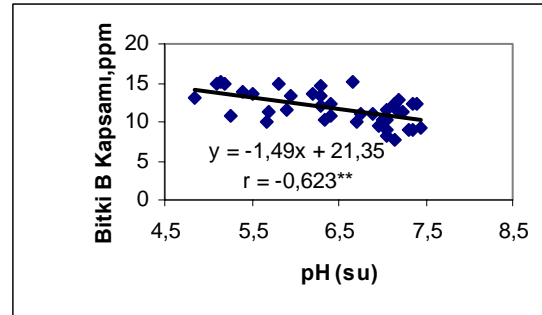
Çizelge 7. Deneme topraklarında yetiştirilen ayçiçeği bitkisinin, bor noksanlığı gösterdiği dönemdeki bitki yaşına (gün), kuru madde miktarına ve bitkinin B kapsamına kireçlemenin etkileri

Top. No	Kuru madde miktarı g/saksı			Bitkide B kapsamı, ppm		
	Kontrol veya Kireç İhtiyacı Giderilmeyen	Kireç İhtiyacı Giderilen	Kirecin Etkisi	Kontrol veya Kireç İhtiyacı Giderilmeyen	Kireç İhtiyacı Giderilen	Kirecin Etkisi
1	5.26	3.07	*	15.01	10.29	*
2	10.44	3.96	*	12.17	8.97	*
3	13.57	4.99	**	14.93	9.49	*
4	5.22	3.60	ö.d.	13.41	12.70	*
5	5.56	3.70	*	14.76	11.63	**
6	6.45	3.08	*	14.64	12.23	*
7	11.46	14.57	ö.d.	15.06	12.18	ö.d.
8	2.92	1.92	ö.d.	14.75	8.88	*
9	4.06	3.16	ö.d.	11.25	12.27	ö.d.
10	3.76	2.48	*	10.74	9.19	ö.d.
11	10.58	13.52	*	13.64	10.17	ö.d.
12	5.70	2.78	**	13.77	11.30	*
13	2.34	2.04	*	10.31	7.64	*
14	5.61	2.68	**	13.77	11.24	*
15	3.49	2.99	ö.d.	11.42	11.10	ö.d.
16	3.41	2.82	ö.d.	9.99	8.24	ö.d.
17	6.02	2.76	**	12.34	12.18	ö.d.
18	2.57	1.93	*	13.43	9.09	*
19	4.15	3.42	ö.d.	13.00	10.98	ö.d.
20	2.11	1.87	ö.d.	13.55	9.97	*

** P < 0.01 seviyesine önemli, * P < 0.05 seviyesinde önemli, ö.d. önemli değil

Hüseyin Mescitli, Salıpazarı-Yavaşbey, Ordu - Gülyalı, Ünye-Aydıntepe 1, Ünye-Merkez ve Rize-Merkez topraklarında (1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 13, 14, 18 ve 20 nolu topraklar) P < 0.05 seviyesinde önemli bulunmuş, bu topraklarda kireçleme sonucu noksanlık görüldüğünde hasat edilen bitkilerin bor kapsamları önemli derecede azalmıştır. Terme-Y.Köybucağı, Ünye-Y.Kızılcakese, Ünye-Sahilköy 1, Salıpazarı-Tepealtı, Rize-Çayeli, Terme-Sakarlı, Ünye-Sahilköy 2 ve Akçaabat-Kaleönü topraklarında (7, 9, 10, 11, 15, 16, 17 ve 19 nolu topraklar) ise bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkilerin bor kapsamları kireçleme ile etkilenmemiştir.

Kireç ihtiyacı giderilmiş ve giderilmemiş toprakların pH (su) değerleri ile bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkinin bor kapsamları arasında önemli ve negatif ilişki bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle toprakların pH (su) değerleri arttıkça bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkilerin bor kapsamları önemli derecede azalmıştır (Şekil 3). Patterson ve Newman (1976) ve Gupta ve MacLeod (1977), toprak pH' sı ile bitkilerin bor kapsamları arasında negatif ilişki olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca toprak pH' sının artışıyla bor absorpsiyonunun azaldığını, bitkide noksanlık belirtilerinin şiddetlendiğini Gupta ve Cutcliffe (1972), şalgamda; Wear ve Patterson (1962), Gupta (1972), yonca, soya ve arpa bitkilerinde tespit etmişlerdir.



Şekil 3. Kireç ihtiyacı giderilen ve giderilmeyen toprakların pH (su) değerleri ile B noksanlığı görüldüğünde bitki B kapsamları arasındaki ilişki

Toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamları arttıkça bor noksanlığı görüldüğünde bitkinin bor kapsamı önemli derecede artmıştır (Çizelge 6).

Bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen ayçiçeği bitkisinin bor kapsamı ile noksanlık gösterdiğinde gün olarak yaş değerleri arasında önemli ve pozitif ilişki ($r=0.557^{**}$) bulunmuştur. Bu ilişkiye göre bitkinin bor kapsamı arttıkça bor noksanlığı daha geç yaşlarda gözükmemektedir (Çizelge 6).

Bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkinin bor kapsamının (Y), bor noksanlığı görüldüğünde bitkinin yaşına (X_1) ve toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamlarına (X_2) bağlı olduğu

belirlenmiş ve bu ilişkinin denklemi $Y = 6.44 + 0.12 X_1 - 0.19 X_2$ ($r=0.558^{**}$) bulunmuştur.

3.3.2.3. Bor Noksanlığı Görüldüğünde Hasat Edilen Bitkilerin Ca Kapsamlarına ve Bitkide Ca/B Oranına Kireçlemenin Etkileri

Bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkilerin Ca kapsamlarına ve bitkide Ca/B oranına kireçlemenin etkilerine ilişkin sonuçlar Çizelge 8' de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkinin Ca kapsamına kireçlemenin etkisi Ünye-Aydıntepe 2, Terme-A.Köybucak, Terme-Hüseyin Mescitli, Salıpazarı-Yavaşbey, Ünye-Sahilköy 2, Akçaabat-Kaleönü ve Rize-Merkez topraklarında (1, 3, 8, 12, 17, 19 ve 20 nolu topraklar) $P < 0.01$ seviyesinde; Ünye-Dizdar, Ünye-İkizce Yolu, Salıpazarı-Biçmeköy, Ünye-Çaybaşı, Terme-Y.Köybucak, Ünye-Sahilköy 1, Ordu-Gülyalı, Ünye-Aydıntepe 1, Rize-Çayeli, Terme-Sakarlı ve Ünye-Merkez topraklarında (2, 4, 5, 6, 7, 10, 13, 14, 15, 16 ve 18 nolu topraklar) $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuş, bu topraklarda bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkilerin Ca kapsamları kireçleme sonucu önemli derecede artmıştır. Ünye-Y.Kızılcağese ve Salıpazarı-Tepealtı topraklarında (9 ve 11 nolu topraklar) bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkilerin Ca kapsamlarına kireçlemenin etkisi önemli bulunmamıştır. Kireç ihtiyacı giderilmeyen Terme-Y.Köybucak ve Salıpazarı-Tepealtı topraklarında (7 ve 11 nolu topraklar) yetiştirilen bitkilerin Ca kapsamları sırasıyla % 0.99 ve % 0.84 bulunmuş ve kireç uygulanmamış bu 7 ve 11 nolu toprakta yetiştirilen bitkilerde bor noksanlık belirtileri ortaya çıkmamıştır. Bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkinin Ca kapsamı ile gün olarak yaş değerleri arasında önemli ve negatif ilişki ($r=-0.632^{**}$) bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle; bitkilerin Ca kapsamları arttıkça bor noksanlığı daha erken ortaya çıkmıştır (Çizelge 6). Bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkinin Ca kapsamı ile B kapsamı arasında önemli ve negatif ilişki ($r=-0.694^{**}$) bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle; bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkinin Ca kapsamı arttıkça, bor kapsamı önemli derecede azalmıştır (Çizelge 6).

Tanaka (1967), bor absorpsiyonunun gelişme ortamında Ca kapsamının artmasıyla azaldığını bildirmiştir. Reeve ve Shive (1944), kalsiyumun domatestede bor noksanlık belirtilerini şiddetlendirdiğini belirtmişlerdir. Loué (1986), şalgamda bor noksanlığı üzerine $CaCO_3$ ' in etkisinin $CaSO_4$ ' a göre daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkide Ca/B oranına kireçlemenin etkisi Ünye-Aydıntepe 2, Salıpazarı-Biçmeköy, Terme-Hüseyin Mescitli, Salıpazarı-Yavaşbey, Akçaabat-Kaleönü ve Rize-Merkez topraklarında (1, 5, 8, 12, 19 ve 20 nolu topraklar) $P < 0.01$ seviyesinde; Ünye-Dizdar, Terme-A.Köybucak, Ünye-Çaybaşı, Terme-Y.Köybucak, Ünye-Sahilköy 1, Ordu-Gülyalı, Ünye-Aydıntepe 1,

Terme-Sakarlı, Ünye-Sahilköy 2 ve Ünye-Merkez topraklarında (2, 3, 6, 7, 10, 13, 14, 16, 17 ve 18 nolu topraklar) ise $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuş, bu topraklarda bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkide Ca/B oranı kireçlemenin etkisiyle artmıştır. Ünye-İkizce Yolu, Ünye-Y.Kızılcağese, Salıpazarı-Tepealtı ve Rize-Çayeli topraklarında (4, 9, 11 ve 15 nolu topraklar) bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkide Ca/B oranına kireçlemenin etkisi önemli bulunmamıştır. Bor noksanlık belirtileri göstermeyen ve kireç uygulanmamış Terme-Y.Köybucak ve Salıpazarı-Tepealtı asit topraklarında (7 ve 11 nolu topraklar) yetiştirilen bitkilerin Ca/B oranları sırasıyla 665 ve 551 bulunmuştur. Farklı derecelerde asit reaksiyon gösteren ve bor noksanlığı belirtileri oluşturan 18 asit toprakta yetiştirilen ayçiçeği bitkilerinin Ca/B değerleri Ünye-Dizdar, Ünye-İkizce Yolu, Ünye-Y.Kızılcağese, Ünye-Sahilköy 1, Ordu-Gülyalı, Ünye-Aydıntepe 2, Rize-Çayeli, Terme-Sakarlı, Ünye-Sahilköy 2, Ünye-Merkez, Akçaabat-Kaleönü ve Rize-Merkez topraklarında (2, 4, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 ve 20 nolu topraklar) 1020 ile 1960 arasında; Ünye-Aydıntepe 2, Terme-A.Köybucak, Salıpazarı-Biçmeköy, Ünye-Çaybaşı, Terme-Hüseyin Mescitli ve Salıpazarı-Yavaşbey topraklarında (1, 3, 5, 6, 8 ve 12 nolu topraklar) 618 ile 896 arasında bulunmuştur. Kireç ihtiyaçları giderildiklerinde, Terme-Y.Köybucak ve Salıpazarı-Tepealtı topraklarında (7 ve 11 nolu topraklar) dahil olmak üzere, toprakların tümünde yetiştirilen ayçiçeği bitkileri farklı yaşlarda bor noksanlığı göstermiş ve bitkilerin Ca/B oranları 965 ile 4695 arasında elde edilmiştir.

Ca/B oranının bitkilerin bor beslenme durumlarını gösteren bir indeks olduğu belirtilmiş, Gupta (1972), kardeşlenme döneminde arpa yapraklarında Ca/B oranının 1370' in üzerinde olması halinde bitkilerin bor noksanlığı gösterdiğini, Gupta ve Cutcliffe (1972), şalgam yapraklarında Ca/B oranının 3300' ün üzerinde olması halinde şalgamın bor noksanlığı gösterdiğini bildirmişlerdir. Loué (1986), ise kalsiyum beslenmesinin bitkide bor seviyesini interferans nedeniyle azalttığını, Ca/B oranının 450' den büyük olması halinde bitkilerin bor noksanlığı gösterdiğini, Ca/B oranının 250' nin altında olması halinde bitkilerin aşırı miktarda bor aldıklarını bildirmiştir. Kireç ihtiyacı giderilmeyen Terme-Y.Köybucak ve Salıpazarı-Tepealtı topraklarında (7 ve 11 nolu kontrol topraklar) yetiştirilen ayçiçeği bitkilerinin Ca/B oranları 450' nin üzerinde (sırasıyla 665 ve 551) olmasına rağmen bor noksanlığı göstermeyişinin nedenleri, 7 ve 11 nolu topraklarda yarayışlı bor ve yarayışlı fosfor kapsamının yüksek olmalarına bağlanabilir (sırasıyla 2.35 ve 1.82 ppm bor; 10.18 kg P_2O_5 /da ve 15.9 kg P_2O_5 /da fosfor). Tanaka (1967), fosfor seviyesi düşük topraklarda yetiştirilen bitkilerin bor ihtiyaçlarının artabileceğini ifade etmektedir. Ayrıca borun bitkilerin fosfor absorpsiyonunu artırdığı ve fosfor ile borun birlikte nükleik asit metabolizmasında ve protein sentezinde önemli rol

Çizelge 8. Deneme topraklarında yetiştirilen ayçiçeği bitkisinin, bor noksanlığı gösterdiği yaştaki, Ca kapsamına ve Ca/ B oranına kireçlemenin etkileri

Toprak No	Bitkinin Ca Kapsamı, %			Bitkide Ca/B Oranı		
	Kontrol veya Kireç İhtiyacı Giderilmeyen	Kireç İhtiyacı Giderilen	Kirecin Etkisi	Kontrol veya Kireç İhtiyacı Giderilmeyen	Kireç İhtiyacı Giderilen	Kirecin Etkisi
1	1.00	3.29	**	681	3205	**
2	1.22	2.70	*	1020	3001	*
3	1.14	2.56	**	766	2347	*
4	1.75	2.42	*	1451	2114	ö.d.
5	1.31	2.32	*	896	2001	**
6	1.26	3.22	*	856	3012	*
7	0.99	1.30	*	665	965	*
8	1.20	3.97	**	809	4500	**
9	1.56	2.68	ö.d.	1394	2625	ö.d.
10	1.55	3.49	*	1454	3832	*
11	0.84	1.80	ö.d.	551	1767	ö.d.
12	0.85	3.40	**	618	3014	**
13	1.65	3.54	*	1647	4695	*
14	1.53	4.03	*	1111	3595	*
15	1.88	2.75	*	1647	2549	ö.d.
16	1.42	3.18	*	1447	3874	*
17	1.47	2.62	**	1199	2151	*
18	2.31	3.47	*	1960	3815	*
19	1.53	2.35	**	1184	2142	**
20	1.54	3.59	**	1111	3607	**

** P <0.01 seviyesinde önemli, * P <0.05 seviyesinde önemli, ö.d. önemli değil

oynadıkları ifade edilmektedir (Robertson ve Lougman, 1974; Hundt ve ark., 1970; Amberger, 1975). Diğer yandan 7 ve 11 nolu topraklar organik madde ve diğer yararlı mikroelement içerikleri yönünden de zengindir.

Bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkide Ca/B oranı ile gün olarak yaş değerleri arasında önemli ve negatif ilişki ($r=-0.630^{**}$) saptanmıştır. Diğer bir ifadeyle; bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen bitkinin Ca/B oranı arttıkça bor noksanlığı belirtileri daha erken ortaya çıkmıştır (Çizelge 6).

Bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen ayçiçeği bitkisinin Ca/B oranı arttıkça kuru madde miktarı da azalmıştır (Çizelge 6).

4. SONUÇ

Farklı derecelerde asit reaksiyon gösteren 20 topraktan Terme -Yukarı Köybucak ve Salıpazarı -Tepealtı'ndan alınan topraklar hariç, Ünye, Terme, Salıpazarı, Rize, Ordu ve Akçaabat'tan alınan toplam 18 toprakta yetiştirilen ayçiçeği bitkisinde bor noksanlık belirtileri oluşmuş, değişik derecelerde bor noksanlığı tespit edilmiştir. Noksanlığın derecesi yönünden 20 asit toprak Ünye- Merkez = Ordu-Gülyalı > Terme-Sakarlı > Rize-Çayeli = Ünye-Y.Kızılcakese > Ünye Aydıntepe = Terme Hüseyinmescitli = Akçaabat Kaleönü > Ünye Sahilköy1 = Ünye Sahilköy 2 > Ünye İkizce Yolu = Salıpazarı Yavaşbey > Ünye-Dizdar = Rize-Merkez > Ünye-Aydıntepe 2 > Salıpazarı-Biçmeköy > Ünye-

Çaybaşı > Terme-A.Köybucak > Terme Y.Köybucak = Salıpazarı-Tepealtı şeklinde sıralanmıştır. Adı geçen yörelerden alınan asit reaksiyonlu bu toprakların tümünde kireçleme yapıldığında, yetiştirilen bitkilerde bor noksanlık belirtileri oluşmuş ve uygulanan kireç yetiştirilen bitkilerde bor noksanlık belirtilerinin ortaya çıkmasını toprakların büyük bir kısmında daha da hızlandırmıştır.

Asit toprakların büyük bir kısmında yararlı bor kapsamı kireçleme ile önemli derecede azalmıştır. Bor noksanlığı gösteren 18 adet asit toprakta kireç ihtiyacı giderilmediğinde, sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı 0.13 ppm (Rize -Merkez) ile 1.07 ppm (Ünye-Dizdar-Tekkiraz) arasında değişim göstermiştir. Bor noksanlığı göstermeyen Terme-Y.Köybucak ve Salıpazarı-Tepealtı'ndan alınan asit topraklarda yararlı bor kapsamı sırasıyla 2.35 ve 1.82 ppm bulunmuştur. Kireçleme yapılan ve bor noksanlığı belirtileri görülen 20 toprakta sıcak suda eriyebilir bor kapsamı ise 0.06 ppm (Rize - Merkez) ile 1.75 ppm (Terme – Y. Köybucak) arasında dağılım göstermiştir.

Toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı arttıkça, yetiştirilen bitkilerde bor noksanlığının daha geç ortaya çıktığı görülmüştür.

Bor noksanlığı görüldüğünde hasat edilen ayçiçeği bitkilerinin Ca/B oranı arttıkça, bor noksanlığı belirtilerinin daha erken ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor kapsamı ile Colwell' e göre belirlenen yararlı bor

kapsamları arasında önemli ve pozitif bir ilişki ($r=0.773^{**}$) bulunmuştur. Sıcak su ile ekstraksiyon yönteminin toprakların yarayırlı bor kapsamlarının belirlenmesinde uygun olacağı bu çalışma ile de tespit edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

- Amberger, A.,1975. Protein Biosynthesis and Effect of Plant Nutrients on the Process of Protein Formation. In Fertilizer Use Protein Production. Int. Potash Inst. Bern, 75-89.
- Barbier, G., Chabannes, J., 1952. Sur la Rétenion du Bore dans le Sol et ses Conséquences Agronomiques. C.R., Acad. Agr. 259-263.
- Bergmann, W.,1992. Nutritional Disorders of Plants-Development, Visual and Analytical Diagnosis. Fischer Verlag, Jena.
- Bayraklı, F.,1987. Toprak ve Bitki Analizleri. OMÜ. Ziraat Fakültesi. O. M. Ü Yayın No:17, Samsun.
- Blamey, F.P.C., Mould, D., Chapman, J.,1979. Critical Boron Concentration in Plant Tissues of two Sunflower Cultivars. Agron. J. 71 (12), 243-247.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of Hidrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. Agron. J. 143 (9)
- Colwell, W.E., 1943. A Biological Method for Determining the Relative Boron Contents of Soils. Soil Sci. 56: 71-94
- Çolak, B., 2005. Bafra, Çarşamba, Suluova Topraklarının Bor Durumlarının Colwell Metodu ve Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleriyle Belirlenmesi, Bor Fraksiyonlarının Dağılımı ve Alınabilirlikleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Dell, B., Huang, L., 1997. Physiological Response of Plants to Low Boron. Plant and Soil. 193: 103-120.
- Gupta, U.C., 1972. Interaction Effects of Boron and Lime on Barley. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36, 332-334.
- Gupta, U.C., Cutcliffe, J.A., 1972. Effects of Lime and Boron on Brown-Heart, Leaf Tissue Calcium/Boron Ratios and Boron Concentration of Rutabaga. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36, 936-939.
- Gupta, U.C., MacLeod, J.A., 1977. Influence of Calcium and Magnesium Sources on Boron Uptake and Yield of Alfalfa and Rutabagas as Related to Soil Ph. Soil Sci. 124:279-284.
- Gupta, U.C.,1979. Boron Nutrition of Crops. Adv. In Argon. 31, 273-307.
- Hızalan, E., Ünal, H.,1966. Toprakta Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 278.
- Hundt, I., Schilling, G., Fisher, F., Bergmann, W., 1970. Investigations on the Influence of the Micronutrient Boron on Nucleic acid Metabolism. Thear. Arch. 14, 725-737.
- Jackson, M.L., 1962. Soil Chemical Analysis. Printice-Hall Inc.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki analizleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay.:453 Uygulama Kılavuzları: 155 Ankara.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1969. Development of a DTPA Micronutrient Soil Test. Agron. Abs. P 84.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A.,1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinciron and Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. Amer. J. 41:421-428.
- Loomis, W.D., Durst, R.W., 1992. Boron and Cell Walls. Curr. Top. In Plant Biochem. Physiol. 10: 149-178.
- Loué, A.,1986. Les Oligo-Éléments en Agriculture. Agri - Nathan International, 43 Rue du Chemin-Vert, 75011 Paris.
- Olsen, S.R., Cole, V., Watanabe, F.S., Dean, L.A.,1954. Estimation of Available Phosphorus in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate. U.S. Dept. Agr. Cir. 939. Washington. D.C.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H.,1993. Toprak Bilimi. Ç.Ü. Zir. Fak. Genel Yayın No:73 Adana.
- Özbek, N., 1969. Deneme Tekniği. I. Sera Denemesi Tekniği ve Metotları. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları :406, Ankara.
- Özbek, N., Haktanır, F., 1984. Trakya Bölgesi Topraklarının Alınabilir Bor Kapsamlarının Tayininde Uygulanacak Kimyasal Yöntemler. Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi. Nükleer Tarım Bölümü,1- 84.
- Patterson, L.A., Newman, R.C. 1976. Influence of Soil pH on the Availability of Added Boron. Soil Sci. Soc. Amer. J. 40, 280-282.
- Reeve, E., Shive, J.W. 1944. Potassium-Boron and Calcium-Boron Relationships in Plant Nutrition. Soil Sci. 57, 1-14.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. US Dept. Agr. Handbook 60: 105-106.
- Robertson, G.A., Loughman, B.C., 1974. Reversible Effects of Boron On the Absorption and Incorporation of Phosphate in Vicia Faba L. New Phytol. 73, 291-298.
- Scaife, A., Turner, M.,1983. Diagnosis of Mineral Disorders of Plants. Vegetable, Vol. 2, S.96. London.
- Shoemaker, H. E., McLean, E.O., Pratt, P.F.1961. Buffer Methods for Determining Lime Requirement of Soils with Appreciable Amounts of Extractable Aluminium. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 25: 274-277.
- Shorrocks, V.M, 1997. The Occurrence and Correction of Boron Deficiency. Plant and Soil 193: 121-148.
- Tanaka, A., 1967. Boron Absorption by Crops Plants as Affected by Other Nutrients of the Medium. Soil Sci. Plant. Nutr. 13, 41-44.
- Tarakçıoğlu, C., 2001. Ordu Yöresinde Yetiştirilen Fındık (Corylus Avellana L.) Bitkisinin Beslenme Durumunun Toprak ve Bitki Analizleriyle Belirlenmesi ve Fındık Meyvesinin Bazı Kalite

- Özellikleri. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara.
- Wear, J.L., Patterson, R.M., 1962. Effect of Soil pH and Texture on the Availability of Water-Soluble Boron in the Soil. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 26, 344-346.
- Wolf , B., 1971. The Determination of Boron Soil Extracts, Plant Materials, Composts, Manuresi Water and Nutrient Solutions Soil Sci. and Plant Anal. 2 (5): 363-374.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Teknik Yayın No:56, Ankara.
- Zerrari, N., Moustou, D., Verloo, M., 2000. Influence of Different Soil Moisture Levels on Boron Behaviour in Sunflower Nutrition. Agricochimica, 44 (5-6):250-258.

BAZI EKMEKLİK BUĞDAY (*Triticum aestivum* L.) GENOTİPLERİNİN VERİM VE BAŞLICA KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Zeki MUT

OMÜ Bafra Meslek Yüksekokulu, Bafra, Samsun

Nevzat AYDIN H. Orhan BAYRAMOĞLU Hasan ÖZCAN
Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

Sorumlu yazar: zmut@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 16.02.2007

Kabul Tarihi: 05.06.2007

ÖZET: Buğday ıslah programlarının amacı daha verimli ve nitelikli ürün elde etmektir. Ekmeklik buğdayda verim ve kalite; genotip, çevre ve genotip x çevre interaksyonundan etkilenmektedir. Bu çalışmada toplam 25 adet ekmeklik buğday genotipi (5 çeşit ve 20 hat) materyal olarak kullanılmıştır. Samsun ve Amasya lokasyonlarında kurulan denemeler 2004-2005 yetiştirme sezonunda Tesadüf Blokları Deneme planına göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Bu çalışmada, genotiplerin bitki boyu, tane verimi ve bazı kalite özellikleri (bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı ve Zeleny sedimantasyon) incelenmiştir. Lokasyonların ortalamasına göre genotiplerin bitki boyları 84.8-99.4 cm, tane verimleri 302.2-495.7 kg/da, Bin tane ağırlıkları 32.4-43.2 g, hektolitreye ağırlıkları 76.5-81.4 kg, protein oranları % 12.4-13.3 ve Zeleny Sedimantasyon değerleri 24.5-41.8 ml arasında olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, tane verimi, kalite özellikleri

INVESTIGATION OF YIELD AND PRIMARY QUALITY CHARACTERISTICS OF SOME BREAD WHEAT (*Triticum aestivum* L.) GENOTYPES

ABSTRACT: The objective of wheat breeding programs is to obtain productive and qualified yields. Genotype, environment and genotype x environment interaction influence yield and quality traits of bread wheat. In this research, 25 bread wheat genotypes (5 varieties and 20 lines) were used as materials. Experiments were conducted in Samsun and Amasya locations during 2004-2005 growing season. The experiment was arranged in accordance with a Completely Randomized Block Design with four replications. Plant height, grain yield and some quality characteristics (1000 kernel weight, test weight, protein content and Zeleny sedimentation) of the genotypes were evaluated in this research. Plant height, grain yield, 1000 kernel weight, test weight, protein content and Zeleny sedimentation values of the genotypes as the average of two locations were as follows 32.4-43.2 g, 76.5-81.4 kg, 12.4-13.3 % and 24.5-41.8 ml respectively.

Key Words: Bread wheat, grain yield, quality characteristics

1. GİRİŞ

Buğday dünyada ve ülkemizde gerek ekiliş, gerekse üretim bakımından ilk sıralarda yer alan ve insan besini olması yanında, hayvan beslenmesinde de kullanılan önemli bir kültür bitkisidir. Buğdayın adaptasyon sınırının genişliği, üretim, taşıma, depolama ve işleme kolaylığı ve ekme kabiliyetinden dolayı, bir çok ülkede üretimin artırılması çalışmaları hızlandırılmıştır (Kün, 1996). Hızla artan nüfusun, parçalanmış ve azalan tarım alanlarından elde edilen üretimle yeterli ve dengeli beslenmesi, her geçen gün daha da zorlaşmaktadır. Bu nedenle artan besin ihtiyaçlarının karşılanmasında, bölge ekolojik koşullarına iyi uyum gösteren, verim ve kalite özellikleri iyi olan genotiplerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Değişik ekolojiler için, verim ve kalitesi yüksek olan hatların belirlenmesi amacıyla ülkenin farklı bölgelerinde bir çok araştırma yapılmıştır (Yürür ve ark., 1981; Turgut ve ark., 1997; Yağbasanlar ve ark., 1997; Balcı ve Turgut, 1999 ve Korkut ve ark., 2001; Doğan, 2002; Yağdı, 2004; Aydın ve ark., 2005; Mut ve ark., 2005; Tayyar, 2005). Buğdayda genellikle yağışlı veya sulanan

alanlardan elde edilen tane verimi daha yüksektir. Ancak, bu alanlarda tanenin protein oranı düşmektedir. Bunun tersi bir ilişki yağış oranı düşük olan alanlarda protein oranının yükselmesi şeklinde gözlenmektedir. Araştırmacılar yüksek tane verimi yanında yüksek protein içeriğine sahip genotipleri geliştirmek için bitki ıslahı ve azotlu gübreleme yöntemlerini kullanmaktadırlar (Cook ve Veseth, 1991). Buğdayın kalitesi toprak, iklim ve tane özellikleri tarafından belirlenmektedir. Kalite, bir ürünün belli standartlar içinde olmasından çok değişik kullanım amaçlarına uygunluğunun ifadesidir. Buğdayda kalitenin meydana gelmesinde birinci derecede rol oynayan faktör protein miktarı ve kalitesidir (Sade, 1997). Ünal (2002), buğday protein oranının, çeşide ve daha çok çevre koşullarına bağlı olarak % 6-22 arasında değiştiğini bildirmiştir. Öte yandan protein oranı buğdayın kullanım alanını belirleyen en önemli özelliktir (Williams ve ark., 1986; Kan ve Sade, 2002). Örneğin; protein oranı %14-17 (çok yüksek) arasında olan buğdaylar temel gluten parçalarında kullanılırken, %11-14 (yüksek) arasında olanlar mayalı şehir tipi ekme yapımında,

%10-12 (orta) arasında proteine sahip olanlar yufka ve şebit tipi yassı ekmek yapımında ve daha az oranda proteine sahip olanlar ise bisküvi, kraker, kek, pasta yapımında kullanılmaktadır. Buğdayın ekmek olma kalitesinin kalıtımını inceleyen Zanetti ve ark., (2001) Zeleny sedimantasyon değerini, protein oranını ve bin tane ağırlığını önemli kalite kriterleri olarak ele almışlardır. Buğdayda protein oranı yanında, proteinin kalitesi de önemli bir kalite kriteridir. Buğday proteinin kalitesinin belirlenmesinde kullanılan önemli yöntemlerden biri de sedimantasyon değeridir (Zeleny, 1947). Sedimantasyon değeri ise gluten miktarı ve kalitesini ortaya koymaktadır.

Bin tane ağırlığı tahıllarda tane verimini etkileyen önemli özelliklerden biridir (Tosun ve Yurtman, 1973; Gençtan ve Sağlam, 1987; Korkut ve ark., 1993). Poehlman (1987) tane ağırlığının çevreden etkilenmekle birlikte çeşit özelliği olabileceğini de bildirmiştir. Hektolitreye ağırlığı birim hacimdeki tanelerin ağırlığı olup önemli bir nitelik ölçütüdür ve tane tipi yanında çevre hektolitreye ağırlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Schular ve ark., 1994).

Bu çalışmada; bazı ekmeklik buğday genotiplerinin, verim ve başlıca kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için, verim denemesi sevisindeki 20 hat ile birlikte kontrol olarak bölgede yoğun şekilde ekilen Kate-A1 çeşidi, yüksek verim potansiyeline sahip olan ve bölge için tescil ettirilen Sakin, Canik2003, Özcan çeşitleri ve kalite özellikleri çok iyi olan Bezostaya çeşidi denemede yer almıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Araştırma Yerlerinin Toprak Özellikleri

Deneme, Samsun'da Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün arazisinde ve Amasya'da Gökhöyük Tarım İşletmesi arazisinde 2004-2005 yetiştirme döneminde yürütülmüştür. Samsun'da yürütülen denemenin arazisinin toprak bünyesi killidir. Fosfor içeriğinin yüksek (19.24 kg/da), organik madde miktarının az (% 1.62), Potasyum yönünden ise zengin (131.37 kg/da) olduğu belirlenmiştir. Amasya'da toprak bünyesi killi-tın bir yapıya sahiptir. Fosfor içeriği (7.80 kg/da) ve organik

madde miktarı orta seviyede (% 2.09), potasyum yönünden ise zengindir (255.80 kg/da).

2.2. Araştırma Yerlerinin İklim Özellikleri

Buğdayın yetiştirme dönemine ait, Samsun ilinin uzun yıllar ortalaması ile 2004-2005 yılları karşılaştırıldığında, uzun yıllar ortalama sıcaklık değeri 12.7 °C iken, denemenin yürütüldüğü yılda ortalama sıcaklık 13.3 °C olarak saptanmıştır. Uzun yıllar toplam yağış miktarı 587 mm iken, denemenin yürütüldüğü yıla ait yetiştirme döneminde düşen yağış miktarı daha fazla (745.0 mm) olmuştur (Çizelge 1).

Amasya ilinin uzun yıllara ait sıcaklık ortalaması 11.9 °C iken, denemenin yürütüldüğü yılda (2004 – 2005) bu değer 12.4 °C olarak gerçekleşmiştir. Uzun yıllar yağış toplamı ise 401 mm iken denemenin yürütüldüğü yetiştirme döneminde düşen yağış miktarı ise 506 mm olmuştur (Çizelge 1).

2.3. Materyal

Denemede verim denemesi seviyesinde olan 20 adet ekmeklik buğday hattı ve 5 kontrol çeşit kullanılmıştır (Çizelge 2). Kontrol çeşitler; bölgede ekiliyor olması (Kate-A1), yüksek verim potansiyeline sahip olmaları (Sakin, Canik2003 ve Özcan) ve kalite özellikleri (Bezostaya) dikkate alınarak seçilmiştir.

2.4. Metot

Ekim m²'de 500 tohum olacak şekilde, parsel ekim mibzeri ile 7.2 m²'lik parsellere 20 cm sıra arası ile Samsun lokasyonunda 20 Kasım 2004 ve Amasya lokasyonunda 28 Ekim 2004 tarihinde yapılmıştır. Denemeler Tesadüf Blokları Deneme planında 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve istatistiksel analizlerde SAS istatistik programında Proc GLM analiz yöntemi kullanılarak yapılmış, ortalamalar arasındaki karşılaştırmalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre düzenlenmiştir. Denemede ekimden önce Amasya lokasyonunda dekara 6 kg fosfor ve yarısı ekimle diğer yarısı da sapa kalkma öncesinde olmak üzere 12 kg azot'lu gübre uygulaması yapılmıştır. Samsun'daki deneme alanında ise dekara 8 kg ekimden önce ve 6 kg sapa kalkma öncesinde olmak üzere toplam 14 kg azotlu gübre uygulaması yapılmıştır. Ancak Samsun lokasyonu toprakları

Çizelge 1. 2004-2005 Yıllarında deneme yerlerine ilişkin iklim verileri

İklim Fak.	Yıllar ve Lokasyon	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
	Amasya	7.1	105.4	29.0	22.3	32.2	112.6	89.7	41.9	46.4	19.5	506
	Uzun Y. Samsun	87.4	78.6	73.3	58.4	48.8	52.7	58.3	50.6	47.9	31.3	587
	Uzun Y. Amasya	30.0	40.0	48.8	48.9	38.0	43.7	49.0	51.7	35.1	15.8	401
Ort.	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
Sıcak. (°C)	Uzun Y. Samsun	15.9	11.9	8.9	6.9	6.6	7.8	11.1	15.3	20.0	23.1	12.7
	Uzun Y. Amasya	14.5	8.6	4.7	2.5	4.4	8.3	13.5	17.8	21.5	23.9	11.9
Ort.	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
Nem (%)	Uzun Y. Samsun	75.8	70.4	66.8	68.0	70.4	75.8	79.5	80.6	76.3	73.4	73.4
	Uzun Y. Amasya	62.9	67.4	69.9	68.5	63.3	59.1	57.8	56.9	54.5	53.6	61.4

Çizelge 2. Denemede kullanılan çeşit ve hatların melez bilgileri

Genotip		Genotip	
No	Melez	No	Melez
1	GT2412/MV15//FATIMA	14	MILAN/DUCULA
2	TNMU/6/CEP80111/CEP81165/5/MRNG/4/YKT406/3/...	15	ÖZCAN (Standart)
3	TNMU/MILAN	16	MILAN/DUCULA
4	TNMU/3/JUP/BJY//SARA	17	MILAN/DUCULA
5	BEZOSTAYA (Standart)	18	CBRD//PSN/BOW
6	KAUZ/3/THB/KEA//TJB368.251/BUC	19	ESDA/LIRA//CBRD
7	PASTOR//MUNIA/CHTO	20	SAKİN (Standart)
8	PASTOR//MUNIA/CHTO	21	TNMU/KAUZ
9	PASTOR//MUNIA/CHTO	22	TNMU/MILAN
10	KATE-A1 (Standart)	23	TNMU/ATILA
11	MUNIA/ALTAR 84//AMSEL	24	LIRA/TAN//CHOIX
12	MUNIA/CHTO//AMSEL	25	CANİK2003 (Standart)
13	MUNIA/CHTO//AMSEL		

fosfor bakımından zengin olduğu için fosforlu gübreleme yapılmamıştır. Her iki deneme yerinde de sulama yapılmamış ve yabancı ot mücadelesi için herbisit kullanılmıştır. Hasat, parsel biçerdöveri ile yapılmıştır. Araştırmada başta tane verimi olmak üzere bitki boyu, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı ve Zeleny sedimantasyon değeri belirlenmiştir. Protein oranı Kjeldahl yöntemine (Pelshenke, 1964), sedimantasyon değeri ise Zeleny yöntemine göre saptanmıştır (Zeleny, 1947).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Tane Verimi

Araştırmada elde edilen tane verimine ait değerler Çizelge 3’de verilmiştir. Her iki lokasyonda da tane verimi bakımından genotipler arasında istatistiksel olarak çok önemli farklar belirlenmiştir. Denemede incelenen genotiplerin tane verimleri Samsun lokasyonunda 284.0-572.0 kg/da, Amasya lokasyonunda 286.7-521.7 kg/da arasında değişmiştir. Samsun’da ortalama tane verimi 408.7 kg/da olurken, Amasya’da 402.5 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Denemede kontrol olarak kullanılan Bezostaya, Kate A-1, Özcan, Sakin ve Canik-2003 çeşitlerinin lokasyonların ortalamasına göre dekara ortalama tane verimleri sırasıyla 395.5, 444.3, 446.0, 486.1 ve 462.0 kg dir.

Samsun’da tane verimi bakımından 1, 15, 20 ve 25 nolu genotipler, Amasya da ise 9, 10, 14, 16, 20 ve 22 nolu genotipler ilk sırada yer almış ve istatistiksel olarak aynı grupta bulunmuşlardır. Lokasyonların ortalamasına göre en yüksek tane verimi sırasıyla 14 (495.7 kg/da), 20 (486.1kg/da), 25 (462.0 kg/da), 16 (465.2 kg/da), 24 (453.8 kg/da), 15 (446.0), 10 (444.3 kg/da), 9 (427.3 kg/da) ve 1 (423.2 kg/da) nolu genotiplerden elde edilmiştir. Kantitatif karakterlerden olan verim ve kalite özellikleri çevre şartlarının çok fazla etkisi altındadır (Yağdı, 2000). Genel olarak bitki ilahçuları geliştirdikleri çeşitlerin değişik çevre şartlarına uygun ve çevre varyasyonundan en az etkilenen bir genetik yapıya sahip olmalarını

istemektedirler (Demir ve Tosun, 1991).

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. Daha önce bu konuda yapılan çalışmalarda buğday da verim ve kalitenin kullanılan çeşide, bölgenin ekolojik yapısına ve uygulanan kültürel işlemlere göre değiştiğini göstermektedir (Kırtok ve ark., 1988; Sharma, 1992; Öztürk ve Akkaya, 1996; Ağdağ ve ark., 1997; Dokuyucu ve ark., 1997; Anıl, 2000; Aydın ve ark., 2005; Mut ve ark., 2005).

3.2. Bitki Boyu

Denemeye alınan genotiplerin bitki boyuna ilişkin ortalama değerler Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 3’de görüleceği üzere, lokasyonların ortalamasına göre bitki boyu 84.8–99.4 cm arasında değişmiştir. Bitki boyu bakımından genotipler arasındaki farkın istatistiksel olarak çok önemli olduğu saptanmıştır. Yağışın daha yüksek olduğu Samsun lokasyonunda genotiplerin bitki boyu ortalaması 94.9 cm, Amasya lokasyonunda ise bu değer 90.9 cm olduğu tespit edilmiştir. Samsun’da en yüksek bitki boyu 107.5 cm ile 25 nolu genotipte, en düşük bitki boyu 88.8 cm ile 21 nolu genotipte ölçülmüştür. Amasya’da ise en yüksek bitki boyu 100.0 cm ile 10 ve 11 nolu genotiplerde, en düşük bitki boyu 73.3 cm ile 24 nolu genotipte ölçülmüştür. Bitki boyu, tahıllarda verim, verim unsurları ve kalite özellikleri yanında üzerinde en fazla durulan morfolojik özelliklerden birisidir (Kırtok ve ark., 1987; Genç ve ark., 1993; Kü, 1996). Buğdayda bitki boyu çeşidin genetik yapısı, ekim sıklığı, ekim zamanı, gübreleme, yağış durumu ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Gençtan ve Sağlam, 1987; Doğan ve Yürür, 1992; Çölkesen ve ark., 1993; Kü, 1996).

Çizelge 3. Ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve bitki boyunu ilişkin ortalama değerler *

Genotip No	Tane Verimi (kg/da)			Bitki Boyu (cm)		
	Samsun	Amasya	Ortalama	Samsun	Amasya	Ortalama
1	517.0 a-c	329.3 fg	423.2 a-e	93.8 b-e	80.0 f	86.9 fg
2	429.3 d-g	399.7 c-f	414.5 c-f	92.5 c-e	81.7 f	87.1 fg
3	432.3 d-g	405.0 c-f	418.6 b-f	96.3 bc	91.7 b-e	94.0 c-e
4	377.8 f-j	286.7 g	332.2 h-i	93.8 b-e	91.7 b-e	92.7 c-e
5	391.8 e-j	399.3 c-f	395.5 d-g	96.3 bc	96.7 a-c	96.5 a-c
6	319.0 i-k	351.3 e-g	335.2 h-i	90.0 de	91.7 b-e	90.8 ef
7	284.0 k	389.0 d-f	336.5 h-i	90.0 de	95.0 a-d	92.5 c-e
8	335.5 h-k	353.7 e-g	344.6 g-i	90.0 de	95.0 a-d	92.5 c-e
9	394.0 e-j	460.7 a-d	427.3 a-f	91.3 c-e	98.3 ab	94.8 c-e
10	379.5 f-j	509.0 ab	444.3 a-e	98.8 b	100.0 a	99.4 a
11	365.5 g-j	392.3 d-f	378.9 e-h	92.5 c-e	100.0 a	96.3 b-d
12	398.0 e-i	421.7 b-f	409.8 c-f	96.3 bc	96.7 a-c	96.5 a-c
13	403.5 e-h	431.0 b-e	417.3 c-f	93.8 b-e	95.0 a-d	94.4 c-e
14	469.8 b-e	521.7 a	495.7 a	93.8 b-e	90.0 c-e	91.9 c-e
15	505.3 a-d	386.7 d-f	446.0 a-d	106.3 a	88.3 de	97.3 ab
16	439.8 d-g	490.7 a-c	465.2 a-c	91.3 c-e	90.0 c-e	90.6 ef
17	449.3 c-f	391.3 d-f	420.3 b-f	95.0 b-d	90.0 c-e	92.5 c-e
18	369.8 f-j	372.7 d-g	371.2 f-h	98.8 b	91.7 b-e	95.2 b-d
19	341.8 h-k	430.0 b-e	385.9 e-h	92.5 c-e	90.0 c-e	91.3 d-f
20	536.3 ab	436.0 a-e	486.1 a	103.8 a	95.0 a-d	99.4 a
21	332.5 h-k	411.3 c-f	371.9 f-h	88.8 e	91.7 b-e	90.2 e-g
22	364.3 g-j	438.7 a-e	401.5 d-g	93.4 b-e	95.0 a-d	94.4 c-e
23	314.0 jk	290.3 g	302.2 i	90.0 de	85.0 ef	87.5 fg
24	496.0 b-d	411.7 c-f	453.8 a-c	96.3 bc	73.3 g	84.8 g
25	572.0 a	352.0 e-g	462.0 ab	107.5 a	80.0 f	93.8 b-d
Ortalama	408.7	402.5	406.0	94.9	90.9	93.2
D.K. (%)	11.8	11.9	11.8	3.48	3.79	3.64

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 önem düzeyine göre fark yoktur

3.3. Bin Tane Ağırlığı

Genotiplerin bin tane ağırlığına ait ortalama değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Bin tane ağırlığı bakımından genotipler arasındaki fark her iki lokasyonda da % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bin tane ağırlığı Samsun lokasyonunda ortalama 41.4 g, Amasya lokasyonunda ise ortalama 34.3 g olarak saptanmıştır. Lokasyonların ortalamasına göre genotiplerin bin tane ağırlıkları 33.1-43.6 g arasında değişmiştir (Çizelge 4). En yüksek bin tane ağırlığı Samsun lokasyonunda 46.4 g ile 13 nolu genotipten, Amasya lokasyonunda ise 40.2 g ile 22 nolu genotipten elde edilmiştir.

Lokasyonların ortalamasına göre sırasıyla 13 (43.6 g), 12 (42.8 g), 14 (41.5 g), 17 (41.1 g), 16 (40.5 g), 18 (40.5 g), 22 (40.4 g), 23 (40.1 g), 15 (40.0 g), 21 (39.4 g), 25 (38.4 g), 11 (38.0 g), 24 (37.9 g), 6 (37.8 g) ve 9 (37.8 g) nolu genotipler en yüksek bin tane ağırlığına sahip olmuş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır.

Denemede kontrol olarak kullanılan Bezostaya, Kate A-1, Özcan, Sakin ve Canik-2003 çeşitlerinin lokasyonların ortalamasına göre ortalama bin tane ağırlıkları sırasıyla 33.9, 33.8, 39.6, 34.5 ve 37.5 g olmuştur.

Büyük ve yoğun tanelerde endospermin endosperm olmayan kısma oranı, küçük taneli olanlara göre daha büyük olmaktadır (Yağdı, 2004). Bu nedenle bin tane ağırlığı buğdayda un miktarının tahmin edilmesinde iyi bir ölçü olarak ele

alınmaktadır. Genetik yapı ve ekolojik faktörler bin tane ağırlığı üzerine etkili iki önemli faktördür. Başaklanma sonrası çevre koşullarını 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). Bin tane ağırlığında görülen farklılığa genotiplerin genetik yapısı kadar çevre koşulları da etkili olmuştur. Samsun lokasyonundaki yağışın Amasya'dan daha yüksek olması sonucu, Samsun lokasyonunda genotiplerin bin tane ağırlığı daha yüksek olmuştur.

3.4. Hektolitre Ağırlığı

Ekmeklik buğday genotiplerine ilişkin ortalama hektolitre ağırlıkları Çizelge 4'de verilmiştir. Hem Samsun hem de Amasya'daki denemede hektolitre ağırlığı bakımından genotipler arasında %1 seviyesinde önemli farklılıklar saptanmıştır.

Lokasyonların ortalamasına göre hektolitre değerleri 76.3 ile 81.3 kg arasında değişmiştir. Hektolitre ağırlığı Samsun lokasyonunda (77.9 kg) Amasya lokasyonuna (79.5 kg) oranla daha düşük gerçekleşmiştir (Çizelge 4). En yüksek hektolitre ağırlığı Samsun lokasyonunda 81.0 kg ile 17 nolu genotipten, Amasya lokasyonunda ise 82.3 kg ile 14 nolu genotipten elde edilmiştir. Lokasyonların ortalamasına göre denemede yer alan Bezostaya, Kate

A1, Özcan, Sakin ve Canik2003 kontrol çeşitlerinin hektolitreye ağırlıkları sırasıyla 77.7, 77.5, 76.5, 76.6 ve 76.1 kg tartılmış ve hepsinin hektolitreye ağırlıkları genel ortalamanın (78.6 kg) altında olmuştur. Denemede yer alan 1,6 ve 7 numaralı hatlar hariç, diğer hatların kontrol çeşitlerden daha yüksek hektolitreye ağırlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. Yürür (1998), hektolitreye ağırlığının yüksek olmasını tanelerin sıkı yapılı, protein oranının yüksek, kabuk yüzeyinin az, un veriminin yüksek olması ile ilgili olduğunu belirtmiştir ve bu özellik yönünden 80 kg'ın üzerine çıkan ekmeklik buğdayların extra-extra olarak değerlendirildiğini ve prim ödendiğini ifade etmiştir. Tanenin şekli, yoğunluğu, büyüklüğü ve homojenliği çeşidin hektolitreye ağırlığını belirleyen en önemli özelliklerdir (Özkaya ve Kahveci, 1990). Hektolitreye ağırlığı çeşit, çevre şartları, kültürel uygulamalar, yatma, hastalık ve zararlı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Şener ve ark., 1997; Atlı ve ark., 1999; Sade ve ark., 1999). Ekmeklik buğday da yapılan araştırmalarda hektolitreye ağırlığının 74.7 - 79.8 kg (Ercan ve ark., 1988), 77.9-81.3 kg (Yağdı, 2004) arasında değiştiği belirtilmiştir.

3.5. Protein Oranı

Buğdayda kalitenin belirlenmesinde kullanılan en önemli özelliklerden biri de protein oranıdır.

Denemelerde kullanılan genotiplerin ortalama protein oranlarına ilişkin değerler Çizelge 5'de verilmiştir. Protein oranı bakımından çeşit ve hatların ortalama değerleri arasındaki farklar her iki lokasyonda ve lokasyon ortalamasına göre istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Lokasyonların ortalamasına göre ortalama protein oranı % 12.8 iken, Samsun lokasyonunda bu değer % 11.1, Amasya lokasyonunda % 14.4 olarak gerçekleşmiştir. Amasya lokasyonu deneme yerinin toprağının organik madde içeriğinin daha yüksek olması yanında, özellikle tane dolmuş esnasında düşen yağışın Samsun lokasyonundan daha düşük olması bu lokasyonun protein oranının daha yüksek olmasına neden olmuş olabilir.

Samsun lokasyonunda en yüksek protein oranı %12.1 ile 17 nolu genotipten, Amasya lokasyonunda ise %15.3 ile 6 nolu genotipten elde edilmiştir. En düşük protein oranı ise Samsun lokasyonunda % 10.1 ile 20 nolu genotipten, Amasya lokasyonunda ise % 13.3 ile 16 ve 19 nolu genotiplerden elde edilmiştir.

Lokasyonların ortalamasına göre 1, 2, 3, 4, 6, 7, 11, 12, 13, 17, 18, 22, 24 genotipler kontrol çeşitlerden daha yüksek protein oranına sahip olmuşlardır. Protein oranı, buğday kalitesini

Çizelge 4. Ekmeklik buğday genotiplerinin bin tane ağırlığı ve hektolitreye ağırlığına ilişkin ortalama değerler*

Genotip No	Bin Tane Ağırlığı (g)			Hektolitreye Ağırlığı (kg)		
	Samsun	Amasya	Ortalama	Samsun	Amasya	Ortalama
1	43.3 b-e	25.3 j	34.3 c-f	79.7 b-d	72.8 e	76.3 g-i
2	40.1 hi	30.4 g-j	35.2 c-f	79.8 b-d	78.7 a-d	79.2 c-e
3	40.4 g-i	30.6 f-i	35.5 b-f	78.4 ef	77.5 d	77.9 e-h
4	37.1 jk	27.7 ij	32.4 f	79.0 de	78.0 cd	78.5 d-f
5	35.1 l	32.7 d-i	33.9 ef	76.0 i-l	79.3 a-d	77.7 f-i
6	41.1 f-h	33.4 d-h	37.2 a-f	75.5 j-l	79.7 a-d	77.6 f-i
7	36.6 kl	28.4 h-j	32.5 f	76.5 h-j	78.5 b-d	77.5 f-i
8	38.9 ij	31.8 e-i	35.3 c-f	77.5 f-h	78.8 a-d	78.2 e-g
9	39.6 hi	34.2 c-g	36.9 a-f	77.0 g-i	79.7 a-d	78.3 e-g
10	34.8 l	32.9 d-i	33.8 ef	76.8 hi	78.2 cd	77.5 f-i
11	40.6 g-i	34.6 b-g	37.6 a-f	78.4 ef	82.0 ab	80.2 a-d
12	45.4 ab	39.3 a-c	42.3 ab	78.4 ef	81.7 a-c	80.0 a-d
13	46.4 a	39.9 ab	43.2 a	79.4 c-e	82.2 ab	80.8 a-c
14	44.1 b-d	37.9 a-d	41.0 a-c	80.5 ab	82.3 a	81.4 a
15	42.4 e-g	36.9 a-e	39.6 a-e	75.0 l	78.0 cd	76.5 i
16	43.4 b-e	36.7 a-e	40.0 a-e	80.6 ab	82.2 ab	81.4 a
17	45.2 ab	35.6 a-g	40.4 a-d	81.0 a	81.0 a-d	81.0 ab
18	45.0 a-c	34.5 b-g	39.7 a-e	79.0 de	80.3 a-d	79.7 b-e
19	43.0 c-f	37.8 a-d	35.0 d-f	76.1 i-k	81.7 a-c	78.9 d-f
20	43.9 b-d	36.1 a-f	34.5 ef	75.3 kl	78.0 cd	76.6 hi
21	40.6 g-i	37.8 a-d	39.2 a-f	76.6 hi	81.2 a-d	78.9 d-f
22	40.6 g-i	40.2 a	40.4 a-d	77.4 f-h	82.2 ab	79.8 b-e
23	41.6 e-h	38.2 a-d	39.9 a-e	75.5 j-l	79.3 a-d	77.4 f-i
24	42.5 e-g	31.9 e-i	37.2 a-f	80.4 a-c	79.7 a-d	80.0 a-d
25	43.6 b-e	31.5 e-i	37.5 a-f	77.9 fg	74.3 e	76.1 i
Ortalama	41.4	34.3	37.8	77.9	79.5	78.6
D.K. (%)	3.14	8.34	5.74	0.90	2.36	1.63

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 önem düzeyine göre fark yoktur

Çizelge 5. Ekmeklik buğday genotiplerinin protein oranı ve sedimantasyon değerlerine ilişkin ortalama değerler *

Genotip No	Protein Oranı (%)			Sedimantasyon Değeri (ml)		
	Samsun	Amasya	Ortalama	Samsun	Amasya	Ortalama
1	11.4 d	15.0 ab	13.2 a-b	24.0 bc	45.0 gh	34.5 e
2	11.1 d-f	14.4 a-e	12.8 c-h	19.5 ef	35.0 jk	27.3 i
3	10.8 gh	15.0 ab	12.9 c-g	17.0 hi	44.0 h	30.5 fg
4	11.8 a-c	14.8 a-c	13.3 a	18.0 gh	31.0 l	24.5 k
5	10.7 i	14.8 a-c	12.8 c-h	16.5 i	46.3 g	31.4 f
6	11.3 de	15.3 a	13.3 a	23.0 c	45.0 gh	34.0 e
7	11.3 de	14.5 a-e	12.9 b-f	24.5 ab	59.0 a	41.8 a
8	10.9 f-h	14.4 b-e	12.6 e-j	24.5 ab	55.0 bc	39.8 bc
9	11.1 e-g	14.2 b-e	12.6 e-j	24.0 bc	55.7 b	39.8 bc
10	10.0 h	14.8 a-c	12.4 g-j	16.5 i	52.7 de	34.6 e
11	11.8 a-c	14.2 b-e	13.0 a-d	17.0 hi	38.7 i	27.8 i
12	11.8 bc	13.7 ef	12.7 c-h	17.0 hi	35.7 j	26.3 j
13	11.7 c	14.2 b-e	13.0 a-e	19.0 fg	33.0 k	26.0 j
14	11.1 d-f	13.6 ef	12.4 g-j	21.5 d	34.7 jk	28.1 hi
15	10.9 f-h	13.8 d-f	12.4 g-j	14.5 j	36.0 j	25.3 k
16	11.2 de	13.3 f	12.3 j	21.3 d	34.0 jk	27.6 hi
17	12.1 a	14.0 c-f	13.0 a-d	21.0 d	35.7 j	28.3 hi
18	12.0 ab	14.2 b-e	13.1 a-c	23.0 c	38.7 i	30.8 f
19	11.4 d	13.3 f	12.3 g-j	24.5 ab	53.3 cd	38.9 bc
20	10.1 i	14.7 a-d	12.4 j	12.8 k	40.3 i	26.5 j
21	10.8 gh	14.6 a-d	12.7 e-j	25.0 ab	54.7 bd	39.8 bc
22	11.3 de	14.7 a-d	13.0 a-e	25.5 a	51.0 ef	38.3 cd
23	10.8 gh	14.3 b-e	12.5 f-j	24.5 ab	50.0 f	37.3 d
24	10.9 f-h	14.8 a-c	12.9 c-h	20.5 de	39.7 i	30.1 fg
25	10.2 i	14.8 a-c	12.5 f-j	18.0 gh	40.7 i	29.3 gh
Ortalama	11.1	14.4	12.8	20.5	43.4	30.3
D.K. (%)	1.71	3.19	2.45	4.13	2.80	3.47

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 önem düzeyine göre fark yoktur

belirlemede kullanılan kriterlerin başında gelmektedir (Atlı ve ark., 1999). Ünal (2002), buğdayda protein miktarının tür, çeşit, çevre koşulları ve üretim tekniğine bağlı olarak % 6 - 22 arasında değiştiğini ve yurdumuzda protein miktarının topbaşlarda % 9-13, ekmeklik buğdaylarda % 10-15, makarnalık buğdaylarda % 11-17 arasında değiştiğini bildirmektedir. Protein oranı bakımından genotipler arasında önemli farkların olduğu birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Gökmen ve Sencar, 1989; Budak ve ark., 1997; Atlı, 1999). Çeşidin dışında yağış miktarı, yağışın aylara göre dağılımı, sıcaklık, toprak özellikleri, kültürel uygulamalar ve süne-kımlı gibi zararlılar da protein oranı ve kalitesini etkilemektedir (Bushuk, 1982; Atlı, 1999; Çağlayan ve Elgün, 1999). Tane verimi bakımından ilk sıralarda yer alan genotipler protein oranı bakımından son sıralarda yer almıştır. Tane verimi ve protein oranı arasındaki bu tip bir ters ilişki birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Tuğay, 1978; McClung ve ark., 1986; Cook ve Veseth, 1991; Costa and Kronstad, 1994).

3.6. Sedimantasyon Değeri

Buğday genotiplerine ait ortalama sedimantasyon değerleri Çizelge 5'de verilmiştir. Sedimantasyon değeri bakımından her iki lokasyonda da genotipler

arasındaki farklılık istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. Sedimantasyon değerleri lokasyonlar ortalamasına göre 24.5 ile 41.8 ml arasında değişmiştir (Çizelge 5). En yüksek sedimantasyon değeri Samsun lokasyonunda 22 nolu genotipten (25.5 ml), Amasya lokasyonunda ise 7 nolu genotipten (59.0 ml) elde edilmiştir. En düşük sedimantasyon değerleri Samsun lokasyonunda 12.8 ml iken, Amasya lokasyonunda 31.0 ml olarak saptanmıştır. Denemede yer alan genotiplerin sedimantasyon değerleri ortalaması Samsun'da 20.5 ml, Amasya'da ise 43.4 ml olarak tespit edilmiştir. Sedimantasyon değeri bakımından farklılıklar genotipe bağlı olmakla birlikte bu özellik üzerinde iklim faktörlerinin de etkisi bulunmaktadır (Atlı, 1999). 7, 8, 9, 19, 21, 22 ve 23 numaralı hatlar her iki lokasyonda da sedimantasyon değeri bakımından ilk sıralarda bulunmaktadırlar.

İki çevrenin ortalaması olarak tane verimi bakımından ilk sıralarda yer alan 14, 16 ve 24 nolu hatlar sedimantasyon değeri bakımından alt sıralarda yer almıştır. Bu durum tane verimi ile kalitenin aynı oranda artırılmasının zor olduğunu göstermektedir. Ayrıca Çağlayan ve Elgün (1999) sedimantasyon değerinin çeşit, çevre ve yetiştirme tekniği yanında süne ve kımlı zararına bağlı olarak da değişebileceğini bildirmişlerdir.

Denemede kontrol olarak kullanılan Bezostaya, Kate A1, Özcan, Sakin ve Canik 2003 çeşitlerinin sedimantasyon değerleri sırasıyla 31.4, 34.6, 25.3, 26.5 ve 29.3 ml olmuştur.

Sonuç olarak; Samsun ve Amasya’da denemeye alınan 25 ekmeklik buğday genotipinden, Samsun’da 25, 20, 1 ve 15 nolu, Amasya’da ise 14, 10, 16, 9, 22 ve 20 nolu genotipler sırasıyla en yüksek tane verimine sahip olmuş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. İki lokasyonun ortalamasına göre tane verimi bakımından en yüksek değerler sırasıyla 20, 14, 25, 16, 24, 15, 1 ve 10 nolu genotiplerden elde edilmiştir. Denemede yer alan Kate A-1, Özcan, Sakin ve Canik-2003 çeşitleri tane verimi bakımından ilk grupta yer almıştır. Tane verimi bakımından ilk grupta yer alan 14 ve 16 nolu hatlar, bin tane ağırlığı ve hektolitreye ağırlığı bakımından da üst sıralarda yer almalarına rağmen protein oranları ve sedimantasyon değerleri bakımından alt sıralarda yer almışlardır. Bu çalışma sonucunda, yüksek verim ve kaliteye sahip hatların geliştirilmesi için ileri çıkan hatların farklı çevrelerde denenmesine devam edilecektir.

4. KAYNAKLAR

- Ağdağ, M., Dok, M., Doğan H.M., Torun M., Çebi, H., 1997. Orta Karadeniz geçit bölgesi için uygun buğday çeşitlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 21-25, 22-25 Eylül, Samsun.
- Anıl, H., 2000. Samsun ekolojik şartlarında yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde verim, verim unsurları ve kalite kriterlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. O. M. Ü. Fen Bil. Enst. Samsun.
- 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.
- 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.
- Balcı, A., Turgut, İ., 1999. Bazı ekmeklik buğday (*T.aestivum var.aestivum*) çeşit ve hatlarında melez gücü üzerine araştırmalar. Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I. Genel ve Tahıllar, 70-74, 15-18 Kasım, Adana.
- Budak, H., Karaltın, S., Budak, F., 1997. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L. Em Thell) fiziksel ve kimyasal yöntemlerle kalite özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, 534-536, 22-25 Eylül, Samsun.
- Bushuk, W., 1982. Grains and Oilseeds. 3. Edition. Canadian International Grains Institute, Winnipeg, Manitoba.
- 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.
- Çağlayan, M., Elgün, A., 1999. Değişik çevre şartlarında yetiştirilen ekmeklik buğday hat ve çeşitlerinin bazı teknolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. Orta Anadolu’da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 513-518, 8-11 Haziran, Konya.
- Çölkesen, M., Arslan, S., Eren, N., Öktem, A., 1993. Şanlıurfa’da sulu ve kuru koşullarda farklı dozlarda uygulanan azotun diyarbakır 81 makarnalık buğday çeşidinin verim ve verim unsurlarına etkisi üzerine bir araştırma. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Sempozyumu, 486-495, 30 Kasım – 3 Aralık, Ankara.
- Demir, İ., Tosun, M., 1991. Ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda verim ve bazı verim bileşenlerinin korelasyonu ve path analizi. Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 28 (1):7-24.
- Doğan, R., Yürür, N., 1992. Bursa yöresinde yetiştirilen buğday çeşitlerinin verim bileşenleri yönünden değerlendirilmesi. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 9:37-46.
- Doğan, R., 2002. Ekmeklik buğday hatlarının (*Triticum aestivum* L.) tane verimi ve kimi agronomik özelliklerinin belirlenmesi. Uludağ. Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 16(2): 149-158.
- Dokuyucu, T., Akkaya A., Nacar, A., İspir, B., 1997. Kahramanmaraş koşullarında bazı ekmeklik buğdayların verim, verim unsurları ve fenolojik özelliklerinin incelenmesi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 16-20, 22-25 Eylül, Samsun.
- Ercan, R., Seçkin, R., Velioğlu, S., 1988. Ülkemizde yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinin ekmeklik kalitesi. Gıda Dergisi, 13(5):107-114.
- Genç, İ., Yağbasanlar T., Özkan, H., 1993. Akdeniz iklim kuşağına uygun makarnalık buğday çeşitlerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Makarnalık Buğday Mamülleri Sempozyumu, 30 Kasım – 3 Aralık, Ankara, 127 – 141.
- 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.
- Gökmen, S., Sencar, Ö., 1989. Tokat yöresinde sonbaharda ekilen 28 buğday çeşit ve hattında verim ve verim öğeleri üzerinde araştırmalar. Cumhuriyet Üniv. Tokat Zir. Fak. Dergisi, 1: 357-368.
- Kan, A., Sade, B., 2002. Ekmeklik buğdaylarda (*Triticum aestivum* L.) kalite özelliklerinin

- kombinasyon yeteneği, melez gücü ve kalıtımı. S.Ü. Zir. Fak. Dergisi 16 (29), 12-18.
- 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.
- Kırtok, Y., Genç, İ., Çölkesen, M., 1987. ICARDA kökenli bazı arpa çeşitlerinin çukurova koşullarında başlıca tarımsal karakterleri üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK Türkiye Tahıl Sempozyumu, TOAG, 83-90, 6-9 Ekim, Bursa.
- Kırtok, Y., Genç, İ., Yağbasanlar T., Çölkesen, M., Kılınç, M., 1988. Tescilli bazı ekmeklik (*T. aestivum* L. em Thell) ve makarnalık (*T. durum* Desf.) buğday çeşitlerinin çukurova koşullarında başlıca tarımsal karakterleri üzerinde çalışmalar. Çukurova Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 3 (3): 96-105.
- Korkut, K. Z., Başer, İ., Bilgin, O., 2001. İleri ekmeklik buğday hatlarının (*T.aestivum* L.) verimi ve bazı agronomik karakterler yönünden değerlendirilmesi. Türkiye IV.Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I, Tahıllar ve Yemelik Tane Baklagiller, 99-104, 17-21 Eylül, Tekirdağ.
- Korkut, K.Z., Ünay, A., 1987. Tahıllarda başak taslağı gelişimi ile verim öğeleri arasındaki ilişkiler üzerine araştırmalar. TÜBİTAK, Türkiye Tahıl Sempozyumu, TOAG, 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 Zir. Fak. Dergisi, 2 (2): 111-118.
- Kün, E., 1996. Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları). Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:1451, Ankara.
- 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.
- Mut, Z., Aydın, N., Özcan, H., Bayramoğlu, H. O., 2005. Orta karadeniz bölgesinde ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. GOP Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi, 22 (2): 85-93.
- Özkaya, H., Kahveci, B., 1990. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 14, Ankara.
- Öztürk, A., Akkaya, A., 1996. Kışlık buğday genotiplerinde (*Triticum aestivum* L.) tane verim unsurları ve fenolojik dönemler üzerine bir araştırma. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 27 (2):187-202.
- Peterson, C.J., Graybosch, R.A., Shelton, D.R., Baenziger, P.S., 1998. Baking quality of hard winter wheat: response of cultivars to environment in the great plains. In: Braun, H.J., Altay, F., Kronstad, W.E., Beniwal, S.P.S. and McNab, A. (Eds.), Wheat: Prospects for Global Improvement. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 223-228.
- Poehlman, J.M., 1987. Breeding Field Crops, Van Nostrand Reinhold Company Inc. 115 Fifth Avenue New York.
- Sade, B., 1997. Tahıl Islahı (Buğday ve Mısır). Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:31, Konya.
- 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.
- Schular, 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.
- Sharma, R.C., 1992. Analysis of phytomass yield in wheat. Agronomy Journal. 84(6): 926-929.
- Smith, G.P., Googing, M.J., 1999. Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and nitrogen effects. Agricultural and Forest Meteorology, 94(1):86-93.
- 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.
- Tayyar, Ş., 2005. Biga koşullarında yetiştirilen farklı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit ve hatlarının verim ve bazı kalite özelliklerinin saptanması. Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 18 (3), 405-409.
- Tosun, O., Yurtman, N., 1973. Ekmeklik buğdaylarda (*Triticum aestivum* L. em Thell) verime etkili morfolojik ve fizyolojik özellikler. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yıllığı, 23: 418-434.
- Tuğay, M.E., 1978. Dört ekmeklik buğday çeşidinde ekim sıklığı ve azotun verim, verim komponentleri ve diğer bazı özellikler üzerine etkileri. Ege Üniv. Zir. Fak. Yayınları No: 316.
- Turgut, İ., Konak, C., Zeybek, A. Acartürk, E., Yılmaz, R., 1997. Büyük menderes havzası sulu koşullarına uyumlu buğday çeşitlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Türkiye II.Tarla Bitkileri Kongresi, 520-522, 25-27 Eylül, Samsun.
- Ünal, S., 2002. Buğdayda kalitenin önemi ve belirlenmesinde kullanılan yöntemler. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi. 25-37, 3-4 Ekim, Gaziantep.
- Williams, P., Haremein, F. J., Nakkaul, H., Rihawi, S., 1986. Crop quality evaluation methods and quidelines. technical mansal No:14, ICARDA, Aleppo, Syria.
- Yağbasanlar, T., Çölkesen, M., Genç, İ., Kırtok, Y., Eren, N., 1997. Çukurova ve Şanlıurfa koşullarına uygun buğday çeşitlerinin saptanması üzerine araştırmalar. I. ekmeklik buğday (*Triticum aestivum em Thell.*) çeşitleri. Çukurova Üniv. Zir. Fak. Dergisi 5, 2:1-16.

- Yağdı, K. 2000. Marmara bölgesi koşullarında kimi ümitvar ekmeklik buğday (*T. aestivum L.*) hatlarının performansları. *Turk. J. Agric. For.* 24; 157-163.
- Yağdı, K., 2004. Bursa koşullarında geliştirilen ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) hatlarının bazı kalite özelliklerinin araştırılması. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 18(1): 11-23.
- Yürür, N., Tosun, O., Eser, D., Geçit, H. H., 1981. Buğdayda anasap verimi ile bazı karakterler arasındaki ilişkiler. *Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları*, 755:443.
- Yürür, N., 1998. Serin İklim Tahılları-1. Uludağ Üniversitesi Yayınları., Yayın No:7, Bursa.
- Zanetti, S., Winzeler, M., Feuillet, C., Keller, B., Messmer, M., 2001. Genetic analysis of bread-making quality in wheat and spelt. *Plant Breeding*, 120, 13-19.
- Zeleny, L. 1947. A simple sedimentation test for estimating the bread-baking and gluten qualities of wheat flour. *Cereal Chem.*, 24, 465-475

HEAT-EMISSION CHARACTERISTICS OF SOME ENERGY PLANTS

Jan Malat'ák

Technical Faculty, Czech University of Agriculture in Prague, Prague, Czech Republic

Gürkan A. K. GÜRDİL

The University of Ondokuz Mayıs. Faculty of Agriculture, Dept. of Agricultural Machinery, Samsun

Petr Jevič

Research Institute of Agricultural Engineering, Prague, Czech Republic

Yunus PINAR

K. Çağatay SELVİ

The University of Ondokuz Mayıs, Faculty of Agriculture, Dept. of Agricultural Machinery, Samsun

Corresponding author: ggurdil@omu.edu.tr

Geliş tarihi: 22.02.2007

Kabul Tarihi: 25.05.2007

ABSTRACT: Biomass makes an important potential during alteration of fossil fuel by heating process. There is no possibility of using bio-fuels without a judgment of their influence to environment. Knowledge of biomass burning characteristics is also very important before its use. This study is mainly focused on gas emissions of briquette bio-fuels. Burned fuels are converted to the briquettes of a 65 mm diameter. CO₂, CO, O₂, SO₂, NO_x and HCl concentrations were checked. Air surplus coefficient (n) set of other values of heating characteristics were also measured. Highest ranges of values were achieved by combusting of energy sorrel.

Key Words: Energy plants, heat emission, bio-fuel.

BAZI ENERJİ BİTKİLERİNİN YANMA EMİSYON KARAKTERİSTİKLERİ

ÖZET: Biyokütle fosil yakıtlar için önemli bir potansiyel enerji kaynağı durumundadır. Biyokütlenin çevreye olan etkileri tam olarak tespit edilmeden kullanılması uygun değildir. Ayrıca, kullanılmadan önce biyokütle yakma karakteristiklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, briket formundaki biyokütlenin yanma gaz emisyonları incelenmiştir. Bu amaçla 65 mm çapında briketler oluşturulmuştur. Briket formundaki biyokütlenin CO₂, CO, O₂, SO₂, NO_x ve HCl konsantrasyonları incelenmiştir. Bununla birlikte, hava fazlalığı katsayısı (n) ve bazı ısıtma karakteristik değerleri de incelenmiştir. En yüksek değerler kuzukulağı briketinin yakılması sonucu elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji bitkileri, ısı emisyonları, bio-yakıt.

1. INTRODUCTION

An energetically use of biomass for a renewable source of energy has a lot of positive aspects. It helps to solve ecological, agricultural and forestry problems (McBurney, 1995; Malat'ák, 2003). Biomass based fuel almost does not contain any sulphide. Also the other waste gases from phyto-fuels are more suitable in comparison with other fossil fuels. The ash remained after burning can be used as a fertilizer with a good content of calcium, magnesium, potassium and phosphorus (Sladký, 1986; Sladký and Váňa, 2002).

The share of renewable and secondary sources of energy will be increased from current 2.5 % to 3...6 % in 2010. This is also affected by entering of the Czech Republic to EU and using of financial support for renewable sources of energy. EU uses 12 % of renewable sources of energy nowadays (Anonymous, 1999; Váňa, 2002).

The polluting substances namely solid, liquid and gaseous substances have a negative influence at the atmosphere straight or after the chemical or physical changes in the surrounding air. These substances also harm the health of people, other organisms. Most important polluting substances are SO₂, CO, CO₂, and

NO_x (McBurney, 1995; Price, 1998; Pastorek et al, 1999; Hutla and Sladký, 2001; Malat'ák, 2003).

Characteristics of phyto-mass and choosing the right type of burning equipment are important for biomass. Stoichiometric analysis must be done for energy content. Stoichiometric calculations for burning process are basic for any type of heat calculations. These calculations are also important for solving the whole problem and for controlling the burning equipment, as well (Pastorek et al, 1999; Malat'ák, 2003).

Finding out of emission's parameters of chosen bio-fuels is done by using of compressed bio-fuels. These might be compressed to the different shapes by applying different pressures. Bio-fuels take a lot of space, and this increases shipping costs, storage etc, if they are not compressed to the compact shape. Compressed bio-fuels are also better in order to obtain better qualities of combustion.

The main point of the research is to set each of any stoichiometry calculation for analyzed bio-fuels. Especially; a heating value of bio-fuel (Q_n) according to ČSN 44 1310 (Anonymous, 2001-b), theoretical amount of oxygen (O_{min}) and the air (L_{min}) for an ideal combustion, theoretical volume amount of dry

waste gases (vsspmin), percentage of volume amount of CO₂, SO₂, H₂O, N₂, O₂, theoretical weight and volume concentration of (CO₂ max) in dry waste gases are set by stoichiometry calculation. Final chosen stoichiometry parameter of phyto-mass is shown in Table 1

2. MATERIAL AND METHOD

In this study, mixtures of energy sorrel, canary grass, sudan grass, sorghum, poplar bark and soft coal are used for determining heat emissions. During the measurements the following concentrations were checked: carbon dioxide CO₂, carbon mono-oxide CO, oxygen O₂, nitrogen mono-oxide NO, nitrogen dioxide NO₂, sulfide dioxide SO₂, and hydrogen chloride HCl. Measurements were realized by using of fireplace combustion equipment with an 8 kW power and briquette phyto-mass (65 mm diameter). Element analyses of each element consisting briquette phyto-mass, followed by stoichiometry of combusting processes were done. Their stoichiometry is complemented by fuel characteristics. These are necessary for any heat concerned equation and setting of any emission concentration such as SO₂, CO, CO₂ and NO_x.

The first step within any stoichiometry calculation of fuels and a thermal work of combustion equipments is the element analysis of fuel (Anonymous, 1998-a; Anonymous, 1998-b). Elements analysis is very important for any stoichiometry analysis, thermal effectiveness and losses of combustion equipments. It also influences a thermal work of combustion

equipment. So called elementary analysis is used during the detection of solid fuels. This element analysis is for finding out a weight percentage of C, H, O, S, N and all of the water consisted in the fuel. Element analysis is done by elemental analyzer (multi EA, producer ChromSpec) for determination C, N, S, Cl. Chromatograph is used for detection of combustible components (GC MS, producer Perkin Elmer). For determination of combustible heat and heating power samples Calorimeter IKA C4000 is used. Final elements compositions are given in Table 2.

The GA-60 gauge was used for the setting of mass flows, emission factors and characteristics of solid particles by thermal use of phyto-mass briquettes. It is a multifunctional smoke gases analytical gauge. GA-60 gauge is also able to measure a temperature of surroundings (t_{ok}), waste gases temperature (t_{sp}), as well. By these temperatures along with the chemical parameters, the gauge provides a calculation of heating characteristics such as; flue loss (q_a), thermal-technical effectiveness of combustion (η_{kor}), air surplus amount (n) and other losses (Anonymous, 2001-a).

The measurement is focused on emissions (CO₂, CO, NO_x, SO₂, and HCl) produced by combustion of mixed briquette phyto-mass. CO₂ is determined by the measured concentration of oxygen and fuel's characteristic. Concerning to thermal parameters and emission conditions the fuel is then judged as combustion equipment.

Table 1. Final stoichiometry parameters of phyto-mass

		Fuels	Wood ships fresh Poplar	Wood ships dry Poplar	Poplar Bark	Energy Sorrel	Canary Grass
Q_i^r	Heating value	MJ.kg ⁻¹	9.58	17.48	6.99	16.15	15.21
O_{min}	Theoretical quantity of oxygen for ideal combustion process	m ³ .kg ⁻¹	0.58	0.88	0.44	0.83	0.79
L_{min}	Theoretical air quantity for ideal combustion process	m ³ .kg ⁻¹	2.79	4.21	2.105	3.97	3.78
n	Overflow of the air (O ₂ = 13 %)	-	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63
v_{sspmin}	Theoretical cubical quantity of dry combustion gas	m ³ .kg ⁻¹	2.68	4.11	4.81	3.91	3.73
CO _{2max}	Theoretic cubical concentration of carbon dioxide in dry combustion gas	%	18.76	19.85	18.5	20.26	20.76
CO ₂	Carbon dioxide	%	5.90	6.69	5.54	6.90	7.10
SO ₂	Sulfur dioxide	%	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0
H ₂ O	Water	%	15.36	9.99	19.18	9.71	9.75
N ₂	Nitrogen	%	66.82	70.7	63.88	70.78	70.72
O ₂	Oxygen	%	11.14	11.78	10.65	11.77	11.77

Table 2. Elementary analysis of burned solid phyto-mass

		Wood ships fresh poplar	Wood ships dry poplar	Poplar Bark	Energy Sorrel (Rumex tianschanicus)	Canary Grass (Phalaris arundinacea)
W_t^r	Water content (%)	42.73	8.86	53.57	7.95	9.12
A_r	Ash (%)	1.43	1.64	2.61	4.45	6.74
C_t^r	Carbon - C (%)	9.58	17.48	3.69	42.70	41.81
H_t^r	Hydrogen - H (%)	27.17	44.02	0.2	5.42	4.85
N_t^r	Nitrogen - N (%)	4.43	6.03	0.008	1.65	0.84
S_t^r	Sulphide - S (%)	0.43	0.78	19.77	0.11	0.07
O_t^r	Oxygen - O (%)	0.006	0.01	0.007	37.61	36.45
Cl_t^r	Chlorine - Cl (%)	23.8	38.64	0.69	0.11	0.12

Operation tests were made according to standard ČSN European Norms 13229 (Anonymous, 1998-a). A closeable furnace was used for heating tests. In order to obtain values the convection pass (these were dependent on rated power) was in a restricted limit range 12 ± 2 Pa (values of static pressure in a measured area of emissions). An average concentration of CO during measurements and other gaseous emissions was counted to the value of 13 % (O_2). By the standard mentioned above, all of the average values of CO have to meet limit values for certain class of CO, it is mentioned in Table 3.

Table 3. Classes of CO emissions for solid fuel combustion (Anonymous, 1998-a)

Class of CO appliances	Appliances with close door
	Limiting value of class emissions CO, % (at 13 % O_2)
Class 1	≤ 0.3 *
Class 2	$> 0.3 \leq 0.8$ *
Class 3	$> 0.8 \leq 1.0$ *

* $1 \text{ mg.m}^{-3} = 0.0001 \%$

An efficient use of thermal energy by the operation of consumer in concordance with data provided by manufacturer and by the combustion of experimental fuels is judged by efficiency. Measured efficiency has to be in a concordance with limit values for certain class given in Table 4.

Table 4. Efficiency classes by rated heat power (Anonymous, 1998-a)

Classes	Appliances with close door
	Limiting value of class efficiency %
Class 1	≥ 70
Class 2	$\geq 60 < 70$
Class 3	$\geq 50 < 60$
Class 4	$\geq 30 < 50$

Combustion equipment is designed to burn any kind of wood or wooden briquettes. Its most important part is a steel palette or a part of iron with the thickness of 5...8 mm. It is covered by the sides and from the top by feolit bricks. These provide an accumulation of heat and radiate it for a certain time

after the end of heating process. Accumulation bricks are covered by an insulating layer of special made and shaped insulating layer of calcium silicate. Doors are equipped with a ceramic glass with resistance up to 750°C . Emissions are conducted to the flue way of a 150 mm diameter (Anonymous, 1998-a).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Among the variable factors which influence thermal work of any combustion equipment, bio-fuel stoichiometry, mass flows and emission factors are also very important air surplus coefficient and a total water content of bio-fuel (McBurney, 1995; Malařák, 2003). By obtaining the basic stoichiometry parameters of bio-fuels it is possible to effectively judge, design and check a work of observed combustion equipment (Malařák, 2003). All the water contained in a bio-fuel and air surplus coefficient is primary factor which may influence thermal work of combustion equipment (McBurney, 1995; Pastorek et al, 1999; Malařák, 2003). All of the calculated stoichiometry values are then used by the calculation of thermal output and losses of combustion equipment.

Hydrocarbons and other incompletely burned products have the same characteristic features as a CO. This is an important indicator of a burning process quality. By the comparison of measured and worked values of CO with emission classes all of the fuels were meeting the criteria of class 2, where the limit is $10\,000 \text{ mg.m}^{-3}$ by 13 % of referential oxygen (Table 3).

Values of NO_x are easy to measure in the case of all observed fuels. There is no limited value of NO_x because of its low power of heat output. However, if a comparison is done for a limit value of NO_x (250 mg.m^{-3} by 11 % O_2) with the requirements to get a certificate of „Ecologically save product“, concerned to water heating boilers for central heating systems with combusting of biomass up to 0.2 MW (Anonymous, 2001-c). In this case that limit value is not overcome by using of any fuel.

The air surplus coefficient (n) is a very important working parameter, which influences emissions as well as heating system efficiency. It also determines an amount of oxide parts and a furnace temperature.

Optimal working temperature is possible to set in the case of consumers of this class in a power range $1.4 \leq n \leq 2.6$. Values determined by this interval were obtained by burning the briquettes of Canary Grass, briquettes of Power Sorrel and Canary Grass in ratio of 3:2 mixture and Soft Coal 10% m/m, briquettes of Canary Grass and Gold-of-pleasure in ratio 1:1 mixture. Soft Coal 15% m/m and briquettes of Canary Grass a Poplar Bark 1:1 mixture with additional 10 % m/m Soft Coal (Table 5). More than 70 % of technical-thermal effectiveness were achieved (class 1) by combusting of briquette mixture of Canary Grass and Sorghum, briquette mixture of Canary Grass and Gold-of-pleasure. To the class 2 (effectiveness $n=60 < 70$ %), it is possible to place briquette mixture of Canary Grass and Poplar Bark 1:1+ 10 % m/m Soft Coal.

The briquette mixture of Power Sorrel and Canary Grass in ratio of 3:2 with additional 10 % m/m Soft Coal, briquette of Canary Grass and briquette of Sorrel were in class 3 (effectiveness $n=50 < 60$ %).

Final average values of CO and NO_x (mg.m⁻³) emission of burned phyto-mass briquettes were given in Figure 1.

The highest CO emissions were obtained from energy sorrel briquette. However, NO_x emissions of all phyto-mass briquettes were almost in the same level.

4. CONCLUSION

There is a need to increase the percentage of biomass production for the betterment of national economy, efficient use of local funds, and increase of employees, decrease of noxious emissions of CO₂, SO₂ and NO_x to the environment.

Heating quality requirements are increasing, even in the point of view of its influence to the environment. In the case of local heat consumers, mostly family houses, there is no way how to solve a problem of emissions like in the case of big equipments. It is necessary to prefer standardized high quality fuels.

Table 5. Results of working measurements of gaseous and heat-technical parameters

	Temp. of gas	O ₂	n z O ₂	CO ₂	CO (O ₂ =13%)	SO ₂ (O ₂ =13%)	HCl (O ₂ =13%)	NO _x (O ₂ =13%)	Technical - thermal effect of combustion
	°C	%	0	%	mg.m ⁻³	mg.m ⁻³	mg.m ⁻³	mg.m ⁻³	%
Briquette – Energy Sorrel briquettes Φ 65 mm	361.22	14.90	3.67	5.53	4392.80	0.00	103.34	127.66	59.56
Energy Sorrel and Canary Grass in ratio 3 : 2 and Soft Coal 10% briquettes Φ 65 mm	562.86	8.85	1.84	11.20	1843.77	0.00	128.88	159.33	57.76
Energy Sorrel and Sorghum in ratio 3 : 2 and Soft Coal 10% briquettes Φ 65 mm	478.73	13.95	3.10	6.47	4232.95	0.00	73.49	173.56	82.9
Briquette –Canary Grass briquettes Φ 65 mm	487.05	10.24	2.01	9.92	1805.03	0.00	177.65	219.63	55.90
Canary Grass and Gold-of-pleasure in ratio 1 : 1 and Soft Coal 15% briquettes Φ 65 mm	554.41	7.10	1.54	12.83	3057.32	227.29	125.11	154.60	85.40
Canary Grass and Poplar Bark in ratio 1 : 1 and Soft Coal 10% briquettes Φ 65 mm	474.93	11.93	2.47	8.24	4361.46	11.94	155.23	191.91	60.30

All of the values obtained by measurement are counted to normal conditions. (by the temperature $t = 0^\circ\text{C}$ and a pressure $p = 101.325$ kPa and for a referential amount of oxygen O_r , it's value is $O_r = 13$ %).

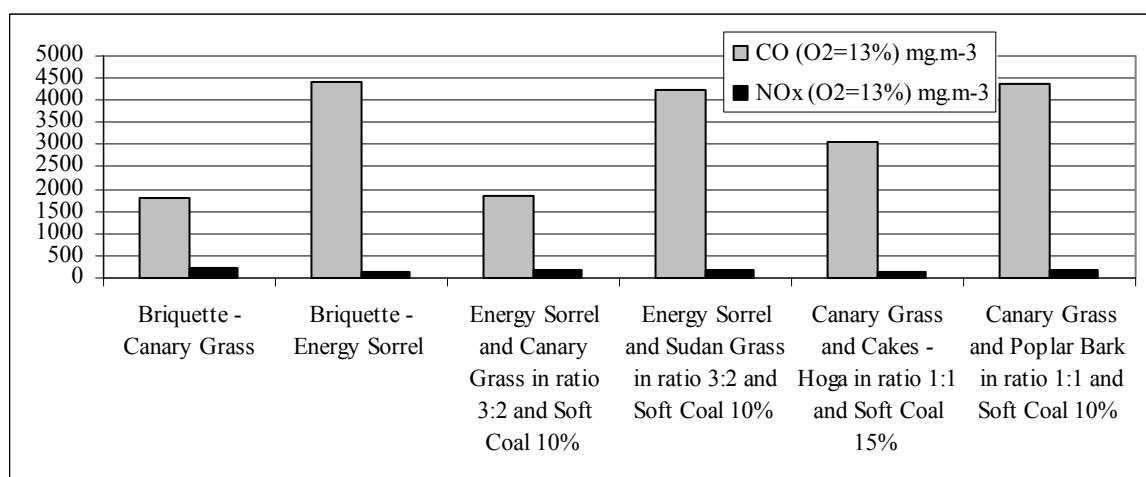


Fig.1 Final average values of CO and NO_x (mg.m⁻³) emissions of burned phyto-mass briquettes converted to 13% amount of Oxygen contained in waste gases

From the currently produced plants energy sorrel and canary grasses have the highest production potential. They also have a large and perspective development. As mentioned in the other researches, emission parameters of fuels consisted of pure sorrel does not necessarily meet the standards and requirements demanded for use in certain combustion equipments.

Analyzed briquette fuels show good emission parameters given by class 2 and effectiveness in a range of classes 1 to 3. These might be suitable for similar local heating systems after the proving of other certificate requirements.

5. REFERENCES

- Anonymous (1998-a). ČSN EN 13229: Vestavné spotřebiče k vytápění a krbové vložky na pevná paliva – Požadavky a zkušební metody (Built in heat consumers and open fire place inserts for solid fuels – requirements and testing methods). ČNI Praha, Praha 1998, 66.
- Anonymous (1998-b). ČSN 83 4615: Stacionární zdroje emisí (Stationary sources of emission) – Stanovení hmotnostní koncentrace a hmotnostního toku tuhých částic v potrubí – Manuální gravimetrická metoda. ČNI Praha, Praha 1998, 24.
- Anonymous (1999). CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume V. Energy and Biomass Engineering. ASAE St. Joseph, Michigan, USA, 323.
- Anonymous (2001-a). ČSN 83 4704: Stacionární zdroje emisí (Stationary sources of emission) – Stanovení koncentrace emisí oxidů dusíku - Charakteristiky automatizovaných měřicích metod. Praha, s. 51 – 55
- Anonymous (2001-b). ČSN 44 1310: Tuhá paliva (Solid fuels) - Označování analytických ukazatelů a vzorce přepočtů výsledků na různé stavy paliva. ČNI Praha, 65.

Anonymous (2001-c). Směrnice č. 13-2002 s požadavky pro propůjčení ochranné známky (Requirements for conferment save indicators), Ekologicky šetrný výrobek“. Teplovodní kotle pro ústřední vytápění, na spalování biomasy. Praha, MŽP ČR, s. 5.

Hutla P; Sladký V (2001). Optimal drtiny of energetically wooden chips. Res. Agr. Eng. 47 (3): 104-109.

Malat'ák J (2003). Assessment of the Emission and Performance Characteristic at the Power Use of Solid Biomass in the Combustion Equipments with the Heat Output up to 100 KW. In.: International Congress on Information Technology in Agriculture, Food and Environment, Bornova - Izmir 2003, Turkey 2003, 633 – 639.

McBurney B (1995). A Case Study of a Large Scale Wood Waste Power Generating Plant. Biologue - Regional Biomass Energy Program Report. The Official Publication of the National Bio-Energy Industries Association. Vol.13. No.1, 1st Quarter 1995, 5 – 11.

Pastorek Z; Kára J; Hutla P; Andert D; Sladký V; Jelínek A; Plíva P (1999). Využití odpadní biomasy rostlinného původu (Using plant based agricultural wastes). VÚZT Praha, Praha, 49.

Price B (1998). Electricity from Biomass. Financial Times Energy, G. Britain, 130.

Sladký V; Váňa J (2002). Biomasa pro vytápění v obcích i městech, příručka Státního fondu životního prostředí. (Biomass for heating residents and towns)

Sladký V (1986). Výroba sena v halových senících (Production of hay in haylofts). Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe. ÚVTIZ 16/1984, 74.

Váňa J (2002). Problémy brzdící rozvoj energetického využívání fytomasy (Obstructive problems of improving energetic use of phytomasses), ISBN:80-86555-16-X,7.

EROZYONA UĞRAMIŞ TOPRAKLARA UYGULANAN ARITMA ÇAMURU VE ÇAY ENDÜSTRİSİ ATIĞININ TOPRAKLARIN MİKRO ELEMENT İÇERİKLERİNE ETKİLERİ

Tuğrul YAKUPOĞLU Nutullah ÖZDEMİR
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 55139, Samsun
Sorumlu yazar: tugruly@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 22.02.2007

Kabul Tarihi: 27.04.2007

ÖZET: Bu çalışma, farklı düzeylerde (hafif, orta ve şiddetli) aşınmaya uğramış topraklara ilave edilen arıtma çamuru (AÇA) ve çay endüstrisi atığının (ÇAT), toprakların mikro element (Fe, Cu, Zn ve Mn) kapsamına etkilerini belirlemek amacıyla sera koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan toprak örnekleri, Samsun yöresinde, üzerinde tarla tarımı yapılan bir araziden (0-20cm) alınmıştır. Araştırma konusu topraklar; ince bünyeli, düşük seviyede organik madde içeriğine (% 0.83-0.99) ve orta derecede alkaline reaksiyona (8.0-8.1, pH: 1/2.5 toprak-su süspansiyonu, w/v) sahiptirler. Organik atıklar topraklara, bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre, dört farklı dozda (% 0, 2, 4 ve 6 w/w) ve üç tekrarlamalı olarak karıştırılmıştır. On sekiz haftalık deneme periyodundan sonra topraklarda mikro element içerikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, organik atık uygulamalarının, erozyona uğramış toprakların mikro element içeriklerini, kontrol uygulamasına göre önemli derecede artırdığı belirlenmiştir. Uygulamaların etkinliği her dört element için de toprakların erozyon düzeyleri ($p<0.001$) ile atıkların uygulama dozuna ($p<0.001$) bağlı olarak istatistiksel bakımdan önemli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Toprak erozyonu, Organik atık, Mikro element

THE EFFECTS OF BIO-SOLID AND TEA FACTORING WASTE APPLIED TO ERODED SOILS ON MICRO ELEMENT CONTENTS OF SOILS

ABSTRACT: This study was carried out to determine the effects of bio-solid and tea waste applications under greenhouse conditions on micro element (Fe, Cu, Zn, and Mn) contents on eroded soils in different levels (slightly, moderately, and severely). Soil samples used this study were taken from tillage land (0-20 cm) in Samsun City. These soils have a fine texture, moderate organic matter content (0.83-0.99, %), and moderate pH value (8.0-8.1 in 1:2.5 soil-water suspension, w/v). The organic residues were incorporated the soils as four different rates (0, 2, 4, and 6, %, w/w) with three replications in a split block design. After experiment period for eighteen weeks, micro element contents were determined in eroded soils. As a result, it was determined that application of organic residues increase micro element content in eroded soils. Effectiveness of applications was found statistically significant depending on the soil erosion level ($p<0.001$) and application doses ($p<0.001$) for each element.

Key Words: Soil erosion, Organic waste, Micro element

1. GİRİŞ

Toprak erozyonu, özellikle eğimli bir arazi yapısı veya zayıf bir örtüye sahip alanlarda kullanıma bağlı olarak tetiklenirken toprağın üretkenliğini düşürerek ülkelerin ekonomilerine zarar vermektedir (Evin ve ark., 2004). Bütün dünyada olduğu gibi Türkiye için de erozyon, ülkenin doğal kaynaklarını tehdit eden ekolojik sorunların en önemlilerinden biridir (Doğan ve ark., 2000). Erozyon olayı sonucunda taşınan topraklar, bir taraftan ulaştıkları alanlarda sediment kirliliğine yol açarak verimli alüviyal yelpazelerin üretkenliğini düşürmekte, bir taraftan da aşınımın gerçekleştiği alanlarda ciddi boyutlarda besin elementi kayıplarına neden olmaktadır. Böylece, aşınımın düzeyine bağlı olarak, toprak besin elementleri yönünden fakirleşmekte ve bitkisel üretim olumsuz yönde etkilenmektedir.

Toprak erozyonuna etki eden temel faktörler, bölgeye ait iklim, peyzaj elementleri ve toprak özellikleridir. Toprakların aşınabilirliğine etki eden en önemli toprak özelliklerinden birisi ise toprağın organik madde içeriğidir. Türkiye'nin ekilen alanlarının büyük bir bölümünde organik madde miktarı yetersiz (% 1-2) düzeydedir (Göksal ve ark., 2002). Mineral gübreler, bitkiler için kolaylıkla besin elementi sağlamalarına rağmen toprak fiziksel

koşullarını iyileştiremezlerken (Carpenter-Boggs ve ark., 2002), düzenleyici olarak toprağa uygulanan çeşitli organik atıklar, toprakların organik madde içeriğini artırarak (Sommer, 1977; Durak ve Brohi, 1986; Knight ve ark., 1997) strüktürel dayanıklılığın (Shiralipour ve ark., 1992; Rasiah ve ark., 1993; Gür ve ark., 2004; Uysal ve ark., 2004) ve bitki besin elementi miktarının (Chaney, 1990; Arcaç ve ark., 2000; Lopez-Mosquera ve ark., 2002; Gümüş ve Şeker, 2004) artmasını sağlamaktadırlar.

Bu çalışma, farklı seviyelerde erozyona uğramış topraklara uygulanan arıtma çamuru (AÇA) ve çay endüstri atığının (ÇAT) toprakların mikro element (Fe, Cu, Zn ve Mn) içeriklerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYALLER ve YÖNTEMLER

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Türkiye'nin kuzeyinde, Samsun İli'nin Merkez ilçesine bağlı Aşağı Aksu Köyü sınırları içerisinde yer almakta olup arazide işlemeli tarım yapılmaktadır. Bölge yarı yağışlı bir iklime sahip olup ($R_f= 47.21$), aylık ortalama sıcaklık Şubat ayında 6.6 °C ile Ağustos ayında 23.0 °C arasında değişmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 14.2 °C ve yıllık ortalama yağış 670 mm'dir (Anonymous, 2002).

2.2. Topraklar

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri, etek, yamaç ve tepe olmak üzere aynı hat üzerinde yer alan üç farklı noktadan (0-20 cm) alınmıştır. Vertic calcudoll (Soil Survey Staff, 2003) olarak sınıflandırılan topraklar ince bünyeli olup hafif, orta ve şiddetli derecede erozyona uğramışlardır. Topraklarda kil içerikleri sırasıyla 594.0, 560.5 ve 531.0 gkg⁻¹, silt içerikleri 260.0, 308.5 ve 317.5 gkg⁻¹, kum içerikleri ise 146.0, 131.0 ve 151.5 gkg⁻¹ şeklindedir. Topraklar orta derecede alkaline bir reaksiyona sahip olup 1:2.5 toprak-su süspansiyonunda (w/v) ölçülen pH değerleri hafiften şiddetliye doğru aşınım sırasına göre 8.0, 8.1 ve 8.1'dir. Topraklarda serbest kireç içeriği yine aynı sıraya göre % 16.6, 19.4 ve 21.9; kation değişim kapasitesi 37.4, 23.9 ve 21.4 me 100g⁻¹, EC değerleri 0.78, 0.65 ve 0.64 dS m⁻¹ ve organik madde içerikleri % 0.99, 0.84 ve 0.83'tür.

2.3. Organik Atıklar

Çalışmada kullanılan arıtma çamuru (AÇA), Bafra Belediyesi Arıtma Ünitesinden ve çay endüstri atığı (ÇAT) ise Rize Çay Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. AÇA % 41 organik madde içeriğine sahiptir. AÇA kuru ağırlık esasına göre % 22.20 organik C ve % 2.40 total N içermekte olup C/N değeri 9.25'dir. AÇA'nın organik olmayan fraksiyonları % 2.3 Fe₂O₃, % 11.5 CaO, % 1.34 MgO, % 1.3 P, % 0.23 K, % 0.22 NaO ve % 4.40 Al₂O₃ içermektedir. pH ve suda çözünabilir P içerikleri sırası ile 7.2 ve 581 µgg⁻¹'dir. Toplam Cd, Cu, Cr, Pb, Ni, Mn ve Zn içerikleri ise 6.3, 214.5, 135.2, 180.4, 75.8, 874.3 ve 435.9 µgg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Denemede kullanılan ÇAT % 54.78 organik C ve % 2.45 N içeriğine sahip olup C/N değeri 22.36'dır. ÇAT'ın Fe, Cu, Zn ve Mn içeriği sırası ile 217.2, 10.9, 30.6 ve 902.6 µgg⁻¹'dir.

2.4. Metodoloji

Değişik derecelerde (hafif orta ve şiddetli) erozyona uğramış olan alanlardan alınan deneme toprakları, gölgede hava kuru hale getirilip elle ufalandıktan sonra 4 mm'lik elekten geçirilmiştir. Daha sonra AÇA ve ÇAT 0.5 mm açıklığa sahip eleklerle elenerek (Ryan et al., 2001) bütün topraklara kontrol dahil dört farklı dozda ve üç tekrürlü olarak [(3x2x4)x3] karıştırılmış (w/w) ve karışımlar plastik saksılara (yükseklik: 20 cm, çap: 19 cm) yerleştirilmiştir. Deneme bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre sera koşullarında yürütülmüştür. Dört haftalık inkübasyon periyodundan sonra saksılara domates bitkisi (cv. Tore F1) dikilmiştir. Dikim işleminden on dört hafta sonra bitkiler hasat edilerek denemeye son verilmiştir. Saksılardaki topraklar elle ufalandıktan sonra analize hazır hale getirilmiştir.

Topraklarda tekstür Bouyoucos hidrometre (Gee ve Bauder, 1986), pH cam elektrotlu pH-metre

(Rowell, 1996), kireç içeriği Scheibler kalsimetre (Kacar, 1994), kation değişim kapasitesi NH₄OAc muamelesi (Kacar, 1994), toprak tuzluluğu EC-metre (Bayraklı, 1987) ve organik madde içerikleri K₂Cr₂O₇ varlığında H₂SO₄ ile yaş yakma muamelesi (Nelson ve Sommers, 1982) yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Organik atıkların besin elementi ve ağır metal içerikleri Kacar (1972)'ye göre standart yöntemler esas alınarak belirlenmiştir.

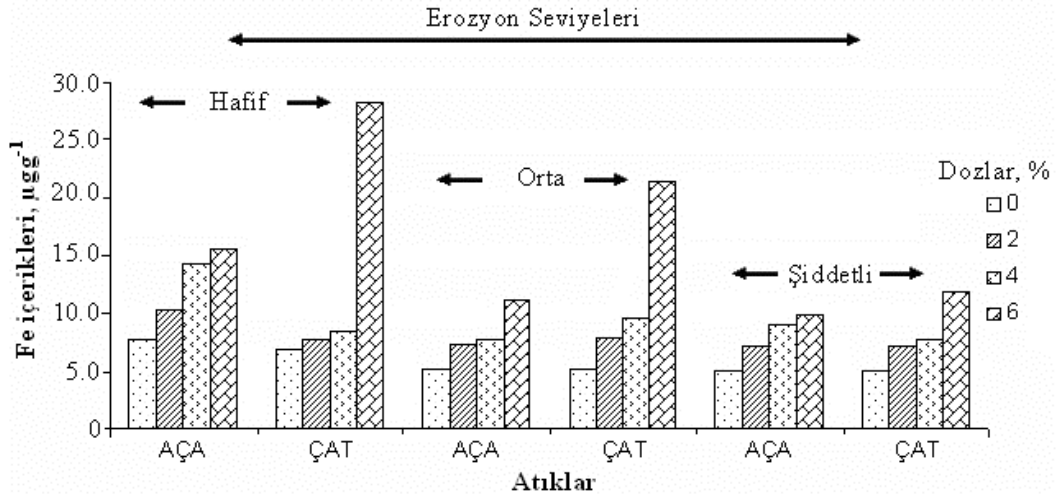
Toprakların mikro element içerikleri DTPA ekstraksiyon yöntemi kullanılarak (Lindsay ve Norvell, 1978) belirlenmiştir.

İstatistiksel değerlendirmelerde SPSS (1998) bilgisayar paket yazılımından faydalanılmıştır.

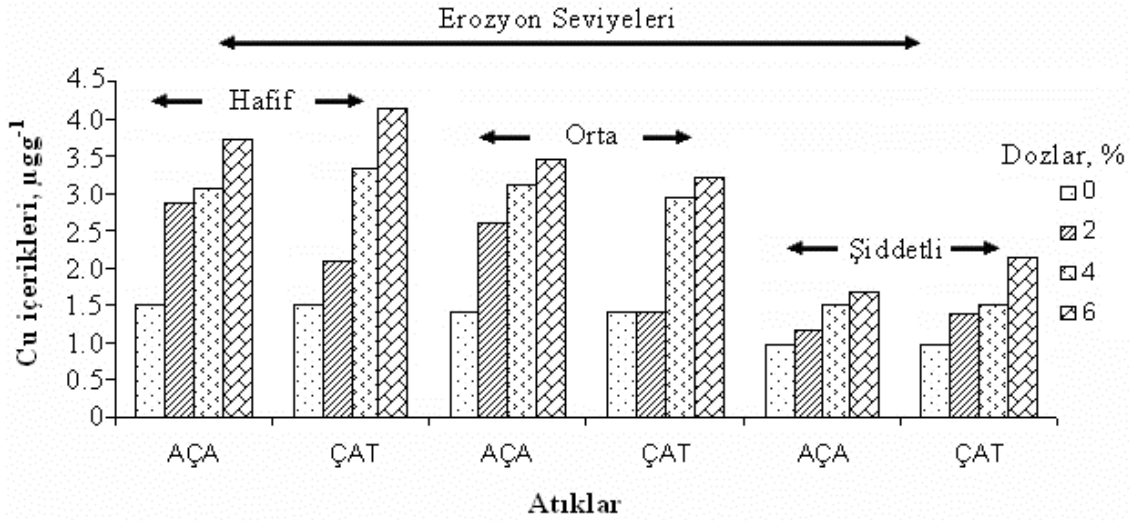
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Aynı hat üzerinde ve farklı düzeylerde erozyona uğramış alanlardan alınarak AÇA ve ÇAT karıştırıldıktan sonra domates bitkisi yetiştirilen toprak örneklerinde hasat sonrasında belirlenen Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'de gösterilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere organik atık ilavesi kontrol saksılarına göre toprakların mikro element içeriklerinde önemli artışlar meydana getirmiştir. Söz konusu bu artışların oranı, toprakların aşınım seviyelerine, atıkların çeşidine ve uygulama dozuna göre değişim göstermiştir. Toprakların mikro element içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1, Çizelge 2, Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmiştir.

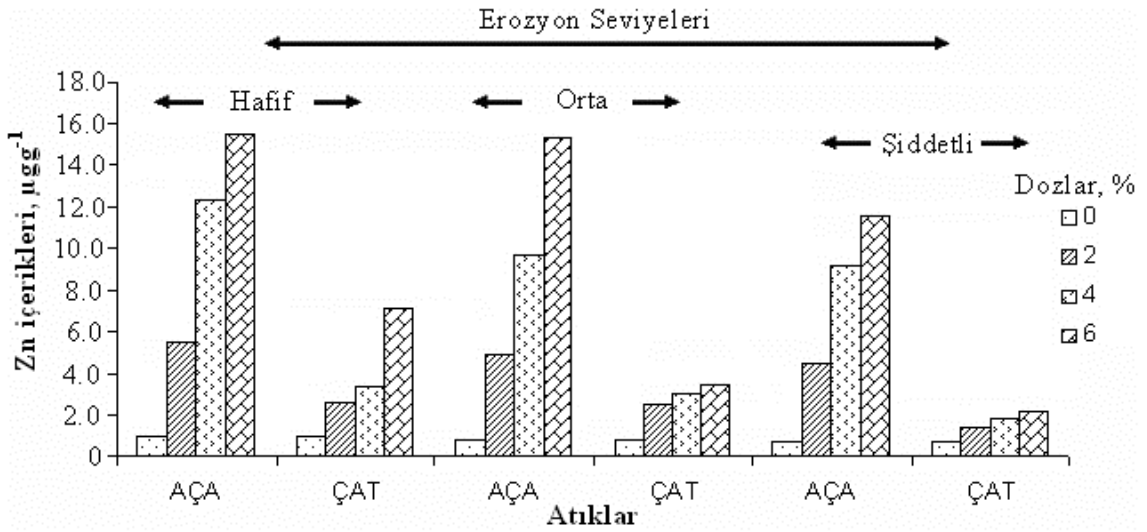
Çizelge 1'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, toprakların Fe içeriklerinde meydana gelen değişimde, erozyon düzeyi (p<0.001), organik atık çeşidinin (p<0.05) ve uygulama dozunun (p<0.001) etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Yine bu tabloya göre erozyon düzeyi x organik atık, erozyon düzeyi x uygulama dozu, organik atık x uygulama dozu ve erozyon düzeyi x organik atık x uygulama dozu interaksiyonlarında da istatistiksel olarak önemli (p<0.001) bulunmuştur. Cu verilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu çizelgeye göre erozyon düzeyi (p<0.001), organik atık çeşidi (p<0.05) ve uygulama dozu (p<0.001), toprakların Cu içeriklerini istatistiksel açıdan önemli derecede etkilemiştir. Çizelge 2'ye göre, erozyon düzeyi x organik atık interaksiyonu p<0.01 seviyesinde istatistiksel olarak önemliyken, erozyon düzeyi x uygulama dozu, organik atık x uygulama dozu ve erozyon düzeyi x organik atık x uygulama dozu interaksiyonları ise p<0.001 seviyesinde istatistiksel olarak önemlidir. Toprakların Zn içeriklerinde meydana gelen değişimde, erozyon düzeyinin (p<0.001), organik atık çeşidinin (p<0.01) ve uygulama dozunun (p<0.001) etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu Çizelge 3'de görülmektedir. Yine bu çizelgeye göre istatistiksel açıdan erozyon düzeyi x organik atık interaksiyonu önemsizken, diğer



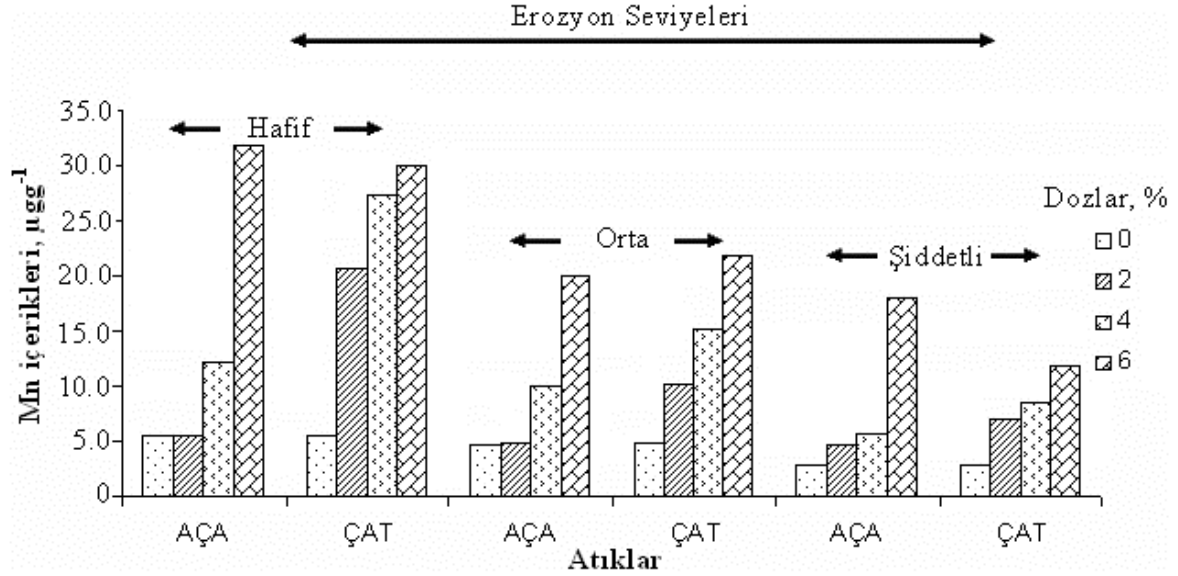
Şekil 1. Deneme sonucunda organik atık uygulanmış toprakların Fe içeriklerinde meydana gelen değişimler.



Şekil 2. Deneme sonucunda organik atık uygulanmış toprakların Cu içeriklerinde meydana gelen değişimler.



Şekil 3. Deneme sonucunda organik atık uygulanmış toprakların Zn içeriklerinde meydana gelen değişimler.



Şekil 4. Deneme sonucunda organik atık uygulanmış toprakların Mn içeriklerinde meydana gelen değişimler.

bütün interaksyonlar önemli ($p < 0.001$) bulunmuştur. Mn verilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4'de sunulmuştur. Tablo 4'e göre toprakların Mn içeriklerinde meydana gelen değişimde istatistiksel bakımdan erozyon düzeyinin ve atık uygulama dozunun etkisi $p < 0.001$ seviyesinde önemliken organik atık çeşidinin önemliliği $p < 0.01$ seviyesindedir. Yine bu tabloya göre bütün interaksyonlar $p < 0.001$ seviyesinde önemlidir.

Kontrol saksılarında mikro element içerikleri erozyon şiddeti ile ters orantılı olarak değişim göstermektedir (Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4). Bir başka ifade ile toprakların aşınım seviyeleri arttıkça mikro element içerikleri buna paralel olarak azalmaktadır.

Kontrol saksılarında ortalama olarak belirlenen Fe içerikleri, hafif, orta ve şiddetli derecede erozyona uğramış olan topraklar için sırasıyla, 7.779, 5.239 ve 5.080 μgg^{-1} (Şekil 1)'dir. Bu değerler yine sırasıyla Cu için 1.501, 1.406 ve 0.979 μgg^{-1} (Şekil 2), Zn için 1.031, 0.773 ve 0.729 μgg^{-1} (Şekil 3) ve Mn için 5.586, 4.655 ve 3.059 μgg^{-1} (Şekil 4)'dir. Topraklardaki organik madde bir taraftan fiziksel yapıyı düzelterek toprağı doğrudan erozyona karşı korurken diğer taraftan da ayrışma ürünleri ile bitkiler için besin elementi temin ederek toprağı dolaylı yoldan korumaktadır. Organik madde miktarının azalışı, fiziksel yapının bozulmasına ve sonuçta artan aşınabilirliğe ve toprak-besin elementi kaybının artışına neden olmaktadır (Cooke ve Doornkamp, 1990; Özdemir, 2002). Yukarıda elde edilen sonuçlar muhtemelen söz konusu etkilerden kaynaklanmaktadır.

Şekil 1'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere, bütün erozyon düzeylerinde, ÇAT'ın yüksek uygulama dozunun toprakların Fe içeriklerini kontrol uygulamasına göre artırmadaki etkinliği, AÇA'nın etkinliğinden daha fazla olmuştur. Kontrol

uygulamasına göre en fazla artışı (% 78.8) hafif derecede erozyona uğramış toprakta ÇAT'ın % 6 dozu gerçekleştirmiştir. Organik atık uygulamalarının erozyon düzeylerine bağlı olarak toprakların Cu içeriklerinde kontrol uygulamalarına göre meydana getirdiği artışlar Şekil 2'de görülmektedir. Bu şekle göre kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında toprakların Cu içeriklerindeki en büyük artış (% 173.9), orta derecede erozyona uğramış toprakta ÇAT'ın % 6 dozu uygulamasıyla elde edilmiştir. Toprakların Zn içeriklerinde artış meydana getirmede ise AÇA'nın etkinliği ÇAT'ın etkinliğinden daha fazladır (Şekil 3). Kontrol saksılarındaki Zn değerlerine göre en büyük artışı (% 167.4) hafif derecede erozyona uğramış toprakta AÇA'nın % 6 doz uygulaması sağlamıştır. Şekil 4, organik atık ilavesinin, kontrol uygulamalarıyla karşılaştırıldığında, toprakların Mn içeriklerinde meydana getirdiği değişimleri göstermektedir. Şekil 4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere Mn içerikleri bakımından kontrol uygulamalarına göre en büyük artışı (% 471.4) hafif derecede erozyona uğramış toprakta AÇA'nın % 6 doz uygulaması gerçekleştirmiştir.

Organik atıkların mikro element içeriklerinde meydana getirdiği ortalama artışlar irdelendiğinde, AÇA'nın Cu ve Zn içeriklerinde, ÇAT'ın ise Fe ve Mn içeriklerinde daha fazla artış meydana getirdiği belirlenmiştir. Bu etki uygulanan AÇA'nın bileşim olarak Cu ve Zn içeriğinin, ÇAT'ın ise Fe ve Mn içeriğinin yüksek olmasından (bölüm 2.3) kaynaklanmış olabilir.

Araştırma bulguları açıkça göstermektedir ki AÇA ve ÇAT, erozyona uğramış toprakların ıslahında kullanıldığında fiziksel ve kimyasal özellikleri iyileştirmenin yanında bitkisel üretimde önemli bir yere sahip olan mikro element içeriklerinde de belirgin artışlar sağlamaktadır. Oluşan bu artışa erozyon

Çizelge 1. Fe verilerine ait varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	SD	KT	KO	HF
Tekerrür	2	0.567	0.283	0.442öns
Erozyon düzeyi (A)	2	254.626	127.313	198.490***
Hata 1	4	2.566	0.641	
Atık çeşidi (B)	1	34.408	34.408	338.241*
Hata 2	2	0.203	0.102	
A*B	2	29.379	14.689	344.742***
Hata 3	4	0.170	0.043	
Uygulama dozu (C)	3	1107.356	369.119	1709.663***
A*C	6	176.811	29.469	136.491***
B*C	3	294.007	98.002	453.922***
A*B*C	6	119.664	19.944	92.375***
Hata	36	7.772	0.216	
Genel	71	2027.529	28.557	

öns: önemsiz; *: p<0.05; **: p<0.01; ***: p<0.001; SD: Serbestlik derecesi; KT: Kareler toplamı; KO: Kareler ortalaması; HF: Hesaplanan F.

Çizelge 2. Cu verilerine ait varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	SD	KT	KO	HF
Tekerrür	2	0.000	0.000	0.035öns
Erozyon düzeyi (A)	2	24.305	12.152	3069.653***
Hata 1	4	0.016	0.004	
Atık çeşidi (B)	1	0.143	0.143	36.984*
Hata 2	2	0.008	0.004	
A*B	2	1.012	0.506	116.512**
Hata 3	4	0.017	0.004	
Uygulama dozu (C)	3	32.158	10.719	1937.021***
A*C	6	4.340	0.723	130.710***
B*C	3	1.665	0.555	100.270***
A*B*C	6	1.163	0.194	35.035***
Hata	36	0.199	0.006	
Genel	71	65.026	0.916	

öns: önemsiz; *: p<0.05; **: p<0.01; ***: p<0.001; SD: Serbestlik derecesi; KT: Kareler toplamı; KO: Kareler ortalaması; HF: Hesaplanan F.

Çizelge 3. Zn verilerine ait varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	SD	KT	KO	HF
Tekerrür	2	0.000	0.000	0.001öns
Erozyon düzeyi (A)	2	48.905	24.452	509.004***
Hata 1	4	0.192	0.048	
Atık çeşidi (B)	1	467.380	467.380	7150.321**
Hata 2	2	0.131	0.065	
A*B	2	0.241	0.121	1.859öns
Hata 3	4	0.260	0.065	
Uygulama dozu (C)	3	704.630	234.877	2217.431***
A*C	6	28.949	4.825	45.551***
B*C	3	275.487	91.829	866.941***
A*B*C	6	13.575	2.263	21.361***
Hata	36	3.813	0.106	
Genel	71	1543.563	21.740	

öns: önemsiz; *: p<0.05; **: p<0.01; ***: p<0.001; SD: Serbestlik derecesi; KT: Kareler toplamı; KO: Kareler ortalaması; HF: Hesaplanan F.

düzei, organik atık çeşidi ve uygulama dozu önemli derecede etki etmektedir. Saltalı ve ark. (2000) alkali topraklara, Frost ve Ketchum (2000) tarım topraklarına organik atık uygulanmasının toprakların iz element içeriklerini artırdığını, Martinez ve ark.

(2003) toprağa uygulanan AÇA'nın Cu ve Zn kapsamını, Aşık ve Kaktat (2004) ise aynı uygulamanın Fe, Cu, Zn ve Mn içeriklerini artırdığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4. Mn verilerine ait varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	SD	KT	KO	HF
Tekerrür	2	0.032	0.016	0.527öns
Erozyon düzeyi (A)	2	1082.877	541.439	18087.886***
Hata 1	4	0.120	0.030	
Atık çeşidi (B)	1	222.338	222.338	1512.416**
Hata 2	2	0.294	0.147	
A*B	2	143.449	71.724	236.328***
Hata 3	4	1.214	0.303	
Uygulama dozu (C)	3	2970.217	990.072	5671.659***
A*C	6	360.599	60.100	344.284***
B*C	3	333.116	111.039	636.088***
A*B*C	6	168.701	28.117	161.068***
Hata	36	6.284	0.175	
Genel	71	5289.240	74.496	

öns: önemsiz; *, p<0.05; **, p<0.01; ***, p<0.001; SD: Serbestlik derecesi; KT: Kareler toplamı; KO: Kareler ortalaması; HF: Hesaplanan F.

4. KAYNAKLAR

- Anonymous, 2002. Samsun İklim Verileri (1974-2001). Devlet Meteoroloji İstasyonu (DMI) Yayınlanmamış, Ankara, Türkiye..
- Arcak, S., Karaca, A. and Haktanır, K., 2000. Investigations on sewage sludges: Chemical composition and effects on some chemical properties of soil. Proceedings of International Symposium on Desertification (ISD), June 13-17, Konya, Turkey. Congress Book, ISBN: 975-19-2485-5, pp: 339-344.
- Aşık, B. B. ve Katkat, A. V., 2004. Gıda sanayi arıtma tesisi atığının (arıtma çamuru) toprak özellikleri ve bitki gelişimi üzerine etkisi. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim, Tokat Kongre Kitabı, I. Cilt, ISBN: 975-407-160-8, pp: 597-608.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. (van Schouwenburg ve ark.'dan çeviri). Ondokuz Mayıs Üniv. Yayınları, Yayın No:17, Samsun.
- Carpenter-Boggs, L., Kennedy, A.C. and Reganold, J. P., 2000. Organic and biodynamic management: Effects on soil biology. SSSAJ 54, 1651-1659.
- Chaney, R. L., 1990. Twenty years old land application research. Biocycle, Vol Sept., pp: 54-59.
- Doğan, O., Özel, M. E., Yıldırım, H. and Küçükçakar, N., 2000. Erosion risk mapping of Dalaman Basin located in Mediterranean Region using CORINE method. Proceedings of International Symposium on Desertification (ISD), June 13-17, Konya, Turkey. Congress Book, ISBN: 975-19-2485-5, pp: 125-128.
- Durak, A. ve Brohi, A. R., 1986. Tütün tozunun organik gübre olarak değerlendirilmesi, Türkiye Tütüncülüğü ve Geleceği Sempozyumu, Tokat, Türkiye. Kongre Kitabı, pp: 261-269.
- Cooke, R. V. and Doornkamp, J. C., 1990. Geomorphology in Environmental Management, 2nd edn. Clerendon Press, Oxford, pp. 79-105.
- Evin, G., Erpul, G., Bayramın, I. and Kibar, B., 2004. Establishment of erosion measures as a part of the site-specific special area reinstatement plan of Baku-Tbilisi-Ceyhan crude oil pipeline project-Lot B. International Soil Congress (ISC) on "Natural Resource Management for Sustainable Development". June 7-10, Erzurum, Turkey. Congress Abstract Book, ISBN: 975-96629-2-2, pp: 30.
- Frost, H. L. and Ketchum, L. H., 2000. Trace metal concentration in durum wheat from application of sewage sludge and commercial fertilizers. Adv. in Environ. Res., 4: 347-355.
- Gee, G. W. and Bauder J.W. 1986. Partical-Size Analysis. p. 383-411. In A. Klute (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. USA.
- Göksal, C., Gök, M. and Coşkan, A., 2002. The effects of different organic substrates on nitrogen mineralization and some microbiological properties in the soil. International Conference on Sustainable Land Use and Management, "Sharing Experiences for Sustainable Use of Natural Resources". June 10-13, Çanakkale, Turkey. Congress Book, ISBN: 975-96629-1-4, pp: 437-438.
- Gümüş, İ. E. and Şeker, C., 2004. Effects of different organics manure on soil properties and yield-yield component of carrot. International Soil Congress (ISC) on "Natural Resource Management for Sustainable Development". June 7-10, Erzurum, Turkey. Congress Abstract Book, ISBN: 975-96629-2-2, pp: 101.
- Gür, K., Kurbanlı, R., Ahmetli, G., Özcan, S. and Yılmaz, Z., 2004. The use of sewage-sludge and humic acid to remediate eroded soils under severe impact of wind erosion in Karapınar-Konya, Turkey. International Soil Congress (ISC) on "Natural Resource Management for Sustainable Development". June 7-10, Erzurum, Turkey. Congress Abstract Book, ISBN: 975-96629-2-2, pp: 26.
- Jackson, M. L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc., Engle wood Cliffs, New Jersey.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II., Bitki Analizleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları: 453, Ankara.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III, Toprak Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim Araş. ve Gel.Vakfı Yay., No:3 Ankara.
- Knight, B. P., McGrath, S. P. and Chaudri, A. M., 1997. Biomass carbon measurements and substrate utilization patterns of microbial populations from soils amended with cadmium, copper, and zinc. Appl. Environ. Microbial. 63, pp: 39-43.
- Lindsay, W. L. and Norvell, W. A., 1978. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. SSSAJ. 42(3): 421-428.
- Lopez- Mosquera, M. E., Morion, C. and Seoane, S., 2002. Change in chemical properties of an acid soil after application of dairly sludge. Invest. Agro. Prod. Prot. Veg. 17(1): 78-86.
- Martinez, F., Cuevas, G., Calvo, R. and Walter, I., 2003.

- Biowaste effects on soil and native plants in a semiarid ecosystem. *JEQ*, 32: 472-479.
- Nelson, D. W. and Sommers L. E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Ed. A. Klute). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Özdemir, N., 2002. *Toprak ve Su Koruma. İkinci baskı, ÖZDEMİR, N. ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERS KİTABI NO: 22, SAMSUN.*
- Rasiah, V., Kay, B. D. and Perfect, E., 1993. New mass-based model for estimating fractal dimensions of soil aggregates. *SSSAJ*, 57, pp: 891-895.
- Rowell, D. L., 1996. *Soil Science Methods and Applications*. Wesley Longman Ltd, Harlow. ISBN 0 582 087848.
- Ryan, J., Estefan, G. and Rashid, A., 2001. *Soil and Plant Analysis Laboratory Manual, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)* pp. 172.
- Saltalı, K., Brohi, A. R. and Bilgili, A. V., 2000. The effect of tobacco waste on the soil characteristics and plant nutrient contents of alkaline soils. *Proceedings of International Symposium on Desertification (ISD)*, June 13-17, Konya, Turkey. Congress Book, ISBN: 975-19-2485-5, pp: 531-534.
- Shiralipour, A., Mc Connell, W., Smith, W.H., 1992. Physical and chemical properties of soil as affected by municipal solid waste compost application. *Biomass Bioenergy* 3, 195-211.
- Soil Survey Staff, 2003. *Key to Soil Taxonomy*. Ninth edition. USDA, Natural Resources Conservation Services.
- Sommer, L. E., 1977. Chemical composition of sewage sludges and analysis of their potential as fertilizers. *JEQ*, 6: 225-239.
- SPSS, 1998. SPSS Inc. Version 9.0. 233 S Wacker Drive 11ft flor. Chicago.
- Uysal, H., Yönter, G. and Yolcu, G., 2004. The effects and using of valex product residues to water erosion. *International Soil Congress (ISC) on "Natural Resource Management for Sustainable Development"*. June 7-10, Erzurum, Turkey. Congress Abstract Book, ISBN: 975-96629-2-2, pp: 28.

MEYVE AĞAÇLARINDA BODURLUK MEKANİZMASI

Hüsnü DEMİRSOY

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 55139-Kurupelit, Samsun

İdris MACİT

TAGEM, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

Sorumlu yazar: husnud@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 22.09.2006

Kabul Tarihi: 09.02.2007

ÖZET: Günümüzde elma, kiraz, armut, erik vb. birçok türde yaygın olarak kullanılan bodur anaçlar geliştirilmiştir. Bodurluk, meyve yetiştiricilerine erken meyve yatma, kültürel işlemleri kolaylaştırma, kaliteyi artırma vb. birçok olanağı sunmaktadır. Bu yüzden bugün dünyada anaçlar üzerine yapılan çalışmalarda bodurluk mekanizması aydınlatılmaya çalışılmaktadır. Bu şekilde pek çok türde bodur anaçların elde edilmesi mümkün olabilecektir. Mevcut çalışmalar ışığında bodurluğun kök sistemi, anaç ve ara anaç, kabuk, besin elementi alımı ve kullanımı, büyümeyi düzenleyici maddeler, fenoller, taşıma ve çevre şartları gibi faktörlerden kaynaklandığı tartışılmaktadır. Bu çalışmada, konu üzerinde yapılan tartışmalar ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bodurluk mekanizması, anaç, meyve ağacı

DWARFING MECHANISM IN FRUIT TREES

ABSTRACT: Recently, the dwarfing rootstock used common for apple, cherry, pear and plum have been developed. Dwarfing has presented alot of opportunities such as high yield, fruit quality, precocity and easier cultural practises to growers. For this reason, dwarfing mechanism has been tried to explain by studies carried out throughout world. Thus, obtaining of dwarfing rootstock of alot of species will be possible. In the light of present studies, it has been discussed that dwarfing occurred from some factors such as root system, stock, bark, nutrient up take and transportation, growth regulators, fenols and evironment condition. In the study, this subject will be discussed.

Key Words: Dwarfing, mechanism, rootstock, fruit tree

1. GİRİŞ

Meyvelerin çoğaltımında, anaçlar en az 2000 yıldır kullanılmaktadır. Anaç kullanımı, basit bir çoğaltma metodu olmanın yanı sıra kalemin büyümesi, ürün kalitesi ve değişik ekolojik şartlara uyum üzerine de etki etmektedir (Webster, 1995).

19. yüzyılın ortalarına kadar anaçların hemen hemen hepsi yerel yabani popülasyonlardan toplanan meyvelerin tohumlarından elde ediliyordu. Genellikle çöğür anaçlar ve onlar üzerine aynı botanik cins ve türden meyve klonları aşılanıyordu. Bazı anaçların, kalemlerin büyüme ve verimlilikleri üzerine olumlu etki yaptığı ilk meyve yetiştiricileri tarafından fark edilmiştir. Son zamanlarda, çeşidin hastalık ve zararlılara hassasiyetini, değişik iklim koşullarına uyumunu, verim ve meyve kalitesi ile büyüme gücünü etkileyebilen üstün tipler anaç olarak seçilmekte ve klonal olarak çoğaltılmaktadır. Anaçlar, zor köklenen bitkilerin çoğaltmasında da kullanılmaktadır. Dünyada ıslah ve geliştirme programlarıyla, uygun olmayan iklim koşullarına, verimsiz topraklara, hastalık ve zararlılara dayanan birçok elma anaçı elde edilmiştir. Bir anaçtan beklenen vasıflar, sürekli artmakla birlikte, aşırı büyümeyi engelleme, verimi artırma ve ağacı erken meyveye yatırma ana hedeflerdendir. Bu hedeflerin bazılarını, özellikle elma üretiminde bodur anaçların kullanımı ile ulaşılabilmektedir (Atkinson ve Else, 1981).

Bodurluk; spur tiplerin seçimi, ara anaçlar ve değişen ara anaç uzunlukları, budama, yaz budaması, kök budaması, büyüme düzenleyicilerin kullanımı, besin elementleri, eğme, bükme, bilezik alma ve en yaygın olarak bodur anaçların kullanımı ile

başarılabilir (Tukey, 1964). Bu nedenle dünyanın birçok yerinde değişik amaçlara yönelik bodur anaçlar geliştirilmektedir. Araştırmacı ve fidancıların amacı, zor çevre şartlarında, ekonomik olarak geniş alanlarda üretilebilme yeteneği ve özel adaptasyon karakterlerine sahip anaçları geliştirmektir (Cummins ve Aldwinckle, 1974,1982,1983; Cummins ve Norton, 1974; Ferree, 1982).

Dünyada ıslah edilen bodur anaçlar birçok çalışmada tanıtılmış ve bunlar yaygın olarak kullanılır hale gelmiştir. Bununla birlikte, anaç kalem ilişkilerinin doğası oldukça komplekstir. Bu ilişki, muhtemelen değişik kombinasyonlar arasında genetik olarak farklılıklar gösterir. Anaç ve kalemin birbirini etkileme mekanizması iyi anlaşılmamaktadır. Bu konuda ileri sürülen açıklamaların bazıları çelişkili ve çoğu zaman tatmin edici değildir (Hartmann ve ark., 1990).

Bu çalışmada, bodurluk nedir? Meyve ağaçlarında bodurluğa sebep olan olaylar nelerdir? gibi temel sorulara; yapılmış çalışmalar, mevcut teoriler ve yaklaşımlar ışığında cevap aranmaya çalışılmıştır.

Bodurluk Nedir?

Anacın kalem gelişimi üzerine etkisinin herhangi bir şekilde değerlendirilmesi önemlidir. Bodur anaçlar, kendi kökleri üzerinde büyüyen ağaçlardan önemli derecede daha küçük ağaç yapan anaçlardır. Eğer ağaç basit bir şekilde yavaş büyüyor fakat yetişkin döneminde büyük ağaç yapıyorsa, böyle yavaş yıllık sürgün büyümesine sebep olan anaçlar bodur olmayabilirler. Anaçların dallanma şekli ve sürgün uzunluğu üzerine etkileri belirginleştiğinde

bodurluktan bahsedilebilir. Bol, kısa sürgünlü ağaçlarla, az sayıda fakat uzun sürgünlü ağaçlar karşılaştırıldığında, kütlece benzer olmalarına rağmen uzun sürgünlü olanların taç büyüklüğü daha fazladır. Çoğu zaman yoğun dallanan, kütlece büyük olan, ama küçük taç hacimli ağaçlar bodur olarak düşünülebilir (Webster, 1995).

Bodurluk Mekanizması: Anaç mekanizmasını açıklamak için geliştirilen hipotezlerden hiçbiri tam olarak ispat edilememiştir. Bu konuda yapılmış araştırmalar oldukça azdır. Son zamanlarda İspanya, Amerika ve İngiltere’de dikkat çeken az sayıda çalışma yapılmıştır (Webster, 1995).

Bodurlaşma mekanizması ile ilgili anatomik, fizyolojik ve kimyasal olmak üzere farklı görüşler vardır. Elmalarda bodurlaşma mekanizması ile ilgili araştırmalar, taç ve kök ilişkilerini ve büyümeyi etkileyen oksin, sitokinin, gibberellin, absisik asid, nitrojen bileşikleri ve fenoller gibi iç faktörleri içermektedir (Lasheen ve Lockard, 1972; Lockard ve Lasheen, 1971; Lockard, 1974; Lockard ve Schneider, 1981; Lockard ve ark., 1982; Westwood ve Roberts, 1970). Bu konuda, anaç-kalem kombinasyonlarının diğer fizyolojik durumu, kök sisteminin davranışı, kalemın davranışı, bodur ara anaçtaki kalemın tepkisi ve fenoliklerin rolü gibi konular araştırma raporlarında vurgulanmıştır (Rom ve Carlson, 1987).

2. BODURLUK MEKANİZMASINDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

Kök: Ağaçların, sürgün gelişimi, kök gelişimi ile yakından ilgilidir. Kramer and Kozlowski (1979) her bir türün kendine özgü kök karakteristiklerinin olduğunu ileri sürmüşlerdir. Stabil bir ortamda dengede kalan sürgün oranı, bitki yaşı ve büyüklüğüne artmasıyla düzenli olarak azalmaktadır. Kök gelişimindeki azalma (engelleme veya budama yoluyla), yeni sürgün büyümesinde önemli bir azalmaya neden olacaktır. Kök sınırlanması veya kök budaması teknikleriyle sürgün gelişimini kontrol etme üzerine yapılan son çalışmalar bu prensip üzerine odaklanır. Kök gelişimi bir membranla engellenen genç elma ağaçlarının büyüklüklerinin, yarı bodur MM106 ya da bodur M9 anaçları üzerindeki benzer olduğu görülmüştür. Bu sınırlandırılmış kök sistemi etkisinin; azalan su ve mineral madde alımı, azalan hormon üretimi, ya da diğer bazı faktörler yoluyla olup olmadığı bilinmemektedir. Bununla birlikte, kök-sürgün oranının, anaçın kalem büyüme gücü üzerine etkisinin belirlenmesinde rol oynayabileceği ileri sürülmektedir. Birçok bodur anaç kalıtsal olarak küçük kök sistemine sahiptir (Webster, 1995).

Anaç ve ara anaç: Anaçların kalem gelişimi üzerine derin etkileri vardır (Tubbs, 1973a,b). Bodur anaçlar, kalemın kuru ağırlığını azaltmaktadır. Bu etki hem sürgünlerin vegetatif büyüme oranlarının hem de büyüdükleri zaman periyodunun azaltılması ile başarılmaktadır. Bodur anaçlar kuru ağırlığın büyük

kısmını vegetatif büyümeden ziyade meyve üretimine yönlendirmektedir. Bunun nasıl başarılı olduğu bilinmemektedir. Teoride anaçlar kalemın gücünü ve büyüklüğünü farklı biçimlerde etkileyebilirler. Bunlar; 1. kalemdeki vegetatif tomurcukların patlamasını ve ilkbaharda sürgün uzamasını geciktirme, 2. mevsim boyunca sürgün uzama oranlarını, yaz sonu ve sonbaharda mevsim sonu sürgün gelişimini etkileme, 3. dallanma durumunu etkileme (bazı bodur ağaçlar geniş açılı ve büyümesi dikeyden ziyade yatay olan daha fazla sürgüne sahiptir), 4. ağacın asimilantlarını ve minerallerini sürgün gelişimi yerine meyveye kanalizasyon etme şeklinde gerçekleştirilebilir (Webster, 1995).

Elma ve armutlar için bodur klon anaçlar ara anaç olarak kullanıldığında, sürgün gelişimi azalır ve ara anaç ne kadar uzunsa etkisi de o kadar büyük olmaktadır (Parry ve Rogers, 1972). Yine aşılama yüksekliği veya bodur anaçın gövde uzunluğu arttığında da bodurluğun arttığı görülmektedir (Parry, 1986). Bu gözlemler, elma ve armutlarda, bodurluğun, anaçın gövde karakteriyle ilgili olduğunu ve onun tam olarak köke atfedilmeyeceğini göstermektedir. Bu, anaç veya ara anaçın içerisindeki geliştiricilerin hareketsizliği veya engelleyicilerin üretimiyle; ksilem veya floem anatomisi ve fonksiyonlarındaki farklılıklar ile ilgilidir (Webster, 1995).

Kalemın kuvveti üzerinde aşu yüksekliği veya ara anaçın etkileri kiraz ve erik denemelerinde nadir görülmüştür. Örneğin bodur kiraz anaçları (*Prunus murgus* klonu ve *Prunus avium*’un genetik bodur klonları) ara anaç olarak kullanıldıklarında, kalemın büyüme gücü üzerine hiçbir etkiye sahip değildir. Benzer şekilde Pixy bodur anaç Avrupa eriklerinin kuvvetini %50’ye kadar indirdiği halde ara anaç olarak kullanıldığında kalem kuvveti üzerine etkisi çok az olmuştur. Bu gözlemler kiraz ve erik anaçlarıyla oluşan bodurluğun büyük ölçüde anaç gövdesinden ziyade köke atfedilebileceğini göstermektedir (Webster, 1995).

Kabuk ve ara anaç: Kabuk, bodurluk mekanizmasında anahtar görevi yapmaktadır. Bu durum Gravenstein/MM 111 kombinasyonu arasında M 26 kabuğunun yerleştirilmesiyle de izlenmiştir. 20 cm uzunluğundaki bir kabuk, sürgünde 10 cm’lik kısalmaya sebep olmuştur (Lockard ve Schneider, 1981).

M9 üzerindeki kalemlerin kabuk kalınlığının, MM111 üzerindikilerden daha fazla olduğu bildirilmektedir. Kabuğun enine kesitleri, çöğür anaçları üzerinde, yarı bodur M7 üzerindikilerden daha aktif floem olduğunu göstermiştir. M7 üzerindikilerde kabuk daha kalın olmuş ve floem-lif hücreleri hemen hemen iki katına çıkmıştır. Fakat bunlar büyüme halkasını daraltmışlardır. Meyve ağaçlarının kök ve gövdelerinin anatomik yapıları üzerinde yapılan araştırmalar, kuvvetli anaçların fazla sayıda ksilem borusu ve bodur anaçlara göre iki katı kadar daha fazla ksilem lifleri ürettiğini

göstermektedir. Elmaların sahip oldukları bodurlaştırıcı etki, köklerdeki canlı dokuların miktarı ile ilgilidir. Anacın köklerinin odun yapısı (özellikle lif ve ışın hücrelerinin miktarı), kalem verimliliği ve gücüyle ilgili bulunmuştur (Rom ve Carlson, 1987).

Besin elementi alımı ve kullanımı: Son 70 yıl içerisinde kalem gelişimi ve verim üzerine anaç etkisinin anlaşılması için birçok çalışma yapılmış, kalem performansı üzerine anatomik olarak beslenme, hormon ve diğer fizyoloji ile ilgili terimleri açıklamaya çalışan birçok hipotez geliştirilmiştir (Tubbs 1973 a,b; Lockhard ve ark., 1982; Jones, 1986).

Bodur anaçların açlık çekme ile küçük ağaçlara neden olması muhtemel olabilir. Ancak, bu, bodurluk durumu değildir. Bodur anaçlar çoğu kez kuvvetli anaçlardan daha yüksek konsantrasyonlarda organik ve mineral besin içerirler. Bodur M9 üzerindeki elmalarda, verimlilik durumu, erken sezonda sürgünlerinde nişasta biriktirmeleri ile ilişkili bulunmuştur. Kuvvetli M12 üzerindeki verimsiz ağaçların böyle nişasta birikimi gösteremedikleri tespit edilmiştir. Kuvvetli anaçlarda su ve besinlerin yüksek oranda karşılanması, büyümeyi geciktirmek yerine, bodur anaçların aksine, büyümeyi teşvik etmekte ve karbonhidrat birikimine izin vermemektedir. Anaçların mineral madde alımı üzerine etkisi, değişik şekillerde açıklanabilir. Örneğin, düşük besin seviyelerinde büyüyen çok kuvvetli 'Shalil' şeftali kök sistemi kaleme; daha az güçlü 'Lovell'dan daha fazla su ve besin sağlayabilmektedir. Bu şartlarda, kalem 'Shalil' üzerinde 'Lovell' üzerindeki kadar iyi büyüme göstermiştir (Hartmann ve ark., 1990).

Farklı anaçlar üzerindeki ağaçlarda kök ve kalem arasındaki maddelerin taşınım oranındaki farklılıklar, anacın kök sisteminin su ve mineral elementleri alma (Olein ve Lakso 1984; Higgs ve Jones 1991) veya bitki hormonlarını üretme yeteneklerine bağlanabilir. Aktif büyüme aşamalarının zamanlanması ve kök dağılımındaki farklılıklar, su ve mineral alımını ve hormon sentezini etkileyebilirken; gövde ve kök anatomisindeki farklılıklar, ksilem ve floemdeki su, mineral madde veya daha karmaşık moleküllerin (karbonhidrat ve bitki hormonları) taşınım etkinliğini etkileyebilir (Webster, 1995'dan Beakbane ve Thompson 1939).

Besin elementi alımı, bodur anaçlarda vasküler doku gelişiminin kötüleşmesiyle ilişkilidir. İletken floem boyunca, iletken olmayan floem, kambiyum veya ksileme göre daha fazla Ca görülmüş, çok bodur anaçlarda aşırı miktarda iletken olmayan floem bulunmuş ve Ca birikimi de nekrotik dokuyla ilişkilendirilmiştir. Kalın kabuklu anaçların (bodur M 9 gibi), M7 veya MM106 (daha güçlü) ile karşılaştırıldığında büyük oranda iletken olmayan floeme sahip oldukları belirlenmiştir. Aynı zamanda, Granny Smith /Ottawa 3/MM 111 ve Granny Smith /M 27 /MM 111 ara anaç kombinasyonlarının (çok

bodur ara anaçlı) diğer farklı anaç kombinasyonlara göre kabukta daha fazla Ca içeren kristallere sahip olduğu tespit edilmiştir (Rom ve Carlson, 1987).

Büyümeyi düzenleyici maddeler: Yakın zamanda yapılan çalışmalarda, kalem büyümesi ve ürün üzerine anacın etkisinin, hormon veya asimilant metabolizması veya bunların anaçtan kaleme, kalemde anaca taşınmasına etki ederek olabileceğine işaret edilmektedir (Kamboj ve ark., 1997).

Sürgün ucu tarafından üretilen oksinin floem ile aşağı taşındığında bodurluğun meydana geldiği varsayılmaktadır. Köklere ulaşan miktar kök metabolizmasını ve ksilem yoluyla sürgüne taşınan ve sentezlenen sitokin tip ve miktarını etkiler (Rom ve Carlson, 1987'dan Lockard ve Schneider, 1978).

Elmada içsel hormon yoğunlukları ve içerikleri üzerine anaç etkisini incelemek ve onların alımı ve taşınımındaki farklılıkları araştırmak için yapılan bir çalışmada 6 virüsten arı klon elma anaçı (M.27, M.9, M. 26, MM. 106, MM. 111 ve MM. 104) ya şiddetli budanmış ve aşılınmamış ya da Fiesta çeşidi ile aşılınmış olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada değişik anaçların ve değişik anaçlar üzerine Fiesta çeşidi aşıllı bitkilerin; 1. IAA alımı ve taşınımı, 2. anaç kabuk dokularının (ksilem hariç) ABA ve IAA içerikleri, 3. anacın ksilem öz suyundaki sitokin içeriği ölçülmüştür. MM111 ve MM106 gibi kuvvetli anaçların genellikle bodurlardan (M27, M9, M26 gibi) daha fazla oksin alım ve taşıma (kök bölgesine) kabiliyetine sahip oldukları görülmüştür. Bu durum kök gelişimi ve dolayısıyla bitki gelişimini direkt etkilemektedir. ABA yoğunluğu aşılınmamış bodur M27 ve M9 klon anaçlarının kabuklarında, kuvvetli MM106 ve MM111'inkinden daha fazla bulunmuş, anaç kabuklarındaki IAA yoğunlukları ile anaç kuvveti arasında açık bir ilişki görülmemiştir. Anaçların ksilem öz suyundaki sitokin içeriği bakımından ise, anaç gücü arttıkça sitokin miktarının arttığı saptanmıştır (Kamboj ve ark., 1997).

Bodur anaçlardaki daha düşük bir polar oksin taşınım oranının nedeni tam olarak araştırılmamış, fakat bunun en azından kısmen bodur anaçlardaki daha yüksek ABA seviyesinden kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür (Basler ve McBride, 1977)..

Fenoller: Oksin ve bodur anacın kabuğu arasındaki ilişkinin mekanizması açık değildir. Fakat bununla ilgili olabilecek bileşik sınıfı fenoliklerdir. Monofenoller IAA antagonisti ya da oksin oksidazın kofaktörüdür. Elma kabuğunda bulunan fenollerin bazıları p-hydroxibenzoik asit, p-coumaric asit, ferulic asit, phloretic asit ve phloridzin'dir (Lockhard ve Schneider, 1981). Fenollerin oksini etkileyebileceği diğer yollar; oksinin sentezi (Kefeli, 1978), taşınımı ve hücre duvarı geçirgenliği üzerine etkisidir (Lockard ve Schneider, 1981).

Elma kabuğundaki fenollerin, özellikle phloridzin'in, seviyesi nispeten yüksektir. Bu fenollerin hepsi hücre sitoplazmasında serbest

değildirler. Aksi takdirde onlar metabolizma ve büyümeyi engellerlerdi. Çoğu fenoller büyüme sürecinde aglycone'den daha az aktif olan esterler veya glikosidler olarak bulunurlar ve hücre duvarlarına sınırlanabilirler (Lockard ve Schnider, 1981).

Bazı fenollerin düşük konsantrasyonlarda büyümeyi teşvik ettikleri saptanmıştır. Enu-Kwesi ve Dumbroff (1980) ferulik asit, p-coumarik asit ve o-coumarik asidin 1.5 ppm'de hıyarda birincil kök ve hipokotil büyümesini teşvik ettiğini fakat bu üç fenolün 150 ve 200 ppm'de büyümeyi engellediğini bildirmişlerdir.

Elma anaçlarında benzoik aside ilaveten sekiz fenolik bileşik vardır. Bu bileşiklerin biyodeğerlendirmede marul hypokotilinin büyümesini engelleyen bu fenolik bileşiklerinin seviyesinin, bodur elma anaç kabuğu veya köklerinde bulunan gerçek seviyeden çok daha az olduğu belirlenmiştir. Eğer, kabuktaki fenolik bileşikler ve kökteki benzoik asit, aktif yapıda ve yerde bulunurlarsa, büyümenin engellendiği bildirilmiştir (Lockard ve Schnider, 1981).

Taşıma: M9 gibi bodur bir klon anacın, ara anaç olarak bodurluğa neden olması, kısmi tıkanma veya ara anaç kısmına doğru su veya besin maddelerinin hareketindeki bir azalma ve taşınmaya dikkati çekmektedir. Belli anaçların bodurluk etkisi aşı birleşim yerinin su geçirgenliği ile ilgili çalışmalarla ortaya konmaktadır. Aşı birleşim yerinin suyun akışına karşı ilave bir direnç ortaya koyduğuna dair deliller vardır. Bu direnç, bodur M9 anacının aşı birleşim yerinde daha büyüktür. M9 anaç üzerindeki ağaçların küçük yapraklar, kısa boğum araları, hatta mevsimlik sürgün gelişiminin erken durması gibi belli büyüme karakteristikleri genel olarak ağaçtaki hafif su noksanlığı ile ilişkilidir. Ancak sınırlı bir aşı birleşim yeri belli anaçların bodurluk etkisine katkıda bulunabildiği halde, esas etki böyle anaçların doğal büyüme karakteristiklerinde artmaktadır. Su kültüründe büyüyen bir yıllık McIntosh elma ağaçlarının köklerden tepesine radyoaktif fosfor ve kalsiyum taşınımı çalışmasında bodur M 9 ile karşılaştırmada kuvvetli M 16 anacının sürgün uçlarında her iki elementin üç kattan daha fazla bulunduğu tespit edilmiştir. Bu durum, bodur anaçlarla kıyaslandığında mineral besinleri absorbe etmede ve taşımada kuvvetli anaçların üstün bir yeteneğe sahip olduklarını gösterebilir (Hartmann ve ark. 1990).

Son araştırmalar anaçların bitki hormonları üzerine ya sentez metabolizma aracılığıyla ya da kökten sürgüne, sürgünden köke taşınmayla doğrudan veya dolaylı etkiyle kalem gelişimi ve verimi etkileyebileceğini ileri sürmektedir.

Fizyolojik ve anatomik olarak aktif maddelerin taşınımında anacın oynadığı rolü belirlemek için yapılan bir çalışmada; MM106 ve M9 anaçlarından gelen potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum ve hidrojen iyonlarının dağılımının benzer olduğu

bununla birlikte yaprak alanı ve kök büyüklüğü dikkate alındığında bütün iyonların ve toplam çözümlerin dağıtım oranlarının M9'dakinden MM106'dakinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, anaçların yeterli miktarda iyon alımı ve kalemlere dağıtımının tam olarak bodurluk mekanizması anlamına gelmediğini ortaya koymaktadır (Atkinson ve Else, 1981).

Anatomik çalışmalardan elde edilen sonuçlar hem floem (şeker, bazı iyonlar ve bazı hormonlar) hem de ksilemin (su ve bazı hormonlar) taşıma sistemlerinin farklı kuvvetteki anaçlar arasında belirgin bir şekilde değişiklik gösterdiğini bildirmektedir. Eşit olarak anaç ve kalem arasında aşı birleşim noktası ile ilgili anatomik değişikliklerin, anaç etkisinde olabileceğine dair yaklaşımlar vardır. Kalem özsu akışının yaprak alanı tarafından belirlendiği, genç meyve veren elma ağaçları üzerindeki gövde doku hidrolıklarının (birim zamanda su akışı) doğrudan ölçümünden görülmüş, bunun üzerine aşılandığı anaç tarafından doğrudan etkilenebileceği, anaç gövde hidrolik kapasitesinin kendi kendine çok farklı olduğu ve anaç gücüyle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Fakat muhtemelen kalem ve bodur anaç arasındaki aşı noktasının, su akışına karşı, kuvvetli anaçlarda olduğundan daha fazla direnç gösterdiği gözlenmiştir. Bu sonuç, birim gövde dokusu başına su akışının kuvvetli anaçlarla kıyaslandığında bodur anaçlarda daha düşük olduğunu göstermektedir. Bu aynı zamanda belki de niçin gövde dokularının su hareketi üzerinde bu sınırlayıcı etkiyi dengelemek için bazı aşı birleşim yerlerinin şiştiğini açıklamaktadır. Bu açıklamalar, aşı birleşim noktasının erken gelişimi ve sürgünün uzunluğuna büyümesinin topraktan sürgüne taşınan su ile sınırlandırılacağını göstermektedir (Atkinson ve Else, 1981).

Çevre şartlarından ileri gelen bodurluk: Yükseklerde UV ışınları etkisiyle büyüme hormonlarının oluşumu engellenir ve bodurlaşma meydana gelir. Kurak şartlarda bitki susuz kalır, büyüyemez. Yine besin elementleri eksikliğinde büyüme engellenir (Özçağırın, 1983).

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Meyve ağaçlarında bodurluk mekanizması halen tam belirgin olmamakla birlikte kök, anaç ve ara anaç, kabuk, besin elementi alımı, kullanımı ve taşınımı ve fenoller gibi birçok faktörün bu mekanizmada etkili olduğu bilinmektedir. Bu mekanizmanın tam olarak belirlenmesi, bodur anaç ıslahı çalışmalarına yön verecek ve bu çalışmalarda erken sonuç alınmasına katkıda bulunacaktır. Bu nedenle bu konuyu aydınlatacak çalışmaların yapılması, meyvecilik açısından çok faydalı olacaktır.

4. KAYNAKLAR

Atkinson, C., Else, M., 2001. Understanding How Rootstocks Dwarf Fruit Trees. Presented at the 44th Ann. IDFTA Con., February 17-21, Grand Rapids, Michigan.

- Basler, E., McBride, R., 1977. Interaction of coumarin, gibberalic acid and abscisic acid in the translocation of auxins in bean seedlings. *Plant and Cell Physiology* 18: 939-947.
- Cummins, J.N., Aldwinckle, H.S., 1974. Breeding apple rootstocks. *HortScience*, 9, 367-372
- Cummins, J.N., Aldwinckle, H.S., 1982. New and forthcoming apple rootstocks. *Fruit Var.J.*, 36, 66-73
- Cummins, J.N., Aldwinckle, H.S., 1983. Breeding apple rootstocks. *Plant Breeding Reviews*, Vol. I, Jules Janick, Ed., AVI Pub., Westport, CT., Chapter 10 pp. 294-394.
- Cummins, J.N., Norton, R.L., 1974. Apple rootstocks problems and potentials. *NY. Food&Life Sci.Bul.*41.1-15.
- Ferree, D.C., 1982. Multi-state cooperative apple interstem planting established in 1976. *Fruit Var. J.*, 36, 2-7.
- Demirsoy, H., Demirsoy, L., 2000. Günümüzde Bazı Ilıman İklim Meyve Türleri İçin Kullanılan Anaçlar,” II. Ulusal Fidancılık Sempozyumu, 25-29 Eylül, Bademli, <http://agr.ege.edu.tr/fitekno/Sempozyum/Sempozyum.html>, Ödemiş.
- Enu- Kwesi, L., Dumbroff, E. B., 1980. Changes in phenolic inhibitors in seeds of *Acer saccharum* during stratification.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., 1990. Theoretical Aspects of Grafting and Budding. *PLANT PROPAGATION Principles and Practicices*. Fifth edition, New Jersey, 647p
- Higgs, K. H., Jones, H. G., 1991. Water relations and cropping of apple cultivars on a dwarfing rootstock in response to imposed drought. *J.Hort.Sci.*, 66: 367-379.
- Jones, O. P., 1986. Endogenous growth regulators and rootstock/scion interactions in apple and cherry trees. *Acta Hort.* 179: 177- 183.
- Kamboj, J.S., Blake, P.S., Quinlan, J.D., Webster, A.D., Baker, D. A., 1997. Recent Advances in Studies on The Dwarfing Mechanism of Apple Rootstocks. *Proc. 6. Int. Symp., Acta Hort.*451.
- Kefeli, V. I., 1978. Natural plant growth inhibitors and phytohormones. W. Junk, Boston.
- Kramer, P. J., Kozlowski, T. T., 1979. *Physiology of woody plants*. London and New York, Academic Press.
- Lasheen, A.M., Lockard, R.G., 1972. Effects of dwarfing rootstocks and interstems on the free aminoacid and protein levels in apple root. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.*,97.443-445.
- Lockard, R.G., Lasheen, A.M., 1971. Effects of rootstock and length of interstem on growth of 1-year –old apple plants in sand culture. *J. Amer.Soc.Hort. Sci.*, 96. 17-21.
- Lockard, R.G., 1974. Effects of rootstock and length and type of interstock on growth of apple trees in sand cultures. *J. Amer.Soc.Hort. Sci.*, 99. 321-325.
- Lockard, R. G., Schnider, G. W., 1981. Phenols and The Dwarfing Mechanism in Apple Rootstocks. *Acta Horticulturæ* 120. 107-112
- Lockard, R. G., Schnider, G.W., Kemp, T.R., 1982. Phenols and compounds in 2 size controlling apple rootstocks. *J. Amer.Soc.Hort. Sci.*, 107. 183-186.
- Olein, W. C., Lakso, A. N., 1984. A comparison of the dwarfing character and water relations of five apple rootstocks. *Acta horticulturæ* 146: 151-157.
- Özçağırın, R., 1983. Meyve ağaçlarının bodurlaştırılması. *E.Ü., Zir. Fak. Der.*20(3):128.
- Parry, M. S., Rogers, S. 1972. Effects of interstock length and vigour on the field performance of Cox’s Orange Pippin apples. *Journal of horticultural Sscience* 47: 97-105.
- Parry, M. S., 1986. The effects of budding height on the field performance of two apple cultivars on three rootstocks. *J.Hort.Sci.*, 47: 97-105.
- Rom, R.C ve Carlson, R.F., 1987. *The Dwarfing Mechanism. Rootstocks for fruit crops*. A Wiley Interscience Publication. John Wiley&Sons.
- Tubbs, F.R., 1973a. Research fields in the interaction of rootstocks and scions in woody perennials- Part 2. *Horticultural abstracts* 43: 325-335.
- Tubbs, F.R., 1973b. Research fields in the interaction of rootstocks and scions in woody perennials- Part 1. *Horticultural abstracts* 43: 247-253.
- Tukey, H.B., 1964. *Dwarfed Fruit Trees*. Mcmillan New York, 562pp.
- Webster, A. D., 1995. Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigour, precocity, and yield productivity. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, Vol. 23: 373-382.
- Westwood, M.N., Roberts, A.N., 1970. The relationship between trunk cross sectional area and weight of apple trees. *J. Amer.Soc.Hort. Sci.*, 95. 28-30.

SEBZELERDE ETİLENİN ÖNEMİ ve 1-METİLSİKLOPROPEN (1-MCP)'İN KULLANIMI

Rezzan KASIM M.Ufuk KASIM

Kocaeli Üniversitesi Arslanbey Meslek Yüksekokulu, 41285, Arslanbey, KOCAELİ

Sorumlu yazar: rkasim@kou.edu.tr

Geliş Tarihi:26.01.2007

Kabul Tarihi: 04.05.2007

ÖZET: Sebze; özellikle içerdikleri vitamin, mineral ve lifli maddeler ile insan beslenmesinde günlük olarak alınması gerekli önemli besin maddeleridir. Özellikle sebzelerde bulunan antioksidan maddelerin, kanser hastalığına karşı koruyucu etkisinden dolayı günümüzde önemleri daha da artmıştır. Sebzelerin hasattan sonraki ömürleri kök ve yumru sebzeler dışında oldukça kısadır. Bu sürenin azlığında sebzelerin ürettikleri etilenin yanında, buldukları ortamdaki etilen kaynakları da etkilidir. Dolayısıyla sebzelerin raf ömrünü uzatmada etilenin etkisinin azaltılması gereklidir. Bu amaçla soğuk depolama, ambalajlama, kontrollü atmosfer depolama ve modifiye atmosferde depolama gibi değişik depolama teknikleri kullanılmakla birlikte, bu tekniklerin etkileri de çoğu zaman sınırlı kalmaktadır. Son yıllarda geliştirilmiş olan 1-metilsiklopropen (1-MCP), ürünlerde etilen bağlanma noktalarına bağlanarak, etilenin etkisini azaltabilmektedir. Bu çalışmada, sebzelerin etilen üretimleri ve 1-MCP'in sebzelerdeki kullanılabilirliği incelenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Sebze, etilen, 1-metilsiklopropen

THE IMPORTANCE OF ETHYLENE AND USING 1-METHYLCYCLOPROPENE (1-MCP) IN VEGETABLES

ABSTRACT: Vegetables are important to the human diet, and many studies have shown that a close relation exists between the intake of vegetables and cancer prevention. Vegetables particularly contain great quantity of antioxidants. The postharvest life of vegetables very short except root and bulb vegetable because of both endogenous and exogenous ethylene. Cold storage, packaging, controlled atmosphere storage and modified atmosphere storage used to delay ethylene effect to vegetables but was not enough. Also shelf life can be potentially regulated through the use of compounds that inhibit ethylene action. The gaseous ethylene antagonist 1-methylcyclopropene (1-MCP) appears to be an effective inhibitor of ethylene action at extremely low levels. We evaluated, ethylene production of vegetables and using 1-MCP in this study.

Key Words: Vegetables, ethylene production, 1-methylcyclopropene

1. GİRİŞ

Bahçe bitkileri ürünlerinin çoğunun hasat sonrasında önemli etkiye sahip olan etilen; iki karbonlu, molekül ağırlığı 28.05, donma noktası -181°C, buharlaşma sıcaklığı -169.5°C, kaynama noktası -103.7°C olan; yanıcı, renksiz, eter benzeri kokusu olan bir gazdır (Abeles ve ark. 1992).

Etilen meyvelerin bazılarında; olgunlaşma sırasında doğal olarak üretilmektedir. Etilenin bitki büyümeyi düzenleyici olarak etkisi son 50 yıldır bilinmektedir (Jobling 2000). Sebzeler, etilen üretimlerine göre klimakterik ve klimakterik olmayan sebzeler olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Domates gibi hasattan sonra renk değişimi ile birlikte, tadı değişen ve yumuşayan sebzelere klimakterik sebzeler adı verilmekte ve bu sebze türlerinde olgunlaşma ile birlikte, etilen üretimi dolayısıyla solunum artmaktadır. Ancak hasattan sonra biraz yumuşayan, yeşil rengini kaybeden ancak tadında bir değişim olmayan patlıcan, biber ve yapraklı sebzeler gibi türlere klimakterik olmayan sebzeler denilmekte ve bu türlerde olgunlaşma ile etilen üretimi artmamaktadır (Çizelge 1).

Genel olarak sebzelerin etilen üretim oranı düşük olmakla birlikte etilene maruz kaldıklarında, değişik nedenlerle kalite kaybına uğramakta ve satış kaliteleri azalmaktadır. Bu nedenle sebzeler etilene duyarlı ürünler arasında yer almaktadır (Çizelge 2). Örneğin,

brokkoli taçları 10°C sıcaklıkta orta düzeyde etilen içeren ortamda bırakılırsa, depo ömrü yarı yarıya azalmakta; aynı etki fasulyede 5°C sıcaklık ve 0,1 ppm etilen konsantrasyonunda meydana gelmektedir (Bower ve Mitcham 2001).

Sebzelerde etilene maruz kalma ile gelişme, olgunlaşma ve yaşlanma hızlanmakta, buna bağlı olarak ürünlerin raf ömrü ve kalitesi azalmaktadır. Etilenin bu etkisi, soğuk depolama, ambalajlama, modifiye atmosfer ve kontrollü atmosfer depolama vb. gibi teknikler kullanılarak azaltılmaktadır. Günümüzde etilenin etkisini azaltmaya yönelik olarak geliştirilmiş, yeni bir bileşik olan 1-metilsiklopropen (MCP)'de bu amaçla kullanılmaktadır.

1-MCP; standart sıcaklık ve basınçta, molekül ağırlığı 54 ve formülü C₄H₆ olan bir gazdır. 1-MCP, bitkiye uygulandığında, etilen alıcılarına bağlanarak, etilenin bu bölgeye bağlanmasını engellemekte ve bu nedenle etilenle ilişkili biyokimyasal tepkimelerin hızını yavaşlatmaktadır (Sisler ve Blankenship 1996, Sisler ve Serek 1997, 2003, Lurie 2005, Watkins 2006). 1-MCP'in alıcı ile uyumu, etileninkinden yaklaşık 10 kat daha fazladır ve etilen ile karşılaştırıldığında çok düşük konsantrasyonlarda aktiftir (Blankenship ve Dole 2003).

Etilen algılanmasını önleyen 1-MCP; meyve, sebze ve süs bitkilerinde olgunlaşma ve yaşlanma üzerinde etkili olmaktadır. 1-MCP'in etkisi, tür, çeşit

Çizelge 1. Sebze türlerinin etilen üretim oranları

Klimakterik Sebzeler	Önerilen Depolama Sıcaklığı (°C)	Etilen Üretim Oranı	Etilene Duyarlılık
Domates			
<i>Yeşil olgun</i>	13.3	ÇD	Y
<i>Pembe Olum</i>	10	O	Y
Kavun (bazı çeşitler)	4.4	Y	O
Klimakterik olmayan sebzeler			
Patlıcan	10	D	D
Biber			
<i>Dolma</i>	10	D	D
<i>Sivri</i>	10	D	D
Enginar	0	ÇD	D
Kuşkonmaz	2.2	ÇD	O
Fasulye			
<i>Lima</i>	0	D	O
<i>Snap</i>	7.2	D	O
Brokkoli	0	ÇD	Y
Brüksel lahanası	0	ÇD	Y
Lahana	0	ÇD	Y
Havuç	0	ÇD	D
Kavun	10	D	D
Karnabahar	0	ÇD	Y
Kereviz	0	ÇD	O
Hıyar	10	D	Y
Kabak (Yazlık)	7.2	D	O
Karpuz	10	D	Y

ÇD= Çok Düşük, D=Düşük, Y= Yüksek, O= Orta

Kaynak: <http://www.mindfully.org/Plastic/Ethylene-Gas.htm>

Çizelge 2. Bazı sebze türlerinde etilenin olumsuz etkileri

Sebze Türü	Etilenin Etkisi
Kuşkonmaz	Gövdenin kartlaşması ve sararma
Fasulye	Sararma
Brokkoli	Çiçekciklerin sararması ve çürümenin artışı
Brüksel lahanası	Dış yaprakların sararması
Lahana	Yaprak dökümü
Havuç	Tadın bozulmasına neden olan acı bileşiklerin oluşumu
Karnabahar	Çiçekciklerde renk bozulması, dış yaprakların dökülmesi
Hıyar	Sararma ve çürümenin hızlanması
Marul	Orta damarda kırmızı lekeler
Soğan	Depolama süresince filiz oluşumu
Bezelye	Kaliks damarlarında sararma
İspanak	Yaprak sararması
Tatlı patates	Tadın bozulması
Domates	Olgunlaşma, yumuşama

Kaynak: Reid (1992), Wills ve ark. (1998), Bower ve Mitcham (2001).

ve depo türlerine bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak, olgunlaşma ve yaşlanmayı geciktirmekte, etilen üretimi, solunum, renk değişimi ve yumuşamayı geciktirmektedir (Watkins ve Miller 2005).

1-MCP, etilenin etkisini engelleyen bir bileşik olduğu için, etkisi öncelikle yoğun etilen üreten elma, armut, avokado ve muz gibi meyve türlerinde araştırılmış (Fan ve ark. 1999, Fan ve Mattheis 1999, Watkins ve ark. 2000, Fan ve Mattheis 2001, Jiang ve Joyce 2002, Pre-Aymard ve ark. 2003, Saftner ve ark. 2003, Defilippi ve ark. 2004, Mattheis ve ark. 2005, Toivonen ve Lu, 2005), sebzelerdeki etkisine yönelik çalışmalar ise, etilen üretimi orta düzeyde olmasına karşılık, etilene duyarlılığı yüksek olan domateslerle başlamış (Hoerberichts ve ark. 2002, Wills ve Ku

2002, Krammes ve ark. 2003, Opiyo ve Ying 2005) ve daha sonra brokkoli, hıyar, kavun ve yapraklı sebzeler gibi etilene karşı duyarlılığı yüksek olan türlerle devam etmiştir (Watkins 2006).

2. SEBZELERDE KULLANILAN 1-MCP DOZU, UYGULAMA ŞEKLİ VE SICAKLIKLARI

1-MCP'in etkisi incelenen tür, kullanılan doz, uygulama süresi ve uygulama yöntemine göre değişmektedir (Çizelge 3). 1-MCP, toz olarak veya tabletler şeklinde üretilmekte, su veya buffer çözeltisi ile karıştırıldığında kolaylıkla gaz olarak ayrılmaktadır. 20°-25°C arasındaki sıcaklıklarda uygulanmakta, daha düşük sıcaklıklarda da uygulanabilmesine karşılık, etkisi; uygulama zamanı,

Çizelge 3. Sebzelere 1-Metilsiklopropan (1-MCP)'in uygulama sıcaklıkları, dozu ve zamanı

Sebzelere	Uygulanan Doz	Uygulama Sıcaklığı (°C)	Uygulama Zamanı
Brokkoli	1;12 µL/L	5, 10, 20	6, 12, 16 saat
Kavun	0.1 µL/L	-	10 dakika
Karpuz	5 µL/L	20	18 saat
Havuç	1 µL/L	20	4 saat
Marul	1; 0.1 µL/L	6	4 saat
Domates (meyve)	5-7; 10-20; 150 nL/L, 20 µL/L	20	2-24 saat
Domates (bitki)	4 mg ethylBloc tozu/L	Yetiştirme sıcaklığı	Geceboyu
Bezelye	40 nL/L	-	24 saat

Kaynak: Ku ve Wills (1999), Wills ve Ku (2002), Blankenship ve Dole (2003), Watkins (2006).

dozu ve sıcaklıklara bağlı olarak daha az olmaktadır (Blankenship ve Dole 2003).

3. SEBZELERİN OLGUNLAŞMASI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Meyvesi yenilen sebze türlerinden olan domates (Kasım ve ark. 2006)'te, hasat sonrası olgunlaşmanın önlenmesinde düşük sıcaklık dereceleri kullanılmamaktadır. Çünkü domates, üşümeye karşı duyarlıdır (Sargent ve Moretti 2004) ve bu nedenle 10°C'nin altındaki sıcaklıklarda üşüme zararı nedeniyle düzensiz olgunlaşma göstermektedir. Domatesin 19°-21°C sıcaklık ve %90-95 oransal nem şartlarında depolanması gerekmektedir. Ancak bu sıcaklıkta depolanan domateslerde de etilen üretimi nedeniyle solunum ve dolayısıyla olgunlaşma artarak raf ömrü azalmakta ve kalitesi düşmektedir. Yüksek sıcaklıklarda depolanması gerekli olan domateste, etilen üretiminin artması nedeniyle oluşan kalite kayıplarının azaltılması amacıyla 1-MCP'den yararlanılmaktadır. Domateslere 0.005 ppm 1-MCP uygulaması 25°C'de olgunlaşmayı 8 gün geciktirmektedir (Bower ve Mitcham 2001). Bu durumda domateslere 1-MCP uygulanarak yüksek sıcaklık derecelerinde daha uzun süre muhafaza edilebilmeleri sağlanabilecektir.

Farklı olgunluk aşamasında toplanan domateslerde ve kiraz domateslerinde (cherry tomato) 1-MCP uygulaması ile olgunlaşma geciktirilmekte, yani 1-MCP hem hasat olumundaki (yeşil olum; dönüşüm dönemi) hem de yeme olumundaki (kırmızı olum) domateslerde olgunlaşmayı geciktirebilmektedir (Moretti ve ark. 2002, Opiyo ve Ying 2005, Lee ve ark. 2002, Mostofi ve ark. 2003, Guillén ve ark. 2005). Kavunlarda da 1-MCP olgunlaşmayı geciktirerek hasat sonrası ömrünü iki kat arttırmakta (Alves ve ark. 2005) ve domateslerde olduğu gibi kavunlarda da 1-MCP olgunluk aşamasına bağlı olmaksızın etkili olmaktadır. Ancak tam olgun aşamada toplanan kavunlarda, yarı olgun toplananlara göre etkisi artmaktadır. Karpuzlarda ise 1-MCP uygulamasının olgunlaşma

üzerinde herhangi bir etkisi belirlenmemiştir (Villereal ve Cisneros-Zevallos 2005).

1-MCP sebzelerde daha çok olgunlaşmanın önlenmesine yönelik kullanılmasına karşılık,

uygulanan doza ve uygulama süresine bağlı olarak, olgunlaşmanın hızlandırılmasında da kullanılabilir. Örneğin, domatesler daha çok kırmızı olum aşamasında toplanmakla birlikte pazarlama durumuna göre yeşil olgun aşamada toplanıp etilen uygulanarak olgunlaştırılmaktadır. İşte bu olgunlaştırma işlemi 1-MCP kullanılarak da yapılabilmektedir. Bu amaçla yapılan bir çalışmada 0,1 µL/L etilen içeren ortamda ve 20°C sıcaklıkta depolanan yeşil olgun domateslere 1 saat süreyle 5 µL/L 1-MCP uygulaması olgunluğun %70 artmasına neden olmuştur (Wills ve Ku 2002).

4. SEBZELERİN RENK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

1-MCP uygulamaları ile olgunluk geciktirilirken, olgunlaşmaya bağlı olarak oluşan kalite kayıpları da azaltılabilmektedir. Özellikle yaprağı yenilen sebze türlerinde kalite kaybının en önemli göstergelerinden birisi olan ve bu türlerde oda sıcaklığında klorofil parçalanması nedeniyle oluşan renk kaybı da 1-MCP uygulamaları ile geciktirilmektedir.

Domateslerde olgunlaşma ile birlikte klorofil parçalanmakta, likopen sentezi ve karotenoid birikimi artmaktadır. Olgunlaşmanın ilerlemesi ve yaşlanma ile etilen üretiminin artmasına paralel olarak bu değişimler daha da artmakta ve ürünün raf ömrü azalmaktadır. 1-MCP uygulaması domateslerdeki renk pigmentlerinde meydana gelen bu değişimleri yavaşlatarak, ürünün daha uzun sürede olgunlaşmasını dolayısıyla kalite kayıplarının önemli oranda azalmasını sağlamaktadır (Opiyo ve Ying 2005). Örneğin; domateslerde renk oluşumu tek 1-MCP uygulaması ile 6 gün geciktirebilmiştir (Mir ve ark. 2004).

Ancak hıyarlarda 1-MCP, etilen içeren ortamda depolanan meyvelerde klorofil parçalanmasını önleyememiştir (Nillson 2005). Yapraklı sebzelerde 1-MCP uygulamaları ile klorofil kaybı azaltılırken (Ella ve ark. 2003, Cantwell ve ark. 2004, Saltveit 2004, Ma ve ark. 2006) kesilmiş baş salatalardaki fenolik madde artışı bazı çeşitlerde engellenmiş bazılarında ise uygulama bu açıdan etkili olmamıştır (Saltveit 2004, Tay ve Perrera 2004). Çiçekleri tüketilen sebze türlerinden brokkolide de 0.02-50 µL/L 1-MCP uygulaması, 5° ve 20°C sıcaklıkta depolama süresince taçlardaki sararma başlangıcını geciktirmiş, 5°C

sıcaklıkta ise çürümeyi engelleyerek raf ömrünü arttırmıştır (Ku ve Wills 1999).

5. SEBZELERİN SOLUNUMU VE ETİLEN ÜRETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Klimakterik sebze türlerinde olgunlaşma ile etilen üretimi dolayısıyla solunum hızlanmakta ve ürünün raf ömrü azalmaktadır. Klimakterik olmayan türlerde ise renk değişimine neden olmakta ancak tad kalitesini etkilememektedir. Bu etki özellikle taşıma sırasında önemlidir. Bu nedenle taşıma araçlarının içindeki etilen miktarına dikkat edilmelidir. Örneğin: brokkoli konteynerlerinin içindeki etilen düzeyi 0.01-1.8 µL/L'dir ve 1-MCP, bu ortamdaki brokkolilerde klorofil kaybını azaltabilmektedir (Ku ve Wills 1999). 1-MCP uygulaması, karışık taşınan ürünlerin etilene duyarlılığını da azaltmaktadır. Kiraz domateslerinde 1-MCP uygulaması ile oda sıcaklığında etilen üretimi azaltılarak, olgunluk geciktirilmekte ancak içsel etilen üretimi durdurulamamaktadır (Opiyo ve Ying 2005). Yapraklı sebzelerde ise 1-MCP uygulamaları ortamda etilen bulunması durumunda bile kaliteyi korumaktadır (Able ve ark. 2003).

Sebzelerin hasattan sonra kalitesinin korunması için; mümkün olan en düşük sıcaklıklarda depolanarak, solunum hızının düşürülmesi gerekmektedir. Ancak domates gibi bazı tropik kökenli sebze türlerinde düşük depo sıcaklıklarında zararı olarak adlandırılan fizyolojik bozulmalar ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bu türlerde depo sıcaklıkları fazla düşürülemediği için solunumdaki artışa bağlı olarak kalite kayıpları meydana gelmektedir. 1-MCP uygulanan ve yüksek sıcaklıkta depolanan domateslerde 6-8 hafta sonra solunum hızı azalmakta (Wills ve Ku 2002, Colelli ve ark. 2003, Krammes ve ark. 2003), kavunlarda da 1-MCP uygulamaları ile hem karbondioksit hem de etilen üretim oranı azaltılmaktadır (Alves ve ark. 2005).

6. DİĞER KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

1-MCP uygulamaları sebzelerde solunum hızı ve etilen üretimini azaltıp, renk kaybını korurken aynı zamanda diğer kalite kriterleri üzerinde de etkili olmaktadır. 1-MCP uygulanan domateslerde, şeker ve asit miktarı etkilenmekte, kalite özelliklerinde çok az yükselmeler meydana gelmekte ancak 1-MCP uygulamaları domateslerde ağırlık kaybını etkilememektedir (Mir ve ark. 2004). 1-MCP sebzelerdeki içsel biyokimyasal tepkimelerin hızını yavaşlatmakta, buna bağlı olarak sebzelerin görsel kalitesi de korunmaktadır. 20 mL/L 1-MCP uygulaması domateslerde dış görünüşü önemli oranda korunmuş ve domateslerin raf ömrünü %25 arttırmıştır (Wills ve Ku 2002). Ayrıca 1-MCP uygulamaları ile olgunlaşmanın azaltılmasına bağlı olarak, özellikle meyvesi yenilen sebzelerde yumuşama da azaltılmaktadır (Lee ve ark. 2002, Huber ve ark. 2003).

7. SONUÇ

Sebzelerde, çok düşükten çok yükseğe kadar

değişik oranlarda etilen üretilmekte ve raf ömürleri de ürettikleri etilen ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Çok yüksek etilen üretimine sahip olan sebzelerin hasat sonrası ömürleri daha kısadır. Bununla birlikte lahanaya grubu sebzelerde etilen üretimi çok düşük olmakla birlikte, ortamdaki etilene karşı duyarlılıkları oldukça yüksektir. 1-metilsiklopropan (1-MCP), etilen bağlanma noktalarına bağlanan bir bileşik olduğundan, ürünün bulunduğu ortamda etilen olsa bile ürünü etilene karşı korumaktadır. Sebzelerde bugüne kadar yapılan çalışmalar çoğunlukla etilen üretimi nispeten yüksek olan meyvesi yenilen türlerde özellikle de domateste yoğunlaşmış, daha sonra ise lahanagillerde özellikle de brokkoli de çalışmalar yapılmıştır. Sonuçta, 1-MCP'in sebzelerde de özellikle, solunum hızını ve etilen üretim oranını azaltarak, olgunlaşmayı yavaşlattığı, brokkoli gibi sebzelerde ise özellikle sararmaya bağlı olan yaşlanmayı geciktirdiği tespit edilmiştir.

8. KAYNAKLAR

- Abeles, F.B., Morgan, P.W., Saltveit, M.E., 1992. Ethylene in plant biology, 2nd. ed. Academic Pres., Comb xv, 414p.
- Able, A.J., Wong, L.S., Prasad, A., O'Hare, T.J., 2003. The effect of 1-methylcyclopropane on the shelf life of minimally processed leafy asian vegetables. Postharvest Biol. Technol. 27:157-161.
- Alves, R.E., Filgueiras, H.A.C., Almeida, A.S., Machado, F.L.C., Bastos, M.S.R., Lima, M.A.C., Terao, D., Silva, E.O., Santos, E.C., Pereira, M.E.C., Miranda, M.R.A., 2005. Postharvest use of 1-mcp to extend storage life of melon in brazil - current research status, ISHS Acta Horticulturae 682: V International Postharvest Symposium
- Blankenship, S.M., Dole, J.M., 2003. 1-Methylcyclopropane: a review. Post. Biol. Technol. 28: 1-25.
- Bower, J., Mitcham, B., 2001. Application of 1-MCP to Vegetable Crops. Perishables Handling Quarterly, November 2001, Issue No: 108.
- Cantwell, M.I., Freitas, P., Nie, X., Hong, G., 2004. Impact of storage temperature, ethylene exposure, and 1-MCP on respiration rates, shelf-life, and composition of spinach. IFT Annual Meeting, July 12-16, Las Vegas, NV.
- Colelli, G., Sanchez, M.T., Torralbo, F.J., 2003. Effects of treatment with 1-methylcyclopropane (1-MCP) on tomato. Alimentaria. 342:67-70.
- Defilippi, B.G., Kader, A.A., Dandekar, A.M., 2004. Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavor metabolites in apple (*Malus domestica* Borkh) fruits. J. Agric. Food Chem. 52:5694-5701.
- Ella, L., Zion, A., Nehemia, A., Amnon, L., 2003. Effect of the ethylene action inhibitor 1-methylcyclopropane on parsley leaf senescence and ethylene biosynthesis. Postharvest Biol. Technol. 30:67-74.
- Fan, X.T., Blankenship, S.M., Mattheis, J.P., 1999. 1-methylcyclopropane inhibits apple ripening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124: 690-695.
- Fan, X.T., Mattheis, J.P., 1999. Impact of 1-methylcyclopropane and methyl jasmonate on apple volatile production. J. Agric. Food Chem. 47: 2847-2853.

- Fan, X.T., Mattheis, J.P., 2001. 1-methylcyclopropene and storage temperature influence responses of "Gala" apple fruit to gamma irradiation. *Postharvest Biol. Technol.* 23: 143-151.
- Guillén, F., Valverde, J.M., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M., 2005. Tomato fruit quality retention during storage by 1-MCP treatment as affected by cultivar and ripening stage. *Acta Horticulturae* 682: V International Postharvest Symposium.
- Hoebrechts, F.A., Van der Plas, L.H.W., Woltering, E.J., 2002. Ethylene perception is required for the expression of tomato ripening-related genes and associated physiological changes even at advanced stages of ripening. *Postharvest Biol. Technol.* 26:125-133.
- Huber, D., Jeong, J., Ritenour, M., 2003. Use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on tomato and avocado fruits: Potential for enhanced shelf life and quality retention. HS914. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. (<http://edis.ifas.ufl.edu>).
- Jiang, Y.M., Joyce, D.C., 2002. 1-methylcyclopropene treatment effects on intact and fresh-cut apple. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 77:19-21.
- Jobling, J., 2000. Postharvest ethylene: A critical factor in quality management. Sydney Postharvest Laboratory Information Sheet. www.postharvest.com.au/sites/index.html.
- Kasım, M.U., Kasım, R., Can, O., 2006. Sebze Yetiştiriciliğinin Temel İlkeleri. Kocaeli Üniversitesi Yayınları, Yayın No:222, ISBN:975-8047-66-3.220s. Kocaeli.
- Krammes, J.G., Megguer, C.A., Argenta, L.C., Amarante, C.V.T., Grossi, D., 2003. Uso do 1-metilciclopropeno para retardar a maturação de tomate. *Hortic. Bras.* 21:611-614.
- Ku, V.V.V., Wills, R.B.H., 1999. Effect of 1-methylcyclopropene on the storage life of broccoli. *Postharvest Biol. Technol.* 17:127-132.
- Lee, Y.S., Beaudry, R.M., Hernandez, R.J., 2002. The effect of 1-MCP (1-methylcyclopropene) on the ripening process on tomato fruit during postharvest storage. 2002 Annual Meeting and Food Expo-Anaheim, California.
- Lurie, S., 2005. Application of 1-methylcyclopropene to prevent spoilage. *Stewart Postharvest Review. An International journal for reviews in postharvest biology and technology.* 4(2):1-4.
- Ma, S.J., Zheng, Y.H., Cao, S.F., Li, N., Yang, Z.F., Tang, S.S., 2006. The effects of 1-methylcyclopropene on shelf life and quality of three leafy vegetables. *Acta Horticulturae* 712.
- Mattheis, J.P., Fan, X.T., Argenta, L.C., 2005. Interactive responses of Gala apple fruit volatile production to controlled atmosphere storage and chemical inhibition of ethylene action. *J. Agric. Food Chem.* 53:4510-4516.
- Mir, N., Canoles, M., Beaudry, R., Baldwin, E., Pal Mehla, C., 2004. Inhibiting tomato ripening with 1-methylcyclopropene. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 129:112-120.
- Moretti, C.I., Araujo, A.L., Marouelli, W.A., Silva, W.L.C., 2002. 1-methylcyclopropene delays tomato fruit ripening. *Hortic. Bras.* 659-663.
- Mostofi, Y., Toivonen, P.M.A., Lessani, H., Babalar, M., Lu, C.W., 2003. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of greenhouse tomatoes at three storage temperatures. *Postharvest Biol. Technol.* 27:285-292.
- Nilsson, T., 2005. Effects of ethylene and 1-MCP on ripening and senescence of European seedless cucumbers. *Postharvest Biol. Technol.* 36:113-125.
- Opiyo, A.M., Ying, T.J., 2005. The effect of 1-methylcyclopropene treatment on the shelf life and quality of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme) fruit. *Int.J. Food Sci. Technol.* 40: 665-673.
- Pre-Aymard, C., Weskler, A., Lurie, S., 2003. Responses of "Anna", a rapidly ripening summer apple, to 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biol. Technol.* 27:163-170.
- Reid, M., (1992). Ethylene in postharvest technology. In: *Postharvest Technology of Horticultural Crops.* Publication 3311 University of California.
- Saftner, R.A., Abbot, J.A., Conway, W.S., Barden, C.L., 2003. Effects of 1-methylcyclopropene and heat treatments on ripening and postharvest decay in "Golden Delicious" apples. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 128:120-127.
- Saltveit, M.E., 2004. Effect of 1-methylcyclopropene on phenylpropanoid metabolism, the accumulation of phenolic compounds, and browning of whole and fresh-cut "iceberg" lettuce. *Postharvest Biology and Technology.* 34:75-80.
- Sargent, S.A., Moretti, C.L., 2004. Tomato. *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks.* (Eds. Kenneth C.Gross, Chien Y. Wang, M. Saltveit). Agricultural Handbook Number 66 USDA, ARS.
- Sisler, E.C., Blankenship, S.M., 1996. Methods of counteracting an ethylene response in plants, USA Patent No. 5, 518, 988
- Sisler, E.C., Serek, M., 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. *Physiol. Plant.* 100: 577-582.
- Sisler, E.C., Serek, M., 2003. Compounds interacting with the ethylene receptor in plants. *Plant Biol.* 5: 473-480.
- Tay, S.L., Perrera, C.O., 2004. Effect of 1-methylcyclopropene treatment and edible coatings on the quality of minimally processed lettuce. *J.Food Sci.* 69: C131-C135.
- Toivonen, P.M.A., Lu, C.W., 2005. Studies on elevated temperature, short-term storage of "Sunrise" summer apples using 1-MCP to maintain quality. *J.Hortic. Sci. Biotechnol.* 80:439-446.
- Villarreal J.E., Cisneros-Zevallos, L., 2005. 1-MCP postharvest effects on cantaloupes and watermelons harvested at different maturity stages. 2005 IFT Annual Meeting, July 15-20 - New Orleans, Louisiana
- Watkins, C.B., 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances.* 24: 389-409.
- Watkins, C.B., Miller, W.B., 2005. 1-methylcyclopropene (1-MCP) based Technologies for storage and shelf life extension. *Acta Hort.* 687:217-224.
- Watkins, C.B., Nock, J.F., Whitaker, B.D., 2000. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biol. Technol.* 19:17-32.
- Wills, R.B.H., McGlasson, W.B., Graham, D. ve Joyce, D., 1998. *Postharvest. In introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals.* 4th Edition. UNSW Press, Sydney.
- Wills, R.B.H., Ku, V.V.V., 2002. Use of 1-methylcyclopropene to extend the postharvest life of lettuce. *J.Sci.Food Agric.* 82:1253-1255.

EKTOMİKORİZANIN TARIM VE ORMANCILIK BAKIMINDAN ÖNEMİ

Beyhan KİBAR

Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

Aysun PEKŞEN

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

Sorumlu yazar: aysunp@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.03.2007

Kabul Tarihi: 25.05.2007

ÖZET: Mikoriza, mantar miselleri ile yüksek bitkilerin kökleri arasındaki karşılıklı yararlanmaya dayanan bir ilişkidir. Bu ilişkide mantar bitkiden karbon ve esansiyel organik maddeleri temin ederken, bunun karşılığında bitkiye su, mineral tuzlar ve metabolitlerin alınması yardımcı olmaktadır. Ektomikoriza ise mikorizanın tarım ve ormancılık açısından önemli bir tipidir. Ektomikorizal mantarlar ekonomik açıdan mantarların en önemli gruplarından biridir. Birçok ekosistemde ektomikorizal mantarlar topraktaki mikrobiyal kitlenin en önemli üyelerindedir. Bu makalede ektomikorizanın tanımı, ektomikoriza oluşumunu etkileyen faktörler ve tarımsal açıdan önemi üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ektomikoriza, ektomikorizal mantarlar, tarım, ormancılık

IMPORTANCE OF ECTOMYCORRHIZA FOR AGRICULTURE AND FORESTRY

ABSTRACT: Mycorrhiza is a mutualistic relationship based on the symbiosis between fungal mycelium and plant roots. In this association, the fungus gains carbon and other essential organic substances from the tree and in return helps the trees take up water, mineral salts and metabolites. Ectomycorrhiza is an important type of mycorrhiza in agriculture and forestry. Ectomycorrhizal fungi are, economically, one of the most important groups of fungi. In many ecosystems, they are the most important members of microbial biomass in the soil. In this review, description of ectomycorrhiza, factors affecting ectomycorrhiza and their importance for agriculture and forestry have been discussed.

Key Words: Ectomycorrhiza, ectomycorrhizal fungi, agriculture, forestry

1. GİRİŞ

Mikoriza, Yunanca mykes (mantar) ve rhiza (kök) kelimelerinden oluşan “Kök mantarı” anlamına gelen bir terimdir. İlk kez 1885 yılında orman patolojisti olan A.B. Frank tarafından mantar-ağaç ilişkisini tanımlamak için kullanılmıştır. Mikorizal ilişki, dünyadaki bitkilerin yaklaşık %92’sinde görülmektedir (Isaac, 1992). Ototrof olan konukçu bitki ile heterotrofik organizma arasında besin alışverişi ve ekolojik olarak doğal dengenin korunmasını sağlayan mikoriza, bu yönü ile ekosistemdeki besin döngüsü ve bitki canlılığının devamında büyük bir öneme sahiptir (Harley ve Smith, 1983). Orman ağaçları, narenciye, çayır-mera bitkileri ve tarımı yapılan bazı tarla ve bahçe bitkilerinin büyüme ve gelişmesi mikorizanın varlığına bağlıdır. Meyve ağaçlarından şeftali, turunçgiller ve elma, sebzelerden kavun, patlıcan ve biber mikoriza ile çok iyi enfekte olmakta ve mikoriza enfeksiyonu eksikliğinde P, Zn, Cu, K, Ca, ve N noksanlığı göstermektedirler (Ortaş, 1998). Narenciye türleri ilk kök gelişimi döneminde şiddetli derecede mikorizaya bağımlılık gösterirken, orkideler gibi çok küçük tohumlu bitkilerde çimlenme ve gelişiminin başlamasında mikorizal ilişkiye mutlak gereksinim vardır (Ortaş, 1997).

Günümüzde mikoriza 7 farklı tipe ayrılmaktadır. Bunlar: 1-Vesiküler arbusküler mikoriza, 2-Ektomikoriza, 3-Ektendomikoriza, 4-Erikoid mikoriza, 5-Arbutoid mikoriza, 6-Monotropoid mikoriza, 7-Orkide mikoriza olarak belirtilmiştir (Anonymous, 2007a). Bu mikoriza tiplerinden

tarımsal açıdan önemli olanları Vesiküler arbusküler mikoriza (VAM) ve ektomikoriza (ECM)’dir.

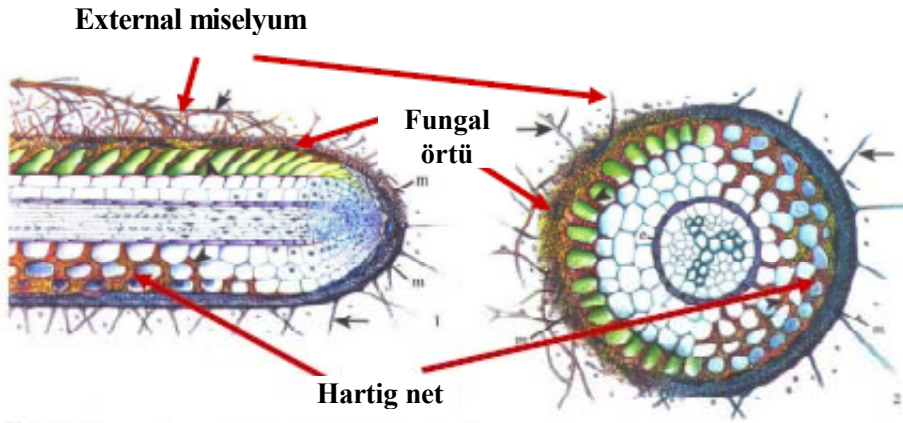
Bu makalede ektomikorizanın tanımı, ektomikoriza oluşumunu etkileyen faktörler ve tarımsal açıdan önemi üzerinde durulmuştur.

2. EKTOMİKORİZA

Özellikle orman ağaçları ve çalılar gibi daha çok yüksek yapılı ağaçların köklerinde bulunan ektomikorizal simbiyoz (ortak yaşama) genellikle kuzey ve sıcak bölgelerde tropik bölgelerden daha yaygın olarak rastlanmaktadır. Ektomikorizal ilişkinin kurulması; uygun bir konukçunun mantar tarafından tanınması, konukçu kök dokularının istilası ve son olarak bir dış kılıfın üretilmesi olmak üzere üç farklı safhada gerçekleşir. Ektomikorizal simbiyozun fonksiyonunu anlatmak için üç anatomik yapının açıklanmasına ihtiyaç vardır (Şekil 1).

a) Fungal örtü (mantle): Ektomikorizal bitkilerde kökün dış yüzeyi her zaman kökçük görünümündeki çokça dallanmış bir hif örtüsü ile örtülüdür. Bu örtünün yapısı ve kalınlığı simbiyoz oluşturan türe ve çevresel koşullara bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir. Mantar için örtü besin maddesi ve karbon deposu olarak hizmet edebilir ve orman ekosistemlerinde N ve P’un önemli bir miktarı bu doku içerisinde depo edilebilir.

b) Hartig net: Kökün daha dış bölgelerindeki kortekste epidermal ve kortikal hücreler arasında yayılan intrasellüler hiflerin yoğun ve çok sıkı bir şekilde bir araya gelmesinden oluşan bir yapıdır.



Şekil 1. Ektomikorizanın bitki kökleri ve dokularındaki görünümü (Peterson ve ark., 2004)

Hartig net karbonhidratlarla minerallerin değiş tokuş edildiği konukçu bitki ve mantar arasındaki bir ara yüzdür

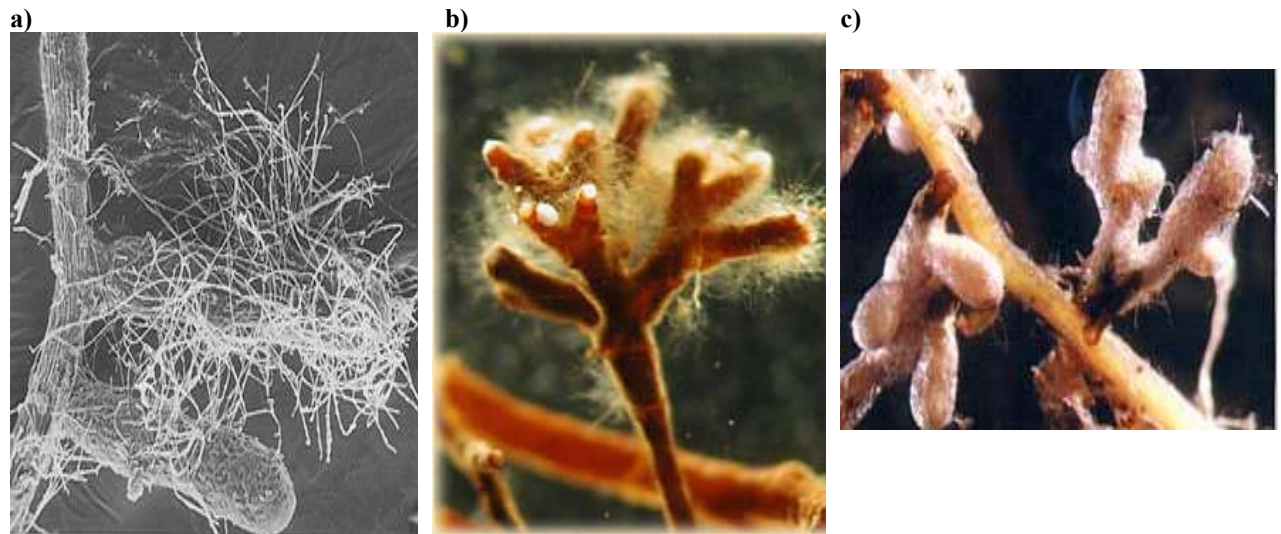
c) External miselyum: Dış fungal örtüden toprak içerisine yayılan hiflerden oluşan miselyumdur. Bu miselyum besin alımı, mineral besin maddelerinin hareketi, su alımı ve diğer toprak mikroorganizmaları ile karşılıklı etkileşimler için geniş bir yüzey alanı sağlamasından dolayı önemlidir.

Mikorizal simbiyozun diğer şekillerinin aksine ECM'da mantar, konukçu bitki türünün korteksindeki hücreler arasında gelişir, hiçbir zaman hücre içinde gelişmez. ECM'da kökler kısa ve kalındır, bir fungal doku örtüsü ile örtülüdürler. Emici kıllar azdır ya da hiç yoktur. Bu emici kıllar besinleri emme rolünü üstlenmektedir. Kısa köklerin üzerinde üzüm salkımı

benzeri dallanmalar meydana gelir. Bu tür oluşum daha ziyade Angiosperm ve Gymnospermelerde gözlenir. *Pinus* türlerinde ise çatallanmış dallar şeklinde oluşumlara rastlanır (Şekil 2). Zaman zaman uzun köklerin de mantar hiflerince enfeksiyona uğradığı görülür. Ancak bu tür enfeksiyon genellikle "Hartig net" tarafından önlenir (Gür ve ark., 1993).

2.1. Ektomikorizal Bitkiler

Ektomikorizal ilişki gösteren bazı bitki türleri Çizelge 1'de verilmiştir. Ektomikorizal ilişkide konukçu bitkiler odunsu ve çok yıllık bitkilerdir. Dünyadaki ormanların çoğu ektomikorizaldır. Tohumlu bitkilerin ise sadece %3'ü ektomikorizal simbiyoz göstermektedir.



Şekil 2. Ektomikorizanın bitki köklerindeki görünümü a) *Hebeloma alpinum* (Agaricales) ile kolonize olmuş *Dryas octopetala*'nın köklerinin scanning elektron mikroskoptaki görünümü (Fotoğraf: J.C. Debaud, R. Pepin, G. Bruchet, 1981) (Anonymous, 2007b), b) Ektomikorizal mantarla kolonize olmuş *Pinus nigra*'nın köklerinin görünümü (Fotoğraf: M. Vohnik) (Anonymous, 2007c), c) Orman ağaçlarının köklerinde ektomikoriza (Anonymous, 2007d)

Çizelge 1. Ektomikorizal ilişki gösteren bitki türleri (Brundrett ve ark., 1996).

Familya	Cins
Betulaceae	<i>Alnus, Betula, Carpinus, Ostrya, Ostryopsis</i>
Caesalpiniaceae	<i>Anthothona, Afzelia, Berlinia, Brachystegia, Eperua, Gilbertiodendron, Intsia, Isoberlinia, Julbernardia, Microberlinia, Monopetalanthus, Tetraberlinia</i>
Casuarinaceae	<i>Allocasuarina (Cassuarina)</i>
Cistaceae	<i>Helianthemum, Cistus, Tuberaria</i>
Corylaceae	<i>Corylus</i>
Cyperaceae	<i>Kobresia (herb)</i>
Dipterocarpaceae	<i>Anisoptera, Dipterocarpus, Hopea, Marquesia, Monotes, Shorea, Vateria</i>
Ericaceae	<i>Cassiope</i>
Euphorbiaceae	<i>Marquesia, Uapaca, Ampera, Poranthera</i>
Papilionaceae (Fabaceae)	<i>Gastrolobium, Gompholobium, Jacksonia, Mirbelia, Oxyllobium, Pericopsis</i>
Fagaceae	<i>Castanea, Castanopsis, Fagus, Nothofagus, Quercus</i>
Gnetaceae	<i>Gnetum</i>
Meliaceae	<i>Owenia</i>
Mimosaceae	<i>Acacia</i>
Myrtaceae	<i>Allosyncarpia, Agonis, Angophora, Baeckea, Eucalyptus, Leptospermum, Melaleuca, Tristania</i>
Nyctaginaceae	<i>Neea, Pisonia</i>
Pinaceae	<i>Abies, Cathaya, Cedrus, Keteleeria, Larix, Picea, Pinus, Pseudolarix, Pseudotsuga, Tsuga</i>
Polygonaceae	<i>Polygonum</i>
Rhamnaceae	<i>Pomaderris, Trymalium</i>
Rosaceae	<i>Dryas</i>
Salicaceae	<i>Populus, Salix</i>
Tiliaceae	<i>Tilia</i>

Bu gruba giren bitkiler kuzey yarımkürede çam (*Pinus*), ladin (*Picea*), köknar (*Abies*), kavak (*Populus*), kayın (*Fagus*), huş ağacı (*Betula*) ve meşe (*Quercus*), güney yarımkürede güney kayını (*Southfagus*) ve Avustralya'da Okalıptus (*Eucalyptus*)'tur (Anonymous, 2007e). Yine bahçe bitkilerinden kestane (*Castanea sativa*), fındık (*Corylus avellana*), ceviz (*Juglans regia*), kiraz (*Prunus avium*) ve vişne (*Prunus cerasus*) ektomikorizal ilişki gösteren türlerdir. Toplamda 43 bitki familyasındaki 140 cinsin ECM meydana getirdiği tespit edilmiştir. Bir ağaç, bazen aynı zamanda birkaç fungal türe konukçu olabilir. Bununla birlikte bazı ağaçlar örneğin söğüt (*Salix*) hem ECM hem de VAM ilişki gösterir (Anonymous, 2007a).

Jonsson (1998) yaptığı çalışmada orman alanlarının her 1 m²'sinde 60 000-1 200 000 arasında ektomikoriza bulunduğu ve incelenen kök uçlarının %95'inde ektomikorizal bir ortaklığa rastlandığını belirlemiştir.

2.2. Ektomikorizal Mantarlar

Ektomikorizal mantarlar ekonomik olarak en önemli mantar gruplarından birini oluşturur. Çoğunluğu Basidiomycota olan toplam 65 cins ECM oluşturur. Bunun 45 tanesi Basidiomycota, 18 tanesi Ascomycota ve geri kalanı da Zygomycota'ya aittir. Örneğin; Basidiomycota'dan Agaricales (*Amanita, Boletus, Suillus, Tricholoma*), Russulales (*Russula, Lactarius, Cortinarius*), Aphyllophorales (*Thelephora*), Hymenogastres (*Rhizopogon*) ve Sclerodermatales (*Scleroderma*), Ascomycota'dan Tuberales (*Tuber* türleri) ve Zygomycota'dan Endogonales takımına giren türler ektomikorizal simbiyoz gösteren mantarlardır (Isaac, 1992; Anonymous, 2007e).

Doğada 5000-6000 arasında mantar türünün ECM meydana getirdiği tahmin edilmektedir (Molina ve Trappe, 1982). İtalyan beyaz tuber mantarı gibi bu mantarlardan bazıları dünyadaki en pahalı yiyecekler arasındadır ve dünya çapındaki marketlerde yerini çoktan almıştır. Dünyada 300'ün üzerinde yenilebilir ektomikorizal mantar türü içerisinde en fazla üzerinde durulan türler Périgord siyah tuber mantarı (*Tuber melanosporum*), İtalyan beyaz tuber mantarı (*Tuber magnatum*), *Cantharellus cibarius*, *Lactarius deliciosus* ve *Tricholoma matsutake*'dir (Anonymous, 2007f).

Ektomikorizal mantarları yaşam biçimleri bakımından 4 gruba ayırmak mümkündür;

Birinci grup: genellikle serbest yaşayan fakat uygun konukçularla mikoriza da oluşturabilen saprofit türlerdir. Örneğin, *Phallus impudicus*.

İkinci grup: genellikle ektomikorizal olan ve geniş bir konukçu sınıfına sahip olan, fakat serbest yaşayan türlerdir. Bu grup mantarlar saprofit bir yeteneğe de sahiptirler. Örneğin, *Scleroderma aurantium*.

Üçüncü grup: bilinen ektomikorizal türlerin büyük bir çoğunluğunu içine alır. Bitki kökleri ile ortak bir yaşam biçimine ve geniş bir konukçu sınıfına sahiptir. Örneğin, *Lactarius deliciosus*.

Dördüncü grup: genellikle serbest yaşamayan ve buna ilave olarak da son derece sınırlı bir konukçu sınıfına sahip olan, yalnızca birkaç mantar türünün olduğu gruptur. Örneğin, *Boletus elegans*.

3. EKTOMİKORİZA OLUŞUMUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Ektomikoriza oluşumunu ve fonksiyonunu etkileyen faktörler fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörler olmak üzere 3 grup altında incelenmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Ektomikoriza oluşumunu ve fonksiyonunu etkileyen faktörler

Fiziksel faktörler	Kimyasal faktörler	Biyolojik Faktörler
Sıcaklık	pH	Konukçu bitki türü
Işık yoğunluğu	N'lu gübreleme	Konukçu bitkinin yaşı
Fotoperiyot	Mikrobesein elementleri	Ektomikorizanın diğer organizmalarla ilişkisi
Toprak nemi	Tuzluluk	
Toprak bünyesi	Pestisit uygulamasının etkisi	
Oksijen	Asitlik	
Hava kirliliği	Oksinler	
Orman rejenerasyon (yenileme) metotları	Sitokininler	
	Kireç	
	Nitrojen elde edilebilirliği	
	Organik madde	

Ektomikorizal mantarlar doğal ya da yapay koşullarda yüksek derecede bir konukçu özgülüğü göstermezler. Bu mantarlar asit nitelikli organik topraklarda, alkali topraklardan daha fazla bulunurlar. Ancak düşük nitrat düzeyli topraklarda ve nötr pH'larda, asit koşullardan daha iyi mikoriza oluşumu belirlendiği bildirilmektedir. Yüksek nitrat ve kireç düzeyleri mikoriza enfeksiyonunu engellemektedir (Haktanır ve Arcaç, 1997).

Bu mantarların çoğu kültürde gelişmesine rağmen, genellikle çok yavaş gelişirler ve kompleks besin gereksinimlerine sahiptirler (Isaac, 1992). Ayrıca selüloz ve diğer maddeleri parçalayamazlar. Ektomikorizal mantarlar aksenik kültürde IAA ve konukçu kök dokusunda oksin oksidaz sistemleri için engelleyici maddeler üretir. Yine köklere IAA uygulamanın mikorizanın aşırı üretimine neden olduğu tespit edilmiştir.

4.EKTOMİKORİZANIN TARIM VE ORMANCILIK AÇISINDAN YARARLARI

Ektomikorizanın tarım ve ormancılık bakımından yararları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

1.Ektomikorizal mantarlar toprakta bitkilerce alınımı yavaş olan başta P olmak üzere N, K, Zn, Cu, Mn, Fe ve Ca'un alınımında önemli rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalarda ektomikorizal köklerin, mikorizal olmayan köklerin kötü derecede yetişebildiği topraklardan mineral sağlamada son derece etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ektomikorizal ilişki sayesinde birçok elementin verimli bir şekilde absorbe edilebildiğini göstermektedir. Ektomikorizal köklerin topraktan besin maddelerini alım hızı mikorizal olmayan köklerin 3 katından daha fazla olabilmektedir. Fosfat alımı ECM'lı bitkilerde ECM'sız bitkilerdekinin yaklaşık olarak 2-5 katı kadardır (Marschner, 1993 ve 1995). Ektomikorizal mantar türü *Boletus suillus* ile aşılana *Acacia auriculiformis*, *Albizia lebbek*, *Gliricidia sepium* ve *Leucaena leucocephala* fidanlarında mikoriza bitki gelişimini teşvik etmiş, P ve N alımını artırmıştır (Osonubi ve ark., 1991). Ektomikorizal mantarların bitki ve toprak arasında

besin maddelerinin transferinde önemli rol oynadığı ve ağaçlar tarafından özellikle P, N ve K alımında önemli olduğu bildirilmektedir (Hagerberg ve ark., 2003; Treseder ve ark., 2004). Ektomikorizal mantarların genellikle çözünmeyen toprak minerallerini harekete geçirebildiği tahmin edilmektedir. Buna ilaveten ektomikorizal mantarlar konukçularına oksinler, sitokininler, gibberellinler ve vitaminler gibi büyümeyi düzenleyici maddeleri de sağlayabilirler. Mikorizal olmayan kökler trehalose, mannitol ve glikojenden yoksun iken, ektomikorizal köklerin trehalose, mannitol, glikojen, glukoz, fruktoz, ve sukroz içerdiği belirlenmiştir.

2.Ektomikorizal topluluklar özellikle büyümenin bazen çeşitli faktörler yüzünden sınırlandırıldığı bölgelerde bulunan bitkiler için önemli olan topluluklardır. Ektomikorizal ilişkiler konukçu bitkinin büyüme hızı, kuru madde üretimi ve mineral besin maddelerinin alımında artışlara neden olur. ECM ayrıca lateral köklerin gelişmesini etkiler (Isaac, 1992). ECM bitkinin fizyolojik sürecinin çoğunda güçlü ve kompleks etkilere sahip olabilir. Örneğin ECM fotosentez, translokasyon modelleri ve morfogenezi etkileyebilir. Ektomikorizal *Laccaria laccata* ile aşılana bir yaşındaki Douglas köknarı fidanlarında P alımı, fotosentez ve su kullanım etkinliğinin arttığı belirlenmiştir (Guehl ve Garbaye, 1991). Değişik ektomikorizal mantar türleriyle aşılana *Pseudotsuga menziesii* fidanlarında hem net fotosentez oranı (hızı) hem de stomatal geçirgenlik, mikorizal olmayan bitkilerle karşılaştırıldığında önemli derecede artmıştır (Dosskey ve ark., 1991). Yapılan bir çalışmada ektomikorizal mantarlar ile aşılana *Pinus sylvestris* fidanlarının köklerindeki kuru madde miktarının, aşılana fidanlara göre 15 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Setala ve ark., 1999). Berman ve Bledsoe (1998) mikorizal aşılama *Quercus lobata*'da kök büyümesinden ziyade sürgün büyümesini artırdığını tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada *Pinus pinea* fidanları 7 ektomikorizal mantar türü ile aşılana ve *Hebeloma crustuliniforme* mantarının *Pinus pinea* fidanlarının gelişimini en fazla teşvik eden mantar türü

olduğu belirlenmiştir (Rincon ve ark., 2001). Ektomikorizal *Lactarius deliciosus* ile aşılana *Pinus sylvestris* fidanlarında ECM'nin bitki büyümesini artırdığı ve steril topraklarda sürgün uzunluğunda %325'e varan artışlara neden olduğu tespit edilmiştir (Guerin ve ark., 2003).

3.Ektomikoriza kurak alanlarda bitki-su ilişkisini düzenlemekte ve türlerin kuraklığa dayanıklılığını arttırmaktadır. Yapılan çalışmalar fungal hiflerin bitki köklerinin ulaşmadığı toprak kısımlarına rahatlıkla ulaştıkları için mikorizanın bu etkilerinin kurak alanlarda daha belirgin olduğunu göstermiştir (Sylvia ve ark., 1993; Sanchez, 1994).

4.Ektomikorizal mantarlar bitkilerin besin maddesi alımını ve su kullanım etkinliğini artırması yanı sıra, toprak yapısını geliştirerek toprağı erozyona karşı da korumaktadır. Bitki ve toprak arasında besin maddelerinin transferinde önemli rol oynayan ektomikorizal mantarların orman topraklarının kimyasal yapısı üzerinde de önemli etkilere sahip olduğunu belirtilmektedir (Glowa ve ark., 2004; Hees ve ark., 2004; Treseder ve ark., 2004).

5.Nematodlar ve toprak patojenleri gibi parazit ve zararlılara karşı bitkiyi korur (Smith ve Read, 1997). Ektomikorizal mantarlar konukçu bitki fizyolojisi üzerindeki etkileri sonucu rizosferdeki mikroorganizmalar özellikle de toprak kökenli patojenlere karşı baskılayıcı bir unsur olarak ortaya çıkarlar ve bitkilerdeki savunma reaksiyonlarını da teşvik ederler. Bunun sonucu olarak da biyolojik mücadelede önemli bir potansiyele sahiptirler (Hatat ve ark., 1999).

6.Ağaçlandırma çalışmalarında ülkemizde yaygın olarak kullanılan Pinaceae familyasına ait türlerin ve Okaliptus fidanlarının köklenmeleri, gelişmeleri ve neslinin başarılı bir şekilde devam ettirilebilmesi için ektomikorizal ilişkiye zorunlu olarak gereksinim duyulmaktadır. Orman ekolojisinde özellikle çam ve meşe türü ağaçlar tamamen mikorizaya bağımlı olup, ektomikoriza türleri ile aşılamadıkları zaman gelişmeyip bodur kalmaktadır. Bu nedenle böyle alanların ve yanmış orman alanlarının ağaçlandırılmalarında mutlaka ektomikorizal mantar aşılması gerekmektedir (Gür, 1998; Guerin ve ark., 2003). Gerçekten ektomikorizal ilişki gösteren orman ağaçlarının çoğu onların mantar ortağına bağımlıdır ve hatta besin maddelerince zayıf topraklarda onlar olmadan yaşayamazlar (Anonymous, 2007e). Ektomikorizal mantarların fidan gelişimini düzenleyici, fidan kalitesini artırıcı ve hastalık etmenlerini engelleyici etkisi yapılan çalışmalarla doğrulanmıştır.

7.Yapılan çalışmalarda ektomikorizal mantarların kompleks azot kaynaklarını kullanımda, azotlu bileşikleri bitkiye taşımada ve çürüyen yaprak süprüntüsünden azot sağlamada önemli rollerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu durum soğukta ve asitli koşullarda düşük mikrobiyal aktivite yüzünden mineral besin döngüsü hızının düşük olduğu, sıcaklıklarda ve sub-boreal ormanlarda oldukça

önemli olabilir. Bu sayede ektomikorizal mantarlar ağaçların azot besininde önemli bir rol oynayabilir. Yine bazı çalışmalar ektomikorizal ilişki sayesinde gölge gibi daha az elverişli koşullarda karbonhidratların bir kısmının yaşlı ağaçların köklerinden genç ağaçlara doğru taşınarak fidanların beslenmesine yardım ettiğini ve bu sayede olgun ağaçlara karşı fidanların rekabet etmesine olanak sağladığını ortaya koymuştur (Anonymous, 2007a). Ektomikorizal mantarlar çoğu orman ekosisteminde dominant ağaç türleri için önemli birer simbiyotik ortaktır (Liang ve ark., 2004; Wallander ve ark., 2004). Koniferlerin vejetatif çoğaltımında ektomikorizal mantarlar başarıyla kullanılabilir (Oliveria ve ark., 2003; Niemi ve ark., 2004). Yapılan bir çalışmada bazı ektomikorizal mantar türlerinin (*Laccaria*, *Scleroderma*, *Pisolithus*) Okaliptus fidanlarına aşılandığında fidanların kök sistemini geliştirerek, daha hızlı gelişmesini sağladıkları ve fidanların hayatta kalmasını teşvik ettikleri belirlenmiştir (Lu ve ark., 1998). *Lactarius*, *Pisolithus* ve *Suillus* gibi ektomikorizal mantar türlerinin yeniden ağaçlandırma programları ve ağaçların kalitatif gelişimi için önemli mikroorganizmalar olduğu belirtilmiştir (Araujo ve ark., 1998). Niemi ve ark. (2004) ekonomik olarak önemli koniferlerin çoğunlukla ektomikorizal mantarlar ile simbiyotik ilişki oluşturduklarını, kök ve sürgün büyümesinde önemli etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca ektomikorizal mantarlar ile aşılana ağaçların dış ortama transferinde stresin üstesinden gelebilme yeteneğinin de arttığını tespit etmişlerdir.

8.Ektomikorizal mantarlar çevresel kirleticilere karşı dayanıklılığı artırır. Sürekli olarak organik kirleticilerle bulaşan toprağın temizlenilmesini kolaylaştırmak için ektomikorizal ilişkilerin kullanılabilirliği araştırılmış ve ektomikorizal mantarların toprağın temizlenmesinde önemli bir rol oynadığı tespit edilmiştir (Meharg ve Cairney, 2000).

9.Yine yapılan çalışmalarda ektomikorizanın bazı metal iyonlarının konukçu bitkideki toksitesini azaltabileceği ortaya çıkarılmıştır. Bu ilişkilerin etkinliği mantarın metal toleransına ve mantar yoğunluğuna bağlı olmaktadır (Perrin ve Salerno, 1994). Ajungla ve ark. (2003)'nın yaptıkları çalışmada ektomikorizanın yokluğunda ağır metallerin şiddetli bir şekilde enzim aktivitesini ve ektomikorizanın ağır metal toksitesini azalttığını belirlemişlerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sürdürülebilir ekosistemin en önemli anahtarlarından biri olan ektomikorizal mantarların, öncelikle bitki gelişimi üzerindeki olumlu etkileri ve biyolojik kimlikleri yanında, çevre ve insan sağlığı üzerindeki koruyucu özellikleri nedeniyle yakın bir gelecekte entegre mücadele programlarının vazgeçilmez elemanlarından biri olmaları kaçınılmazdır. Ekolojik olarak doğal dengenin korunmasında önemli role sahip olan ektomikorizanın, gelişen teknoloji yardımı ile doğal gübre olarak

kullanılması hem kimyasal gübre kullanımı azaltılacak hem de daha fazla ve daha kaliteli ürün elde edilebilmesini sağlayacaktır.

Doğadan toplanıp, sevilerek tüketilen, değerli birçok ektomikorizal mantar türü bulunmaktadır. Bunların kültüre alınabilmeleri için öncelikle mantar türlerinin biyolojisi ve konukçu bitkilerle ektomikorizal ilişkilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu mantar türlerinin kültüre alınması özellikle orman alanlarının yeniden ağaçlandırılma çalışmalarında ve orman köylülerine ek gelir sağlanmasında büyük katkılar sağlayacaktır.

Sağlıklı fidan yetiştirmede ve yanmış orman alanlarının ağaçlandırılmalarında mutlaka ektomikorizal mantar aşılması gerekmektedir. Maalesef şimdiye kadar yapılan çalışmalarda dünya ormancılığında özel ektomikorizal mantarların kullanım potansiyeli konusunda henüz istenilen seviyeye gelinememiştir.

Bu nedenle topraklarımızdaki ektomikorizal potansiyelin belirlenmesi ve ektomikorizal mantarların bitki yararına kullanılmasına yönelik bilimsel çalışmaların yapılarak, pratiğe aktarılması ülkemiz tarımı ve ormancılığı açısından önemli olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Ajungla, T., Sharma, G.D., Dkhar, M.S., 2003. Heavy metal toxicity on dehydrogenase activity on rhizospheric soil of ectomycorrhizal pine seedlings in field condition. *Journal of Environmental Biology*, 24 (4): 461-463.
- Araujo, A.A. ou De Araujo, A.A., Hannibal, L., Plassard, C., Mousain, D., Roussos, S., 1998. Apical growth of ectomycorrhizal fungi *Pisolithus*, *Suillus* and *Lactarius* on agar media. *Micol Neotrop Apl.*, 11: 23-34.
- Anonymous, 2007a. The Microbial World: Mycorrhizas. (Produced by J. Deacon). <http://helios.bto.ed.ac.uk/bto/microbes/mycorr.htm> (Ulaşım tarihi: 30.01.2007).
- Anonymous, 2007b. Ectomycorrhiza. <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e33/3.htm> (en son düzenleme 07/31/2003, Ulaşım tarihi: 02.02.2007).
- Anonymous, 2007c. Mycorrhiza. <http://www.ibot.cas.cz/mykosym/mycorrhiza.html> (Ulaşım tarihi: 02.02.2007).
- Anonymous, 2007d. http://www.pflanzenkultur.de/index_e.html?ektomykorrhiza (Ulaşım tarihi: 02.02.2007).
- Anonymous, 2007e. Ectomycorrhizal Fungi. <http://www.nifg.org.uk/ecto.htm>.
- Anonymous, 2007f. Mycorrhizas. <http://www.crop.cri.nz/home/products-services/publications/broadsheets/mycorrhizas.pdf>. (Ulaşım tarihi: 02.02.2007).
- Berman, J.T., Bledsoe, C.S., 1998. Soil transfers from valley oak (*Quercus lobata* Nee) stans increase ectomycorrhizal diversity and alter root and shoot growth on valley oak seedlings. *Mycorrhiza*, 7: 223-235.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., Malajczuk, N., 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. Australian Center for International Agricultural Research, p.374.
- Dosskey, M.G., Boersma L., Linderman, R.G., 1991. Role for the photosynthate demand of ectomycorrhizas in the response of Douglas fir seedlings to drying soil. *New Phytologist*, 117 (2): 327-334.
- Glowa, K.R., Arocena, J.M., Massicotte, H.B., 2004. Properties of soils influenced by ectomycorrhizal fungi in hybrid spruce [*Picea glauca* x *engelmannii* (Moench.) Voss]. *Canadian Journal of Soil Science*, 84 (1): 91-102.
- Guehl, J.M., Garbaye, J., 1991. The effects of ectomycorrhizal status on carbon dioxide assimilation capacity, water-use efficiency and response to transplanting in seedlings of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco. *Amer. Sci. For.*, 21: 551-563.
- Guerin-Laguette, A., Conventi, S., Ruiz, G., Plassard, C., Mousain, D., 2003. The ectomycorrhizal symbiosis between *Lactarius deliciosus* and *Pinus sylvestris* in forest soil samples: symbiotic efficiency and development on roots of a rDNA internal transcribed spacer-selected isolate of *L. deliciosus*. *Mycorrhiza*, 13 (1): 17-25.
- Gür, K., 1998. Mikorizal Sınıflama (Mikorizal Enfeksiyon Tipleri). Toprak ve Bitkide Mikoriza. (Workshop notları, 20-22 Mayıs), 56-58, Adana.
- Gür, K., Uyanöz, R., Akın, N., Özkan, V.K., 1993. Vesiküler-arbüsküler mikorizanın Konya yöresi topraklarındaki dağılımı üzerine bir araştırma. 8. Kükem Kong. (20-22 Eylül 1993), Ankara.
- Hagerberg, D., Thelin, G., Wallander, H., 2003. The production of ectomycorrhizal mycelium in forests: Relation between forest nutrient status and local mineral sources. *Plant and Soil*, 252 (2): 279-290.
- Haktanır, K., Arcak, S., 1997. Toprak Biyolojisi Ders Kitabı. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 447, Ankara.
- Harley, J.L., Smith, S.E., 1983. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press. London.
- Hatat, G., Bozoğlu, H., Pekşen, A.U., 1999. Mikorizanın bitkisel üretim açısından önemi. Karadeniz Bölgesi Tarım Sempozyumu. Bildiriler. Cilt 2, O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma Seri No: 5, 657-666.
- Hees, P.A.W., Jones, D.L., Jentschke, G., Godbold, D.L., 2004. Mobilization of aluminium, iron and silicon by *Picea abies* and ectomycorrhizas in a forest soil. *European Journal of Soil Science*, 55 (1): 101-111.
- Isaac, S., 1992. Fungal Plant Interactions. Chapman and Hall, London, UK, p.418.
- Jonsson, L., 1998. Community Structure of Ectomycorrhizal Fungi in Swedish Boreal Forests, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Liang, Y., Guo, L.D., Ma, K.P., 2004. Spatial pattern of the most common late-stage ectomycorrhizal fungi in a subtropical forest in Duijiangyan, Southwest of China. *Acta Botanica Sinica*, 46 (1): 29-34.
- Lu, X., Malajczuk, N., Dell, B., 1998. Mycorrhiza formation and growth of *Eucalyptus globulus* seedlings inoculated with spores of various ectomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 8: 81-86.
- Marschner, H., 1993. Zinc uptake from soils. In: Zinc in Soil and Plants. (Ed. Robson, A.D.), Kluwer Academic Publishers.
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of High Plants. Second Edition. Academic Press London.
- Meharg, A.A., Cairney, J.W.G., 2000. Ectomycorrhizas-extending the capabilities of rhizosphere remediation. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 1475-1484.
- Molina, R., Trappe, J.M., 1982. Patterns of ectomycorrhizal host specificity and potential among Pacific Northwest conifers and fungi. *For Sci.*, 28: 423-458.
- Niemi, K., Scagel, C., Haggman, H., 2004. Application of ectomycorrhizal fungi in vegetative propagation of conifers. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 78 (1): 83-91.
- Oliveira, P., Barriga, J., Cavaleiro, C., Peixe, A., Potes, A.Z., 2003. Sustained in vitro root development

- obtained in *Pinus pinea* L. inoculated with ectomycorrhizal fungi. *Forestry*, 76 (5): 579-587.
- Ortaş, İ., 1997. Mikoriza nedir? TÜBİTAK Dergisi, Şubat 1997, Sayı 351, Ankara.
- Ortaş, İ., 1998. Mikorizanın narenciye tarımındaki önemi ve kullanım olanakları. *Turunçgil Bülteni*, 8 (23): 9-15.
- Osonubi, O., Mulongoy, K., Awotoye, O.O., Atayese, M.O., Okali, D.U.U., 1991. Effects of ectomycorrhizal and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on drought tolerance of four leguminous woody seedlings. *Plant and Soil*, 136 (1): 131-143.
- Perrin, R., Salerno, M.I., 1994. Current developments in research related to the influence of mycorrhizae and plant protection and resistance to abiotic stresses. In: *Mycorrhizas in Integrated Systems From Genes to Plant development Proceedings of the Fourth European Symposium on Mycorrhizas*, 11-14 July, Granada, (Eds. Azcon-Aguilar C. and J.M. Barea), pp: 401-406.
- Peterson, R.L., Massicotte, H.B., Melville, L.H., 2004. *Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology*. National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario, pp. 173. http://www.namyco.org/book_reviews/Mycorrhizas.htm 1 (Ulaşım Tarihi: 02.02.2007).
- Rincon, A., Alvarez, I.F., Pera, J., 2001. Inoculation of containerized *Pinus pinea* L. seedlings with seven ectomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 11 (6): 265-271.
- Sanchez, D.M., 1994. Survival of arbuscular mycorrhizal plants in drying soil. In: *Mycorrhizas in Integrated Systems From Genes to Plant development Proceedings of the Fourth European Symposium on Mycorrhizas*, 11-14 July, Granada, (Eds. Azcon-Aguilar C. and J.M. Barea), pp: 407-412.
- Setälä, H., Kulmala, P., Mikola, J., Markkola, A.M., 1999. Influence of ectomycorrhiza on the structure of detrital food webs in pine rhizosphere. *Oikos*, 87: 113-122.
- Smith, S.E., Read, D.J., 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Second Edition, Academic Pres., London, UK.
- Sylvia, D.M., Hammond, L.C., Bennett, J.M., Haas, J.H., Linda, S.B., 1993. Field response of maize to VAM fungus and water management. *Agron. J.*, 85: 193-198.
- Treseder, K.K., Masiello, C.A., Lansing, J.L., Allen, M.F., 2004. Species-specific measurements of ectomycorrhizal turnover under N-fertilization: combining isotopic and genetic approaches. *Oecologia*, 138 (3): 419-425.
- Wallander, H., Goransson, H., Rosengren, U., 2004. Production, standing biomass and natural abundance of N-15 and C-13 in ectomycorrhizal mycelia collected at different soil depths in two forest types. *Oecologia*, 139 (1): 89-97.

YENİLEBİLİR EKTOMİKORİZAL MANTARLARIN YETİŞTİRİCİLİĞİ VE BU KONUDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Aysun PEKŞEN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

Beyhan KİBAR

Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

Sorumlu yazar: aysunp@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.03.2007

Kabul Tarihi: 15.06.2007

ÖZET: Yenilebilir ektomikorizal mantarlar, mantar türleri içerisinde ekonomik olarak en önemli mantar gruplarından birini oluştururlar ve aynı zamanda büyük pazar payına sahiptirler. Dünyadaki yenilebilir mantar türlerinin yaklaşık yarısı ektomikorizal gruba aittir. Bununla birlikte, bu mantar türlerinin kültüre alınmasıyla ilgili dünyada sınırlı sayıda çalışma bulunmakta ve çok azı başarılı bir şekilde yetiştirilebilmektedir. Bu makalede ektomikorizal mantarların yetiştiriciliğinde kullanılan yöntemler ve kültüre alınması konusunda yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ektomikorizal mantarlar, kültüre alma, inokulasyon, inokulum

CULTIVATION OF EDIBLE ECTOMYCORRHIZAL MUSHROOMS AND RELATED STUDIES

ABSTRACT: Edible ectomycorrhizal mushrooms are one of the most economically important groups among mushroom species and they have also important market rate. Approximately, half of the total edible mushroom species are belong to ectomycorrhizal groups. However, there are a very limited number of studies on the cultivation of ectomycorrhizal mushrooms and also a few of them could be able to cultivated successfully. In this review, methods used in the cultivation of ectomycorrhizal mushrooms and studies on their cultivation are presented.

Key words: Ectomycorrhizal fungi, cultivation, inoculation, inoculum

1. GİRİŞ

Dünyada yaklaşık 2500 yenilebilir mantar türünün bulunduğu kaydedilmiştir. Dünyadaki yenilebilir mantar türlerinin yaklaşık yarısı ektomikorizal gruba aittir. Ektomikorizal mantar türleri içerisinde en aranan ve en pahalı olan türler *Tuber melanosporum*, *T. magnatum*, *Tricholoma matsutake*, *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius*, *Lactarius deliciosus* ve *Amanita caesarea* türleridir. Bunların toplam pazarı milyarlarca Amerikan doları olarak ölçülmektedir (Wang ve Hall, 2004).

Son yüzyılda dünyada bazı yenilebilir ektomikorizal mantar türlerinin doğadan toplanan miktarlarında önemli derecede azalmalar meydana gelmiştir. Örneğin, Avrupa'da doğadan toplanan *Tuber melanosporum* miktarı 20. yy'ın başlarında 2000 ton iken, günümüzde 150 tona düşmüştür (Olivier, 2000; Lefevre ve Hall, 2001). Japonya'da *Tricholoma matsutake* (Wang ve ark., 1997) ve Kuzey yarımkürede yetişen diğer önemli yenilebilir ektomikorizal mantar türlerinin (Cherfas, 1991) hasatları sırasındaki mantar miktarları da önemli derecede azalmıştır. Bu azalmaların başlıca sebepleri arasında ormanların tahrip edilmesi, hastalık ve zararlılar yüzünden ormanlardaki konukçu bitkilerin kaybı, doğal ormanlarda bulunandan daha sık olarak ağaç dikimi yapılması gibi değişen ormancılık uygulamaları, zayıf konukçu bitki türleri ile yapılan plantasyonların doğal ormanların yerini alması, global ısınma, kalabalık toplayıcılar tarafından toprağın sıkıştırılması, asit yağmurları ve II. Dünya Savaşı sırasında özellikle truffle gibi mantar türlerinin nerede bulunduğu ve nasıl hasat edileceği konusundaki bilginin kaybı yer almaktadır (Cherfas, 1991; Wang ve ark., 1997; Olivier, 2000; Lefevre ve Hall, 2001).

Doğadaki mantar miktarındaki azalma mikorizal mantarların yetiştiriciliği konusunda araştırmaların yapılmasına neden olmasına rağmen, bu konudaki bilimsel literatür mikorizal araştırmanın diğer alanları ile karşılaştırıldığında yetersiz kalmıştır. *Cantharellus cibarius*, *Lyophyllum shimeji* ve *Lactarius deliciosus* gibi türlerin yetiştiriciliği konusunda metotlar geliştirilmekle birlikte, kontrollü koşullarda yalnızca birkaç yenilebilir ektomikorizal mantar türü yetiştirilebilmektedir (Godbout ve Fortin, 1990; Hall ve Wang, 1998a). Diğer taraftan, *Lyophyllum shimeji*, *Cantharellus cibarius* ve *Tuber melanosporum* türlerinin sporokarları sırasıyla laboratuvar, sera ve ekzotik plantasyon koşullarında üretilmektedir (Ohta, 1994a; Danell ve Camacho, 1997; Hall ve Wang, 1998b). Spor süspansiyonları veya basidiokarplardan (mantarlardan) ya da mikorizal kök uçlarından hazırlanan saf kültürlerle inokulasyonun ardından enfekte olan bitkilerle *Lactarius deliciosus*, *Lyophyllum shimeji*, *Rhizopogon rubescens*, *Suillus granulatus*, *Terfezia* türleri ve *Tuber borchii*, *T. melanosporum*, *T. uncinatum*'un da içinde bulunduğu değişik *Tuber* türleri gibi yenilebilir mikorizal mantarların arazide basidiokarplarının elde edildiği bildirilmiştir (Sisti ve ark., 1998; Morte ve ark., 2000; Hall ve ark., 2002; Wang ve ark., 2002). Ayrıca Danell ve Camacho (1997) serada torbalarda (kavanoz, kap) *Cantharellus cibarius* üretmeyi başarmışlardır. Bu başarılar rağmen *Tuber magnatum*, *Tricholoma matsutake* ve *Boletus edulis* gibi ticari açıdan önemli ve dünyanın en pahalı ektomikorizal mantar türlerinin çoğu yetiştirilememektedir (Hall ve ark., 1998; Wang ve Hall, 2004).

Ektomikorizal mantarların yetiştiriciliğinde en önemli engeller başarılı bir şekilde gelişip mantar oluşturabilmeleri için konukçu bir bitkiye ihtiyaç duymaları, besin ortamında miselyumun yavaş gelişim hızı, plantasyonların oluşturulmasından hem önce hem de sonra diğer ektomikorizal mantarlar ile kontaminasyona ihtiyaç duymaları, konukçu bir bitki ile mikorizal ilişkinin sürdürülme zorluğu ve mantar oluşum mekanizmaları konusundaki bilgi eksikliği olarak sayılabilir (Hall ve Wang 1998a; Hall ve ark., 2003). Bu mantarların çoğu kültürde gelişmesine rağmen, genellikle çok yavaş gelişirler ve kompleks besin gereksinimlerine sahiptirler (Isaac, 1992). Yapılan *in vitro* çalışmalar ektomikorizal mantarların selüloz ve lignin gibi kompleks karbon bileşiklerini parçalayamadıklarını, bu nedenle yaprak ve ibre artıkları gibi maddeler üzerinde gelişemeyeceklerini göstermiştir. Ayrıca ektomikorizal mantarların kültüre alınmalarının zor olduğu belirtilmiştir (Hutchison, 1999).

Yenilebilir bir ektomikorizal mantarın yetiştiriciliği ilk kez Joseph Talon tarafından 18. yy'ın ilk yarısında başarılmıştır. Joseph Talon siyah *Tuber* mantarlarını üreten konukçu ağaçların kök bölgelerinden meşe fidanları şaşırtılırsa, bunlardan meydana gelecek yeni ağaçların da *Tuber* üretebileceğini düşünmüştür. Çok gelişmiş bir yöntem olmamasına rağmen Talon'un tekniği 150 yıl boyunca dünyada geniş çapta kullanılmıştır. *Tuber uncinatum* ve *Lyophyllum shimeji* türlerini yetiştirmek için de benzer teknikler kullanılmıştır (Fujita ve ark., 1990). Bununla birlikte 1970'li yılların başında seralarda ya sporlarla ya da bulaşık kök parçaları kullanarak *Tuber* türleri ile bitkileri enfekte etmek (bulaştırmak) için daha güvenilir metotlar bulunmuştur (Chevalier ve Dupre, 1990; Kagan-Zur, 2002). Günümüzde dünyada düzinelerce fidanlıkta *Tuber melanosporum* ve *T. uncinatum* ile inokule olmuş fidan üretilmesine rağmen (Olivier, 2000; Lefevre ve Hall, 2001), hem sulama, gübreleme, sıcaklık, ışık seviyesi, yetiştirme ortamının formülasyonu ve pH hem de inokulumun miktarı, kalitesi ve uygulanması gibi başarıyı sağlayacak çoğu ayrıntı meslek sırrı olarak kalmaktadır (Hall ve Wang, 1998a; Pacioni ve Comandini, 2000). Yenilebilir bir mikorizal mantarın genç veya yaşlı ağaçların yanında bulunup bulunmayacağını belirlemek, mantarın tolere ettiği optimum iklim ve toprak koşullarını tespit etmek, mikorizal topluluk yapıları üzerinde değişen çevresel koşulların etkisini izlemek, diğer toprak altı organizmalarıyla onların ilişkilerini belirlemek ve mantar oluşumunu başlatmak için gerekli faktörleri belirlemek amacıyla bu alanda önemli çalışmalara ihtiyaç vardır (Visser, 1995; Redecker ve ark., 2001; Duplessis ve ark., 2002; Lilleskov ve ark., 2002).

2. EKTOMİKORİZAL MANTARLARIN KÜLTÜRE ALINMASI

2.1. Mantar Örneklerinin Toplanması

Ektomikorizal mantarlar en yaygın olarak

sporokarp dokusundan izole edilirler. Bununla birlikte ayrıca sterilize edilen ektomikoriza, sklerat veya rizomorfların yüzeyinden ve bazı durumlarda eşeyssel sporlardan da izole edilebilir. Mantarlar iyi durumda iken ve değişik gelişme safhalarında toplanmalıdır. İzolasyonlar için genç mantarlar tercih edilmekle birlikte, türün güvenilir bir şekilde tespit edilebilmesi için tamamen olgunlaşmış örneklerde toplanmalıdır. Küçük bir bıçak kullanılarak sapın tabanı dahil tüm mantar topraktan çıkarılır. Mantar temizlenir ve mumlanmış kağıt torbalara konulur. Aşırı nem bakteri ve küf gelişimine sebep olduğu ve mantarların hızla bozulduğu için plastik torbalar mantarların depolanması için uygun değildir. Toplama esnasında mantarların doğal ortamı (buldukları alanın yüksekliği, bitki örtüsü, iklim özellikleri) ve makroskopik özellikleri (renk, şekil, büyüklük, vs.) ile ilgili bilgiler kaydedilerek, fotoğrafları çekilmelidir.

Mantarlar toplandıktan sonra izolasyonlar mümkün olan en kısa sürede yapılmalıdır. İzolasyon hemen arazide yapıldığı zaman ise genellikle en iyi sonuçlar alınır. Eğer toplandıktan sonra birkaç gün içerisinde izolasyon yapılacaksa örnekler buzdolabında (3-5°C) saklanmalıdır.

2.2. Saf Kültürlerin Elde Edilmesi

Dünyada ektomikorizal mantar türlerinin saf kültürlerinin elde edilmesinde değişik besi ortamları kullanılmaktadır. Genellikle MMN (Modifiye edilen Melin-Norkrans Ortamı), BAF (Biotin-Aneurin-Folic Acid Agar), PDA (Patates Dekstroz Agar), MEA (Malt Ekstrakt Agar), M40, PACH, FDA ve Gamborg ortamı daha yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu besi ortamlarının içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Besi ortamları 121°C'de 20 dakika steril edildikten sonra kullanılmaktadır.

Fungal inokulasyonlar bulaşmanın minimize edildiği laminar akışlı (steril) bir kabinde yapılmalıdır. Steril kabinde her kullanımdan önce yüzey sterilizasyonu yapılmalı ve hava akışının yeterli olduğu rutin olarak denetlenmelidir. Laboratuvara getirilen mantar örnekleri öncelikle alkol ile steril hale getirilmelidir. Mantar iyice temizlendikten sonra, sapın alt ucundaki toprak kalıntısının olduğu kısım kesilmelidir. Steril edilen iyi uçlu bir bıçak yardımıyla mantar dokusu 2-5 mm³ parçalar halinde kesilip, steril bir transfer iğnesi yardımıyla deney tüpü veya petri kaplarında bulunan steril edilmiş değişik besi ortamlarına aşılmalıdır. İyi bir sonuç için mantarların şapka ve sap gibi 2-3 farklı yerinden izolasyon yapılmalıdır. Lameller üzerinden alınan dokunun çoğunlukla en iyi sonucu verdiği belirlenmiştir. Aşılardan sonra kültürler 20-25°C'de inkübe edilmektedir. Başarılı bir izolasyondan 4-7 gün sonra, petri kaplarında gözle görülebilir bir misel büyümesi başlar ve yaklaşık olarak birkaç hafta sonra misel tüm agar yüzeyini sarar. Misel tüm petriyi sardıktan sonra elde edilen saf kültürler kullanılıncaya kadar buzdolabında (+4°C) saklanmalıdır. Aktif misel gelişimlerini sağlamak için rutin olarak izolatların alt

Çizelge 1. Ektomikorizal mantarların saf kültürlerinin elde edilmesinde yaygın olarak kullanılan besin ortamları ve içerikleri

Ortam	İçerikleri
PDA	200 g patates, 20 g agar, 20 g dekstroz, 1 lt destile su
M40	66.8 mg CaCl ₂ .2H ₂ O, 500 mg KH ₂ PO ₄ , 25 mg NaCl, 250 mg (NH ₄) ₂ HPO ₄ , 150 mg MgSO ₄ .7H ₂ O, 10 mg Thiamine-HCl, 10 g glukoz, 5 g malt ekstrakt, 10 g agar, 0.5 ml %1'lik FeCl, 1 lt destile su
BAF	30.0 g glukoz, 2.0 g pepton, 0.2 g maya ekstrakt, 0.5 g KH ₂ PO ₄ , 0.5 g MgSO ₄ .7 H ₂ O, 10.0 mg FeCl ₃ .6 H ₂ O, 1.0 mg ZnSO ₄ .7 H ₂ O, 5.0 mg MnSO ₄ , 100.0 mg CaCl ₂ .2 H ₂ O, 50.0 µg Thiamin HCl, 1.0 µg Biotin, 100.0 µg folik acit, 50.0 µg inositol, 15.0 g agar, 1 lt destile su, pH 5.8-6.3
MMN	0.025 g NaCl, 0.5 g KH ₂ PO ₄ , 0.25 g (NH ₄) ₂ HPO ₄ , 0.05 g CaCl ₂ , 0.15 g MgSO ₄ .7H ₂ O 0.001 g FeCl ₃ . 6H ₂ O, 100 µg Thiamine, 2.5 g glukoz, 5 g malt ekstrakt, 15 g agar, 1 lt destile su, pH 5.5-7
PACH	500 mg C ₄ H ₁₂ N ₂ O ₆ , 1000 mg KH ₂ PO ₄ , 500 mg MgSO ₄ .7H ₂ O, 50 mg CaCl ₂ , 20 mg Fe EDTA, 2.8 mg H ₃ BO ₃ , 3 mg MnCl ₂ .2H ₂ O, 2.3 mg ZnSO ₄ .7 H ₂ O, 0.63 mg CuCl ₂ .2H ₂ O, 0.27 mg Na ₂ Mo ₄ .2H ₂ O, 5 g maltoz, 20 g glukoz, 0.1 µg Thiamine HCl, 8 g agar, 1 lt destile su, pH 5.4
FDA	500 mg NH ₄ Cl, 500 mg KH ₂ PO ₄ , 500 mg MgSO ₄ .7 H ₂ O, 20 g glukoz, 5 g malt ekstrakt, 8 g agar, 1 lt destile su, pH 5.0
Gamborg	1652 mg (NH ₄) ₂ SO ₄ , 163 mg KH ₂ PO ₄ , 246 mg MgSO ₄ .7 H ₂ O, 147 mg CaCl ₂ .2 H ₂ O, 28 mg FeSO ₄ .7H ₂ O, 3.1 mg H ₃ BO ₃ , 10.1 mg MnSO ₄ .7 H ₂ O, 2 mg ZnSO ₄ .7 H ₂ O, 3 mg Cu SO ₄ , 2 mg Na ₂ Mo ₄ .2H ₂ O, 0.025 mg CoCl ₂ .6 H ₂ O, 0.75 mg KI, 5 g dekstroz, 1 lt destile su, pH 5.5
MEA	20 g malt ekstrakt, 15 g agar, 1 lt destile su

kültürlere alınması gerekmektedir. Alt kültürü hazırlamak için koloninin kenarından alınan bir parça, deney tüplerindeki yeni besin agarının üzerine steril bir transfer iğnesi yardımıyla aseptik olarak doğrudan doğruya taşınmalıdır. Hazırlanan stok kültürleri 3-5°C'de muhafaza edilmektedir (Palmer, 1971).

2.3. Ektomikorizal Mantar İnokulumunun Üretimi

Laboratuvar, fidanlık ve arazi uygulamalarında kullanım için inokulum üretmek amacıyla ilk olarak organizmayı izole etmek, onu aksenik kültürde geliştirmek ve yeterli miktarda fungus üretmek gerekmektedir (Harvey, 1991). Fidanları ektomikorizal mantarlarla aşılama için doğal plantasyonlardan alınan toprak karışımından oluşan inokulum, mikorizal fidanlar ve kökler, mantarlar, sporlar ve ektomikorizal mantarların saf kültürleri kullanılmaktadır (Harris ve Jurgensen, 1977; Molina, 1979; Fries, 1987).

a) Toprak inokulumu: Toprak inokulumu en yaygın olarak kullanılan doğal inokulum kaynağıdır (Marx ve Kenny, 1982). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde çam ağacı plantasyonlarından alınan toprak veya humus tabakası doğal inokulum olarak kullanılmaktadır (Marx, 1991). Toprak inokulumu ya toprak üzerine 0.5-1 cm yüksekliğinde serilerek köklenme ortamına karıştırılmakta ve genç fidanların etrafındaki toprak sulanmakta ya da suda süspansiyon haline getirilerek (20 lt suya 1 kg toprak olacak şekilde) fidanlar üzerine dökülmektedir. Genellikle bu işlem mevsim boyunca 3-4 kez yapılabilir. Taze olarak toplanan toprak ile birkaç ayda toplanan ve stok yapılan topraktan daha iyi sonuçlar elde edilmektedir. Toprak inokulumu kullanmanın bir avantajı, toprağın azot fikse eden bakterileri içerme olasılığının olmasıdır. Ayrıca spor, bitki kökleri ve hiflerden oluşan toprak inokulumu fidanları inokule edebilmektedir. Toprak inokulumunun toplanması ve uygulanması diğer inokulum tiplerine göre daha kolaydır (Helm ve Carling, 1990). Dezavantajları ise toprak içerisinde bulunan diğer mantar türlerinin

kontrol edilememesidir. Toprağın istenen mantar türlerini içermesinin hiçbir garantisi yoktur. Fazla miktarlarda toprağın taşınması zor ve pahalıdır (Marx ve Kenny, 1982). Ayrıca toprak inokulumu ektomikorizal mantarlara ilaveten zararlı mikroorganizmaları ve yabancı otları da içerebilmektedir. Toprak inokulumu bazen kil, hayvan gübresi ve diğer katkı maddeleriyle karıştırılarak kullanılabilir.

b) Spor inokulumu: İnokulum olarak sporların kullanılması 18. yüzyıla dayanmaktadır (Marx ve Kenny, 1982). Çoğu ektomikorizal mantar toprak üzerinde sporoforlar meydana getirir. Bu sporoforlarda üretilen sporlar rüzgar, yağmur, böcekler ve küçük hayvanlar tarafından uzak mesafelere yayılabilir. Sporlar toplandıktan kısa bir süre sonra geniş bir yüzey alanına sahip 1-2 cm derinliğindeki tepsilere serilir, %40-50 nispi nemde ve 22-26°C'de hava ile kurutulur. Kurutma sırasında tepsideki spor tabakası her 3-4 saatte bir dikkatli bir şekilde karıştırılmalıdır. *Pisolithus tinctorius*, *Rhizopogon vinicolor* ve *R. colossus*'un basidiospor inokulantı dünyada son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Sporlar değişik şekillerde kullanılabilir. 1) Toprağa karıştırılmadan önce kum, kil veya vermikülit gibi bir taşıyıcıyla karıştırılabilir. 2) Süspansiyon haline getirilebilir. 3) Serpilerek veya püskürtülerek kullanılabilir. 4) Küçük topraklar haline getirilip, tohum gibi saçılabilir. 5) İnokulant tohumlar üzerine kaplanarak da kullanılabilir (Marx ve Bell, 1985; Castellano ve Molina, 1989; Marx ve ark., 1989). İnokulasyon için ektomikorizal mantar sporlarının kullanılmasının en önemli avantajı, vejetatif inokulum gibi aseptik koşullar altında hiç yayılmayan sporları gerektirmesidir. Diğer bir avantajı sporların bir mevsimden diğerine kadar hayatta kalma yeteneğinin sürmesidir. Sporlar uzun bir gelişim safhası gerektirmez ve hafiftir. Spor inokulumunun en büyük dezavantajlarından bir tanesi sporların uzun süre canlı kalabilmesine rağmen, sporların canlılığını tespit

etmek için standart laboratuvar testlerinin olmayışıdır (Norland, 1993). Spor canlılığını tespit etmenin en güvenilir yolu doğrudan ektomikorizal sentez testleridir. Diğer bir dezavantajı ise fidanlıkları aşlamak için gereken çok sayıda mantarın yeterli miktarda sporokarpı her yıl mevcut olmayabilir. Ektomikorizal mantarların sporları küçüktür ve kök bölgesinde yıkanabilir. Basidiosporlar ile ektomikoriza oluşumu genellikle aynı mantarın vejetatif inokulumundan 3-4 hafta kadar daha uzun bir zaman alır. Spor inokulumunun kullanılmasında belki de en önemli problem genetik tanımlamanın olmayışıdır.

c) Vejetatif inokulum: Ektomikorizal mantarların saf misel veya vejetatif inokulumu biyolojik olarak en güvenilir inokulum tipi olarak tavsiye edilmektedir (Marx ve Kenny, 1982). İnokulasyon programında birinci ve en önemli adım mantarların seçimidir. Konukçu özgülüğü (ne kadar çok konukçu olursa o kadar iyi olur), mantarın saf kültürde gelişebilme ve elle muameleye dayanma yeteneği aday mantarların seçiminde dikkate alınan kriterlerdir (Norland, 1993). Eğer mantar fiziksel işlem (karıştırma, kurutma) veya toprak nemi ve sıcaklığındaki dalgalanmalara karşı canlı kalamıyorsa bu mantarın vejetatif inokulumunun büyük miktarlarda üretimi çok az öneme sahiptir. Diğer bir husus seçilen mantarın fidanların dikildiği yere adaptasyonudur. Ayrıca aday mantarda hif ve sklerat üretimi de önemli ayırt edici özelliklerdir.

Dünyanın değişik kısımlarındaki birçok araştırmacı vejetatif inokulum üretim yöntemleri geliştirmişlerdir. Küçük kaplarda, saksılarda, parsellerde ve hatta küçük fidanlık arazilerinde yürütülen çalışmalar için yeterli miktarda vejetatif inokulum üretmek kolaydır. Fakat geniş ölçekli bir fidanlık inokulasyonu için yeterli miktarda, pratik ve ekonomik olarak vejetatif inokulum üretmek zordur (Marx ve ark., 1992).

Ektomikorizal mantarların saf kültürde geliştirilmesi için MMN (Modifiye edilen Melin-Norkrans Ortamı) besi ortamının diğer çoğu ortamdan daha üstün olduğu kanıtlanmıştır. Vejetatif inokulum hazırlamak amacıyla kum, torf, vermikulit ve toprak karışımlarından hazırlanan ortamlar şişelere doldurularak 121°C'de 2 saat steril edilmektedir. Elde edilen saf kültürler MMN sıvı ortamı ile nemlendirilen kum, torf, vermikulit ve toprak karışımlarından hazırlanan ortamlara sardırılarak vejetatif inokulum elde edilmektedir. Misel sardırma materyali olarak kullanılan perlit, kum ve talaş gibi birçok ortam, vermikulit-turba yosunu kadar etkili değildir.

Elde edilen mantar inokulumları sera veya doğal plantasyonlardaki mikorizal ortaklarının bulunduğu alanlara inokulasyon yöntemleri ile ekilmektedir.

2.4. Ektomikorizal Mantarların İnokulasyonu

Yapılan araştırmaların sonucuna göre hiçbir ektomikorizal mantar doğal bir çevrede mikorizal ilişkinin olmaması durumunda yaşam döngüsünün tamamını gösterememiştir. Bu nedenle inokulasyon programlarında üretilen inokulum, fidanların kök

bölgesine yerleştirilmelidir. Ektomikorizal fidanların başarılı bir şekilde üretimi kullanılan inokulumun yaşına ve tipine, inokulasyon zamanına, inokulum yoğunluğuna, mantar türüne, iklime, ekosisteme, büyüme ortamına inokulumun uygulanma şekline ve konukçu ile mantar arasındaki birtakım interaksiyonlara bağlıdır (Abbott ve Robson, 1981). Fidanların ektomikorizal inokulum ile a) tohumlar ekilmeden önce, b) tohumlar ekilirken ve c) tohumlar ekildikten sonra olmak üzere üç aşılama zamanı vardır. Bunlar arasında en etkili olanı tohumlar ekilmeden önce ve tohumların ekilmesi sırasında aşılamanın yapılmasıdır. Ektomikorizal mantarların inokulasyonunda değişik yöntemler kullanılabilir.

a) Serpme inokulasyon: Ektomikorizal mantarların inokulasyonunda yaygın olarak kullanılan bir inokulasyon yöntemidir. Serpme inokulasyon belirli bir miktar inokulumun toprak yüzeyine belirli bir alana serpilmesi ve daha sonra inokulumun tohum ekiminden önce toprağın 10-20 cm derinliğine karıştırılmasıdır (Riffle ve Maronek, 1982). Fazla miktarda inokulum gerektirmesi bu yöntemin dezavantajını oluşturmaktadır. Mikorizal kök parçaları, mantarlar ve sporlar ya da vejetatif misel kültürü şeklindeki inokulumlar bu amaçla kullanılabilir (Norland, 1993).

b) Bant halinde inokulasyon: İnokulumun toprağın altına bant veya tabaka halinde uygulanmasıdır. Böylece inokulum gelişmekte olan köklere yakın olarak yoğun bir şekilde gelişir (Riffle ve Maronek, 1982). Fidanlar küçük kaplarda geliştirilecekse, örneğin 65 ml'lik bir kap için 10 ml vejetatif inokulum kabın orta kısmına bant şeklinde uygulanabilir. Bu yöntemde serpme inokulasyonda kullanılan inokulum miktarının yalnızca 1/3'üne gereksinim duyulmaktadır (Norland, 1993). Tüplü fidanlar kullanıldığı zaman bant halinde inokulasyon serpme inokulasyon tekniğinden daha etkilidir (Riffle ve Maronek, 1982). Bant halinde inokulasyonun tohum kaplamaya (seed pelleting) göre daha etkili olduğu belirlenmiştir (Menge ve Timmer, 1982). Bant halinde inokulasyon diğer tekniklerle karşılaştırıldığında işgücü ve zaman bakımından kazanç sağlamakta, ancak makine kullanımını gerektirmektedir (Riffle ve Maronek, 1982). Çoğu inokulum tipi bant halinde inokulasyon yöntemiyle uygulanabilir.

c) Süspansiyon halinde inokulasyon: Fidanların dikimden önce mikorizal inokulumun suyla karıştırılarak hazırlandığı süspansiyona daldırılması ya da bu süspansiyonun toprağa dökülmesi şeklinde yapılmaktadır (Norland, 1993). Süspansiyon halinde inokulasyon spor inokulumunun kullanılması ile başarılı olunan bir inokulasyon tekniğidir (Marx ve Kenny, 1982).

d) Basidiospor inokulasyonu: Basidiosporlar su içinde süspansiyon edilerek toprağa verilebilir ya da kuru sporlar doğrudan doğruya toprağa veya sakı karışımına katılabilir. Ekimden önce tohumlar

sporlarla kaplanabilir veya sporlar fidanların köklerine toz halinde verilebilir. Bir başka yöntem ise sporları bir dolgu maddesine karıştırdıktan sonra tohumlara uygulamaktır. Dolgu maddesi olarak vermikülit, kaolin, kum veya su kullanılabilir (Norland, 1993).

e)Tohum kaplama yöntemi: Tohum kaplama, tohumların sporlar veya toprak inokulumu ile kaplanması şeklinde yapılmaktadır (Norland, 1993).

f)Ektomikorizal fidanların dikimi: Önceki uygulamaların başarılı sonuç vermediği durumlarda mikorizalı fidanlar, fidanlığa 1-2 m aralıklarla dikilerek diğer bitkilerin köklerine misel bulaşması sağlanabilir. Fidanlıktan bitkiler sökülürken bazıları orada bırakılarak inokulum görevi yapmaları sağlanır. Mikorizalı köklerin fidanlıklardaki tohum yataklarına karıştırılması da olumlu sonuç verebilir. Bol miktarda mikoriza içeren kökler seçilerek bunlar kurumadan hemen ekim öncesinde toprağa uygulanabilir.

g)Diğer yöntemler: Fidanlara vejetatif inokulumun uygulanmasıdır. Çıkış sonrasında uygulandığında daha etkili olur. Böylece canlı inokulum kısa köklerle etkileşime girerek etkin bir mikoriza oluşumu gerçekleştirebilmektedir (Riffle, 1977).

3.DÜNYADA YENİLEBİLİR EKTOMİKORİZAL MANTAR TÜRLERİNİN KÜLTÜRE ALINMASI KONUSUNDA YAPILAN BAZI ÇALIŞMALAR

Yenilebilir *Tuber* mantarının son 50 yılda Fransa, İtalya ve İspanya'daki doğal alanlardaki üretiminin azalması bu mantar türünün yetiştiriciliğini büyük ölçüde teşvik etmiştir. Ticari inokulasyon metotları Fransa ve İtalya'da 1970'lerden bu yana kullanılmaktadır (Chevalier ve Grente, 1978; Bencivenga ve ark., 1995). Fischer ve Colinas (1996) son yıllarda *Tuber* mantarı yetiştiriciliğinin İspanya'nın kireçli alanlarında arttığını, fidanlıklarda üretilen ticari olarak inokule edilmiş fidan sertifikasyonu için pratik ve ekonomik yöntemlere ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir.

Yenilebilir ektomikorizal mantar *Cantharellus cibarius* sporlarının çimlendirilmesi ilk kez Fries (1979) tarafından yapılan çalışmada başarılmıştır. Suzuki (1979) tarafından yapılan çalışmada *Hebeloma vinosophyllum*'un konukçu bir bitki olmadan gelişme ortamında primordium ve mantar oluşturduğu belirlenmiştir.

Lactarius türleri, *Laccaria laccata*, *Tricholoma terreum* ve *Cantharellus cibarius* gibi ektomikorizal mantarların kültüre alınmalarıyla ilgili olarak yapılan bir çalışmada bu mantarların mikorizal ortakları olan bitki kökleriyle birlikte geliştiği bildirilmiştir. *Boletus granulatus* ve *Lactarius deliciosus* türleri sera koşullarında çam köklerine inokule edilmişler, daha sonra bu bitkiler doğal ortama şaşırtılmak suretiyle mantarlar elde edilmiştir (Poitou ve ark., 1984).

Straatsma ve ark. (1985) yaptıkları çalışmada *Cantharellus cibarius* miseli elde etmeyi başarmışlar ve bu mantarın sporlarının çimlenme oranının çok düşük olduğunu tespit etmişlerdir. *C. cibarius*'un

misel üretiminde 5 mM süksinat veya 25 mM MES katılmış sıvı Fries ortamının (pH 5.5) en iyi sonucu verdiği bildirilmiştir (Straatsma ve Griensven, 1986).

Debaud ve Gay (1987) tarafından yapılan bir çalışmada ektomikorizal mantar *Hebeloma cylindrosporum* aksenik koşullarda sentetik bir ortam üzerinde konukçu bitkisi *Pinus pinaster* ile yetiştirildiğinde sporlu mantarlar üretilmiştir. Konukçu bitki olmadığında *H. cylindrosporum* yalnızca primordium ve olgunlaşmamış mantarlar oluşturmuştur. Toplam 9.5 aylık süre sonunda 144 mantar görülmüştür. *H. cylindrosporum*'un miseli ile 1 aylık *Pinus pinaster* bitkilerinin inokulasyonundan yaklaşık 15-30 gün sonra 1 l'lik erlenmayerlerde mantar oluşumu başlamıştır. 18°C'de her bir erlenmayerde gelişen ortalama basidiyom sayısı yaklaşık 3.5 olarak belirlenmiştir. 5 gün boyunca $\pm 6^\circ\text{C}$ 'lik bir termal şok her bir erlenmayerdeki ortalama basidiyom sayısını önemli derecede etkilememiş, fakat onların oluşum hızını biraz değiştirmiştir. Toplanan mantarlardan elde edilen sporların çimlenme yeteneğine sahip oldukları belirlenmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada *Pisolithus tinctorius* basidiosporlarının steril toprağa bulaştırılmasında 5 farklı yöntem denenmiştir. Bu yöntemlerde sırasıyla sporlar sulu malça karıştırılıp ekimden sonra uygulanmış, ekimden sonra sporlar toprağa toz halinde karıştırılmış, ekimden önce sporlar toprağa enjekte edilmiş, ekimden 6 hafta sonra sporlar fidelerin dibine toz halinde uygulanmış ve yine ekimden 6 hafta sonra sporlar süspansiyon halinde fidelerin dibine verilmiştir. Çalışmanın sonucunda ilk iki yöntem en etkili bulunmuş, fidelerde birinci yöntemde %75, ikincisinde 1/3 oranında ektomikoriza oluştuğu belirlenmiştir (Riffle ve Maronek, 1991).

Danell (1994), *Cantharellus cibarius*'ta ektomikoriza oluşumu ve gelişimini araştırmıştır. *C. cibarius*'un miselleri spor ve dokudan elde edilmiştir. *C. cibarius*'un gelişimi ve mikoriza oluşumu için glukoz ve %0.2'lik CO₂ sahip filtre edilen hava akışı eklenen seyreltilmiş bir mineral solüsyonunun otomatik olarak ilave edilmesinin gerekli olduğu belirlenmiş ve 8 hafta sonra mikoriza gözlenmiştir. Fakat güçlü bir kolonizasyon ancak 10-12 hafta sonra meydana gelmiştir.

Araştırılan 35 *Lyophyllum shimeji* ırkından 3 tanesi konukçu bir bitki olmadan aksenik kültürde 15°C'de inkübe edildiğinde primordium oluşturmuştur (Ohta, 1994b). Ayrıca aynı koşullarda olgun mantarlar da geliştirilmiştir (Ohta, 1994a).

Araujo ve ark. (1998)'nin yaptıkları çalışmada patates dekstroz agar (PDA) ortamının *Pisolithus tinctorius*, *Lactarius deliciosus*, *Suillus collinitus* ve *Lactarius sanguifluus* türlerinin misel gelişimi için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Guerin-Laguette (1998) Avrupa kırmızı çam fidanları ile ortak yaşayan *Lactarius deliciosus* türünde kaplarda mantar oluşumunu başarılı bir şekilde sağlamıştır.

Ohta (1998) saf kültürde iki ektomikorizal mantar türünün (*Hebeloma radicosum* ve *Hebeloma* sp. (Japonca'da *nagaenosugitakedamashi*) üretimi üzerine çalışmıştır. İlk olarak arpa daneleri ve talaş içeren ortama ilave edildiklerinde mantarların misel gelişimini teşvik eden besin maddeleri belirlenmiştir. Daha sonra her bir mantar türü için seçilen ilave besin maddelerini içeren daha geniş çaplı ortamda, 17°C'de 21-32 gün süren bir inkübasyonu takibeden 22°C'de 35-42 günlük bir inkübasyondan sonra basidiosporları taşıyan olgun mantarlar oluşmuştur.

Pekşen ve ark. (1999)'nın yaptıkları çalışmada *Tricholoma terreum*, *Lactarius semisanguifluus*, *Lactarius deliciosus*, *Cantharellus cibarius* ve *Polyporus squamosus*'un sporları 10 değişik besin ortamında (Buğday agar, Buğday maya agar, Malt agar, Malt maya agar, Patates dekstroza agar, Patates dekstroza maya agar, Yang ortamı, Lambert ortamı, Sentetik ortam ve Toprak ekstrakt agar) kültüre alınmıştır. Ancak çoklu spor metodu ile bu ortamların hiçbirisinde doğa mantarlarının misel üretimleri sağlanamamıştır.

Guerin-Laguette ve ark. (2000) *Pinus sylvestris* ve iki yenilebilir *Lactarius* türü arasındaki mikorizal ilişkiye deneysel koşulların etkilerini ve kontrollü topraksız koşullarda *Lactarius* türünün mantar oluşumunu araştırmışlardır. *Lactarius deliciosus* ve *L. sanguifluus*'un *in vitro* misel gelişimi, glukoz, aminoasitler ve vitaminler içeren bir buffered ortamında sağlanmıştır. İnokulasyondan sonraki birinci yılda *Pinus sylvestris* fidanları ile ilişkili olarak *L. deliciosus* primordiumları görülmüş ve 6 ay sonra 2 olgun mantar elde edilmiştir.

Saf kültürde bazı ektomikorizal mantar türlerinin kültürel özelliklerini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada 21 adet ektomikorizal mantar türünün taksonomik kriterlere göre makroskopik ve mikroskopik özellikleri belirlenmiştir. Kültür ortamı olarak MMN ve BAF ortamları kullanılmıştır. Makroskopik olarak misel rengi, havalı misel miktarı ve mikroskopik olarak dalgalı, girintili çıkıntılı ve düzensiz hücrelerin varlığı türler içerisinde en değişken özellikler olarak belirlenmiştir (Sanchez ve ark., 2000).

Wang (2000) yaptığı çalışmada yenilebilir mikorizal mantarların *in vitro*da yetiştirilebilmesi için kullanılabilir bir metot geliştirmiştir. Yetiştiricilik için taze veya genç mantarlardan elde edilen dokunun daha yüksek hayatta kalabilirlik oranına sahip olduğu, fakat olgun mantarlardan alınan veya toplandıktan sonra belli bir zaman geçen mantarlardan alınan dokularda hayatta kalabilirliğin azaldığı belirlenmiştir. Lamellerden alınan dokuların hayatta kalma oranları %95 olmuştur. Yetiştiricilik için kültür ortamı olarak EGA ve modifiye edilmiş EGA en uygun ortamlar olarak belirlenmiştir. Kültür ortamına bazı organik asitlerin ilave edilmesi ile çimlenme oranı artmıştır.

Sanchez ve ark. (2001) 8 farklı ektomikorizal mantar türünün (*Hebeloma edurum*, *Lactarius deliciosus*, *Rhizopogon roseolus*, *Suillus collinitus*,

Suillus granulatus, *Suillus luteus*, *Tricholoma focale*, *Tricholoma striatum*) saf kültürde gelişimleri üzerine farklı sıcaklık, pH ve su potansiyellerinin etkisini araştırmışlardır. Her bir türün kuru madde üretimi ve misel gelişimi belirlenmiş ve morfolojik olarak tanımlanmıştır. *H. edurum* ve *L. deliciosus* nötr veya hafif bazik ortamda daha iyi gelişim göstermiştir. Mantar türlerinin çoğu en düşük koloni çapı ve kuru madde üretimini 2.5 pH'da göstermiştir. Yüksek su stresi seviyelerinde (-13.85 ve -15.45 bar) sadece *H. edurum*, *R. roseolus* ve *S. collinitus* türleri gelişim göstermiştir. İncelenen ektomikorizal mantar türleri içinde yalnızca *R. roseolus* ve *S. collinitus* 30°C'de gelişirken, diğer türler düşük sıcaklık seviyelerinde gelişmişlerdir.

Tüplü *Pinus pinea* fidanları ile ektomikorizal mantar türlerinin etkinliğini belirlemek için 7 ektomikorizal mantar türü test edilmiştir. *Melanogaster ambiguus*, *Pisolithus tinctorius*, *Rhizopogon luteolus*, *Rhizopogon roseolus* ve *Scleroderma verrucosum* spor inokulum, *Hebeloma crustuliniforme*, *Laccaria laccata* ve *Pisolithus tinctorius* vejetatif inokulum olarak uygulanmıştır. Vejetatif inokulum olarak denenen mantarlar arasında en yüksek ektomikoriza yüzdesi *H. crustuliniforme*'den elde edilmiştir. Spor inokulumu olarak uygulanan *Pisolithus tinctorius* etkili inokulum oranlarında yaklaşık %50 oranında ektomikoriza oluşturmuştur (Rincón ve ark., 2001).

Wang ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada Yeni Zelanda'da *Lactarius deliciosus*'un yetiştiricilik potansiyelini araştırmışlardır. *L. deliciosus* izolatları Avrupa'dan getirilmiş ve laboratuvarında bir dizi inokulasyon deneyi yürütülmüştür. *Pinus radiata*, *P. densiflora* ve *Picea abies* fidanları izolatlarla iyi bir ektomikoriza oluşturmuştur. Gençken portakal renkli olan mikoriza yaşlanmayla birlikte koyu yeşil renk almıştır. *L. deliciosus* ile bulaştırılan *Pinus radiata* fidanlarının üretimi için teknoloji geliştirilmiş ve 2000 yılı ilkbaharında iki adet deneysel plantasyon kurulmuştur. Çam ormanlarında ikincil bir ürün olarak *L. deliciosus* mantarının üretimini amaçlayan plantasyonların daha sonra planlanacağı bildirilmiştir.

Yamada ve ark. (2001) *in vitro*da *Lyophyllum*, *Tricholoma*, *Leucopaxillus*, *Suillus*, *Rhizopogon*, *Lactarius* ve *Morchella* cinsine ait yenilebilir mantarların *Pinus densiflora* ile mikoriza oluşumunu incelemişlerdir. *Lyophyllum*, *Tricholoma*, *Suillus*, *Rhizopogon* ve *Lactarius* cinsine ait test edilen mantarların çoğu mantar inokulasyonundan 2-4 ay sonra ektomikoriza oluşturmuştur. İncelenen türlerin yarısından fazlası primordium ve *Tricholoma flavovirens*, *Rhizopogon rubescens* ile *Lactarius akahatsu* gibi türler ise genç konukçu bitkilerle mantar oluşturmuştur.

Araujo ve Roussos (2002) ektomikorizal mantarlarda agar ortamı üzerinde misel gelişimini araştırmak için bir teknik geliştirmişlerdir. Bu amaçla bir selofan disk ile örtülü 10 ml kültür ortamı içeren 60 mm çapında petri kapları kullanılmıştır. Fungal

biomass üretimi analizi için ortamın yüzeyi üzerine steril edilen bir selofan levha (örtü) yerleştirilmiştir. İnokulasyon selofan levhanın merkezi üzerine bir misel bloğunun yerleştirilmesi ve daha sonra da karanlıkta 25°C'de inkübasyonu ile yapılmıştır. Koloninin ışınal gelişimi ölçülmüş ve biomass kuru ağırlığı tespit edilmiştir. *Suillus collinitus*, *Pisolithus arrhizus* ve *Hebeloma cylindrosporum* PDA veya Pintro'nun ortamı olmak üzere iki farklı kültür ortamında geliştirilmiştir. Glukoz konsantrasyonu, fosfat aktivitesi, biomass ve pH gibi parametreler ölçülmüştür.

González-Ochoa ve ark. (2003) İspanya'da iki Akdeniz çam türü (*Pinus halepensis* ve *Pinus pinaster*) ve 7 ektomikorizal mantar türü (*Pisolithus tinctorius*, *Lactarius deliciosus*, *L. sanguifluus*, *Suillus mediterraneensis*, *S. collinitus*, *S. bellinii* ve *Rhizopogon roseolus*) ile yaptıkları mikoriza çalışmasında sonbahar-kış döneminde toplanan mantar türlerinden izolatlar elde etmişler, bazılarını spor süspansiyonu oluşturmak için saklamışlardır. Çalışmada kültür ortamı olarak *Suillus* ve *Rhizopogon* türleri için MMN ve *Lactarius* türleri için BAF ortamı kullanılmıştır. Miseller önceden steril edilmiş sıvı ortamın bulunduğu 1 l'lik şişelerde geliştirilmiş ve 3 ay boyunca 23°C'de inkübe edilmiştir. Spor süspansiyonu ve misel inokulumu olmak üzere 2 farklı inokulum tipi kullanılmıştır. Fidan başına *Lactarius*, *Rhizopogon* ve *Suillus* türlerinden hazırlanan 10 ml misel inokulumu uygulanmıştır. Hem mikoriza oluşum hızı hem de fidan yüksekliği mantar türüne ve kullanılan inokulum tipine göre değişmekle birlikte genellikle en iyi sonuçlar besin takviyesi yapılan turba-vermikülit ortamından elde edilmiştir.

Santiago-Martinez ve ark. (2003) *Laccaria bicolor*'un misel gelişimini patates dekstroza agar (PDA), malt extract agar (MAE), Sabouraud's agar (SAB), Ingestad's agar (ING), modifiye edilen Melin-Norkrans agar (MMN), Hagem's agar (HG) ve Biotin-aneurin-folik asit agar (BAF) besin ortamlarında araştırmışlardır. En yüksek gelişim hızı ve koloni çapı MAE ve BAF ortamında gözlenirken, en yüksek biomass üretimi BAF ve SAB ortamında tespit edilmiştir. Bu mantarın *Pinus montezumae* ile *in vitro*daki mikoriza sentezi vermikülit, turba yosunu ve BAF sıvı ortamı karışımı içeren 1 litrelik şişelerde incelenmiştir.

Sundari ve Adholeya (2003) yaptıkları çalışmada ektomikorizal mantar izolatlarının optimal gelişim pH'larını belirlemeye çalışmışlardır. İncelenen izolatlardan Agaricales (*Laccaria laccata* hariç) ve Aphyllophorales üyeleri nötr ve nötre yakın pH'yı tercih ederken, Sclerodermatales takımının üyeleri asidik pH'yı tercih etmiştir. Yapılan deneyler ortam pH'sının yalnızca mantarın gelişim hızını değil, aynı zamanda mantarın ortamda daha fazla yayılmasını sınırlandırdığını da göstermiştir.

Sera koşullarında yenilebilir *Lactarius* türleri ile *Pinus pinaster* ve *P. sylvestris* fidanlarını aşılama da farklı metotlar değerlendirilmiştir. İnokulum üretimi

için mantar inokulasyonları hem *in vitro* saf kültür sentezinde hem de farklı teknikler kullanılarak doğrudan doğruya serada yapılmıştır. *L. deliciosus*'un 178 nolu irkinin vejetatif inokulumu ile yapılan inokulasyonlar mikorizal fidanların üretiminde en etkili yöntem olarak belirlenmiştir. Bu irk ile inokule edilen tüm fidanlar, kolonizasyon hızları nispeten düşük olmasına rağmen kolonize olmuşlardır (Parlade ve ark., 2004).

Daza ve ark. (2006) *in vitro* kültürde *Amanita caesarea*'nın birkaç izolatına pH, sıcaklık, karbon ve azot kaynaklarının etkisini araştırmışlardır. En iyi misel gelişimi 24-28°C sıcaklıkta, pH 6-7'de sağlanmıştır. Çalışmada en iyi misel gelişimi için karbon kaynağı olarak mannitol ve glukoz, azot kaynağı olarak ise amonyumun kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yenilebilir ektomikorizal gruba ait mantar türlerinin dünyanın en pahalı yiyecekler arasında yer almaları ve dünyada geniş bir pazara sahip olmaları nedeniyle kültüre alınması konusunda önemle durulmaktadır. Buna rağmen sadece birkaç tür başarılı olarak yetiştirilebilmekte, ancak bu miktarlar yeterli olmamaktadır. Sonuç olarak ticari olarak önemli çoğu yenilebilir ektomikorizal mantar türünün mevcut miktarı günümüzde hala doğadan hasat edilebilenlerle sınırlı kalmaktadır.

Gerek besin değeri gerekse taşıdığı tıbbi özellikler bakımından insan sağlığı açısından ve ticari olarak çok önemli olan bu ektomikorizal mantar türlerinin kültüre alınması ve yetiştiriciliği konusunda birçok çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Bu mantar türlerinin kültüre alınması özellikle orman alanlarının yeniden ağaçlandırılma çalışmalarına ve yatırım gücü olmayan küçük aile işletmeleri ile orman köylerine yeni iş imkanları yaratarak ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Abbott, L.K., Robson, A.D., 1981. Infectivity and effectiveness of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi: effect of inoculum type. *Australian Journal of Agricultural Research*, 32: 631-639.
- Araujo, A.A., Hannibal, L., Plassard, C., Mousain, D., Roussos, S., 1998. Growth physiology of ectomycorrhizal fungi on solid media. "Ecology, Physiology and Cultivation of Edible Mycorrhizal Mushrooms" SLU (Swedish University of Agricultural Sciences), July 3-4, Uppsala, Sweden.
- Araujo, A.A., Roussos, S., 2002. A Technique for mycelial development of ectomycorrhizal fungi on agar media. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 98: 311-318.
- Bencivenga, M., Donnini, D., Tanfulli, M., Guiducci, M., 1995. Tecnica di campionamento delle radici e degli radicali per valutazione delle piante micorrizzate. *Mic. Ital.*, 2: 35-47.
- Castellano, M.A., Molina, R., 1989. Mycorrhizae. In: Landis, T.D., Tinus, R.W., McDonald, S.E. and Barnett, J.P. (eds.). *The Biological Components: Nursery Pests and Mycorrhizae*. In: ESTADOS UNIDOS. Department

- of Agriculture. The container tree nursery manual. pp. 101-171, Washington.
- Cherfas, J., 1991. Disappearing mushrooms: another mass extinction? *Science*, 254: 1458.
- Chevalier, G., Grente, J., 1978. Application pratique de la symbiose ectomycorrhizienne: production à grande échelle de plants mycorrhizes par la truffe (*Tuber melanosporum* Vitt.). *Mushroom Science*, 10: 483-505.
- Chevalier, G., Dupre, C., 1990. Recherche et experimentation sur la truffe et la trufficulture en France. In *Atti del Secondo Congresso Internazionale sul Tartufo* In: Bencivenga, M. and Granetti, B. (eds.), 157-166, Comunita Montana dei Monti Martani del Serano, Spoleto, Italy.
- Danell, E., 1994. Formation and growth of the ectomycorrhiza of *Cantharellus cibarius*. *Mycorrhiza*, 5: 89-97.
- Danell, E., Camacho, F.J., 1997. Successful cultivation of the golden chanterelle. *Nature*, 385: 303.
- Daza, A., Manjon, J.L., Camacho, M., Romero de la Osa, L., Aguilar, A., Santamaria, C., 2006. Effect of carbon and nitrogen sources, pH and temperature on *in vitro* culture of several isolates of *Amanita caesarea* (Scop.:Fr.) Pers. *Mycorrhiza*, 16 (2): 133-136.
- Debaud, J.C., Gay, G., 1987. *In vitro* fruiting under controlled conditions of the ectomycorrhizal fungus *Hebeloma cylindrosporum* associated with *Pinus pinaster*. *New Phytologist*, 105 (3): 429-435.
- Duplessis, S., Tagu, D., Martin, F., 2002. Living together underground, a molecular glimpse of the ectomycorrhizal symbiosis. In: Osiewacz, H.D. (ed.), *Molecular Biology of Fungal Development*, 297-323.
- Fischer, C., Colinas, C., 1996. Methodology for certification of *Quercus ilex* seedlings inoculated with *Tuber melanosporum* for commercial application. Poster Presentation at the 1st International Conference on Mycorrhizae. Berkeley, California, U.S.A.
- Fries, N., 1979. Germination of spores of *Cantharellus cibarius*. *Mycologia*, 71: 216-219.
- Fries, N., 1987. The third benefactors lecture: ecological and evolutionary aspects of spore germination in the higher basidiomycetes. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 88: 1-7.
- Fujita, H., Fujita, T., Ito, T., 1990. Study on cultivation technique of *Lyophyllum shimeji* using infected tree seedling. *Annual Report of the Forestry Experimental Station, Kyoto prefecture*, pp. 35.
- Godbout, C., Fortin, J.A., 1990. Cultural control of basidiome formation in *Laccaria bicolor* with container-grown white pine seedlings. *Mycol Res.*, 94: 1051-1058.
- González-Ochoa, A.I., Herasa, J., Torresb, P., Sánchez-Gómez, E., 2003. Mycorrhization of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus pinaster* Aiton seedlings in two commercial nurseries. *Ann. For. Sci.*, 60: 43-48.
- Guerin-Laguette, A., 1998. Les Lactaires a lait rouge: Mycorrhization contrôlée des pins et caractérisation moléculaire. Application a l'étude de la compétence écologique et de la compétitivité diisolats de *Lactarius deliciosus*. PhD thesis, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, University of Montpellier II, France.
- Guerin-Laguette, A., Plassard, C., Mousain, D., 2000. Effects of experimental conditions on mycorrhizal relationships between *Pinus sylvestris* and *Lactarius deliciosus* and unprecedented fruit-body formation of the Saffron milk cap under controlled soilless conditions. *Can. J. Microbiol.*, 46 (9): 790-799.
- Hall, I.R., Lyon, A.J.E., Wang, Y., Sinclair, L., 1998. Ectomycorrhizal fungi with edible fruiting bodies. 2. *Boletus edulis*. *Econ. Bot.*, 52: 44-56.
- Hall, I.R., Wang, Y., 1998a. Methods for Cultivating Edible Ectomycorrhizal Mushrooms. In: Varma, A. (ed.) *Mycorrhiza manual*. Springer, Berlin Heidelberg, New York, 99-114.
- Hall, I.R., Wang, Y., 1998b. Commercial production of *Tuber melanosporum* in New Zealand. Abstracts of the Second International Conference on Mycorrhiza. Uppsala, Sweden, 5-10 July, pp. 77-78.
- Hall, I.R., Wang, Y., Danell, E., Zambonelli, A., 2002. Edible mycorrhizal mushrooms and their cultivation. Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, CD-ROM, New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited.
- Hall, I.R., Yun, W., Amicucci, A., 2003. Cultivation of edible ectomycorrhizal mushrooms. *Trends In Biotechnology*, 21 (10): 433-438.
- Harris, M., Jurgensen, M., 1977. Development of *Salix* and *Populus* mycorrhizae in metallic mine tailings. *Plant Soil*, 47: 509-517.
- Harvey, L.M., 1991. Cultivation techniques for the production of ectomycorrhizal fungi. *Biotechnol Adv.*, 9 (1): 13-29.
- Helm, D., Carling, D., 1990. Use of on-site mycorrhizal inoculum for plant establishment on abandoned mined lands. Bureau of Mines contract report. Palmer, Alaska.
- Hutchison, L.J., 1999. *Lactarius*. In: Cairney, J.W.G. and Chamber, S.M. (eds.), *Ectomycorrhizal Fungi Key Genera In Profile*. Chapter 11, 269-285.
- Isaac, S., 1992. *Fungal Plant Interactions*. Chapman and Hall, London, UK, p. 418.
- Lefevre, C., Hall, I.R., 2001. In the global status of truffle cultivation. Proceedings of the Fifth International Congress on Hazelnut (556). In: Mehlenbacher, S.A. (ed.), *Acta Hortic.*, pp. 513-520.
- Kagan-Zur, V., 2002. *Tuber melanosporum* research in Israel. In *Edible Mycorrhizal Mushrooms and Their Cultivation*. Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, CD-ROM. In: Hall, I.R. et al. (eds.), New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited.
- Lilleskov, E.A., Fahey, T.J., Horton, T.R., Lovett, G.M., 2002. Belowground ectomycorrhizal fungal community change over a nitrogen deposition gradient in Alaska. *Ecology*, 83: 104-115.
- Marx, D.H., Kenny, D., 1982. Production of ectomycorrhizal fungus inoculum. Ch. in *methods and principles of mycorrhizal research*. The American Phytopathological Society, St Paul, Minn., pp. 131-146.
- Marx, D.H., Bell, W., 1985. Formation of *Pisolithus* ectomycorrhizae on loblolly pine seedlings with spore pellet inoculum applied at different times. *U.S.D.A For. Serv. Res. Pap. SE-249*.
- Marx, D.H., Cordell, C.E., Maul, S.B., Ruehle, J.L., 1989. Ectomycorrhizal development on pine by *Pisolithus tinctorius* in bare-root and container seedling nurseries. *New Forests*, Volume 3, Number 1.
- Marx, D.H., 1991. The practical significance of ectomycorrhizae in forest establishment. In: *Ecophysiology of ectomycorrhizae of forest trees*. Marcus Wallenberg Foundation Symposia Proceedings 7: 27. Marcus Wallenberg Foundation, Falun, Sweden, pp. 54-90.
- Marx, D.H., Maul, S.B., Cordell, C.E., 1992. Application of specific ectomycorrhizal fungi in world forestry. In:

- Leatham G.F. (ed.) *Frontiers in Industrial Mycology*. Chapman and Hall, New York, pp. 78-98.
- Menge, J., Timmer, L., 1982. Procedures for inoculation of plants with vesicular-arbuscular mycorrhizae in the laboratory, greenhouse and field. Ch. in methods and principles of mycorrhizal research. The American Phytopathological Society. pp. 59-68.
- Molina, R., 1979. Ectomycorrhizal inoculation of containerized Douglas-fir and lodgepole pine seedlings with six isolates of *Pisolithus tinctorius*. *For. Sci.*, 25: 585-590.
- Morte, A. Lovisolò, C., Schubert, A., 2000. Effect of drought stress on growth and water relations of the mycorrhizal association *Helianthemum almeriense-Terfezia claveryi*. *Mycorrhiza*, 10: 115-119.
- Norland, M., 1993. Soil factors affecting mycorrhizal use in surface mine reclamation. Bureau of mines information circular. United States Department of the Interior.
- Ohta, A., 1994a. Production of fruit-bodies of a mycorrhizal fungus, *Lyophyllum shimeji*, in pure culture. *Mycoscience*, 35: 147-151.
- Ohta, A., 1994b. Some cultural characteristics of mycelia of a mycorrhizal fungus, *Lyophyllum shimeji*. *Mycoscience*, 35: 83-87.
- Ohta, A., 1998. Fruit-body production of two ectomycorrhizal fungi in the genus *Hebeloma* in pure culture. *Mycoscience*, 39: 15-19.
- Olivier, J.M., 2000. Progress in the cultivation of truffles. In *Mushroom Science XV: Science and Cultivation of Edible Fungi* (Vol. 2) Balkema, 937-942.
- Pacioni, G., Comandini, O., 2000. Tuber. In *Ectomycorrhizal Fungi: Key Genera in Profile*. In: Cairney, J.W.G. and Chambers, S.M. (Eds.). Springer Verlag, pp. 63-186.
- Palmer, J.G., 1971. Techniques and procedures for culturing ectomycorrhizal fungi. Pages 162-144. In: HacsKaylo, E. (ed.). *Mycorrhiza*. USDA Misc. Publ. 1189. pp. 255.
- Parlade, J., Pera, J., Luque, J., 2004. Evaluation of mycelial inocula of edible *Lactarius* species for the production of *Pinus pinaster* and *P. sylvestris* mycorrhizal seedlings under greenhouse conditions. *Mycorrhiza*, 14: 171-176.
- Pekşen, A.U., Hatat, G., Erper, İ., 1999. Bazı doğa mantarları ve *Pleurotus sajor-caju* (Lev.) Sing.'nun misel gelişimine farklı ortam ve uygulamaların etkisi. *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14 (3): 44-53.
- Poitou, N., Mamoun, M., Ducamp, M., Delmas, J., 1984. After *Boletus granulatus*, *Lactarius deliciosus* fructification is obtained in the field from inoculated plants. *PHM Revue Horticole*, 244: 65-68.
- Redecker, D., Szaro, T.M., Bowman, R.J., Bruns, T.D., 2001. Small genets of *Lactarius xanthogalactus*, *Russula cremoricolor* and *Amanita francheti* in late-stage ectomycorrhizal successions. *Mol. Ecol.*, 10: 1025-1034.
- Riffle, J.W., 1977. Ectomycorrhizal inoculation of nursery seedbeds and container growing media. *Proc. Intermountain Nurserymen' Assoc.* 73-85.
- Riffle, J., Maronek, D., 1982. Ectomycorrhizal inoculation procedures for greenhouse and nursery studies. Ch. in methods and principles of mycorrhizal research. The American Phytopathological Society. pp. 147-156.
- Riffle, J. W., Maronek, D.M., 1991. Ectomycorrhizal inoculation procedures for greenhouse and nursery studies. In: *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. In: Schenck, N.C. (ed.), APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Rincón, A., Alvarez, I. F., Pera, J., 2001. Inoculation of containerized *Pinus pinea* L. seedlings with seven ectomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 11 (6): 265-271.
- Sanchez, F., Honrubia, M., Torres, P., 2000. Cultural characteristics of some ectomycorrhizal fungi in pure culture. *Rev Iberoam Micol.*, 17 (4): 127-134.
- Sanchez, F., Honrubia, M., Torres, P., 2001. Effects of pH, water stress and temperature on *in vitro* cultures of ectomycorrhizal fungi from Mediterranean forests. *Mycologie*, 22 (4): 243-258.
- Santiago-Martinez, G., Estrada-Torres, A., Varela, L., Herrera, T., 2003. Growth on seven nutritive media and *in vitro* synthesis of one strain of *Laccaria bicolor*. *Agrociencia*, 37 (6): 575-584.
- Sisti, D., Giomaro, G., Rossi, I., Ceccaroli, P., Citterio, B., Stocchi, V., Zambonelli, A., Benedetti, P.A., 1998. *In vitro* mycorrhizal synthesis of micropropagated *Tilia platyphyllos* Scop. plantlets with *Tuber borchii* Vittad. mycelium in pure culture. *Acta Hort.*, 457: 379-387.
- Straatsma, G., Konings, R.N.H., Griensven, L.J.L.D. van, 1985. A strain collection of the mycorrhizal mushroom *Cantharellus cibarius* obtained by germination of spores and culture of fruit body tissue. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 85 (4): 689-697.
- Straatsma, G., Griensven, L.J.L.D. van, 1986. Growth requirements of mycelial cultures of the mycorrhizal mushroom *Cantharellus cibarius*. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 87 (1): 135-141.
- Sundari, K.S., Adholeya, A., 2003. Growth profile of ectomycorrhizal fungal mycelium: emphasis on substrate pH influence. *Antonie van Leeuwenhoek*, 83 (3): 209-214.
- Suzuki, A., 1979. General review on environmental factors affecting primordium formation in Homobasidiae. *Trans. Mycol. Soc. Jpn.*, 20: 253-265.
- Yamada, A., Ogura, T., Ohmasa, M., 2001. Cultivation of mushrooms of edible ectomycorrhizal fungi associated with *Pinus densiflora* by *in vitro* mycorrhizal synthesis I. Primordium and basidiocarp formation in open-pot culture. *Mycorrhiza*, 11 (2): 59-66.
- Visser, S., 1995. Ectomycorrhizal fungal succession in jack pine stands following wildfire. *New Phytol.*, 129: 389-401.
- Wang, Y., Hall, I.R., Evans, L.A., 1997. Ectomycorrhizal fungi with edible fruiting bodies 1. *Tricholoma matsutake* and related fungi. *Econ. Bot.*, 51: 311-327.
- Wang, B., 2000. A study on the cultivation of edible mycorrhizal fungi *in vitro*. Development and Research Centre of Edible Fungi, Sichuan Academy of Agricultural Sciences. Chengdu, Sichuan, China.
- Wang, Y., Hall, I.R., Dixon, C., Stephen, M., 2001. Potential for the cultivation of *Lactarius deliciosus* (L.:Fr.) S.F. Gray in New Zealand. Third International Conference on Mycorrhizas 8-13th July (inclusive) 2001, Adelaide Convention Centre, Adelaide, Australia.
- Wang, Y., Hall, R.I., Dixon, C., 2002. The cultivation of *Lactarius deliciosus* (saffron milk cap) and *Rhizopogon rubescens* (shoro) in New Zealand. In *Edible Mycorrhizal Mushrooms and their Cultivation*, Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, CD-ROM. In: Hall, I.R. et al. (eds.), New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited.
- Wang, Y., Hall, R., 2004. Edible ectomycorrhizal mushrooms: challenges and achievements. *Can. J. Bot.*, 82 (8): 1063-1073.

TOPRAK BİLİMİNDE KIZIL ÖTESİ SPEKTROMETRENİN POTANSİYEL KULLANIMI

Hikmet GÜNAL Sabit ERŞAHİN Fevzi AKBAŞ Mesut BUDAK
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Taşlıçiftlik, Tokat

Sorumlu yazar: hgunal@gop.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.11.2006

Kabul Tarihi: 23.02.2007

ÖZET:Hassas tarım tekniklerinin uygulanması, küresel olarak topraktan karbon zenginleşmesinin gözlemlenmesi ve toprak kalitesinin sürdürülebilirliğini sağlayacak toprak özelliklerinin daha hızlı belirlenebileceği, ucuz ve güvenilir yöntemlere olan gereksinim sürekli artmaktadır. Toprakların fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mineralojik özelliklerinin mevcut laboratuvar yöntemleri ile belirlenmesi pahalı ve oldukça zaman ve işçilik gerektirdiği gibi, analiz için kullanılan güçlü kimyasalların atıkları çevreye zarar verebilmektedir. Geleneksel olarak kullanılan laboratuvar yöntemlerine alternatif olarak son zamanlarda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanan *dağılmış yansıma spektroskopisi* (morötesi, görülebilir, yakın kızıl ötesi ve orta kızıl ötesi) tekniği, pH, organik karbon, su içeriği, parçacık büyüklük dağılımı, katyon değişim kapasitesi, değişebilir katyonlar, kil mineralojisi ve daha bir çok toprak özelliğinin hızlı bir şekilde belirlenmesine olanak vermektedir. Yansıma özelliklerinden gidilerek toprak özelliklerinin belirlenmesinde gelişmiş istatistiksel yöntemlerden faydalanılmaktadır. Çoklu regresyon analizi, temel bileşenler analizi, kısmi en az-karelerin regresyonu ve sınır ağırları kalibrasyonu yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Toprak özelliklerinin bozulmadan, yerinde incelenbilmesine olanak veren taşınabilir spektroskopik cihazları, arazideki değişkenliğin daha güvenilir şekilde incelenmesine olanak tanımaktadır. Tüm bu avantajlarının yanında, spektroskopik yöntemlerin doğruluğu kalibrasyona ve kullanılan referans metodun hassasiyeti ve doğruluğuna oldukça bağlıdır. Bu nedenle aletin kalibrasyonunda doğruluğu kabul edilmiş olan referans metodların kullanılması kaçınılmazdır.

Anahtar Kelimeler: Yakın kızıl ötesi, NIRS, Toprak özellikleri, Toprak analizleri

THE POTENTIAL USE OF INFRARED SPECTROSCOPY IN SOIL SCIENCE

ABSTRACT:Application of precision agriculture techniques, monitoring of carbon sequestration in soils throughout the world and sustaining the soil quality require reliable, fast and cheap soil analysis techniques. The determination of soil physical, chemical, biological and mineralogical characteristics with conventional laboratory analysis can be great time and labor consuming and expensive. The waste of strong chemicals used in soil analysis is hazardous to environment. Diffuse reflectance spectroscopy (ultraviolet, visible, near infrared, mid infrared) as an alternative to conventional laboratory methods has been recently used to determine soil characteristics (soil pH, organic carbon, water content, particle size distribution, cation exchange capacity, exchangeable cations, clay mineralogy and many others) rapidly and inexpensively. Spectroscopic methods require the development of calibrations that relate the spectral information to the property of interest using several statistical methods. Multiple regression analysis, principal component analysis, partial least square regression and neural network are the commonly used multivariate statistical procedures. Portable spectroscopy equipments allow in situ characterization of soil characteristics; thereby variability of soil properties can be also determined in the field. Furthermore, the accuracy of spectroscopic techniques depends on the calibration and the precision and accuracy of the reference method. Therefore, reliable analytical methods need to be used in calibration of spectroscopic technique used in the analysis.

Key Words: Near infrared, Soil characteristics, NIRS, Soil analysis

1. GİRİŞ

Spektroskopisi, bir örnekteki atom, molekül veya iyonların, bir enerji düzeyinden diğerine geçişleri sırasında absorplanan veya yayılan elektromanyetik ışımının ölçülmesi ve yorumlanmasıdır. Elektromanyetik ışımaya, uzayda yüksek hızla hareket eden bir enerji türüdür. Elektromanyetik ışımının en çok karşılaşılan türleri, gözle algıladığımız görünür ışık ve ısı şeklinde algıladığımız infrared ışınlarıdır (Kılıç ve ark., 1998).

Kuantum kuramına göre atomlar, ancak elektron konfigürasyonuna ve dış elektronlarının belirli enerji düzeyleri arasındaki geçişlerine bağlı belirli potansiyel enerji düzeylerinde bulunabilirler. Elektronların bir enerji düzeyinden diğerine geçişleri ile ilgili atomik spektrumlar belirlenmiştir. Atomlar, elektromanyetik ışımaya absorbe ederek en düşük enerji düzeyinden (temel düzey) uyarılmış düzeylere geçerler; bu geçişlerle ilgili olarak söz konusu atomun absorpsiyon spektrumları da belirlenmiştir (Gündüz, 1997).

Elektromanyetik ışımaya absorbe ederek en düşük enerji düzeyinden uyarılmış düzeylere geçmiş olan atomlar, temel düzeye dönüş sırasında ultraviyole veya görünür bölge sınırları içinde ışık enerjisi yayarlar. Her bir atom kendine özgü emisyon spektrumuna sahiptir. Moleküller de atomlarda olduğu gibi uygun enerjideki fotonlarla etkileştiklerinde bu fotonları absorplayarak uyarılmış hale geçerler. Uyarılmış moleküller daha sonra bu kararsız durumdan fazla enerjilerini yayarak kurtulurlar. Tıpkı atomlarda olduğu gibi moleküllerde kendilerine özgü spektrumlarına sahiptirler, ancak bunun belirlenmesi daha karmaşıktır. Absorplanan fotonların sayısı, ortamdaki absorpsiyon yapan türlerin sayısı ile orantılıdır.

Bir çözülden geçen ışık miktarı, ışığın çözelti içinde aldığı yol ve çözelti konsantrasyonu ile logaritmik olarak ters orantılı, emilen ışık miktarı ile doğru orantılıdır. Bir maddenin rengi, o maddeden gözümüze ulaşan görünür bölgedeki elektromanyetik

ışınlardır. Bu ışınlar, saydam maddeler için maddenin içinden geçenler, saydam olmayanlar için ise yansıyan ışınlardır. Çözelti içindeki madde miktarını çözültiden geçen veya çözeltinin tuttuğu ışık miktarından faydalanarak ölçme işlemine *fotometri*, bu tip ölçümde kullanılan cihazlara da *fotometre* denir. Fotometrik ölçümde, saydam çözültülerin konsantrasyonu da ölçülebilir. Analiz edilen örnek üzerine ışık demetinin bir kısmını filtreler kullanarak ayıran ve gönderen aletler *kolorimetre* veya *fotometre* olarak adlandırılırken, kanallar ya da prizmalar aracılığı ile bu seçiciliği yapan aletler *spektrofotometre* olarak adlandırılırlar. Maddenin ışığı absorplamasını incelemek için kullanılan düzeneğe *absorpsiyon spektrometresi* veya *absorpsiyon spektrofotometresi* adı verilir (Kılıç ve ark., 1998).

Bu çalışma son yıllarda tarımsal uygulamalarda kullanım alanı hızla gelişen kızıl ötesi teknolojisini tanıtmak ve özellikle toprak bilimindeki kullanım olanaklarını ortaya koymak amacı ile yapılmıştır.

2. SPEKTROSKOPİK YÖNTEMLER

Günümüzde kullanılan spektroskopik yöntemlerin başlıcaları şöyle sıralanabilir: Ultraviyole-görünür bölge absorpsiyon spektroskopisi, Floresans ve fosforesans spektroskopisi, Atomik absorpsiyon spektroskopisi, Atomik emisyon ve atomik flüoresans spektroskopisi, Kızılötesi (IR) spektroskopisi, Nükleer manyetik rezonans (NMR) spektroskopisi ve Kütle spektrometresi.

Bir spektrofotometre düzeneği, başlıca ışık kaynağı, dalga boyu seçicisi (monokromatör) ve detektörden oluşur. Detektörde elektrik akımına çevrilen optik sinyal, bir kaydedici veya bir galvanometre ile ölçülür. Dalga boyu seçicileri (monokromatörler), ışık kaynağından gelen polikromatik ışıktan tek bir dalga boyunda monokromatik ışık elde edilmesini gerçekleştiren düzeneklerdir. Monokromatör, filtreli fotometrelerde ışık filtresidir; spektrofotometrelerde ise ışık prizmasıdır.

Örnek üzerine gönderilen ışığın daha monokromatik olmasını sağlamak için bazı spektrofotometrelerde çift monokromatör kullanılır. Spektrofotometre ile bir maddenin nicel analizinin yapılacağı dalga boyunu kararlaştırmak için absorpsiyon spektrumunu bilmek gerekir. Bunun için, maddenin 1 molar çözeltisinin çeşitli dalga boylarındaki absorbans değerleri ölçülür. Çözününün ve çözültide bulunan başka türlerin ışığı absorplamadığı, Lambert-Beer eşitliğine uyulduğu ve nicel analiz en duyarlı biçimde yapılabileceği dalga boyu değeri saptandıktan sonra analizi yapılacak maddeyi içeren ve derişikleri bilinen bir dizi standart çözelti ile bu dalga boyundaki absorbans (A) değerleri ölçülür. A değerleri, standart çözültülerin bilinen derişiklerine karşı grafiğe geçirilir. Standart çözültülerin bilinen derişiklerine karşı A değerlerini grafiğe geçirmek suretiyle elde edilen doğruya

kalibrasyon doğrusu denir (Kılıç ve ark., 1998; Gündüz, 1997).

Nicel analiz, kalibrasyon eğrisinin doğrusal olduğu bölgede yapılır. Derişimi bilinmeyen örneğin A değeri ölçülür ve kalibrasyon doğrusunda bu değere karşılık gelen derişim saptanır. Çözelti içersindeki bir bileşen Beer yasasına uyar, yani konsantrasyon ve absorbans değerleri arasında linear bir ilişki bulunmaktadır (Gündüz, 1997).

Molekülleri oluşturan atomlar sürekli bir hareket içinde olduklarından, molekülün öteleme hareketleri, bir eksen etrafında dönme hareketleri ve bir kimyasal bağın uzunluğunun periyodik olarak kısalıp uzamasına veya moleküldeki açılımların periyodik olarak değişmesine neden olan titreşim hareketleri doğar. Moleküllerde ortaya çıkan titreşimler gerilme ve eğilme hareketlerini oluşturur (Pasquini, 2003). Katı örneklerin dağılmış yansıma değerleri NIR spektrometresi ile yapılan çok ayırt edici bir ölçümdür. Dağılmış yansıma da katı parçacıkların neden olduğu saçılma ve absorbans sinyalin yoğunluğuna etki etmektedir (Pasquini, 2003).

2.1. Spektroskopik Tekniklerin Tarımda Kullanımı

Yakın kızıl ötesi spektrumunu tekniği (NIRS) teknolojisinin en yoğun olarak kullanıldığı alanlardan birisi tarımdır. NIRS teknolojisinin günümüzde ulaştığı noktaya gelmesine olanak sağlayan araştırmalar çoğunlukla tarım ile ilgili alanlarda yapılmıştır. Yakın-Kızılötesi Spektrumunu 1960'lı yıllarda Amerika Tarım Bakanlığında Karl Norris tarafından geliştirilmiş olan bir tekniktir. Karl Norris NIRS ile yaptığı ilk çalışmada tarımsal ürünlerdeki nem miktarını ölçmek için yeni bir metot geliştirmeyi amaçlamıştır (Pasquini, 2003).

NIRS teknolojisi kullanılarak yapılan ilk çalışmalardan en önemlisi tarım ürünlerindeki protein miktarının belirlenmesi için kullanılan Kjeldahl metodunun yerine bu tekniğin kullanılmasıdır. Organik moleküller tarafından NIR radyasyonunun absorbe edilmesinin nedeni O-H, C-H, N-H ve C=O gruplarından kaynaklanmaktadır. Bu temel moleküllerin atomları arasında bulunan bağların esnemeleri ve eğilmeleri neticesinde ortaya çıkan enerji orta-kızılötesinde absorbe edilir (Chang ve ark., 2001; Pasquini, 2003; Viscarra Rossel ve ark., 2006). Yüksek frekanslı olan orta kızıl ötesindeki ışınlar düzensiz yapıdadır. Bu nedenle orta kızıl ötesi spektra, başka spektra bölgeleri gibi direk olarak yorumlanamaz. Çoğu toprak özelliklerinin en yaygın bilinen sinyalleri orta kızıl ötesi bölgesinde yer almaktadır (2500-25000 nm arasında). Yakın kızıl ötesinde ise ikinci veya üçüncü derecedeki sinyaller (orijinal dalga boyunun yansı, 1/3 veya 1/4'ü) veya sinyallerin bileşimleri bulunmaktadır (Brown ve ark., 2006).

Yakın kızıl ötesi spektra (NIRS), materyalin kimyasal özelliklerinin yanında, fiziksel yapısından da etkilenmektedir. NIRS toprağın organik maddesi, primer mineralleri, kil mineralleri, tuzlar ve zayıf

kristal yapıdaki andik materyal içeriğinden etkilenmektedir (Brown ve ark., 2006). Parçacıkların büyüklüğü ve şekli, parçacıklar arasındaki boşluk ve parçacıkların dizilimleri de örnekten olan yansımayı etkilemektedir (Wetzel, 1983). Mouazen ve ark. (2005) farklı toprak tekstür gruplarından elde edilen absorbanların şekillerinde gözle görülür bir farklılığın olduğunu ifade etmişlerdir. Bogreki ve Lee (2006) ve Mouazen ve ark. (2006a) ise yansıyan ışığın toprağın nem içeriğinden etkilendiğini ve karbon, azot ve diğer besin elementlerinin daha doğru belirlenebilmesini etkilediğini rapor etmişlerdir. Mouazen ve ark. (2006) yansımadaki artışın veya absorbandaki azalmanın toprak nemindeki azalmanın bir göstergesi olduğunu rapor etmişlerdir. Lobell ve Asner (2002) ise mineral topraklarda su miktarının artması ile beraber, azot ve karbon için çok tipik olan 2200 nm dalga boyunda gerçekleşen absorpsiyon özelliğinde azalma olduğunu rapor etmişlerdir. Bir başka çalışmada Mouazen ve ark. (2005); toprak rengi, parçacık büyüklük dağılımı ve organik madde içeriğinin de toprak yüzeyinden olan elektro manyetik yansımaya etki ettiğini gözlemlemişlerdir.

Yakın kızıl ötesi bölgesinin en önemli avantajlarından birisi absorban değerlerinin komşu bölgelerden daha düşük olmasıdır. Bu bölgedeki absorban değerleri genellikle Beer/Lambert yasasına uyar ve konsantrasyona bağlı olarak artış gösterirler. Yakın kızıl ötesi absorpsiyonu orta-kızılötesine göre 10-100 kat daha az olmasından kaynaklanmaktadır. Absorpsiyonların zayıf olmasının en önemli avantajı, kısa dalga boylu ışıklarda olduğu gibi seyreltmeye gereksinim duymadan direkt analiz edebilmesi veya UV/VIS ve orta-kızılötesi gibi geleneksel örnekleme tekniklerinde kullanılan absorbe edilmeyen matrisin dispersiyonuna gereksinim duyulmayacak olmasıdır.

Geniş ve üst üste binen absorpsiyon bantlarının olmasına rağmen, karmaşık kemometrik teknikler kullanılarak kompleks NIR spektradan çok anlamlı bilgiler alınabilir (Chang ve ark., 2001). NIR spektradan elde edilen bu bilgiler, bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ve kompleks istatistiksel ilişkilerin geliştirilmesi ile beraber mümkün olmuştur. Referans analizler, spektral veriler ve istatistiksel ilişkilerin bütünü *kalibrasyon* olarak adlandırılır.

2.2. Kalibrasyon İşlemi

Kızıl ötesi tekniklerin kullanılması ile geliştirilmiş olan kantitatif modellerin çoğunluğu, içeriği ve özelliği güvenilir kabul edilen standart bir yöntem ile daha önce belirlenmiş olan örneklerin kullanımını esas almaktadır. Kalibrasyon spektral veriler ile referans veriler arasında optimal istatistiksel ilişkiler elde edebilmek için matematiksel olarak hesaplanmış spektral veriler ile yapılmış istatistiksel işlemlerdir. Kalibrasyonlar, içeriği bilinmeyen örneklerin hızlı bir şekilde tahminini gerçekleştirebilmek için yapılan işlemlerin temelini oluşturmaktadır. Bilinen diğer analizlerde olduğu gibi, kalibrasyon spektral verileri

ile bileşenin konsantrasyonu arasında basit doğrusal bir ilişki şeklinde ortaya çıkar.

Toprağın kantitatif spektral analizinin görülebilir ve kızıl ötesi spektrum ile yapılabilmesi için gelişmiş istatistiksel tekniklere gereksinim duyulur. Bu teknikler spektral karakteristiklerin toprak özellikleri ile ilişkilendirilmesine olanak sağlamaktadır (Chang ve ark., 2001). Günümüzde piyasada mevcut çok farklı paket programlar yardımı ile bu kalibrasyon işlemleri ve tahminler yapılabilmektedir (Pasquini, 2003). Bu programlar yaygın matematiksel işlemleri kullanmaktadır, bu işlemlerin bazıları; çoklu regresyon analizi (MRA) (Ben-Dor ve Banin, 1995), çok değişkenli uyarlanabilir regresyon cetvelleri (MARS) (Shepherd ve Walsh (2002), toprak organik maddesi, fosfor ve potasyumunu VIS ve NIR spektrum yardımı ile tahmin edilmesinde yapay sinir ağları (Daniel ve ark., 2003), temel bileşenlerin analizi (PCA) (Chang ve ark., 2001) ve kısmi en küçük kareler regresyon (PLSR) (McCarty ve ark., 2002; Sorensen ve Dalsgaard, 2005) analizlerdir.

Günümüze kadar yapılmış olan çalışmalarda spektral kalibrasyon ve toprak özelliklerinin tahmini için en yaygın kullanılan istatistiksel yöntemler PCA ve PLSR'dir. Bu yöntemlerin dayanakları birbirlerine oldukça benzerlik göstermektedir. PCA'da spektral değerler eigenvektör (has vektör) ve skorlara dönüştürülürler. Daha sonraki aşamada da toprak özellikleri ile regresyon gerçekleştirilir (Viscarra Rossel ve ark., 2006). Bu yöntemde genellikle ilk iki temel bileşen (PC1 ve PC2) verilerdeki değişkenliğin %90'ından fazlasını açıklamaya yetmektedir (Islam ve ark., 2005). Odlare ve ark. (2005), NIR-PCA stratejisinin bir arazideki toprağın değişkenliğini ifade etmekte oldukça güvenilir ve etkin bir metot olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. PLSR tekniğinde ise toprak özellikleri ilk aşamada yani eigenvektörlerin oluşturulması ve skorların tahmin edilmesi aşamasında kullanılmaktadır. PLSR, spektra ile topraklar arasında var olan korelasyondan faydalanmaktadır, bu şekilde oluşturulan spektral vektörler toprak özellikleri ile doğrudan ilişkilendirilmektedir (Viscarra Rossel ve ark., 2006).

Başarıdaki en kritik adım geleneksel tekniklerin izin verdiği ölçüde hassas ve doğru bir şekilde örneklerin analiz edildiğinden emin olmaktır. Kalibrasyonlar elde edildikten sonra, bunlar NIR spektrometresine girilir. Bilinmeyenler tarandıktan sonra, ilgilenilen bir çok parametre veya bileşen kısa bir zamanda aynı anda tahmin edilebilir. Bu nedenle, NIRS hızlı, ekonomik, örneği tahrip etmeyen, doğru ve etkin bir analiz yöntemidir.

2.3. Kalibrasyonların Geliştirilmesi İçin Gerekli Olan Örnek Gereksinimleri

Minimum 50 örnek, ancak genellikle referans yöntemler ile analiz edilmiş olan 100-150 örnek gereklidir. Örnekler, kalibrasyon ile daha sonra tahmin edilecek örneklerdeki bileşenlerin tüm

konsantrasyonlarını temsil ediyor olmalıdır. Örnekler her bileşen için bir dizi değeri içermelidir. Ör., muhtemel maksimum konsantrasyonların en az iki katı içerilmeli ve hatta gerekirse on kat daha fazla olması tercih edilir. Kalibrasyon örnekleri tahmini yapılacak olan örneklerdeki beklenen fiziksel ve kimyasal bileşenleri ve sıcaklık aralıklarını içermelidir. Örneklerin kimyasal özelliklerinin, örneğin referans metotlarla analiz edildikten sonra NIRS ile taranması arasında geçen sürede özelliklerini değiştirmeyecek nitelikte olması gerekir. Örnekler fiziksel olarak homojen olursa referans metot ve NIRS taraması ile belirlenen özellikler birbirlerini destekleyebilir. İdeal olan, referans metot ve NIRS taraması ile analiz edilen örneğin miktarının aynı olmasıdır. Ancak pratikte bu pek başarılamaz (Pasquini 2003).

Kantitatif uygulamaların çoğunluğunda en temel amaç, örnek içerisindeki ana bileşenlerin belirlenmesidir Genel olarak algılama limiti (detection limit) yaklaşık olarak 0.1% civarında olmakla birlikte, bazı özel uygulamalar ve örnek ve matriksin uygun olduğu koşullarda NIR ile bu daha da düşürülebilir (Pasquini, 2003).

Günümüze kadar yapılmış olan bir çok çalışma, NIRS kullanılarak toprak özelliklerinin ölçülmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Kızıl ötesi spektroskopik teknikler toprağın hem organik hem de inorganik fazlarına karşı oldukça hassas olduğundan, tarımsal ve çevre ile ilgili çalışmalarda ilgi odağı haline gelmişlerdir. McBratney ve ark. (2006) toprak özelliklerinin tahmininin yanında, tahmin edilen toprak özelliklerinin pedo-transfer fonksiyonlarında (PTF) ve diğer önemli özelliklerin tahmininde kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Viscarra Rossel ve ark. (2006) görülebilir (VIS), yakın kızıl ötesi (NIR) ve orta kızıl ötesi (MIR) bölgesindeki dağılımı yansıma spektroskopisi ile çeşitli toprak özelliklerinin aynı anda belirlenebileceğini göstermişlerdir. Araştırmacılar kullanılacak spektral aralığın; (i) tahminin istenen doğruluk derecesine, (ii) teknolojinin fiyatına ve (iii) örnek hazırlamanın ne kadar zaman alacağına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Toprak organik karbon içeriğinin tahmin edilmesi istendiğinde, toprağın organik karbon içeriğini uzaysal dağılımı belirlenmek isteniyorsa, bu durumda VIS, MIR yerine tercih edilebilir. Zira tahminde MIR tekniği ile VIS'e göre sadece 0.03%'lük bir hassasiyet sağlanması mümkündür ve MIR için çok daha hassas çalışıp örnek hazırlama için daha fazla zaman harcamak gerektiğinden dolayı VIS kullanmak daha mantıklı olacaktır. Başka bir çalışmada kil miktarı belirlenirken eğer NIR yerine MIR kullanılırsa sadece 0.17%'lik bir iyileştirme sağlanacağı rapor edilmiştir. Bu durumda da çok daha pahalı olan MIR teknolojisi yerine NIR kullanılmalıdır.

Günümüzde fiber optik kablolu VIS ve NIR cihazlarını alıp arazide ölçüm yapmak mümkündür, ancak taşınabilir MIR cihazları hala çok pahalı olduğundan dolayı ekonomik değildir. Zamanla

teknolojideki ilerlemelere paralel olarak, MIR cihazlarının temini ve fiyatları azalacak ve arazide kullanım olanakları artacaktır. Ancak mevcut şartlarda MIR spektrometresi laboratuarda bir çok geleneksel toprak analizinin yerine kullanılabilir (Cohen ve ark., 2005; Viscarra Rossel ve ark., 2006).

3. KIZIL ÖTESİ (IR) SPEKTROSKOPİSİ

3.1. Yakın ve Orta Kızılötesi

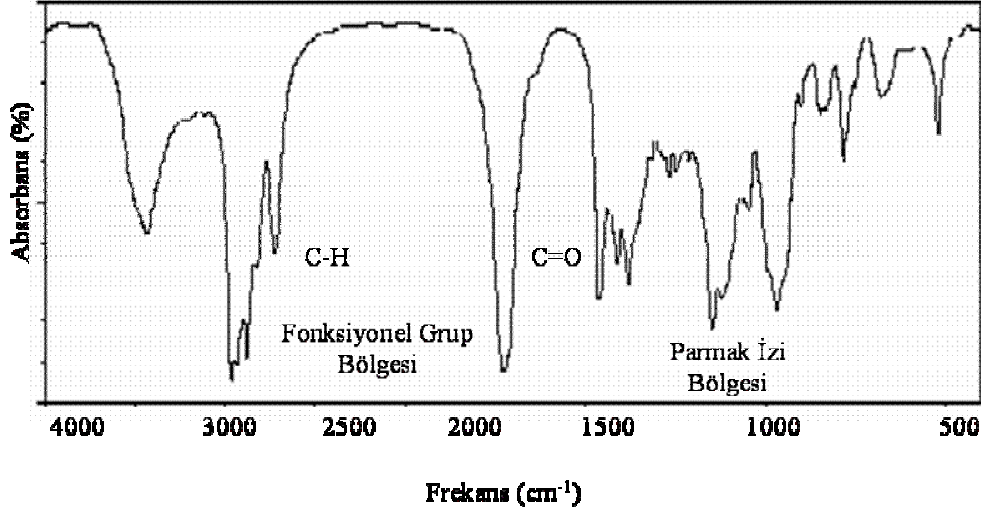
Çok sayıda örneği kısa bir zaman içerisinde analiz ederek, doğruluğu yüksek bilgilere ulaşma olanağı sağladığından dolayı spektroskopik analiz teknikleri çok geniş bir çalışma alanı bulmuştur (McBratney ve ark., 2006). Bu teknik ile tarımsal ürünlerde, endüstriyel gıda üretiminde, polimer kalitesinin belirlenmesinde, yakıt kalitesinin belirlenmesinde, petrolün karakterize edilmesinde, çevre ile ilgili çalışmalarda, tekstil endüstrisinde, tıp ve eczacılıkta bu teknik kullanılarak çok çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Kızıl ötesi tekniğini bu kadar cazip yapan en önemli unsur ise direk ve örneğe zarar vermeden uygulanabilir olmasıdır (Pasquini, 2003).

Analitik yöntemlere alternatif olarak gösterilen kızıl ötesi spektrum genel anlamda iki bölgeye ayrılmaktadır: 700nm ile 2500nm arası yakın kızıl ötesi ve 2500nm ile 25000nm arası ise orta kızıl ötesi olarak adlandırılır. Moleküller için kızıl ötesi absorpsiyon spektrumları tanımlanmıştır. Moleküllerin kızıl ötesi absorpsiyon bantlarında ise genel olarak iki bölge tanımlanır. Kızıl ötesi bölgesinin 4000-1000 cm^{-1} arasında kalan kısmı fonksiyonel grup bölgesi; < 1000 cm^{-1} kısmı ise parmak izi bölgesidir (Şekil 1).

İnfrared bölgesinin parmak izi bölgesinde gözlenen bantların her biri farklı bir moleküle özgüdür. Moleküllerin kızıl ötesi spektrumları yardımıyla yapılarının aydınlatılması bu yöntemin en yaygın kullanıldığı alandır. Bilinmeyen maddelerin kızıl ötesi spektrumları, şüpheli maddelerin aynı koşullarda belirlenen yansıma değerleri ile veya kataloglarda bulunan yansıma değerleri ile karşılaştırılır. Bunun için kullanılan cihazlar, kızıl ötesi absorpsiyon spektrofotometreleridir. Kızıl ötesi bölgesindeki ışık enerjisi örneğin yüzeyine geldiğinde bu ışığın bir kısmı örnek tarafından absorbe edilir ve bir kısmı da geriye yansıtılır. Geriye yansıtılan bu ışımaya spektrometre tarafından yakalanır ve ışığın şiddeti örneğin konsantrasyonu ile ilişkilendirilerek analiz edilir.

3.2. Kızılötesi Spektroskopisinin Toprak Biliminde Kullanım Alanları

Günümüz tarımında modern tekniklerin uygulanması ile birlikte birim alandan daha fazla ürün alınmaya başlanmıştır. Hassas tarım ve çevre koruma ile ilgili çalışmaların yapılabilmesi için toprağın bileşiminin daha doğru ve daha hızlı bir şekilde belirlenebilmesi gerekmektedir. Bu tip çalışmalarda bir dizi toprak özelliğinin belirlenmesi kaçınılmazdır.



Şekil 1. Kızıl ötesinde fonksiyonel gruplar ve parmak izi bölgelerinin dağılımları

Toprağın heterojen bir sistem oluşu ve içerisinde devam eden süreç ve mekanizmaların karmaşık olması, onun tam olarak karakterize edilmesini zorlaştırmaktadır (Viscarra Rossel ve ark., 2006). Standart tekniklerin kullanımı ile fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin belirlenmesi karmaşık, zaman alıcı ve pahalıdır (Chang ve ark., 2001). Kimyasal analizler toprağın denge halinde olan fazlarını bozduğundan dolayı, elde edilen sonuçların yorumlanmasını da zorlaştırmaktadır. Amerika Birleşik Devletlerinde yapılan bir çalışmada Ulusal Toprak Etüt Merkezinin bir toprak profilinin tam anlamı ile özelliklerinin belirlenmesine yaklaşık olarak 2500 dolar harcadığı ve analizlerin 6 ile 12 ay arasında tamamlandığı rapor edilmiştir (Brown ve ark., 2006). Bu nedenle günümüzde kullanılan toprak haritalarının çoğunluğu Munsell renkleri, el ile belirlenen toprak tekstürü, pH indikatörleri ve asit reaksiyonu (kireç içeriğine) gibi temel arazi gözlemlerine dayanılarak hazırlanmıştır.

Yakın Kızıl Ötesi Spektropisi (NIRS) topraklarımız ile ilgili daha fazla ve güvenilir veri sağlamak amacı ile kullanılan standart analitik yöntemlerin yerine kullanılacak bir alternatif yöntem olarak görülebilir. Bu yöntemde yakın kızıl ötesi yansıma, materyallerin kimyasal ve fiziksel özellikleri ile ilişkilendirilir (Pasquini, 2003). NIRS çok hızlı ve güvenilir bir analitik yöntemdir. Spektroskopik yöntemlerin en önemli avantajlarından birisi pahalı ve zaman alıcı olan ön işlemlere ve çevreye zarar verebilecek olan kimyasal maddelere gereksinim duyulmamasıdır (Chang ve ark., 2001; Viscarra Rossel ve ark., 2006; McBratney ve ark., 2006). Spektrel data almadan önce, bazen alınacak verinin kalitesini arttırmak amacı ile örneklerin fiziksel olarak (ufalama gibi) ön muameleye tabi tutulmaları gerekebilir.

Günümüze kadar yapılmış olan bir çok çalışmada görülebilir, yakın ve orta kızıl ötesi bölgedeki ışımaya; organik madde (Ben-Dor ve Banin, 1995; Shepherd ve Walsh, 2004; Islam ve ark.,

2005; Brown ve ark., 2006; McBratney ve ark., 2006), toplam azot (Madari ve ark., 2006), toplam karbon (Odlare ve ark., 2005; Madari ve ark., 2006; Reeves III ve ark., 2006), yarıyıllık fosfor (Bogrekcı ve Lee, 2005; Mouazen ve ark., 2007), demir oksitler (Ben-Dor ve Banin, 1995; Dematte ve ark., 2004; Brown et al., 2006); kil mineralleri (Dematte ve ark., 2004; Brown ve ark., 2006); toprak parçacık büyüklük dağılımı (Cozzolino ve Moron, 2003; Islam ve ark., 2003 ve 2005; Odlare ve ark., 2005; Sorensen ve Dalsgaard, 2005; Mouazen ve ark., 2005; Madari ve ark., 2006; Brown et al., 2006; McBratney ve ark., 2006), kil mineral tipi (Brown ve ark., 2006), katyon değişim kapasitesi (Brown ve ark., 2006; McBratney ve ark., 2006), pH (Islam ve ark., 2005; Odlare ve ark., 2005; McBratney ve ark., 2006), nem içeriği ve agregatlaşma (Hummel ve ark., 2001; Mouzen ve ark., 2006a) gibi toprak özelliklerinin belirlenmesinde, bu özelliklerin ışımaya olan doğrudan etkilerinden dolayı başarılı bir şekilde kullanılabilceği gösterilmiştir. Viscarra Rossel ve ark. (2001) toprak pH'sı ve kireç içeriğinin orta kızıl ötesi tekniğinin PLRS yöntemi ile birlikte kullanıldığında oldukça hassas olarak tahmin edilebildiğini rapor etmişlerdir. Dünyanın değişik ülkelerinden, farklı iklimlerde oluşmuş 416 toprak örneğinde ve Amerika Birleşik Devletlerinin elli farklı eyaletinden toplam 3768 toprak örneğinde görülebilir bölge spektroskopisi (VIS) ve NIRS yöntemlerini kullanarak kil tiplerini tahmin eden Brown ve ark. (2006), X-ışınları (XRD) ile belirlenen mineral tiplerinin VIS/NIRS teknikleri ile % 62'lik bir doğrulukla tahmin edilebildiğini rapor etmişlerdir. Kil tipleri içerisinde ise en yüksek doğrulukla tahmin edilen kil minerali tipi montmorillonit olmuştur, bunu sırası ile vermikulit ve diğer kil mineralleri izlemiştir. VIS, NIRS ve MIR kullanılarak yapılmış çalışmalar Viscarra Rossel ve ark. (2006) tarafından detaylı bir şekilde taranmış ve tablo halinde sunulmuştur.

Teorik olarak tahmin edilmeleri mümkün olmayan bazı toprak özellikleri, yakın ve orta kızıl ötesi teknikleri ile başarılı bir şekilde belirlenen diğer

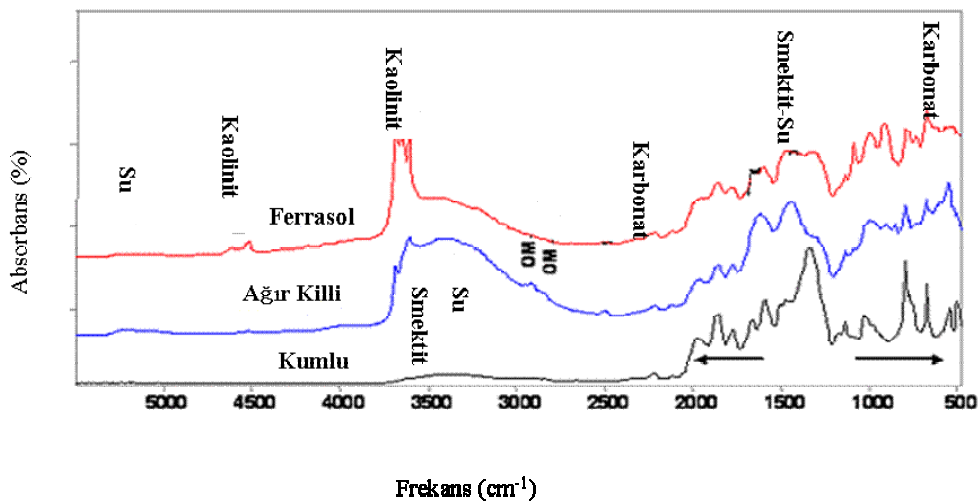
toprak özelliklerinin yardımı ile tahmin edilebilir (Ben-Dor ve Banin, 1995; Chang ve ark., 2001; McBratney ve ark., 2006; Vågen ve ark., 2006). Toprak tekstürü görülebilir yakın kızıl ötesi bölgede spektral olarak aktif olmadığından dolayı, toprak nemi ile dolaylı olarak ilişkilendirilip tahmin edilebilmektedir. Mineral topraklar için, toprağın kil içeriği ne kadar yüksek olursa killerin şişme özelliklerinden dolayı su tutma kapasiteleri de o denli yüksek olacaktır (Mouazen ve ark., 2005). Araştırmacılar VIS ve NIR tekniği ile killi ve tınlı toprakları yaklaşık olarak %90 doğrulukla tahmin ederken, kumlu topraklarda (% 20-30) aynı başarıyı elde edememişlerdir (Şekil 2). Bu durumu kumlu toprak yüzeyinden daha az yansıma olması ile ilişkilendirmişlerdir. Taşınabilir ekipmanlar ile toprak özellikleri yerinde belirlenip arazinin toprak tekstürü bakımından farklılığı ortaya konduğunda gübreleme, tohum yatağı hazırlama, sulama ve diğer işlemlerinde daha hassas yapılması mümkün olacaktır.

Dematte ve ark. (2004) bir topografya boyunca ana materyaldeki değişimin toprak özelliklerinin değişimine dolayısı ile yansıma karakteristiklerinin değişeceğine neden olacağını belirterek, toprakların yansıma karakteristikleri yardımı ile ana materyaldeki değişimin belirlenebileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar toprakların yansıma özellikleri yardımı ile oluşturulan toprak sınırlarının ise en az detaylı toprak etütleri ile belirlenen sınırlar kadar güvenilir olduğunu ve yarı-detaylı olan toprak etüt sonuçlarından ise kesinlikle daha güvenilir olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer bir çalışmada, 0-30 cm toprak derinliğinden 953 noktadan alınan toprak özellikleri spektral özelliklerine göre temel bileşenler analizine (PCA) tabi tutulduğunda, farklı özellikteki arazilerden alınan toprakların farklı bölgelerde toplandığı gözlemlenmiştir (Islam ve ark., 2005).

Günümüze kadar yapılan çalışmaların çoğunda araziden alınan toprak örnekleri laboratuvardaki NIRS cihazlarında analiz edilmektedir. Son dönemlerde yapılan bazı çalışmalarda (Mouazen ve ark., 2006, ve

2007) bu tekniğin arazide de başarılı sonuçlar verme olasılığı olduğunu ortaya koymuştur. Yakın kızıl ötesi için kullanılan spektrofotometreler UV-VIS cihazları için optik bileşenler eklenerek arazide yerinde ölçüm yapma fırsatını vermektedirler (Pasquini, 2003). Laboratuvarda yapılan çalışmalar her ne kadar hassas olsalar dahi topraklar ile ilgili sürekli verinin alınması mümkün değildir. Hassas tarım teknolojisi ile ilgili son dönemlerde yapılan çalışmalarda araştırmacılar toprak özelliklerinin yerinde ölçülmesine olanak sağlayacak sensörlerin geliştirilmesi üzerine çalışmalarını yoğunlaştırmaktadır. Toprak ve bitki özelliklerinin yerinde ölçülmesi farklı tarımsal girdilerin değişken dozda uygulanabilirliğine olanak sağlayacaktır. Uygun dozun uygulanması ise girdinin azalmasına, yüzey ve yüzey altı sularının herbisit, pestisit ve gübreler ile kirliliğinin azalmasına ve genelde verimde artışa neden olacaktır (Mouazen ve ark., 2006).

Çevre ile ilgili çalışmalarda ve tarımsal araştırmalarda çok sayıda alınan toprak örneklerinin hızlı ve doğru olarak tahmin edilmesine gereksinim duyulmaktadır. Bu konu ile ilgili olarak uluslararası iklim anlaşmaları ve 1997 senesinde birçok ülkenin imzaladığı Kyoto Protokolünde yer alan karbon zenginleşmesi anlaşmasına göre toprakların karbon depolarını belirleyebilmek için çok sayıda analize gereksinim duyulacaktır. Bu analizler sonucunda tarım arazileri ve orman alanlarının küresel ısınmaya ne kadar katkı yaptıkları daha net olarak ortaya konulacak ve karbonun yeniden depolanabilmesi için çalışmalar başlatılacaktır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan karbon tayini yöntemlerinden kuru yakma yöntemi oldukça doğru sonuç vermesine karşılık oldukça pahalıdır. Diğer bir yöntem olan yaş yakma yöntemi ise hem çok zaman alıcı bir yöntemdir, hem de çok güçlü kimyasalların kullanımını zorunlu kıldığından dolayı zararlı atıkların oluşmasına yol açmaktadır (Madari ve ark., 2006).



Şekil 2. Üç farklı toprakta, toprak özelliklerinin kızıl ötesi bölgelerindeki dağılımları (Anonim, 2007)

Toprak kaynaklarının korunmasına yönelik olarak yürütülmekte olan “toprak kalitesi” çalışmaları için gerekli olan organik madde içeriği ve bileşimi, toprakların kimyasal ve biyolojik özellikleri gibi toprak özellikleri, bu hızlı ve güvenilir olan teknik ile belirlenip, değişimler belirli aralıklar ile izlenebilir (Velasqueza ve ark., 2005). Farklı arazi kullanım sistemleri toprak kalitesi için belirlenen toprak özelliklerinin yardımı ile ayırt edilebilmektedir. Cohen ve ark. (2005), sulak alanlarda toprak kalitesinin belirlenmesinde spektroskopik teknikleri başarılı bir şekilde kullanmışlardır.

NIRS teknolojisi toprak örneğinin pahalı ve tahrip edilmeden analiz edilmesini sağladığından dolayı iş gücü ve paradan kazanç sağlamamıza yardımcı olur. Bu teknolojinin en belirgin avantajları şunlardır: (i) örnekleri hızlı ve örneğe zarar vermeden analiz edilebilir, (ii) çok sayıda bileşen aynı anda analiz edilebilir, (iii) hem bileşenleri hem de fonksiyonları tanımlanabilir, ve (iv) örnekler laboratuarda veya arazide analiz edilebilir.

4. SONUÇLAR

Günümüzde oldukça yoğun kullanılmaya başlanan kızılötesi spektrumu, hassas tarım uygulamalarının daha başarılı uygulanabilmesi için gerekli olan toprak özelliklerine ait verilerinin kısa zamanda ve daha güvenilir bir şekilde elde edilmesini sağlayabilecek bir teknolojidir. Günümüze değin yapılan çalışmalarda bir çok toprak özelliğinin (toplam karbon, toplam azot, nem içeriği, parçacık büyüklüğü, kation değişim kapasitesi, değişebilir kationlar ve daha bir çok toprak özelliği) yakın ve orta kızıl ötesi teknolojileri ile başarıyla tahmin edilebildiği gösterilmiştir. Çok sayıda toprak örneğinin kısa bir sürede analiz edilmesini gerektiren tarımsal ve çevre ile ilgili çalışmalarda, özellikle toprak kalitesinin geliştirilmesi ve gözlemlenmesi istendiğinde spektroskopik teknikler güvenilir bir analiz yöntemi olarak kullanılabilir.

Kızıl ötesi teknikleri ile elde edilecek olan yansıma karakteristikleri toprağın doğasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bilinen birçok analitik metodun aksine, kızıl ötesi tekniğinde kullanılan örneklerin orijinal yapısını tahrip edilmez ve örnek hazırlama safhasına hemen hemen hiç gereksinim duyulmaz. Kimyasal madde kullanılmadığından dolayı çevre kirliliğine neden olabilecek herhangi bir kimyasal atık oluşmaz. Çabuk, taşınabilir ve aynı anda birden fazla parametre veya bileşenin tahmininin yapılmasına imkan sağlar. Özel bir kimya bilgisi gerektirmez ve bu işlem esnasında çeker ocağa, drenaj kanalına veya benzer ekipmana gereksinim duyulmaz.

Tüm bu avantajlarının yanında, kızıl ötesi teknolojisinin bazı sınırlamaları ve dezavantajları da bulunmaktadır. En önemli dezavantajı ise tek başına kullanılacak bir teknoloji olmadığı gerçeğidir. Güvenirliliği kullanılan referans metodun ne kadar

doğru olduğuna bağlıdır. Bu nedenle doğruluğu kabul edilmiş olan referans metodların varlığı son derece önemlidir. Bununla birlikte yenilenebilirliği referans metoda göre çok daha yüksektir. Her bir bileşen için ayrı bir kalibrasyon gereklidir. Kalibrasyonun bozulup bozulmadığını kontrol etmek için içeriği bilinmeyen örneğin bir kısmının referans bir metod ile kontrol edilmesi gerekmektedir. Alet, özellikleri bilinen örnekler yardımı ile bir kez kalibre edildiği vakit, kullanılacak uygun istatistiksel yazılımlar yardımı ile istenen toprak özelliklerinin tahmini başarıyla yapılabilir.

5. KAYNAKLAR

- Anonim. 2007. Rapid Soil Analysis Services. www.clw.csiro.au/services/ 19 şubat 2007.
- Ben-Dor, E., Banin, A., 1995. Near-infrared analysis as a rapid method to simultaneously evaluate several soil properties. *Soil Science Society of America Journal*. 59:364–372.
- Bogrekeci I, Lee W.S., 2005. Improving phosphorus sensing by eliminating soil particle size effect in spectral measurement Source: *Transactions of the ASAE* 48,5: 1971-1978.
- Bogrekeci, I., Lee, W.S., 2006. Effects of soil moisture content on absorbance spectra of sandy soils in sensing phosphorus concentrations using UV-VIS-NIR. *Spectroscopy. Transactions of the ASAE* 49,4: 1175-1180.
- Brown, D.J., K.D. Shepherd, M.G. Walsh, M. D. Mays, T.G. Reinsch. 2006. Global soil characterization with VNIR diffuse reflectance spectroscopy *Geoderma* 132:273–290.
- Chang, C.-W., Laird, D.A., Mausbach, M.J., Hurburgh Jr., C.R., 2001. Near-infrared reflectance spectroscopy—principal components regression analysis of soil properties. *Soil Sci. Soc. of Am. J.* 65:480–490.
- Cohen, M.J., J.P. Prenger, W.F. DeBusk. 2005. Visible-Near Infrared Reflectance Spectroscopy for Rapid, Nondestructive Assessment of Wetland Soil Quality *J. Environ. Qual.* 34:1422-1434.
- Cozzolino, D., Moron, A., 2003. The potential of near-infrared reflectance spectroscopy to analyze soil chemical and physical characteristics. *J. Agric. Sci.* 140:65–71.
- Daniel, K.W., Tripathi, N.K., Honda, K., 2003. Artificial neural network analysis of laboratory and in situ spectra for the estimation of macronutrients in soils of Lop Buri (Thailand). *Australian Journal of Soil Research* 41:47–59.
- Dematte, J.A.M., Campos, R.C., Alves, M.C., Florio, P.R., Nanni, M.R., 2004. Visible-NIR reflectance for soil evaluation. *Geoderma* 121:95-112.
- Gündüz, T. 2002. *Instrumental Analiz*. 6. Baskı. Bilge Yayıncılık. Ankara.
- Hummel, J.W., K.A., Sudduth, S.E., Hollinger. 2001. Soil moisture and organic matter prediction of surface and subsurface soils using an NIR soil sensor. *Computers and Electronics in Agri.* 32:149–165
- Islam, K., A. McBratney, B. Singh. 2005. Rapid estimation of soil variability from the convex hull biplot area of topsoil ultra-violet, visible and near-infrared diffuse reflectance spectra. *Geoderma* 128:249–257.
- Islam, K., B. Singh, A. McBratney, 2003. Simultaneous estimation of various soil properties by ultra-violet, visible and near-infrared reflectance spectroscopy. *Australian Journal of Soil Research* 41:1101–1114.

- Kılıç, E., Köseoğlu, F., Yılmaz, H. (Çeviri Editörleri). 1998. Enstrümental Analiz İlkeleri. Bilim Yayıncılık. Ankara.
- Lobell, D.B., G. Asner. 2002. Moisture effect on soil reflectance. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66 :722-725.
- Madari, B.E., J.B. Reeves III, P.L.O.A. Machado, C.L. Guimares, E. Torres, G.W. McCarthy. 2006. Mid- and Near infrared spectroscopic assessment of soil compositional parameters and structural indices in two Ferrasols. *Geoderma*. 136:1-2, 245-259.
- McBratney, A.B., B. Minasny, R. Viscarra Rossel. 2006. Spectral soil analysis and inference systems: A powerful combination for solving the soil data crisis *Geoderma*. 136, 1-2:272-278.
- McCarty, G.W., J.B. Reeves III, V.B. Reeves, R.F. Follet, J.M. Kimble. 2002. Mid-infrared and near-infrared diffuse reflectance spectroscopy for soil carbon measurement. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:640-646.
- Mouazen, A.M., R. Karoui, J. De Baerdemaeker, H. Ramon. 2005. Classification of soil texture classes by using soil visual near infrared spectroscopy and factorial discriminate analysis techniques. *J. Near Infrared Spectroscopy*. 13:231-240.
- Mouazen, A.M., R. Karoui, J. De Baerdemaeker, H. Ramon. 2006. Characterization of Soil Water Content Using Measured Visible and Near Infrared Spectra. *Soil Sci. Soc. of Am. J.* 70:1295-1302.
- Mouazen, A.M., M.R. Maleki, J. De Baerdemaeker, H. Ramon. 2007. On-line measurement of some selected soil properties using a VIS-NIR sensor. *Soil & Tillage Research*. 93:1,13-27.
- Pasquini, C., 2003. Near infrared spectroscopy: Fundamentals, practical aspects and analytical applications. *J. Braz. Chem. Soc.* Vol. 14:2, 198-219.
- Reeves III J.B., G.W. McCarty, R.F. Follett, J.M. Kimble. 2006. The potential of spectropic methods for rapid analysis of soil samples. *Carbon Sequestration in Soils of Latin America*. Harword Press Publ. Inc. p. 423-442.
- Odlare, M., Svensson, K., Pell, M., 2005. Near infrared reflectance spectroscopy for assessment of spatial soil variation in an agricultural field. *Geoderma* 126:193-202.
- Sørensen, L.K., S.Dalsgaard, 2005. Determination of Clay and Other Soil Properties by Near Infrared Spectroscopy *Soil Science Society of America Journal*. 69:159-167.
- Shepherd, K.D., Walsh, M.G., 2002. Development of reflectance spectral libraries for characterization of soil properties. *Soil Sci. Soc. of Am. J.* 66:988- 998.
- Shepherd, K.D., Walsh, M.G., 2004. Diffuse reflectance spectroscopy for rapid soil analysis. In: Lal, Rattan (Ed.), *Encyclopedia of Soil Science*. Published online by Marcel Dekker 04/26/2004.
<http://www.dekker.com/servlet/product/DOI/101081EESS120017436>. [Ulaşım 30 Haziran 2006].
- Vågen, T.-G., K. D. Shepherd, M.G. Walsh. 2006. Sensing landscape level change in soil fertility following deforestation and conversion in the highlands of Madagascar using Vis-NIR spectroscopy *Geoderma* 133:281-294.
- Velasqueza, E., Lavellea, P., Barrios, E., Joffre, R., Reversat, F. 2005. Evaluating soil quality in tropical agroecosystems of Colombia using NIRS *Soil Biology & Biochemistry* 37: 889-898.
- Viscarra Rossel, R.A., D.J.J. Walvoort, A.B. McBratney, L.J. Janik, J.O. Skjemstad 2006. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties *Geoderma* 131:1-2, 59-75.
- Wetzel, D.I., 1983. Infrared reflectance analysis: sleeper among spectroscopic techniques. *Analytical Chemistry* 55:1165-1176.

ÇARŞAMBA ve BAFRA OVALARINDA SERALARDA YETİŞTİRİLEN HIYAR BİTKİSİNİN DEMİR, BAKIR, ÇİNKO ve MANGAN BESLENME DURUMUNUN BELİRLENMESİ

Mehmet Arif ÖZYAZICI Osman ÖZDEMİR Gülen ÖZYAZICI Sevinç ALPAY
Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Samsun

Sorumlu yazar: arifozyazici@hotmail.com

Geliş Tarihi: 22.09.2006

Kabul Tarihi: 02.02.2007

ÖZET: Bu çalışma, Çarşamba ve Bafra Ovaları seralarında yetiştirilen hıyar bitkisinin beslenme durumunu incelemek ve beslenme sorunlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla, Çarşamba ve Bafra Ovalarında hıyar yetiştirilen 30 seradan yaprak örnekleri ile 0-20 ve 20-40 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde bünye, pH, kireç, toplam tuz, organik madde, yarayıklı fosfor (P_2O_5), yarayıklı potasyum (K_2O), DTPA+TEA ile ekstrakte edilen Fe, Cu, Zn ve Mn; yaprak örneklerinde ise toplam Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri yapılmıştır. Yaprak ve toprak örneklerine ait analiz sonuçları, sınır değerleri ile karşılaştırılarak, incelenen seralardaki hıyar bitkilerinin beslenme durumları ve beslenme sorunları saptanmaya çalışılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, araştırma yöresi sera toprakları hafif alkali ve nötr reaksiyonlu olup, tuzsuz, hafif ve orta tuzludur. Toprakların büyük çoğunluğu yeterli derecede ve yüksek kireçlidir. Topraklar genelde az humuslu, killi-tın ve killi bünyeye sahiptir. Toprakların büyük çoğunluğu yarayıklı fosfor ve potasyum bakımından zengin, DTPA+TEA ile ekstrakte edilen bitkiye yarayıklı Fe, Cu, Zn ve Mn kapsamı iyi ve yeterli düzeydedir. Hıyar bitkilerinin yaprak örneklerinde toplam Fe içeriği yeterli düzeyde olup, toplam Cu, Zn ve Mn içerikleri bakımından ise yeterli ve fazla düzeyler saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çarşamba, Bafra, Hıyar, Toprak verimliliği, Beslenme durumu

THE DETERMINATION OF THE NUTRITIONAL STATUS IRON, COPPER, ZINC AND MANGANESE OF THE CUCUMBER GROWN IN THE GREENHOUSES IN THE ÇARŞAMBA AND THE BAFRA PLAINS

ABSTRACT: This study was conducted to evaluate the nutritional status and determine the nutritional problems of the cucumber grown under the greenhouse conditions in Çarşamba ve Bafra Regions.

For this objective, from Çarşamba and Bafra region, 30 leaf samples and 60 soil samples (at the depth of 0-20 cm and 20-40 cm) were collected. In the soil samples texture, pH, $CaCO_3$, total salt, organic matter, available P and K, DTPA+TEA extractable Fe, Cu, Zn and Mn, and in the leaf samples; total Fe, Cu, Zn and Mn analyses were conducted. Nutritional status of surveyed leaf and soils were evaluated by comparing the results of analyses with the interpretative values for the nutrients.

According to experimental results, the soil pH of the experimental region was slightly alkaline and neutral. In regards to the majority of soil samples were highly calcareous, non-saline and slight to moderate salinity. In regards to organic matter, the majority of soil samples were poor in humus content. The textures of soil samples, were clay loam and clay characteristics. The available phosphorus and potassium content were rich. The DTPA+TEA extractable iron, zinc, manganese and copper were at sufficient levels. Evaluation of the leaf analysis results show that the iron content of leaf samples was sufficient, zinc, manganese and copper contents were sufficient and high levels.

Key Words: Çarşamba, Bafra, Cucumber, Soil fertility, Nutritional status

1. GİRİŞ

Gübre kullanımının yoğun olduğu sera yetiştiriciliğinde; gerek elde edilen ürünün kalitesinin bozulması, gerekse aşırı gübre tüketimine bağlı olarak yetiştirme ortamının olumsuz etkilenmesi ve aynı zamanda bilinçsizce yapılan gübrelemenin meydana getirdiği toprak ve çevre kirliliği ileride ciddi sorunlara yol açabilecektir. Özellikle örtü altı yetiştiriciliğinde toprak verimliliğinin korunması önemli bir husus olup, bu konuda gerekli özen gösterilmediğinde birim alandan alınan ürün miktarı ve kalitesi azalmakta ve elde edilen gelirin düşmesine neden olmaktadır.

Karadeniz bölgesi ekolojik özellikleri dolayısıyla örtüaltı yetiştiriciliğine elverişlidir. Tarım İl ve İlçe Müdürlüklerinin kayıtları ve bölgenin seracılık alanları yıllara göre incelendiğinde, seracılığa olan ilginin her geçen gün arttığı izlenmektedir. Cemek ve

Demir (1999)'in bildirdiğine göre; Karadeniz Bölgesinde yaklaşık 5790 adet üzerinde sera mevcut olup, bu seraların % 81.7'si Samsun, % 17.4'ü Ordu ve % 0.9'u ise Giresun ve Amasya İllerinde bulunmakta; Samsun İl ve İlçelerinde ise, toplam 1381.5 da sera alanı mevcut olup, kurulan bu seraların % 51'i Çarşamba ve % 47'si Bafra Ovalarında yer almaktadır. Aynı çalışmada bölgede en çok kullanılan sera tipinin beşik çatılı plastik seralar olduğu, bu tip seraların Samsun İlindeki payının % 73 olduğu ve yapı malzemesi olarak ise ahşap malzeme kullanıldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar Bafra ve Çarşamba Ovalarının sebze yetiştiriciliğine uygun olması ve sebze yetiştiriciliğinin yoğun olması nedeniyle İlin seracılık potansiyelinin % 98'inin bu alanda toplandığını bildirmektedirler.

Bitkilerin besin maddeleri içeriklerini iyi bir şekilde yansıtmaması nedeniyle son 40-45 yıl içerisinde

bitki analizlerine verilen önem artmış ve gübreleme programlarının hazırlanmasında en çok kullanılan yöntemlerden birisi olmuştur. Nitekim, ülkemizde ve dünyada yapılan pek çok çalışmada, toprak ve bitki analizlerinin birbirlerini tamamlar nitelikte olduğu ifade edilerek, birçok bitkinin beslenme sorunlarının belirlenmesinde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Başar ve ark., 1997).

Çakıcı (1989), Gazipaşa yöresinde hıyar yetiştiriciliği yapılan 59 seradan yaprak örnekleri almak suretiyle yaptığı araştırmasında; yaprak örneklerinin tümünün azot (N), fosfor (P), potasyum (K) kapsamaları bakımından yeterli bulunurken, örneklenen seraların % 28'i magnezyum (Mg) kapsamaları yönünden noksanlık sınırına yakın bulunmuştur. Yine aynı çalışmada bitkilerin bakır (Cu) ve çinko (Zn) kapsamaları yeterli ve yüksek düzeyde belirlenirken, örneklerin % 11.86'sının demir (Fe) kapsamaları bakımından noksanlık düzeyinde olduğu saptanmıştır.

Elmacı ve ark. (1990), Antalya ve Fethiye yöresi seralarında yaptıkları bir çalışmada; hıyar yapraklarının Fe, Cu, Zn ve Mn içeriklerinin sırasıyla, 26.8-1137.5 ppm, 4.51-778.3 ppm, 49.6-248.2 ppm ve 22.6-209.8 ppm arasında değiştiğini belirlemiştir.

Dikici (1991) tarafından Fethiye yöresinde domates ve biber yetiştirilen toplam 28 seradan 0-25 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin % 85.7'sinin azotça yeterli olmadığı, % 46,4'nün fosfor bakımından fazla ve orta düzeyde, seraların % 25'inde alınabilir potasyumun düşük düzeyde olduğu, Mg kapsamalarının ise tüm seralarda yüksek ve çok yüksek düzeylerde bulunduğu belirtilmiştir.

Pılanalı (1993), Kumluca yöresi seralarında yetiştirilen hıyar bitkisinin beslenme durumunu belirlemek amacıyla 30 adet yaprak örneğinde yaptığı analizler sonucunda, örneklerin Mg, Mn, Cu ve Fe kapsamalarının sınır değerlerine göre yeterli, Zn kapsamalarının ise yetersiz olduğunu belirlemiştir.

Akay ve Kaplan (1995) Kumluca ve Finike yörelerinde hıyar ve domates seralarından farklı dönemlerde aldıkları 288 adet toprak örneğinde toprak tuzluluğunun mevsimsel değişimini incelemiştir. Araştırma bulgularına göre; Kumluca yöresinde 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin % 50'sinin tuzsuz, % 41.4'ünün hafif tuzlu, % 3.6'sının orta tuzlu; Finike yöresinde sera toprak örneklerinin % 59.7'sinin tuzsuz, % 30.6'sının hafif tuzlu, % 8.3'ünün orta tuzlu ve % 1.4'ünün çok fazla tuzlu olduğunu bildirmişlerdir.

Uz ve ark. (1997), Kumluca ve Kale yörelerindeki seralarda yaptıkları çalışmada; sera topraklarının büyük çoğunluğunun hafif alkali ve alkali reaksiyonlu (pH= 7.23-8.34), çok yüksek ve aşırı derecede kireçli (% 2.45-41.35), ayrıca tuzsuz ve hafif tuzlu (1.40-8.50 mmhos/cm) sınıfına girdikleri belirlenmiştir. Toprakların az humuslu veya humusça fakir (% 0.96-5.48), bünyelerinin ise kumlu tın ve kumlu killi tın olduğu, azotça çok iyi (% 0.055-0.339), fosfor miktarı yeterli (14.51-362.84 ppm), potasyum bakımından

düşük seviyeden yüksek seviyeye kadar değişen düzeyde (0.10-3.92 me/100g) olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada araştırmacılar, sera topraklarının Fe (3.82-15.66 ppm), Zn (0.47-7.45 ppm), Mn (3.32-21.77 ppm) ve Cu (0.42-24.52 ppm) bakımından yeterli düzeyde olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmada patlıcandan alınan yaprak örneklerinde, Fe yetersiz, Mn ve Cu yeterli, Zn ise yüksek düzeyde tespit edilmiştir.

Sönmez ve ark. (1999), Kumluca ve Kale yörelerinde yaptıkları çalışmada, biber yetiştirilen 35 adet seradan aldıkları toprak ve bitki örneklerinin analiz sonuçlarına göre; toprak örneklerinin % 14.3'ü tuzsuz, % 74.3'ü orta ve hafif tuzlu, % 11.4'ü ise fazla tuzlu; organik madde yönünden toprakların % 31.4'ü fakir, % 68.6'sı az sınıfına girdiği; alınabilir P ile değişebilir Ca ve Mg'un tüm toprak örneklerinde iyi durumda olduğu; alınabilir Fe ve Zn bakımından toprakların sırasıyla % 97.1'i ve % 85.7'si iyi, alınabilir Mn ve Cu kapsamaları bakımından ise tüm toprakların yeterli seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Sağlıklı hıyar bitkisi yaprağında 7-10 ppm Cu, 90-150 ppm Zn, 120-420 ppm Fe ve 100-300 ppm Mn bulunduğu bildirilmektedir (Ertekin, 2002).

İbrikçi ve ark. (2004), hıyar (*Cucumis sativus*) bitkisinin, çiçeklenme ve meyve oluşum başlangıcında gelişmesini tamamlamış orta yaprakların kuru maddelerinde, 7-15 ppm Cu, 60-120 ppm Mn ve 35-80 ppm Zn arasındaki miktarların bitki beslenmesi açısından yeterli seviyede olduğunu bildirmişlerdir.

Yoğun bir şekilde sebze üretimi yapılan Samsun yöresi seralarında toprakların verimlilik ve bitkilerin beslenme durumlarını belirlemeye yönelik çalışmaların sayısı oldukça yetersizdir. Ayrıca seralarda toprakların verimlilik özelliklerinin yukarıda anlatılan sebeplerden dolayı hızla değişmesi, daha kısa periyotlarda bu alanlarda çalışma gereksinimini ortaya koymaktadır.

Bu araştırma ile Çarşamba ve Bafra İlçelerindeki plastik seraları temsil edecek şekilde alınan toprak ve yaprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre, Ova seralarında beslenme sorunları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma ile elde edilen bilgiler, bölgede bundan sonra yapılacak olan verimlilik çalışmalarına ışık tutacağı gibi, özellikle toprak ve yaprak analizlerine dayalı olarak yapılacak gübrelemeyle, gübrelemenin etkinliği artırılarak, ürün miktar ve kalitesinin artışına ve beslenme sorunlarının çözümüne katkıda bulunulacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Araştırmanın materyalini oluşturan toprak ve yaprak örnekleri; Çarşamba ve Bafra İlçelerinden, hıyar yetiştirilen ve üretimin yoğun olduğu dönemde, toplam 30 adet seradan ovaları temsil edecek şekilde, 18 Haziran-19 Temmuz 2003 tarihleri arasında alınmıştır.

Çarşamba ve Bafra İlçelerinde örnekleme yapılan seralar; ahşap malzemedan oluşan beşik çatılı plastik

seralardır. Seralarda sulama karık usulü ile yapılmakta olup, sulama suyu T3A1 (yüksek tuzlu-az sodyumlu su) niteliğindedir.

2.2. Yöntem

Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması: Toprak örnekleri genel kurallara uygun olarak (Jackson, 1962), 0-20 cm ve 20-40 cm olmak üzere iki farklı derinlikten paslanmaz çelik kürek ile alınmış ve polietilen torbalara konularak etiketlenmiştir. Laboratuara getirilen toprak örnekleri, temiz kağıt üzerine serilmiş, taş ve bitki parçacıkları ayıklanarak, havada kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan topraklar dövülerek 2 mm'lik plastik elekten geçirilmiştir. Elenen toprak örnekleri verimlilik ve mikro element analizleri yapılmak üzere temiz kese kağıtlarına konulmuş ve naylon poşet geçirilerek laboratuarda muhafaza altına alınmıştır.

Toprak Analiz Yöntemleri: Toprak örneklerinin suyla doymuluk (%), toprak reaksiyonu (pH), toplam tuz (%), kireç (CaCO_3), organik madde (%), alınabilir fosfor (P_2O_5) ve alınabilir potasyum (K_2O) kapsamı Tüzüner (1990) tarafından bildirilen esaslar dahilinde belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının bitkiye yarayışlı mikro element (Fe, Cu, Zn, Mn) içerikleri ise; analize hazırlanan sera toprakları DTPA + TEA ile ekstrakte edildikten (Lindsay ve Norvell, 1978) sonra, elde edilen süzüklerdeki Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (Perkin Elmer AAnalyst 300)'nde okunarak tayin edilmiştir.

Yaprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması: Yaprak örnekleri; hıyar bitkisinin birinci döldeki meyvelerin görünmeye başlaması ile vejetasyon periyodunun ortalarına kadar geçen süre içerisinde, yani meyve oluşumu ile hasat zamanını kapsayan devrede, büyüme tepesine yakın normal iriliğini almış olgun yapraktan (üstten 5. yaprak) alınmıştır (Jones ve ark., 1991).

Laboratuara getirilen hıyar yaprak örnekleri önce saf su ile yıkanmış ve fazla suları alındıktan sonra önceden 65°C 'de kurutularak daraları alınmış kese kağıtlarına konularak, 65°C 'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuşlardır. Kurutulan ve kuru ağırlıkları hesaplanan yaprakların tümü öğütülmüş ve analize hazır hale getirilmiştir.

Yaprak Analiz Yöntemleri: Öğütülen yaprak örnekleri Kacar (1972)'de bildirildiği şekilde, HNO_3 - HClO_4 asit karışımında (3+1) yakıldıktan sonra, elde edilen çözeltilerde toplam Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri atomik absorbsiyon spektrofotometre ile yapılmıştır.

Yaprak ve toprak analiz sonuçları, sınır değerleri ile karşılaştırılarak, incelenen seraların besin maddeleri durumları değerlendirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Toprak Analiz Sonuçları

Çarşamba ve Bafra İlçelerinde seçilen hıyar yetiştirilen toplam 30 adet seradan, 0-20 ve 20-40 cm

derinlikten alınan toprak örneklerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1 ve 2'de, bu sonuçlar ile oluşturulan minimum, maksimum ve ortalama değerlere ait veriler ise Çizelge 3'de verilmiştir. Ayrıca toprak örnekleri sınır değerlerine göre sınıflandırılarak Çizelge 4 hazırlanmıştır.

Araştırmanın yapıldığı seraların topraklarının suyla doymuluk yüzdesine göre belirlenen bünye sınıfları (Ülgen ve Yurtsever, 1995) arasında önemli farklılıkların bulunmadığı, çoğunlukla killi ve killitünlü bünye sınıfına girdikleri saptanmıştır (Çizelge 4).

Sera topraklarının pH'ları 6.55 ile 8.25 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Analiz sonuçları, Ülgen ve Yurtsever (1995)'in verdiği sınır değerleri ile karşılaştırıldığında, Çarşamba ve Bafra Ovası topraklarının % 21.7'sinin nötr ve geri kalan % 78.3'nün ise hafif alkali reaksiyon göstermektedir (Çizelge 4). Kütevin ve Türkeş (1985), hıyar yetiştiriciliği için en uygun toprak pH değerinin 5.5-6.8 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Buna göre araştırmanın yapıldığı sera topraklarının pH değerlerinin ideal sayılan değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, Sevgican (1999)'in da belirttiği gibi hıyar, yüksek pH'lara da tolerans göstermekte ve özellikle nötr yada hafif alkali topraklardan da hoşlanmaktadır. Çarşamba ve Bafra Ovasında pH açısından ciddi bir sorun gözükmemektedir.

Çarşamba ve Bafra Ovası sera topraklarının kireç kapsamı toprak derinliğine göre % 0.31 ile % 10.83 arasında geniş bir değişim göstermiştir (Çizelge 1, 2 ve 3). Toprak örneklerinin CaCO_3 analiz sonuçları Evliya (1964)'ya göre sınıflandırıldığında, Çarşamba ve Bafra Ovası sera topraklarının çoğunluğu kireçli ve yüksek kireçli sınıfına girmektedir. Bununla birlikte incelenen seraların % 23.3'ünde toprakların kireç içerikleri düşük bulunmuştur (Çizelge 4).

Çarşamba ve Bafra Ovası sera topraklarının tuzluluk durumu incelendiğinde; Ülgen ve Yurtsever (1995)'in verdiği sınır değerlerine göre, toprakların % 60'ı tuzsuz, geri kalan % 40'ı ise hafif ve orta derecede tuz ihtiva ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 4). Tuz konsantrasyonu özellikle ilk 20 cm'lik toprak katında ve Bafra Ovası seralarında daha yüksek bulunmuş olup, sera topraklarının tuz içerikleri % 0.05 ile % 0.59 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Yöre seralarında hafif ve orta seviyede tuzlanma görülmesi; yetiştirme devresi boyunca uygulanan çeşitli gübrelerden ayrılan tuzlar ve devamlı aynı bitkinin yetiştirilmesi sonucu bitkilerin kullanmadıkları besin maddeleri ve sulama kalitesi iyi olmayan sular ile yapılan sulamalar sonucu sera topraklarının tuzlanması ile açıklanabilir. Nitekim, incelenen seralarda kullanılan sulama suyunun T3A1 (yüksek tuzlu-az sodyumlu su) özelliğinde olması bu açıklamayı desteklemektedir. Günay (1980)'in belirttiği gibi, hıyar bitkisinin % 0.37-% 0.53 tuz içerikli topraklarda yetiştirilebildiği dikkate alındığında, Ova seralarında verimde önemli azalmalara neden olabilecek derecede tuzlanmanın olmadığını söylemek mümkündür. Ancak, hafif ve

Çizelge 1. Çarşamba İlçesi hıyar yetiştirilen sera topraklarının verimlilik ve bitkiye yararlı mikroelement analiz sonuçları

Sera no	Örnek alınan yerler (köyler)	Örnek alınan derinlik (cm)	Suyla doygunluk (%)	pH	Toplam tuz (%)	CaCO ₃ (%)	Org. Mad. (%)	Alınabilir fosfor (kg/da P ₂ O ₅)	Alınabilir potasyum (kg/da K ₂ O)	Bitkiye yararlı besin maddeleri (ppm)			
										Fe	Cu	Zn	Mn
1	Damlataş	0-20	60	8.00	0.06	5.76	3.29	30.7	56	17	4.1	1.0	17
		20-40	55	8.05	0.06	6.51	2.30	4.3	39	16	3.2	0.2	16
2	Damlataş	0-20	55	7.90	0.09	4.54	3.67	11.6	84	15	3.6	1.0	19
		20-40	55	7.95	0.05	4.54	3.23	4.1	50	17	3.4	0.4	17
3	Turgutlu	0-20	60	7.85	0.13	5.60	3.95	50.5	84	17	3.6	2.9	15
		20-40	55	7.90	0.10	5.45	2.80	10.8	41	15	3.5	0.5	14
4	Karacalı	0-20	66	8.00	0.25	5.76	4.71	53.2	235	19	7.2	4.0	21
		20-40	66	8.10	0.11	5.76	3.23	11.3	88	21	4.8	1.0	20
5	Karabahçe	0-20	82	8.05	0.20	4.24	5.54	50.9	192	17	6.3	3.0	14
		20-40	82	8.05	0.12	4.70	3.95	14.4	103	24	5.8	1.3	16
6	Karabahçe	0-20	77	7.55	0.38	3.03	5.48	81.6	179	32	6.4	3.1	15
		20-40	82	7.85	0.23	3.48	5.32	80.9	185	32	6.6	3.0	14
7	Ahubaba	0-20	71	8.25	0.10	1.21	4.60	46.3	76	31	5.8	1.7	17
		20-40	71	8.25	0.08	0.91	3.56	50.0	80	36	5.8	1.6	24
8	Ovacık	0-20	71	7.60	0.12	2.42	5.54	70.1	469	37	6.7	6.7	15
		20-40	77	7.65	0.08	2.58	4.71	65.5	276	58	7.1	6.6	12
9	Durakbaşı	0-20	66	7.60	0.15	3.03	4.77	54.2	155	33	5.0	1.8	13
		20-40	77	7.75	0.08	3.03	2.90	21.6	91	40	5.4	0.9	14
10	Kirazbucağı	0-20	60	7.70	0.10	1.97	4.71	30.8	293	21	6.7	7.7	24
		20-40	60	7.60	0.07	1.82	2.25	21.8	276	22	6.7	2.0	31
11	Beylerce	0-20	60	7.65	0.17	4.09	4.55	67.8	172	18	4.8	10.8	21
		20-40	60	8.05	0.08	3.79	2.30	27.8	47	20	4.5	4.1	23
12	Kuşhane	0-20	60	7.70	0.22	2.58	5.54	61.1	144	33	5.6	4.3	26
		20-40	60	7.95	0.08	2.73	3.40	23.7	68	46	4.9	1.2	22
13	Çelikli	0-20	60	7.75	0.15	5.00	2.47	20.7	74	27	6.3	1.3	24
		20-40	60	7.95	0.06	4.85	2.36	10.0	65	30	5.0	0.6	24
14	Yukarı Donurlu	0-20	71	7.75	0.11	3.48	5.54	103.9	305	22	7.4	5.3	28
		20-40	77	7.85	0.07	3.64	5.48	83.9	213	36	8.9	4.2	23
15	Bafracalı-Elifli mah.	0-20	66	7.15	0.38	2.27	2.90	29.1	103	22	6.5	1.8	31
		20-40	66	7.90	0.11	2.73	2.03	17.3	53	23	4.8	1.6	30
16	Kumarlı	0-20	66	8.05	0.10	4.09	2.90	15.2	68	20	6.6	1.8	24
		20-40	66	8.15	0.06	4.54	2.36	11.2	49	20	6.3	1.2	20

orta tuzlu değerler göz önüne alındığında, gelecekte ciddi boyutlarda tuzlanma sorunu ile karşı karşıya kalılabilecektir. Sebzelelerin genel olarak tuza hassas bitkiler olduğu ve bununla birlikte Çarşamba ve Bafra Ovalarının sebze tarımı açısından önemli potansiyele sahip oldukları da düşünülürse, tuzluluktan dolayı meydana gelebilecek ürün kayıplarının gelecekte büyük boyutlarda olabileceği düşünülebilir.

İncelenen sera topraklarının organik madde miktarları % 1.13-5.54 arasında değişmiştir (Çizelge 1, 2 ve 3). Toprak örneklerinin organik madde içerikleri Thun ve ark. (1955)'na göre sınıflandırıldığında (Çizelge 4); araştırmada incelenen seraların % 76.7'si az humuslu, % 15.0'i humuslu ve % 8.3'ü humusça fakir sınıfına girdiği görülmektedir. Bu duruma göre, diğer sebzelerde olduğu gibi hıyar bitkisinin de organik maddece zengin topraklar üzerinde en iyi gelişmeyi ve verimi verdiği ve aynı zamanda sera yetiştiriciliğinde toprakların organik madde kapsamının normal değerlerden yüksek olması gerektiği dikkate alınır, organik madde kapsamının yükseltilmesine yönelik önlemlerin alınması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple yüksek verim alınması hedefleniyorsa 8-10 t/da çiftlik

gübresinin seranın hazırlanması sırasında toprağa karıştırılması önerilmektedir (Ertekin, 2002).

Toprak örneklerinin bitkiye yararlı fosfor (P₂O₅) ve potasyum (K₂O) analiz sonuçları Ülgen ve Yurtsever (1995)'e göre sınıflandırıldığında (Çizelge 4), Çarşamba ve Bafra İlçelerindeki sera topraklarının hem 0-20, hem de 20-40 cm derinlikte yüksek ve çok yüksek oranda alınabilir P ve K kapsadığı saptanmıştır. Buna göre, sera topraklarının alınabilir P kapsamı 4.1-103.9 kg P₂O₅/da, alınabilir K kapsamı ise 38-868 kg K₂O/da arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 1, 2 ve 3). Çarşamba ve Bafra İlçelerindeki hıyar seralarının çok yüksek düzeyde P ve K kapsamı; üreticilerle yapılan birebir görüşmelerde ve anket sonuçlarına göre, genellikle gübre olarak kompoze gübre uygulanmasının yaygın olmasından ve toprak analizine dayalı olarak gübre uygulamasının yapılmışından kaynaklanması ile açıklanabilir.

Çarşamba ve Bafra İlçelerindeki hıyar seralarından alınan toprak örneklerinin alınabilir Fe analiz sonuçları, Lindsay ve Norvell (1978)'e göre sınıflandırıldığında, 0-20 ve 20-40 cm derinlikte toprak örneklerinin alınabilir Fe bakımından iyi düzeyde oldukları ve Fe beslenmesi bakımından bir

Çizelge 2. Bafra İlçesi hıyar yetiştirilen sera topraklarının verimlilik ve bitkiye yararlı mikroelement analiz sonuçları

Sera no	Örnek alınan yerler (köyler)	Örnek alınan derinlik (cm)	Suyla doygunluk (%)	pH	Toplam tuz (%)	CaCO ₃ (%)	Org. Mad. (%)	Alınabilir fosfor (kg/da P ₂ O ₅)	Alınabilir potasyum (kg/da K ₂ O)	Bitkiye yararlı besin maddeleri (ppm)			
										Fe	Cu	Zn	Mn
1	Balıklar	0-20	71	6.55	0.23	0.77	2.74	89.5	346	15	4.1	3.8	54
		20-40	66	6.90	0.07	0.31	1.72	20.2	217	38	3.5	1.2	41
2	Şeyhören	0-20	82	7.20	0.27	1.55	4.20	60.9	540	25	7.3	3.7	26
		20-40	77	7.40	0.23	0.93	3.34	41.4	328	22	6.9	3.0	25
3	Ağıllar	0-20	66	7.35	0.28	8.05	2.74	33.9	118	14	5.0	6.3	36
		20-40	66	7.70	0.09	8.05	1.99	11.0	65	13	5.0	1.9	23
4	Merkez-Alparslan Mah.	0-20	71	7.15	0.55	6.81	2.90	57.8	358	14	3.6	8.1	35
		20-40	71	7.30	0.27	7.43	2.58	41.8	144	14	3.7	6.6	27
5	Merkez-Alparslan Mah.	0-20	66	7.40	0.49	10.83	1.67	20.2	102	13	1.7	1.4	26
		20-40	60	7.75	0.18	9.44	1.13	19.1	53	12	1.5	0.3	26
6	Karaburç	0-20	77	7.75	0.17	7.58	2.37	8.3	124	30	5.3	1.1	26
		20-40	77	7.85	0.10	8.51	1.99	6.2	133	35	5.8	0.5	31
7	Ada köyü	0-20	82	7.55	0.19	9.75	4.25	39.6	334	30	5.9	4.5	32
		20-40	82	7.75	0.10	9.29	3.23	27.8	217	28	6.1	2.5	27
8	Kalaycılı	0-20	71	7.85	0.11	6.97	2.04	14.5	102	19	5.4	0.6	29
		20-40	71	7.85	0.10	7.12	2.26	10.8	90	19	5.0	0.5	23
9	Emenli	0-20	93	7.90	0.23	6.66	4.46	34.0	228	17	5.6	2.1	23
		20-40	88	8.00	0.11	6.97	4.73	37.7	191	19	6.1	1.9	24
10	Gerzeliler	0-20	77	7.25	0.59	3.56	3.17	24.0	155	15	2.6	1.6	12
		20-40	82	7.55	0.31	4.64	3.01	25.6	102	17	2.5	1.2	13
11	Karaburç	0-20	77	7.60	0.16	3.71	3.07	17.9	252	18	6.7	2.6	30
		20-40	71	7.60	0.07	7.43	2.53	12.8	213	22	8.6	4.8	27
12	Karaburç	0-20	55	7.20	0.28	5.88	2.31	26.5	170	11	3.7	3.8	28
		20-40	55	7.50	0.10	5.88	2.42	18.4	100	12	3.8	2.2	28
13	Karaburç	0-20	77	7.30	0.41	1.55	5.54	65.3	868	28	4.7	4.2	41
		20-40	71	7.55	0.38	1.39	5.54	63.5	411	27	4.7	4.1	48
14	Karaburç	0-20	77	7.60	0.13	4.70	2.75	25.2	122	16	3.8	2.3	26
		20-40	77	7.65	0.10	4.65	2.40	10.1	88	20	3.2	2.0	22

Çizelge 3. Çarşamba ve Bafra Ovalarındaki hıyar seralarından alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ilişkin minimum, maksimum ve ortalama değerler

Toprak Özellikleri	İlçeler	0-20 cm			20-40 cm		
		Minimum	Maksimum	Ortalama	Minimum	Maksimum	Ortalama
Suyla doygunluk (%)	Çarşamba	55	82	66	55	82	66
	Bafra	55	93	74	55	88	72
pH	Çarşamba	7.15	8.25	7.78	7.60	8.25	7.94
	Bafra	6.55	7.90	7.40	6.90	8.00	7.60
CaCO ₃ (%)	Çarşamba	1.21	5.76	3.69	0.91	6.51	3.82
	Bafra	0.77	10.83	5.60	0.31	9.44	5.86
Toplam tuz (%)	Çarşamba	0.06	0.38	0.17	0.05	0.23	0.09
	Bafra	0.11	0.59	0.29	0.07	0.38	0.16
Organik madde (%)	Çarşamba	2.47	5.54	4.39	2.03	5.48	3.26
	Bafra	1.67	5.54	3.16	1.13	5.54	2.78
Alınabilir fosfor (kg/da P ₂ O ₅)	Çarşamba	11.6	103.9	48.6	4.1	83.9	28.7
	Bafra	8.3	89.5	37.0	6.2	63.5	24.7
Alınabilir potasyum (kg/da K ₂ O)	Çarşamba	56	469	168	38	276	108
	Bafra	102	868	273	53	411	168
Fe (ppm)	Çarşamba	15	37	24	15	58	29
	Bafra	11	30	19	12	38	21
Zn (ppm)	Çarşamba	1.0	10.8	3.6	0.2	6.6	1.9
	Bafra	0.6	8.1	3.3	0.3	6.6	2.3
Mn (ppm)	Çarşamba	13	31	20	12	31	20
	Bafra	12	54	30	13	48	28
Cu (ppm)	Çarşamba	3.6	7.4	5.8	3.2	8.9	5.4
	Bafra	1.7	7.3	4.7	1.5	8.6	4.7

Çizelge 4. Çarşamba ve Bafra Ovalarındaki hıyar seralarından alınan toprak örneklerinin sınır değerlerine göre sınıflandırılması

Toprak Özellikleri	Sınır Değeri	Değerlendirme	DERİNLİK				Toplam	
			0 – 20 cm		20 – 40 cm		Örnek Sayısı	%
			Örnek Sayısı	%	Örnek Sayısı	%		
Suyla doygunluk (%) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	0-30	Kumlu	---	---	---	---	---	---
	30-50	Tınlı	---	---	---	---	---	---
	50-70	Killitlinli	14	46.7	14	46.7	28	46.7
	70-110	Killi	16	53.3	16	53.3	32	53.3
	>110	Ağır Killi	---	---	---	---	---	---
pH (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	<4.5	Kuvvetli asit	---	---	---	---	---	---
	4.5-5.5	Orta asit	---	---	---	---	---	---
	5.5-6.5	Hafif asit	---	---	---	---	---	---
	6.5-7.5	Nötr	9	30.0	4	13.3	13	21.7
	7.5-8.5	Hafif alkali	21	70.0	26	86.7	47	78.3
	>8.5	Kuvvetli alkali	---	---	---	---	---	---
Kireç (%) (Evliya, 1964)	0-2.5	Düşük	8	26.7	6	20.0	14	23.3
	2.6-5.0	Kireçli	11	36.7	12	40.0	23	38.3
	5.1-10.0	Yüksek	10	33.3	12	40.0	22	36.7
	10.1-20.0	Çok Yüksek	1	3.3	---	---	1	1.7
	>20.0	Aşırı	---	---	---	---	---	---
Toplam tuz (%) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	0.0-0.15	Tuzsuz	12	40.0	24	80.0	36	60.0
	0.15-0.35	Hafif tuzlu	12	40.0	5	16.7	17	28.3
	0.35-0.65	Orta tuzlu	6	20.0	1	3.3	7	11.7
	>0.65	Çok tuzlu	---	---	---	---	---	---
Organik madde (%) (Thun ve ark., 1955)	0-2	Humusla fakir	1	3.3	4	13.3	5	8.3
	2-5	Az humuslu	23	76.7	23	76.7	46	76.7
	5-10	Humuslu	6	20.0	3	10.0	9	15.0
Yarayışlı fosfor (P ₂ O ₅ kg/da) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	0-3	Çok az	---	---	---	---	---	---
	3-6	Az	---	---	2	6.7	2	3.3
	6-9	Orta	1	3.3	1	3.3	2	3.3
	9-12	Yüksek	1	3.3	7	23.3	8	13.4
	>12	Çok yüksek	28	93.4	20	66.7	48	80.0
Yarayışlı potasyum (K ₂ O kg/da) (Ülgen ve Yurtsever, 1995)	0-20	Az	---	---	---	---	---	---
	20-30	Orta	---	---	---	---	---	---
	30-40	Yeter	---	---	1	3.3	1	1.7
	>40	Fazla	30	100	29	96.7	59	98.3
Alınabilir Fe (ppm) (Lindsay ve Norvell, 1978)	2.5>	Noksan	---	---	---	---	---	---
	2.5-4.5	Noksanlık gösterebilir	---	---	---	---	---	---
	4.5<	İyi	30	100	30	100	60	100
Alınabilir Zn (ppm) (Lindsay ve Norvell, 1978)	0.5>	Noksan	---	---	6	20.0	6	10.0
	0.5-1.0	Noksanlık gösterebilir	3	10.0	3	10.0	6	10.0
	1.0<	İyi	27	90.0	21	70.0	48	80.0
Alınabilir Mn (ppm) (Lindsay ve Norvell, 1978)	1>	Yetersiz	---	---	---	---	---	---
	1<	Yeterli	30	100	30	100	60	100
Alınabilir Cu (ppm) (Lindsay ve Norvell, 1978)	0,2>	Yetersiz	---	---	---	---	---	---
	0,2<	Yeterli	30	100	30	100	60	100

beslenme sorununun olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4). Sera topraklarının bitkiler tarafından alınabilir Fe miktarları 11-58 ppm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3).

Ovada incelenen seralarda bitkiye yarayışlı çinko miktarları 0.2-10.8 ppm arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 1, 2 ve 3). Alınabilir Zn analiz sonuçları Lindsay ve Norvell (1978)'e göre sınıflandırıldığında (Çizelge 4), her iki ovada da toprak örneklerinin büyük çoğunluğunun (% 80'i) alınabilir Zn bakımından iyi düzeyde oldukları belirlenmiştir. Her ne kadar bitkiye yarayışlı çinko bakımından; Çarşamba ve Bafra Ovası seralarının 20-40 cm toprak derinliğinde toplam 6 adet toprak

örneğinde noksan, Çarşamba Ovasındaki 2 sera ve Bafra Ovasındaki 1 adet serada da noksanlık gösterebilir durumda olsa bile, incelemeler sırasında seralarda Zn noksanlığı belirtilerine rastlanmamıştır.

Çarşamba ve Bafra Ovası sera topraklarının bitkiler tarafından alınabilir Mn kapsamı 12-54 ppm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1, 2 ve 3). Alınabilir Mn analiz sonuçları Lindsay ve Norvell (1978)'e göre sınıflandırıldığında (Çizelge 4), her iki ovada da 0-20 ve 20-40 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin tamamının alınabilir Mn bakımından yeterli düzeyde olduğu ve Mn bakımından bir beslenme sorunu olmadığı belirlenmiştir.

Örnekleme yapılan sera topraklarının alınabilir Cu kapsamı 1.5-8.9 ppm arasında değişiklik göstermekte olup (Çizelge 1, 2 ve 3); alınabilir Cu analiz sonuçları Lindsay ve Norvell (1978)'e göre sınıflandırıldığında (Çizelge 4), her iki ovada ve her iki derinlikteki toprak örneklerinin tamamının alınabilir Cu bakımından yeterli düzeyde olduğu görülmektedir.

3.2. Yaprak Analiz Sonuçları

Çarşamba ve Bafra İlçelerinden seçilen toplam 30 adet hıyar serasından alınan yaprak örneklerinin analiz sonuçlarına ait değerler Çizelge 5 ve 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. Çarşamba İlçesi seralarında yetiştirilen hıyar bitkisinin yaprak örneklerinin toplam mikro element kapsamı, minimum, maksimum ve ortalama değerleri (ppm)

Sera No	Örnek alınan yerler (köyler)	Fe	Cu	Zn	Mn
1	Damlataş	119	148.0	278	226
2	Damlataş	160	168.0	234	676
3	Turgutlu	148	116.0	206	112
4	Karacalı	157	145.0	105	439
5	Karabahçe	126	135.0	301	326
6	Karabahçe	131	26.0	188	170
7	Ahubaba	182	176.0	334	372
8	Ovacık	111	22.3	61	75
9	Durakbaşı	124	100.0	301	112
10	Kirazbucağı	194	18.5	118	366
11	Beylerce	117	47.8	137	608
12	Kuşhane	134	21.0	235	324
13	Çelikli	111	22.3	310	119
14	Yukarı Donurlu	154	6.7	62	477
15	Bafracalı-Elifli M.	148	158.0	172	576
16	Kumarlı	147	166.0	284	257
Minimum		111	6.7	61	75
Maksimum		194	176.0	334	676
Ortalama		141	92.3	208	327

Çizelge 5 ve 6'dan görüldüğü üzere, Çarşamba'dan alınan hıyar yaprak örneklerinde kuru madde de toplam Fe 111-194 ppm, toplam Cu 6.7-176.0 ppm, toplam Zn 61-334 ppm, toplam Mn 75-676 ppm; Bafra'dan alınan hıyar örneklerinde ise toplam Fe 90-272 ppm, toplam Cu 11.5-70.0 ppm, toplam Zn 23-126 ppm ve toplam Mn kapsamı ise 73-236 ppm değerleri arasında geniş dağılımlar göstermiştir. Genelde bitkilerin Fe, Cu, Zn ve Mn kapsamlarındaki yöresel farklılıklar üzerine, toprak özelliklerinin farklı olması gibi etmenler doğrudan etkili olmaktadır.

Elde edilen analiz sonuçları, örnek alınan hıyar seralarının beslenme durumlarının değerlendirilmesi amacıyla; bitkilerin Fe, Cu, Zn ve Mn kapsamı, Jones ve ark. (1991)'nin verdiği sınır değerleri ile karşılaştırılmış ve yapılan sınıflamanın oransal dağılımları Çizelge 7'de verilmiştir.

Yaprak örneklerinin Fe miktarları sınır değerleri ile karşılaştırıldığında; örneklerin her iki lokasyonda da Fe içeriklerinin yeterli düzeyde (50-300 ppm

Çizelge 6. Bafra İlçesi seralarında yetiştirilen hıyar bitkisinin yaprak örneklerinin toplam mikro element kapsamı, minimum, maksimum ve ortalama değerleri (ppm)

Sera No	Örnek alınan yerler (köyler)	Fe	Cu	Zn	Mn
1	Balıkçılar	194	14.3	53	86
2	Şeyhören	191	38.0	68	149
3	Ağıllar	200	14.0	46	193
4	Merkez-Alparslan mah.	195	14.3	41	206
5	Merkez-Alparslan mah.	197	14.3	36	211
6	Karaburç	272	32.0	126	219
7	Ada köyü	112	11.5	23	106
8	Kalaycılı	97	70.0	27	173
9	Emenli	90	11.5	81	236
10	Gerzeliler	110	25.0	75	198
11	Karaburç	106	12.9	55	148
12	Karaburç	135	12.9	73	203
13	Karaburç	205	24.8	58	73
14	Karaburç	111	23.3	48	142
Minimum		90	11.5	23	73
Maksimum		272	70.0	126	236
Ortalama		158	22.8	58	167

arasında) oldukları belirlenmiştir. Hıyar yapraklarının Cu kapsamı incelenen seraların % 3.3'ünde noksan (<7 ppm), % 30'unda yeterli (8-20 ppm arasında) ve % 66.7'sinde fazla (>20 ppm) seviyede oldukları saptanmıştır. Zn analiz sonuçları incelendiğinde, 30 yaprak örneğinin % 3.3'ü noksan (<24 ppm), % 83.3'ü yeterli (25-300 ppm arasında) ve % 13.4'ü fazla (>300 ppm) seviyede çinko içermektedir. Yaprakların Mn kapsamı ise, incelenen seraların % 83.3'ünde yeterli (50-400 ppm arasında), % 16.7'sinde fazla (>400 ppm) seviyede bulunmuştur (Çizelge 7).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çarşamba ve Bafra Ovalarındaki hıyar yetiştirilen seralarda, toprakların verimlilik durumu ile bitkinin beslenme durumlarının incelendiği bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Araştırmanın yapıldığı sera topraklarının suyla doygunluk yüzdesine göre belirlenen bünyeleri çoğunlukla killi ve killi-tınlıdır.

İncelenen seraların toprakları genel olarak hafif alkali ve nötr reaksiyonludur. Çarşamba ve Bafra Ovaları sera toprakları, düşük seviyeden çok yüksek seviyeye kadar değişen miktarlarda kireç içermekte olup, çoğunlukla kireçli veya yüksek kireçli topraklardır.

Toplam tuz değerleri bakımından topraklar tuzsuz, hafif ve orta tuzlu bulunmuştur. Bu durum toprak tuzluluğu bakımından, yöre seralarında sebze yetiştiriciliğinde önlem alınmadığı sürece ileride önemli sorunlardan biri olacağı ihtimalini düşündürmektedir. Bu bakımdan sera toprağında tuzlanma varsa, tuzluluğun giderilmesinde kullanılacak en etkili ve en kolay yol, sera toprağının

Çizelge 7. Hıyar yaprak örneklerinin toplam mikro element içeriklerinin sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Jones ve ark., 1991)

Mikro Element	Değerlendirme	ÇARŞAMBA		BAFRA		TOPLAM	
		Örnek sayısı	%	Örnek sayısı	%	Örnek sayısı	%
Fe (ppm)	Noksan (<49)	---	---	---	---	---	---
	Yeterli (50-300)	16	100	14	100	30	100
	Fazla (>300)	---	---	---	---	---	---
Cu (ppm)	Noksan (<7)	1	6.25	---	---	1	3.3
	Yeterli (8-20)	1	6.25	8	57.1	9	30.0
	Fazla (>20)	14	87.50	6	42.9	20	66.7
Zn (ppm)	Noksan (<24)	---	---	1	7.1	1	3.3
	Yeterli (25-300)	12	75	13	92.9	25	83.3
	Fazla (>300)	4	25	---	---	4	13.4
Mn (ppm)	Noksan (<49)	---	---	---	---	---	---
	Yeterli (50-400)	11	68.75	14	100	25	83.3
	Fazla (>400)	5	31.25	---	---	5	16.7

tuz problemi olmayan su ile yıkanmasıdır ki, bu uygulama pratikte mümkün olmayabilir. Bu takdirde seranın boşluğunda yani ürün yetiştirilmediği dönemde, örtüsünün açılarak yağışlarla yıkanması sağlanmalı veya sera yeri veya toprağı değiştirilmelidir. Bunun yanında, sulama suyunun neden olduğu toprak yüzeyi ve bitki kök bölgesindeki fazla suyun yapay yollarla yani sera içi drenaj sistemi ile uzaklaştırılması ve aşırı ve bilinçsiz gübre uygulamalarından kaçınılması gerektiği önerilebilir. Çarşamba ovasında seraların yaklaşık % 90'ında sulamaların karık usulü ile yapıldığı dikkate alınırsa damla sulama sistemine yönelmeye geçilmelidir.

Sera topraklarının organik maddece genel olarak fakir olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle toprakların organik madde düzeylerinin geliştirilmesine yönelik önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu amaçla killi topraklarda söz konusu fiziki yapıyı düzeltmek için, kum, hümüs, kompost, yapay organik gübre, yanmış hayvan gübresi, yeşil gübreler ve vermikülit, perlit gibi sentetik maddeler kullanılması şeklinde önlemlerin alınması tavsiye edilebilir.

Toprakların büyük çoğunluğu yarıyışlı fosfor ve potasyum bakımından çok yüksek ve fazla seviyede olduğu belirlenmiştir. Bu durum, ovada tıpkı tarla ve bahçe bitkileri ziraatında olduğu gibi serada da bilinçsiz ve aşırı gübreleme uygulaması yapılmasının bir sonucudur. Bilinçsiz gübre kullanımı, üretim maliyetini arttırarak ekonomik kayba yol açmakta ve aynı zamanda, aşırı gübreleme çevre kirliliğine neden olmaktadır. Öte yandan toprak analiz sonuçlarına göre, fosforun çok yüksek çıkması % toplam tuz değerini de etkilemiştir. Örtüaltı hıyar yetiştiriciliğinde ekonomik optimum ürün elde etmek için toprak analizlerinin yapılması ve bu analiz sonuçlarına göre kimyasal gübreleme uygulaması yoluna gidilmelidir. Fosforlu gübre uygulamasının gerektiği durumda ise, katı ticari gübreler yerine damla sulama sistemi ile birlikte sıvı olarak fosforik asit formunda uygulanması daha uygun olacaktır. Böylece hem tuzlanmanın etkisi hem de ürün miktar ve kalitesi olumlu yönde kontrol edilebilir.

Çarşamba ve Bafra Ovası seralarında, toprakların DTPA + TEA çözeltisi ile ekstrakte edilen Fe, Cu, Zn

ve Mn kapsamı ile hıyar yapraklarının içerdiği toplam Fe, Cu, Zn ve Mn kapsamı yeterli ve fazla düzeyde bulunmaktadır. Bu durum Çarşamba ve Bafra Ovalarında incelenen seraların adı geçen mineral maddeler içerikleri yönünden beslenme sorunlarının olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte yüksek fosfor içeren topraklarda yetişen hıyar yapraklarındaki analiz sonuçlarında Zn içeriği yeterli ve fazla bulunmuş olsa bile, yüksek fosfor Zn alımını etkileyeceği için verim de etkilenecektir.

Seralarda yetiştiricilik, açıkta yapılan yetiştiriciliğe göre daha fazla gelir getirmesinin yanında gübre vb. girdilerinin yoğun olduğu bir üretim şeklidir. Yoğun gübre kullanımının ve bitkiler tarafından besin tüketiminin aşırı olduğu bu tip yetiştiricilikte toprakların verimliliğinin ve bitkilerin beslenme durumlarının sürekli kontrol altında tutulması gereklidir. Bu nedenle, belirli aralıklarla bu alanlardan alınan toprak örneklerinin verimlilik durumları gözetim altında tutulmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- Akay, S., Kaplan, M., 1995. Kumluca ve Finike Yörelerinde Seraların Toprak Tuzluluğu ve Mevsimsel Değişimi. İlhan AKALAN Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt: 1, Yayın No: 7, Tübitak.
- Başar, H., Özgümüş, A., Katkat, A.V., 1997. Bursa yöresinde yetiştirilen şeftali ağaçlarının azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum ile beslenme durumlarının yaprak analizleri ile incelenmesi. Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, 21(3):257-266.
- Beşiroğlu, A., 1992. Örtü altında gübreleme amacıyla toprak ve bitki örneklerinin alınması. Seracılık Araştırma Enstitüsü, Seri D No:17, Antalya, 12s.
- Cemek, B., Demir, Y., 1999. Karadeniz bölgesi seracılığının mevcut durumu, sorunları ve geliştirme olanakları. Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, 23(2):431-439.
- Çağlar, K., 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniver. Zir. Fak. Yayınları No: 985, Ankara.
- Çakıcı, H., 1989. Sera Sebze Yetiştiriciliğinde (Gazipaşa-Antalya) Toprakların Mineral Besin Maddesi Durumunun Tesbiti. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Dikici, H., 1991. Sera Sebze Yetiştiriciliğinde (Fethiye-Muğla) Toprakların Mineral Besin Maddesi Durumunun

- Tesbiti. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Elmacı, L., Çakıcı, H., Kovancı, İ., Çolakoğlu, H., 1990. Antalya ve Fethiye yöresi sebze seralarındaki toprakların ve bitkilerin besin maddesi durumu üzerine araştırmalar. Türkiye 5. Seracılık Sempozyumu, 139-146, 17-19 Ekim, İzmir.
- Ertekin, Ü., 2002. Seracılık ve Örtüaltı "Biber, domates, hıyar, patlıcan" yetiştiriciliği. Mars Matbaası, Ankara, 501s.
- Evliya, H., 1964. Kültür bitkilerinin beslenmesi. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları, Sayı: 36.
- Günay, A., 1980. Serler. Çağ Matbaası, Ankara, 400s.
- İbrikçi, H., Gülüt, K. Y., Güzel, N., Büyük, G., 2004. Gübrelemede Bitki Analiz Teknikleri. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, Bildiri Kitabı 2. Cilt, 1187-1214, 11-13 Ekim, Tokat.
- Jackson, M.L., 1962. Soil chemical analysis. Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Jones, J. R., Wolf, B., Mills, H. A., 1991. Plant Analysis Handbook. Micro Macro Publishing, Inc.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri, II. Bitki analizleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayın No: 453.
- Kellogg, C.E., 1952. Our garden soils. The Macmillan Company, New York.
- Kütevin, Z., Türkeş, T., 1985. Sebzeçilik-Genel sebze tarımı, prensipleri ve pratik sebzeçilik yöntemleri. İnkılap Kitabevi, İstanbul, 309s.
- Lindsay, W. L., Norwell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Amer. Jour., 42(3):421-428.
- Olsen, S. R., Cole, V., Watanabe, F. S., Dean, L. A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction With Sodium Bicarbonate, U.S.D.A.
- Pılanalı, N., 1993. Antalya Kumluca Yöresi Seralarında Yetiştirilen Hıyarın Beslenme Durumunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Antalya.
- Sevgican, A., 1999. Örtüaltı sebzeçiliği (Topraklı tarım). Ege Üniv. Zir. Fak., Yayın No: 528, Cilt: 1, İzmir, 302s.
- Sönmez, S., Uz, İ., Kaplan, M., Aksoy, T., 1999. Kumluca ve Kale yörelerindeki seralarda yetiştirilen biberlerin beslenme durumlarının belirlenmesi. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 23(2):365-373.
- Thun, R., Hermann, R., Knickman, E., 1955. Die untersuchung von boden. Neuman Verlag. Radelbeul und Berlin, 48p.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müd. Yay., Ankara, 375s.
- Uz, İ., Sönmez, S., Kaplan, M., 1997. Kumluca ve Kale yörelerinde serada yetiştirilen patlıcan bitkisinin beslenme durumunun belirlenmesi. Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Dergisi, Bahçe 27 (1-2): 63-72.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara.

THE EFFECT OF DIFFERENT MIXTURES OF ORGANIC AND INORGANIC MATERIALS AND GROWING POSITIONS ON VEGETATIVE GROWTH OF AUBERGINE (*Solanum melongena* L.) GROWN IN BAG CULTURE IN GREENHOUSE

Sezgin UZUN Ahmet BALKAYA Dilek KANDEMİR

The University of Ondokuz Mayıs, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Samsun, Turkey

Corresponding author: sezginuz@omu.edu.tr

Received: 06.09.2005

Accepted: 20.04.2007

ABSTRACT: The aim of this study was to determine the effect of different mixtures of organic and inorganic materials and plant growing positions provided by utilising wooden benches with different heights on vegetative growth of aubergine (*Solanum melongena*, L.) grown in bag culture in unheated plastic greenhouse for late autumn growing season, at The University of Ondokuz Mayıs, Faculty of Agriculture, in the Black Sea region. The organic and inorganic materials used in the study were decomposed farmyard manure, hazelnut husk, rice hull, decomposed pine leaves, tobacco waste, sawdust, decomposed bark, sieved garden soil, sand of 2 mm, coal dust and coal ash. Cv. Megal F1 of aubergine was used in the study. Six different mixtures of organic and inorganic materials were blended and used in horizontal growing bag culture. The experiment was carried out at three different heights in the greenhouse, namely 0, 25 and 50 cm from the ground. Plant height (cm), stem diameter (mm), leaf number per plant, dry matter partitioning to leaf, stem and root of the plants (g) were investigated as well as determining plant canopy light interception (%). In general, the best results were obtained from the mixtures named A (decomposed farmyard manure, sieved garden soil, hazelnut husk, rice hull, sand of 2 mm, decomposed pine leaves, tobacco waste, coal ash and coal dust as ratios of 2:1:1:1/3:1:1/2:1/2:1/4, respectively), F (Decomposed farmyard manure, sieved garden soil and sand (2 mm), as ratios of 1:1:1, respectively) and D (rice hull, sieved garden soil, decomposed bark, decomposed farmyard manure, sand of 2 mm, decomposed pine leaves, tobacco waste, coal dust and coal ash as ratios of 2:1:1:2:1/2:1:1:1/2:1/2, respectively). At any given growing positions, the mixture named B (decomposed pine leaves, decomposed farmyard manure, saw dust, coal dust, decomposed bark, hazelnut husk, tobacco waste and coal ash, as ratios of 2:3:1:1/2:1/2:1:1:1, respectively) gave the lowest values in terms of selected plant growth parameters. There were also significant differences between growing positions in affecting vegetative growth of aubergine depending on media such as there appeared to be a tendency of obtaining higher values at higher growing positions.

Key Words: Aubergine, plant growth, organic and inorganic materials, growing bag culture, growing position

SERADA TORBA KÜLTÜRÜNDE PATLICAN'IN (*Solanum melongena* L.) VEJETATİF BÜYÜMESİ ÜZERİNE YETİŞTİRME POZİSYONU VE ORGANİK VE İNORGANİK MATERYALLERDEN HAZIRLANAN FARKLI ORTAMLARIN ETKİLERİ

ÖZET: Bu araştırmada, Karadeniz Bölgesinde (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesinde) ısıtılmayan plastik seralarda sonbahar yetiştirme periyodunda yatay torba kültüründe kullanılan farklı organik ve inorganik materyallerden oluşan ortamların sera içerisine 3 farklı pozisyonda (0, 25 ve 50 cm) kullanılmasının patlıcan bitkisinin (*Solanum melongena* L.) vegetatif büyümesi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan organik ve inorganik materyal olarak; dekompoze olmuş çiftlik gübresi, fındık zurufu, çeltik kavuzu, dekompoze olmuş çam ibreleri, tütün atıkları, hızar tozu, dekompoze olmuş ağaç kabukları, elenmiş bahçe toprağı, 2 mm çapında dere kumu, kömür tozu ve kömür külü kullanılmıştır. Çalışmada Megal F₁ patlıcan çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada altı değişik organik ve inorganik ortam karışımı, yatay torba kültüründe kullanıldı. Çalışma sera içerisinden yerden 0, 25 ve 50 cm pozisyonlarında olmak üzere üç değişik pozisyonda yetiştirilmiştir. Çalışmada bitki boyu (cm), gövde çapı (mm) ve toplam yaprak sayısı/bitki, bitki kök, gövde ve yapraklarına kuru madde dağılımına ilave olarak bitkilerin ışık kesim oranları da (%) saptanmıştır. Genel olarak en iyi sonuçlar; sırası ile A (2 birim çiftlik gübresi, 1 birim elenmiş bahçe toprağı, 1 birim fındık zurufu, 1 birim çeltik kavuzu 1/3 birim kum, 1 birim ibre, 1/2 birim tütün artığı, 1/2 birim kömür külü ve 0.25 birim kömür tozu), F (1 birim yanmış çiftlik gübresi, 1 birim elenmiş bahçe toprağı ve 1 birim 2 mm çapında dere kumu) ve D (2 birim çeltik kavuzu, 1 birim elenmiş bahçe toprağı, 1 birim ağaç kabuğu, 2 birim çiftlik gübresi, 1/2 birim kum, 1 birim ibre, 1 birim tütün artığı, 1/2 birim kömür tozu, 1/2 birim kömür külü) ortamlarından elde edilmiştir. Yukarıda belirtilen bitki parametreleri bakımından en düşük değerler B (2 birim dekompoze olmuş çam ibresi, 3 birim dekompoze olmuş çiftlik gübresi, 1 birim hızar tozu, 1/2 birim kömür tozu, 1/2 birim dekompoze olmuş ağaç kabuğu, 1 birim fındık zurufu, 1 birim tütün artığı ve 1 birim kömür külü) ortamından elde edilmiştir. Yetiştirme pozisyonlarının da kullanılan ortamlara bağlı olarak patlıcanın vegetatif büyümesi üzerine önemli etki (istatistiksel olarak) yaptığı ortaya konmuştur. Genelde yetiştirme pozisyonu yükseldiğinde, büyüme parametreleri daha yüksek değerleri verme eğiliminde olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Patlıcan, bitki büyümesi, organik ve inorganik materyaller, torba kültürü, yetiştirme pozisyonu

1. INTRODUCTION

Increasing soil related drawbacks of growing vegetables in soil culture in greenhouses have led to focusing on alternatives of this system in the world since 1980. Therefore, soilless culture has been

popular growing system accordingly (Gül et al., 1996). Growing bag culture, which is one of the soilless growing systems, has been used in greenhouses in Europe for growing cucumber, pepper and tomato (Jensen and Collins, 1985). Bag culture

has become the preferred method of greenhouse vegetable production in many parts of the world since it is easy to establish and manage successfully. Growing bags of 45 lt medium has been preferred for most of the vegetables (Adamson and Mass, 1981). The efficiency of growing bag culture in growing vegetables can be enhanced when used with drip irrigation. Sheldrake (1981) reported that bottom perforated bags should have been used in order to abstain from water logging in the bags. Soilless culture has been attractive to greenhouse vegetable growers in Turkey, especially in Antalya due to having serious soil problems in the current growing systems (Aydoğan and Gül, 1999). On the other hand, the inclination of vegetable growers in the Black Sea Region of Turkey to greenhouse growing systems has been increasing in recent years. In general, cucumber, tomato, pepper and different types of lettuce are widely grown vegetables on schedule in unheated plastic greenhouses in this region during early spring and late autumn. However, aubergine has not been grown widely compared to other greenhouse vegetables (Anonymous, 2002). As a research project, growing bag culture has been applied to growing different greenhouse vegetables at the University of Ondokuz Mayıs, Faculty of Agriculture since 1995 (Uzun et al., 1999).

One of the most important case to care in growing bag culture is the fact that it is necessary to choose right medium for different crops in order to get high quality yield. Previous studies showed that the effect of different growing media on plant growth, development and yield varied depending on plant species (Gül, 1990, Baş, 1991, Gül and Sevgican, 1992, Çelikel and Abak, 1995, Gül et al., 1996, Uzun et al., 1999, Aydoğan and Gül, 1999, Uzun et al., 2000, Demir et al., 2001, Özkan et al., 2002). However, there have been a few attempts for growing aubergine and determining its suitable media in growing bag (Yanmaz, 2002). Çelikel and Abak (1995) carried out an experiment on the effect of different media mixtures for growing bag culture on the yield of aubergine as a comparison to rock wool growing system and found no significant differences amongst rock wool growing system (10.8 kg/m²) and other media, namely soil (13.6 kg/m²), sand (13.3 kg/m²), peat (12.9 kg/m²) and mushroom compost waste (11.1 kg/m²), in terms of yield (kg/m²). Some previous studies on using growing bag culture for aubergine during both early spring and late autumn in plastic greenhouses in the Black Sea Region of Turkey were carried out in order to utilise some organic wastes such as tea waste, hazelnut husk and rice hull mixed with some other organic and inorganic materials revealed highly reasonable results in relation to growth, development and yield of aubergine (Uzun et al., 1999 and 2000). They also reported that the media used gave similar results in relation to fruit yield of aubergine and in general, yield per plant was affected by the changes in mean fruit weight rather

than fruit number per plant. Demir et al., (2001) suggested two different mixtures for aubergine growing in bag culture in unheated plastic greenhouses in the Black Sea Region during late autumn season. The suggested mixtures were Medium II (the mixture of sand, fresh hazelnut husk, decomposed farmyard manure and rice hull as ratios of 2:1:1:1, respectively) and Medium VII (the mixture of sand, peat, fresh hazelnut husk and decomposed farmyard manure as ratios of 2:2:1:1, respectively).

It is quite reasonable to say that a number of regional (local) organic and inorganic materials have not been used to the potential for some reasons. In order to utilise these materials, the most suitable of them ought to be determined for using in growing bag culture in greenhouses all over the world. Therefore, the present study was performed to determine different organic wastes and inorganic materials used in growing bag culture and different growing positions on early vegetative growth of aubergine in unheated plastic greenhouses in the Black Sea Region of Turkey for late autumn season.

2. MATERIALS AND METHODS

This study was carried out in an unheated plastic greenhouse having a ground area of 250 m², at Faculty of Agriculture, the University of Ondokuz Mayıs, during late autumn season. Cv. Megal F₁ seeds of aubergine were used in the study as seed material. The seeds were sown in modular black plastic seed tray with of 3 cm wide and 5 cm deep cells on 19 July. The cells of seed tray was filled with a mixture of sieved garden soil, decomposed and sieved farmyard manure and sand of 2 mm as ratios of 2:2:1, respectively. After emergence, seedlings were picked out at the stage of first true leaf appearance and transplanted into small brown plastic pots 10 cm high and 9 cm wide on 2 August. Growing bags filled with 30 litres of mixture were placed on the wooden benches covered with black plastic at three each 0.25 mm thick-black plastic growing bags, with a length of 100 cm and width of 40 cm, filled with six different mixtures of organic wastes and inorganic materials (named as A, B, C, D, E and F given in Table 1) on 23 August. Plants were irrigated on two occasions each day and a standard nutrient feed diluted to give a concentration of 0.2 g l⁻¹ nitrogen, 0.2 g l⁻¹ phosphorous and 0.4 g l⁻¹ potassium, equivalent to a conductivity of 1.6 dS m⁻¹ was applied fortnightly. The experiment was designed as randomised block with three replications. Starting from planting to the end of the experiment, the following measurements were performed for three labelled-plants per replication for each medium of each growing position at two weeks-intervals as well as temperature and light intensity measurements. Plant height (cm) was measured as distance from the level of upper side of growing bag to the highest point of plant stem fortnightly. Stem diameter (mm) was measured with

digital callipers at the level of just below the first node on the stem.

Table 1. The type of the mixtures of organic and inorganic media used in the study.

Media	Materials used	Mixing units based on volume	Media	Materials used	Mixing units based on volume
A	Decomposed farmyard manure	2	D	Decomposed farmyard manure	2
	Sieved garden soil	1		Sieved garden soil	1
	Hazelnut husk	1		Rice hull	2
	Sand (2 mm)	1/3		Sand (2 mm)	1/2
	Rice hull	1		Decomposed pine leaves	1
	Decomposed pine leaves	1		Tobacco waste	1
	Tobacco waste	1/2		Decomposed bark	1
Coal ash	1/2	Coal ash	1/2		
Coal dust	¼	Coal dust	1/2		
B	Decomposed farmyard manure	3	E	Decomposed farmyard manure	2
	Hazelnut husk	1		Rice hull	2
	Decomposed bark	1/2		Hazelnut husk	3
	Decomposed pine leaves	2		Sand (2 mm)	1/2
	Tobacco waste	1		Decomposed pine leaves	1/2
	Saw dust	1		Tobacco waste	1/2
	Coal ash	1		Coal ash	1
Coal dust	1/2	Coal dust	2		
C	Decomposed farmyard manure	3	F	Decomposed farmyard manure	1
	Hazelnut husk	3		Sieved garden soil	1
	Decomposed pine leaves	1		Sand (2 mm)	1
	Tobacco waste	3/2			
	Coal ash	1			
Coal dust	1/2				
Sand (2 mm)	1/4				

Leaf number per plant was determined by counting the leaves reaching a leaf length of 5 cm. Light intensity was recorded by employing a Sun Scan Canopy Analyser (Delta-T Devices) at a two week intervals. In addition, plant light interception (%) was calculated through utilising measurements of light intensity at two different levels of the plant canopy, namely from two different horizontal points above the canopy and four different horizontal points beneath the canopy. Dry matter partitioning to different organs of the plants (leaf, stem, root and reproductive organs) was determined by means of plant destructive harvesting on 27 December and drying the plant samples in an oven at 80 °C. Media temperatures were recorded with a soil thermometer (HANNA Devices) at a three day-interval at 9:00 (in the morning) and 14:00 (in the afternoon) (Figure 1a and b) from 5 cm dept for each application. A thermo-hydrograph was employed for measurements of temperature (Figure 1c) and humidity (Figure 1d) inside the greenhouse. Data obtained from the present study were analysed and graphed by using computer package programmes of Excel 5.0 and Slide-Write 2.0.

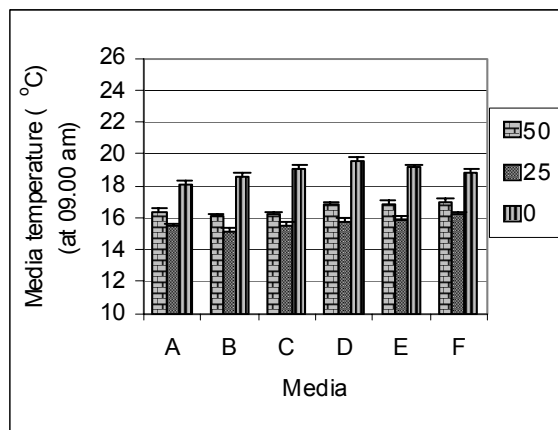
3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Changes in media temperatures and air temperature and relative humidity in greenhouse

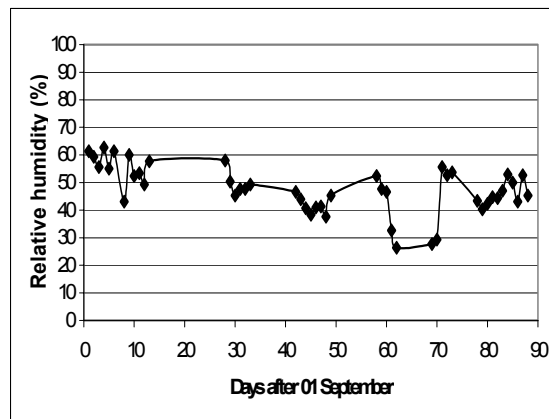
The mean temperature values measured in growing bags throughout the experiment were given in Figure 1a and b. As seen from the figure, there were significant differences between mean temperatures inside the growing bags with different mixtures. The variation in temperatures was more marked in morning measurements. Higher temperatures were measured in the growing bags placed on the ground level compared to the other positions.

Media temperatures measured in the mornings were found to be under 20 °C for all growing positions (Figure 1a). The highest media temperatures were obtained from the growing bags placed on the ground (0 cm) and was followed by 50 and 25 cm high growing positions, respectively. As a result of increasing natural light intensity towards midday, temperatures in the growing bags increased over 21 °C for afternoon measurements (Figure 1b). In general, temperatures for growing bags at 50 cm benches had the highest temperatures and was followed by 0 cm and 25 cm, respectively.

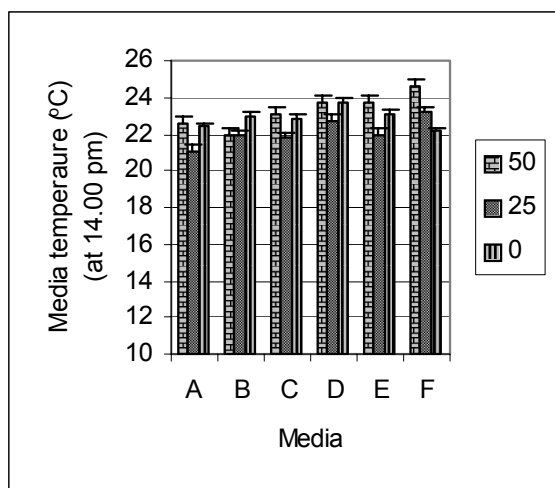
After planting, air temperatures inside the greenhouse have been in a declining trend with time (Figure 1c). There have also been some temperature fluctuations during plant growth period. However, relative humidity inside the greenhouse showed a similar tendency as temperature (Figure 1d). The decline in relative humidity with time was found to be slower than it was for temperature.



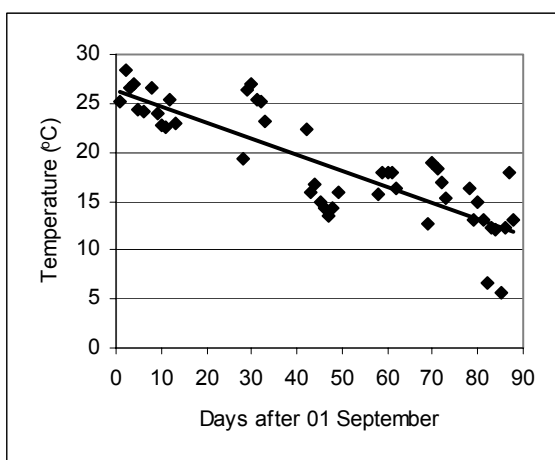
(a)



(d)



(b)



(c)

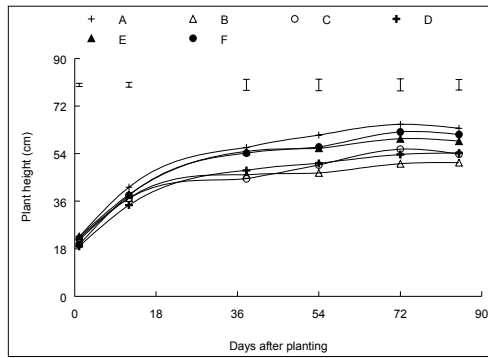
Figure 1. Changes in media temperatures (°C) measured at 9:00 (a), and 14:00 (b), air temperature inside the greenhouse (c) and relative humidity (%) inside the greenhouse (d).

3.2 Plant height, stem diameter and plant leaf number

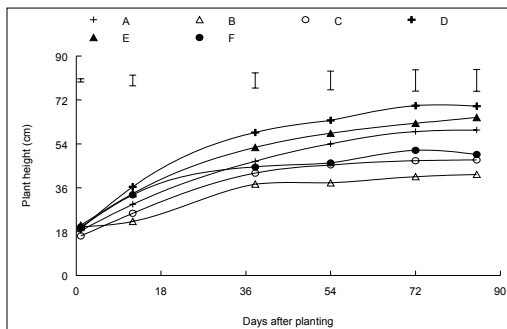
Results for plant height as affected by growing media and growing positions are given in Figure 2a, b and c. In general, height increases of the plants grown at all the positions showed similar trend such as plant height increased until about 40 days after planting with higher rate and slowed thereafter. While the highest plant height was obtained from the plants grown in medium D at the position of 50 cm (Figure 2c), the lowest plant height was obtained from the plant grown in Medium B. Medium B also gave the smallest plants for all growing positions. It was reported that increasing temperatures resulted in higher plants of aubergine and this increase slowed down with ontogeny (Kürklü, 1994, Uzun, 1996). They also reported that the increase in plant height with temperature was more marked at lower light intensities for aubergine and tomato. It can also be said that the medium temperatures and the structure of the media had an impact on plant height (Grimstad, 1995).

The highest stem diameter was obtained from the plants grown in medium F at 0 and 25 cm and from those of the plants grown in Medium D at 50 cm (Figure 3a, b and c). Plants grown in media B and C gave the lowest stem diameter for all growing positions. As in the trend of plant height increase, stem diameter showed a rapid increase up to about 40 days after planting and a slight increase thereafter for all media and growing positions. Uzun (1996) indicated that stem diameter in aubergine increased sharply with temperature, specially, under low light intensities. It was also reported that aubergine and tomato plants with lower stem diameter and higher plant height resulted in lower fruit yield compared to those of the plants having smaller plant height and

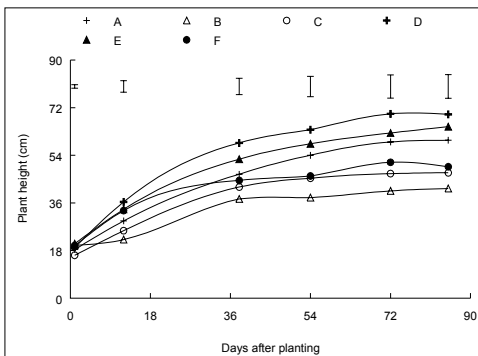
higher stem diameter (Seligmen, 1990; DeKoning, 1995; Uzun et al., 1999). Although the media having higher temperatures had generally plants with higher stem diameters, it can be said that a combined effect of media temperatures and the structure of the mixtures in the growing bags had an important role in variations of stem diameter.



(a)

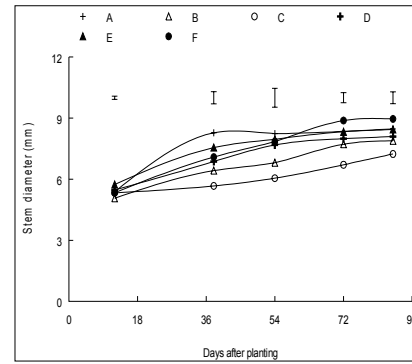


(b)

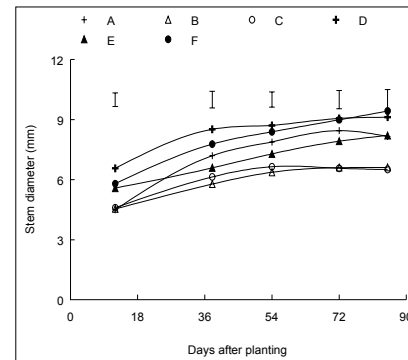


(c)

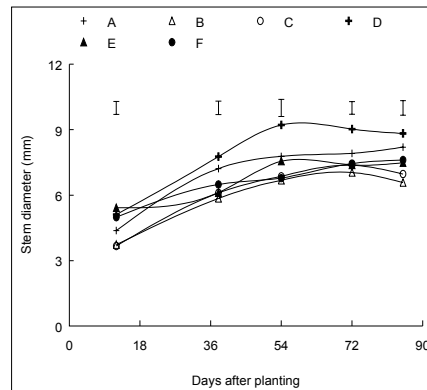
Figure 2. Changes in height (cm) of the plants grown at different growing positions (0 cm (a), 25 cm (b) and 50 cm (c)) and growing media (A, B, C, D, E, and F).



(a)



(b)

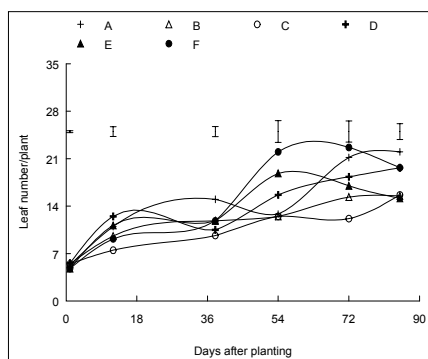


(c)

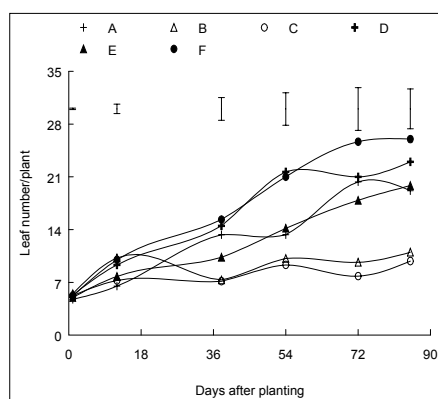
Figure 3. Changes in stem diameter (mm) of the plants grown at different growing positions (0 cm (a), 25 cm (b) and 50 cm (c)) and growing media (A, B, C, D, E, and F).

The highest leaf number per plant was obtained from the plants grown in Medium F at the position of 25 cm (Figure 4a, b and c). Moreover, leaf number per plant was found to be higher in the plants grown in Medium F for all growing positions and was followed by Medium D, A and E, respectively. The lowest leaf

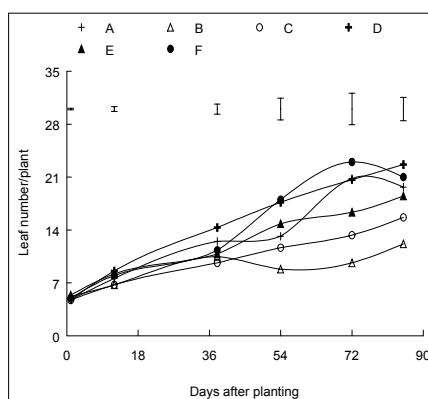
number per plant was obtained from the plants grown in Medium B and C, respectively. Previous studies indicated that leaf appearance rate of aubergine was affected by temperature, light intensity and growing media (Seligmen, 1990; Kürklü, 1994; Uzun, 1996, Uzun et al., 2000).



(a)



(b)



(c)

Figure 4. Changes in leaf number of the plants grown at different growing positions (0 cm (a), 25 cm (b) and 50 cm (c)) and growing media (A, B, C, D, E, and F).

3.3 Plant light interception (%)

Result of plant light interception from the present study is given in Figure 5. As seen from the Figure, the highest light intercepted by plant leaves was found in the plants from the position of 0 cm for all media mixtures (Figure 5). There was an interactive effect of the other growing positions on light interception of the plants grown in different media. Plants grown in Medium E and F intercepted more light, respectively than the other media. The lowest light interception was measured in the plants from Medium B (Figure 5). As in accordance with other plant growth parameters, plants grown in Medium B and C had the lowest light interception, respectively. Uzun (1996) revealed that light interception in aubergine increased with temperature, light intensity and time up to a peak and remained nearly constant thereafter. It was also reported that plants grown with higher temperature and light intensities reached a maximum light interception point earlier and remained three for longer time than those of the plants grown with lower light intensities (Uzun et al., 2000). They also found positive linear relationships between light interception and yield ($r^2 = 0.70$), stem diameter ($r^2 = 0.60$) and mean fruit weight ($r^2 = 0.77$) in aubergine. Growing aubergine in unheated plastic greenhouses for late autumn season necessitates proper planting timing for sufficient plant light interception before light intensity and temperatures declines with time towards winter months. Since it was reported that optimum temperature requirements for growth of aubergine declines slightly as plants get older (Uzun, 1996).

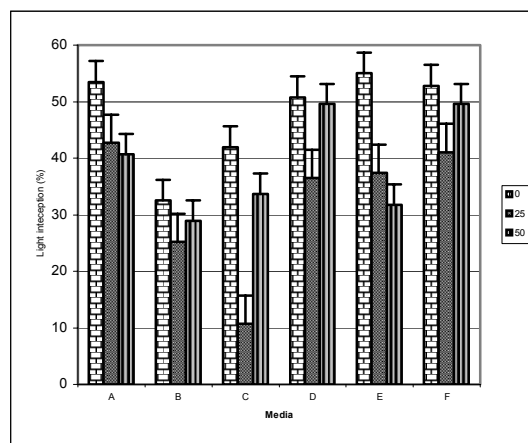


Figure 5. Changes in light interception (%) of the plants grown at different growing positions (0, 25 and 50 cm) and growing media (A, B, C, D, E, and F) 60 days after planting.

3.4 Plant dry matter partitioning

The highest leaf dry weight was obtained from the plants grown in Medium F at 50 cm (Figure 6a) and was followed by Medium A at 25 and 50 cm, Medium F at 25 cm and Medium D at 50 cm, respectively. In

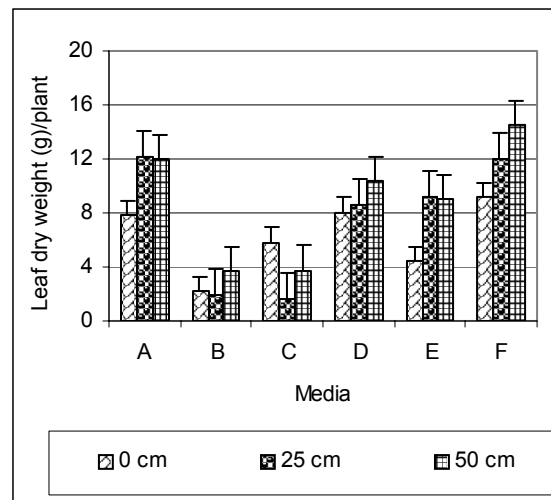
general, plants from Medium B and C gave the lowest leaf dry weight per plant. Although there was not a clear consistency of leaf dry weight variation on the base of growing positions, the plants grown at 50 cm tended to have higher leaf dry weight than plants at 25 and 0 cm, respectively (Figure 6a). In general the highest stem and root dry weights were obtained from Media A and F while the lowest stem and root dry weight valued were from the plants of Medium B and C, respectively (Figure 6b and c). Over all growing positions, Figure 6d shows the effect of the media used in the present study on total plant dry weight. As seen from the Figure, total plant dry weight was found to be the highest in the plants grown in Media A, F and D, respectively. As for the most of the parameters used in the study, Medium B and C gave the lowest total plant dry weight (Figure 6d and e). Generally, plants from higher growing positions gave higher total plant dry weight (Figure 6d).

The materials used in growing bag culture should supply the plants with nutrition as much as possible. It was found in the present study that plants grown in specially Medium B and C did not get enough nutrients from the mixtures. On the basis of biomass, Medium B and C were found to be unsuitable for using in growing bag culture. The reason for this may be the fact that the units of tobacco waste used in these media are higher than the other media as well as the suitability of the other media in terms of both as soil amendments and providing the soil with better physical and chemical points of view Kürklü (1994) and Uzun (1996) also indicated that growth duration in aubergine had a significant effect on dry matter production and its distribution amongst different plant organs namely, leaf, stem, root and reproductive parts of the plants.

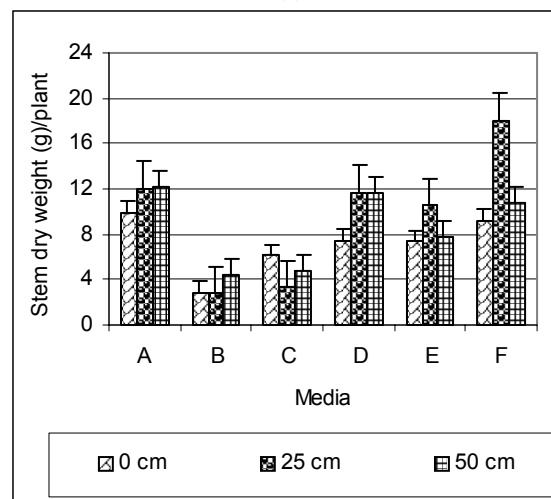
4. CONCLUSION

Growing bag culture (one of the soilless growing systems) has become the preferred method of greenhouse vegetable production in many parts of the world since it is easy to establish and manage successfully. Soilless culture has been attractive to greenhouse vegetable growers in some parts of Turkey, especially due to having serious soil problems in the current growing systems. It is quite reasonable to say that a number of regional (local) organic materials have not been used to the potential for some reasons. In order to utilise these materials, the most suitable of them ought to be determined for using in growing bag culture in greenhouses all over the world. The present study showed that different organic wastes found in The Black Sea Region can be used in growing bag culture for aubergine in unheated plastic greenhouses in the Black Sea Region of Turkey for late autumn season. On the other hand, considering that organic growing systems are gaining interest in recent years, using growing bag culture in organic vegetable growing in greenhouses will enable us to eliminate the effect of waste chemicals used

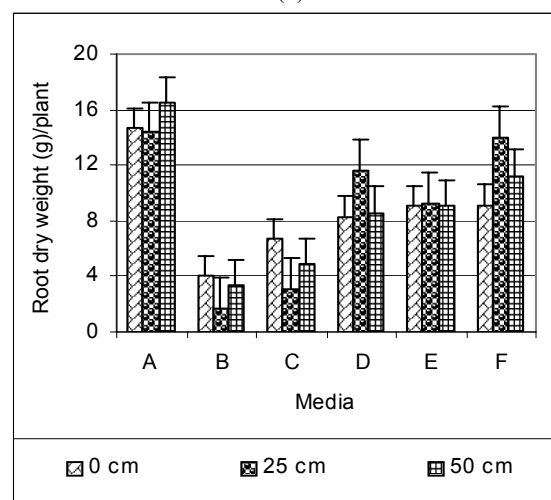
previously, suppress weeds and related diseases. On the other hand, organic wastes found intensively in the Black Sea Region will be utilized as well as reducing the amount of water and organic fertilizers.



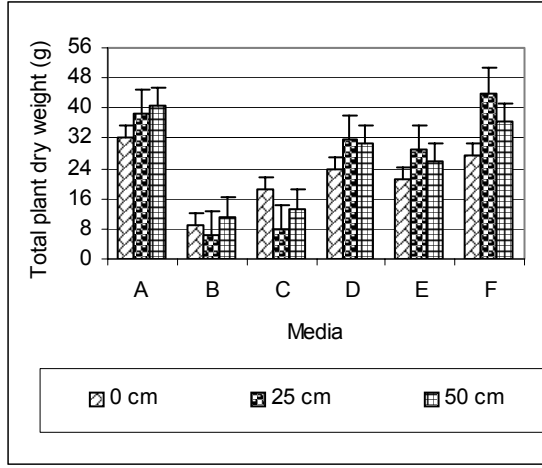
(a)



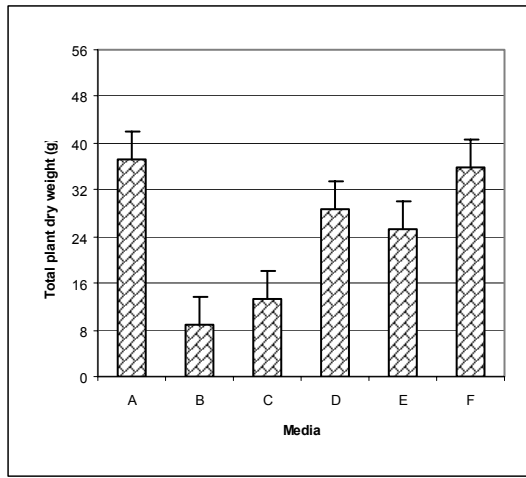
(b)



(c)



(d)



(e)

Figure 6. Plant dry matter partitioning (at the end of the experiment) amongst leaf (a), stem (b) and root (c) and total plant dry weight (g) based on growing media (A, B, C, D, E and F) and growing positions (0, 25 and 50 cm) (d) and only growing media as mean of all growing positions (e).

5. REFERENCES

- Adamson, R.M. and Mass, E.F., 1981. Soilless culture of seedless greenhouse cucumbers and sequence cropping. Agriculture Canada.
- Anonymous, 2002. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Samsun İl Müdürlüğü Kayıtları (Yayınlanmamış).
- Aydoğan, N. and Gül, A., 1999. Topraksız kavun yetiştiriciliğinde torba özelliklerinin bitki gelişimi ve verime etkileri. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 14-17 Eylül. Ankara. 343-348s.
- Baş, T., 1991. Organik ve İnorganik Orijinli Bazı Maddelerin Yetiştirme Ortamı Olarak Sera Hıyar Üretiminde Kullanılabilme Olanakları. Ege Üniv. Fen Bilim. Enst. Doktora Tezi. 118s.
- Çelikel, G. and Abak, K., 1995. Farklı substratlarda topraksız kültürde yetiştirilen patlıcanda verim, erkencilik ve kalite. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt II (Sebze-Bağ-Süs Bitkileri). 126-131.

- DeKoning, A.N.M., 1995. Development and dry matter distribution in glasshouse tomato, a quantitative approach. Thesis, Wageningen.
- Demir, Y., Uzun, S. and Cemek, B., 2001. Sonbahar turfandacılığında ısıtmasız seralarda farklı torba kültürlerinde ortam sıcaklığı ile bitki büyüme, gelişme ve verim ilişkileri. 6. Ulusal Seracılık Sempozyumu. Bildiriler Kitabı. 97-102.
- Grimstad, S.O., 1995. Low temperature pulse affects growth and development of young cucumber and tomato plants. J.Hort.Sci., 70:75-80.
- Gül, A., 1990. Topraksız tarım uygulamaları. Türkiye 5. Seracılık Sempozyumu. İzmir. 411-421.
- Gül, A. and Sevgican, A., 1992. Topraksız ortamların sera hıyar yetiştiriciliğine uygunluğu. Türkiye 1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt:2 (Sebze-Bağ-Süs Bitkileri), Ege Üniv. Ziraat Fak. Bornova, İzmir. 377-381.
- Gül, A., Sevgican, A. and Kılınç, N.A., 1996. Sera hıyar üretiminde farklı yetiştirme ortamlarının meyve kalitelerine etkileri. GAP 1. Sebze Tarımı Sempozyumu. 393-399.
- Jensen, M.H. and Collins, W.L., 1985. Hydroponic Vegetables Production. Horticultural Reviews, 7, 483-570.
- Kürklü, A., 1994. Energy management in greenhouses using phase change materials. Unpublished PhD Thesis, Reading University, June, 1994.
- Özkan, C.F., Öztürk, A., Deviren, A., Çetinkaya, Ş., Cevri, H., Ünlü, A., Keçeci, M., Akkaya, F. and Özçelik, A., 2002. Örtüaltı topraksız kültür domates yetiştiriciliğinde bazı ortamların verim ve besin maddesi alınma etkileri. IV. Sebze Tarımı Sempozy. Bildiri Kitabı.33-40.
- Seligmen, N.G., 1990. The crop model Record: Promise or Poor Show. In: Rabbinge, J. Goudrian, H. Van Keulen, F.W.T. Penning de Vries and H.H. van Laar (Eds), Theoretical Production Ecology: Reflections and Prospects. Pudoc, Wageningen: 249-263.
- Sheldrake, R. J., 1981. Money bags. American Vegetable Grower. 29(11):42-44.
- Uzun, S., 1996. The quantitative effects of temperature and the light environment on growth, development and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) and aubergine (*Solanum melongena*, L.). Unpublished PhD Thesis, March, 1996, Reading University, England.
- Uzun, S., Özkaraman, F. and Marangoz, D., 1999. Torba kültüründe kullanılan farklı organik artıkların ilk turfanda olarak ısıtmasız seralarda yetiştirilen bazı sebzelerin büyüme, gelişme ve verimine etkileri. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 14-17 Eylül. Ankara. 445-449.
- Uzun, S., Özkaraman, F. and Marangoz, D., 2000. Torba kültüründe kullanılan farklı organik artıkların son turfanda olarak ısıtmasız seralarda yetiştirilen bazı sebzelerin büyüme, gelişme ve verimine etkisi. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi.15(3):16-21.
- Yanmaz, R., 2002. The Vegetable Bibliography of Turkey. (1923-1999). In Turkish. 391p.