

## SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF TEA GROWN SOILS IN RİZE AND ARTVİN PROVINCES

Gülen ÖZYAZICI\*<sup>1</sup> Mehmet Arif ÖZYAZICI<sup>1</sup> Osman ÖZDEMİR<sup>1</sup>  
Abdulkadir SÜRÜCÜ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Soil and Water Resources Research Institute, Samsun-Turkey

<sup>2</sup>Southeastern Anatolia Project Soil and Water Resources Agricultural Research Institute,  
Şanlıurfa-Turkey

\*e - mail: gulenozyazici@hotmail.com

Received Date: 15.10.2009

Accepted Date: 19.04.2010

**ABSTRACT:** In this study, it was aimed to show the soil productivity of tea growing areas which contain have some distinct features compared to the other areas. Therefore, 220 soil samples were taken and analyzed. Soils in the tea production areas of Rize and Artvin were clay-loamy and clay. In relation to soil reaction 90 % of the soils taken pH had values below the recommended values for tea production. These soils were found to be nonlime and contained high amounts of organic matter and available P and K.

**Key Words:** Tea soils, organic matter, pH, phosphorus, potassium

### RİZE VE ARTVİN YÖRESİ ÇAY TARIMI YAPILAN TOPRAKLARIN BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**ÖZET:** Bu çalışmada, Türkiye genelinden birçok özellikleri ile ayrıcalık gösteren çay tarımı yapılan toprakların verimliliğinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak 220 adet toprak örneği alınmış ve analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; Rize ve Artvin yöresi çay topraklarının genel olarak killi-tınlı ve killi bünyeli olduğu ve toprak reaksiyonu bakımından alınan örneklerin % 90'ının çay için ideal kabul edilen pH değerlerinin altında yer aldığı tespit edilmiştir. Çay topraklarının kireç içermediği, organik madde bakımından oldukça iyi durumda olduğu, yüksek oranda yarıyışlı fosfor ve potasyum içerdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Çay toprakları, organik madde, pH, fosfor, potasyum

#### 1. INTRODUCTION

Tea plant is grown between the 42° latitude in Northern hemisphere and 27° latitude in Southern hemisphere. Tea can be grown in certain regions with rainy and warm climatical conditions. India, China, Sri Lanka, Indonesia, Kenya and Japan are among the major tea growing countries. Tea is grown at economical level in 30 countries including Turkey. Turkey ranks sixth among the tea producing countries with 76.632 ha production area and 201.663 tonnes dry tea production (Anonymous, 2006 and 2009).

Tea is grown on the area between Georgian border and Fatsa in the Eastern Black Sea region. The most important part within this broad tea production area is found between Georgia border and Araklı district of Trabzon (length: 7-8 km and altitude: 400-500 m). Tea production area covers 30 and 70% of the farm areas in the Eastern Black Sea region. This product forms an important source of subsistence for nearly 200.000 producers.

It is impossible to widen the tea production areas because of topographic structure of the Eastern Black Sea region. For this reason, tea yield per unit area should be increased in order to enhance the tea production. To achieve this aim, soil fertilities should be maintained and increased. One of the provisions of obtaining ample and high-quality production is to supply the nutrient requirements of plants from the soils at adequate level. Tea plant removes high amounts of nutrients from the soil every year like

many agricultural products. Another reason for the removal of the nutrients from the soil is soil washing due to the rainy climatic conditions of this region. Thus, the unique way for keeping the nutrient contents of soils at adequate level is to fertilize them with fertilizer types using suitable application methods.

Fertilizer is the most important input in tea farming. Commercial fertilizers (mainly N and P fertilizers) are used unconsciously in Rize and Artvin provinces, especially in tea farming, as in other many regions in Turkey. Use of ammonium sulfate fertilizers at high level for long years increased acidity in tea soils and consequently pH values decreased below the critical value in 85% of the tea soils. Unconscious use of fertilizers increases waste, production, income and soil pollution decreases fertilities of the soils.

The main factor for agricultural production is soil. The amount and quality of the products obtained from unit area will be higher if the soil fertility is at adequate level. For this reason, it is very important to maintain and increase the fertility of the soils. The soils which contain soil nutrients at adequate level and which have suitable physical, chemical and biological properties are considered as productive soils. Thus, many factors should be taken into consideration when the soils are evaluated in terms of productivity.

The data related to the distribution of the soils according to the different pH values were found as follows in a study conducted in Rize and Artvin between 1958 and 1960: <4 pH values were 0 and

0.12%, pH=4.00-4.50 were 7.42 and 0.70%, pH=4.50-5.00 were 36.75 and 22.10%, pH=5.00-5.50 were 33.85 and 30.90%, pH=5.50-6.00 were 17.16 and 39.70%, pH=6.00-6.50 were 4.58 and 6.10%, for Rize and Artvin provinces, respectively. In this study, available P values were found extremely low at 45% of the total production area, low at 28% of the total production area, medium level at 15% of the total production area, adequate level at 7% of the total production area and excess level at 4% of the total production area.

The pH values found for the tea soils in the Eastern Black Sea region by different researchers were 2.92-5.82 (Özuygur et al., 1974), 3.67-5.53 (Kacar et al., 1979) and 3.38-5.91 (Müftüoğlu, 1990).

Soil analyses made in Rize and Artvin provinces between 1978 and 1982 showed that low available K content found for 33.22% of the tea soils in Rize, medium available K content for 42.18% and extremely higher K content for 24.60%. The corresponding values were 49% (low available content), 37% (medium available content) and 14% (higher available content) in Artvin. Available P content was found to be deficient in 87% of the tea soils in Rize and 74% of the tea soils in Artvin (Sarimehmet, 1987).

Müftüoğlu and Sarimehmet (1993a), found that 68.53% of tea soils in Rize had extremely low pH values (<4.5). The ratio of tea soils with optimum pH value (4.50-6.00) were found as 30.21%. The corresponding values for Artvin province were 45.5% and 54.0%, respectively. Of the tea soils in the Eastern Black Sea Region 62.20% had pH values below 4.5.

Müftüoğlu and Sarimehmet (1993b) found a deficiency in available P content in 84% of the tea soils in Rize province. In the same study available P content was found at medium or high level in 15.81% of the tea soils. While 73% of the tea soils in Artvin province were found deficient in terms of available P, the rest (27%) were found adequate.

In a study conducted in Rize and Artvin provinces between 1978 and 1982, 1183 samples from Rize and 186 samples from Artvin were analyzed and the following results were obtained: 18% of the samples taken from Rize province were found lower (0-2%) in terms of organic matter content, 19.2% were found medium level (2-3%) and 63% were found higher (>3%). The corresponding values for Artvin province were 9% (lower), 15.6% (medium level) and 75% (higher) (Sarimehmet ve Müftüoğlu, 1993).

In Rize and Artvin provinces, agricultural facilities are conducted on the uneven land under the climatical conditions which are not suitable for growing many plant varieties. In such a case, this limited agricultural land should be used efficiently to benefit from agricultural sector. Otherwise, loss of tea soils will be inevitable in the near future. For this reason, in this study, it was aimed to determine the productivities of the soils after evaluating the physical and chemical analysis results of the tea soils.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. General Description of The Study Area and Land Structure

This study was conducted in tea production areas with higher tea production potential. These production areas are under the authority of 36 tea processing factories of ÇAYKUR. This study was conducted on the areas between the Sarp village found at the Georgia border and Of district of Trabzon. The study area extends some 7-8 kms inland (even 35 kms at some parts) from the coast. The soil samples were taken from the tea plantations found in Borçka, Kemalpaşa, Hopa and Arhavi districts of Artvin, and Fındıklı, Ardeşen, Pazar, Çayeli, Gündoğdu, Merkez, Güneysu, Kalkandere, İyidere and Derepaşarı districts of Rize province. The study areas are situated between the 40°15'-41°34' North latitudes and 36°43'-41°35' longitudes in the Northeast of the region. There are no broad plains in this mountainous region. The mountains rise rapidly from the coast. The soil groups in study area were red-yellow podzolic, high mountain meadow, noncalcareous brown forest and brown forest soils (Anonymous, 1990 and 1993). Tea, which is the material of the study, is raised on East Black Sea region red soils (krasnozems) and East Black yellow soils (geltozems) (Hızalan ve ark., 1976).

### 2.2. Climatical Characteristics of The Study Area

While temperate and rainy weather conditions prevail in summer, mild and snowy weather conditions prevail in winter in this region. According to the long year meteorological averages (the last 70 years) (Anonymous, 2006), yearly average temperature, the highest recorded yearly average temperature, the lowest yearly average temperature and average sunshine period were found as 13.8°C, 38.2°C, -7.0° and 4.14 min/hour/day, respectively. Average relative humidity and average rainfall amount were found as 77% and 2300.4 mm, respectively. Average yearly number of rainy days was recorded as 174.0 days as the average of long years.

### 2.3. Taking Soil Samples and Preparing Them For Analysis

Soil samples were taken from the 220 tea gardens belonging to 36 tea processing plants during 2<sup>nd</sup> shoot period (between July 15<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> July in 2002) by taking into consideration the tea planted areas and production potentials of these tea gardens. Soil samples taken from at 0-20 cm depth using method developed by Jackson (1962) and were put into polyetylen bags and then labeled. Place coordinates and altitudes of the sampling places were determined using Place Locating System (GPS= Global Positioning System).

Soil samples were spreaded over a clean paper; stone and plant residues were removed, and the samples were air-dried under laboratory conditions and then ground to pass a 2-mm sieve. Sieved samples

were preserved in clean paper bags until productivity analyses.

#### 2.4. Productivity Analysis Methods of Soils and Evaluation

Water saturation (%) was determined by adding pure water to the soil until saturation (Richards, 1954). Soil reaction was determined by measuring the pH values of the soil: water solution (1:2.5) by using Orion pH-meter (Sağlam, 1978). While total salinity (%) was determined by measuring electrical conductivity in saturated soil using conductivity equipment (Richards, 1954), lime (CaCO<sub>3</sub>) content was determined by using Scheibler calcimeter (Çağlar, 1949). Organic matter (%) was determined by using modified Walkley-Black method (Jackson, 1962). The method developed by Bray and Kurtz (1945) was used to determine the organic matter content (%). Available K (K<sub>2</sub>O kg/da) content was determined by measuring the amount of K, which can pass to the extract solution prepared by 1 N Ammonium asetat (pH=7.0), by using flamephotometer (Richard, 1954).

Productivities of the soils were evaluated by comparing soil analysis results with limit values.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Minimum, maximum and average values of the productivity parameters related to 220 soil samples taken from tea gardens found in Rize and Artvin provinces were given in Table 1. Furthermore, soil samples were classified according to the limit values (Table 2).

#### 3.1. Structure Characteristics of Tea Soils

Water saturation levels of tea soils range from 52 to 100% (Table 1). As can be seen in Table 2, 50.9% of the tea soils were clay-loam and 49.1% were clay soils in Rize and Artvin provinces. The distribution of the soil structure groups in these provinces is parallel with the distribution of the soil structure groups in the whole region. The results of this study are in harmony with the results obtained from other studies conducted in the same region. Bayraklı (1975) reported that tea soils in Rize province were clay-loam. In a study conducted by Aktaş (1979), while the structure of soils in Artvin province was found between sandy-loam and clay, the structure of those in Rize was found between clay-loam and clay. However, in general sense, all of the soils were found to have clay-loam structure. Similar findings were found in another study conducted by Müftüoğlu (1990) in Rize and Artvin provinces.

#### 3.2. Soil Reaction of Tea Soils

As can be seen in Table 1, the pH values of tea soils were ranged from 2.80 to 5.97 in Rize and Artvin provinces. These findings are in harmony with findings of Özuygur et al. (1974), Kacar et al. (1979) and Müftüoğlu (1990).

Table 1. Minimum, maximum and average values related to the physical and chemical analysis results of tea soils in Rize and Artvin provinces.

Soil Characteristics	Province s	0-20 cm		
		Min.	Max.	Average
Water saturation (%)	Artvin	59	85	70
	Rize	52	100	69
	General	52	100	69
Total salinity (%)	Artvin	---	0.071	---
	Rize	---	0.340	---
	General	---	0.340	---
pH	Artvin	3.67	5.31	4.26
	Rize	2.80	5.97	3.83
	General	2.80	5.97	3.86
CaCO <sub>3</sub> (%)	Artvin	---	---	---
	Rize	---	---	---
	General	---	---	---
Organic matter (%)	Artvin	2.45	10.68	4.91
	Rize	0.66	14.91	5.06
	General	0.66	14.91	5.05
Available phosphorus (kg ha <sup>-1</sup> )	Artvin	13	1013	177
	Rize	2	1450	223
	General	2	1450	220
Available potassium (kg ha <sup>-1</sup> )	Artvin	150	1170	530
	Rize	110	4400	760
	General	110	4400	740

As can be seen from the pH values of the soils classified according to the limit values reported by Sağlam (1978), 90.7% of the tea soils in Rize and 80.0% of the tea soils in Artvin were in extreme acid group (< pH=4.5) (Table 2). The ratios of soils having ideal pH values (4.50-6.60) for tea production (Tekeli, 1962; Eden, 1976; Tekeli, 1976; Kacar, 1984) were 20.0% in Artvin and 9.3% in Rize. In a study conducted in the same region between 1958 and 1960, the ratios of soil samples having pH<4.50 were the 7.54 % of the total samples in Rize and 0.70% in Artvin (Ülgen, 1961). However, in another study (Sarımehmet, 1987), the ratios of soils found in extreme acid group were 69.06% in Rize and 44.00% in Artvin. In the same study, the soils with ideal pH values (4.50-6.00) had a ratio of 29.93% in Rize and 55.30% in Artvin. Similar results were reported by Müftüoğlu and Sarımehmet (1993a). The ratio of soils with ideal pH values was higher in Artvin compared to Rize. In other words, acidity of soil in Artvin are lower than those in Rize. This difference can be explained by the oldness of the tea soils in Rize compared to those in Artvin. Moreover, the fact that the period of in appropriate fertilization methods used in Artvin is shorter compared to Rize might contribute this difference. Ninety percent of 220 soil samples (198) taken from Rize and Artvin provinces were found to have pH values below 4.50. The ratio of soil samples with ideal pH values (4.50-6.00) was found as 10% (Table 2). Acidification increased dramatically in tea soils during the last two decades and the ratio of soil samples having pH values below 4.50 reached up to 90%. The decrease in soil pH values below 4.50 affects negatively both plant nutrient contents and also the growth of the tea plant.

Table 2. Classification of soil samples taken from tea soils in Rize and Artvin provinces according to the limit values.

Soil Characteristics	Limit value	Evaluation	PROVINCES				GENERAL	
			Artvin		Rize		Sample counts	%
			Sample counts	%	Sample counts	%		
Water saturation (%) (Ülgen and Yurtsever, 1995)	<30	Sandy	---	---	---	---	---	---
	30-50	Loam	---	---	---	---	---	---
	50-70	Clay-loam	7	46.7	105	51.2	112	50.9
	70-110	Clay	8	53.3	100	48.8	108	49.1
	>110	Heavy clay	---	---	---	---	---	---
Total salinity (%) (Ülgen and Yurtsever, 1995)	0.00-0.15	Nonsalty	15	100	202	98.5	217	98.6
	0.15-0.35	Light-toned salty	---	---	3	1.5	3	1.4
	0.35-0.65	Moderate salty	---	---	---	---	---	---
	>0.65	Excessive salty	---	---	---	---	---	---
pH (Sağlam, 1978)	<4.50	Extremely acid	12	80.0	186	90.7	198	90.0
	4.50-5.00	Very strong acid	2	13.3	15	7.3	17	7.7
	5.00-5.50	Strong acid	1	6.7	3	1.5	4	1.8
	5.50-6.00	Moderate acid	---	---	1	0.5	1	0.5
	6.00-6.50	Light-toned acid	---	---	---	---	---	---
	6.50-7.30	Neutral	---	---	---	---	---	---
Lime (%) (Ülgen and Yurtsever, 1995)	<1.0	Light-toned calcareous	---	---	---	---	---	---
	1.0-5.0	Calcareous	---	---	---	---	---	---
	5.0-15.0	Moderate calcareous	---	---	---	---	---	---
	15.0-25.0	Excessive calcareous	---	---	---	---	---	---
	>25.0	Extremely calcareous	---	---	---	---	---	---
Organic matter (%) (Ülgen and Yurtsever, 1995)	<1.0	Very low	---	---	3	1.5	3	1.3
	1.0-2.0	Low	---	---	17	8.3	17	7.7
	2.0-3.0	Moderate	3	20.0	22	10.7	25	11.4
	3.0-4.0	Good	4	26.7	34	16.6	38	17.3
	>4.0	High	8	53.3	129	62.9	137	62.3
Available phosphorus (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg ha <sup>-1</sup> ) (Ülgen and Yurtsever, 1995)	0-30	Very low	2	13.3	23	11.2	25	11.4
	30-60	Low	6	40.0	22	10.7	28	12.7
	60-90	Moderate	1	6.7	20	9.8	21	9.5
	90-120	High	1	6.7	15	7.3	16	7.3
	>120	Very high	5	33.3	125	61.0	130	59.1
Available potassium (K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> ) (Ülgen and Yurtsever, 1995)	0-200	Low	1	6.7	13	6.3	14	6.4
	200-300	Moderate	4	26.6	19	9.3	23	10.5
	300-400	Adequately	1	6.7	28	13.7	29	13.1
	>400	Excessive	9	60.0	145	70.7	154	70.0

Tea plant prefers acidic soils as it does not like calcareous soils. As mentioned above, tea plant grow best in soils with pH values of 4.50-6.00 and the lowest limit is pH=4.00. Acidity of all soils (including soils with pH<4.00) were shown in Table 3.

The high ratio (66.8%) of soils with pH values below 4.00 in Rize and Artvin is a significant problem in terms of soil productivity (Table 3). According to the Güner (1961), pH should be around 5.3-6.5 in tea soil extracts prepared with water. The same researcher suggested 5.00-5.50 pH values for efficient tea production. Optimum pH values for tea soils reported as 5.6 in East Africa (Wilson, 1969) and 5.00-5.80 in Bangladesh (Karim et al. 1981). Bhattacharyya and Dey (1983) reported that tea plant can grow well in acidic soils. According to these researchers, plant growth can be affected negatively by pH values above 5.70 but it isn't affected so negatively unless pH value is below 3.60.

The most important factor leading to increase in acidification of tea soils is excessive use of

ammonium sulfate ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) for many years. Ammonium sulfate ranks first among the nitrogenous fertilizers in terms of acid formation in soils. Most researchers reported that ammonium sulfate led to increase in soil acidification (Vicar et al., 1963; Harler, 1964; Wijedasa and Fernando, 1971; Sivasubramaniam and Talibudeen, 1972; Karim et al., 1981; Wickremasinghe et al., 1981; Kacar, 1984).

Ammonium sulfate is still being used in high amounts in tea production areas despite of some reports claiming that compose fertilizers have been replaced with ammonium sulfate fertilizers. As a matter of fact, the amount of ammonium sulfate fertilizer (21% N) was 15455 tonnes in Rize province and 738 tonnes in Artvin province according to the records of State Institute of Statistics (SIS) (Anonymous, 2006).

### 3.3. Calcareous Tea Soils

Tea soils in Rize and Artvin provinces are uncalcareous (Table 1). Ülgen and Yurtsever (1995) suggested that 220 uncalcareous soil samples, which form the research material of their study, can be

Table 3. Classification of the soil samples taken from Rize ve Artvin provinces according to their pH values.

Limit Value	Evaluation	PROVINCES				GENERAL	
		Artvin		Rize		Sample Count	%
		Sample Count	%	Sample Count	%		
<4.00	---	4	26.7	143	69.8	147	66.8
4.00-4.50	Extremely acid	8	53.3	43	20.9	51	23.2
4.50-5.00	Very strong acid	2	13.3	15	7.3	17	7.7
5.00-5.50	Strong acid	1	6.7	3	1.5	4	1.8
5.50-6.00	Moderate acid	---	---	1	0.5	1	0.5
6.00-6.50	Low acid	---	---	---	---	---	---
6.50-7.30	Neutral	---	---	---	---	---	---

classified as less calcareous soils (Table 2). This finding is in parallel to those of Akalan (1968), Bayraklı (1975), Çapan (1979) and Müftüoğlu (1990). This case explains the lower pH values in tea soils. The low calcareousness in tea soils can be explained by the rain intensity, soil structure and soil porosity.

### 3.4. Organic Matter Content of Tea Soils

Organic matter content of tea soils in Rize and Artvin range from 0.66 to 14.91% (Table 1). Organic matter contents were reported as 0.31-4.34% (Özuygur et al., 1974), 0.49-4.99% (Bayraklı, 1975) and 2.68-16.92% (Kacar et al., 1979) by different researchers. Müftüoğlu (1990), reported that organic matter content varied between 1.86 and 9.30%. The ratio of samples found between 2-6% limit values was 77.3%. The samples higher than 6% limit value constituted 18.2% of the total samples.

Ülgen and Yurtsever (1995) classified tea soils in Rize and Artvin provinces according to their organic matter contents as follows: 1.5% very low, 8.3% low, 10.7% middle, 16.6% good and 62.9% high in Rize and 20.0% moderate, 26.7% good and 53.3% high in Artvin. Out of the total soils in Rize and Artvin provinces (80.0% for Artvin and 79.5% for Rize) 79.6% had organic matter content above 3.0% (Table 2). These figures indicate that the most of the tea soils in Rize and Artvin provinces contain adequate level of organic matter.

Among the organic material sources of tea soils are tea prunings, weeds and farmyard manure. Weeds and tea prunings left in gardens and manure application increase the organic matter contents of tea soils. Furthermore, establishing of tea plantations near the forest lands or within the forests give rise to existence of high organic matter contents in tea soils. This finding is supported by the study of Sarımeşmet and Müftüoğlu (1993).

### 3.5. Phosphorus Content of Tea Soils

Available P contents of tea soils in Rize and Artvin provinces were ranged from 2 to 1450 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (Table 1). In Rize province, while 21.9% of tea soils had a low and extremely low available P content, 78.1% of tea soils had an adequate level of P. In Artvin province, the ratio of soils with low and

extremely low P contents is 53.3%. The rest of the soils (46.7%) in this province had adequate P content. These results indicated that tea soils in Artvin had inadequate P levels. On the contrary, most of the tea soils in Rize had excess levels of P. The findings reported by Sarımeşmet (1987) and Müftüoğlu and Sarımeşmet (1993b) are in harmony with the findings found for tea soils in Rize but not findings in Artvin.

Available P contents were found high and extremely high in 66% of the tea soils in Rize and Artvin provinces (Table 2). This finding is in contradiction with findings obtained from the study which was carried out in this region (Ülgen, 1961). This contradiction might be explained by the fact that compose fertilizers with high P contents were used in high amounts during a period of 45 years. Furthermore, incorrect fertilization applications without taken soil analysis into consideration, can also be another reason for this contradiction.

### 3.6. Potassium Content of Tea Soils

Available K (K<sub>2</sub>O) contents were ranged from 110 to 4400 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> in the tea soils of Rize and Artvin provinces (Table 1). In Rize province, 6.3, 9.3, 13.7 and 70.7% of tea soils had low, moderate, adequate and excess available K levels, respectively. The corresponding values were 6.7, 26.6, 6.7 and 60.0% for tea soils in Artvin. Seventy percent of the tea soils in Rize and Artvin provinces had excess levels of available K (Table 2). These findings are in harmony with those of Ülgen (1961), but they are in contradiction with those of Sarımeşmet (1987).

In conclusion, this study indicated that tea soils in Rize and Artvin provinces had a clay-loam structure. Organic matter content was found adequate in most of the tea soils. No salt and lime were found in these soils.

In this study, soil acidity was found to be risky in levels. Use of ammonium sulfate fertilizer in addition to compose fertilizer increases soil acidity. For this reason, ammonium sulfate fertilizer should not be used in tea soils with extreme acidity. It can be recommended to use natural materials with high lime contents in tea soils which have extreme acidity, especially during rejuvenation period. Phosphorus and potassium contents were found adequate in tea soils.

This case is not frequent in acidic soils. This is mainly caused by using compose fertilizers in high amounts.

When the productivity paramaters were taken into consideration, tea soils should be analyzed, and fertilization should be done according to the results of these analysis. Furthermore, the farmers of the region should be informed about these results.

#### 4. REFERENCES

- Akalan, İ. 1968. Toprak (Oluşu, Yapısı ve Özellikleri) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 356.
- Aktaş, M. 1979. Doğu Karadeniz Bölgesi Topraklarının Potasyum Durumu ve Bu Topraklarda Alınabilir Potasyum Miktarının Tayininde Kullanılacak Metodlar Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları:727, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 420, s.59, Ankara.
- Anonymous 1990. Artvin İli Arazi Varlığı, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları, İl Rapor No: 08, Ankara.
- Anonymous 1993. Rize İli Arazi Varlığı, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları, İl Rapor No: 53, Ankara.
- Anonymous 2006. Turkey's Statistical Yearbook 2005. Prime Ministry Republic of Turkey Turkish Statistical Institute, Turkish Statistical Institute Printing Division, Ankara.
- Anonymous 2009. <http://www.caykur.gov.tr>
- Bayraklı, F. 1975. Bayburt ve Erzincan Ovaları ile Rize Bölgesi Topraklarının Fosfor Durumları Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:398, Erzurum.
- Bhattacharyya, N.G. and S.K., Dey. 1983. Soils Meteorology Department Tocklai. Role of pH and Aluminium on Phosphate Availability on Tea soils.
- Bray, R.H., and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45.
- Çağlar, K. 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniver., Ziraat Fakültesi Yayınları No: 985, Ankara.
- Çapan, G. 1979. Ülkemiz Çay Yetiştiriciliğinde Gübrelemenin Verime Etkisi Üzerinde Bir Araştırma, İstanbul.
- Eden, T. 1976. Tea Thirt Edition Tropical Agriculture Series Longman Group Limited, LONDON.
- Güner, H. 1961. Gübreleme. Toprak Mahsüllerinin Beslenme ve Gübrelenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 40, İzmir.
- Harler, C.R. 1964. The Culture and Marketing of Tea. London Oxford University, New York.
- Hızalan, E., A. Mermut ve C. Cangir. 1976. Doğu Karadeniz Bölgesinde Başlıca Büyük Toprak Gruplarının Saptanması ve Bunların Tarımsal Kullanımları Üzerinde Araştırma, TÜBİTAK, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu (Kesin Rapor), TOAG-279, Ankara, s: 1-174.
- Jackson, M.C. 1962. Soil Chemical Analysis, Prentice Hall. Inc. Eng. Cliff. USA.
- Kacar, B. 1984. Çayın Gübrelenmesi, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Çay-Kur Yayını No:4, Ankara, s:356.
- Kacar, B., E. Przemec, A. Özgümüş, C. Turan, A.V. Katkat ve İ. Kayıkcıoğlu. 1979. Türkiye'de Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Mikroelement Gereksinimleri Üzerinde Bir Araştırma. TÜBİTAK Proje No: TOAG-321, 62, Ankara.
- Karim, Z., A. Rahman and S. Rahman. 1981. Mineralogy of Acidic Tea Soils and Sorption of Phosphate. Tea Quarterly 50 (4) 175-182, Sri Lanka.
- Müftüoğlu, N.M. 1990. Doğu Karadeniz Çay Tarım Topraklarının Mikrobiyolojik Dinamiği ve Toprak Asitliğini Etkileyen Biyolojik Faktörler. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Çaykur Yayını No: 12, DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, s.118, Ankara.
- Müftüoğlu, N.M. ve M. Sarımeimet. 1993a. Doğu Karadeniz Bölgesinde Çay Tarımı Yapılan Toprakların Asitlik Durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt:30, Sayı:3. s. 41-48.
- Müftüoğlu, N.M. ve M. Sarımeimet. 1993b. Doğu Karadeniz Bölgesi Çay Tarım Topraklarının Fosfor Miktarları İle İlgili Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt:30, Sayı:3. s. 65-72.
- Özuygur, M., M. Ateşalp ve M. Börekçi. 1974. Doğu Karadeniz Bölgesi Topraklarının Kireç İhtiyaçlarını Tayinin Uygulanacak Metotlar ve Kireçleme Malzemeleri Üzerinde Bir Araştırma. TÜBİTAK Yayınları No:283, TOAG Seri No:48.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils. U.S. Dep. Agr. Handbook 60.
- Sağlam, M.T. 1978. Toprak Kimyası Tatbikat Notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Erzurum.
- Sarımeimet, M. 1987. Çay Topraklarının Bazı Makro Bitki Besin Elementleri İçerikleri (N, P, K) ve Verimlilik Kabiliyetlerinin Tesbiti İle İlgili Bir Araştırma. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Çay Enstitüsü Başkanlığı, Sonuç Raporu, s.43, Rize.
- Sarımeimet, M. ve N.M. Müftüoğlu. 1993. Doğu Karadeniz Bölgesi Çay Tarım Topraklarının Organik Madde Durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt:30, Sayı:3. s. 49-56.
- Sivasubramaniam, S. and O. Talibudeen. 1972. Effect of Aluminium on Growth of Tea (Camellia sinensis) and Its Uptake of Potassium and Phosphorus. The Tea Quarterly, 43, 4-13.
- Tekeli, S.T. 1962. Çay Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 190, Ders Kitapları 64, Ankara Üniversitesi Basımevi, ANKARA.
- Tekeli, S.T. 1976. Çay Yetiştirme, İşleme, Pazarlama. Dönüm Yayınları 5, Ankara Basım ve Ciltevi, ANKARA.
- Ülgen, N. 1961. Çay Topraklarının Verimlilik Kabiliyetleri. Tarım Bakanlığı Toprak Genel Müdürlüğü, Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınları No: 9, Serip Alkan Matbaası, Ankara.
- Ülgen, N. ve N. Yurtsever. 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s.230, Ankara.
- Vicar, M.H., G.L. Bridger and L.B. Nelson. 1963. Fertilizer Technology and Usage. Soil Science Society of America, Madison, Vol: 387-388.
- Wickremasinghe, K.N., Sivasubramaniam, S. and Nalliah, P., 1981. Urea Hydrolysis in Some Tea Soils, Plant and Soil. Vol. 62, No: 3, 473-477.
- Wijedasa, M.A. and V. Fernando. 1971. Effects of Different Forms of Nitrogen on Soil pH, The Tea Research Institute of Ceylon St. Coombs, Talawakele, Ceylon.
- Willson, K.C. 1969. The Mineral Nutrition of Tea. Tea Research Institute of East Africa. Kericho (Kenya) International Potash Institute, Berne/SWITZERLAND.

## ASİT TOPRAKLARDA DÜZENLEYİCİ UYGULAMALARININ MISIR BİTKİSİNİN MİKROELEMENT İÇERİĞİNE ETKİSİ

\*Tuğrul YAKUPOĞLU<sup>1</sup> Elif ÖZTÜRK<sup>1</sup> Nutullah ÖZDEMİR<sup>1</sup> Semra ÖZKAPTAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 55139, Samsun

<sup>2</sup>Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Perşembe Tarım İlçe Müdürlüğü, 52750, Ordu

\*e-mail: tugruly@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.11.2009

Kabul Tarihi: 23.03.2010

### EFFECT OF CONDITIONER APPLICATIONS ON MICRO NUTRIENT CONTENT OF CORN PLANT IN ACIDIC SOILS

**ÖZET:** Bu çalışma, asit karakterli yüzey toprağına kireç ilavesi ile pH ıslahı yapıldıktan sonra uygulanan biyo-katı (BKT), zeolit (ZEO) ve polyacrylamide (PAM) gibi farklı kökenli düzenleyicilerin bu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin mikro element (Fe, Cu, Zn ve Mn) kapsamlarına etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme toprağı killi tekstüre, başlangıçta düşük pH değerine ve orta düzeyde organik madde içeriğine sahiptir. Bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülen çalışmada toprak örnekleri 8 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulduktan sonra bütün saksılarda mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Düzenleyici uygulamaları çeşit, uygulama dozu ve toprağın pH değerine bağlı olarak mısır bitkisinin mikro element içeriklerinde artışlara neden olmuştur. Bütün uygulamaların mısır bitkisinin mikro element kapsamları üzerine etkileri ile toprak pH'sı, düzenleyici çeşidi ve uygulama dozu arasındaki üçlü ilişki önemli ( $P<0.001$ ) bulunmuştur. Uygulamaların etkinlikleri Zn ve Mn elementleri için BKT > PAM > ZEO şeklinde sıralanırken Fe ve Cu için sırası ile BKT > ZEO > PAM ve ZEO > BKT > PAM şeklinde olmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Mikro element, toprak reaksiyonu, toprak düzenleyiciler, mısır

**ABSTRACT:** This study was conducted to determine effect of soil conditioners with different origin such as bio-solid (BKT), zeolite (ZEO) and polyacrylamide (PAM) on the micro nutrient contents (Fe, Cu, Zn and Mn) of corn plant after a pH improvement by lime application. Some properties of the soil were determined as follows; clay in texture, low in pH and moderate in organic matter content. Split plot design was selected as experimental design in the present study. After incubation period for eight weeks, corn was grown in all pots. Conditioner applications increased the micro nutrient contents of corn plant depend on conditioner type, application dose and soil pH value. Effects of all treatments on the micro nutrient contents of maize and interaction among soil pH, conditioner type and application doses were found to be significant at  $P<0.001$  level. Effectiveness of applications for Zn and Mn was determines as BKT > PAM > ZEO order, it changed as BKT > ZEO > PAM and ZEO > BKT > PAM for Fe and Cu, respectively.

**Key Words:** Micro nutrient, soil reaction, soil conditioners, maize

## 1. GİRİŞ

Topraktaki besin elementlerinin çözünürlükleri ve bitkiye yararışlılıkları üzerine birçok faktör etki etmektedir. Toprak reaksiyonu bu faktörlerin en önemlilerinden biridir. Toprak reaksiyonunun mikro elementlerin dağılımı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen birçok araştırmada, düşük pH değerlerinde Mn, Fe, Cu, ve Zn'nun değişebilir ve organik bağlı fraksiyonlarının yüksek pH değerlerindeki daha fazla olduğu belirlenmiştir (Sims ve Patrick, 1978; Shuman, 1986). Moraghan ve Mascagni (1991), mikro besin elementlerinin bitkilerce alınabilirliğinin topraktaki elementin toplam miktarıyla zayıf ilişkili olduğunu, buna karşılık pH, redoks potansiyeli, organik madde içeriği, toprak tekstürü gibi toprak özellikleri, bitkinin türü ve çeşidi, toprakların su içeriği, sıcaklık ve ışık gibi çevresel faktörlerle yakın ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar, çevresel etkilerin bitkilerin makro besin elementlerinin alımından çok mikro besin elementlerinin alımını etkilediğini ifade etmişlerdir.

Bitkinin toprakta iyi bir gelişim sağlayabilmesi, yetiştiği toprak ortamının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile ilişkili olmaktadır. Toprağın

bu özelliklerini düzeltmede ve sürekliliğini sağlamada en fazla başvurulan yöntemlerden biri ise toprağına düzenleyici ilavesi yapmaktır (Bender ve ark, 1998). Tarımda biyo-katı kullanımı, süreklilik arz eden ve kabul gören bir uygulama olarak düşünülmektedir (McBride, 1995, Favaretto ve ark., 1997). Biyo-katılar, bileşimlerine bağlı olarak toprak koşullarını ıslah etmekte ve bitkiler için besin elementi kaynağını meydana getirmektedirler (De Deus, 1992). Genellikle, biyo-katıların uygun miktarlarda uygulanması toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini artırmakta, karbon havuzunu genişletmekte ve sera gazlarının emisyonunu azaltabilmektedir (Garcia ve ark., 1998; Lindsay ve Logan 1998; Walter ve ark., 2000; Binder ve ark., 2002; Martinez ve ark., 2003; Ros ve ark., 2003). Yüksek katyon değişim kapasitesine sahip olan zeolitin toprağına ilave edilmesinin su rejimini düzelttiği ve bitki besin maddelerinin yıkanmasını engellediği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Gote ve Nimaki, 1980; Mumpton, 1983). Toprakların fiziko-kimyasal özelliklerini iyileştirmek ve ürün kalitesini artırmak amacıyla kullanılan organik polimerlerin en yaygın olanı polyacrylamide'dir. Birçok araştırmacı toprağına uygun dozlarda uygulandığında

polyacrylamide'in toprak ve ürün özelliklerini olumlu yönde değiştirdiğini açıklamışlardır (Wallace ve Wallace 1986; Verplancke ve De Boedt, 1990; Mamedov ve ark., 2006). El-Amir ve ark. (1991) yürüttükleri bir çalışma sonucunda toprağa uygulanan polyacrylamide'in mısır bitkisinin kuru ve yaş ağırlığını artırdığını saptamışlardır.

Bu çalışma, asit karakterli yüzey toprağının kireç (K) ihtiyacı % 50 ve % 100 oranlarında giderilerek pH değeri iki farklı seviyeye yükseltildikten sonra uygulanan biyo-katı (BKT), zeolit (ZEO) ve polyacrylamide (PAM) gibi organik, inorganik ve sentetik kökenli düzenleyicilerin mısır bitkisinin mikro element kapsamlarına etkilerini belirlemek amacı ile yürütülmüştür.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemede kullanılan toprak örneği Samsun'un Terme ilçesine bağlı Köybucağı yöresinde işlemeli tarım yapılmakta olan alandan ve yüzeyden (0–20 cm) alınmıştır. Denemede kullanılan tarım kireci ile diğer toprak düzenleyici materyaller; BKT, ZEO ve PAM sırasıyla Barkisan Kireç İşletmesi (Bartın), Bafra Belediyesi Arıtma Ünitesi, Rota firması (İstanbul) ve Earth Chem (USA)'den temin edilmiştir. Tarım kireci % 50 nötralizasyon gücüne sahiptir. Ham BKT % 50 organik madde içermektedir. BKT ve ZEO'nun bazı element içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Saksılara ekilen mısır bitkisi tohumu (*Zea Mays Saccharata*)

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilmiştir.

Bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülen bu çalışmada, öncelikle araştırma konusu asit reaksiyonlu toprak hava kuru halde 4 mm'lik elekten geçirilerek plastik saksılara (ağız çapı= 19 cm; yüksekliği 20 cm) konulmuştur. Bu toprağın kireç ihtiyacı belirlenmiş ve tarım kireci uygulaması ile kireç ihtiyacı % 50 ve % 100 oranında giderilmiştir. Kireç uygulaması sonucunda aynı topraktan kontrol dahil üç farklı pH değerine (pH= 5.4, 6.5 ve 7.2) sahip topraklar elde edilmiştir. Daha sonra bu saksılara kuru ağırlık esasına göre % 0, 2, 4 ve 6 oranlarında BKT, % 0, 0.5, 1.0 ve 2.0 oranlarında ZEO ve 0, 15, 30 ve 60 ppm PAM uygulanmıştır. BKT ve ZEO topraklara karıştırılmadan önce tahta tokmakla dövülerek 0.5 mm'lik elekten geçirilmiştir. Bütün saksılara tarla kapasitesine ulaşınca kadar sulama suyu ilave edilmiş ve 8 haftalık inkübasyon periyodu boyunca saksılardaki yarıyıllı nemin % 50'si tükenince tekrar sulama işlemi yapılmıştır. İnkübasyon sürecinden sonra her saksıya 5 adet mısır bitkisi (*Zea Mays Saccharata*) tohumu ekilmiş ve çıkış döneminden sonra saksılardaki mısır bitkisi sayısı 3'e düşürülmüştür. Sera denemesi mısır bitkisinde tepe püskülü oluşumu görüldüğünde sonlandırılmış ve bitkiler toprak yüzeyi seviyesinden kesilerek etiketlenmek suretiyle laboratuara nakledilmiştir.

Çizelge 1. ZEO ve BKT'nin bazı element içerikleri

ZEO		BKT	
*Kimyasal bileşim	Miktarı	**Kimyasal Bileşim	Miktarı
SiO <sub>2</sub> (%)	71.89	OC (%)	22.20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	15.16	N (%)	2.40
CaO (%)	6.51	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	2.30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	1.80	CaO (%)	11.50
MgO (%)	1.80	MgO (%)	1.34
Na <sub>2</sub> O (%)	1.06	P (%)	1.30
SrO (%)	0.59	K (%)	0.23
K <sub>2</sub> O (%)	0.57	NaO (%)	0.22
TiO <sub>2</sub> (%)	0.36	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	4.40
BaO (%)	0.13	Cd (µg g <sup>-1</sup> )	6.30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.08	Cu (µg g <sup>-1</sup> )	214.50
MnO (%)	0.05	Cr (µg g <sup>-1</sup> )	135.20
		Pb (µg g <sup>-1</sup> )	180.40
		Ni (µg g <sup>-1</sup> )	75.80
		Zn (µg g <sup>-1</sup> )	435.90

\*Etiket bilgisidir

\*\*Bütün elementler total olarak belirlenmiştir



Atmosfer koşullarında 48 saat süresince kurutulan bitki örnekleri daha sonra 65 °C sıcaklıkta etüvde 48 saat süre ile kurutulmuştur (Kacar, 1972). Etüvde kurutulan bitki örnekleri elektrikli öğütücüde parçalandıktan sonra mikro element analizinin yapılacağı zamana kadar ağzı kilitlenebilir plastik torbalarda (15 x 11 cm) saklanmıştır.

Toprak tekstürünü belirlemede hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1951) ve reaksiyonunun tespitinde ise cam elektrotlu pH-metre aleti (Rowell, 1996) kullanılmıştır. Katyon değişim kapasitesi (KDK), organik madde içeriği, kireç ihtiyacı ve değişebilir Na<sup>+</sup> yüzdesi ise sırasıyla Bower, Walkley-Black, SMP ve amonyum asetat ile ekstraksiyon metodları kullanılarak belirlenmiştir (Kacar (1994). Deneme öncesi ve sonrasında kullanılan toprağın tarla kapasitesi (0.33 atm) ve solma noktasındaki (15.0 atm) nem içerikleri basınçlı tabla aleti kullanılarak (Klute, 1986) tespit edilmiştir. Agregat stabilitesi değerleri, Yoder aleti kullanılarak ıslak eleme yöntemi ile (Demiralay, 1993) belirlenmiştir. Organik düzenleyici olarak kullanılan BKT'nin besin elementi ve ağır metal içerikleri Kacar (1972)'a göre total olarak belirlenmiştir. Bitki örneklerinde Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri kuru yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Katkat ve Çil, 1996).

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde TARIST (1994) bilgisayar paket programından yararlanılmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Bazı Toprak Özellikleri

Çalışmada kullanılan toprakların deneme öncesi belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kullanılan toprağının deneme öncesi bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametreler	Değerler
Kil, g kg <sup>-1</sup>	402
Silt, g kg <sup>-1</sup>	365
Kum, g kg <sup>-1</sup>	233
Tekstür sınıfı	C
Tarla kapasitesindeki nem içeriği, %	33.4
Solma noktasındaki nem içeriği, %	23.8
*pH	5.2
Organik madde, %	2.91
KDK, meq 100g <sup>-1</sup>	24.2
Değişebilir sodyum, %	6.4

\*pH değeri 1:2.5 toprak-su (w:v) süspansiyonunda belirlenmiştir

Çizelge 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, araştırmaya konu olan toprak ince bünyeli olup 402 g kg<sup>-1</sup> kil içermektedir. Asit reaksiyonlu olan toprakta serbest kireç bulunmayıp pH değeri 5.2 ve KDK 24.2 meq 100g<sup>-1</sup>'dir. Tarla kapasitesi ve solma noktası nem içerikleri sırasıyla % 33.4 ve % 23.8'dir.

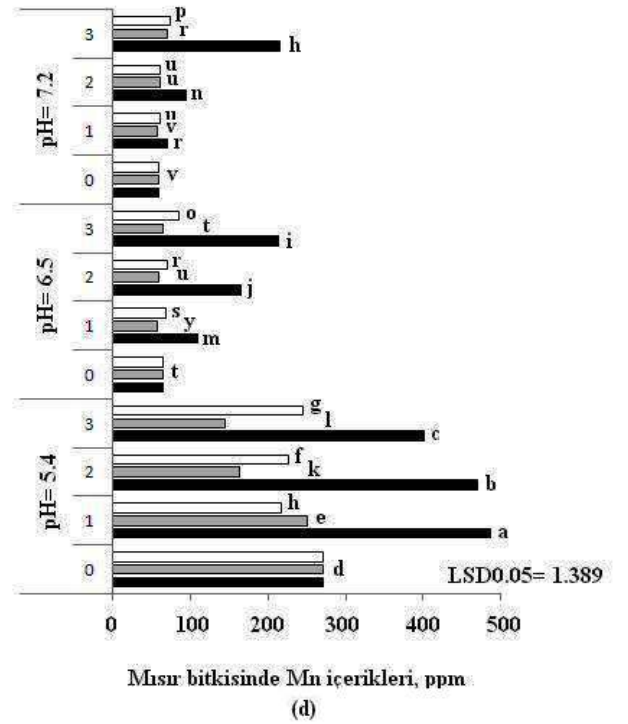
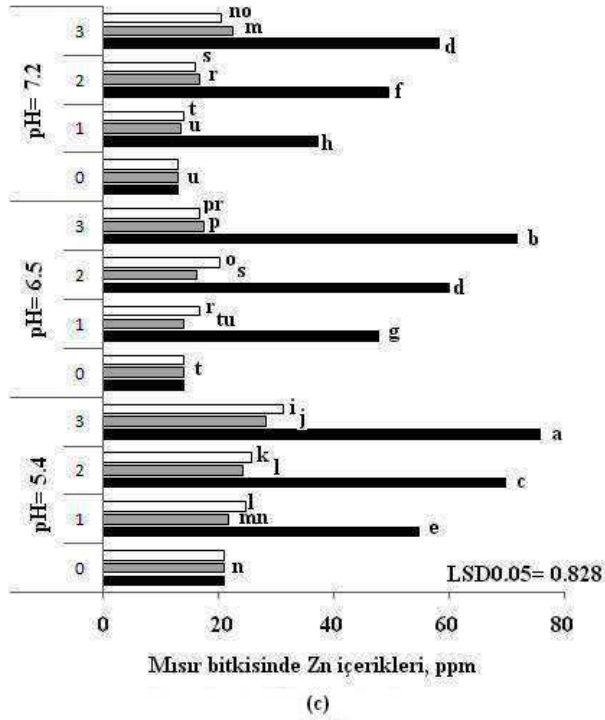
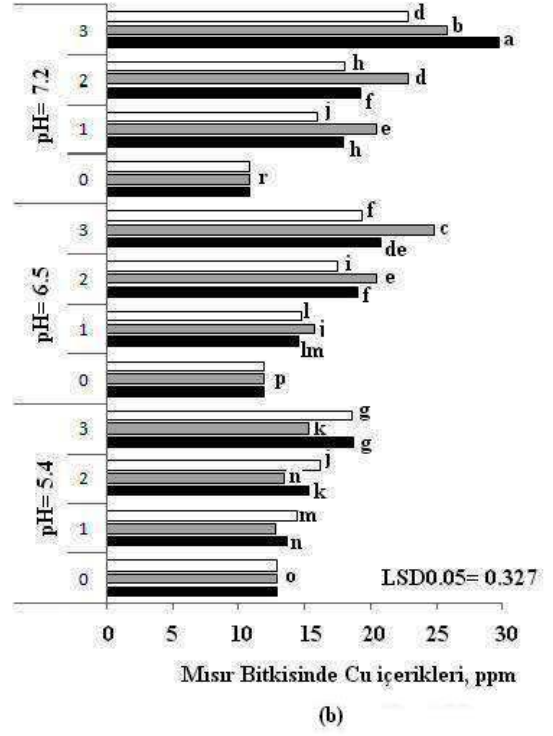
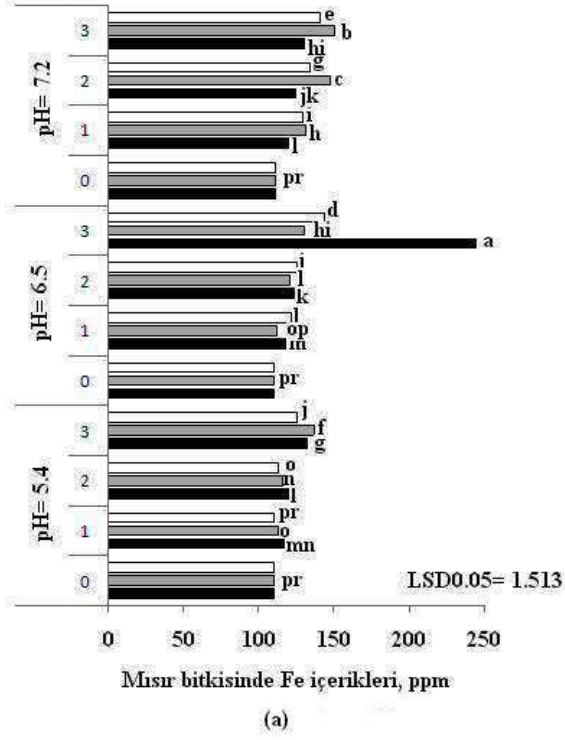
Toprağın değişebilir sodyum yüzdesi 6.4 ve organik madde içeriği ise % 2.91 olarak belirlenmiştir.

#### 3.2. Mısır Bitkisinin Fe, Cu, Zn ve Mn İçerikleri

Araştırma konusu topraklara değişik düzeylerde kireç, BKT, ZEO ve PAM karıştırılıp sera koşullarında 8 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulduktan sonra mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Yetiştirilen mısır bitkisinde hasat sonrasında belirlenen mikro element (Fe, Cu, Zn ve Mn) içeriklerine ilişkin ortalama değerler ile bu değerlere ilişkin LSD0.05 test sonuçları Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere kireç ve kullanılan düzenleyiciler uygulama düzeyine bağlı olarak mısır bitkisinin mikro element kapsamında önemli değişimler meydana getirmiştir. Elde edilen verilerden, kullanılan düzenleyicilerin mısır bitkisinin mikro element kapsamını artırdığı ve bu artışın önemli (P<0.001) olduğu anlaşılmaktadır. Diğer taraftan düzenleyici çeşidi ve kireç uygulamalarının toprak reaksiyonu üzerindeki karşılıklı etkilerinin de (interaksiyonun) önemli olduğu (P<0.001) belirlenmiştir.

Kontrol saksılarında (kireç uygulanan fakat düzenleyici uygulaması yapılmayan saksılarda) yetiştirilen mısır bitkilerinin total mikro element içerikleri istatistiksel olarak irdelendiğinde total Cu, Zn ve Mn değerlerinin pH artışına paralel olarak azaldığı görülmüştür (Şekil 1-b,c,d). Kireç ilavesinin en belirgin etkisi Mn elementinde ortaya çıkmıştır (K0 için 270.7d ppm; K1 için 65.1t ppm ve K2 için 58.7v ppm). Toprak reaksiyonunun bitki besin elementlerinin çözünürlükleri ve bitkiye yararlılıkları üzerine çok önemli etkisi bulunmaktadır. Bitki çeşidine göre değişmekle birlikte yetiştirme ortamındaki pH değerlerinin genellikle 5.8–6.2 arasında olması tavsiye edilmekte olup (Argo, 2003) her bir bitki besin elementinin optimum yararlılıkta olduğu bir pH aralığı bulunmaktadır (Şekil 2, Mullins ve Hansen, 2009). Lalljee ve Facknath (2001), patates bitkisini (Solanum tuberosum) konu aldıkları bir çalışma sonucunda, toprağa kireç uygulamasıyla birlikte bitkide Fe, Cu, Zn ve P kapsamlarının azaldığını belirlemişlerdir.

Şekil 1'in incelenmesinden, BKT, ZEO ve PAM ilavesi yapılan saksılarda yetiştirilen mısır bitkilerinin ortalama Fe, Cu ve Zn içeriklerinin düzenleyici uygulama dozu ile doğru orantılı olarak arttığı anlaşılmaktadır. Her üç pH seviyesinde de BKT uygulamasının farklı dozları Fe, Cu ve Zn değerlerini kontrole göre en fazla artırmıştır. Örneğin pH değeri 6.5 olan saksılarda yetiştirilen mısır bitkilerinin Fe içeriği ortalama olarak BKT'nin üçüncü doz uygulaması ile kontrole göre % 123.2 artırılmış, yine BKT'nin üçüncü doz uygulaması pH değerleri 7.2 ve 6.5 olan saksılarda yetiştirilen mısır bitkilerinin ortalama Cu ve Zn değerlerini de kontrole göre sırasıyla % 173.5 ve % 412.8 oranlarında artırmıştır.



Uygulanan düzenleyiciler: □ PAM □ ZEO ■ BKT

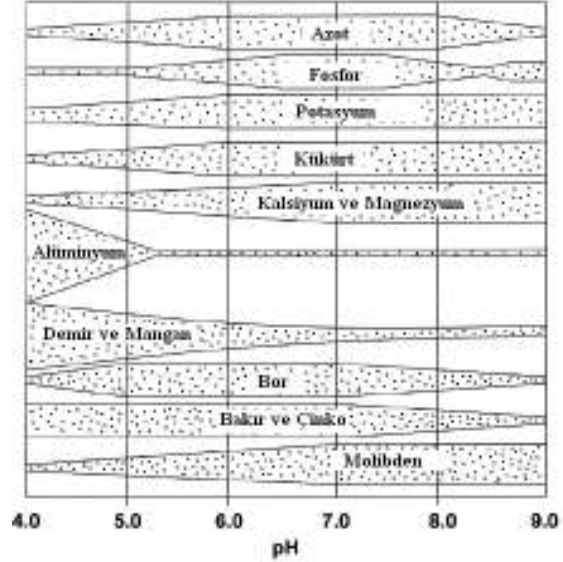
Şekil 1. Deneme sonunda mısır bitkisinde belirlenen mikro element içerikleri ve istatistiksel analiz sonuçları

Mısır bitkisinin Fe içeriğini artırmada en etkili uygulama orta seviyede pH koşullarında BKT'nin son doz uygulaması olurken bunu yüksek pH değerlerindeki yüksek doz ZEO uygulamaları takip etmiştir. ZEO'nun birinci doz uygulamasının pH değerinin 5.4 ve 6.5 olduğu koşullarda mısır bitkisinin Fe içeriğini artırmada en düşük etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bitkinin Fe kapsamına etkileri bakımından genel ortalamalar dikkate alındığında uygulamalar BKT > ZEO > PAM şeklinde sıralanmaktadır (Şekil 1-a). Bu etki uygulanan düzenleyicilerin mikro element içeriklerine (Çizelge 1) atfedilebilir.

Mısır bitkisinin Cu kapsamını artırmada en etkin uygulamalar yüksek pH koşullarında yapılan son doz ilaveleri olmuş, düşük pH koşullarında birinci seviye doz uygulamalarının etkinliği ise düşük düzeyde kalmıştır (Şekil 1-b). Cu kapsamına etkileri bakımından düzenleyici uygulamaları ZEO > BKT > PAM şeklinde sıralanmaktadır. Ortalama değerler dikkate alındığında, mısır bitkisi için en yüksek Cu değerleri 3. doz uygulamalarıyla elde edilmiştir. Uygulanan düzenleyicilerin mısırdaki Zn içeriğine etkileri incelendiğinde BKT'nin diğer katkı materyallerine göre açık bir üstünlüğü bulunmaktadır ve bütün uygulamalar içerisinde ilk dokuz sırayı BKT'nin muhtelif uygulamaları almıştır (Şekil 1-c). Bu sonuç BKT'nin yüksek Zn içeriğine ( $435.90 \mu\text{g g}^{-1}$ ) sahip olması ile açıklanabilir (Çizelge 1). Ortalama değerler bakımından BKT'yi PAM ve ZEO izlemiştir. Düzenleyici uygulaması yapılan saksılardaki mısır bitkilerinin Mn kapsamındaki ilişkiler ise oldukça karmaşık görünmektedir (Şekil 1-d). Kontrol ile karşılaştırıldığında BKT'nin bütün doz uygulamaları düşük pH değerinde yetiştirilen mısır bitkilerinin Mn içeriklerini artırmış fakat bu artışlar uygulama dozları ile ters orantılı olarak meydana gelmiştir. Orta ve yüksek pH değerine sahip saksılardan alınan bitki örneklerinde ise Mn değerindeki artış BKT'nin uygulama dozuna paralel olarak gelişmiştir. ZEO ve PAM düşük pH değerinde bitkilerin Mn içeriklerini artırmada BKT kadar etkili olamamış fakat orta ve yüksek pH değerlerinde uygulama dozlarına paralel olarak etkili olmuştur. Kontrol ile karşılaştırıldığında oransal olarak en fazla Mn artışı (% 268.5) ise pH değeri 7.2 olan toprakların konulduğu saksılarda yetiştirilen mısır bitkilerinde BKT'nin en yüksek doz uygulaması ile elde edilmiştir. Özellikle yüksek pH değerlerinde mısır bitkilerinin Mn içeriklerinde azalma görülmesi, toprak reaksiyonunun yükselmesi ile Mn çözünürlüğünün azalmasına (Şekil 2) ya da düzenleyiciler ile toprağa eklenen herhangi bir element ile Mn arasındaki olası bir antagonistik etkiden kaynaklanmış olabilir.

Belirlenen mikro element değerleri mısır bitkisi için verilen kritik değerler (Jones ve ark., 1998) ile karşılaştırıldığında, yapılan uygulamaların Fe, Cu ve Zn içeriklerini toksisite eşiğinin altında kalacak şekilde artırdığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan PAM, ZEO ve BKT'nin düşük pH değerlerindeki bütün doz

uygulamaları ile orta ve yüksek pH değerlerinde BKT'nin son doz uygulamaları mısır bitkisindeki Mn içeriğini diğerlerine oranla daha fazla artırarak sınır değerinin üzerine çıkarmıştır. Bu olumsuz etki muhtemelen Mn'nin düşük reaksiyon seviyelerindeki yüksek çözünürlük özelliği ile ilişkili olabilir (Şekil 2).



Şekil 2: Toprak reaksiyonu ve bitki besin elementlerinin yarayışlılıkları arasındaki ilişkiler (Mullins ve Hansen, 2009)

Toprağa düzenleyici uygulaması ile ilgili olarak yapılan birçok çalışmadan elde edilen sonuçlar buradaki bulguları destekler niteliktedir. Polimerlerin toptan besin elementi alımını teşvik ettiği bazı araştırmacılar (El-Hayd ve ark., 1981; Azzam, 1983) tarafından bildirilmiştir. Benzer şekilde toprağa uygulanan değişik kökenli atıkların da bitkilerin besin elementi miktarını artırdığı birçok çalışma (Sikka ve Kansal, 1995; Özdemir ve ark., 2004; Tuna ve Girgin 2005) sonucunda ortaya konulmuştur.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen bulgular göstermektedir ki, BKT, ZEO ve PAM'ın uygun dozları değişik pH seviyelerindeki topraklarda düzenleyici olarak uygulandıklarında yetiştirilen mısır bitkisinin mikro element kapsamını artırmaktadır. Bu etki uygulanan düzenleyicilerin toprakta fiziksel koşulları iyileştirmeleri ile organik madde miktarını artırmalarına atfedilebilir. Uygulanan organik düzenleyiciler bitkiler için birer besin deposu olmasının yanında toprakların strüktürel durumlarını da iyileştirebilen materyallerdir. Bu iyileştirmenin bitki köklerinin gelişimi ve işlevlerini yerine getirebilmesine yardımcı olduğu bilinmektedir. Düşük pH koşullarında atık uygulamaları yapılırken yetiştirilecek bitkinin özellikleri dikkate alınmalı ve ağır metallerin bitki bünyesinde aşırı birikim yapmasına yol açabilecek uygulama dozlarından kaçınılmalıdır.

## 5. KAYNAKLAR

- Agro, B. 2003. Understanding pH management and plant nutrition Part I: Introduction. Available from URL: <http://www.mans.edu.eg/projects/heapf/ilppp/courses/12/pdf%20course/37/Part%201%20-%20Understanding%20plant%20nutrition.pdf> [Ulaşım: 23 Şubat 2009].
- Azzam, R.A. 1983. Polymeric conditioner gels for desert soils. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 14: 739-760.
- Bender, D., Erdal, İ., Dengiz, O., Gürbüz M., Tarakçıoğlu, C. 1998. Farklı organik materyallerin killi bir toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. International Symposium on Arid Region Soil, 506-510, September, 21-24. Ed.; M. Şefik Yeşiloy, Menemen, İzmir.
- Binder, D.L., Dobermann, A., Sander, D.H., Cabsman, K.G. 2002. Biosolids as N source for irrigated maize and rainfed sorghum. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 531-543.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A calibration of the hydrometer method for making mechanical analyses of soils. *Agron. J.* 43: 434-438.
- De Deus, A.B.S. 1992. Avaliação sanitária e ambiental de lodos de ETEs. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, UFRS, Porto Alegre (RS), Brasil.
- Demiralay, İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No : 143, Erzurum.
- El-Amir, S., Helalia, A.M., Wahdan, A., Shawky, M.E. 1991. Effect of two polymers on corn (*Zea mays*. L) growth and water economy in sandy soils. *Soil Tech.*, 4: 177-181.
- El-Hayd, O.A., Tayel M.Y., Lotfy, A.A. 1981. Super Gel as a soil conditioner. II: Its effects on plant growth, enzyme activity, water use efficiency and nutrient uptake. *Acta Horticulturae*, 119: 257-265.
- Favaretto, N., Deschamps, C., Daros, E., Pissaiá, A. 1997. Efeito do lodo de esgoto na fertilidade do solo e no crescimento e produtividade de milho (*Zea mays* L). *Braz. Arch. Biol. Tecnol.* 40(4): 837-848.
- Garcia, C., Hernandez, T., Alvadalejo, J., Castillo, V., Roldan, A. 1998. Revegetation in semiarid zones: Influence of terracing and organic refuse on microbial activity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62: 670-676.
- Gote, H., Nimaki, M. 1980. Agricultural utilization of natural zeolite as soil conditioners. II. *Tokyo Nokyo Daigaku Nogaku Shuho.* 24: 305-315.
- 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. Yayınları, No: 453, Ankara.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III, Torak Analizleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Eğitim Araş.ve Geliş. Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara.
- Katkat, A.V., Çil, N. 1996. Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Yayınları, Uygulama Kılavuzu No: 8, Bursa.
- Klute, A. 1986. Water retention: Laboratory methods. In a Klute (Ed.) *Method of Soil Analysis Part I*, Second edition, Argon. Monog. No 9 ASA Madison WI, 635-662.
- Lalljee, B, Facknath, S. 2001. Effect of lime on nutrient content of soils, yield and nutrient content of potato and infestation by leafminers. *Food and Agricultural Research Council, Reduit, Mauritius, AMAS*, 139-147.
- Lindsay, B., Logan, T. 1998. Field response of soil physical properties to sewage sludge. *J. Environ. Qual.* 27: 534-542.
- Mamedov, A.I., Beckmann, S., Huang, C., Levy, G.J. 2006. Aggregate stability as affected by polyacrylamide molecular weight, soil texture, and water quality. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71:1909-1918.
- Martinez, F.G. Cuevas, Calvo, R., Walter, I. 2003. Application of urban organic waste to a degraded semiarid ecosystem: effects on soil and native plant community development. *J. Environ. Qual.* 32: 772-479.
- McBride, M.B. 1995. Toxic metal accumulation from agricultural use of sludge: Are USEPA regulations protective? *J. Environ. Qual.*, 24, 5-18.
- Moraghan, J.T., Mascagni, H.J. 1991. Environmental and Soil Factors Affecting Micronutrient Deficiencies and Toxicities. In *Micronutrients in Agriculture*, 2nd Ed.; Luxmoore, R.J., Ed.; Soil Science Society of America: Madison, WI, 371-425.
- Mullins, G.,Hansen, D.J. 2009. Chapter 4. Basic Soil Fertility. Available from URL: <http://www.mawaterquality.org/Publications/manmh/cha pter4.pdf> [Ulaşım: 29 Şubat 2009].
- Mumpton, F.A. 1983. The Role of Natural Zeolites in Agriculture Zeo-Agriculture use of Natural Zeolites in Agriculture (ed. Wilson. 6 Paundand F.A. Mumpton): 3-27.
- Özdemir, N., Horuz, A., Özkaptan, S. 2004. Düzenleyici uygulamalarının bazı toprak özellikleri ve mısırdaki N kapsamına etkileri. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 19(3) : 24-30.
- Ros, M., Hernandez, M.T., Garcia, C. 2003. Bioremediation of degraded soils with sewage sludge: effects on soil properties and erosion losses. *Environ. Manage.* 31: 741-747.
- Rowell, D.L. 1996. *Soil Science Methods & Applications*. Wesley Longman Limited, Harlow.
- Shuman, L.M. 1986. Effect of liming on the distribution of manganase, copper, iron and zinc among soil fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 1236-1240.
- Sikka, R., Kansal, B.D. 1995. Effect of fly-ash application on yield and nutrient composition of rice, wheat and on pH and available nutrient status of soils. *Bioresource Technoly*, 51(2-3): 199-203.
- Sims, J.L., Patrick Jr, W.H. 1978. The distribution of micronutrient cations in soil under conditions of varying redox potential and pH. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 258-262.
- TARIST, 1994. Statistical Program of the Aegean University of Agricultural Research, Eagen Forest Institute press.
- Tuna, A.L., Girgin, A.R. 2005. Mısırdaki (*Zea mays* L.) gelişme, mineral beslenme ve ağır metal içeriği üzerine termik santral uçucu küllerinin etkisi. *Ekoloji*, 14(57): 7-15.
- Verplancke, H., De Boodt, M. 1990. Effect of synthetic polymers on water use efficiency for crop production on sandy soils in Suidi Arabia. *Soil Tech.* 3: 45-55.
- Wallace, A., Wallace, G.A., 1986. Effects of soil conditioners on emergence and growth of tomato, cotton and lettuce seedlings. *Soil Sci.* 141: 313-316.
- Walter, I., Cuevas, G., Garcia, S., Martinez, F. 2000. Biosolid effects on soil and native plant production in a degraded semiarid ecosystem in central Spain. *Waste Manage. Res.* 18: 259-263.

CHARACTERIZATION OF SOIL PROFILE DEVELOPMENT ON DIFFERENT LANDSCAPE IN  
SEMI –ARID REGION OF TURKEY  
A CASE STUDY; ANKARA-SOĞULCA CATCHMENT

Orhan DENGİZ<sup>1\*</sup> Oğuz BAŞKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs University, Department of Soil Science, 55139, Samsun-Turkey

<sup>2</sup>Soil Fertilizer and Water Resources Research Institute, 06172, Ankara-Turkey

\*e-mail: odengiz@omu.edu.tr

Received Date: 03.12.2009

Accepted Date: 22.03.2010

**ABSTRACT:** The main objective of this research was to determine the relations between soil profile development and landscape in Ankara-Sogulca Catchment located in the semiarid region of Turkey. Dominant geological materials are marl, lime stone and sand stone in the study area. Six soil pedons were examined by field investigation on along transect (crosswise from East to West direction) of the Sogulca Catchment. Soil formations were highly associated with topographic positions which have influence on morphological and physico-chemical characteristics of the soils. Therefore, slope degree has been regarded as one of the most important factors that controls the pedogenic process on PI, PII and PV located on hillslope positions. Because, topography or relief affects how water and other material are added to and removed from soils. Thus, they can be defined as young soils due to minimum soil formation and classified as Entisol/Leptosol. In addition, pedon VI, Typic Xerofluvent/Eutric Fluvisol, formed on toeslope position and alluvial deposit has less soil profile development. Inceptisol/Cambisol and Calcisol (PIII and PIV) formed on plateau position had the greatest degree of pedogenesis. It was determined that main subsurface diagnostic horizons of Inceptisol are cambic and calcic horizons. This study clearly showed that landscape position strongly affects soil pedogenetic development either directly or indirectly in the local region.

**Key Words:** Topography, Soil formation, Classification, Semiarid region

TÜRKİYE’NİN YARIKURAK BÖLGESİNDE FARKLI ARAZİ ŞEKİLLERİ ÜZERİNDE TOPRAK  
PROFİL GELİŞİMİNİN ÖZELLİKLERİ  
PİLOT ÇALIŞMA; ANKARA-SOĞULCA HAVZASI

**ÖZET:** Bu çalışma Türkiye’nin yarı kurak bölgesinde yer alan Ankara Soğulca Havzasında toprak profil gelişimi ile arazi şekli arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma alanında yaygın jeolojik materyaller marn, kireç taşı ve kum taşidir. Soğulca Havzasının doğu batı doğrultusunda yapılan kesit çalışmasında altı pedon incelenmiştir. Toprakların oluşumlarında topografik pozisyonların toprakların morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde etkili oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle, eğim derecesinin yamaç araziler üzerinde yer alan PI, PII ve PV pedonlarının toprak oluşum işlemleri üzerine önemli faktörlerden birisi olduğu düşünülmektedir. Çünkü topografya veya rölyef topraktan suyun ve diğer maddelerin eklenmesi veya uzaklaşmasının sağlanmasında etkilidir. Bu topraklar oluşumlarının minimum seviyelerde olmaları nedeniyle genç topraklar olarak tanımlanmakta ve Entisol/Leptosol olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca, taban arazi pozisyonunda ve alluvial depozitler üzerinde oluşan pedon VI, Typic Xerofluvent/Eutric Fluvisol zayıf toprak profil gelişimine sahiptir. Plato düzlüğü üzerinde oluşmuş Inceptisol/Cambisol ve Calcisol (PIII and PIV) en ileri toprak oluşum seviyesine sahiptirler. Inceptisollerin önemli yüzey altı tanı horizonları olarak cambic ve calcic horizonlar tespit edilmiştir. Bu çalışma lokal alanlarda arazi şekillerinin toprak oluşumu ve gelişmesinde gerek doğrudan gerekse de dolaylı olarak kuvvetli etkilerinin olduğunu açıkça göstermiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Topografya, Toprak oluşumu, Sınıflandırma, Yarıkurak bölge

## 1. INTRODUCTION

The characteristics and properties of soils result from transformations affect the material of the Earth’s crust. According to Joffe (1949), the formation of soil in a region can occur within a certain period of time depending on the geological material, successive climates, topography and biological and human activities of the region. Effects of these factors depend not only on the nature of the rock and their derived formations that have resulted from them, but also on landscape relief and the mitigation of matter in solution or in suspension in water (Arnold, 2006). Therefore, topography or relief is the most important factor for soil formation and affects how water and energy were added to and was lost from soil. Arnold

(2006) indicated that a reference relief unit was a catchment or watershed area and the analysis of lateral transfers on, in and through the soils had to be considered to understand the functioning of the landscape units. The systems could be open or close relative to the flow of water and energy. In addition, Jenny (1980) argues topography is the primary factor in explaining soil variation. He thinks topography refers to the inclination in percent degrees, length of slope in meters, and slope aspect. Slope aspect results in microclimate and vegetation differences and, thus, soil differences. Soil erosion may differ in rate and scale in various topographic or landscape positions depending on slope gradient (Durak and Surucu, 2005; Birkeland, 1984). Graham (2006) notes that the movement of materials, including water and soil

materials, on a landscape is influenced by the slope gradient and shape and the degree of connectivity of drainage networks. Thus, from pedologic perspective, topography is important because it exerts a strong influence on the disposition of energy and matter experienced by soils on the landscape. Topography can also indirectly affect the vegetation cover of an area (Brady and Weil, 2001). Consequently, topography or relief so strongly affects pedogenetic processes, many researchers stated that specific soils are associated with specific landforms and soil patterns are repeating and predictable (Amundson, 1994; Daniels and Hammer, 1992; Young and Hammer, 2000; Durak and Surucu, 2005).

The objectives of this study were to characterize the soils of the Ankara-Sogulca Catchment. i; to identify soil physical, chemical, and morphological features associated with specific landforms, different slope gradient, various parent material and land covers, ii; to interpret the genesis of these features, iii; to classify the soils in Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999 and FAO/ISRIC, 2006)

## 2. MATERIAL AND METHODS

### 2.1. Description of The Study Area

Sogulca Catchment is located at the south part of Ankara, 23 km far from Haymana district and is

positioned between 4352734-4364382m N and 444495-458350m E (UTM). The area of the basin is approximately 5740 ha. (Figure 1). About 46.2 % and 52.7 % of this total area are being used as rainfed agriculture and rangeland, respectively (Baskan and Dengiz, 2008). Only 1.1 % of the study area is water surface. Average altitude above sea level ranges from 948 m to 1382 m. The study area has “mesic” soil temperature and “xeric” soil moisture regime according to the Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999). Quaternary new alluvium deposits formed on both sides of Sogutcesme stream and Palaeocene formations generally distributed over north and south parts and composed of limestone and sandstone in Sogulca Catchment (MTA, 1994). Digital satellite image (Landsat TM5, May 2003) and digital elevation model (DEM), aerial photographs, geological and topographical map were used to determine different land use and land cover types, landforms, slope and aspect. Six different soil profiles were classified and placed in Entisol and Inceptisol and Leptosol, Cambisol, Calcisol, and Fluvisol according to the Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999) and FAO/ISRIC (2006). GIS and RS or image processing software packages (TNT Mips v6.4 and Arc View 9.2) were used to generate digital elevation model (DEM) and transect from East to West direction.

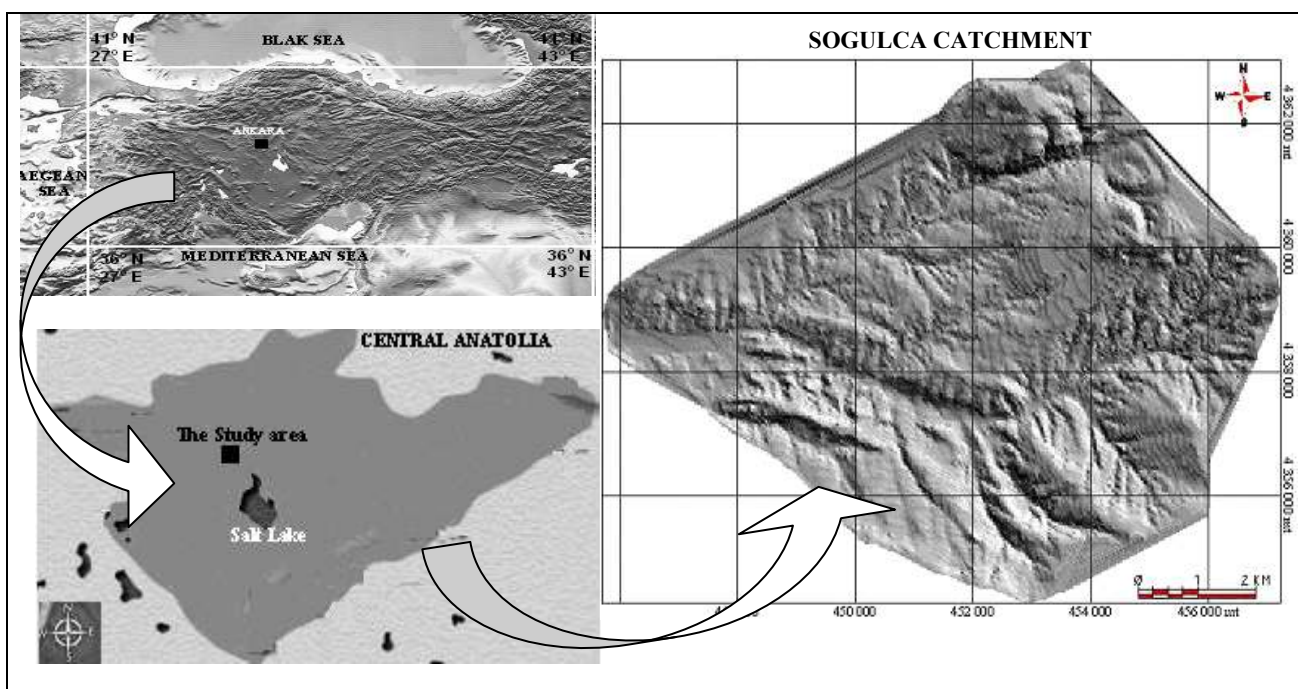


Figure 1. Location of the study area.

## **2.2. Soil Sampling and Profile Description**

Soils have been studied on along transect (crosswise from East to West direction) with representative six profiles (Figure 2). Morphological properties of these six profiles in the field were identified and sampled by genetic horizons and classified according to Soil Survey Staff (1993 and 1999) and FAO/ISRIC (2006). 15 soil samples were taken to investigate for their physical and chemical properties at the laboratory. Disturbed soil samples were then air-dried and passed through a 2 mm sieve to prepare for laboratory analysis.

## **2.3. Soil Physico-Chemical Analysis**

After soil samples were then air-dried and passed through a 2 mm sieve, particle size distribution was determined by the hydrometer method (Bouyoucos, 1951). Organic matter was determined using the Walkley-Black wet digestion method (Nelson and Sommers, 1982). pH, EC-electrical conductivity (of the saturation) by method of the (Soil Survey Labrotory, 1992). Lime content by Scheibler calsimeter (Soil Survey Staff, 1992). Exchangeable cations and cation exchange capacities (CEC) were measured using a 1 N NH<sub>4</sub>OAC (pH 7) method (Soil Survey Labrotory, 1992).

## **3. RESULTS AND DISCUSSION**

### **3.1. Soil morphology and classification**

Pedogenetic development is significantly related to topographic position. Field morphology and profile description data for six representative pedons are reported in Table 1 and Figure 2. Soils located on five geomorphologic units along transect (crosswise from East to West direction) of the Sogulca Catchment display variation in terms of structure, colour, and depth in surface horizons. These variables are the obvious effect of eroding forces. Sommer et al. (2008) reported that in general, some parts of the landscape will erode faster than others depending on the local geomorphic situation and spatially varying soil erodibility. Other parts, which are not affected by soil erosion/sedimentation, e.g., flat plateaus, are characterized by further progressive soil development. Consequently, in a landscape we will find an intricate soil pattern reflecting different courses of soil development although overall a period of regressive soil development might prevail. The same results were also observed in the study area. Therefore, slope has been regarded as one of the most important factor that controls the pedogenic process on PI, PII and PV. Depth of the soils decreases with increasing slope degree. Profiles III, IV and VI located on flat plateaus and flood plain have higher solum depth and

pedological development. Maximum structural formation (2msbk and 3msbk) was observed in flat plateaus soils. During the field study, it was observed common pebbles and cobbles within profiles of shoulder, upper and lower back slopes soils. In addition, structure has not well developed in their profiles.

The horizon orders of the profiles in the study area were defined to be A-B-C form except for especially I, II, V profiles which have A-C or A-R horizons. This means these soils have no diagnostic subsurface horizons and low pedogenetic development. They have only ochric epipedon overlying C or R horizon. Therefore, these soils can be defined as young soils. These pedons were classified as Lithic Xerorthent and Typic Xerorthent according to soil taxonomy (1999). Besides, they were classified as Lithic Leptosol and Eutric Leptosol FAO/ISRIC (2006).

Main soil formation process in the differentiation of soil profiles were structural formation and calcification that have occurred in P III and P IV, respectively. These pedons formed on flat plateaus. The horizon orders of the PIII are defined to be Ap/A2/Bw1/Bw2. Main subsurface diagnostic horizon is cambic horizon developed as a result of structural formation in this profile. Especially, structural development was observed after 42 cm depth. According to soil taxonomy (1999) and FAO/ISRIC (2006) this pedon was classified as Typic Haploxerept and as Haplic Cambisol.

The morphology of P IV located on flat plateau was differently found from PIII. The horizon orders of this pedon are defined to be Ap/Bw/Bk1/Bk2. Soil color is 2.5 Y 5/4 in the Ap horizon, while, due to carbonate accumulation in depth color was change to 2.5 Y 7/2 in subsurface horizons. Secondary CaCO<sub>3</sub> nodules and myceliums were also identified in the profile IV, which apparently proofed the existence of carbonate leaching and accumulation (Table 2). Calcium carbonate nodules, starting in the Bk1 horizon at a depth of 55 cm, were increased in both thickness and diameter in the Bk2 horizon. This pedon was classified as Typic Calcixerept and Haplic Calcisol by taking into consideration of Soil Taxonomy (1999) and FAO/ISRIC (2006).

Profile IV located on floodplain formed on alluvium parent material. Ogg and Baker (1999) concluded that development of soils in the alluvial areas was highly affected by climate and time. This means this pedon has no diagnostic subsurface horizons and low pedogenetic development. Therefore, this soil can be defined as a young soil and classified as Typic Xerofluvent (Soil Taxonomy, 1999) and Eutric Fluvisol (FAO/ISRIC, 2006).

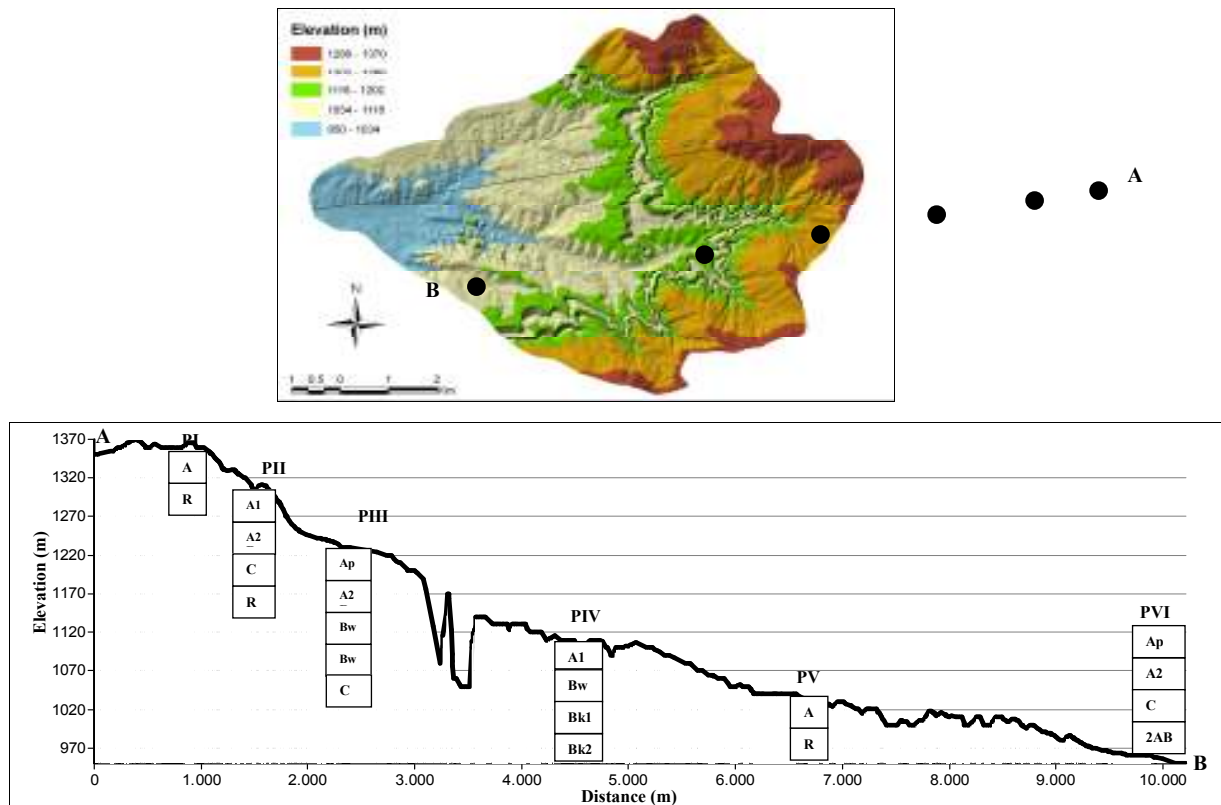


Figure 2. Different soil pedons on various topographic positions along the transect of the Sogulca Catchment.

### 3.2. Physical and Chemical Properties

The major physical and chemical properties of the soils are presented in Table 2. Furthermore, Figure 2 also schematically illustrates the pedological differences across transect. Soil physical and chemical properties that have been taken into consideration in this study showed variability as a result of dynamic interactions among natural environmental factors such as climate, parent material, land cover-land use, erosion and topography (Dengiz et al, 2006).

Soil texture is not significantly changing in top soil of all pedons whereas; sub surface soil texture varies clay, clay loam, silty clay and silty clay loam. Typic Calcixercept (Pedon IV) has the highest clay content while, Typic Xerofluvent (Pedon VI) has the highest sand content. The pH of the soils was moderately alkaline and there are no significant differences in the values of pH 7.40-7.91. In addition, all pedons have slightly soluble salt content. The lime content in soils formed over lime stone was quite high as compared to those formed over sand stone and

fluvial deposits. CEC was between 16.40-36.70 cmol kg<sup>-1</sup>. Exchangeable Ca and Mg cations were accounted for over 95% of the exchangeable complex as a result of dissolution of carbonates whereas, exchangeable K and Na levels were found rather low.

In general expectation, lower landscape positions usually have higher organic matter contents than those upslope due to higher water content on low slope positions yields more biomass and more incorporation of organic matter into soil. On the other hand, according to some researchers this case can be change in some situations. They states spatial variability in soil properties in landscapes affected by long-term tillage indicate that soil organic matter content is lower in arable areas than no tillage areas (Pennock et al., 1994; Heckrath et al., 2005; Papiernik et al., 2005). This trend was also observed in the study area. Pedon III, IV and VI used for agricultural activities have lower organic matter due to high decomposition and mineralization than those pedon I, II and V used for rangeland.



**Characterization of soil profile development on different landscape in semi – arid region of Turkey a case study; Ankara-Soğulca catchment**

Table 1- Selected morphological and land characteristics of pedons.

Horizon	Depth (cm)	Boundary	Colors		Structure	Consistence	Position and Altitude	Land Use	Parent Material
			Dry	Moist					
<i>Profile I (Lithic Xerorthent /Lithic Leptosol)</i>									
A	0-22	as	10 YR 5/6	10 YR 4/6	2fgr	sh fr st ps	Shoulder 1370 m	Range land	Lime stone
R	22+	-	-	-	-	-			
<i>Profile II (Typic Xerorthent /Eutric Leptosol)</i>									
A1	0-18	aw	2.5 Y 5/4	2.5 Y 4/3	1vfgr	sh fr st ps	Upper back slope 1324 m	Range land	Marl
A2	18-36	cw	2.5 Y 6/3	2.5 Y 4/4	2fgr	sh fr st pt			
C	36+	-	-	-	massive	-			
<i>Profile III (Typic Haploxerept /Haplic Cambisol)</i>									
Ap	0-20	as	5 Y 6/3	5 Y 4/3	1vfgr	sh fi st pt	Flat plateau 1238 m	Dry farming	Marl
A2	20-42	gw	5 Y 6/3	5 Y 4/3	2fsbk	sh fr st pt			
Bw1	42-75	cs	5 Y 6/3	5 Y 4/3	2msbk	sh fr st pt			
Bw2	75-125	-	5 Y 5/2	5 Y 4/3	2fpr	h fi st pt			
<i>Profile IV (Typic Calcixerept / Haplic Calcisol)</i>									
Ap	0-20	sa	2.5 Y 5/4	2.5 Y 4/4	2mgr	sh fi st pt	Flat plateau 1160 m	Dry farming	Lime stone+ Marl
Bw	20-55	cw	2.5 Y 5/3	2.5 Y 4/4	3msbk	h fi st pt			
Bk1	55-105	di	2.5 Y 5/4	2.5 Y 4/4	2msbk	h fi st pt			
Bk2	105+	-	2.5 Y 6/4	2.5 Y 5/5	2fsbk	sh fr st pt			
<i>Profile V (Lithic Xerorthent / Lithic Leptosol)</i>									
A	0-18	cs	5 Y 6/3	5 Y 4/3	1fvgr	sh fr st pt	Lower back slope 1050 m	Range land	Sandstone
R	18 +	-	-	-	-	-			
<i>Profile VI (Typic Xerfluvent /Eutric Fluvisol)</i>									
Ap	0-13	aw	5 Y 7/2	5 Y 5/3	2fgr	sh fi st pt	Toe slope and Flood plain 935 m	Dry farming	Fluvial deposits
A2	13-32	cw	5 Y 7/2	5 Y 5/3	2mgr	h fr st pt			
C	32-68	gw	5 Y 6/3	5 Y 5/3	sg	lo lo so po			
2ABb	68-75	cw	5 Y 6/3	5 Y 5/3	2msbk	h fi st pt			
2C	75+	-	-	-	m	h fr st pt			

Abbreviations:

Boundary: a = abrupt; c = clear; g = gradual; d = diffuse; s = smooth; w = wavy; i = irregular

Structure: 1 = weak; 2 = moderate; 3= strong; vf = very fine; f = fine; m =medium; c = coarse; gr = granular; pr = prismatic; abk = angular blocky; sbk = subangular blocky; sg = single grain; m = massive;

Consistence: Dry : lo = loose; so = soft; sh = slightly hard; h = hard; Moist: lo = loose; vfr = very friable; fr = friable; fi = firm; et : so = nonsticky; ss = slightly sticky; st= sticky; po = nonplastic; ps = slightly plastic; pt= plastic

Table 2. Selected physical and chemical properties of pedons.

Pedons	Horizon	Depth (cm)	Particle size (%)				pH 1:1	TSS (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	O.M (%)	CEC (cmol kg <sup>-1</sup> )	Exchangeable cations (cmol kg <sup>-1</sup> )			
			Sand	Silt	Clay	Class						Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup>	
PI	A	0-22	<i>Lithic Xerorthent / Lithic Leptosol</i>										0.18	0.55	28.76
			<i>Typic Xerorthent / Eutric Leptosol</i>										0.161	0.585	20.15
PII	A1	0-18	17.10	50.46	32.44	SiCL	7.40	0.044	55.13	2.60	20.90	0.290	0.313	19.49	
	A2	18-36	11.94	52.62	35.44	SiCL	7.50	0.044	34.27	1.40	20.10	-	-	-	
	C	36+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PIII	<i>Typic Haploxerept / Haplic Cambisol</i>										0.238	0.533	25.329		
	Ap	0-20	15.06	45.50	39.44	SiCL	7.91	0.031	13.04	0.80	26.10	0.207	0.295	25.698	
	A2	20-42	14.04	47.52	38.44	SiCL	7.84	0.028	13.41	0.60	26.20	0.203	0.222	25.875	
	Bw1	42-75	18.14	46.42	35.44	SiCL	7.89	0.025	13.41	0.30	26.30	0.305	0.520	34.580	
	Bw2	75- 125	10.88	39.68	49.44	C	7.80	0.046	7.82	0.25	35.40	0.209	0.736	35.455	
PIV	<i>Typic Calcixerept / Lithic Leptosol</i>										0.124	0.624	35.952		
	Ap	0-20	12.22	41.34	46.44	SiC	7.85	0.043	13.41	1.00	36.40	0.209	0.736	35.455	
	Bw	20-55	10.54	38.02	51.44	C	7.80	0.056	15.64	0.80	36.70	0.209	0.545	33.246	
	Bk1	55- 105	10.92	36.64	52.44	C	7.70	0.051	21.60	0.30	34.00	0.214	0.409	27.277	
PV	<i>Typic Calcixerept / Lithic Leptosol</i>										0.10	0.214	27.277		
	<i>Lithic Xerorthent / Haplic Calcisol</i>										0.186	0.401	22.213		
	A	0-18	2.18	55.38	42.44	SiC	7.80	0.031	10.78	1.20	22.80	0.218	0.738	15.44	
PVI	<i>Typic Xerfluvent / Eutric Fluvisol</i>										0.40	0.603	17.99		
	Ap	0-13	5.02	55.54	39.44	SiCL	7.70	0.043	13.04	0.80	16.40	0.221	0.508	16.87	
	A2	13-32	12.60	43.96	43.44	SiC	7.70	0.044	14.15	0.40	18.80	0.234	0.445	20.12	
	C	32-68	28.32	37.24	34.44	CL	7.80	0.035	17.13	0.60	17.60	0.234	0.445	20.12	
	2ABb	68+	6.92	43.64	49.44	SiC	7.90	0.046	15.64	0.70	20.80	0.234	0.445	20.12	

CL: Clay Loam, C: Clay, SiC: Silty Clay, SiCL: Silty Clay Loam O.M: Organic Matter, CEC: Cation Exchange Capacity, TSS: Total Soluble Salt

#### 4. CONCLUSION

In the study area, the main negative impact of soil forming factor on profile development in hillslope positions (shoulder and back slope) is soil erosion. Graham and Boul (1990) indicated that in mountainous terrain, soil erosion and mass movement or landslides are important geomorphic processes. While soil development proceeds on all parts of the regolith-covered landscape, it can be interrupted at any stage by mass movement event. This interruption is relatively common on high slope degree, so Entisol often predominant there. Therefore, these soils can be defined as young soils. Soils in lower slope position (flat plateaus) showed marked differences in terms of more development sub surface profile due to no interruption events. Main subsurface diagnostic horizons of these soils are cambic and calcic horizons. The results clearly showed that topographic condition strongly affects on soil formation either directly or indirectly in the local region. In addition, topographic data collection using traditional land survey methods require too much cost and time consuming. Today advanced computer programs such as Geographic Information System and Remote Sensing contribute to analyse topographic data in form of DEM to study terrain attributes that theoretically influence

pedogenesis ((Dengiz and Akgül, 2005; Graham, 2006). It is also very easy to update or modify data involved in GIS database in future.

#### 5. REFERENCES

- Amundson, R. 1994. Factors of Soil Formation. A System of Quantitative Pedology. Foreword by R. Amundson. Dover Publ.Inc. NY.USA., pp:281
- Arnold, R.W. 2006. Soils : Basic Concepts and Future Challenges, ed. Giacomo Certini and Riccardo Scalenghe. Published by Cambridge University Press, p 1-10.
- Baskan, O and Dengiz, O. 2008. Comparison of Traditional and Geostatistical Methods to Estimate Soil Erodibility Factor. Arid Land Research and Management 22: 1, 29-45.
- Birkeland, P.W. 1984. Soils and Geomorphology: Oxford University Press, New York, 372 p.
- Brady, N.C., Weil, R.R., 2001, The Nature and Properties of Soils (13th ed.): Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 960 p.
- Bouyoucos, G.J.1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical

- Analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43; 435-438.
- Daniels, R.B. and R.D. Hammer. 1992. *Soil Geomorphology*. John Wiley and Sons. New York, pp: 236.
- Durak, A. and Surucu, A. 2005. Soil Formation on Different Landscape in a Semi-humid Region of Turkey. *Journal of Agronomy* 4(3): 191-195.
- Dengiz, O., Akgül, S. 2005. Soil erosion risk assessment of the Golbasi Environmental Protection Area and its vicinity using CORINE Model. *Turk J. Agric. For.* **29**, 439-448. Tubitak, Ankara.
- Dengiz, O., Göl, C., Karaca, S., Yüksel, M. 2006. Effects of Different Landscape Position and Parent Material on Soil Variability and Land Use in Both Sides of Acicay River-Çankırı. *International Soil Meeting on Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Technology Proceeding Vol. II*, 745-751, Şanlıurfa-Turkey.
- FAO/ISRIC, 2006. *World Reference Base for Soil Resources*. *World Soil Rep.*, No,103. Rome, 128 p.
- Heckrath, G., Djurhuus, J., Quine, T.A., Van Oost, K., Govers, G., Zhang, Y., 2005. Tillage erosion and its effect on soil properties and crop yield in Denmark. *J. Environ. Qual.* 34, 312–324.
- Jenny, H. 1980. *The Soil Resource*. Springer-Verlag, New York, 377 pp.
- Graham, R.C and Boul, S.W. 1990. Soil-geomorphic Relations on the Blue Ridge Front. II: Soil Characteristics and Pedogenesis. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 54:1367-1377.
- Graham, R.C. 2006. *Basic Concepts and Future Challenges*, ed. Giacomo Certini and Riccardo Scalenghe. Published by Cambridge University Press, p 151-163.
- MTA. 1994. *General Directorate of Mining Technical Research*. Ankara, Turkey.
- Nelson, D.W., L.E. Sommers.1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic matter. In: Page, L.A., Miller, R.H., Keeney, D.R (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Methods* (2 nd ed). American Society of Agronomy, Madison, WI, pp 539-579 (1982).
- Ogg, C.M. and J.C. Baker. 1999. Pedogenesis and Origin of Deeply Weathered Soils Formed in Alluvial Fans of Virginia Blue Ridge. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63 : 601-606.
- Papiernik, S.K., Lindstrom, M.J., Schumacher, J.A., Farenhorst, A., Stephans, K.D., Schumacher, T.E., Lobb, D.A., 2005. Variation in soil properties and crop yield across an eroded prairie landscape. *J. Soil Water Conserv.* 60, 388–395.
- Pennock, D.J., Anderson, D.W., de Jong, E., 1994. Landscape-scale changes in indicators of soil quality due to cultivation in Saskatchewan, Canada. *Geoderma* 64, 1–19.
- Soil Survey Staff.1992. *Procedures for Collecting Soil Samples and Methods of Analysis for Soil Survey*. *Soil Surv. Invest. Rep. I*. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C. USA.
- Soil Survey Staff. 1993 *Soil Survey Manual*. USDA Handbook. No: 18, Washington D.C. USA.
- Soil Survey Staff. 1999. *Soil taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey*. USDA Handbook No: 436, Washington D.C.
- Sommer, M., Gerke, H.H. and Deumlich, D. 2008. Modelling soil landscape genesis-A “time split” approach for hummocky agricultural landscapes. *Geoderma* 145 (2008) 480–493.
- Young, F.J. and R.D. Hammer. 2000. Soil-landform Relationships on a Loess-Mantled Upland Landscape in Missouri. *Soil Sci.Soc. Am. J.*, 64: 1443-1454.

## PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND SOME BLOOD PARAMETERS OF BUCKS UNDER MEDITERRANEAN CLIMATE CONDITIONS

Sezen OCAK<sup>\*1</sup>

Okan GÜNEY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Cukurova, Adana, Turkey

\* e-mail: socak@cu.edu.tr

Received Date: 19.11.2009

Accepted Date: 11.05.2010

**ABSTRACT:** This research was carried out to compare the physiological responses between exotic and local bucks to reveal their adaptation to the Mediterranean region of Turkey. The effect of seasonal variation on rectal temperature (RT), respiration rate (RR), heart rate (HR) and some blood parameters were evaluated in Saanen (S), Hair (H), German Fawn x Hair (GF) and Damascus x Hair (DM) bucks. Blood parameters and physiological responses of bucks were measured three times in a day for one week periods in May, July and December.

The mean heart rate of Saanen (121 beats/min) was higher than Hair bucks (113 beats/min). Heat stress generally decreased the blood glucose levels and reached the highest levels in the mornings in December. Blood glucose concentrations were highest for H bucks (63.8 mg/dl) and lowest in S (34.7 mg/dl) in December. Total serum cholesterol (CHO) levels were found to be similar to blood glucose levels but increased mostly in S and H bucks when the environmental temperature decreased.

Given the blood parameters and physiological responses, it was determined that there were some differences related to blood and physiological parameters between local and exotic breeds. In addition, exotic breeds may adapt to the Mediterranean climate conditions and can be recommended by virtue of their improved performances.

**Key words:** Blood parameters, physiological responses, buck, Saanen, Mediterranean.

### AKDENİZ İKLİM KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN TEKELERDE KİMİ KAN PARAMETRELERİ VE FİZYOLOJİK TEPKİLER

**ÖZET:** Bu çalışmada Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen egzotik ve yerli ırkların bölgeye adaptasyonlarını incelemek için fizyolojik tepkilerinin karşılaştırılmıştır. Saanen (S), Kıl (H), Alman Alaca x Kıl (GF) ve Damaskus x Kıl (DM) tekelerinde mevsim değişikliğine bağlı olarak rektal sıcaklık (RS), solunup sayısı (SS), nabız hızı (NH) ve kimi kan parametreleri değerlendirilmiştir. Tekelerde ölçülen fizyolojik tepkiler ve kan parametreleri mayıs, temmuz ve aralık ayında 7 gün boyunca günde 3 kez alınmıştır.

Ortalama nabız hızı Saanen (121 adet/dak) tekelerinde Kıl tekelerine (113 adet/dak) göre daha yüksek bulunmuştur. Sıcaklık stresi genellikle kan glikoz seviyesini düşürmüştü ve aralık ayının sabah ölçümlerinde en yüksek seviyeye erişmiştir. Glikoz konsantrasyonu aralık ayı ölçümlerinde en yüksek Kıl (63.8 mg/dl) en düşük ise Saanen tekelerinde (34.7 mg/dl) ölçülmüştür. Total serum kolesterol düzeyi (CHO) glikoz bulgularına benzerlik göstermiş olup çevresel sıcaklık azalmasına bağlı olarak daha çok Saanen ve Kıl tekelerinde artış göstermiştir.

Kan parametreleri ve fizyolojik tepkiler ışığında yerli ve egzotik ırkların farklılıklar gösterdiği saptanmıştır. Bunlara ek olarak egzotik ırkların Akdeniz Bölgesine adapte olabildikleri saptanmış ve daha yüksek performanslarından dolayı Akdeniz Bölgesi için önerilmelerinde sakınca görülmemiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Kan parametreleri, fizyolojik tepkiler, teke, Saanen, Akdeniz.

## 1. INTRODUCTION

Goats are very important animals because of their favourable characteristics and capacity to adjust to harsh environmental (arid, semi-arid, tropical, sub-tropical, etc.) conditions throughout the world. The Mediterranean region of Turkey which has sub-tropical climate conditions (Keskin et al. 2006) has considerable goat potential. The Hair goat is the main breed in Turkey but increasing interest has been shown for other exotic breeds, e.g. Saanen, German Fawn, etc., owing to their high performance in terms of milk yield and multiple births compared with the Hair goat.

In tropical and sub-tropical regions high ambient temperature is the major constraint on animal production (Marai et al. 2007). This effect is aggravated when heat stress is accompanied by high ambient humidity. Excessive heat stress may cause hyperthermia and have several physiological side-

effects and economic impacts on the livestock industry (Al-Tamimi, 2007). The ability of livestock to grow and produce to their maximal genetic potential is strongly related to the thermal environment. Body temperature, pulse and respiration rate are important physiological responses commonly used for adaptation parameters to environmental stress in small ruminants (Singh et al. 1982; Ross et al. 1985). Several researchers have studied physiological adaptation mechanisms such as rectal temperature, pulse rate and respiration rate in small ruminants (Marai et al. 2007; Jaber et al. 2004; Murya et al. 2004; Srikandakumar et al. 2003; Sevi et al. 2001; Ogebe et al. 1996). On the other hand, blood glucose and total serum cholesterol levels are physiological adaptation mechanisms that can be affected by high ambient temperatures (Lu, 1989).

In the present study, the physiological adaptation parameters of goats under heat stress and thermal environment are highlighted. A few studies have been

done to improve the performances of the local breeds through exotic breeds (Keskin et al. 2006) but there is still a need for comprehensive studies on physiological responses. Therefore, the objective of this study was to compare the physiological responses and blood parameters of exotic breeds with local goats raised in a Mediterranean climate in different seasons in order to find the adaptation potential.

## 2. MATERIALS AND METHODS

This experiment was carried out at the Research Farm of the Faculty of Agriculture in Cukurova University, Adana, which is located on the Mediterranean coast of Turkey. The mean climatic data of the region are shown in Figure 1. In total, 24 bucks, six from each breed (Saanen (S), Hair (H), German Fawn x Hair (GF) and Damascus x Hair (DM) breeds), were used in the study. All the bucks were two years old and weighed 42 to 45 kg. Animals were kept separately in semi-open pens, and fed with a concentrate diet and ad libitum with alfalfa hay. The digestible crude protein and energy contents of the concentrate were 16 % and 2647 kcal ME kg<sup>-1</sup>, respectively. The diet was given to the animals at a rate of 500 g per day. The animals were monitored every day in the morning, at noon and afternoon during one week in May, July and December for rectal

temperature (RT), respiration rate (RR) and heart rate (HR). RT was recorded by a digital thermometer, whereas RR and HR were counted for 15 seconds and multiplied by four with a stethoscope from the jointing point of left-front leg and body. Blood samples (10 ml) were collected in May, July and December three times a day for one week and analysed on the same day. To guarantee the reliability of the cardiac and respiratory data, animals were kept in individual pens. Blood was collected by jugular venipuncture into BD Vacutainer SST II tubes. All blood samples were maintained at room temperature until clotting, then centrifuged for 5 min at 5000 rpm. Total serum cholesterol (CHO) and glucose levels were measured by CHOD-PAP and GOD-PAP calorimetric analysers, respectively (Roche Hitachi Modular DPP).

### 2.1. Statistical Analysis

The assumptions for univariate test of repeated measures were tested and then both the univariate and multivariate tests were applied to a data set to compare the results. The General Linear Model (GLM) procedures of SPSS package for repeated measures were used. The Duncan Multiple Range Test was used to separate the means among the treatment groups.

The mathematical model for the analysis of experimental data was;

$$y_{ijkm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \pi_{m(ij)} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\pi\gamma)_{km(ij)} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + e_{ijkm}$$

where,  $y_{ijkm}$ : measured observation value on m<sup>th</sup> experimental unit within k<sup>th</sup> time within j<sup>th</sup> month within i<sup>th</sup> genotype.  $\mu$ : population mean,  $\alpha_i$ : effect of i<sup>th</sup> genotype,  $\beta_j$ : effect of the j<sup>th</sup> month,  $\alpha\beta_{ij}$ : interaction effect of i<sup>th</sup> genotype and j<sup>th</sup> month,  $\pi_{m(ij)}$ : effect of m<sup>th</sup> experimental unit under i<sup>th</sup> genotype and j<sup>th</sup> month (error I),  $\gamma_k$ : effect of the k<sup>th</sup> time,  $(\alpha\gamma)_{ik}$ : interaction effect of i<sup>th</sup> genotype and

k<sup>th</sup> time,  $(\beta\gamma)_{jk}$ : interaction effect of j<sup>th</sup> month and k<sup>th</sup> time,  $(\pi\gamma)_{km(ij)}$ : interaction effect of m<sup>th</sup> experimental unit and k<sup>th</sup> time under i<sup>th</sup> genotype and j<sup>th</sup> month,  $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ : interaction effect of i<sup>th</sup> genotype, j<sup>th</sup> month and k<sup>th</sup> time,  $e_{ijkm}$ : error II which shows variability between error I and repeated factor time.

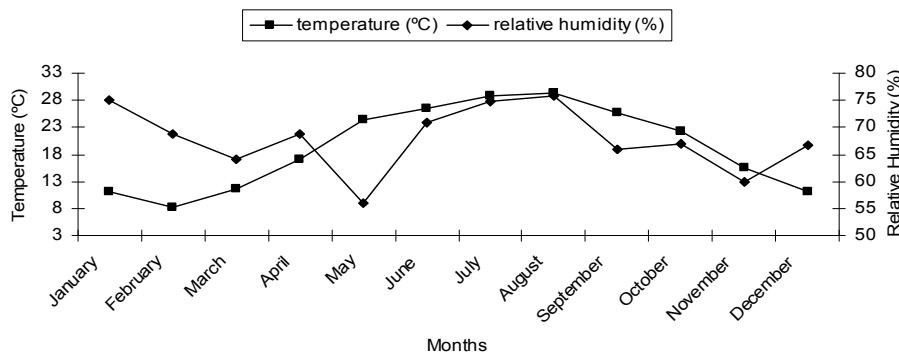


Figure 1. Climatic data of trial period.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

The effect of thermal environment on the changes in the physiological responses and blood parameters in bucks are set out in Table 1. RT and HR of the genotypes were similar ( $p>0.05$ ). No significant difference was found among genotypes in RT, HR, and CHO. The least square means of RR and glucose was significant ( $p<0.05$ ).

This kind of difference in various goat breeds was also reported in studies carried out in the Eastern Mediterranean region of Turkey (Keskin et al. 2006). The means for these parameters were determined as higher than that of the thermo-neutral zone reported by McDowell and Woodward (1982), who found that respiration rate was 25.3 per minute for goats in a thermo-neutral zone (comfort zone; 13-15 °C). A higher respiratory rate in Saanen (54/min) suggests that this breed was more stressed than the other breeds.

The physiological adaptation parameters during the day at different observation times are shown in Tables 2, 3 and 4. Significant differences were observed in May and December in the mornings and in the afternoon of December observations among genotypes ( $p<0.05$ ). According to the reports of Bianca and Kunz (1978), an increase in environmental temperature first affects pulsation number. Then, such a high pulsation number increases the rectal temperature.

Heat loss via high respiration number was reported as higher than that via other ways (Devendra, 1987). Blight (1985) reported that a daily change of respiration number per minute from the effect of environmental temperature does not show parallelism with change of body temperature and pulsation number. With the removal of this effect, animals go back to the former respiration number. Present results for different respiration numbers depending on time are in line with the reports of other researchers (Quatermain and Broadbend, 1974; Bianca and Kunz, 1978; Ogebe et al. 1996).

Rectal temperature is considered as a good index of body temperature even though there is a considerable variation in different parts of the body core at different times of the day (Srikandakumar et al. 2003). Hair bucks have shown a steady rectal

temperature value because of their ability to adapt to the region's conditions. Because it is of oriental origin, the Hair goat is probably most suited to the subtropical climatic conditions. A similar steady rate was reported by Srikandakumar et al. (2003) for local and crossbred sheep. Rectal temperature of goats in the sub-tropical region was reported as 39.3 to 39.5°C in several studies which were carried out to determine the effect of high environmental temperature on rectal temperature (Joshi et al. 1977; Bianca and Kunz, 1978; Devendra, 1987). The increase in rectal temperature in S and H bucks in summer was found to be lower than in other genotypes. The decrease in rectal temperature in December suggests a tendency to hypothermia in DM and GF bucks (Table 2).

Heart and respiration rates of bucks were increased by the effect of environmental temperature (Tables 3, 4).

No significant differences were observed in HR, except for morning observations in December. Respiration rate was significant among genotypes in July ( $p<0.05$ ). When animals were exposed to direct sun, metabolic rate and body temperatures of black-haired goats increased, depending on oxygen intake. Such changes have been observed in black-haired goats which were exposed to high solar radiation levels (D'miel et al. 1980). Acharya et al, (1995) also reported that coat colour and hair length could affect these parameters. According to that report, short-haired goats had higher respiratory and heart rates than long-haired goats. Hair colour also has an effect on change of respiration and heart rate and rectal temperature.

No significant difference in interaction effect was determined between genotype x month x observation time. Tables 5 and 6 show the blood chemistry changes of bucks. Means of blood glucose levels were found significant among genotypes ( $p<0.05$ ) (Table 6).

Blood glucose level reached higher levels in winter except afternoon observations. The highest blood glucose and serum cholesterol levels were determined in Hair bucks in December. The lowest CHO were determined in GF bucks when the environmental temperature decreased.

Table 1. Changes in the overall means and SE for physiological responses in bucks.

Genotype	Rectal temp.	Heart rate	Respiration rate	Serum cholesterol	Glucose
S	38.92±0.06	101±2.16	54.88±2.76 <sup>a</sup>	40.85±0.75	45.27±0.69 <sup>c</sup>
H	39.06±0.05	96.91±1.27	44.55±1.86 <sup>b</sup>	43.50±0.68	49.56±0.95 <sup>b</sup>
DM	38.83±0.05	100.67±1.28	42.59±1.64 <sup>bc</sup>	40.41±0.71	50.69±0.71 <sup>ab</sup>
GF	39.29±0.46	98.04±1.51	40.77±1.81 <sup>c</sup>	42.59±0.85	51.94±0.68 <sup>a</sup>
P	NS	NS	**	NS	**

P: significance, NS: Not significant ( $P>0.05$ ) \*\*: significant  $P<0.01$ , SE: standard error, small letters indicate the differences in same column.

**Physiological responses and some blood parameters of bucks under Mediterranean climate conditions**

Table 2. Mean  $\pm$  SE for rectal temperature of S, H, DM and GF crossbred bucks ( $^{\circ}$ C) (126 observations per month/breed)

Months			
Genotypes	May	July	December
Morning			
S	38.6 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	38.9 $\pm$ 0.08	38.1 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
H	38.8 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	39.1 $\pm$ 0.06	38.6 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>
DM	38.9 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup>	39.0 $\pm$ 0.07	37.9 $\pm$ 0.12 <sup>b</sup>
GF	39.0 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>	39.0 $\pm$ 0.10	37.7 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>
P	***	NS	***
Noon			
S	38.7 $\pm$ 0.10	39.3 $\pm$ 0.07	38.3 $\pm$ 0.11
H	39.0 $\pm$ 0.10	39.3 $\pm$ 0.10	38.8 $\pm$ 0.20
DM	38.9 $\pm$ 0.09	39.4 $\pm$ 0.08	38.4 $\pm$ 0.13
GF	43.7 $\pm$ 4.60	39.4 $\pm$ 0.08	38.5 $\pm$ 0.10
P	NS	NS	NS
Afternoon			
S	39.3 $\pm$ 0.12	39.9 $\pm$ 0.08	38.6 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup>
H	39.3 $\pm$ 0.10	39.6 $\pm$ 0.10	39.2 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>
DM	39.2 $\pm$ 0.08	39.8 $\pm$ 0.11	38.5 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>
GF	39.3 $\pm$ 0.06	39.8 $\pm$ 0.10	38.4 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>
P	NS	NS	***

P: significance, NS: Not significant ( $P > 0.05$ ), \*\*\*  $P < 0.001$ , SE: standard error, small letters indicate the differences in same column.

Table 3. Mean  $\pm$  SE for heart rate of S, H, DM and GF crossbred bucks (beat/min) (126 observations per month/breed)

Months			
Genotype	May	July	December
Morning			
S	96.0 $\pm$ 2.50	94.1 $\pm$ 3.21	91.2 $\pm$ 2.60 <sup>a</sup>
H	92.7 $\pm$ 2.00	95.7 $\pm$ 1.90	92.3 $\pm$ 1.50 <sup>a</sup>
DM	100.3 $\pm$ 2.11	101.1 $\pm$ 2.60	100.1 $\pm$ 2.44 <sup>b</sup>
GF	99.1 $\pm$ 2.23	101.1 $\pm$ 4.32	100.9 $\pm$ 2.60 <sup>b</sup>
P	NS	NS	**
Noon			
S	96.8 $\pm$ 2.30	121.6 $\pm$ 3.20	140.5 $\pm$ 7.70
H	106.1 $\pm$ 3.93	113.1 $\pm$ 3.60	120.0 $\pm$ 4.11
DM	112.3 $\pm$ 3.10	117.5 $\pm$ 3.75	121.9 $\pm$ 3.30
GF	103.1 $\pm$ 4.24	114.7 $\pm$ 3.30	125.2 $\pm$ 4.80
P	NS	NS	NS
Afternoon			
S	81.2 $\pm$ 1.80	79.2 $\pm$ 2.23	85.8 $\pm$ 2.73
H	88.20 $\pm$ 2.03	84.8 $\pm$ 2.21	88.90 $\pm$ 1.90
DM	88.4 $\pm$ 2.21	88.5 $\pm$ 1.30	88.4 $\pm$ 1.80
GF	85.1 $\pm$ 2.14	81.2 $\pm$ 2.14	86.0 $\pm$ 2.43
P	NS	NS	NS

P: significance, NS: Not significant ( $P > 0.05$ ), \*\*  $P < 0.01$ , SE: standard error, small letters indicate the differences in same column.

Table 4. Mean  $\pm$  SE for respiration rate of S, H, DM and GF crossbred bucks (number/min) (126 observations per month/breed)

Months			
Genotype	May	July	December
Morning			
S	39.0 $\pm$ 1.81	57.9 $\pm$ 3.90 <sup>b</sup>	24.6 $\pm$ 1.70
H	41.1 $\pm$ 3.23	60.2 $\pm$ 3.11 <sup>b</sup>	26.6 $\pm$ 1.21
DM	41.9 $\pm$ 2.23	55.6 $\pm$ 3.54 <sup>b</sup>	26.0 $\pm$ 1.33
GF	40.0 $\pm$ 1.51	43.2 $\pm$ 2.50 <sup>a</sup>	23.5 $\pm$ 0.81
P	NS	**	NS
Noon			
S	46.5 $\pm$ 2.93	89.4 $\pm$ 3.90 <sup>b</sup>	21.6 $\pm$ 1.10
H	40.3 $\pm$ 2.52	80.8 $\pm$ 4.80 <sup>ab</sup>	24.8 $\pm$ 1.23
DM	41.9 $\pm$ 2.10	70.7 $\pm$ 4.61 <sup>a</sup>	24.0 $\pm$ 1.01
GF	40.9 $\pm$ 2.80	67.9 $\pm$ 4.90 <sup>a</sup>	21.9 $\pm$ 0.80
P	NS	**	NS
Afternoon			
S	54.5 $\pm$ 4.26	100.1 $\pm$ 7.40 <sup>b</sup>	22.8 $\pm$ 1.20
H	43.1 $\pm$ 2.30	76.1 $\pm$ 4.04 <sup>a</sup>	26.5 $\pm$ 2.00
DM	45.9 $\pm$ 2.94	70.0 $\pm$ 4.10 <sup>a</sup>	25.0 $\pm$ 0.10
GF	45.6 $\pm$ 3.90	79.3 $\pm$ 6.30 <sup>a</sup>	22.8 $\pm$ 0.72
P	NS	**	NS

P: significance, NS: Not significant ( $P>0.05$ ), \*\*  $P<0.01$ , SE: standard error, small letters indicate the differences in same column.

Table 5. Mean  $\pm$  SE for serum cholesterol level of S, H, DM and GF crossbred bucks (mg/dl) (126 observations per month/breed)

Months			
Genotype	May	July	December
Morning			
S	36.9 $\pm$ 1.13 <sup>a</sup>	42.31 $\pm$ 2.94	44.9 $\pm$ 2.52 <sup>ab</sup>
H	42.0 $\pm$ 2.20 <sup>ab</sup>	39.5 $\pm$ 1.10	47.7 $\pm$ 2.30 <sup>b</sup>
DM	41.1 $\pm$ 2.20 <sup>a</sup>	41.6 $\pm$ 2.70	39.0 $\pm$ 1.71 <sup>a</sup>
GF	47.3 $\pm$ 2.33 <sup>b</sup>	45.3 $\pm$ 2.10	38.3 $\pm$ 2.73 <sup>a</sup>
P	**	NS	*
Noon			
S	38.1 $\pm$ 1.37 <sup>a</sup>	39.9 $\pm$ 2.70	42.8 $\pm$ 2.34 <sup>ab</sup>
H	38.6 $\pm$ 1.90 <sup>a</sup>	38.1 $\pm$ 1.30	47.3 $\pm$ 1.80 <sup>b</sup>
DM	41.7 $\pm$ 2.20 <sup>ab</sup>	41.7 $\pm$ 2.62	38.2 $\pm$ 1.80 <sup>a</sup>
GF	47.4 $\pm$ 2.51 <sup>b</sup>	45.4 $\pm$ 2.10	36.4 $\pm$ 2.51 <sup>a</sup>
P	**	NS	**
Afternoon			
S	42.0 $\pm$ 1.30	39.4 $\pm$ 2.40	44.9 $\pm$ 2.30 <sup>b</sup>
H	44.8 $\pm$ 1.90	41.6 $\pm$ 1.34	47.9 $\pm$ 1.94 <sup>b</sup>
DM	43.3 $\pm$ 2.30	42.6 $\pm$ 2.13	37.0 $\pm$ 1.93 <sup>a</sup>
GF	45.9 $\pm$ 1.71	47.0 $\pm$ 1.90	36.0 $\pm$ 2.23 <sup>a</sup>
P	NS	NS	***

P: significance, NS: Not significant ( $P>0.05$ ), \* $P<0.05$ , \*\*  $P<0.01$ , \*\*\*  $P<0.001$ , SE: standard error, small letters indicate the differences in same column.

Table 6. Mean  $\pm$  SE for serum glucose level of S, H, DM and GF crossbred bucks



(mg/dl) (126 observations per month/breed)

Genotype	Months		
	May	July	December
Morning			
S	45.8±1.10 <sup>a</sup>	44.4±1.10 <sup>a</sup>	50.7±1.20 <sup>a</sup>
H	52.2±2.62 <sup>b</sup>	40.5±2.60 <sup>a</sup>	57.3±1.50 <sup>b</sup>
DM	51.1±1.74 <sup>b</sup>	49.9±1.00 <sup>b</sup>	58.3±1.10 <sup>b</sup>
GF	54.8±1.72 <sup>b</sup>	52.6±1.02 <sup>b</sup>	55.3±1.24 <sup>b</sup>
P	*	***	**
Noon			
S	42.6±2.60 <sup>a</sup>	46.1±1.20 <sup>ab</sup>	56.8±1.90 <sup>a</sup>
H	52.3±2.10 <sup>b</sup>	41.9±2.60 <sup>a</sup>	63.8±1.60 <sup>b</sup>
DM	53.1±1.70 <sup>b</sup>	47.7±1.73 <sup>b</sup>	60.2±1.60 <sup>ab</sup>
GF	56.6±2.00 <sup>b</sup>	53.5±1.24 <sup>c</sup>	58.0±0.80 <sup>a</sup>
P	***	***	**
Afternoon			
S	44.9±1.40	43.8±1.10 <sup>ab</sup>	34.7±3.20 <sup>a</sup>
H	44.7±2.10	42.5±1.70 <sup>a</sup>	45.0±2.70 <sup>b</sup>
DM	44.8±1.70	46.8±1.70 <sup>bc</sup>	41.6±1.70 <sup>ab</sup>
GF	48.8±1.70	50.1±1.20 <sup>c</sup>	39.0±2.01 <sup>ab</sup>
P	NS	**	*

P: significance, NS: Not significant (P>0.05) \* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001, SE: standard error, small letters indicate the differences in same column.

Analyses of RT, RR and HR revealed a significant month effect as well as observation time effect (p<0.05). Blood glucose and total serum cholesterol levels show greater differences in hot conditions than in the comfort zone. Some researchers report that hot climate conditions decrease blood glucose and total serum cholesterol levels (Joshi et al. 1977) and some of them indicate the contrary (Webster, 1976; Bianca and Findlay, 1962). Lu (1989) found that blood glucose levels did not change in heat stressed goats. Determining blood parameters may be important in establishing the effect of heat stress. According to the obtained results, blood glucose levels in temperate and hot environmental conditions were found to be lower than in cold environmental conditions. Another finding was that CHO levels of some genotypes decreased at noon. The marked decrease in CHO levels may have a relation with the increase in total body water or the decrease in acetate concentration which is the primary precursor for the synthesis of cholesterol. CHO findings of the present experiment were lower than those reported previously by Webster (1976), Joshi et al, (1977) and Silva et al, (1993). These variations may appear according to sex, genotype and metabolic rate.

#### 4. CONCLUSION

The present study sheds some light on the physiological responses of exotic and local genotypes in different seasons under the Mediterranean climate conditions of Turkey. High temperature and humidity in subtropical regions may have some adverse effects on the performance of the goats. Such effects appear more in the exotic breeds. There were significant differences between genotypes in the blood chemistry and physiological responses owing to the seasonal variation. To conclude, Hair goats were found to be more resistant to high environmental temperature, as expected, but the Saanen breed, which shows a better performance than local breeds, can be recommended to goat-keepers in the Mediterranean region.

#### 5. ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported with a grant from the Research Project Unit of the University of Cukurova and data were obtained from the MSc thesis of Sezen Ocak. The authors wish to acknowledge laboratory technicians for sample analyses at the Medicine Faculty, Department of Biochemistry in Adana.

## 6. REFERENCES

- Acharya, R.M., Gupta, U.D., Sehgal, J.P., Singh, M., 1995. Coat characteristics of goats in relation to heat tolerance in the hot tropics. *Small Rumin. Res.* 18: 245-248.
- Al-Tamimi, H.J. 2007. Thermoregulatory response of goat kids subjected to heat stress. *Small Rumin. Res.* 71: 280-285.
- Bianca, W., Findlay, J.D., 1962. The effect of thermally induced hyperpnoea on the acid base status of the calves. *Res.Vet. Sci.* 3:38-49.
- Bianca, W., Kunz, P., 1978. Physiological reaction of three breeds to cold, heat and high altitude. *Livestock Prod. Sci.* 5: 57-69.
- Blight, J., 1985. Temperature regulation. *Stress Physiology in Livestock. I. Basis Principles.* CRF Press, USA, p.75-79.
- Devendra, C., 1987. Bioclimatology and the adaptation of livestock. Elsevier Pub., Holland.
- D'miel, R., Prevulotzky, A., Shlonik, A., 1980. Black goat in the desert: a means of saving metabolic energy. *Nature* 283: 558-564.
- Jaber, S.L., Harbe, A., Rawda, N., Abi Said, M., Barbour, K.E., Hamadeh, S., 2004. The effect of water restriction on certain physiological parameters in Awassi sheep. *Small Rumin. Res.* 54:115-120.
- Joshi, B.C., Arviwdam, M., Singh, K., Bhattacharya, N.K., 1977. Effect of high environmental temperature stress in the physiological responses of bucks. *Indian J. of Anim. Sci.* 47: 200-203.
- Keskin, M., Biçer, O. Gül, S., Sari, A., 2006. A study on comparison of some physiological adaptation parameters of different goat genotypes under the eastern Mediterranean climatical condition. *J. of Anim. Prod.* 47: 16-20.
- Lu, C.D., 1989. Effects of heat stress on goat production. *Small Rumin. Res.* 2: 151-162.
- Marai, I.F.M., El-Darawany, A.A., Fadiel, A., Abdel-Hafez, M.A.M., 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep - a review. *Small Rumin. Res.* 71:1-12.
- Maurya, P.V., Naqvi, K.M.S., Mittal, P.J., 2004. Effect of dietary energy level on physiological responses and reproductive performance of Malpura sheep in the hot semi-arid regions of India. *Small Rumin. Res.* 55:117-122.
- Mc Dowell, R.E., Woodward, A., 1982. Concepts in animal adaptation. Comparative suitability of goats, sheep and cattle to tropical environments. *Proceedings 3rd Int. Conf. on Goat Production and Disease*, 10-15 January 1982, Tucson, USA. P. 384-393.
- Ogebe, P.O., Ogunmodede, B.K., Mcdowell, L.R., 1996. Behavioral and physiological responses of Nigerian dwarf goats to seasonal changes of the humid tropics. *Small Rumin. Res.* 22: 213-217.
- Quatermain, A.R., Broadbend, M.P., 1974. Some patterns of response to climate by the Zambian goat. *East African Agr. and Forestry Journal* 40: 115-124.
- Ross, T.T., Goode, D., Linnerud, A.C., 1985. Effect of high ambient temperature on respiration rate, rectal temperature, fetal development and thyroid gland activity in tropical and temperate breeds of sheep. *Theriogenology*, 24: 259-269.
- Sevi, A., Annicchiarica, G., Albenzio, M., Taibi, L., Muscio, A., Dell'aquila, S., 2001. Effects of solar radiation and feeding time on behavior, immune response and production of lactating ewes under high ambient temperature. *J. of Dairy Sci.*, 84: 629-640.
- Silva, R.G., Costa, M.J.R.P., Sobrinho, A.G.S., Da Silva, R.G., Paranhos-Da-Costa, M.S.R., 1993. Influence of hot environments on some blood variabilities of sheep. *Int. Journal of Biometeorology*, 36: 223-225.
- Singh, M., More, T., Rai, A.K., Karim, S.A., 1982. A note on the adaptability of native and crossbred sheep to hot summer conditions of semi arid areas. *J Agric. Sci.*, 99: 525-528.
- Srikandakumar, A., Johnson, E.H., Mahgoub, O., 2003. Effect of heat stress on respiratory rate, rectal temperature and blood chemistry in Omani and Australian Merino sheep. *Small Rumin. Res.* 49: 193-198.
- Webster, A.J.F., 1976. The influence of the climatic environment on metabolism on cattle. In: Swan, H. and Broster, W.H.(eds), *Principles of Cattle Production*, Butterworths, London.

## BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR İLE MÜCADELEDE BİOFUMİGASYON

Sevilhan MENNAN<sup>1\*</sup>

Tuba KATI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun  
\*e-mail: smennan@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.08.2009

Kabul Tarihi: 16.03.2010

**ÖZET:** Organik madde içeriğinin, toprakta ayrışması sırasında gaz haline geçebilen ve nematod, fungus ve yabancı-otlara toksik etkilerde bulunan bileşiklere sahip canlı materyale “biofumigant” ve yapılan bu işleme de “biofumigasyon” denir. Hayvansal ve bitkisel orijinli birçok organik materyal, biofumigantlar olarak bitki paraziti nematodların mücadelesinde metil bromide alternatif, çevreye dost bir mücadele yöntemi olarak son yıllarda dikkat çekmektedir. Bitki paraziti nematodlar ile mücadele biyofumigasyon uygulamaları biyofumigant materyalin çeşidine göre başlıca üç grupta incelenebilir; Örtücü Bitkiler ve/veya tuzak bitkiler, tavuk Gübresi başta olacak şekilde organik gübreleme ve biyokatı atıklar. Bu çalışmada da bitki paraziti nematodlar ile mücadele uygulamaları kapsamındaki biyofumigasyon uygulamaları, nematodlar üzerindeki etkinin oluşum şekilleri, dünyadaki yapılmış çalışmalar derlenerek toplu halde verilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Biyofumigasyon, nematod, *Brassica*, örtücü bitkiler, tuzak bitkiler, tavuk gübresi

### BIOFUMIGATION FOR CONTROL OF PLANT PARASITIC NEMATODES

**ABSTRACT:** Biofumigation is the action of volatile compounds released during the biodegradation of organic matter as fumigants for the control of plant pathogens and “biofumigant” material has this type of action. Because, Biofumigation is an alternative of methyl bromide and naturally friendly method to control plant parasitic nematodes, it has been working commonly especially last years. Depending on the source of biofumigant, biofumigation could be divided tree main groups: cover /trap crops, organic amendments including chicken litter and biosolids. Biofumigation samples to control plant parasitic nematodes in the world and effect types of biofumigation were reviewed in this study.

**Key Words:** Biofumigation, nematodes, *Brassica*, cover crop, trap crop, chicken litter

#### 1.GİRİŞ

Çok hücreli hayvansal organizmaların % 80'ini oluşturan Nemata şubesi içindeki bitki paraziti nematodlar, tarımsal üretimde % 10-20 yıllık ürün kaybına yol açan önemli zararlılardır (Sasser ve Freckman 1987; Bongers ve Ferris 1999; Siddiği 2000; Gaugler ve Bilgrami 2004). Kültür bitkilerinde nematod zararını azaltmaya yönelik mücadele yöntemlerinin başında dayanıklılık, rotasyon gibi kültürel önlemler ya da kimyasal ilaçlar gelmektedir. Bitki paraziti nematod türleri üzerinde etkili ve geniş alanlarda pratik olarak uygulanabilecek organik ya da inorganik kimyasalların azlığı, pek çok tür için dayanıklı çeşitlerin olmaması, dayanıklılığın örn. sıcaklık gibi bazı çevresel faktörlerden fazla etkilenmesi gibi sebeplerden, mücadeleleri son derece zordur. Bitki paraziti nematod türleri ile mücadele amacıyla kullanılan nematosisitler, genel olarak yüksek moleküllü toprak fumigantları ve karbamatlı ya da organik fosforlu bileşiklerdir (Whitehead 1997; Bakker 1993). Fumigasyon, havayla karıştığında gaz hale geçen kimyasallar ile uygulanan bir mücadele yöntemidir. Fumigant etkili nematosisitlerin geniş spektrumlu, yüksek derecede toksik, karsinojenik olmaları ve özellikle hem toprak hem de bitkilerde kalıntı problemi oluşturmaları başlıca dezavantajlarıdır. Örneğin, nematod, yabancı-ot ve toprakaltı patojenlerinin kontrolü için yoğun bir şekilde kullanılan, en etkili fumigantlardan olan methyl bromid, atmosferin ozon tabakasına zarar vermesi sebebiyle yasaklanmıştır (Abawi ve Widmer 2000). Böylece, fumigasyonun kimyasallar aracılığı

ile değil doğal yollar ile uygulanması olarak tanımlanabilecek biyofumigasyon çalışmaları, son yıllarda sadece nematod mücadelesi amacıyla değil, yabancı ot ve toprak kökenli hastalık etmenleri ile mücadele amacıyla da yaygın olarak araştırılmaktadır.

Biyofumigasyon, *Brassica* türleri gibi bazı doğal materyalin içerdiği biocidal sülfürlerin ve başlıcaları isothiocyanatların, yeşil gübre ya da rotasyon bitkisi olarak kullanılması ile topraktaki zararlı ve hastalık etmenleri ile yabancı otların kontrolü olarak tanımlanmaktadır (Auger ve ark. 2008). Son yıllarda bu terim içine *Brassica*'lara ilave olarak sülfür amino asitleri içeren *Allium* türleri de ilave edilmektedir (Matthiessen ve Kirkegaard 2006). Patalano ve ark. (2008) biyofumigasyonu toprağın verimliliğini arttıran, bitkileri daha sağlıklı tutan ve pestisit kullanımını belirgin oranda azaltan son derece doğal bir teknik olarak tanımlamaktadırlar. Dünyada pek çok araştırmacı özellikle biyofumigasyonun çeşitli uygulama tiplerinin bitki paraziti nematodların mücadelesindeki rolü üzerinde çalışmalar yapmaktadır (Mojtahedi ve ark. 1991; Potter ve ark. 1998; Kirkegaard ve ark. 1994; 2000; , Matthiessen ve Kirkegaard 2006; DeMastro ve ark. 2008a;b;c; Fan ve ark. 2008).

Bu çalışmada bitki paraziti nematodlar ile mücadele amacıyla “biyofumigasyon” uygulamaları, etki şekilleri, yapılan çalışmalardan örnekler ile değerlendirilmiş ve toplu halde verilmiştir.

## 2. BİYOFUMİGASYONUN TANIMI VE BİTKİ PARAZİTİ NEMATOD MÜCADELESİNDE KULLANIMI

Organik madde içeriğinin, toprakta ayrışması sırasında gaz haline geçebilen ve nematod, fungus ve yabancı-otlara toksik etkilerde bulunan bileşiklere sahip canlı materyale “biofumigant” ve bu işleme de “biofumigasyon” denir. Hayvansal ve bitkisel orijinli birçok organik materyal, biofumigantlar olarak bitki paraziti nematodların mücadelesinde metil bromide alternatif, çevreye dost bir mücadele yöntemi olarak son yıllarda dikkat çekmektedir (Halbrent, 1996; PiedraBuena ve ark., 2006; Fan ve ark., 2008). Terim olarak “Biofumigasyon”u ilk kez Kirkegaard, 1993 yılında kullanmıştır (Kirkegaard ve ark., 1993). İlk kullanımında bitkilerin allelopatik etkilerinden yararlanılarak, hastalık etmeni ve zararlıların baskılanması şeklinde açıklansa da ilerleyen çalışmalarda yeşil gübreleme, bu bitkilerin kullanıldığı rotasyon ve son olarak da biyokütle atıklar konunun içine dahil edilmiştir (Matthiessen ve Kirkegaard, 2006; 2004). Biofumigasyon; toprağın biyolojik aktivitesini canlandırdığı gibi, mikroorganizmaların gelişimine yardımcı olan toprak organik madde içeriğini de artırarak mikrobiyal popülasyonunun yani antagonistik organizmaların artmasını da sağlamaktadır. Aynı zamanda, organik madde ve enerji kayıplarının eksikliğinde, toprak sistemine organik madde ve besin maddelerinin geri dönüşümüne katkıda bulunmaktadır. Bu da bitkiyi olumlu yönde etkilemektedir (Bello ve ark., 2008). Bu etkilere ilave olarak, yeşil gübre amacıyla kullanılan biofumigasyonu, klasik organik gübrelemeden ayıran; materyalin çözünmesinin ilk aşamasında meydana gelen biofumigant etki olup, bu olay stabilize organik gübre ya da madde uygulamalarında meydana gelmez (PiedroBueno ve ark. 2006). Bu arada biofumigant madde hem bir organik gübre işlevi görerek toprağın kalitesini artırırken hem de toprak kökenli hastalık etmeni, zararlı ve yabancı otları da baskılayarak, aynı zamanda fumigant işlev de üstlenmektedir.

Bitki paraziti nematodlarla mücadelede biyofumigasyon uygulamaları, biyofumigant materyalin çeşidine göre başlıca üç grupta incelenebilir; Örtücü Bitkiler ve/veya tuzak bitkiler, tavuk gübresi başta olacak şekilde organik gübreleme ve biyokütle atık’lar (Alvarez ve ark. 2008, Bello ve ark. 2004; Anonim 2009a).

## 3. ÖRTÜCÜ BİTKİLER (COVER CROPS) VE TUZAK BİTKİLER (TRAP CROPS)

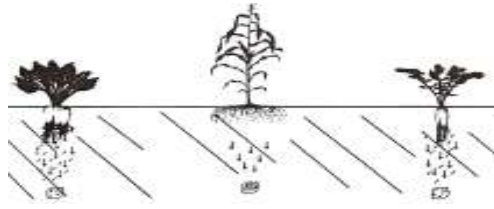
Örtücü bitki olarak tanımlanan bazı bitkiler, topraktaki nematod popülasyonu üzerinde toksik etkilerdeki organik bileşikler üretmektedir. Bu doğal bileşikler, bitkilerin köklerinden toprağa salınmaktadır ya da yeşil gübre olarak, bitkiler ile birlikte toprağa karıştırılmaktadır. Bu bitkilerin toprakta ayrışması sonucu açığa çıkan aldehit ve izotiyosiyanat bileşikleri

biosidal etkiye sahip olup bitki paraziti nematodların gelişmesini ve üremesini engellemektedir (Fan ve ark. 2008). Örtücü bitkilerin nematodlar üzerindeki etkileri, zayıf konukçu olmalarından ve/veya nematoda zarar veren kimyasal üretilmelerinden kaynaklanmaktadır (Halbrent 1996; Jones ve ark. 2006). Örtücü bitkinin yetiştirildiği periyotta, topraktaki bitki paraziti nematod popülasyonu düşecek ve böylece ana ürün toprağa ekildiğinde, nematottan eskiye oranla daha az zarar görecektir (Mc Sorley ve ark. 1994; Jones ve ark. 2006). Ayrıca örtücü bitkiler topraktaki organik madde miktarını artırarak, mikrobiyal aktiviteyi de arttırdıklarından, bitki paraziti nematodların antagonistlerinin popülasyonlarında da artışa sebep olurlar (Klopper ve ark. 1991). Özellikle örtücü bitkilerin, topraktaki nematod popülasyonunu olumsuz etkilerine ek olarak, bu ürünler toprağa organik madde kazandırarak, besin maddelerinin geri dönüşümüne de katkıda bulunurlar (PiedraBuena ve ark. 2006). Bu da bitki gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Örtücü bitkilerin bu şekilde yeşil gübre olarak toprağa karıştırılması üzerinde yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur (Roubtsova ve ark. 2007).

Nematodlara karşı etkili olabilecek diğer bir grup bitki ise, tuzak bitkiler olarak tanımlanır. Tuzak bitkiler genellikle nematodun yüksek oranda girişine uygun olan, ancak doku içine giren nematodun üreme ya da gelişmesine imkan vermeyen türlerdir (Melakeberhan ve ark. 2008). Bu bitkiler, köklerinden giriş yapan nematodların gelişme ve üremelerini önlemektedir hatta bazılarında hiç yumurta oluşumu sağlanamaz (Thorup-Kristensen ve ark. 2003). Ayrıca, bu bitkilerin bazılarının kökleri, nematodlar için iyi bir besin kaynağı olmayabilir. Bu nedenle nematod popülasyonu açıklık yüzünden de azalabilir (Hagan ve ark., 1998, Anonim 2009b). Bazı çalışmalarda ise tuzak bitkiler nematodu ana ürüne nazaran daha fazla cezbederek, popülasyonu kendisinde toplayarak, ana ürünü nematod zararından koruyan bir amaca hizmet ederler (Scholte 2000). Ancak son zamanlarda daha fazla üzerinde durulan, nematodu çekerek, gelişimini de azaltabilme yeteneğindeki tuzak bitkilerdir (Anonim, 2009c; Melakeberhan ve ark. 2008). Örneğin *Raphanus sativus* ve *Sinapis alba*, şeker pancarı kist nematodunun köke girişine izin verir ancak kök içindeki nematodun sexual farklılaşmasını bozarak, az miktarda dişi meydana gelmesine yol açar. Böylece üreme ve yumurta sayısı düşeceğinden, zararlının bir sonraki generasyondaki popülasyonu belirgin oranda azalır (Şekil 1). (McLeod ve ark., 20001; Matthiessen ve Kirkegaard, 2006). Brassica’lar içinden Turp ve Rokanın tuzak bitki olarak kullanımı üzerinde son yıllarda oldukça çalışılmıştır (Melakeberhan ve ark., 2008;2006). Brassica’ların dışında ise *Tagetes* spp., *Crotalaria* spp. kök ur nematodları için en iyi tuzak bitkiler olarak bilinir (McSorley, 1999; Haque ve ark., 2008). Bu etkilerin meydana getirilmesinde Brassica’ların içerdiği GLC’lerin rol oynadığı bilinmekte ise de ayrıca pek

çok çalışmada da (Potter ve ark. 1998; Mazzola ve ark., 2001) GLC ile ilgisi olmayan baskılamadan da bahsedilmektedir. Bitki bünyesinde GLC miktarı ile uyumlu olmayan bu baskılamanın kaynağının ise, topraktaki bitki zararlısı nematodların antagonistlerinin uyarılması olduğu düşünülmektedir (Matthiessen ve Kirkegaard, 2006). Ayrıca GLC'lerin hidrolizi ile oluşan ITC'lerden başka, yine son derece zehirli bileşikler olan nitril, epinitril ve iyonik thiosiyonatlar da bu baskılamada etkilidir (Morra, 2004; Palmieri, 2004; Matthiessen ve Kirkegaard, 2006).

HASSAS NÖTR BİTKİ DAYANIKLI TUZAK  
ŞEKER PANCARI MISIR BİTKİ TURP



Kök salgıları	uyarır	uyarmaz	UYARIR
yumurta açılımını	uyarır	uyarmaz	UYARIR
Larvalar köke girer	--	--	köke girer
Nematod bitki içinde ürer	--	--	ÜREYEMEZ
Topraktaki nematod popülasyonu	ARTAR	ETKİLENMEZ	AZALIR

**Şekil 1.** Tuzak bitki turpun, *H. schachtii*'yi etki mekanizmaları (Koch ve ark. 1999)

Örtücü bitkiler ekim zamanlarına göre kışlık ve yazlık olarak 2 ana gruba ayrılırlar:

### 3.1. Kışlık Örtücü Bitkiler

Bitki paraziti nematodların mücadelesinde kullanılan kışlık örtücü bitkiler arasında potansiyel öneme sahip olanlar; *Brassica* spp., *Eruca sativa* L., *Raphanus sativus* L., *Vicia sativa* L., *Lathyrus hirsutus* L.'tur (Hagan ve ark. 1998, Anonim 2009b).

**3.1.1. Brassica spp.:** *Brassica* türleri, Brassicaceae (Cruciferae) familyasına ait, tek yıllık otsu bitkilerdir. Bünyelerinde myrosin (EC3)'in hidrolize olması ile açığa çıkan "glukosinolat" (GLC) bileşiklerini bulundurlar. Bu bileşikler gaz haline geçebilen ve bitki paraziti nematodlara karşı toksik olan "izotiyosiyanat" bileşiklerini üretirler (Fan ve ark., 2008). *Brassica* türleri, toprak içerisine bu bileşikleri fazla miktarda yaymaktadır ve biofumigasyon için en iyi materyal olarak bilinmektedir. GLC'ler birçok yenilebilir türü içeren 16 familyaya ait bitkide mevcuttur ve bu bitkilerde izotiyosiyanat'ların en az 120 çeşidi tanımlanmıştır (Fan ve ark., 2008). Özellikle Brassicaceae familyasına ait bitkiler üzerinde oldukça fazla çalışma mevcuttur. Bu familyaya ait bitkilerin dokularında üretilen Glukosinolat bileşikleri nematisidal etkinin yanında

insektisidal ve fungisidal etkilere de sahiptir (Brown ve Morra, 1995;1997).

Biyofumigasyon amacıyla en yaygın uygulama, doğal kaynak olan Brassica'ların, örtücü bitkiler şeklinde yeşil gübre olarak uygulanmalarıdır. Bu amaçla Brassica'lar ya üründen önce ya da ana ürün ile birlikte aynı alana ekilirler. Bazı çalışmalarda ise, yeşil gübreleme başlığı altında Brassica'ların başka alanda yetiştirilip, bitki kısımlarının ana ürünün ekildiği toprağa uygulanması (organic amendments) ya da Brassica tohumlarının değişik muamelelerden geçirilerek hazırlanan ekstraktlarının (seed meal) ana ürünün ekildiği toprağa uygulanması şeklinde kullanılmaktadır. Bu farklı uygulamalar içinde yeşil gübre şeklinde örtücü bitki olarak ya da bitki kısımlarının toprağa karıştırılması ile gerçekleştirilen Biofumigasyon, toprak kalitesi üzerine de olumlu etkilerinden dolayı daha fazla tercih edilmektedir (Matthiessen ve Kirkegaard, 2006; 2004; PiedraBuena ve ark., 2006). Örneğin, Brassica yeşil gübrelemesi sonucu toprakta, bitkilerin faydalanabileceği azot miktarında artış meydana gelir ve böylece bitkinin gelişimi olumlu yönde etkilenir. Ayrıca biofumigasyon, toprağın ve suyun korunmasına yol açarak, erozyona engel olur (Matthiessen ve Kirkegaard, 2006; Marchetti ve ark., 2008).

*Brassica* türleri, biofumigasyon ürünleri olarak, bitki paraziti nematodların mücadelesinde oldukça etkilidir. Brassica'lar içinde bitki paraziti nematod popülasyonlarını baskılayıcı özellikleri ile üzerinde en yoğun olarak çalışılan türler, *Brassica juncea* (L.), *Brassica napus* L., *B. rapa*'dır. Her türün sebep olduğu etki, tür ya da varyetelerinde mevcut olan glukosinolat bileşiklerinin konsantrasyonundan kaynaklanırken, çeşitler ya da varyeteler arasında değişiklik de gösterebilir. *Brassica* bitkilerinin farklı türleri, glukosinolat'ların farklı konsantrasyon ve tiplerine sahiptir. Her bir *brassica* grubu içerisinde toplam glukosinolat bileşiklerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Örneğin, *B. juncea* bitkisinin dokuları, genellikle *B. napus* bitkisinden daha toksik etkidir. Ayrıca bu etkinin bitkinin vegetasyonu içinde de farklılık gösterdiği bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda *B. juncea* ve *B. napus*'un kök ve sürgün dokularının çiçeklenme döneminde, olgunlaşmış dönemden daha etkili olduğu saptanmıştır. Bu bileşiklerin tipleri ve konsantrasyonlarındaki farklılıklar, toprak altı zararlılarına karşı etkinlik derecelerinde de farklılıklara sebep olmaktadır. Örneğin, aromatik izotiyosiyanat'lar alifatik izotiyosiyanat'lardan daha çok toksik etkiye sahiptir (Fan ve ark., 2008). *Brassica napus* (Kanola) dokularında hakim olan GLC, 2-phenylethyl glukosinolat olup bu ürün son derece yüksek biotoksik bir maddedir (McCully ve ark., 2008). Bitkilerin sahip olduğu GLC konsantrasyonu üzerinde diğer etkili faktörler ise; toprak tekstürü, nemi, sıcaklığı, mikrobiyal yoğunluğu ve toprak pH'sıdır (Ploeg, 2008). *Brassica* türleri; dikimden sonra en az 2-3 ay

yetiştirilip, yeşil gübre olarak toprağa karıştırıldığında, nematodlara karşı oldukça etkili olmaktadır. Birçok *Brassica* çeşidinin *Meloidogyne incognita* Kofoid and White ve *Meloidogyne javanica* Treub'nın topraktaki popülasyonunu önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir (Sipes ve Arakaki, 1997).

Yeşil gübrelemenin dışında, *Brassica*'ların bir başka kullanımı da yine biofumigasyon etkisi ve toprağın organik madde içeriğini artırma etkisine de sahip olan genellikle tohumlardan hazırlanan unumsu ekstraktların (seed meal) toprağa uygulanmasıdır (Peidro Bueno ve ark., 2006). *Brassica* bitkilerinin tohumlarından hazırlanan unumsu maddeler toprağa karıştırıldığında hazırlanan maddenin dozuna bağlı olarak (0, 2, 4 ve 8 mg/cm<sup>3</sup> toprak) *M. hapla*'da değişen oranlarda (LaMondia ve Halbrent, 2008) ve *B. napus* tohumlarından hazırlanan unumsu maddeler toprakla karıştırıldığında ise *Belonolaimus longicaudatus* popülasyonunda % 92-99,5 ölüm (Cox ve ark. 2006) meydana gelmiştir. *B. napus* ve *B. juncea*'nın çiçekli bitkilerinden hazırlanan ekstraktlar ile sulanan saksılardaki *Xiphinema index* popülasyonu kontrol parsel olan Fenamiphos ile ilaçlanan kadar yüksek öldürücü etki (% 65 ve % 80) göstermiştir (Aballay ve ark., 2004).

*Brassica* türleri dokularında glukosinolatlar olarak bilinen tioglikosinolatları içerirler. GLC'lerin hidrolize olması ile açığa çıkan myrosinase enzimi, ox-azolidinethionlar, nitriller, tiocyanatlar ve değişik formlardaki isothiocyanatlar (ITC) olarak parçalanır. Bu hidroliz ürünleri ve özellikle ITC, insektisidal, nematisidal, fungisidal, antibiotik ve bazen fitotoksik özelliklerdeki geniş etki spektrumlu bir biocidal yapıdadır (Kirkegaard ve Sarwar, 1998). *Brassica* dokularının ürettiği GLC'lerin fungus (Mayton ve ark., 1996, virus (Spak ve ark., 1993), bakteri (Brabban ve Edwards, 1995) ve yabancı otları (Brown ve Morra, 1995) da içeren toprak kökenli organizmaları baskıladığı bilinmektedir. Bitki paraziti nematodlardan da *M. incognita*, *M. javanica* (Johnson ve ark., 1992), *M. chitwoodi* (Mojtahedi ve ark., 1993) ve *Heterodera schachtii* (Thierfer ve Friedt, 1995), *Pratylenchus penetrans* (McFadden ve ark., 1992)'ın toprak popülasyonlarında azalmalar meydana getirdiklerini bildiren çok sayıda çalışma mevcuttur. Böylece *Brassica* türleri ile yapılan yeşil gübreleme ve rotasyon ayrıca bu bitkilerden hazırlanan değişik ekstraktların toprağa uygulanmasının, topraktaki pek çok zararlı ve hastalığı baskıladığı bilinmektedir (Mojtahedi ve ark., 1991) ve bu baskılayıcı özelliği sağlayan en önemli içerikleri de yine ITC'leridir (Brown ve Morra, 1997).

Özellikle *B. napus* ve *B. juncea* (Hardal)'ın geniş alanlarda ekiminin yaygınlaşması, bu bitkilerin mücadele amacıyla yetiştirilmesini de olası hale getirmektedir (Kirkegaard ve ark., 1996). *Brassica*'ların bünyelerindeki ITC'ler toprağa karıştırılmalarından kısa süre sonra toprak içinde dağılmaya başlarlar ve biocidal etkinin yanında toprağa ilave su ve ısı da kazandırmış olurlar. Oluşan

bu ürünlerin toprak içindeki yarı ömürleri genellikle toprağın yüzeye yakın üst kısımlarında 1 gün iken, daha derinlerde 8-9 gün kadardır. Bu ürünlerin toprak içindeki dağılımı toprağın tipi, su içeriği ve ısı tarafından etkilenir (Gimsing ve ark., 2008). Yapılan çalışmalarda 13 farklı *Brassica* cinsi içinde GLC miktarının en fazla olduğu vegetasyon periyodunun çiçeklenme periyodu olduğu, bitkini gövdesinde alifatik GLC'lerin daha fazla iken köklerinde ise aromatik GLC'ler ve özellikle 2-phenylethyl'in hakim olduğunu belirlenmiştir (Kirkegaard ve Sanwar, 1998). Doksanlı yılların başında bile kanola ile yapılan rotasyon programlarının ardından toprak kökenli organizmaların azalmasının sonucunda buğdaygillerin erken hasada geldiği, tohumun çimlenme gücünün ve elde edilen verimin arttığı bilinmektedir (Kirkegaard ve ark., 1998). Potter ve ark. (1998), *Pratylenchus neglectus*'un toprak popülasyonunun, kanola bitki dokuları kullanılarak yapılan yeşil gübrelemenin ardından belirgin oranda azaldığını laboratuvar denemeleriyle ortaya koymuşlardır. Bitkinin en etki kısmı yapraklar olup, yaprak uygulanan topraklardaki *P. neglectus* popülasyonunda % 56,2- 95,2; köklerin uygulandığı topraklarda % 0-48,3 ölüm meydana gelmiştir.

*Brassica* türlerinin neredeyse tamamında çiçeklenmenin yarısının tamamlanabilmesi için 102-189 güne ihtiyaç duyulmaktadır ki bu zaman bitkilerin toprağa karıştırılması için en ideal zamana karşı gelmektedir. *B. napus* alifatik, aromatik ve indolyl GLC içerirken; *B. olearacea* ve *Eruca sativa* alifatik ve indolyl GLC içermektedir. *Brassica* türlerinin biofumigasyon potansiyelleri formüle ederek aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir (Kirkegaard ve Sarwar 1998):

Biofumigasyon potansiyeli: Total biomas  $X \sum_i = 1$  to  $n$  [ $HI_i X Total_{GLC_i} X \sum_i = 1$  to  $p$  ( $AI_{ij} X TOXISITE_j$ )]

Total biomas= bitkinin tüm bioması

$HI_i$  = Bitkinin i kısmının bioması / total biomas

Total  $_{GLC_i}$  = Bitkinin i kısmındaki GLC konsantrasyonu

$AI_{ij}$  = Aktif indeks= Bitkinin i kısmındaki GLC konsantrasyonu/ Total GLC

$TOXISITE_j$  = GLC'lerin hidroliz ürünlerinin hedef organizmaya olan zehirliliği

**3.1.2. *Eruca sativa*:** Brassicaceae familyasındaki, Roka olarak bilinen tek yıllık otsu bir bitkidir. Serada saksı denemeleri şeklinde yürütülen çalışmada, Roka içeren saksıların % 80'inde *M. hapla*'nın yumurta meydana getirmediği tespit edilmiş olup, bu bitkinin *M. hapla* için son derece uygun bir tuzak bitki olduğu vurgulanmıştır (Melakeberhan ve ark. 2006).

**3.1.3. *Raphanus sativus*:** Brassicaceae familyasında ki turp olarak bilinen tek yıllık otsu bir bitkidir. *Brassica*'lar içinde özellikle *M. hapla* için zayıf konukçu olması nedeniyle ayrı bir öneme sahiptir. Bu bitki de diğer *Brassica* türleri gibi bünyelerinde

nematisidal etkiye sahip izotiyosiyanat bileşiklerini üretir. Toprak altı zararlılarının mücadelesi için biofumigant materyaller olarak, örtücü bitki ya da tuzak bitki şeklinde kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, turbun kök ur nematodları için çok iyi bir tuzak bitki ayrıca yeşil gübre olarak toprağa uygulanması durumunda da biyofumigant özellikte olduğunu göstermiştir (Melakeberhan ve ark. 2008).

**3.1.4. *Vicia sativa* :** Leguminosae familyasına ait, tek yıllık otsu bir bitkidir. Bu bitkinin birçok çeşidi kök-ur nematodlarına karşı yüksek seviyede dayanıklı olup nematod mücadelesinde uygun bir örtücü bitkidir (Hagan ve ark., 1998). Özellikle kök-ur nematodlarının ikinci dönem larva ve yumurtaları üzerinde toksik etkiye sahip bileşikler içermektedir (Wang ve ark., 2004).

**3.1.5. *Lathyrus hirsutus*:** Leguminosae familyasına ait tek yıllık otsu bir bitkidir. *Meloidogyne arenaria* Neal'nın gelişmesini ve üremesini belirgin oranda azalttığı belirlenmiştir (Hagan ve ark., 1998).

Pek çok çalışmada kışlık örtücü bitkilerin birden fazlası toplu halde denenmiştir. Bunlar içinde üzerinde en fazla durulan Brassica+Roka, Brassica+Turp ya da Brassica+Roka+Turp kombinasyonlarının denenmesidir. Almanya'da yapılan çalışmalarda *B. juncea*, *R. sativus*, *Sinapis alba*'nın kullanıldığı tarla denemelerinde, topraktaki *M. hapla*, *Pratylenchus* spp. *Ditylenchus dipsaci* ve *Heterodera schachtii* popülasyonu önemli seviyede azalırken, bu bitkilerden sonra ekilen ana üründe de verimde artış olduğu bildirilmiştir (Daub ve ark. 2008a). Kanada'da yapılan bir başka çalışmada ise, 2004 -2006 yıllarında çilek üretilen alanlarda *B. napus* ve *B. juncea*'nın yetiştirilip toprağa karıştırılması sonucu topraktaki nematod popülasyonu azalmış ve çilek bitkisinde % 54 oranında verim artışı sağlanmıştır (Belair ve Colombo 2008). Kışlık örtücü bitkilerin *Pratylenchus penetrans*'a etkisini tarlada ve serada araştıran Forge ve ark. (2000) bitkilerin tamamının topraktaki nematod popülasyonu üzerinde olumsuz etkileri olduğunu bildirmişlerdir. Brezilya'da, tarla koşullarında 20 kg toprak içeren saksılara *Ricinus communis* ve lahana bitkilerinin yaprakları uygulanarak topraklar iyice karıştırılıp, saksıların üzeri 100 µm kalınlığında plastik örtü ile kaplanmış ve 50 gün sonra belli sayıda yapay bulaştırılan *M. xenoplax* ile *M. javanica* popülasyonlarında % 76-93 azalma olduğu saptanmıştır (Gomes ve ark. 2008). İtalya'da kavun üretim alanlarında 2005-2007 yıllarında yürütülen tarla denemelerinde *E. sativa* ve *B. carinata* tohumlarından hazırlanan unumsu maddeler toprağa uygulandığında kavun bitkisinde gal indexinde belirgin azalma (biofumigant uygulanan parsel ortalaması: 0,3 iken uygulanmayanda 4,2) ve toprağın organik madde ile azot miktarında artış saptanmıştır (Curto ve ark. 2008). Almanya'nın organik üretim yapılan alanlarında yürütülen tarla denemesinde *B.*

*juncea*, *R. sativus* ve *Sinapis alba*'nın 2 kültüvarı denemeye alınmıştır. Tarlada bu bitkiler çiçeklenme periyoduna kadar yetiştirilmiş ve bu dönemde toprak sürülerek, bitkinin toprağa karışması sağlanmıştır. Topraktaki bitki paraziti türler içinden bifumigant uygulamasından en fazla etkilenen *Pratylenchus* spp. olurken; *M. hapla* ve *Tylenchorhynchus dubius* daha az seviye etkilenmiştir (Daub ve ark. 2008a). İtalya'da yapılan sera denemesinde de *B. juncea* ve *E. sativa*'nın yeşil gübre şeklinde çiçek seraları topraklarına karıştırılması ile *M. incognita*'nın topraktaki popülasyonunda % 50-60 azalma olduğu (De Mastro ve ark. 2008a); kavun ve karpuz alanlarında ise bu iki bitkinin Cadasaphos ile aynı etkiyi göstererek kavun üretiminde kontrole oranla 3 katı verim elde edildiği (De Mastro ve ark. 2008b) bildirilmiştir. Yine İtalya'da seralarda *E. sativa*'nın yeşil gübre şeklinde uygulanması ile domates veriminde artış ve *M. incognita* popülasyonunda azalma olduğu saptanmıştır (De Mastro ve ark. 2008c). *B. juncea* sel. ISCI 99 ve *E. sativa* cv Nemat ile Sicilya'da yapılan denemelerde, bitkiler plastik serada çiçeklenmeye kadar yetiştirilmiş, daha sonra bitkinin toprak üstü kesilip toprağa karıştırılmıştır. İkinci bir seri denemede ise Brassica türlerinden elde edilen yağlı ekstraktlar sulama suyu ile verilmiştir. Her 2 denemede de domates bitkisinin hasat zamanında, topraktaki larva popülasyonunda ve domates bitkilerindeki gal ıskala değerlerinde azalma belirlenmiştir (Colombo ve ark. 2008). Pedroche ve ark. (2008) dayanıklı ve hassas marul ile yaptıkları denemelerde, brokkoli, karnabahar, beyaz baş lahana, *B. juncea*, *R. sativus* ve *Tithonia diversifolia* yaprak, gövde ve köklerini, 20 g/kg toprak dozunda uyguladıkları serada yürütülen denemeler sonucunda marul bitkilerinde verimin en fazla olduğu uygulamanın brokkoli ve lahana uygulanan saksılarda saptandığını ve karnabahar uygulanan saksılarda ise serbest yaşayan nematod sayısının da en fazla olmasının bu sonucun ortaya çıkışında etkili olduğu üzerinde durmuşlardır. İsveç'te 2006-2007 yıllarında yürütülen tarla denemelerinde *Sinapis alba*, *B. juncea* cv Brandt 119, *R. sativus* cv Colonel ve *Eruca sativa* cv Nemat ekilip toprağa karıştırılan alanlara daha sonra patates bitkileri yetiştirildiğinde, Brassica'ların tamamının değişen oranlarda nematod popülasyonunda azalma ve patates veriminde artışa sebep olduğu bildirilmiştir (Manduric 2008). Curto ve ark. (2005) Brassica'lardan *B. juncea*, *E. sativa* ve *R. sativus*'un da içinde olduğu 15 genotipin, *M. incognita* için konukçuluk seviyelerini laboratuvarında saksı denelerinde incelemiş ve *B. juncea*'nın bazı genotiplerinin konukçu, *E. sativa* ile *R. sativus* genotiplerinin ise zayıf konukçu ve konukçu olmadıklarını belirtmiştir. Araştırmacılar ayrıca, *E. sativa*'da yumurta meydana gelmediğini belirterek, bu bitkinin nematodun biyolojisini son derece uzattığını ve iyi bir tuzak bitki olarak organik üretim alanları için ideal bir uygulama olacağını vurgulamışlardır.

### 3.2. Yazlık Örtücü Bitkiler

Bitki paraziti nematodların mücadelesinde kullanılan yazlık örtücü bitkilerin başlıcaları; *Tagetes* spp., *Mucuna* spp., *Crotalaria* spp., *Ricinus communis* L., *Paspalum notatum* Flugge ve *Sesamum indicum* L. 'dur (Hagan ve ark., 1998, Anonim 2009b).

**3.2.1. *Tagetes* spp. (*Tagetes patula* L., *Tagetes erecta* L., *Tagetes minuta* L.):** Asteraceae familyasına ait tek yıllık otsu bitkilerdir. Bitki paraziti nematodların mücadelesinde kullanılan örtücü bitkiler içinde en iyi bilinenlerdendir. Bütün *Tagetes* türleri bitki-paraziti nematodlara karşı baskılayıcı etkiye sahip değildir. Bazı türler *Criconema*, *Trichodorus* ve *Rotylenchus* gibi nematodlara karşı hassastır (Hagan ve ark. 1998; Anonim 2009b). *Tagetes* türleri arasında özellikle *Tagetes patula*, bitki paraziti nematodların mücadelesinde etkili bir örtücü üründür. Kök-ur nematodları, lezyon nematodları ve *Tylenchorhynchus* spp.'nin gelişimini ve üremesini engelleyerek popülasyonlarını azaltır (McSorley 1999). Bitki-paraziti nematodların mücadelesinde etkili olan diğer *Tagetes* türleri, *T. erecta* ve *T. minuta*'dır. Bu türlerin hepsi, kök-ur nematodlarının üremesini engelleyerek popülasyonunu düşürmektedir (Wang ve ark. 2003).

**3.2.2. *Mucuna* spp. (*Mucuna deeringiana* Bort, *Mucuna pruriens* L.):** Leguminosae familyasına ait tek yıllık otsu bitkilerdir. Bitki köklerinde bulunan ve bitki paraziti nematodlara karşı toksik olan bileşikler nematod popülasyonunu önemli ölçüde azaltmaktadır (Vargas- Ayala ve Rodriguez-Kabana, 2001). Ayrıca, toprağın fiziksel özelliklerini ve verimliliğini de arttırmaktadır. Bu türlerin kullanıldığı rotasyon uygulamaları bitki paraziti nematodların popülasyonlarını önemli ölçüde azaltmaktadır (Crow ve ark., 2001). Yapılan çalışmalar, toprakta kök-ur nematodlarının 2.dönem larva popülasyonunu ve köklerdeki gal oluşumunu azaltarak, bitkide oluşan zarar seviyesini üzerinde etkili olduğunu göstermektedir (Vargas- Ayala ve Rodriguez-Kabana 2001).

**3.2.3. *Crotalaria* spp. (*Crotalaria juncea* L., *Crotalaria spectabilis* Roth):** Leguminosae familyasına ait bitkiler olup toprak kalitesini artırıcı yeşil gübre ürünlerinden biridirler. *Crotalaria* cinsi yaklaşık 550 türü içermektedir. Bunlar arasında *Crotalaria juncea*, önemli bir lif kaynağıdır ve yeşil gübre ürünüdür (Anonim 2009d). Erken çiçeklenme döneminde pullukla sürüldüğünde, topraktaki nitrojen oranını yüksek seviyeye çıkartarak bitki paraziti nematod popülasyonunu olumsuz etkiler. Ayrıca bu bitki, yabancı otlarının mücadelesinde de kullanılmaktadır (Wang ve ark. 2001). Toprakta ayrışması esnasında bu bitkilerin kök dokularından nematidisidal etkilerdeki Pyrrolizidine alkaloid'ler ve monocrotaline bileşikleri yayılmaktadır (Wang ve ark. 2002). Önemli bitki paraziti nematodlardan kök-ur nematodları ve *Rotylenchulus reniformis* Linford and

Oliveira'in mücadelesi için potansiyel örtücü bitkilerdir (McSorley 1999).

**3.2.4. *Ricinus communis*:** Euphorbiaceae familyasına ait tek yıllık otsu bir bitkidir. Tohumları insan ve çiftlik hayvanlarını öldürebilecek kadar zehir içerdiğinden yeşil gübre olarak toprağa karıştırılarak uygulanmaktadır (Hagan ve ark.; Anonim 2009c). Bitki paraziti nematodlar arasında lezyon nematodları ve kök-ur nematodlarının 2. dönem larva popülasyonunu azaltmaktadır (Korayem ve ark. 1993).

**3.2.5. *Paspalum notatum*:** Poaceae familyasına ait çok yıllık otsu bir bitkidir (Hagan ve ark., 1998; Anonim 2009c). Bu bitkinin rotasyon şeklinde uygulanması kök-ur nematodlarının mücadelesinde etkili olmaktadır. Uzun dönem *P. notatum* rotasyonları aynı zamanda toprak patojenlerinin mücadelesinde de yarar sağlamaktadır. En az 4 yıl yetiştirildiğinde, hassas tarla ve sebze ürünlerindeki toprak-altı hastalıkları ve nematodların mücadelesinde etkili olmaktadır (Wang 2006).

**3.2.6. *Sesamum indicum*:** Pedaliaceae familyasında ki, susam olarak bilinen tek yıllık otsu bir bitkidir (Hagan ve ark. 1998; Anonim 2009c). Yazın yıllık olarak yetiştirildiğinde, *P. notatum* kadar etkili bir örtücü bitkidir ve bitki paraziti nematodlar arasında özellikle kök-ur nematodlarına karşı etkilidir. Yerfıstığı, soya fasulyesi ve pamuk ile rotasyona sokulabilir. Kök-ur nematodlarıyla ağır bir şekilde bulaşık olan tarlalarda bu ürünü tek başına kullanmak popülasyonu baskılamak için yeterli olmamaktadır. Takip eden yılda, üründe meydana gelecek kayıpları engellemek için ayrıca nematisit uygulaması da yapılmalıdır (Walker ve ark. 1998).

### 3.3. Örtücü Bitkilerin Toprağa Uygulanışı

Örtücü bitkiler toprağa iki şekilde uygulanmaktadır (Wang ve ark. 2003).

1. Ana üründen önce (intercycle)
2. Ana ürün ile birlikte (intercropping)

**3.3.1. Ana Üründen Önce:** Örtücü bitkiler genellikle, kültür bitkisinin dikiminden en az 2 ay önce yetiştirilir ve henüz yeşil halde iken, sürülerek toprağın altına karıştırılır. Bu şekilde toprağa katıldıklarında yeşil gübre haline gelmektedirler (Abawi ve Widmer 2000).Buradaki en önemli husus; uygulanacak organik materyalin taze olması ve ayrışma esnasında üretilen gazların korunmasıdır. Bu nedenle toprağa karıştırılacak olan bitkinin dönemi önemli olup, çiçeklenme en etkili dönemdir. Örtücü bitkilerin toprağa bu şekilde uygulanması, toprağın verimliliği, fiziksel ve kimyasal özelliklerini de geliştirmektedir (PiedraBuena ve ark. 2006).

**3.3.2. Ana Ürün İle Birlikte:** Aynı arazi içerisine kültür bitkisi ile örtücü bitki beraber ekilmektedir. Kültür bitkisinin yetiştirme sezonu boyunca örtücü de bitki arazide kalır ve nematodlara toksik bileşikler, bu



bitkilerin köklerinden toprağa salınır. Böylece, örtücü bitkilerin periyodu da uzatılmış olacaktır (Wang ve ark. 2003).

#### **4. HAYVANSAL GÜBRELER**

Nematodların mücadelesinde olumlu sonuçlara sebep olan bir diğer biyofumigant materyal de hayvansal gübreler ve özellikle tavuk gübresidir (Riegel ve Noe 2000). Bu gübre, azot, fosfor ve potasyum, kalsiyum, magnezyum ve mikro besin elementlerinin yüksek miktarda içerdiği için değerli bir kaynaktır. Ayrıca azot içeriği yönünden diğer çiftlik gübrelere oranla daha önemlidir (Riegel ve Noe 2000; Oduor-Owino ve Waudu 1996).

Tavuk gübresi kullanımının bitki paraziti nematodlar üzerinde 2 farklı etkisi vardır (Riegel ve Noe 2000); Birinci etki, tavuk gübresinin toprakta ayrışması sonucu oluşan toksik bileşikler tarafından oluşturulurken ikinci etki, topraktaki mikrobiyal aktivitenin artmasından kaynaklanır. Tavuk gübresi yüksek miktarda organik ve inorganik azot içermektedir. Bu nitrojenin büyük bir çoğunluğu, uygun sıcaklık, nem ve pH koşullarında amonyum nitrate dönüşebilmektedir. Üretilen bu amonyak nematodların hücre membranlarına nüfuz ederek, ölümlerine sebep olmaktadır (Riegel ve ark. 1996).

Tavuk gübresi uygulanan alanlarda kök ur nematodlarının zarar oranları ve bitki köklerindeki gal oluşumları sınırlanmış böylece bitki büyümesi teşvik edilmiştir (Kaplan ve Noe 1993). Tavuk gübresindeki organik ve mineral bileşenler, nematod antagonistlerinin ve nematodlara karşı toksik maddeleri üretebilme yeteneğine sahip mikrobiyal türlerin çoğalmasına neden olarak, mikroorganizmaların gelişimini uyarırlar. Böylece bitki paraziti nematodların paraziti olan fungus ve bakterilerin popülasyonları artarak, nematodlar üzerindeki etkileri de fazlalaşır (D 'Addabbo ve ark. 2003).

Tavuk gübresi yüksek miktarda azot içerdiğinden, toprağa doğrudan uygulanması bitkilerde yanmalara neden olabilmektedir. Bu nedenle bitkilerde oluşabilecek fitotoksiteyi azaltmak için, sap, saman, yosun, bitki yaprakları, yabancı otlar gibi materyaller ile karıştırılıp, kompost haline getirildikten sonra toprağa uygulanmaktadır. (Soyergin 2003; Anonim 2009e). Gübre içerisine özellikle çam yapraklarının katılması, karbon kaynağı olarak toprak verimliliğine de katkıda bulunmaktadır ve gübre içindeki amonyak ve nitratların birikimi ile ortaya çıkan fitotoksiteyi azaltmaktadır (Riegel ve ark. 996). Bitki-paraziti nematodların kontrolünde, bitkiler için nitrojenin kullanılabilirliği ve fitotoksik etkiler açısından, tavuk gübresinin uygulama zamanı da önemlidir. Tavuk gübresi toprağa yüksek oranlarda uygulandığı zaman, bitki dikimi ile arasında 1 haftadan daha uzun bir zaman geçmesi gereklidir. Yapılan çalışmalar, en uygun uygulama zamanının bitki dikiminden 2 hafta önce olduğunu göstermektedir (Riegel ve Noe 2000).

#### **5. ÇEVRESEL BİOKATIATIKLAR**

Çevresel atıkların ve başta atık suların arıtım işleminden sonraki çözünmeyen kalıntı kısmı olan ham çamurların, işlenip yararlı hale gelmesine biyokatı atık veya işlenmiş arıtma çamuru (Biosolid) adı verilir. Giderek yaygınlaşan atık su arıtma tesislerinden çıkan ve organik kökenli bir gübre olarak kullanılabilir biyokatı atıkların, elden çıkarılması gereken bir atık değil, aksine toprağı ıslah eden, üretimi arttıran ve erozyonu da önleyebilen bir kaynak olduğu, son yıllarda yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Akyarlı ve Şahin 2005).

##### **5.1. Biyokatı Atık'ların Faydaları**

1. Biokatı atıklar bünyelerinde dirençli organik bileşikler ve bitki gelişimi için gerekli makro ve mikro besin elementlerini bulundururlar.

2. Azot ve fosfor içerikleri ile toprağın organik madde miktarını arttırırlar.

3. Toprağın su kapasitesini arttırırlar.

4. Toprak erozyonunu azaltıcı etkileri vardır.

5. Toprağın katyon değişim kapasitesini arttırırlar (Anonim 2009f).

Biokatı atıklar içinde Biopreparat olarak Kanada'da üretilmiş ve USA başta olmak üzere Avustralya, Yeni Zelanda, Singapur, Belçika gibi birçok ülkede kullanılan ürünler (N-Viro) de mevcuttur ((Anonim 2009f). Çevresel katı atıkların, çimento tozu ile harmanlanması sonucu A sınıfı bir biyokatı atık olarak geliştirilen patentli bir üründür. Çimento tozu içerdiği kalsiyum ve çamur içindeki su ile tepkimeye girerek karışımın ve toprağın pH değerini ve sıcaklığını yükseltmektedir (Zasada ve ark. 2006). Bitki paraziti nematodlar üzerinde baskılayıcı bir etkiye sahip olduğu yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir (Zasada ve Tenuta 2004). Bu yöntemde katı atıkta bulunan patojenleri azaltmak, istenmeyen kokuları gidermek ve organik bozunmayı önlemek amacıyla sönmüş kıraç kullanılarak stabilizasyon yapılır. Böylece ortamın pH değeri 12 ve üstüne çıkar ve nematodlar ile diğer mikroorganizmalar için uygun olmayan bir ortam oluşur (Akyarlı ve Şahin 2005; Zasada 2005). Ayrıca, biyokatı atıkların içerdiği birçok organik madde azotlu bileşikler ürettiği için nematodların üremesini ve enfeksiyonunu önlemektedir (Melakeberhan ve ark. 2006).

##### **5.2. Biyokatı Atık'lar İle İlgili Örnek Çalışmalar**

Meyer ve ark. (2005), *M. incognita*'nın kavun bitkisi üzerindeki yumurta popülasyonuna, biyokatı atık uygulamasının etkisini araştırdıkları çalışmada, bitki köklerindeki yumurta sayısı ve topraktaki 2. dönem larva popülasyonunda önemli oranda azalma olduğunu kaydetmişlerdir. Biyokatı atık uygulaması sonucu, toprağın pH değerinin 10'un üstüne çıkarak *Heterodera glycines* Ichinohe 2. dönem larva popülasyonunu % 90'ın üzerinde azalttığı Zasada (2005) tarafından bildirilmiştir. Oka ve ark.(2006), biyokatı atık uygulaması sonucu *M. javanica*'nın

domates ve biber köklerinde oluşturduğu kök-gal indeksinde ve topraktaki 2. dönem larva sayısında önemli oranda azalma meydana geldiğini belirlemişlerdir. Topraktaki *M. incognita* 2. dönem larva popülasyonunda % 75, yumurta sayısında ise % 90 oranında azalma meydana getiren doz, 1 hektara 75 ve 100 tondur (Zasada ve ark. 2006). Yine aynı şekilde *M. hapla* larva popülasyonunda biokatiatik uygulaması sonucu % 49-73 oranda azalma meydana geldiği bildirilmiştir (Mennan ve ark. 2007).

## 6. BİYOFUMİGASYONUN BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR ÜZERİNDEKİ ETKİ MEKANİZMALARI

Biyofumigasyon ile bitki paraziti nematodların popülasyonlarını azaltması ve ana ürün üzerinde meydana gelen ürün artışı ile ilgili belli başlı 2 mekanizma kabul edilmektedir: (Wang ve ark., 2002).

1. Biyofumigant materyal tarafından üretilen, nematoda toksik bileşikler

2. Antagonistik flora ve fauna için uygun yaşama ortamının sağlanması

### 6.1. Biyofumigant Materyal Tarafından Üretilen Nematoda Toksik Bileşikler:

Bazı bitkiler ve özellikle Brassica'lar, nematisidal etkiye sahip organik bileşikler üretmektedirler. Bu bileşikler arasında özellikle nematodlara yüksek derecede toksik olan ve gaz haline geçebilen "izotiyosiyanat" bileşikler bulunmaktadır. Ayrıca, bazı bitkiler bitki paraziti nematodlar üzerinde aynı şekilde toksik etkiye sahip olan, pyrrolizidine alkaloid'ler ve monocrotaline bileşiklerini üretmektedirler. Nematodlar bu bileşiklere maruz kaldıklarında vücutlarında ani bir titreme başlar ve böylece enfeksiyon oluşturma yetenekleri azalır. Örtücü bitkiler tarafından oluşturulan etki, bitkilerde bulunan ve biyolojik olarak aktif olan bileşiklerin, kimyasal reaksiyonu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu bitkilerin hücre duvarlarında "glukosinolat" bileşikler bulunmaktadır. Bu bileşikler sülfür içermektedir ve toksik etkiye sahip değildir, fakat bitkilerin hücre duvarı veya sitoplazmasında bulunan "myrosin" enzimi ile tepkimeye girdiklerinde toksik bileşikler haline gelmektedirler (Rask ve ark. 2000). Glukosinolat bileşiklerinin bu şekilde enzimatik hidrolizi sonucu, uçucu özellikte olan "izotiyosiyanat", "nitril" ve "tiyosiyanat" bileşikler üretilmektedir (Ploeg 2008). Ayrıca bu dönüşüm sırasında toprağın ısı ve pH'sı da bitkinin gelişimini genellikle destekleyecek şekilde değişir (Gamliel ve ark. 2000). Oluşan bileşikler ise, biosidal özelliktedir ve bitki paraziti nematodlar üzerinde oldukça zararlı etkiye sahiptir. Ayrıca "izotiyosiyanat" bileşikler bazı sentetik nematisitlerin aktif maddeleri arasında yer almaktadır (methyl izotiyosiyanat gibi) (Ploeg 2008). GLC'ler amino asitlerden türemişlerdir ve bitkideki tüm dokularda hücrelerin vakuolünde depolanırlar. Yüzün üzerinde (120) değişik GLC tanımlanmış olup,

aliphatic, indol, aralkyl kimyasal yapılarındadırlar. Genellikle bitkinin kendini savunması ile alakalıdırlar. Bitkinin dokusu parçalandığında bu moleküller thioglucosidase'e parçalanarak, izotiyosiyanat, nitril ve thiocyanatlar üretirler. İzotiyosiyanatlar, protein yapısını bozarak hücre içeriğini çökeltirler. Farklı ITC'lar, hücrede değişik şekillerde etkiler de gösterebilir ama ortak özellikleri biocidal olmalarıdır (Fenwick ve ark. 1994; Zasada ve Ferris 2004).

Bitki türlerindeki glukosinolat bileşiklerinin tipleri, yüksek derecede değişkenlik göstermektedir. Örneğin; *Raphanus sativus*'daki başlıca glukosinolat bileşik 4-methylsulphinyl-3-butenyl glucosinolate, *Brassica juncea*'da propenyl glucosinolate iken, *Brassica oleracea*'da propenyl ve 2-hydroxy-3-butenyl glucosinolate, *Brassica napus*'da ise 2-hydroxy-3-butenyl, 3-butenyl, 4-pentenyl ve 2-hydroxy-4-pentenyl glucosinolate adını almaktadır (Brown ve Morra 2005).

Örtücü bitkilerin düşük C/N oranı aynı zamanda, nematodlara kaşı allelopatik etkide bulunmalarına neden olmaktadır. Bu bitkilerin nematisidal etkisi, nitrojen içerikleri ile de ilgili olmaktadır. Bu materyaller, yüksek amonyak içerikleri ya da çok düşük C/N oranı ile, nematodların plazmoliz'ine yada NH<sub>4</sub>+N yaydığından dolayı nematofag fungusların hızla çoğalmasına neden olmaktadır (Wang ve ark. 2002).

Mitsuohori ve ark. (2008), *B. juncea* ile yapılan denemeler sonucunda, topraktaki ITC konsantrasyonunun biyofumigant bitkilerin toprağa karıştırılmasından 2 saat sonra bile belirlenebilecek seviyeye ulaşabildiğini, toprağa uygulanan bitkinin 80 FW ton /ha olması durumunda, nematod popülasyonunda % 80 oranında azalma meydana geldiğini, 25°C lik koşullarda nematod popülasyonları üzerindeki baskılayıcı etkinin 14 gün sonra maximum seviyeye ulaştığını, baskılayıcı etkinin yüksek toprak nemine sahip olan alanlarda daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

ITC'lerin *M. incognita* davranışlarına olan etkilerini araştıran Zasada ve ark. (2008), nematodun en fazla hareket davranışının etkilendiğini bildirmişlerdir. Lazzeri ve ark., (2004) 11 farklı GLC'nin *M. incognita*'nın hareket ve canlılığına etkilerini laboratuarda araştırmışlar ve bunlar içinden Gluconasturtiin (LD<sub>50</sub> 0,013 mM, 24 h sonra), Glucotropaelin (LD<sub>50</sub> 0,015 mM, 24 h sonra) ve Glucoerisin (LD<sub>50</sub> 0,021 mM, 24 h sonra)in en etkili bulunduğunu saptamışlardır. Gower (2008) *B. napus* ve *B. rapa* bünyesinde de bulunan ITC'lerden 2-phenyetyl (2PE)'nin en etkili biyofumigasyon maddesi olduğunu belirtmiştir. ITC'ler ayrıca, ticari pestisitlerin içine de konulmaktadır (Ware 2000). *B. napus* ve *B. juncea* uygulamaları ile topraktaki ITC miktarını HPLC analizleri ile araştıran Mora ve Kirkegaard (2002), bitki materyelinin dondurulmuş olarak toprağa karıştırıldığında oluşan ITC miktarının, taze bitki karıştırılmasına oranla daha fazla olduğunu (% 14-26) saptamıştır. Bunun nedeninin ise

dondurmanın, hücre membranını daha fazla bozması olarak açıklamışlardır. Ayrıca, toprak kökenli hastalık etmeni, zararlı ve yabancı otların kontrolü amacıyla seçilecek bitkilerdeki GLC miktarının başarı üzerinde etkili olduğu da belirtilmiştir (Lazzeri ve ark. 2004).

## **6.2. Antagonistik Flora Ve Fauna İçin Uygun Yaşama Ortamının Sağlanması:**

Bu bitkilerin toprağa uygulanması, bitki paraziti nematodlar ile beslenen fungusların aktivitelerine ve popülasyon artışlarına yardımcı olan bir ortam sağlanmaktadır. Bu durum birbirini takip eden ekolojik olaylar şeklindedir. Toprağa bu bitkilerin verilmesinden sonra hızlıca çoğalan bakteriler, saprofit nematodlar için ve bu nematodlar ise nematofag funguslar için iyi bir besin kaynağıdır (Van den Boogert ve ark. 1994; Wang ve ark. 2002). Örneğin, *C. juncea*'nın toprağa ilave edilmesi ile, *Hirsutella rhossiliensis* (nematod parazitleyici endoparazitik fungus) tarafından parazitlenen bitki paraziti nematod ve bakteriler ile beslenen birçok nematoddan biri olan *Acroboloides bodenhimeri* popülasyonu da artmıştır (Venette ve ark. 1997). Yine bir başka çalışmada Roubtsova ve ark. (2007), Brokkoli bitki kısımlarını toprağa uygulayıp, *M. incognita* ile bulaştırmışlar ve yeşil gübreleme sonucunda, kök ur nematodu popülasyonunda kontrole kıyasla % 57- 80 ve biberde oluşan gal indexinde azalma meydana gelirken, topraktaki saprofit nematodlarda ise bunun tam tersine artış meydana gelmesinin, yararlı fauna üzerine olumlu etkileri şeklinde değerlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Biofumigasyonun doğal dengeye zararlı etkilerinin olmamasının en önemli avantajlarından biri olduğunu vurgulamışlardır.

## **7. BİYOFUMİGASYONU ETKİLEYEN FAKTÖRLER**

Biofumigant bitkilerin topraktaki bitki paraziti nematodlar üzerinde baskılayıcı ve ana üründe gelişim ve verim arttırıcı etkilerinin ancak, bu bitkilerin yüksek miktarlarının toprağa uygulanması sonucu meydana geleceği bilinmektedir (Mc Sorley ve Gallager 1995). Kirkegaard ve Matthiessen (1999), biofumigasyonun geniş alanlara yaygınlaştırılması ile ilgili 2 engel olduğunu bildirmiştir. Bunlardan ilki, değişik bitki çeşitleri ile yapılan çalışmalarda GLC'ler ile ilgili tam tanımlama yapılmaması ve ikincisi ise, GLC'lere bağlı olmadan meydana gelen baskılamadır. Bunların ortadan kaldırılması için araştırmacı, kullanılacak bitkilerin iyi bir sistematik analizinin yapılması ve denemelerin mutlaka aynı bitkilerin kullanılacağı tarla denemeleri şeklinde sürdürülmesi gerektiğini belirtmiştir. Böylece biofumigant içeriği fazla bulunan ıslah hatları yetiştiricilik için üreticiler tarafından tercih edilir hale gelebilecektir (Gies 2004; Patalano 2004; Matthiessen ve Kirkegaard 2006; Kirkegaard ve ark. 2008).

Özellikle biodegradasyon kapasitesinin

artmasında, dolayısıyla fumigant bileşiğin toprakta uygun bir şekilde dağılıp, hedef organizmalar üzerinde etkili olmasında toprağın Kalsiyum seviyesinin de etkili olduğu yapılan önceki çalışmalarda ortaya konmuştur (El-Tarabily ve ark., 1996; Matthiessen ve Kirkegaard, 2006). Bu nedenle toprağın Kalsiyum seviyesi mutlaka belirlenmelidir.

İçinde turp ve rokanın da bulunduğu pek çok bitki ve özellikle Brassica gurubu bitkiler, örtücü bitki, tuzak bitki, toprağın organik içeriğini arttırıcı yeşil gübre ve tüketim amaçları olmak üzere çok yönlü kullanımı özelliğindedirler (Halbrendt, 1996; Melakeberhan ve ark., 2008). Bundan dolayı, bu bitkilerin küçük ve yüksek işletmelerde yetiştirilmesi tüm dünyada artış göstermektedir. Örneğin tuzak bitkiler, nematodun bitkiye girişine imkan verirler ancak bitki içine giriş yapsa da nematod ya gelişimini tamamlayamaz ve/veya üreyemez (Curto ve ark., 2005; Melakeberhan ve ark., 2006). Yeşil gübre uygulamalarında ise, yine genellikle 2 amaca hizmet ederler: birincisi Brassica'ların ürettikleri glukosinolatların (GLC) parçalanması ile oluşan isothiyosiyanatlar (ITS) ve hatta metham sodium benzeri topraktaki yabancı ot, hastalık etmeni ve zararlıları olumsuz etkileyen biyofumigant aktivite (Halbrendt, 1996; McSorley, 1998; McSorley ve ark., 1999; Hafez ve Sundararaj, 2001; Lauzier, 2002; Nyczepir ve Rodriguez-Kabana, 2002; Tsao ve ark., 2002; Wang ve ark., 2002; Riga ve ark., 2003; Ngouajio ve Mutch, 2004; Riga ve Collins, 2005) diğeri ise uçucu olmayan bitki parçalarının topraktaki ayrışımı sırasında toprağın organik madde miktarını arttırarak toprak kalitesi üzerine yaptıkları olumlu etkilerdir (Ngouajio ve Mutch, 2004). Bu çok amaçlı kullanımın net olarak anlaşılması için öncelikle etki şeklinin ortaya konulması gereklidir. Biofumigant etkinin başarılı olabilmesi için bol miktarda bitki kısmının toprakla iyice karıştırılması şarttır (Melakeberhan ve ark., 2008). Bu durumda, toprağa karıştırılacak bitkinin köklerinde yumurta kümelerinin bulunması, kendi elimizle nematodu toprağa bulaştırmak anlamına da gelecektir. Bu nedenle biofumigant olacak bitkilerde aranan özellik; nematodun üremesine imkan vermemesi olup, konukçuluk seviyesinin ortaya konması birinci hedef olmalıdır (Melakerberhan ve ark., 2008).

## **8. SONUÇ**

Son yıllarda, bitki-paraziti nematodlara karşı kimyasalların kullanımı, insan ve çevre sağlığına zararlı etkilerinden dolayı azalmaktadır. Nematitler yüksek derecede toksiktirler ve insan ve çevre sağlığı için önemli risk oluşturmaktadırlar (Abawi ve Widmer, 2000). Mevcut bileşiklerin yasaklanması ve kullanımlarındaki zorluklara ilave olarak, nematod öldürücü yeni kimyasalların geliştirilmesi ise son derece zordur. Çünkü bitki paraziti nematodların tamamı toprakta ya da kök dokularının içinde yaşarlar. Bu nedenle toprak ya da bitki içinde sadece zararlı

nematodu hedef alacak başarılı sonuçlara ulaşılması zordur. Bitki paraziti nematodlar, tarım yapılan tüm topraklarda ve tüm iklimlerde mevcuttur (Norton, 1978; Wallace, 1978). Geliştirilebilecek kimyasalların etkinliğini, bu farklı toprak ve iklim koşulları da sınırlamaktadır. Ayrıca nematodların kütikulası pek çok organik molekül için impermeabil bir özelliğe sahiptir (Anonymous, 2000; Thomas, 1996). Pestisit üreten firmalar ise genellikle piyasada en fazla kullanılan herbisit ve insektisitler üzerine yoğunlaştıklarından, yoğun kullanılmaya potansiyellerine sahip olmayan yeni nematodların geliştirilmesine çok fazla para ve zaman ayırmaktan yana değildirler. Bu yüzden, dünya üzerinde nematodlar ile çalışanların ortak fikri, yakın gelecekte yeni nematod etkili kimyasalların piyasaya girmeyeceği üzerinde birleşmektedir (Chitwood, 2002).

Biofumigasyon terim olarak, son yıllarda kullanılmaya başlanmış olup ve Brassica'ların rotasyonu ya da yeşil gübre şeklinde kullanılması ile toprak kökenli hastalık etmeni ya da zararlıların baskılanması olarak ifade edilmektedir (Angus ve ark., 1994; Kirkegaard ve ark., 1994; Kirkegaard ve Sanwar, 1998). Biofumigasyonun özellikle bahçe tarımında kullanımı üzerindeki çalışmalar, son yıllarda metil bromidin kullanımının yasaklanması ile hız kazanmıştır. Özellikle *R. sativus* ve *Eruca sativum*'un kullanımı ile nematodların kimyasal kullanmadan sürdürülebilir tarım uygulamalarının da benimsediği şekilde azaltılması söz konusudur. Örneğin bazı Brassica türleri tuzak bitki/ ve/veya toprağa uygulandığında biofumigant etkili (örtücü bitki) olabilirler. Tuzak bitkiler, nematodun hayat döngüsünü tamamlayamadığı bitkiler olup, çıkmaz sokak (dead end) şeklinde de düşünülebilirler. Ancak yapılan denemelerde de bazı Brassica türlerinin pek çok değişik bitki paraziti nematod için değişen seviyelerde konukçu olduğu ortaya konmuştur. Bu nedenle 1 bitkinin çok amaçlı (tuzak ya da örtücü bitki) olarak kullanılmasının ortaya konması için öncelikle konukçuluk durumunun belirlenmesi şarttır. Brassica'lar'ın bu açıdan çok amaçlı kullanımı istenen özellik olduğundan, öncelikle nematodun hayat döngüsünün bu bitkilerde devam edip etmediği, özellikle yumurta veriminin meydana gelip gelmediği belirlenmelidir. Örneğin tuzak bitkilerin toprağa karıştırma şeklinde uygulanarak örtücü bitki şeklinde de kullanımı ile daha da etkili bir sonuç elde edilebilir (Melakeberhan ve ark., 2008a; 2008b).

Biofumigasyon çalışmalarında kullanılan bir diğer yöntem olan hayvansal gübre kullanımı, toprak verimliliğini artırması ve bitki paraziti nematodların mücadelesinde etkili olması yönünden son yıllarda kullanılan etkili bir yöntemdir. Bu hayvan dışkıları uygun bir şekilde kullanıldığı zaman, mineral gübrelerin yerine geçebilmektedir. Organik maddeler olarak kullanıldığı zaman, ürün verimliliğini yükseltmekle kalmaz, aynı zamanda toprağın mikrobiyal yoğunluğunu da arttırmaktadır. İçerisinde

bulunan toksik bileşiklerin etkisi ile topraktaki bitki paraziti nematod yoğunluğunu azaltmakta ve ürün artışını sağlamaktadır (Riegel ve Noe, 2000). Bitki paraziti nematodların mücadelesinde biofumigasyon olarak kullanılabilen bir diğer yöntemde biyokatı atık kullanımıdır. Katı atıklara yalnızca kurtulması gereken bir sorun olarak bakılması çağdaş çevresel anlayışlara uygun olmayan bir yaklaşımdır. Bunu yerine, yüksek organik madde içeriklerine sahip olan bu maddeyi, "geri değerlendirilebilir katı katık" olarak algılamak gerekir. Bugün birçok ülkede biyokatı atıkların sürdürülebilir ve faydalı bir şekilde arazide kullanımına olanak veren uygulamalar yapılmaktadır. Bu yöntem artık başta USA olmak üzere birçok ülkede nematodların mücadelesinde kullanılmaktadır ((Fan ve ark., 2008; Zasada ve ark., 2006).

Dünyanın değişik yerlerinde biofumigasyon sonucunda, bitki paraziti nematod popülasyonlarında azalma ve ana üründe verimde artış, gibi başarılı sonuçlara ulaşılan çok sayıda çalışma mevcuttur. Örneğin, Amerika'da 1980li yılların başından beri özellikle *R. sativus* ve *Sinapis alba*, şeker pancarı üretim alanlarında şeker pancarı kist nematoduna karşı tuzak bitki olarak kullanılmaktadır. Yine aynı ülkede 1992 yılında Brassica türlerinden sağlanan yeşil gübrelerin ticari olarak denemeleri yapılmış ve toprağın kalitesi üzerine olumlu etkiler elde edilmiştir (Gies, 2008). İngiltere'de özellikle Avrupa Birliğinin düzenlemeleri ile kimyasal kullanımındaki azalmalar sonucu, biofumigasyon uygulamaları potansiyelinin son derece fazla olduğu Lord ve ark. (2008) tarafından bildirilmiştir. Araştırmacılar İngiltere'de patates üretimi yapılan alanlarda *Globodera pallida*'nın mücadelesinde *B. juncea* cv. Fumus, *B. juncea* cv. Nemfix, *R. sativus* cv. Weedheck'in nematodu % 50-90 oranlarında baskılayarak önemli etkileri olduğunu saptamışlardır. Ayrıca yapılan ekonomik analizlerde de şeker pancarı kist nematodu ile bulaşık alanlarda *R. sativus* yetiştirilmesinin, oldukça yüksek gelir getirdiği ortaya konmuştur (Held ve ark., 2000). Bu tarihten sonra da topraktaki pek çok patojen ve zararlının bu bitkilerce baskılandığı bildirilmiştir. Ayrıca bu bitkiler ile yapılan yeşil gübrelemeler sonucunda toprak üst tabakalarında meydana gelen rüzgar ve su erozyonunda azalma, organik madde miktarında ve toprak biyolojik aktivitesinde artış olduğu saptanmıştır. Tüm bu nedenlerden üreticiler de toprak kalitesindeki artışı fark edebildiklerinden, özellikle organik tarım yapıldığı alanlar başta olacak şekilde dünyada ve başta USA' da yaygın olarak kullanılmaktadır (Gies, 2008). Avrupa Birliğinin de kimyasalları azaltma ile ilgili uygulamaları sonucu biofumigasyon desteklenmesi öncelikli çalışmalardan olup, "Alterbromide" olarak metil bromid alternatifleri içinde sayılmaktadır (Auger ve ark., 2008).

Biofumigasyonun bu denli yaygınlaşmasının en önemli sebeplerinin başında, etkisinin geniş spektrumlu olması, (fungus, yabancı ot, nematod...), ayrıca toprağın su kapasitesi ile organik madde içeriği üzerindeki olumlu etkileridir. Bu olumlu etkiler,

ayrıca doğal olarak nematodlar üzerindeki parazitik yararlıların da artmasına neden olduğundan, biofumigasyonun etkisi oldukça uzun zaman devam edebilmektedir. Üstelik, nematodlar ile bulaşık bitkilerde genel olarak besin maddelerinin kullanılabilirliği de azaldığından (Melakeberhan, 1997; Melakeberhan ve ark., 2007; Trudgill, 1987) genellikle ilave besin maddesi, bitkinin zararı tolere etmesine yardımcı olmaktadır. Bu itibarla biofumigant etkinin yanında toprağın organik madde içeriğini de arttıracak olan uygulamaların, bitki gelişimine de olumlu etkileri olacaktır.

Çok hücreli hayvansal organizmalardan 5 tanesinden 4'ünün nematod olduğu ve özellikle toprak ekosisteminin son derece yararlı komponentlerinden olan türleri de bulunduğundan (Bongers ve Ferris, 1999), bitki paraziti nematodları hedef alan mücadele yöntemlerini seçerken bu yararlılar da mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Böylece nematodlar ile mücadelede bio-ekolojik yaklaşımlardan biri olan biofumigantların kullanımı, toprağın ekolojik dengesini de olumlu yönde destekleyecek, çevreye dost bir uygulama olup, bozulduğunda iyileştirilmesi son derece uzun zaman alan ve çoğu zaman geri dönüşümü tamamen mümkün bile olamayan doğal dengeye uyumlu ile de gelecekte daha fazla yer bulacak yöntemlerdendir. Özellikle dünya genelinde son yıllarda karşılaşılan suyun azalması, inorganik gübrelerin kullanımının azaltılması yönündeki eğilimin bu ürünlerin fiyatlarını da arttırması, fumigantların global olarak troposfer üzerindeki olumsuz etkilerinden kaçınılmak istenmesi ile iklim değişiklerinin de belirgin olarak oluşumu ile toprak sağlığının göz önünde tutulması gibi faktörler, biofumigasyon çalışmalarının artmasının belli başlı sebepleri olarak sıralanabilir. Tüm bu sebeplerden dolayı gelecekte, biofumigasyonun bitki koruma içinde daha da geniş bir yeri alacağından şüphe yoktur (Porter ve ark., 2008).

## 9. KAYNAKLAR

- Aballay, E., Sepulveda, R., Insunza, V., 2004. Evaluation of five nematode-antagonistic plants used as green manure to control *Xiphinema index* Thorne et Allen on *Vitis vinifera* L. *Nematologica*, 34:45-51.
- Abawi, G. S., Widmer, T. L., 2000. Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied Soil Ecology*, 15:37-47.
- Ağdacı, M., 1978. Güney Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen kabakgillerde (*Cucurbitaceae*) zarar yapan Kök-ur Nematodu türleri (*Meloidogyne* spp.)'nin tespiti ile zarar oranları ve yayılışları üzerine araştırmalar. Adana Bölge Zir. Müc. Araş. Ens. Md. Teknik Bülten, No: 47.
- Angus, J. F., Gardner P. A., Kirkegaard, J. A., Desmarchelier, J. M., 1994. Biofumigation: isothiocyanates released from brassica roots inhibit growth of the take-all fungus. *Plant Soil*, 162:107-112.
- Anonim 2009a. <http://ec.europa.eu/environment/ozone/conference/lisboa/tomato/9.pdf>.
- Anonim 2009b. <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0856/ANR-0856.pdf>
- Anonim 2009c. <http://ces.uwo.edu/PUBS/b1029.pdf>;
- Anonim 2009d. [http://www.botany.uga.edu/PPG/Plant%20Summary%20Pages/crotalaria\\_spp.htm,08.05.2008](http://www.botany.uga.edu/PPG/Plant%20Summary%20Pages/crotalaria_spp.htm,08.05.2008)
- Anonim 2009e. [http://www.bahce.biz/organik/toprak\\_iyilestirme.htm,15.05.2008](http://www.bahce.biz/organik/toprak_iyilestirme.htm,15.05.2008)).
- Anonim 2009f. N-Viro, 2009, <http://www.n-viro.ca/>
- Auger, J., Arnault, I., Du Fretay, G., Fleurance, C., 2008. Alterbromide - A European programme for the dissemination of alternatives to methyl bromide. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 41 p.
- Bakker, J. 1993. Current state of nematodes. In *Modern Crop Protection: Development and Perspectives*. Ed. J.C. Zadoks. 21-26. Wageningen. Agric. Univ.
- Belair, G., Coulombe, J., 2008. Green manure and biofumigation for root lesion nematode and verticillium wilt management in strawberry production. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 25 p.
- Bello, A., Arias, M., Lopez-Perez, J. A., Garcia-Alvarez, A., Fresno, J., Escuer, M., Arcos, S. C., Lacasa, A., Sanz, R., Gomez, P., Diez-Rojo, M. A., Piedra Buena, A., Goitia, C., De la Horra, J. L., Martinez, C., 2004. Biofumigation fallow and nematode management in vineyard replant. *Nematologica*, 34:53-64.
- Bello, A., Porter, I., Diez-Rojo, M. A., Rodriguez-Kabanas, R., 2008. Soil biofumigation for the management of soil-borne pathogens and weeds. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 35 p.
- Bongers, T., Ferris, H., 1999. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. *Trends in Ecology and Evolution*. 14: 224-228.
- Brabban, A. D., Edwards, C., 1995. The effects of glucosinolates and their hydrolysis products on microbial growth. *J. Appl. Bacteriol.*, 79:171-177.
- Bridge, J., Page, S., Jordan, S., 1982. An improved method for staining nematodes in roots. Report Rothamsted Experiment Station for 1981, pp. 171.
- Brown, P., Morra, M., 1995. Glucosinolate containing plant tissues as bioherbicides. *J. Agric. Food Chem.*, 43:3070-3074.
- Brown, P. D., Morra, M. J., 1997. Control of soil borne plant pests using glucosinolate-containing plants. *Advan. Argon.*, 61; 167-213.
- Chitwood, D. J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annu. Rev. Phytopathol.* 40; 221-249.
- Chitwood D. J. 2003. Research on plant-parasitic nematode biology conducted by the United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service. *Pest Manag Sci* 59:748 – 753.
- Colombo, A., Cataldi, S., Marano, G., 2008. Effectiveness of biofumigation technique to control the southern root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*) in Sicily. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 52 p.
- Cox, C. J., McCarty, L. B., Toler, J. E., Leewis, S. A., Martin, S. B., 2006. Suppressing sting nematodes with Brassica sp., poinsettia, and spotted spurge extracts. *Agronomy Journal*, 98:962-967.
- Curto, G., Dallavalle, E., Lazzari, L., 2005. Life cycle duration of *Meloidogyne incognita* and host status of

- Brassicaceae and Capparidaceae selected for glucosinolate content. *Nematology*, 7(2):203-212.
- Curto, G., Lazzeri, L., Dallavalle, E., Santi, R., 2008. Management of *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) Chitw. in organic horticulture. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 45 p.
- Daub, M., Schlathölter, M., Schütze, W., Grosch, R., Hallmann, J., 2008. Development of biofumigation as a non-chemical control method against plant parasitic nematodes and soil-borne diseases in temperate climates. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 24 p.
- Daub, M., Schlathölter, M., Schütze, W., Grosch, R., Hallmann, J., 2008. Effect of biofumigation on different plant parasitic nematodes. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 46 p.
- De Mastro, G., D'Addabbo T., Lazzeri, L., Verdini, L., Brunetti, G., 2008a. Biofumigation for the control of root-knot nematodes on flower crops. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 47 p.
- De Mastro, G., D'Addabbo T., Lazzeri, L., Verdini, L., Grassano, N., 2008b. Effectiveness of biofumigating *Brassica* treatments for the control of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on melon and watermelon. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 48 p.
- De Mastro, G., D'Addabbo T., Verdini, L., Radicci, V., 2008c. Biofumigation in greenhouse for the control of root-knot nematodes. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 49 p.
- Edwards, S., 2005. Solarization and Biofumigation. <http://www.faculty.ucr.edu/~atploeg/Ploegweblinks/Solarization.html>
- Elekçioğlu, İ. H., Ohnesorge, B., Lung, G., Uygun, N., 1994. Plant Parasitic Nematodes in The Mediterranean Region of Turkey. *Nematol. Medit.*, 22: 59-63.
- Elekçioğlu, İ. H., Uygun, N., 1994. Occurrence and distribution of plant parasitic nematodes in cash crop in Eastern Mediterranean Region of Turkey. Proc. of Phytopathological Union, Kuşadası, Aydın, Türkiye, 409-410 s.
- Fahey, J. W., Zalcman, A. T., Talalay, P., 2001. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry*, 56:5-51.
- Fan, C. M., Xiong, G. R., Oi, P., Ji, G. H., He, Y. Q., 2008. Potential biofumigation effects of *Brassica oleracea* var. *caulorapa* on growth of fungi. *Phytopathology*, 156:321-325.
- Fenwick, G.R., Heany, R.K. and Mullin, W.J., 1994. Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 18:123-201.
- Forge, T. A., Ingham, R. E., Kaufman, D., Pinkerton, J. N., 2000. Population growth of *Pratylenchus penetrans* on winter cover crops grown in the pacific northwest. *Journal of Nematology*, 32(1):42-51.
- Gamliel, A., Austerweil, M., Kritzman, G., 2000. Non-chemical approach to soilborne pest management – organic amendments. *Crop Protection*, 19:847-853.
- Gaugler, R., Bilgrami, A. L., 2004. Nematode Behaviour. New Brunswick, New Jersey, USA. 3-7.
- Gies, D., 2004. Commercial use of mustards for green manure and biofumigation in the United States. *Agroindustria*, 3:403-405.
- Gies, D., 2008. Commercial development and utilisation of *Brassica* green manures. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 28 p.
- Gimsing, A. L., Kirkegaard, J. A., Strobel, B. W., Hansen, H. C. B., 2008. Fate of glucosinolates and their hydrolysis products in soil. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 13 p.
- Gomes, C. B., Lima, D. L., Silva, S. D. A., 2008. Influence of soil biofumigation in the control of *Meloidogyne javanica*, *Mesocricconema xenoplax* free living nematodes in different soil layers using castor cake and cabbage. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 44 p.
- Gugino, B. K., Abawi, G. S., Ludwig, J. W., 2006. Damage and Management of *Meloidogyne hapla* Using Oxamyl on Carrot in New York. *J. Nematol.*, 38(4): 483-490.
- Hafez, S. L., Sundararaj, P., 2001. Impact of agronomic and cultural practices of green manure crops for the management of *Heterodera schachtii* in sugarbeet. *International Journal of Nematology* 10, 177-182.
- Hagan, A., Gazaway, W., Sikora, E., 1998. Nematode Suppressive Crops. <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0856/ANR-0856.pdf>.
- Haque, S. M. A., Mosaddeque, H. Q. M., Sultana, K., Islam, M. N., Rahman, M. L., 2008. Effect of different trap crops against root knot nematode disease of jute. *j. innov. dev. strategy*, 2(3): 42-47.
- Halbrendit, J. M., 1996. Allelopathy in the management of plant-parasitic nematodes. *Journal of Nematology*, 28:8-14.
- Held, L. J., Jennings, J. W., Koch, D. W., Gray, F. A., 2000. Trap Crop Radish: A sustainable alternative for nematocidal in sugar beets. *Journal of the ASFMRA*, 118-126.
- İbrahim I. K. A., Handoo Z. A., El-Sherbiny A. A. 2000. A survey of phytoparasitic nematodes on cultivated and non-cultivated plants in northwestern Egypt. *J Nematol* 32:478 – 485.
- İbrahim, Y. K. A. 1985. The status of root-knot nematodes in the Middle East, region VII of the international *Meloidogyne* project. Pp. 373–378 in K. R. Barker, C. C. Carter, and J. N. Sasser, eds. An advanced treatise on *Meloidogyne*, vol. 2: Methodology. Raleigh: North Carolina State University Graphics.
- Jones, J. R., Lawrence, K. S., Lawrence, G. W., 2006. Evaluation of winter cover crops in cotton cropping for management of *Rotylenchulus reniformis*. *Nematropica*, 36:53-66.
- Kaşkavalcı G., Öncüer C. 1999. Aydın İli'nin yazlık sebze yetiştirilen önemli bölgelerinde bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1887 ( Tylenchida: Meloidogynidae) türlerinin yayılışları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar ,*Türkiye Entomoloji Dergisi* ,23 ,2 ,149-160.
- Katı, T. and S. Mennan, 2006. Researches on the Species and Race Determination of Root-knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) Found in Greenhouses of Samsun, Turkey." *XXVIII Symposium of the European Society of Nematologists*, (Abs.), Blagoevgrad, Bulgaria.

- Khan, A. A., Khan, M. W., 1991. Reaction of cauliflower cultivars to *Meloidogyne javanica* and races of *Meloidogyne incognita*. *Nematropica*, 21:161-166.
- Kinloch, R. A. 1990. Screening for resistance to root knot nematodes. In *Methods for Evaluating Plant Species for Resistance to Plant Parasitic Nematodes*. Ed. By J.L. Star. Pub. By SON Maryland.
- Kirkegaard, J., Akiew, S., Pattison, T., Young, A., Prior, L., 2008. Understanding the mechanisms of plant pest suppression using *Brassica* green manures. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 21 p.
- Kirkegaard, J., Gardner, P. Angus, J. And Koetz, E., 1994. Effect of Brassica break crops on the growth and yield of wheat. *Aust. J. Agric. Res.* 45; 529-545.
- Kirkegaard, J. A., Gardner, P. A., Desmarchelier, J. M., Angus, J. F., 1993. Biofumigation-using *Brassica* species to control pests and diseases in horticulture and agriculture. In: *Proceedings 9th Australian Research Assembly on Brassicas*. Pp. 77-82. N. Wratten and R. J. Mailer, Eds., Agricultural Research Institute, Wagga Wagga.
- Kirkegaard, J. A., Matthiessen, J. N., 1999. Biofumigation research-beyond empiricism. In: *Proceedings 1st Australasian Soilborne Disease Symposium*. pp. 155-157. Magarey, R. C. Ed., Bureau of Sugar Experiment Stations, Brisbane.
- Kirkegaard, J. A., Matthiessen, J. N., 2004. Developing and refining the biofumigation concept. *Agroindustria*, 3:233-239.
- Kirkegaard, J. A., Sarwar, M., 1998. Biofumigation potential of brassicas. *Plant and Soil*, 201:71-89.
- Kirkegaard, J., Sarwar, M., Wong, P. T. W., Mead A., Howe, G., Newell, M., 2000. Field studies on the biofumigation of take-all by *Brassica* break crops. *Aust. J. Agric. Res.* 51:445-456.
- Kirkegaard, J. A., Wong, P. T. W., Desmarchelier, J. M., 1996. In vitro suppression of fungal root pathogens of cereals by *Brassica* tissues. *Plant Pathol.*, 45; 593-603.
- Klopper, J. W., Rodriguez-Kabana, R., McInroy, J. A., Collins D. J., 1991. Analysis of populations and physiological characterization of microorganisms in rhizospheres of plants with antagonistic properties to phytopathogenic nematodes. *Plants and Soil*, 136:95-102.
- Koch, D. W., Gray, F. A., Krall, J. M., 1999. Trap Crops: A promising alternative for sugar beet nematode control. University of Wyoming Cooperative Extension Service Bulletin, B-1029.
- Lamberti, F. 1981. Plant nematode problems in the Mediterranean region. *Helminthological Abstracts*. Series B. 50:145-166.
- LaMondia, J., Halbrecht, J., 2008. The effects of Brassica seed meal amendments on *Meloidogyne hapla* viability in laboratory bioassays. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 19 p.
- Lauzier, A. M., 2002. Mustard: Cover crops for the Columbia Basin. Fact Sheet, Washington State University Cooperative Extension. Available online at <http://grant-adams.wsu.edu>
- Lazzeri, L., Curto, G., Leoni, O., Dallavalle, E., 2004. Effects of glucosinolates and their enzymatic hydrolysis products via myrosinase on the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) Chitw. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 52:6703-6707.
- Lazzeri, L., Leoni, O., Bernardi, R., Malaguti, L., Cinti, S., 2004. Plants techniques and products for potimising biofumigation in the full field. *Agroindustria*, 3:281-287.
- Lord, J., Atkinson, H., Urwin, P., 2008. Biofumigation for control of *Globodera pallida* in UK potato fields. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 51 p.
- Manduric, S., 2008. Cover crops in the year before planting potatoes – a key factor in a spraing disease management strategy. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 56 p.
- Marchetti, R., Lazzeri, L., Malaguti, L., Orsi, A., Sghedoni, L., 2008. Potentially mineralizable nitrogen in soil amended with biocidal and non-biocidal plant materials. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 74 p.
- Matthiessen, J. N., Kirkegaard, J. A., 2006. Biofumigation and enhanced biodegradation: opportunity and challenge in soilborne pest and disease management. *Crit. Rev. Plant Sci.* 25:235-265.
- Mayton, H. S., Oliver, C., Vaughn, S. F., Loria, R., 1996. Correlation of fungicidal activity of *Brassica* species with allyl isothiocyanate production in macerated leaf tissue. *Phytopathology*, 86:267-271.
- Mazzola, M., Granatstein, D. M., Elfving, D. C., Mullinix, K., 2001. The suppression of specific apple root pathogens by *Brassica napus* seed meal amendment regardless of glucosinolate content. *Phytopathology*, 91:673-679.
- Melakeberhan, H. M., 1997. Plant, nematode and nutrient relation: An overview. *Japanese Journal of Nematology*, 27: 41-51.
- Melakeberhan, H., Kravchenko, A., Ngouajio, M., 2008a. Strategies for enhancing Brassicas' multipurpose attributes in managing nematode parasitism complexities. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 37 p.
- Melakeberhan, H., Mennan, S., Chen, S., Darby, B., Dudek, T., 2007. Integrated approaches to understanding and managing *Meloidogyne hapla* populations parasitic variability. *Crop Protection*, 26: 894-902.
- Melakeberhan, H., Mennan, S., Ngouajio, M., Dudek, T., 2008b. Effect of *Meloidogyne hapla* on multi-purpose use of oilseed radish (*Raphanus sativus*). *Nematology*, 10(3):375-379.
- Melakeberhan, H., Xu, A., Kravchenko, A., Mennan, S., Riga, E., 2006. Potential use of arugula (*Eruca sativa* L.) as a trap crop for *Meloidogyne hapla*. *Nematology*, 8(5):793-799.
- Mennan, S., Ecevit, O., 1996. Bafra ve Çarşamba Ovaları yazlık sebze ekim alanlarındaki Kök ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)' nın biyolojisi, yayılışı ve bulaşık oranları üzerine araştırmalar. Türkiye III. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 700-705.
- Mennan, S., Ecevit, O., 2001. Bafra ve Çarşamba Ovaları'ndan elde edilen bazı *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) (Nemata: Heteroderidae) popülasyonlarında ırk tespiti. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 25 (1): 33-39.
- McCully, M. E., Miller, C., Sprague, S. S., Kirkegaard, J. A., 2008. The distribution of glucosinolates and sulphur-rich cells in roots of field-grown Canola

- (*Brassica napus*). Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 14 p.
- McLeod, R. W., Kirkegaard, J. A., Steel, C. C., 2001. Invasion, development, growth and egg laying by *Meloidogyne javanica* in Brassicaceae crops. *Nematology*, 3(5):463-472.
- McLeod, R. W., Steel, C. C., 1999. Effects of brassica-leaf green manures and crops on activity and reproduction of *Meloidogyne javanica*. *Nematology*, 1:613-624.
- Mcsorley, R., 1998. Alternative practices for managing plant-parasitic nematodes. *American Journal of Alternative Agriculture* 13, 98-104.
- Mcsorley, R., 1999. Host Suitability of Potential cover crops for root-knot nematodes. Supplement to the Journal of Nematology, 31(4S):619-623.
- McSorley, R., Dickson, D. W., De Brito, J. A., Hochmuth, R. C., 1994. Tropical rotation crops influence nematode densities and vegetable yields. *Journal of Nematology*, 26:308-314.
- McSorley, R., Frederick, J. J., 1995. Responses of some common Cruciferae to root-knot nematodes. *Journal of Nematology*, 27(4S):550-554.
- Mcsorley, R., Ozores-Hampton, M., Stansly, P.A., Conner, J.M., 1999. Nematode management, soil fertility, and yield in organic vegetable production. *Nematropica* 29,205-213.
- Mitsuohori, T., Sano, Z., Sakuma, F., Hashizume, K., 2008. Nematode suppressive effect of two biofumigation crops (*Brassica juncea* and *Cleome hassleriana*) evaluated by Laboratory and Greenhouse Experiments. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 53 p.
- Mojtahedi, H., Santo, G. S. Hang, A. N., Wilson J. H., 1991. Suppression of root knot nematode populations with selected rape seed cultivars as green manure. *J. Nematol.*, 23; 170-174.
- Morra, M., 2004. Controlling soilborne plant pests using glucosinolate-containing tissues. *Agroindustria*, 3:251-255.
- Morra, M. J., Kirkegaard, J. A., 2002. Isothiocyanate release from soil-incorporated *Brassica* tissues. *Soil Biology & Biochemistry*, 34:1683-1690.
- Netscher, C., Sikora, R. A., 1990. Nematode parasites on vegetables. In: Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J. (eds). *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. CAB International, s 231-283.
- Ngouajio, M., Mutch, D. R., 2004. Oilseed radish: A new cover crop for Michigan. *Michigan State University Extension Bulletin* E 2907. Available online at <http://www.msue.msu.edu>
- Norton, D. C., 1978. *Ecology of Plant Parasitic Nematodes*. John Wiley & Sons, New York.
- Nyczepir, A.P., Rodriguez-Kabana, R., 2002. Biofumigation and management of ring nematode on peach. *Proceedings of International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives* 8, 89.
- Palmieri, S., 2004. Chemistry and technology of glucosinolate: isolation, formulation and use. *Agroindustria*, 3:245-249.
- Patalano, G., 2004. New practical perspectives for vegetable biocidal molecules in Italian agriculture: Bluformula brand for commercialisation of biocidal green manure and meal formulations. *Agroindustria*, 3:409-412.
- Patalano, G., Lazzeri, L., D'Avino, L., Mazzoncini, M., 2008. Innovative approach for producing high value products in non food agro-industrial chains. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 27 p.
- Pedroche, N. B., Villanueva, L. M., De Waele, D., 2008. Organic amendments and host resistance as components of integrated disease management strategy for root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in lettuce. . Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 54 p.
- Pehlivan, E., Kaşkavalcı, G., 1993. Sanayi domates üretim alanlarında Kök-ur nematodlarının (*Meloidogyne* spp) yayılışı ve bulaşıklık oranı üzerinde araştırmalar. SANDOM Çalışma Raporu, No: 6: 61-68.
- Piedrabuena, A., Garcia-Alvarez, A., Diez-Rojo, M., Bello A., 2006. Use of crop residues for the control of *Meloidogyne incognita* under laboratory conditions. *Pest Management. Science*. 62:919-926.
- Ploeg, A., 2008. Biofumigation to manage plant-parasitic nematodes. *Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes*, 239-248.
- Porter, I., Mattner, S., Lazarovits, G., 2008. Soil Biofumigation - a strategy for the new world or a complexity too hard to get right? Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 12 p.
- Potter, M. J., Davies, K., Rathjen, A. J., 1998. Suppressive impact of glucosinolates in *Brassica* vegetative tissues on root lesion nematode *Pratylenchus neglectus*. *Journal Chemical Ecology*, 24(1):67-80.
- Rask, L., Andreasson, E., Ekbo, B., Eriksson, S., Pontoppidan, B., Meijer, J., 2000. Myrosinase: gene family evolution and herbivore defense in Brassicaceae. *Plant Mol. Biol.* 42: 93-113.
- Rıga, E., Collins, H., 2005. The effect of green manures on *Meloidogyne chitwoodi* and *Paratrichodorus allius*, economically important nematodes of potatoes in the Pacific Northwest of USA. *Agroindustria Rivista Quadrimestral* 3,321-322.
- Roubtsova, T., Lopez-Perez, J-A. Edwards, S., Ploeg, A., 2007. Effect of Broccoli (*Brassica oleracea*) tissue, incorporated at different depths in a soil column, on *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology*, 39(2):111-117.
- Sarıkamış, G., Baklaya, A., Yanmaz, R., 2008. Glucosinolates in kale genotypes from the blacksea region of Turkey. *Biotechnol. & Biotechnol. EQ.*, 942-946.
- Siddiqi, M. R., 2000. *Tylenchida, Parasites of Plants and Insects*. St. Albans, England, 2.
- Sipes, B. S., Arakaki, A. S., 1997. Root-knot nematode management in dryland taro with tropical cover crops. Supplement to the Journal of Nematology, 29(4S):721-724.
- Söğüt, M. A., Elekçioğlu, İ. H., 2000. Akdeniz Bölgesi'nde sebze alanlarında bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1892 (Nemata:Heteroderidae) türlerinin ırklarının belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 24 (1) : 33-40.
- Spak, J., Kolarova, J., Lewis, J., Fenwick, G. R., 1993. The effect of glucosinolates (mustard oil glycosides) and products of their enzymatic degradation on the infectivity of turnip mosaic virus. *Biol. Plant.* 35:73-80.
- Stear, M. J., 2008. Non-chemical control methods for sheep with mixed, predominantly *Teladorsagia circumcincta*, nematode infections. *CAB Reviews: Perspectives in*



- Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 3(24):12.
- Thierfelder, A., Friedt, W., 1995. Development of novel rapeseed varieties (*Brassica napus*) resistant against beet cyst nematodes (*Heterodera schachtii*), pp. 1208-1210, in D. Murphy (ed.). Proceedings of the Ninth International Rapeseed Congress. Rapeseed Today and Tomorrow, Vol. 4, K2. Organising Committee of the Ninth International Rapeseed Congress, Cambridge, UK.
- Thomas, W. B., 1996. Methylobromide: effective pest management tool and environmental threat. Suppl. J. Nematol. 28: 586-590.
- Thorup-Kristensen, K., Magid, J., Jensen, L. S., 2003. Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. Adv. Agron. 51:227-302.
- Trudgill, D. L., 1987. Effects of rates of a nematicide and fertilizer on the growth and yield of cultivars of potato which differ in their tolerance of damage by potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* and *G. pallida*). Plant and Soil. 104:235-243.
- Tsao, R., Peterson, C. J., Coats, J. R., 2002. Glucosinolate breakdown products as insect fumigants and their effect on carbon dioxide emission of insects. *BMC Ecology* 2002, 2. Available online at <http://www.biomedcentral.com/1472-6785/2/5>
- Van Den Boogert, P. H. J. F., Velvis, H., Ettema, C. H., Bouwman, L. A., 1994. The role of organic matter in the population dynamics of the endoparasitic nematophagous fungus *Drechmeria coniospora* in microcosms. *Nematologica*, 40:249-257.
- Venette, R. C., Monstafa, F. A. M., Ferris, H., 1997. Trophic interactions between bacterial-feeding nematodes in plant rhizospheres and the nematophagous fungus *Hirsutiella rhossiliensis* to suppress *Heterodera schachtii*. Plant and Soil 191:213-223.
- Wallace, H. R., 1978. The diagnosis of plant diseases of complex etiology. Annual Review of Phytopathology, 16: 379-402.
- Wang, K.-H., Mcsorley, R., Gallaher, R. N., 2003. Effect of *Crotalaria juncea* amendment on nematode communities in soil with different agricultural histories. *Journal of Nematology*, 35(3):294-301.
- Wang, K.-H., Mcsorley, R., Gallaher, R. N., 2004. Effect of winter cover crops on nematode population levels in North Florida. *Journal of Nematology*, 36(4):517-523.
- Wang, K.-H., Sipes, B. S., Schmitt, D. P., 2002. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: A review. *Nematropica*, 32:35-57.
- Wang, K.-H., Sipes, B. S., Schmitt, D. P., 2003. Intercropping cover crops with pineapple for the management of *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Nematology*, 35(1):39-47.
- Ware, G.W., 2000. Pesticide Book. Thomson Pub., Fresno, CA, 418s.
- Whitehead, A. G., 1997. Plant parasitic nematodes: their importance and control. In *Plant Nematode Control*, 1-12 sf. Wallingford, U.K. CAB Int.
- Zasada, I. A., Ferris, H., 2004. Nematode suppression with brassicaceous amendments: application based upon glucosinolate profiles. *Soil Biology & Biochemistry*, 36:1017-1024.
- Zasada, I., Masler, E., Halbrendt, J., 2008. Behavioral response of *Meloidogyne incognita* to benzyl isothiocyanate. Third International Biofumigation Symposium, 21-25 July, CSIRO Discovery Centre Canberra, Australia, 58 p.

## MECHANICAL PROCESSING OF SOLID BIOFUELS

Gürkan A. K. Gürdil<sup>\*1</sup> Jan Malat'ák<sup>2</sup> K. Çağatay Selvi<sup>1</sup> Petr Vaculík<sup>2</sup>

<sup>1</sup>O.M.U. Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery, Samsun-Turkey

<sup>2</sup>Czech Uni. of Life Sciences, Faculty of Engineering, Prague-Czech Republic

\*e-mail: ggurdil@omu.edu.tr

Received Date: 24.12.2009

Accepted Date: 29.03.2010

**ABSTRACT:** Solid biofuels are preferred as alternative source of energy in recent years. Although it's not yet popular in Turkey but, there's a big potential concerning agricultural residues. With the depletion of fossil fuels world wide researches for alternative energy sources, especially efforts for obtaining the energy from agricultural non-food products became important. Generally, two methods are used in mechanical processing of biofuels obtained from plants and agricultural residues. These are pelleting and briquetting methods. In the pelleting process loose material is converted to compressed material. As a result of the pressure and heat applied to the substances, the density of the material is increased by a factor of up to 10, in pellets with diameters of 3 up to 30mm. However, briquetting is a process where some type of solid biofuel materials is compressed under high pressure. In the basic briquetting, input parameter is the moisture content, which is important for the pressing of materials as biomass. If the moisture content of material exceeds 20 %, the biomass in the pressing chamber will not be in the desired size and the briquettes will break up. The goal of this work is to give general information on mechanical processing methods of these types of biofuels.

**Key words:** Biofuel, processing, pellet, briquette, presser

## KATI BİOYAKIT MALZEMELERİN MEKANİK İŞLENMESİ

**ÖZET:** Son zamanlarda katı bio-yakıtlar alternatif enerji kaynağı olarak tercih edilmektedir. Bu konu Türkiye'de henüz yeteri kadar popüler olmamasına rağmen, tarımsal atıklar açısından ülkemizde bu anlamda büyük bir potansiyel bulunmaktadır. Dünya genelinde fosil yakıt rezervlerinin azalması ile birlikte özellikle gıda özelliği taşımayan tarımsal ürünlerden enerji elde etme çabaları için yapılan araştırmalar çok önem kazanmıştır. Bitkilerden ve tarımsal atıklardan elde edilen bio-yakıt malzemelerinin mekanik olarak işlenmesinde genelde iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlar peletleme ve briketleme yöntemleridir. Peletleme işleminde gevşek materyal sıkıştırılmış hale dönüştürülmektedir. Uygulanan basınç ve ısı işlem sonucunda çapları 3 ile 30 mm olan pelet materyalinin yoğunluğu 10 katına kadar arttırılmaktadır. Bununla birlikte, briketleme işleminde ise bazı katı bio yakıt materyaller yüksek basınç altında sıkıştırılmaktadır. Briketleme işleminde temel parametre, ürünün bio kütle olarak sıkıştırılmasında önemli olan nem içeriğidir. Eğer materyalin nem içeriği % 20'den fazla olursa sıkıştırma ünitesindeki bio kütle istenilen boyutlarda olmayacak ve yapılan briketler dağılacaktır. Bu çalışmanın amacı bu tip bio-yakıt malzemelerin mekaniksel işlenmesi hakkında genel bilgiler vermektir.

**Anahtar Sözcükler:** Bio-yakıt, işleme, pelet, briket, pres makinesi

## 1. INTRODUCTION

Biomass is a general term for material derived from growing plants or from animal manure. Bioenergy refers to the technical systems through which biomass is produced or collected, converted and used as an energy source. A wide variety of conversion routes can be distinguished that produce a variety of energy carriers either in a solid, liquid or gaseous form. These energy carriers address all types of energy markets: heat, electricity and transportation. Bioenergy already provides the majority of renewable energy worldwide and is considered to have the potential to provide a large fraction of world energy demand over the next century. At present, biomass covers approximately 11% of the global total primary energy consumption of slightly more than 430 EJ/year<sup>3</sup> (Heinimö, 2008). At the same time, if biomass systems are managed properly, bioenergy will

contribute to meet the requirement of reducing carbon emissions (Anonymous, 2009-a).

Biomass is the only renewable source of fixed carbon and therefore it has attracted considerable attention as a renewable energy source in recent years. It includes agricultural residues, municipal wastes, fuel wood, animal wastes and other fuel derived from biological sources. Compaction of biomass waste materials makes the material denser and easier to handle, thus reducing the cost of transportation and handling. Compaction can also increase the heating value per unit volume, making the biomass fuel more compatible with coal and more efficient in combustion.

Among the different forms of renewable energy, biomass energy is one of the major resources in Turkey (Başçetinçelik et al., 2005 b). Turkey is an energy importing country. More than about 60% of energy consumption in the country is met by imports and the share of imports continues to grow each year. The total recoverable bioenergy potential is estimated to be about 16.92 Mtoe. The biomass energy

production for the year 2001 is 6.98 Mtoe. (Başçetinçelik et al., 2005 a). Energy from biomass fuels is used in the electric utility, lumber and wood products, and pulp and paper industries (Demirbaş et al., 2004). Although this energy use is predominantly in rural areas (comprising mostly wood and dung for heating and cooking), it also provides an important fuel source for the urban poor and many rural, small and medium scale industries (Kaygusuz and Türker, 2001; Başçetinçelik et al., 2005 a).

Biomass can be burnt directly or it can be converted into solid, gaseous and liquid fuels using conversion technologies such as fermentation to produce alcohols, bacterial digestion to produce biogas and gasification to produce a natural gas substitute (Kaygusuz and Türker, 2001) but in general, biomass usually can not be used directly in combustion equipment for energy production. Water and ash matter are consisting into non flammable part of fuel, described as ballast or deadwood. Both of them are decreasing fuel heating power. Their presence straight influences the combustion equipment construction and they are often sources of problems during operations. All of the main tree fuel components (water, ash and flammables) are very important factors during combustion process. Their properties influence the construction of combustion equipment as well as its operation regime (Malat'ák et al., 2008). Biomass is often bulky and difficult to burn so various conversion techniques have been developed. One of the oldest of these is briquetting which has been used in Europe since the 19th century to make fuel from low-grade peat and brown coals (Eriksson and Prior 1990). Briquetting is one of several agglomeration techniques which are broadly characterized as densification technologies. Agglomeration of residues is done with the purpose of making them denser for their use in energy production. (Grover and Mishra 1996). That's why it should be adjusted to a suitable shape and dimensions using these techniques such as briquetting and pelleting. Besides the shape and dimensions mechanical properties of briquettes and pellets are also very important. They fundamentally affect not only the method of handling briquettes and pellets (storage, dosage, etc.), but also losses in processing operations.

As the number of industries is growing day by day, the energy required is also increasing proportionately and the present power supply is unable to meet the energy demand. To combat this energy shortage, developed as well as developing countries are putting more efforts into Research and Development areas. These efforts should be undertaken to make pelleting and briquetting technology economically profitable and socially acceptable to the public so that it might be widely adopted. In this study, general information about mechanical processing of solid biofuels is given.

## **2. THE MOLDING EQUIPMENT**

Different systems of molding equipment for biomass are as follows:

- a) Hydraulic or mechanical presses forming a single brick with a diameter of 50 to 60 mm, usually used for straw, sawdust, paper, chops with a capacity of 250 kg.h<sup>-1</sup>. Generally, made up of a mill with two presses having about 50 kW power and efficiency of up to 0.5t.h<sup>-1</sup>.
- b) Screw presses with single or double spindle with capacity around 0.5 t.h<sup>-1</sup> and 50 kW or up to 70 kW (with the necessary auxiliary equipment for drying) power. Briquettes from screw presses are characterized by high compression and long durability. These presses are suitable for pressing sawdust, they are not appropriate for pressing culm crops.
- c) Extruder derived from granulation presses for the production of textured feed based on straw. There are two types of extruders, with a circular vertical matrix and with a horizontal stamping die desk.

The capacities of these presses may be greater than 1 t.h<sup>-1</sup> at powers up to 150 kW. Recently, extruders equipped with self-propelled facilities are developed (Pastorek et al., 2004).

Wooden briquettes and pellets are formed with suitable sizes (usually with dimensions 8 × 8 × 1 mm, depending on the parameters of briquette press) at high pressures (up to 31.5 MPa) and temperatures when the lignin plasticizes and assumes the function of binder. It leads to volume reduction of input materials in approximately 12:1 ratio. Sometimes briquettes and pellets are produced from combination of wood waste and coal dust. In that case, it's mixed with a small amount of grinded limestone, which binds sulfur from coal.

Bio-briquettes or wood pellets from another combustible organic material (e.g. cob), enables further use of the hearth to the classic solid biofuels (mainly wood and wood chips). This is especially advantageous for low heat powered furnaces with intermittent operation (small boilers for wood chunks with a heating power up to 50 kW).

Energetically, the production of briquettes and pellets is quite difficult because it requires a higher level of disintegration of input material while reducing its moisture content. Therefore, it's advantageous to produce them from dried and disintegrated side-materials obtained during other previous technological processes such as; sawdust and shavings from the dry wood in carpenter shops.

The result of pressing wood material is improved by fuel with low sulfur content (up to 0.07%, for comparison; sulfur content of brown coal is just below 2%), with a calorific value from 18 to 20 MJ.kg<sup>-1</sup>, relative humidity of 5 to 9%, bulk density 800 to 1000 kg.m<sup>-3</sup>, with 1.2 % ash content, capable of saving storage space, at conditions up to 80% air relative humidity for almost unlimited time period.

### 3. PELLETING

#### 3.1. The pelleting process

In the pelleting process loose material is converted to compressed material. As a result of the pressure and heat applied to the substances, the density of the material is increased by a factor of up to 10, in pellets with diameters of 3 up to 30mm. The pellets produced in this manner are compact, dustless and easy to transport. Compactness and dimensions of all pellets are always identical (under identical production conditions). By producing pellets out of fluff (lightly compacted materials) a high quality of substitute fuel is obtained. In order to achieve a homogenous processing of the different primary materials, steam or water can be added in our conditioner before the material is transported to the pellet mill (Anonymous, 2008-a).

The best raw material for pellet production is wood in the form of saw dust with a minimum dust content, which worsens the strength of pellets. The optimal dimensions for sawdust are 2 to 3 mm. Moisture content in the raw material should be around 10%. The raw material with higher moisture contents must be dried before processing. The most economic way of drying is by means of gas heated drum type dryers. But in recent years, hot air dryers (160 °C) are preferred for avoiding loss of volatile flammable substances (Sladký et al., 2002).

#### 3.2. Wood pelleting

Wood pelleting process includes machinery for wood grinding and pelleting inclusive chippers and dryers to process wet and/or green wood prior to the pelleting process. Compression by pelleting of biomass results in a substantial increase in density. When turning wood chips into compressed wood pellets in increase in density typically corresponds to a rise from 150 kg.m<sup>-3</sup> to 650 kg.m<sup>-3</sup>. The steps of this process are as follows (Anonymous, 2008-b):

√ Pre-grinding size reduction: Raw material supplied as wooden chips with sizes 100+ mm

require size reduction in chipper and hammer mill previous to the subsequent drying process.

- √ Drying: Generally, Drum Driers are used for this process. Raw material is dried before the fine-grinding (Figure 1).
- √ Fine grinding: Usually, raw material is not in optimal condition for the production process (as sawdust, shavings, and wood chunks) therefore, it should be homogenized before the main pelleting. This is usually done by an efficient hammer mill with suitable screens (Sladký, 1995). The large surface open fiber of the ground products facilitates absorption of steam in the cascade mixer. Steam and increased temperature in the cascade mixer soften the lignin in the wood, after which pelleting can go on without addition of binders.
- √ Pelleting: The main manufacturing machine for pelleting is matrix extrusion press, designed as disk-type flat or orbicular (Figure 2). Extrusion dies are made of stainless steel which is equipped with a set of holes for required cross-sections and above a spin off roller which pushes the processed material through the matrix. A considerable heat is released while processing, which softens and releases lignin in the raw material (Pastorek et al., 2004).
- √ Cooling: Cooling pellets after exiting from pellet machine is essential, because the pellets receive the required strength and durability, as lignin hangs with the added binder (Sladký et al., 2002). Due to the friction generated in the die during the pelleting process, additional heat is developed in the pellets. The heat must be removed before the pellets are sifted and stored. The pellets are cooled by air taken from the surrounding room, and therefore the pellet temperature will always be 5-10 °C above room temperature. Cooler retention time and wood pellet diameter are decisive for dimensioning of the cooler.



Figure 1. Drum dryer

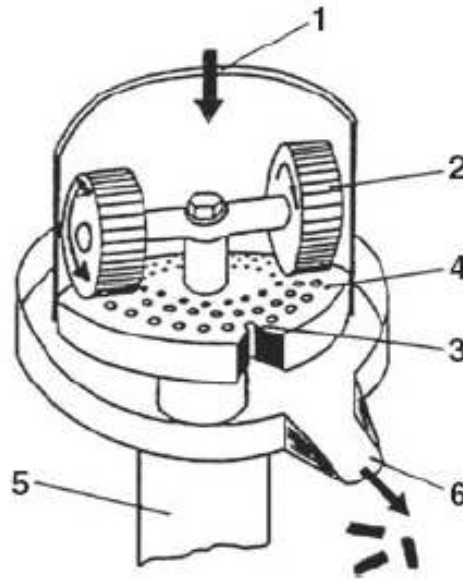


Figure 2. Matrix granule extruder with horizontal matrix and rolling wheels (Pastorek et al., 2004) (1. insertion of crushed straw, 2. extrusion wheel, 3. matrix openings, 4. horizontal matrix, 5. transmission and electric motor, 6. removal of pellets)

### 3.3. Advantages of Pellet Fuel

The advantageous of pellet fuels are as follows (Anonymous, 2009-b):

- √ Storage: Since pellet fuel is compressed, storage space is cut in half or more.
- √ Handling: Pellet fuel is free flowing and can be easily handled by bulk conveying equipment.
- √ Durability: Pellet fuel can be either manually or automatically handled with little degradation.
- √ Transportation: Pellets can be moved in bag or bulk at double or more payloads on trucks and rail cars.
- √ Packaging: Pellets can be bagged in various size bags (including the one ton "tote" bag) or trucks.
- √ Availability: Pellets are available over all of North America.
- √ Longevity: Pellet quality is maintained indefinitely if kept dry.
- √ Renewable: Pellet fuel is made from waste materials that would largely go into landfills.
- √ Blending: The raw material can be easily mixed with other ingredients to lower emissions.
- √ Aeration: The shape and density of pellets assures combustion air is circulated throughout the fuel.
- √ Pricing: Cost per kW is competitive to oil, propane and coal and cheaper than chunk wood or electricity.
- √ Ignition: Ignition is quick and easy due to density, aeration and surface area.
- √ Standard Uniformity: Pellets are uniform in size and moisture.
- √ Residues: Pellet fuel ash is good soil enhancement, mostly potash.
- √ Environment: Pellets are usually made from organic, non-polluting materials and are clean burning.

- √ Clean: Densified fuel is clean and stays that way to keep living and work areas clean.
- √ Combustion Chamber: Because pellets are densified, the combustion chamber can be adaptable, much smaller and less expensive to build and will work in existing solid fuel system.
- √ Standardization: Pellets meet the standards set by the Pellet Fuels Institute for dependability of heat, cleanliness, size and moisture.

### 3.4. Pellets

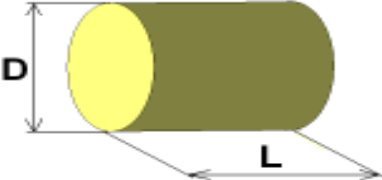
Pellets are usually circular cross-section with a diameter from 6 to 20 mm and a length of 10 to 50 mm which are made exclusively from organic materials and biomass (wood, wood waste, sawdust, culm crops) without chemical additives and binders. Pellets are pressed in high pressured extrusion matrixes. The characteristics of pellets for domestic use are given in Table 1 (Anonymous, 2009-a).

Wood pellets have a calorific value from 18 to 19 MJ.kg<sup>-1</sup>, which is in between the black and brown coal the list of fuel ranks, in this sense. They have, however, higher combustion efficiency and unlike in coal which has up to 30% of solid waste, wood pellets only have 0.5-1% of waste (ash). Ash from the wood pellet is an excellent garden mineral fertilizer. In comparison with conventional timber, which has 15-20% moisture content and also lower calorific value approximately 14 MJ.kg<sup>-1</sup> after two years of storing, wood pellets have moisture content among 8-10%. They provide higher life span for combustion equipment. Pellets are produced in two types; pellets from culm crops and wood pellets (Sladký, 1995). Other specifications of pellets are given in Table 2.

Table 1. Pellet characteristics for domestic use (Anonymous, 2009)

Heating value	> 4,7 kWh (>17 MJ/kg)
Moisture content	Max. 10%
Ash content	Max. 0.5%
Dimension	Diameter: 6 mm; Length: 25 mm

Table 2. Properties of pellets

Origin	Biomass from wood, plants, fruits or mixtures
Commercial form	Pellets
Dimensions DxL (mm)	
Diameter (D) and length (L)	
D06	$\leq 6 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ and $L \leq 5 \times \text{diameter}$
D08	$\leq 8 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ and $L \leq 4 \times \text{diameter}$
D10	$\leq 10 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ and $L \leq 4 \times \text{diameter}$
D12	$\leq 12 \text{ mm} \pm 1.0 \text{ mm}$ and $L \leq 4 \times \text{diameter}$
D25	$\leq 25 \text{ mm} \pm 1.0 \text{ mm}$ and $L \leq 4 \times \text{diameter}$
Water (%)	
M10	$\leq 10 \%$
M15	$\leq 15 \%$
M20	$\leq 20 \%$
Ash (%)	
A 0.7	$\leq 0.7 \%$
A 1.5	$\leq 1.5 \%$
A 3.0	$\leq 3.0 \%$
A 6.0	$\leq 6.0 \%$
A 6.0+	$> 6.0 \%$
Sulfur	
S 0.05	$\leq 0.05 \%$
S 0.08	$\leq 0.08 \%$
S 0.10	$\leq 0.10 \%$
S 0.20+	$> 0.20 \%$
Mechanical resistance (%)	
DU 97.5	$\geq 97.5 \%$
DU 95.0	$\geq 95.0 \%$
DU 90.0	$\geq 90.0 \%$
Amount of fine parts (%)	
F 1.0	$\leq 1.0 \%$
F 2.0	$\leq 2.0 \%$
F 2.0+	$> 2.0 \%$

#### 4. BRIQUETTING

Briquetting is a process where some type of material is compressed under high pressure. If the raw material is wood, the lignin content of the wood is liberated under this pressure thus binding the material into a briquette. During the compression of the material, temperatures rise sufficiently to make the raw material liberate various adhesives (Anonymous, 2009-c). The basic briquetting input parameter is the moisture content, which is important for the pressing of materials for biomass. If the moisture content of material exceeds 20 %, the biomass in the pressing chamber will not be in the desired size and the

briquettes will break up. Moisture content up to 15% is recommended for high quality compaction (Plištil et al., 2002; Plištil and Malat'ák, 2004).

Mechanical and chemical properties of materials are used for briquetting by means of high pressure compresses into the compact shapes without using a binder just with the resin contained in the material.

Limiting factors for the processing of material are the moisture content of the material which should not exceed 15 % and granularity which should not exceed  $\Phi$  15 mm in one direction. The pressed material should not contain more than 6-8% of bark and 20% of dust. The degree of compression affects the quality

of parameters such as calorific value, shape stability, etc.

Briquetters originated in Europe and were used for converting wood particulate in smaller woodworking shops to a format which could be used for heating the building. Many European woodworking operations today use these machines for this reason. Briquette presses may have different structures according to driving unit, press chamber or pressing tool functioning at 400 MPa or more pressures and temperatures at about 70 °C (Figure 3). They provide a volume reduction of approximately 12:1 (Plíštil et al., 2004-a). There are basically two types of briquetters; hydraulic types with hydraulic pumps and mechanical types. The hydraulic systems come in vane, gear and positive piston displacement pumping systems. Vane and gear types tend to be less expensive and should be used only where daily operation is a few hours. The reason for this is they are viscosity dependent. As they continue to operate the hydraulic oil heats up and gets thinner, causing the pumps to work harder and causing the oil to heat up even more eventually resulting in pump failure.

Mechanical type briquetters are usually for larger capacity operations and lack the complications of hydraulic types while still employing modern automated control systems (Anonymous, 2009-d). Two types of mechanical briquetters are available, piston presser and screw presser. Although both technologies have their merits and demerits, it is universally accepted that the screw pressed briquettes are far superior to the ram pressed solid briquettes in

terms of their storability and combustibility. (Grover and Mishra 1996). Best briquettes are produced by screw pressers (compaction to 100:1) used for producing fire-briquettes which has a central hole on it for better combustion. Table 3 shows a comparison between a screw extruder and a piston press.

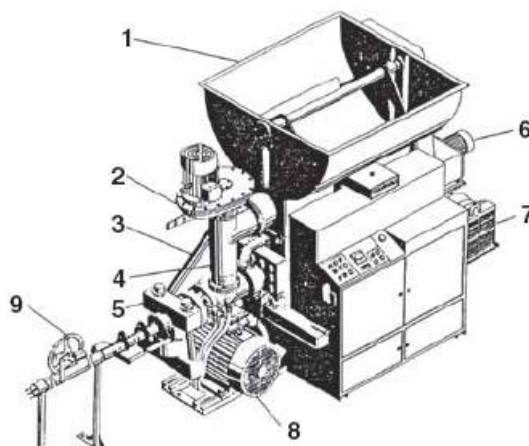


Figure 3. Briquette press (1. hopper crushed straw (sawdust) with spiral discharger, 2. transmission of electromotor for vertical spiral feeder, 3. V-belt of balance wheel for crank mechanism, 4. vertical bailer of straw for presser, 5. pressure regulator, 6. electromotor for discharging spiral conveyor, 7. condenser of cooling unit, 8. electromotor of presser, 9. counter for produced briquettes (length))

Table 3. Comparison of screw extruder and a piston press

	Piston press	Screw extruder
Optimum moisture content of raw material	10...15%	8...9%
Wear of contact parts	Low in case of ram and die	High in case of screw
Output from the machine	In strokes	Continuous
Power consumption	50 kWh.ton <sup>-1</sup>	60 kWh.ton <sup>-1</sup>
Density of Briquette	1...1.2 g.cm <sup>-3</sup>	1...1.4 g.cm <sup>-3</sup>
Maintenance	High	Low
Combustion performance of briquettes	Not so good	Very good
Carbonization to charcoal	Not possible	Very good
Suitability in gasifiers	Not suitable	Suitable
Homogeneity of briquettes	Non-homogeneous	homogeneous

Normally, briquettes have 18 to 20 MJ.kg<sup>-1</sup> calorific values according to the quality standards but, high calorific values up to 33 MJ.kg<sup>-1</sup> can be achieved with hard wood and wood dust materials. (Plíštil et al., 2004-b).

**Briquettes**

Briquettes are fuels artificially made by pressing bulk material without additional binders into the desired forms for burning. Different types of briquettes are demonstrated in Figure 4 (Anonymous,

2009-e). It is created by pressing the heterogeneous components (stems, leaves etc.). It is therefore impossible to speak of a homogeneous body. Local bulk density ( $\rho$ ) of briquettes is a function of (x, y, z) and depends on:

- Pressing pressure
- Structure of the material
- Moisture content of the material
- Type of pressing material



Figure 4. Briquettes (Anonymous 2009-e)

Briquettable materials are; waste wood, bark, old forest, chips and dusts from the wood and paper working, jute fibers and dust, filter dusts from exhaust air and flue gas dust collection of garbage incineration plants, paper scraps from shredder, hay straw, particle board chips, tobacco dusts, polystyrene, polyurethane foams, cotton stalks, vine cuts, rigid PVC dust, gypsum, spelt, peanut shells, coconut fibers, etc. (Anonymous 2009-e).

Briquettes must meet the safety, health, technical, trade and other requirements including provisions relating to the protection of the environment.

Standard form of fuel for its other usage in combustion equipment is achieved in briquetting. This is achieved by volume reduction and increase in the bulk density therefore increase in available energy. From the mechanical properties of standards for briquettes essential parameters are bulk density and mechanical strength. These parameters are dependent on used materials, its structure, moisture content and compression pressure.

Wood briquettes are mainly suitable for burning in furnace, stoves and garden grills. They are advantageous for their small demands on storage space, insensible of relative humidity and the possibility of using the ash as an excellent mineral fertilizer (ash content is 0.5-2%). Average density for briquettes varies among 1000-1200 kg.m<sup>-3</sup>. Other properties of briquettes are given in Table 4.

Agricultural residues are also very suitable for briquetting especially briquettes from energy plants can be a good source for heating (Malat'ák and Vaculík, 2008) (Figure 5). There's a big potential for briquetting of hazelnut shells or husks in Black Sea region in Turkey. Unprocessed hazelnut shells are already used as a source of heating energy in the region. They can be well managed if they are briquetted like almond shells (Figure 6). But, more researches must be done on mechanical processing of hazelnut shells and husks especially searching their appropriateness for pelleting or briquetting.



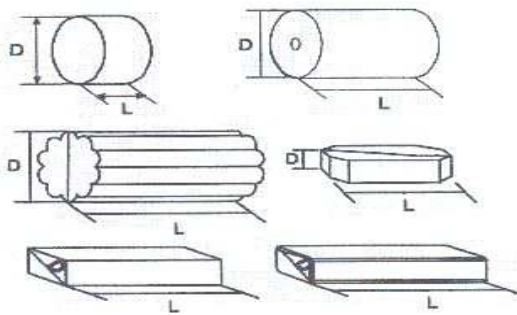
Figure 5. Briquettes from energy plants



Figure 6. Briquettes from almond shells



Table 4. Properties of briquettes

Origin	Biomass from wood, plants or mixtures
Commercial form	Briquettes
Dimensions DxL (mm)	
Diameter (D)	
D40	$25 \leq D \leq 40$
D50	$\leq 50$
D60	$\leq 60$
D80	$\leq 80$
D100	$\leq 100$
D125	$\leq 125$
D125+	$\leq 125$ , actual measured values
Length (L)	
L50	$\leq 50$
L100	$\leq 100$
L200	$\leq 200$
L300	$\leq 300$
L400	$\leq 400$
L400+	$\geq 400$ , actual measured values
Water (%)	
M10	$\leq 10 \%$
M15	$\leq 15 \%$
M20	$\leq 20 \%$
Ash (%)	
A 0.7	$\leq 0.7 \%$
A 1.5	$\leq 1.5 \%$
A 3.0	$\leq 3.0 \%$
A 6.0	$\leq 6.0 \%$
A 10.0	$\leq 10.0 \%$
Sulphur	
S 0.05	$\leq 0.05 \%$
S 0.08	$\leq 0.08 \%$
S 0.10	$\leq 0.10 \%$
S 0.20	$\leq 0.20 \%$
S 0.20+	$> 0.20 \%$ , actual measured values
Density ( $\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ )	
DE 0.8	0.80 to 0.99
DE 1.0	1.00 to 1.09
DE 1.1	1.09 to 1.19
DE 1.2	$\geq 1.20$
Nitrogen (%)	
N 0.3	$\leq 0.3 \%$
N 0.5	$\leq 0.5 \%$
N 1.0	$\leq 1.0 \%$
N 3.0	$\leq 3.0 \%$
N 3.0+	$> 3.0 \%$ , actual measured values

## 5. BRIQUETTES VERSUS PELLETS

Briquettes are an attractive alternative to pellets. There are many advantages in favour of a briquetting

plant when making the comparison with the investment in a pellet plant. The advantages are as follows (Anonymous, 2009-c):

- √ Briquettes can be produced on a mechanical briquetting press from volumes of 225 kg per hour up to 1800 kg per hour,
- √ The mentioned production volumes makes it attractive to a larger number of investors to invest in their own plant,
- √ The overall investment is considerably lower than a pellet plant, but also the calculated investment per ton,
- √ Operating costs such as labor and electricity are lower per ton produced,
- √ Maintenance costs such as wear parts are lower per ton produced,
- √ Briquettes can be produced from material not acceptable to pelleting,
- √ Particle sizes can be larger than for pellets – moisture level is similar,
- √ Transportation, loading and storage system are similar,
- √ Bulk density and fuel values are similar.

Comparison between briquettes and pellets is given in Table 5 (Anonymous, 2009-a).

## 6. BASIC TYPES OF SELECTED SOLID BIOFUELS

A summary of basic types and properties of selected biofuels which are used in international markets are given below (Malat'ák and Vaculík, 2008):



**Wood pellets:** Mechanically processed under high pressure, from dry, clean wood chippings, sawdust (6 to 12% moisture content), with some wood dust in the

form of cylinders with a diameter of 6 and 20 mm (exceptionally to 40 mm), length from 10 to 50 mm, with density 1 to 1.4 kg.dm<sup>-3</sup>. Calorific value 16.5 to 18.5 MJ.kg<sup>-1</sup> and ash content in dry matter from 0.5 to 1.1 %. Maximum allowable content of pollutants, bark and organic binder is up to 2%. Has good bulk and storage properties and high concentration of energy for local automatic furnaces, small family stoves, can also complement the coal in boiler plants. The ratio of diameter to the length should not be greater than 1:3.

**Wood briquettes:** Mechanically processed under high pressure from dry wood pulp, sawdust and fine shavings (6 to 12 % moisture content) in the form of cylinders, prisms, or hexahedron, with a diameter of 40 to 100 mm, length 300 mm and density 1 to 1.4 kg.dm<sup>-3</sup>. Calorific value 16.5 to 18.5 MJ.kg<sup>-1</sup> and ash content in dry matter from 0.5 to 1.5%. Allowable content of pollutants and organic binder is set by standards. It can be used in small stoves, local heaters and in manually charged boilers and hearths.

**Wooden, straw, rind and paper packets:** Composite roughly crushed biomass pressed with medium pressure (25 MPa) in the form of cylinders with a diameter up to 150 mm and length of 300 to 500 mm, with density of 0.3 kg.dm<sup>-3</sup> and moisture content below 18%. It has a calorific value of 15 MJ.kg<sup>-1</sup>. They are not common commercial fuels, needs technological modifications of mixed fuel, production residues and packing in storage before combustion chamber. The aim of the adjustment is to increase energy concentration and saving storage space. Suitable for boilers with an output power over 500 kW as an energetically supporting fuel.

Table 5. Comparison between briquettes and pellets

	Pellets	Briquettes
Appearance		
Raw material	Dry and grinded wood or agricultural residues	Dry and grinded wood or agricultural residues. Raw material can be more coarse than for pelleting, due to the larger dimensions of final product
Shape	Cylindrical (generally Ø 6 to 12 mm, with a length 4 to 5 times the Ø).	Cylindrical (generally Ø 80 to 90 mm) or parallelepiped (150*70*60 mm)
Structure	Stable, hard, without dust	Relatively friable, fragile
Bulk density	Min. 650 kg/m <sup>3</sup>	600 to 700 kg/m <sup>3</sup>
Aspect	"Smooth"	Mostly "rough"
Transport	Bulk, bags, big bags	Unit, pallet
Handling	Manual or automatic use	Manual use

**Pellets from culm crops:** Mechanically processed under high pressure from dry, crushed culm crops (cereals straw, oilseeds, grass, energy plants; having moisture content of 8 to 15 %), in the form of cylinders with a diameter of 6 to 20 mm (exceptionally prisms with a diameter of 40 mm), length from 10 to 50 mm with density of 1 to 1.4 kg.dm<sup>-3</sup>. It has a calorific value of 16.5 to 17.5 MJ.kg<sup>-1</sup> (from straw of oil plants up to 19MJ.kg<sup>-1</sup>) and ash content of 5 to 6%. Allowable content of pollutants and organic binder is set by standards. It can be used as additive fuel in automatic furnaces with heat output over 25 kW. Combustion, ash and emission problems may occur while burning pellets with diameter greater than 6 mm.

**Briquettes from culm crops:** Mechanically processed under high pressure from dry, crushed or short cut culm crops (cereal straw, oil plants, grass, energy plants, weed seeds; having moisture content of 8 to 14%) in the form of cylinders, prisms or hexahedron having a diameter of 40 to 100 mm, length 300 mm with a density of 1.2 kg.dm<sup>-3</sup>. It has a calorific value of 16.5 to 17.5 MJ.kg<sup>-1</sup> and from straw of oil plants up to 19MJ.kg<sup>-1</sup> and ash content of 5 to 6 %. Impurity and organic binder is set by standards. It can be used in stoves and in manually charged boilers and hearths having powers over 25 kW.

**Bark as fuel:** Dry bark from conifers is a part of wood fuel or used separately, in the form of briquettes, small pellets. Calorific value with regard to the resin content is up to 20 MJ.kg<sup>-1</sup>, but if polluted with soil it has higher ash content (up to 6%).

**Composite briquettes and pellets:** Mechanically processed under high pressure from dry, crushed substrates dominated by wood or stalk substances with low sulfur, lime dust, paper contents and organic binders (starch, molasses). They have moisture contents 8-15% and calorific value up to 22 MJ.kg<sup>-1</sup>, diameter to 20 mm and length 50 mm, Ash content up to 8%. They are prospectively formed biofuels for universal use in automatic boilers with higher heat output

**Culm crop bales:** There are four types of bales; bales with low density of about 60 kg.m<sup>-3</sup> and weighing 3 to 10 kg/bale. Second type; high density bales (120 kg.m<sup>-3</sup>) and 10 to 20 kg/bale. Giant cylindrical bale with density of 110 kg.m<sup>-3</sup> and weighing 200 to 300 kg/bale. The last type is giant prism bale with density about 150 kg.m<sup>-3</sup> and having 300 to 500 kg/bale.

## 7. CONCLUSION

The mechanical process of solid biofuels was analyzed in terms of molding equipments, pelleting and briquetting technologies. Basic types of selected solid biofuels were also introduced.

Solid biofuels are used to recuperate energy from the wastes mainly from agricultural wastes. Support of agricultural non-food products for its use as a

renewable energy source is considered as innovative but, biofuels are not competitive with the classical energy sources without subsidizes. Current agrarian policy of EU accentuates for such use of agricultural products. But, of course a state support is also needed to gain a larger share on the market.

Biofuels can not be used directly in combustion equipment for energy production. It should be adjusted to a suitable shape and dimensions using methods of briquetting and pelleting. Solid biofuels in the form of briquettes or pellets and mechanical processing of them is a quite new topic for Turkey. When viewed from this aspect, Turkey has big potential of biomass especially when the agricultural residues concerned. The total agricultural biomass potential was approximately 363.1 PJ per year in Turkey. Even though Turkey has such big biomass potential, adequate enterprises yet to be established. This huge waste must be utilized by carrying out more scientific researches and by developing appropriate mechanization systems for them. In this study a theoretical approach was provided in a comprehensive manner, in this sense.

## 8. REFERENCES

- Anonymous, 2008-a. Waste Pelleting. [http://www.andritz.com/ANONID5EFF28FA5F9068E/F/ft\\_waste\\_pelleting\\_2008](http://www.andritz.com/ANONID5EFF28FA5F9068E/F/ft_waste_pelleting_2008)
- Anonymous, 2008-b. [http://www.andritz.com/ANONID5EFF28FA5F9068E/F/ft\\_wood\\_pelleting\\_2008/afb\\_wood\\_cooling.htm](http://www.andritz.com/ANONID5EFF28FA5F9068E/F/ft_wood_pelleting_2008/afb_wood_cooling.htm)
- Anonymous, 2009-a. EUBIA, European Biomass Industry Association. [http://www.eubia.org/about\\_biomass.0.html](http://www.eubia.org/about_biomass.0.html)
- Anonymous, 2009-b. Pellet Systems Consulting. <http://www.pelletsystemsconsult.com>
- Anonymous, 2009-c. Briquetting in general. <http://www.cfnelsen.com/briquetting.php?id=7>
- Anonymous, 2009-d. Briquetters-A History. <http://www.briquettingsystems.com/agri/2/index.php>
- Anonymous, 2009-e. Briquetting Materials. <http://www.rictec.com.sg/briquetting/briquetting-materials.php>
- Başçetinçelik, A., Karaca, C., Öztürk, H.H., Kaçıra, M., Ekinci, K. 2005-a. Agricultural Biomass Potential in Turkey. Proceedings of the 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture & 27th International Conference of CIGR Section IV: The Efficient Use of Electricity and Renewable Energy Sources in Agriculture,, İzmir-TURKEY
- Başçetinçelik, A., Karaca, C., Öztürk, H.H., Kaçıra, M., Ekinci, K. 2005-b. Regional Distribution of Agricultural Biomass Potential in Turkey. Proceedings of the 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture & 27th International Conference of CIGR Section IV: The Efficient Use of Electricity and Renewable Energy Sources in Agriculture,, İzmir-TURKEY

- Demirbaş, A., Demirbaş, A. Ş., Demirbaş, A.H., 2004. Briquetting Properties of Biomass Waste Materials. *Energy Sources*, 26:83–91.
- Eriksson S., Prior M., 1990. The briquetting of agricultural wastes for fuel. Publications Division,
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy
- Grover, P.D., Mishra, S.K. 1996. Biomass briquetting: Technology and Practices. Regional Wood Energy Development Programme in Asia Gcp/ras/154/net. Feild Document No:46.
- Heinimö, J. 2008. Methodological aspects on international biofuels trade: International streams and trade of solid and liquid biofuels in Finland. *Biomass and Bioenergy*. 32:702-716.
- Kaygusuz, K., Türker, M.F. 2002. Biomass energy potential in Turkey. *Renewable Energy* 26 (2002) 661–678
- Malat'ák, J., Gürdil, G. A. K., Pinar, Y., Vaculík, P., Selvi, K. Ç., 2008. Solid Recovered Fuels from Agricultural Wastes. *Journal of Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University*. 23(1): 51-58. Samsun Turkey.
- Malat'ák, J., Vaculík, P., 2008. Biomasa pro výrobu energie (Biomass for energy production). Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta. p: 192, ISBN 978-80-213-1810-6.
- Pastorek, Z., Kára, J., Jevič, P., 2004. Biomasa obnovitelný zdroj energie (Biomass renewable source of energy). FCC Public, Praha, 288 s., ISBN: 80-86534-06-5.
- Plištil, D., Brožek, M., Malat'ák, J., 2004-b. Compaction Fytomass to the Briquettes. In. Book of Abstracts – 2nd International PHD Conference on Mechanical Engineering, ZU v Plzni, TYPOS, Plzeň, s. 97-98, ISBN 80-7043-330-2.
- Plištil, D., Brožek, M., Malat'ák, J., Heneman, P., 2004-a. Heating briquettes from energy crops. In.: *Research in Agricultural Engineering*, Prague, s. 136-139, ISSN 1212-9151.
- Plištil, D., Malat'ák, J., 2004. New Trend in Compacting Energy Herbage. In.: *International Conference of Science: Technical Instruments and Technological Procedures of Processing Primary Commodities for Food Industry and Rational Assessing of the Waste Products*, DTEB, TF CUA Prague, s. 67-70, ISBN 80-213-1177-0.
- Plištil, D., Malat'ák, J., Hutla, P., Roy, A., 2002. The Duality and Dependability of Briquetting Machines. In. 9th International Scientific Symposium – Duality and Reliability of Machines, SPU 2004 Nitra, s. 59-61, ISBN 80-8069-369-2.
- Sladký, V., 1995. Příprava paliva z biomasy (Preparing fuels from biomass). Stud. infor. ÚZPI, Praha, Ř. zeměd. techn. a stavby, č. 3, p: 50.
- Sladký, V., Dvořák, J., Andert, D., 2002. Obnovitelné zdroje energie – fytopaliva (Renewable source of energy – biofuels), p: 55, ISBN 80-238-9952-X.

## INTERACTIONS BETWEEN *BET NECROTIC YELLOW VEIN VIRUS* AND *BET SOILBORNE VIRUS* IN DIFFERENT SUGAR BEET CULTIVARS

Nazlı Dide KUTLUK YILMAZ\*

\*Ondokuz Mayıs University, Agriculture Faculty, Department of Plant Protection, 55139, SAMSUN  
\*e-mail: nazlik@omu.edu.tr

Received Date: 15.06.2009

Accepted Date: 12.04.2010

**ABSTRACT:** In the present study, non-infested soil, naturally infested soils of aviruliferous *Polymyxa betae* and viruliferous *P. betae* carrying *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) and *Beet soilborne virus* (BSBV) were obtained from sugar beet fields during surveys in central and northern parts of Turkey in 2005. These soils, alone and in combination were compared to non-infested soil for their effects on plant fresh weight and virus content by using partially resistant (cv. Leila) and susceptible (cv. Arosa) varieties to the rhizomania disease (caused by BNYVV). Soils infested with *P. betae*, carrying one and both viruses, showed significantly reduced fresh weight of seedlings, and aviruliferous *P. betae* significantly decreased sugar beet growth. Partially resistant cultivar to rhizomania did not show resistance to BSBV in single infection under controlled room conditions. However, ELISA result for BSBV in mixed infection was negative in the partially resistant cultivar to rhizomania. Also, the ELISA absorbance value of BNYVV in the susceptible cultivar to rhizomania was found to be lower in mixed infection than in single infection.

**Key Words:** Sugar beet, rhizomania, *Beet soilborne virus*, *Polymyxa betae*, ELISA, bait plant.

### FARKLI ŞEKER PANCARI ÇEŞİTLERİNDE *BET NECROTIC YELLOW VEIN VIRUS* VE *BET SOILBORNE VIRUS* ARASINDAKİ İLİŞKİLER

**ÖZET:** Bu çalışmada, Türkiye'nin iç ve kuzey bölgelerinde şeker pancarı tarlalarında 2005 yılında yapılan survey çalışmaları ile aviruliferous (virüs taşımayan) *Polymyxa betae*, *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) ve *Beet soilborne virus* (BSBV)'ü içeren *P. betae* ile doğal olarak bulaşık ve bu etmenler ile bulaşık olmayan topraklar elde edilmiştir. Rhizomania hastalığına (BNYVV tarafından sebep olunan) kısmi dayanıklı (cv. Leila) ve hassas (cv. Arosa) şeker pancarı çeşitleri kullanılarak, tek ya da karışık enfeksiyona sahip bu topraklar, bulaşık olmayanlar ile virüs içerikleri ve yaş bitki ağırlıkları yönünden karşılaştırılmıştır. Bir ya da her iki virüsü birden taşıyan *P. betae* ile enfekteli topraklardaki fidelerin yaş bitki ağırlıklarının önemli derecede sınırlandığı ve virüs içermeyen *P. betae* ile bulaşık topraklarda ise şeker pancarı gelişiminin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Rhizomania'ya kısmi dayanıklı olan çeşit, kontrollü şartlar altında tek enfeksiyonda BSBV'ye dayanıklılık göstermemiştir. Bununla birlikte, bu çeşitte karışık enfeksiyonlarda BSBV'nin ELISA değeri negatif olmuştur. Rhizomania'ya hassas çeşitte ise tek BNYVV enfeksiyonu ile karışık enfeksiyon kıyaslandığında, BNYVV'nin ELISA absorbans değerinin karışık enfeksiyonda BNYVV'nin tekli enfeksiyonuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Şeker pancarı, rhizomania, *Beet soilborne virus*, *Polymyxa betae*, ELISA, tuzak bitki.

## 1. INTRODUCTION

*Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) and *Beet soilborne virus* (BSBV) are important soilborne viruses in the production areas of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Turkey. BNYVV is member of the genus *Benyvirus* (Tamada, 1999) while BSBV is classified in the genus *Pomovirus* (Koenig and Lesemann, 2005). Both viruses are transmitted by the plasmodiophorid vector *Polymyxa betae* Keskin (Ivanovic et al., 1983; Asher and Thompson, 1987; Prillwitz and Schlösser, 1992).

BNYVV is responsible for rhizomania disease of sugar beet, was first reported in Turkey in 1988 (Vardar and Erkan, 1992), and then it has spread throughout most provinces where sugar beet is grown (Özgör, 2003).

The disease causes large economic losses by reducing yields up to 100% (Whitney and Duffus, 1998) and decreasing the sugar content from 16-18% to less than 7% (Bongiovanni and Lanzoni, 1964). Also, BSBV can cause a yield loss of up to 70%

(Prillwitz and Schlösser, 1992; Prillwitz, 1993).

BNYVV and BSBV are closely related pathogens and these viruses often occur together in the same field (Prillwitz and Schlösser, 1992; Turina et al., 1996; Mouhanna et al., 2002; Meunier et al., 2003; Kutluk Yilmaz et al., 2005). Both viruses can survive within thick-walled resting spores of *P. betae* for several years in soil (Abe and Tamada, 1986, Prillwitz and Schlösser, 1992). Therefore, partially resistant cultivars have been the only economical way of controlling rhizomania disease. A number of cultivars with varying degrees of resistance or tolerance to BNYVV have been developed and presently grown in rhizomania infested regions. Resistance to rhizomania in most sugar beet cultivars is controlled by the dominant gene *Rz* (Wisler et al., 1999). The resistance of such cultivars has been reported to be caused by a restriction of virus multiplication and/or translocation in the roots (Scholten et al., 1994). Some of these cultivars have shown a variable response in yield when grown in different countries and/or under different conditions (Heijbroek et al., 1999). Besides

this, wild beet accessions like *Beta vulgaris* spp. *maritima* WB41 and WB42 served as sources for additional resistance genes *Rz2* and *Rz3*, respectively (Lewellen et al., 1987; Whitney, 1989).

The aim of this experiment was to determine the effects of *P. betae*, BNYVV, BSBV, alone and in combination, on growth and the virus titers of partially resistant and susceptible sugar beet cultivars to the rhizomania disease in naturally infested soils.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2. 1. Soil Samples

Aviruliferous *P. betae*, non-infested, BNYVV and BSBV-infested soils were collected from sugar beet fields during surveys in central and northern parts of Turkey in August and September 2005 (Table 1). After soil samples were dried at room temperature in a laboratory and sieved through 2 mm screens, some physical and chemical soil properties were determined as follows; particle size distribution by hydrometer method (Day, 1965), soil reaction, pH, 1:1 (w:v) soil:water suspension by pH meter, electrical conductivity (EC<sub>25°C</sub>) in the same suspension by EC meter, organic matter (OM) content by Walkley-Black method, exchangeable cations by ammonia acetate extraction (Kacar, 1994), and according to Bower (US Salinity Lab. Staff, 1954). Locations, physical and chemical properties of the soil samples were given in Table 1.

Before this experiment, all virus-infested and virus free soils were tested prior to this study to confirm the presence or absence of the desired viruses. For this reason, roots from sugar beet plants grown in these soil samples containing cystosori of *P. betae* isolates were stained with lactophenol containing 0.1 % acid fuchsin and were detected by light microscope (Leica, Sweden) (Abe and Tamada, 1986). Then, seedlings were tested for BNYVV and BSBV by ELISA. Non-infested soil was autoclaved prior to use.

### 2. 2. Bait Plant Technique

A rhizomania-susceptible cultivar (cv. Arosa) and a rhizomania-partially resistant cultivar (cv. Leila) were used in this experiment. This study consisted of following treatments: (i) non-infested soil, (ii) aviruliferous *P. betae* infested soil, (iii) BNYVV-infested soil, (iv) BSBV-infested soil, (v) BNYVV- and BSBV-infested soil. In this trial, pots were arranged on controlled room benches in a randomized complete block design with three replications for each treatment.

Each of the soil samples were mixed in equal parts with autoclaved sand to facilitate ease of root removal of bait plants at harvest. Then, approximately 10 sugar beet seeds were sown in 300 mL each plastic pots containing mixed soil. The plants were grown under controlled conditions with a 16-h photoperiod at 20°C (night) and 23°C (day). The pots were watered directly as needed. The bait plants were harvested weekly for 6 weeks starting 2 weeks post

emergence of seedlings. In the harvest, the number of plants per pot was determined, their roots were carefully washed in running tap water, cut and weighted. After the fresh weight was obtained, the combined roots of each pot were tested for BNYVV and BSBV by enzyme linked immunosorbent assay (ELISA).

### 2. 3. Serological Tests

The roots of sugar beet plants were tested for the presences of BNYVV and BSBV by ELISA. The double-antibody sandwich (DAS)-ELISA was used to determine BNYVV infection by using antiserum supplied by Sediag Biochemica (France). DAS-ELISA was performed according to Clark and Adams (1977), except that extraction buffer included 0.1% nonfat dry milk instead of bovine serum albumin (Arif et al., 1994).

A triple-antibody sandwich (TAS)-ELISA were used to test for BSBV. TAS-ELISA was performed according to instructions of the antiserum producer (Adgen, England). The plates were measured using a microplate reader (Tecan Spectra II, Grödig/Salzburg, Austria). All reported ELISA values were taken after 2 hr substrate incubation and samples were considered positive when the absorbance at A<sub>405</sub> nm values exceeded the mean of the healthy controls by at least factor of three (Wisler et al., 2003).

### 2. 4. Statistical Analyses

Data obtained from each individual pot were used in statistical analyses. Analyses of variance were run using SPSS 11.0 statistical software programme (SPSS Inc., Cary, NC, USA). Then, LSD Multiple Range Test was used to reveal if difference is present. Significance was evaluated at  $P < 0.01$  or  $P < 0.05$  for all tests.

## 3. RESULTS

All soil samples in this experiment showed similar properties each other according to the results that can be summarized as follows; textural classes of the soils are clay, slightly alkaline in pH, moderate in organic matter, non saline according to EC value (Soil Survey Staff., 1993) (Table 1).

*F* values and significant levels of the variance analyses for ELISA absorbance values and total plant fresh weight are shown in Table 2. There were significant differences among cultivars, soil treatments, harvest date, and their interactions for the BNYVV ELISA values. Significant differences among the BSBV ELISA absorbance values occurred for soil treatments, interactions of cultivar x soil treatments and cultivar x harvest date under controlled room conditions. There were also significant differences for the total plant fresh weight among cultivars, soil treatments, harvest date, interaction of cultivar x soil treatment and soil treatments x harvest date (Table 2).

**Interactions between beet necrotic yellow vein virus and beet soilborne virus in different sugar beet cultivars**

The total plant fresh weight was significantly decreased by single and mixed infections of BSBV, BNYVV and *P. betae* when compared with the non-infested treatment (Table 3). Additionally, infection by aviruliferous *P. betae* caused a significant

reduction in plant weight in both partially resistant and susceptible cultivars (Figure 1). The *P. betae* cystosori in the roots of BNYVV-infected sample is shown in Figure 2.

Table 1. Origins and physicochemical properties of aviruliferous *P. betae*, non-infested, BNYVV and BSBV-infested soil used in this study.

	Non-infested soil	Aviruliferous <i>P. betae</i> infested soil	BNVYY infested soil	BSBV infested soil	BNYVV+ BSBV infested soil
Soil Locations	Kocakavak/ Carsamba/ Samsun	Durakbasi / Carsamba / Samsun	Kiyikavurgali / Kizilirmak / Cankiri	Derekoy / Havza / Samsun	A. Narli / Vezirkopru / Samsun
Clay, %	58.14	47.66	48.07	42.83	48.06
Silt, %	28.70	36.15	30.09	25.34	25.39
Sand, %	13.16	16.88	21.83	31.83	26.54
Texture class	Clay	Clay	Clay	Clay	Clay
pH (1:1)	7.75	7.75	7.77	7.73	7.88
EC, dSm <sup>t</sup>	0.598	0.583	0.850	0.367	0.615
CEC, cmol kg <sup>-1</sup>	21.25	35.49	37.12	27.15	26.43
Organic matter, %	3.27	3.17	4.19	2.66	3.81
CaCO <sub>3</sub> , %	5.22	8.52	7.00	2.62	18.75
Na, cmol kg <sup>-1</sup>	0.281	0.512	0.540	0.081	0.435
K, cmol kg <sup>-1</sup>	0.410	0.641	0.973	0.492	0.949
Ca, cmol kg <sup>-1</sup>	35.31	31.84	29.40	28.5	29.66
Mg, cmol kg <sup>-1</sup>	6.46	11.77	11.66	5.66	7.83

Table 2. *F* values from variance analyses for ELISA absorbances values and total fresh weight.

Source	df	<i>F</i> values			Weight (g)
		BNYVV	BSBV	Weight (g)	
Cultivar	1	210.62**	1.01 ns	17.58**	
Soil treatment	4	152.66**	48.33**	259.34**	
Cultivar x Soil treatment	4	84.41**	5.47**	10.30**	
Harvest date	5	4.26**	1.91 ns	28.83**	
Cultivar x Harvest date	5	3.88**	3.06*	1.94 ns	
Soil treatment x Harvest date	20	11.20**	2.00 ns	21.83**	
Cultivar x Soil treatment x Harvest date	20	7.83**	2.38 ns	1.98 ns	
Error	118				

ns: not significant; \* and \*\* indicate significance at the  $P \leq 0.05$  and  $0.01$  levels, respectively, according to *F* test.

Table 3. Main effect treatment means for ELISA values for BNYVV, BSBV and total fresh weight evaluated for two cultivars over five soil treatments and six weekly harvest dates\*

Treatments	BNYVV	BSBV	Weight (g)
Grand mean	0.567	0.444	0.520
Cultivar			
Susceptible (cv. Arosa)	0.809 <sup>a</sup>	0.464	0.572 <sup>a</sup>
Partially Resistant (cv. Leila)	0.325 <sup>b</sup>	0.423	0.467 <sup>b</sup>
Soil treatment			
Noninfested	0.235 <sup>c</sup>	0.223 <sup>c</sup>	1.319 <sup>a</sup>
<i>Polymyxa betae</i>	0.235 <sup>c</sup>	0.223 <sup>c</sup>	0.416 <sup>b</sup>
BSBV	0.235 <sup>c</sup>	0.887 <sup>a</sup>	0.254 <sup>c</sup>
BNYVV	1.166 <sup>a</sup>	0.223 <sup>c</sup>	0.337 <sup>bc</sup>
Mixed infection	0.965 <sup>b</sup>	0.662 <sup>b</sup>	0.271 <sup>c</sup>
Harvest date			
Week 1	0.528 <sup>ab</sup>	0.361	0.264 <sup>d</sup>
Week 2	0.572 <sup>ab</sup>	0.409	0.383 <sup>c</sup>
Week 3	0.641 <sup>a</sup>	0.483	0.530 <sup>b</sup>
Week 4	0.586 <sup>a</sup>	0.398	0.646 <sup>a</sup>
Week 5	0.654 <sup>a</sup>	0.461	0.690 <sup>a</sup>
Week 6	0.423 <sup>b</sup>	0.549	0.604 <sup>ab</sup>

- Means within the columns followed by a different letter are significant at  $P \leq 0.01$  according to LSD multiple range test.

Table 4. ELISA values for BNYVV and BSBV in single and mixed infections rhizomania-partially resistant and -susceptible sugar beet cultivars\*

Soil treatment	Susceptible		Partially Resistant	
	BNYVV	BSBV	BNYVV	BSBV
Noninfested	0.235 <sup>ef</sup> (-)	0.223 <sup>f</sup> (-)	0.235 <sup>ef</sup> (-)	0.223 <sup>f</sup> (-)
<i>Polymyxa betae</i>	0.235 <sup>ef</sup> (-)	0.223 <sup>f</sup> (-)	0.235 <sup>ef</sup> (-)	0.223 <sup>f</sup> (-)
BNYVV	1.885 <sup>a</sup> (+)	0.223 <sup>f</sup> (-)	0.436 <sup>de</sup> (-)	0.223 <sup>f</sup> (-)
BSBV	0.235 <sup>ef</sup> (-)	0.794 <sup>e</sup> (+)	0.235 <sup>ef</sup> (-)	0.980 <sup>e</sup> (+)
Mixed infection	1.447 <sup>b</sup> (+)	0.860 <sup>e</sup> (+)	0.484 <sup>d</sup> (-)	0.469 <sup>d</sup> (-)

LSD= 0.2095

\* Means within columns followed by a different letters are significant at  $P \leq 0.01$  according to LSD multiple range test. Ratios of  $\geq 3$  times the healthy ELISA absorbance mean are considered positive (+).

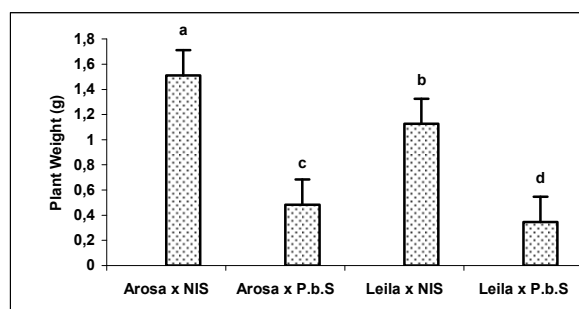


Figure 1. Effects of aviruliferous *P. betae*-infested soil on plant weight in rhizomania- susceptible (cv. Arosa) and rhizomania-partially resistant (cv. Leila) sugar beet cultivars. Means followed by a different letters are significant at  $P \leq 0.05$  according to LSD multiple range test (NIS: non-infested soil; P.b.S: *P. betae* infested soil).

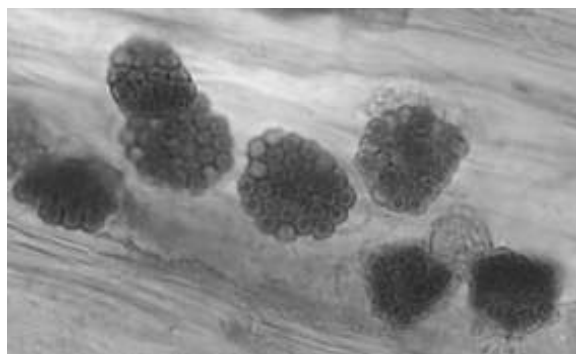


Figure 2. *P. betae* cystosori in the root tissues of BNYVV infected sample.

The absorbance values of BNYVV for single and mixed infection were 5 and 4.1 times higher than that of the healthy mean, respectively. Similarly, ELISA values of BSBV in single infection were almost 4 times greater than of healthy controls and 3 times greater in mixed infection (Table 3). There were slightly significant differences for the BNYVV ELISA values in six harvest dates, however there were not significant differences for the BSBV ELISA values (Table 3).

Rhizomania-partially resistant cultivar did not show resistance to BSBV in single infected plants under controlled room conditions (Table 4). In the partially resistant cv. Leila, titer of BSBV was

significantly increased in single infected plants. However, the ELISA value in the mixed infection for BSBV was low in the partially resistant cultivar to rhizomania. But, the ELISA values for BSBV were not changed either in single or mixed infections in the rhizomania susceptible cultivar and their absorbance values were above the positive scoring threshold (Table 4).

In the absence of BSBV, BNYVV value had the highest titer in BNYVV-susceptible plants. For the cv. Leila, BNYVV ELISA values were negative for all treatments (Table 4). However, ELISA values of BSBV-infected plants never attained higher titers than the titers of BNYVV in mixed infection with either rhizomania susceptible or partially resistant cultivars. Additionally, the ELISA value of BNYVV in mixed infection in susceptible cultivar was lower than that of BNYVV in single infection (Table 4).

#### 4. DISCUSSION

*P. betae* is not truly considered as pathogens but as vector of sugar beet viruses, and it plays crucial role in the epidemiology of viral diseases. Thus, little is known about the incidence and distribution of *P. betae* in the absence of BNYVV and BSBV. However, our previous study in sugar beet fields in central and northern parts of Turkey showed that percentage of soil samples with *P. betae* cystosori infestation was 91.25%. Besides this, 127 soil samples were infested with viruliferous *P. betae* cystosori (58%) (Kutluk Yilmaz et al., 2005). The previous study showed that aviruliferous *P. betae* is common in sugar beet fields in Turkey and a negative impact on sugar beet yield could be expected, despite many samples having neither BNYVV nor BSBV. Indeed, infection of aviruliferous *P. betae* caused at least 3 times more reduction in plant weight for both partially resistant and susceptible cultivars in this study comparing to non-infested soil (Figure 1). In contrast, Tamada et al. (1990) did not find any effect on root weight by virus-free *P. betae* when plants were grown for 40 days in a climate room followed by 3 months in a greenhouse. On the other hand, Blunt et al. (1991) reported that *P. betae*, which was assumed to be virus-free, reduced dry weight of roots of young plants. Gerik and Duffus (1988) found that three out of six isolates of *P. betae*



reduced lateral root weights compared to that in non-infested soil in a 2-months assay, whether or not the isolates were viruliferous. Similarly, Wisler et al. (2003) have emphasized that aviruliferous *P. betae* infection was caused a significant reduction in seedling weight for both BNYVV-susceptible and BNYVV-resistant cultivars, compared with sugar beet grown in non-infested soil in greenhouse studies. Conflincting studies on root weight could be due to fact that isolates of *P. betae* might be differ in aggressiveness.

This experiment also showed that there was no evidence of resistance to *P. betae* in partially BNYVV resistant cultivar. This confirms previous evidence that the resistance conferred by genes is expressed specifically against the BNYVV (Scholten et al., 1996). Also, evidence for the greater role of BNYVV than of *P. betae* in causing root yield reduction in the field is derived from the results of a field trial with different initial inoculum levels of BNYVV (Tuitert and Hofmeester, 1992). Besides this, the total plant fresh weights were significantly decreased by single and mixed infections of BSBV and BNYVV (Table 3). In parts of the BSBV genome, there are considerable sequence variabilities among different isolates of the same soil sample. It might be explained why there have been different estimations of potential yield reduction between 0 and 70% (Koenig et al., 2000). Based on the these data, BSBV can be considered to have much impact on plant weight as well as BNYVV.

In BSBV alone treatment, the ELISA values for BSBV were high levels in both partially resistant and susceptible rhizomania varieties. Rhizomania partially resistant cultivar did not affect resistance to BSBV in sugar beet under controlled room conditions. In the absence of BSBV, BNYVV attained high titers in BNYVV-susceptible plants, but low titers in -partially resistant plants. Indeed, the effect of the partial resistance in Leila could be seen clearly, by considering the titer of ELISA for BNYVV in this study. In previous studies, the virus was also not often detectible or its concentration was very low in partially resistant genotypes (Bürcky and Büttner, 1988; Koenig and Stein, 1990; Sayama et al., 1991). Additionally, resistance in this original 'Holly' genotype has been shown to affect the multiplication of BNYVV in the lateral roots (Scholten et al., 1996) which are the site of initial infection, as well as reducing subsequent migration of the virus into the top root (Heijbroek et al., 1999).

When two viruses infected same plant simultaneously, disease symptoms may be increased, decreased, or unaffected. BNYVV and BSBV are often found in the same field, sometimes infecting same plant. Under these conditions, the potential for interaction between virus species is greatly increased (Rush, 2003). Prillwitz and Schlösser (1993) demonstrated that pre-infection with BSBV could reduce virus titer and attenuate symptom development

in sugar beets subsequently challenged with BNYVV. So, damage from rhizomania was 50% less in protected beets than in non-protected control plants. Because, BSBV needs lower temperature than BNYVV, it was suggested that early infection by BSBV in the field might reduce incidence and severity of rhizomania. Similar results were obtained in the studies investigating interactions between BNYVV and another soilborne virus, *Beet soilborne mosaic virus* (BSBMV) (Mahmood and Rush, 1999). Using field soils naturally infested with BNYVV or BSBMV as inoculum, Wisler et al. (2003) found that in the absence of BNYVV, BSBMV always attained high titers in plants susceptible or resistant to BNYVV. In the absence BSBMV, BNYVV attained high titers in BNYVV susceptible plants, but low titers in resistant plants. However, when the soils with either BNYVV or BSBMV were mixed, BSBMV never attained high titers in either BNYVV susceptible or resistant plants. It was concluded that BNYVV was able to out-compete BSBMV or suppress BSBMV in mixed infections.

In this study, ELISA absorbance value in mixed infection for BSBV was significantly reduced in the rhizomania partially resistant variety in which BNYVV level was low. In this case, the ELISA values for BNYVV were not significantly changed either single or mixed infections. In the susceptible cultivar to rhizomania, the BNYVV ELISA absorbance value was lower in mixed infection compared with BNYVV alone. However, the titer of BSBV in the susceptible plants was not significantly changed in mixed infection compared with BSBV alone. There may be several reasons for low BSBV content in the roots of rhizomania-partially resistant plant in mixed infection. For example, BNYVV-infected zoospores of *P. betae* might be more aggressive than BSBV-infected zoospores of *P. betae*. On the other hand, there may be competition for infection sites by viruliferous *P. betae*. Because, there are only fixed number of possible infection sites on the root system (Rush, 2003; Wisler et al., 2003). Whether BNYVV or BSBV predominates largely depends on environmental conditions and inoculum densities of the two viruliferous populations of *P. betae*. In this study, the mean absorbance value of BNYVV was 1.885 whereas that of BSBV was 0.794 in single infection for rhizomania susceptible cultivar. Same infested soil was used in this experiment. Therefore, inoculum density of BNYVV carrying populations of *P. betae* was probably higher. Similarly, it was reported that the virus with the highest inoculum density in naturally infected soil samples usually colonize more in the root system, and the virus that infects the root system first usually reaches high levels (Rush, 2003).

## 5. ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Dr. Coşkun Gülser (Ondokuz Mayıs University, Agriculture Faculty,

Department of Soil Science, Samsun) for the identification of the physical and chemical properties of the soil samples and statistical analysis.

## 6. REFERENCES

- Abe, H., Tamada, T., 1986. Association of Beet Necrotic Yellow Vein Virus with isolates of *Polymyxa betae* Keskin. *Annls. Phytopath. Soc. Jap.*, 52: 235-247.
- Asher M. J. C., Thompson, K., 1987. Rhizomania in Europe. *British Sugar Beet Review*, 55: 24-28.
- Arif, M., Torrance, L., Reavy, B., 1994. Improved efficiency of detection of potato mop-top furovirus in potato tubers and in the roots and leaves of soil-bait plants. *Potato Res.*, 37: 373-381.
- Bongiovanni, G. C., Lanzoni, L., 1964. La rizomania della bietola. *Progresso Agricola*, 10: 209-221.
- Brunt, S. J., Adams, M. J. C., Gilligan, C. A., 1991. Infection of sugar beet by *Polymyxa betae* in relation to soil temperature. *Plant Pathol.*, 40: 257-267.
- Bürcky, K., Büttner, G., 1988. Ansätze zur Selektion rhizomaniatoeranter Zuckerrüben während der Jugendentwicklung. III. BNYVV-Gehalt in Haupt- und Seitenwurzeln. *Zuckerind.*, 113: 497-500.
- Clark, M. F., Adams, A. N., 1977. Characteristics of the microplate method of Enzyme Linked Immunosorbent Assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.*, 34: 475-483.
- Day, P. R., 1965. Particle fractionation and particle size analysis. p. 545-567 in C.A. Black, ed. *Methods of soil analysis*. Agronomy No:9, Part I ASA., Madison WI.
- Gerik, J. S., Duffus, J. E., 1988. Differences in vectoring ability and aggressiveness of isolates of *Polymyxa betae*. *Phytopathol.*, 78: 1340-1343.
- Heijbroek, W., Musters, P. M. S., Schoone, A. H. L., 1999. Variation in pathogenicity and multiplication of beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) in relation to the resistance of sugar-beet cultivars. *Eur. J. Plant Pathol.*, 105: 397-405.
- Kacar, B., 1994. *Chemical Analysis of Plant and Soil III. Soil Analysis*. Ankara Univ. Fac. of Agric. No:3 Ankara, Turkey.
- Koenig, R., Stein, B., 1990. Distribution of beet necrotic yellow vein virus in mechanically inoculated sugarbeet plantlets of cultivars with different degrees of rhizomania resistance. *Schriftenr. Dtsch. Phytomed. Ges.*, 1: 79-82.
- Koenig, R., Pleij, C. W. A., Büttner, G., 2000. Structure and variability of the 30 end of RNA 3 of beet soil-borne pomovirus – a virus with uncertain pathogenic effects. *Arch. Virol.*, 145: 1173-1181.
- Kutluk Yilmaz, N. D., Saracoglu, S., Sevik, M. A., Sokmen, M., 2005. A survey on the incidences of *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV), *Beet soilborne virus* (BSBV) and their vector, *Polymyxa betae* Keskin in sugar beet fields in northern and central parts of Turkey. In: Rush, C. M. (ed.) *Proc. 6<sup>th</sup> Symp. Int. Work. Group Plant Viruses Fungal Vectors*, Bologna, Italy, 141-145.
- Lewellen, R. T., Skoyen, I. O., Erichsen, A. V., 1987. Breeding sugar beet for resistance to rhizomania: evaluation of host-plant reactions and selection for and inheritance of resistance. *Proceedings 50<sup>th</sup> Winter Congress IIRB*, Brussels, 97-110.
- Mahmood, T., Rush, C. M., 1999. Evidence of cross-protection between *Beet soilborne mosaic virus* and *Beet necrotic yellow vein virus* in sugar beet. *Plant Dis.*, 83: 521-526.
- Meunier, A., Schmit, J. F., Stas, A., Kutluk, N., Bragard, C., 2003. Multiplex reverse transcription for simultaneous detection of *Beet Necrotic Yellow Vein Virus*, *Beet Soilborne Virus*, and *Beet Virus Q* and their vector *Polymyxa betae* KESKIN on sugar beet. *Appl. Environ. Microbiol.*, 69 (4): 2356-2360.
- Mouhanna, A. M., Nasrallah, A., Langen, G., Schlösser, E., 2002. Surveys for *Beet Necrotic Yellow Vein Virus* (the Cause of Rhizomania), other viruses, and Soil-borne Fungi Infecting Sugar Beet in Syria. *J. Phytopathol.*, 150: 11-12.
- Özgör, O. E., 2003. Sugar beet diseases in Turkey. Turkish Sugar Factories Inc., Sugar Institute, Department of Phytopathology, No: 219, Etimesgut, Ankara.
- Prillwitz, H., Schlösser, E., 1992. Beet soil-borne virus: occurrence, symptoms and effect on plant development. *Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent.*, 57/2a: 295-302.
- Prillwitz, H., Schlösser, E., 1993. Temperature requirements of beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) and beet soil-borne virus (BSBV-2). *Z. Pfl. Krankh. Pfl. schutz.*, 6: 665-669.
- Prillwitz, H., 1993. Untersuchungen zur Rizomania an Zuckerrüben, mit besonderer Berücksichtigung des Beet Soil-borne Virus (BSBV). PhD Thesis, University of Giesen, Germany.
- Rush, C. M., 2003. Ecology and Epidemiology of Benyviruses and Plasmodiophorid Vectors. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 41: 567-592.
- Sayama, M., Sugimoto, T., Homma, Y., 1991. Comparison of virus content by ELISA between moderately resistant and susceptible lines and cultivars of sugar beet to rhizomania. *Ann. Phytopath. Soc. Jpn.*, 57: 41-44.
- Scholten, O. E., Paul, H., Peters, D., Van Lent, J. W. M., Goldbach, R. W., 1994. *In situ* localisation of beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) in rootlets of susceptible and resistant beet plants. *Arch. Virol.*, 136: 349-361.
- Scholten, O. E., Jansen, R. C., Keizer, L. C. P., De Bock, T. S. M., Lange, D. W., 1996. Major genes for resistance to beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) in *Beta vulgaris*. *Euphytica*, 91: 331-339.
- Soil Survey Staff, 1993. *Soil Survey Manuel*. USDA Handbook No:18, Washington.
- Tamada, T., Saito, M., Kiguchi, T., Kusume, T., 1990. Effect of isolates of beet necrotic yellow vein virus with different RNA components on the development of rhizomania symptoms. *Proc. 1<sup>st</sup> Symp. Int. Work. Group Plant Viruses Fungal Vectors* (August 21-24 1990), Braunschweig, Germany, *Schriftenreihe der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft*, Band 1: 41-44.
- Tamada, T., 1999. Benyviruses: In: Webster R. G., Granoff A. (eds) *Encyclopedia of Virology*. 2<sup>nd</sup> edn. Academic, London, 154-160.
- Tuitert, G., Hofmeester, Y., 1992. Epidemiology of beet necrotic yellow vein virus in sugar beet at different initial inoculum levels in the presence or absence of irrigation: Dynamics of inoculum. *Neth. J. Pl. Path.*, 98: 343-360.
- Turina, M., Resca, R., Rubies-Autonell, C., 1996. Surveys of soilborne virus diseases of sugar beet in Italy. In: Sherwood, L. and C. M. Rush (eds.), *Proc. 3<sup>rd</sup> Symp. Int. Work. Group Plant Viruses Fungal Vectors*, Denver, Colo, 121-124.

**Interactions between beet necrotic yellow vein virus and beet soilborne virus in different sugar beet cultivars**

- US Salinity Lab. Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agricultural Handbook, No: 64, USDA.
- Vardar, B., Erkan, S., 1992. The first studies on the detection of beet necrotic yellow vein virus in sugar beet in Turkey. *J. Turk. Phytopath.*, 21 (2-3): 71-79.
- Whitney, E. D., 1989. Identification, distribution, and testing for resistance to rhizomania in *Beta maritima*. *Plant Dis.*, 73: 287-290.
- Whitney, E. D., Duffus, E., 1998. Compendium of Beet Diseases and Insects, 3<sup>rd</sup> ed. APS Press, St. Paul, MN, USA.
- Wisler, G. C., Lewellen, R. T., Sears, J. L., Liu, H. Y., Duffus, J. E., 1999. Specificity of TAS-ELISA for beet necrotic yellow vein virus and its application for determining rhizomania resistance in field-grown sugar beets. *Plant Dis.*, 83: 864-870.
- Wisler, G. C., Lewellen, R. T., Sears, J. L., Wasson, J. W., Liu, H. Y., Wintermantel, W. M., 2003. Interactions between *Beet necrotic yellow vein virus* and *Beet soilborne mosaic virus* in sugar beet. *Plant Dis.*, 87: 1170-1175.

## FINDIK KOKARCAISI (*Palomena prasina* L. HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)'NİN FINDIK MEYVELERİNDEKİ ZARAR ŞEKLİ VE ORANI

İslam SARUHAN\* Celal TUNCER

\*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun

\*e-mail: isaruhan@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.08.2009

Kabul Tarihi: 15.03.2010

**ÖZET:** Bu çalışma, 2002 – 2003 yılları arasında Samsun ilindeki fındık üretim alanlarında *Palomena prasina*'nın zarar oranı ve zarar şeklini kafes denemeleri ile belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla 2002 yılında Nisan ayı başında 125 adet, 2003 yılında ise 150 adet naylon elek telinden yapılmış silindirik kafes fındık dallarına takılmıştır. 2002 yılında kışlık ergin, 3. nimf döneminden ergin oluncaya kadar olan dönem ve yeni nesil erginlerin zarar şekli ve oranı belirlenmiştir. 2003 yılında 2002 yılında yapılarına ilave olarak her bir nimf (2.3.4 ve 5. nimf) dönemin zarar oranı ve şekli ayrı ayrı araştırılmıştır. Belli sayıdaki kafes kontrol için boş bırakılmıştır. Kafesler 3 günde bir kontrol edilerek ölen böcekler aynı dönemdeki canlı bireyler ile değiştirilmiştir. Hasat zamanı kafesler açılarak fındıklar dış (sağlam, karanfil dökümü, sarıkaramuk, karakaramuk ve gelişmemiş) ve iç (sağlam, boş, şekilsiz iç ve lekeli iç) özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. İstatistiki analiz sonucu sadece kontrole göre farklılık gösteren zarar şekillerinin sonuçları değerlendirmeye alınmıştır.

2002 yılında fındıklarda fındık kokarcasının dış görünüş bakımından fındık meyvelerinde sadece sarıkaramuk (% 10.42) zararına neden olduğu tespit edilmiştir. Dış görünüş olarak sağlam olan fındık meyvelerinin iç kısımları kontrol edildiğinde; lekeli iç (% 11.84) ve boş (% 9.48) fındık zararı olduğu belirlenmiştir. 2003 yılında zararlıın dönemlerinin tamamı göz önüne alındığında ise sarıkaramuk (% 8.43) ve ayrıca bir önceki yıldan farklı olarak karakaramuk (% 2.52) zararına neden olduğu saptanmıştır. Normal gelişme gösteren iç fındıklar incelendiğinde lekeli iç (% 9.58), boş fındık (% 6.98) ve şekilsiz iç (% 3.01) zararı tespit edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** *Palomena prasina*, fındık, zarar şekli, zarar oranı

### RESEARCH ON DAMAGE RATE AND TYPE OF GREEN SHIELDBUG (*Palomena prasina* L. HETEROPTERA: PENTATOMIDAE) ON HAZELNUT

**ABSTRACT:** This study was carried out to determine damage rate and damage types of *P. prasina* through cages experiments in hazelnut orchards in Samsun province in 2002 and 2003. For this aim, 125 and 150 shoots were caged with using cylindrical netting nylon cages in early April. In 2003 Damage rates and types of each nymphal stage (3 – 5 nymphal stage) were determined separately in addition to the experiments carried out in 2002. Damage type and damage ratio were evaluated separately for each period of nymph in 2003. One pair of *P. prasina* adult or nymph were released in treatment cages. No insect was released in control cages. Each cage was checked in every 3 days and when the insect death was observed, new insects introduced in cages. In harvest time the cages were removed and all the nuts were classified according to external (normal nut, dropped female flowers, prematurely dropped nuts that light brown in color and shrieked at the bottom, well-developed in size and grey-black in color nuts without kernel and underdeveloped nut) and internal peculiarities (normal kernel, blank, shriveled kernels and spotted kernel). As a result of statistical comparison only damage types that were different from those in control cages were considered.

*P. prasina* caused only “prematurely dropped nuts that light brown in color and shranked at the bottom type damage” (10.42 %) in external examinations in 2002. When developed hazelnut kernels were examined internally, spotted kernels (11.84 %) and blank nuts (9.48 %) were observed. The same experiment was repeated in 2003. In this year, “prematurely dropped nuts that light brown in color” and “shranked at the bottom” type damages were 8.43 % and also “well-developed in size and grey-black in color nuts without kernel type damage” was also determined (2.52%), which was absent in previous year. In 2003, when well developed hazelnut kernels were checked, kernels were damaged as spotted kernels (9.58 %), blank nuts (6.98 %) and shriveled kernels (3.01 %).

**Key words:** *Palomena prasina*, hazelnut, damage type, damage ratio

## 1. GİRİŞ

Fındık, Türkiye'nin en önemli ihracat ürünlerinden biri olup, yaklaşık olarak yıllık 770 milyon dolar döviz getirisi ile tarım ürünlerinin başında gelmektedir. Dünya fındık üretiminin % 65-75'i ve toplam ihracatın % 70-75'i ülkemiz tarafından karşılanmaktadır. Ülkemizde yaklaşık 2 milyon insan geçimini fındıktan sağlamaktadır (Bozoğlu, 2001; Anonymous, 2002 ve 2004; Tuncer ve ark., 2002a).

Fındıkta zararlı olan böcek türleri kalite ve kantiteyi etkileyerek zararlı olmaktadır. Heteroptera takımının Pentatomidae familyasına ait olan türler de bu grup içinde yer almaktadır. Bu zararlılar fındık

meyvelerini sokup emmek suretiyle verim ve iç kalitesinin düşmesine neden olmaktadır (Kurt, 1975a; Tuncer ve ark., 2002b).

Karadeniz Bölgesi fındık üretim alanlarında bulunan emici böceklerden Fındık kokarcası (*Palomena prasina* L.) gerek yoğunluk, gerekse fındık bahçelerinin tümünde ekonomik zarar eşliğinin üstünde bulunması bakımından en önemli tür olarak karşımıza çıkmaktadır (Işık ve ark., 1987; Saruhan, 1998, 2004).

Karadeniz Bölgesindeki fındık bahçelerinde kimyasal mücadele yoğunlukla Fındık kurduna (*Curculio nucum* L.) karşı yapılmakta olup, yukarıda bahsedilen emici böceklerle karşı ilaçlı mücadele

hemen hemen hiç yapılmamaktadır (Kurt, 1975b; Tuncer ve Ecevit, 1996).

Fındık bahçelerinde bulunan emici böcekler çiftçiler tarafından tanınmakla ve varlığı bilinmekle birlikte, fındığa verdiği zarar bilinmemekte veya önemsenmemektedir. Emici böceklerin fındık meyvelerinde meydana getirdiği “lekeli iç” şeklindeki zarar tipi, dış görünüş ile ayırt edilemediğinden, üretici ürününü sorun çıkmadan satabilmektedir. Bu nedenle de bu zararın oluşmasını engellemeye yönelik bir mücadele çabası göstermemektedir. Oysa özellikle fındık ihraç eden firmalar için “lekeli iç” şeklindeki zarar oldukça önem arz etmektedir. Lekeli iç şeklindeki zarar, ürünün tat ve görünümünü bozarak özellikle çikolata yapımı ve kuruyemiş olarak kullanımı aşamasında sorun yaratmaktadır.

Zarar oranı her geçen gün artan *P. prasina* için bu güne kadar yapılan çalışmalar yeterli seviyede değildir. Bu nedenle bu çalışmada, Karadeniz Bölgesi fındık üretim alanlarında görülen fındık kokarcasının zarar oranının belirlenmesi ve çiftçilerin bu zararlıya dikkatlerinin çekilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, zarar şekillerinin tanımlanmasında çiftçiler ve araştırmacılar arasında tam bir standart bulunmamaktadır. Bu çalışmada zarar şekilleri tanımlanarak bu durumun da netlik kazanması sağlanmıştır.

## **2. MATERYAL VE METOT**

Fındık kokarcasının fındık meyvelerindeki zarar şekli ve oranının belirlenmesi amacıyla, 2002 ve 2003 yıllarında, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait yaklaşık 10 da büyüklüğündeki fındık bahçesinde kafes denemeleri kurulmuştur.

Denemede; 2002 yılında, fındıkta karanfillerin (dişi çiçek kümesi) görülmeye başlandığı 22.04.2002 tarihinde toplam 125 adet, 2003 yılında ise 14.05.2003 tarihinde 150 adet 50x60 cm boyutlarında naylon elek telinden yapılmış kafesler kullanılmıştır. Kafeslerin her biri, ortalama 8-9 karanfil (her karanfil ortalama 3,6 meyve içermektedir) bulunduran dalları içine alacak ve dışarıdan herhangi bir zararlının girişine izin vermeyecek şekilde asılmıştır. Kafeslere salınacak olan kışlık erginler Samsun ilindeki değişik fındık üretim alanlarından toplanmıştır.

*P. prasina*'nın zarar sınıflandırması konusunda yapılmış olan sınırlı sayıda araştırmanın bir kısmında, bu zararlıların sarıkaramuk, karakaramuk, buruşuk iç ve lekeli iç şeklinde (Kurt,1975a) zarar yaptığı belirtilirken, bazı yabancı kaynaklarda ise zararı erken meyve dökümü, boş meyve oluşumu ve lekeli iç şeklinde tanımlanmaktadır (Viggiani, 1984; Tavella ve ark., 2001). Bu literatür ışığında fındık dallarına asılan kafeslerdeki meyveler sınıflandırılmış ve incelenmiştir. Hasada kadar ağızları kapalı tutulan kafesler hasat döneminde açılarak incelenmiş ve dökülen meyveler sayılmıştır. Oluşan meyveler laboratuara getirilerek el ile zurufundan ayrıldıktan sonra kabukları tek tek kırılarak, önce dış ve daha sonra sağlam meyveler iç özellik bakımından

incelenmiştir. Elde edilen verilere Khi-kare testi yapılmış ve sadece analiz sonucunda kontrole göre farklı olan zarar şekilleri Schneider-Orelli formülü uygulanarak düzeltilmiştir

Dış özellikleri; sağlam, karanfil dökümü, sarıkaramuk, karakaramuk ve gelişmemiş olarak, iç özellik olarak; sağlam, boş ve şekilsiz iç olarak gruplara ayrılarak incelenmiştir. Fındık iç meyve büyüklüğü 2 mm den küçük olanlar boş meyve olarak kabul edilmiştir. Sağlam olan iç fındıkların her biri “lekeli iç” zarar oranını belirlemek için jilet ile 4 parçaya ayrılmak suretiyle incelenmiştir. Böylece bir çift böceğin, farklı dönemlerinin ne kadar meyveye ve ne şekilde zarar verdiği ortaya konmuştur.

Ayrıca *P. prasina* tarafından zarar görmüş iç meyvelerdeki renk değişimlerini belirlemek amacıyla iki farklı şekilde analiz yapılmıştır. İlk analiz sadece zararlı noktalar fındık meyvesinden bir jilet yardımıyla kesilip alınarak yapılmıştır. İkinci analiz ise zarar görmüş fındıkların tamamında yapılmıştır. Örnekler öğütüldükten sonra renklerdeki değişimler Hunter renk ölçüm değerleri (L, a, b) Minolta Chroma metre (CR-300, Japonya) ile belirlenmiştir.

### **2.1. 2002 yılında yapılan kafes çalışmaları 3 aşamadan oluşmaktadır.**

**1. Aşama:** Kışlık erginlerin vermiş olduğu zarar şekillerini ve oranını belirlemek amacıyla; 26.04.2002 tarihinde her kafese bir erkek bir dişi olacak şekilde, 20 ayrı kafese birer çift kışlık ergin konulmuştur. Ergin bireyler kafeste 15 gün kaldıktan sonra, daha önce asılan böceksiz kafeslere aktarılmış, böceklerin alındığı kafesler ise, hasada kadar (19.08.2004) dallarda muhafaza edilmiştir. Bu aktarma işlemine, etiketlemek suretiyle 15 gün ara ile 2 kez daha periyodik olarak devam edilmiştir.

**2. Aşama:** Zararlıların Fındıklarda beslenmeye başladığı 3. nimf döneminden ergin olup hasada kadar olan dönemde vermiş olduğu zarar şekli ve oranını belirlemek amacıyla; Arazide fındık kokarcasının 3. dönem nimflerinin görülmeye başlandığı 22.07.2002 tarihinde değişik fındık bahçelerinden toplanan 3. dönem nimfler, ikişer adet olarak 22.04.2002 tarihinde asılmış olan 20 adet böceksiz kafese konulmuş ve hasada kadar bu kafeslerde tutulmuştur. Kafesler 2 günde bir kontrol edilerek, ölen bireyler stok kültürden aynı yaştaki yeni böcekler ile değiştirilmiştir. Kafesler hasada kadar böcekli tutularak zararlıların 3., 4., 5. nimf ve ergin dönemlerinin fındık meyvelerindeki toplam zarar oranı belirlenmiştir.

**3. Aşama:** Sadece yeni nesil erginlerin zararını belirlemek amacıyla 22.04.2002 tarihinde asılmış olan 20 adet boş kafese, arazide yeni nesil erginlerin görülmeye başlandığı 25.07.2002 tarihinde bir erkek ve bir dişi konmuş ve hasada kadar bu kafeslerde kalmaları sağlanmıştır.

Ayrıca, deneme başında (26.04.2002) hiç böcek konulmayan toplam 25 kafes kontrol kafesi olarak kullanılmıştır.

## 2.2. 2003 yılı çalışmaları 2002 yılından farklı olarak 5 aşamada yürütülmüştür.

**1. Aşama:** Sadece kışlık erginlerin vermiş olduğu zarar şekilleri ve oranlarını belirlemek amacıyla; 14.05.2003 tarihinde takılan 150 adet kafesin 15 adedine değişik fındık bahçelerinden toplanan 1 erkek ve 1 dişi kışlık ergin konulmuş (31.05.2003) ve bu böcekler ölünceye kadar kafeslerde bırakılmıştır.

**2. Aşama:** Sadece 3. dönem nimflerin vermiş olduğu zarar şekilleri ve oranlarını belirlemek amacıyla; Kafeslerin 15 adedine 3. dönem nimfler 2'şer adet olarak konulmuş (08.07.2003) ve bu böcekler 4. dönem nimf olunca kafeslerden alınmıştır. Denemeye üçüncü nimf döneminden başlanmasının sebebi, fındık kokarcasının 1. ve 2. nimf dönemlerinin yabancı otlarda beslenmesidir.

**3. Aşama:** Sadece 4. dönem nimflerin vermiş olduğu zarar şekilleri ve oranlarını belirlemek amacıyla; Mevsim başında meyveler oluşmadan takılmış diğer 15 adet kafese 4. dönem nimfler 2'şer adet olarak konulmuş (22.07.2003) ve 5. dönem olunca kafeslerden alınmıştır.

**4. Aşama:** Sadece 5. dönem nimflerin vermiş olduğu zarar şekilleri ve oranlarını belirlemek amacıyla; Diğer 15 adet kafese 2'şer adet 5. dönem nimf konulmuş (30.07.2003) ve ergin olunca alınmıştır.

**5. Aşama:** Sadece yeni nesil erginlerin vermiş olduğu zarar şekilleri ve oranlarını belirlemek amacıyla; Daha önce takılan 15 adet kafese 1 erkek ve 1 dişi olmak üzere yeni nesil erginler konulmuş (30.07.2003) ve hasada (22.08.2003) kadar bırakılmıştır.

Her döneme ait denemenin kontrolü ayrı ayrı yapılmıştır. Bu amaçla toplam 75 adet kafes fındıkların karanfil döneminde dallara takılmıştır.

Hasada kadar ağızları kapalı tutulan kafesler bir önceki yılda olduğu gibi iç ve dış özelliklerine göre sınıflandırılıp incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara Khi-kare testi yapılmıştır. Böylece Fındık kokarcasının zarar şekli ve zarar oranı ortaya konmuştur.

## 3. BULGULAR

### 3.1. Fındık kokarcasının fındık meyvelerinde neden olduğu zarar şekilleri

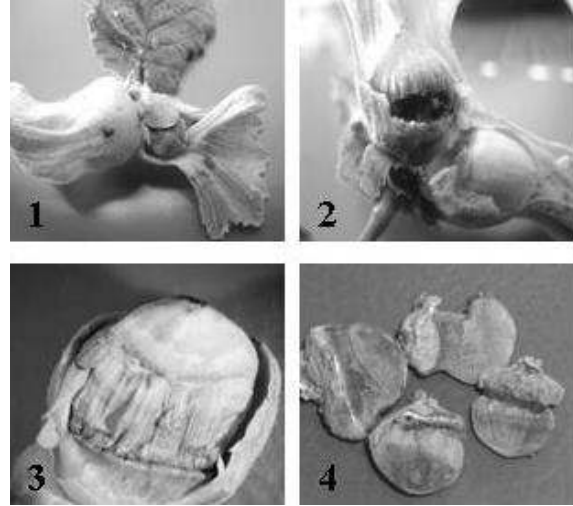
Deneme kafeslerindeki sonuçlara bakılarak *P. prasina*'nın fındık meyvelerine vermiş olduğu zarar şekilleri aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

#### 3.1.1 Sarıkaramuk

Dış görünüş olarak normal iriliğe ulaşmamış meyvelerde *P. prasina*'nın beslenmesi sonucu kahverengileşme ve zamanla meyvelerin dip kısmında kıvrılmalar meydana gelmektedir. Zarar gören meyveler zaman ilerledikçe küçülme, dip kısmında oluşan kıvrım iyice belirginleşmekte ve sağlam meyvelere nazaran küçük bir yapı almaktadır. Bu zarar şekli kontrol kafeslerinde de yok denecek kadar az miktarda rastlanmıştır. Akça (2003)'nin fındık

kurdunda (*Curculio nucum*) yaptığı doktora çalışmasında böcekli kafeslerde sarıkaramuk zararına yoğun bir şekilde rastlamıştır. Buradan da anlaşılacağı üzere sarıkaramuk zararı sadece fındık kokarcası tarafından oluşturulmamakta ve bu zarar şekli böcekler tarafından arttırılmaktadır. Hem bu çalışmada hemde Akça (2003) tarafından yapılan çalışmalarda kontrol kafeslerinde çok az miktarda bu zarar şekline rastlanması bu zararın nedeninin saprofit bir fungus olabileceği ve bu tür böceklerin vektörlük yapabileceği kanısına varılmıştır. Bu konunun araştırılması gerekmektedir.

Bu tip meyvelerden yapılan izolasyonlarda başta *Pestalotiopsis guepinii* olmak üzere değişik saprofit fungus türleri saptanmıştır. Özellikle *Pestalotiopsis guepinii*'nin *P. prasina* gibi böcekler tarafından taşındığı ve bu zararının açmış olduğu yaralardan meyveye girdiği düşünülmektedir. Sarıkaramuk zarar şekli genellikle kışlaklardan gelen erginler tarafından yapılmaktadır ve bu dönemlerde fındık meyveleri henüz iç bağlamamıştır (Şekil 1).

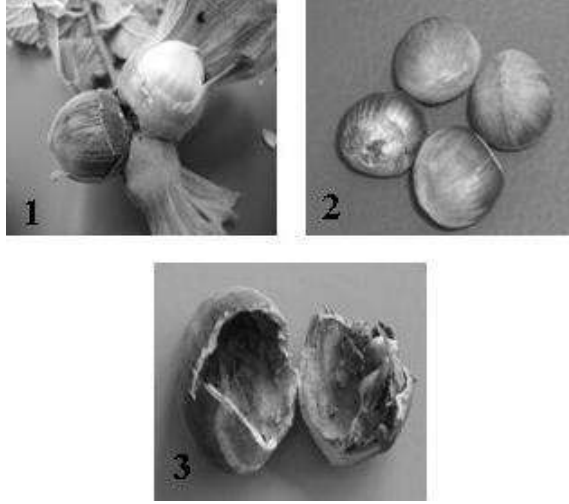


Şekil 1. Sarıkaramuk zararının ilk döneminden hasada kadar olan evreleri

#### 3.1.2. Karakaramuk

Meyvelerin dış görünüş olarak normal büyüklüğe ulaştığı andan iç dolduruncaya kadar geçen dönemde zarar görmesiyle, kabuk ve iç kısmı zamanla siyahlaşmaktadır.

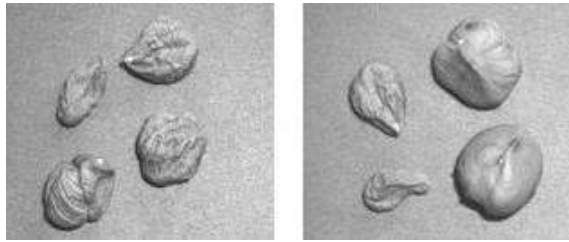
Karakaramuk zarar şeklinde fındıklar sağlam meyvelerle aynı büyüklüktedir. Fakat meyvelerin dış görünüşünde herhangi bir şekil bozukluğu bulunmamaktadır. Sadece dış kabuğun rengi siyah bir renk almakta ve iç kısmı boş yada tamamen çürümüş bir iç bulunmaktadır. Karakaramuk zararı daha çok kışlık erginlerin son dönemlerinde meydana gelmektedir (Şekil 2). Akça (2003) tarafından yapılan çalışmada fındık kurduunun da kararkaramuk zararına neden olduğu belirtilmektedir.



Şekil 2. Karakaramuk zararının ilk döneminden hasada kadar olan evreleri.

### 3.1.3. Şekilsiz iç

Fındık meyveleri iç doldurmaya başladığı dönemlerde fazla saldırıya uğrarsa, fındık içleri küçük, şekilsiz ve buruşuk bir hal almaktadır. Fakat bu zararı kontrol kafeslerinde az miktarda rastlanılmaktadır. Bundan dolayı bu zarar şeklinin *P. prasina* tarafından yapıldığı konusunda elimizde kesin bir sonuç bulunmamaktadır. Ancak, buruşuk içler kesilerek iç kontrolü yapıldığında *P. prasina*'nın emgisinden dolayı oluşan lekelerin bulunduğu da tespit edilmiştir (Şekil 3). Yapılan çalışma sonucunda 2002 yılında sadece yeni nesil erginlerin bulunduğu kafeslerde, 2003 yılında ise 3.ve 4. dönem nimf ve yeni nesil erginlerin bulunduğu kafeslerde şekilsiz iç zararı kontrole göre farklı bulunmuştur.



Şekil 3. Şekilsiz iç ve sağlam fındıkların görünümü

### 3.1.4. Lekeli İç Zararı

Fındık meyveleri iç bağlamaya başladığı esnada *P. prasina* yumurtaları açılmakta ve nimfler çıkmaktadır. *P. prasina*'nın 3., 4., 5. dönem nimfleri ve yeni nesil erginleri fındık meyvelerinde bitki öz suyunu emmek suretiyle beslenmektedir. Zararının fındık meyvelerinde beslenmesi sonucunda emilen bölgelerde kahverengi, sarımsı ve beyaz renklerde lekeler oluşturmaktadır. Bu lekelerden dolayı fındığın tadında bir acılaşıma meydana gelmektedir ve fındık ticareti ile uğraşan firmalar tarafından istenmeyen bir durum oluşmaktadır. Lekeli iç şeklindeki zarar kabuklu meyvelerin dış kısmından anlaşılmamaktadır. Ancak meyvelerin kabuklarından ayrılıp fındık içlerinin 2 ya da 4 parçaya bölündüğünde ya da

kavrulup iç kabukları çıkartıldığında *P. prasina*'nın emgi yaraları açık olarak görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. *P. prasina*'nın emgi yerlerinin dıştan ve içten görünümü

### 3.2. *P. prasina*'nın zarar yaptığı meyvelerde meydana gelen renk değişimleri

Fındık kokarcasının iç fındıklarda beslendiği bölgelerin renginde değişimler meydana gelmektedir. Bu araştırma ile renk değişimi ortaya konmuştur ve çalışma iki aşamada yürütülmüştür. Sadece zarar gören noktalar dikkate alındığında 4 farklı renk göze çarpmaktadır (Şekil 4). Zarar gören kısımlar hiç zarar görmeyen fındık meyveleri ile "L" değerleri bakımından karşılaştırıldığında lekeler beyazdan siyah renge doğru bir artış göstermektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. *P. prasina*'nın beslenmesi sonucu iç fındıklardan alınan zarar görmüş kısımların renk değerleri

Renk değerleri	Örnek				
	Kontrol	1	2	3	4
L*	81.6	79.8	69.9	67.8	65.6
a*	-1.1	1.1	3.8	1.6	3.9
b*	21.1	13.7	24.3	16.0	19.4

L\* = siyah(0)'dan beyaza(100); a\* = yeşilden (-) kırmızıya (+); b\* = maviden(-) sarıya(+)

Zarar görmüş meyvelerin tamamındaki renk değişimi bir önceki bölümde olduğu gibi 4 farklı gruba ayrılmıştır. Hiç zarar görmemiş iç fındıklar ile "L" değerleri bakımından karşılaştırıldıklarında çok az da olsa bir renk koyulaşması görülmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. *P. prasina*'nın beslenmesi sonucu zarar görmüş iç fındıkların tamamındaki renk değerleri.

Renk değerleri	Örnek				
	Kontrol	1	2	3	4
L*	79.3	76.8	75.5	74.9	71.1
a*	-0.8	0.1	0.6	1.3	1.1
b*	25.7	23.7	24.6	31.4	24.5

L\* = siyah(0)'dan beyaza(100); a\* = yeşilden(-) kırmızıya(+); b\* = maviden (-) sarıya (+)

### 3.3. *P. prasina*'nın fındık meyvelerine vermiş olduğu zarar oranı

#### 3.3.1. *P. prasina*'nın 2002 yılındaki zararının belirlenmesi

Yapılan analiz sonuçlarına göre kışlık erginlerin beslendiği kafeslerdeki meyvelerin dış özelliklerine bakıldığında, sarıkaramuk oranının kontrol kafeslerdeki sarıkaramuk oranına göre farkının önemli

olduğu belirlenmiştir. Karanfil dökümü, karakaramuk ve gelişmemiş fındık zarar şekillerinin kontrolden farklı olmadığı saptanmıştır. Böylece 2002 yılında kışlık erginlerin kafes denemesi sonucunda sadece sarıkaramuk zararına neden olduğu tespit edilmiştir. Kışlaklardan gelen bir çift fındık kokarcası ömrü boyunca ortalama % 18.09 oranında sarıkaramuk zararına neden olmaktadır (Çizelge 3).

Çizelge 3. *P. prasina*'nın farklı dönemlerinin kafes koşullarında fındık meyvelerinde beslenmesi sonucu meydana gelen dış belirtiler ve oranları (%) (2002 yılı)

Tarih	Meyvenin dış özellikleri										
	Dönemler	Toplam meyve(adet)	Sağlam	Karanfil zararı	Sarıkaramuk	Gelişmemiş	Karakaramuk				
26.04.02	(kışlık ergin)	453	79.03	0.22	a	19.20	a	1.32	a	0.22	a
10.05.02											
10.05.02	(kışlık ergin)	487	82.14	0.21	a	16.22	a	1.43	a	0	a
24.05.02											
24.05.02	(kışlık ergin)	297	79.80	0	a	18.86	a	1.01	a	0.34	a
22.06.02											
22.07.02	3-5. dönem nimf ve yeni dönem ergin	643	95.02	0	a	4.20	b	0.78	a	0	a
19.08.02											
25.07.02	Yeni nesil ergin	575	92.35	0.52	a	5.22	b	1.91	a	0	a
19.08.02											
04.04.02	Kontrol	667	94.60	1.35	a	1.05	b	2.99	a	0	a
19.08.02											

\*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur.

3. dönem nimflerin ergin olup, hasada kadar kaldığı dönem ile kontrol kafesleri karşılaştırıldığında fındıkların dış özellikleri bakımından herhangi bir fark bulunamamış, böylece 3. nimf döneminden hasada kadar olan dönemde ve sadece yeni nesil erginlerin bulunduğu kafeslerde fındık kokarcasının, fındıkların dış özellikleri bakımından her hangi bir zarara neden olmadıkları belirlenmiştir (Çizelge 3).

Kafes denemesi sonucunda fındıklar iç özelliklerine göre de sınıflandırılarak kontrol ile karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda

kafeslerde bulunan meyvelerde kışlık erginler ortalama % 31.23 oranında boş fındık oluşumuna ve 3. nimf döneminden itibaren hasada kadar (3., 4., 5. nimf dönemleri + yeni ergin) kaldığı kafeslerdeki meyvelerde % 28.30 oranında lekeli iç ve % 6.55 oranında boş fındık zararına neden olduğu belirlenmiştir. Sadece yeni nesil erginlerin bulunduğu kafeslerde ise % 15.50 oranında lekeli iç zararı belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. *P. prasina*'nın farklı dönemlerinin kafes koşullarında fındık meyvelerinde beslenmesi sonucu oluşan iç belirtiler ve oranları (%) (2002 yılı).

Tarih	Meyvenin iç özellikleri							
	Dönemler	Sağlam	Lekeli iç	Boş	Şekilsiz iç			
26.04.02 - 10.05.02	(kışlık ergin)	76.81	0	c	24.05	a	1.11	a
10.05.02 - 24.05.02	(kışlık ergin)	63.75	0	c	33.40	a	2.75	a
24.05.02 - 22.06.02	(kışlık ergin)	59.49	0	c	40.93	a	0	a
22.07.02 - 19.08.02	3-5. dönem nimf ve yeni nesil ergin	63.01	28.30	a	8.67	b	0	a
25.07.02 - 19.08.02	Yeni nesil ergin	72.50	15.50	b	8.09	b	4.33	a
04.04.02 - 19.08.02	Kontrol	87.32	0	c	10.46	b	2.22	a

\*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur.

Sonuç olarak, fındık meyvelerinin iç ve dış özellikleri bakımından beraberce incelendiğinde, 2002 yılında yapılan kafes denemesi sonucunda fındık kokarcasının sarıkaramuk, boş fındık ve lekeli iç zararına neden olduğu belirlenmiştir. Bazı böcekli kafeslerde gelişmemiş ve şekilsiz iç zararı kontrol kafeslerden farklı olmuştur, fakat yapılan analizler sonucunda önemli bulunmamıştır (Çizelge 7, 8).

#### 3.3.2. *P. prasina*'nın 2003 yılında zarar oranı ve kapasitesinin belirlenmesi

2002 yılında olduğu gibi 2003 yılında da arazideki kafeslerden hasat edilen fındık meyveleri laboratuara getirilerek iç ve dış özellikleri kontrol edilmiştir. Fakat bu yıl fındık kokarcasının zararını belirlemek için kışlık ergin, 3., 4., 5. dönem nimflerin ve yeni nesil



erginlerin fındık meyvelerine vermiş olduğu zarar oranları ayrı ayrı belirlenmiştir.

Kışlık erginlerin bulunduğu kafeslerden hasat edilen meyvelerin dış görünüşleri bakımından sınıflandırılıp istatistik analiz yapıldığında zararlının sarıkaramuk ve karakaramuk zararlarına neden olduğu belirlenmiştir. Bu yıl bir önceki yıldan farklı olarak karakaramuk zararı tespit edilmiştir. Bir çift kışlık ergin ömrü boyunca % 30.14 oranında sarıkaramuk'a ve % 4.93 oranında karakaramuk'a neden olmaktadır (Çizelge 5).

Üçüncü dönem nimflerin beslendiği kafeslerde elde edilen verilerde yapılan analiz sonucunda 3. dönem nimflerin dış belirtiler bakımından sadece karakaramuk zararına neden olmaktadır. Bir çift 3. dönem fındık kokarcası % 3.52 oranında karakaramuk'a neden olmaktadır.

2003 yılında 4., 5. dönem nimflerin ve yeni nesil erginler ile yapılan aynı çalışma sonucunda fındıkların dış özellikleri bakımından herhangi bir zarara neden olmadığı saptanmıştır (Çizelge 5).

2003 yılında kurulan kafes denemesinde fındık meyvelerinin iç özellikleri de incelenmiştir. Kışlık erginlerin % 33.18 oranında boş fındığa neden olduğu belirlenmiştir.

Sadece 3. dönem nimflerin bulunduğu kafesler kontrol kafesleri ile karşılaştırıldığında lekeli iç, boş fındık ve şekilsiz iç zararı olduğu saptanmıştır. Bir çift fındık kokarcasının 3. nimf dönemi boyunca % 4.31 oranında lekeli iç, % 25,58 oranında boş fındık ve % 5.98 oranında şekilsiz iç zararına neden olduğu tespit edilmiştir.

İç fındıklarda yapılan inceleme sonucunda 4. dönem nimflerin lekeli iç ve şekilsiz iç zararına neden olduğu belirlenmiştir. Bir çift fındık kokarcasının 4. nimf dönemi boyunca % 10.17 oranında lekeli iç ve % 8.07 oranında şekilsiz iç zararına neden olduğu saptanmıştır.

Çizelge 5. *P. prasina*'nın farklı dönemlerinin kafes koşullarında fındık meyvelerinde beslenmesi sonucu meyvede meydana gelen dış belirtiler ve oranları (%) (2003 yılı)

Tarih	Meyvenin dış özellikleri										
	Dönemler	Toplam meyve(adet)	Sağlam	Karanfil zararı	Sarıkaramuk	Gelişmemiş	Karakaramuk				
31.05.03	Kışlık ergin	345	61.16	2.61	a	30.14	a	1.16	a	4.93	a
28.06.03	Kontrol	378	93.12	3.44	a	0.79	b	2.38	a	0.26	b
08.07.03	3. dönem nimf	341	88.27	3.22	a	3.81	b	1.17	a	3.52	a
22.07.03	Kontrol	260	93.85	3.85	a	1.54	b	0.77	a	0	b
22.07.03	4. dönem nimf	328	86.89	3.66	a	7.01	b	0.61	a	1.83	b
04.08.03	Kontrol	380	92.37	3.42	a	1.58	b	2.63	a	0	b
30.07.03	5. dönem nimf	331	93.65	2.11	a	2.72	b	0	a	1.51	b
22.08.03	Kontrol	304	94.74	4.28	a	0.33	b	0	a	0	b
30.07.03	Yeni nesil ergin	365	91.23	3.56	a	4.11	b	0.66	a	1.09	b
22.08.03	Kontrol	398	92.96	1.76	a	2.01	b	3.27	a	0	b

\*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 6. *P. prasina*'nın farklı dönemlerinin kafes koşullarında fındık meyvelerinde beslenmesi sonucu oluşan iç belirtiler ve oranları (%) (2003 yılı).

Tarih	Dönemler	Meyvenin iç özellikleri							
		Toplam meyve (adet)	Sağlam	Lekeli iç	Boş	Şekilsiz iç			
31.05.03	Kışlık ergin	211	66.35	0	d	33.18	a	0.95	c
28.06.03	Kontrol	352	86.65	0	d	11.64	d	1.70	bc
08.07.03	3. dönem nimf	301	64.12	4.31	c	25.58	b	5.98	a
22.07.03	Kontrol	244	80.74	0	d	17.21	c	2.05	bc
22.07.03	4. dönem nimf	285	61.05	10.17	b	20.70	c	8.07	a
04.08.03	Kontrol	351	81.19	0	d	17.66	c	1.14	c
30.07.03	5. dönem nimf	310	69.03	8.06	b	19.67	c	3.22	b
22.08.03	Kontrol	288	75.00	0	d	21.17	bc	3.82	ab
30.07.03	Yeni nesil ergin	333	57.66	21.32	a	17.11	c	3.90	ab
22.08.03	Kontrol	370	82.43	0	d	17.57	c	0	c

\* Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 7. 2002 yılı sonuçlarına göre *P. prasina*'nın fındık meyvelerine ömrü boyunca verdiği toplam zararın meyvelerin dış özelliklerine göre sınıflandırılması

		Meyvenin dış özellikleri						
		Kafes(n)	Sağlam	Karanfil zararı	S. Karamuk	Gelişmemiş	K.karamuk	İncelenen meyve
<b>Böcekli kafes</b>	Toplam	100	2137	5	279	32	2	2455
	%		87.04	0.20	11.36	1.30	0.08	
<b>Kontrol kafes</b>	Toplam	25	631	9	7	20	0	667
	%		94.60	1.35	1.05	2.99	0	-
<b>Schneider-Orelli (%)</b>			-	-	<b>10.42</b>	-	-	-

Çizelge 8. 2002 yılı *P. prasina*'nın fındık meyvelerine ömrü boyunca verdiği toplam zararların iç özelliklerine göre sınıflandırılması

		Meyvenin iç özellikleri					
		Kafes(n)	Sağlam	Lekeli iç	Boş	Şekilsiz iç	İncelenen meyve
<b>Böcekli kafes</b>	Toplam	100	1441	253	405	38	2137
	%		67.43	11.84	18.95	1.78	-
<b>Kontrol kafes</b>	Toplam	25	551	0	66	14	631
	%		87.32	0	10.46	2.22	-
<b>Schneider-Orelli (%)</b>			-	<b>11.84</b>	<b>9.48</b>	-	-

Çizelge 9. 2003 yılı sonuçlarına göre *P. prasina*'nın fındık meyvelerine ömrü boyunca verdiği toplam zararın meyvelerin dış özelliklerine göre sınıflandırılması

		Meyvenin dış özellikleri						
		Kafes(n)	Sağlam	Karanfil zararı	S. Karamuk	Gelişmemiş	K.karamuk	İncelenen meyve
<b>Böcekli kafes</b>	Toplam	75	1440	52	164	10	44	<b>1710</b>
	%		84.21	3.04	9.60	0.60	2.58	-
<b>Kontrol kafes</b>	Toplam	75	1605	56	22	36	1	<b>1720</b>
	%		93.31	3.26	1.28	2.09	0.06	-
<b>Schneider-Orelli (%)</b>					<b>8.43</b>		<b>2.52</b>	

Çizelge 10. 2003 yılı *P. prasina*'nın fındık meyvelerine ömrü boyunca verdiği toplam zararların iç özelliklerine göre sınıflandırılması

		Meyvenin iç özellikleri					
		Kafes(n)	Sağlam	Lekeli iç	Boş	Şekilsiz iç	İncelenen meyve
<b>Böcekli kafes</b>	Toplam	75	911	138	325	66	<b>1440</b>
	%		63.26	9.58	22.57	4.58	-
<b>Kontrol kafes</b>	Toplam	75	1310	0	269	26	<b>1605</b>
	%		81.62	0	16.76	1.62	-
<b>Schneider-Orelli (%)</b>				<b>9.58</b>	<b>6.98</b>	<b>3.01</b>	

Çizelge 11. *P. prasina*'nın fındık meyvelerinin iç ve dış zarar özelliklerine göre bir günde verebildiği zarar oranının hesaplanması(2003)

<b>Biyolojik dönem (periyot)</b>	<b>Kafeste kalma süresi (max. gün)</b>	<b>Kafesteki zarar görmüş toplam meyve (adet)*</b>	<b>Meyvedeki zarar (adet /gün/2 böcek)</b>
Kışlamış ergin (31.05.03 - 28.06.03)	29	121	4.18
3. Dönem nimf (08.07.03 - 22.07.03)	14	12	0.86
4. Dönem nimf (22.07.03 - 04.08.03)	13	100	7.7
5. Dönem nimf (30.07.03 - 22.08.03)	23	35	1.52
Yeni nesil ergin (30.07.03 - 22.08.03)	23	83	3.6
Tüm dönemler	102	351	3.4

\*Sadece istatistiki analiz sonucu önemli çıkan zarar şekillerinin toplamı alınmıştır.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma sonucunda yukarıda bahsi geçen zarar şekillerinin istatistiki açıdan karşılaştırdığımızda; sarıkaramuk, karakaramuk, boş fındık, şekilsiz iç ve lekeli iç zararları farklı bulunmuş ve bu zararlar fındık kokarcasının neden olduğu belirlenmiştir. Ancak, karanfil dökümü ve gelişmemiş fındık zararları kontrol kafesleri ile karşılaştırıldığında fark çıkmamış ve bu zarar şekillerinin fındık kokarcası tarafından yapılmadığı kanaatine varılmıştır.

Kurt (1975a) ve Kurt ve Kansu (1975) yaptıkları çalışma sonucunda, fındık kokarcasının erginlerinin sarıkaramuk, karakaramuk, şekilsiz iç ve lekeli içe, nimflerin ise karakaramuk, şekilsiz iç ve lekeli iç zararına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Tavella ve ark., (1997) fındık kokarcası'nın lekeli içlere neden olduğunu bildirmektedir. Tuncer ve ark., (2004) yaptıkları çalışmada fındık kokarcasının karamuk, şekilsiz iç ve lekeli iç zararına neden olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile bizim bulgularımız paralellik göstermektedir. Sonuç olarak, fındık kokarcasının en önemli zararının sarıkaramuk ve lekeli iç olduğu yapılan değerlendirmeler sonucunda ortaya konulmuştur.

Fındık kokarcasından dolayı zarar gören iç fındıklarda önemli oranda renk değişimi gözlenmiştir. Yapılan renk analizleri sonucunda zarar görmüş içlerin zarar görmemiş içlere nazaran daha koyu renge doğru gittiği saptanmıştır. Bu durum *P. prasina*'nın meydana getirdiği lekeli iç zararı insanlar tarafından rahatlıkla fark edilebileceğini ve dolayısıyla böyle meyvelerin tüketiciler tarafından tercih edilmeyeceği ortaya koymaktadır.

Fındık kokarcasının zarar oranı iki farklı yılda belirlenmiştir. 2002 yılında fındık kokarcasının bütün vejetasyon boyunca vermiş olduğu zararı belirlemek için yapılan kafes denemesi sonucunda fındık kokarcasının dış görünüşü bakımından sadece sarıkaramuk (% 10.42) zararına neden olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada dış görünüş olarak sağlam olan fındıkların iç kısımları kontrol edildiğinde; lekeli iç (% 11.84) ve boş (% 9.48) fındık zararı olduğu belirlenmiştir. 2003 yılında ise

sarıkaramuk (% 8.43), karakaramuk (% 2.52), lekeli iç (% 9.58), boş fındık (% 6.98) ve şekilsiz iç (% 3.01) zararına sebep olduğu tespit edilmiştir. Tuncer ve ark., (2004) *P. prasina*'nın % 4 oranında karamuk, % 1.6 oranında şekilsiz iç ve % 8.4 oranında lekeli iç zararına neden olduğunu belirtmektedirler. Kurt (1975a) yaptığı bir çalışmada, fındık kokarcasının sadece kışlık erginlerinin % 17.5 oranında sarıkaramuk'a ve % 33.75 oranında karakaramuk'a neden olduğunu bildirmektedir. Ayrıca, Fındık kokarcasının ömrü boyunca iç fındıklarda % 11.4 oranında lekeli iç ve % 30.6 oranında şekilsiz iç zararına neden olduğunu belirlemiştir. Kiper ve Yüctin (1971) fındık kokarcasının iç fındıklara vermiş olduğu lekeli iç zarar oranını belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, fındık kokarcasının sebep olduğu lekeli iç zararının bölgelere göre değişiklik göstermesi ile birlikte ortalama % 5.1 oranında olduğunu bildirmektedir. Bizim çalışmamız ve literatür arasında zarar şekilleri ve oranları bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Bunun kontrol edilemeyen biyotik ve abiyotik nedenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Fındık kokarcasının kışlık erginleri daha çok sarıkaramuk, boş fındık oluşumuna, az oranda da karakaramuk neden olduğu belirlenmiştir. Nimf ve yeni nesil erginler ise fındığın iç kalitesini etkilediği, lekeli iç ve şekilsiz iç şeklinde zararlar neden olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile Kurt (1975a)'un elde ettiği sonuçlar arasında oldukça büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bunun nedeni olarak, araştırmacının vermiş olduğu zarar oranlarının, bir böcekbaşına düşen zarar oranı değil de birden fazla böcek tarafından meydana getirilmiş zarar oranları olmasıdır.

Lekeli iç, boş fındık ve şekilsiz iç zararına sebep olan bir çift 4. dönem nimf en fazla zarlı (7.7 adet/gün/2 böcek) olan biyolojik dönem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunu kışlamış erginler (4.18 adet/gün/2 böcek) ve yeni nesil erginler (3.6 adet/gün/2 böcek) takip etmektedir. Bütün dönemler bir arada düşünüldüğünde bir çift fındık kokarcası bir günde ortalama 3.4 adet fındığa zarar vermektedir (Çizelge 9). Elde edilen sonuçlar bize zararının fındık

meyvelerinde zarar yapma kapasitesinin yüksek olduğunu göstermektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Akça, İ., 2003. Orta Karadeniz Bölgesinde Fındık Kurdu *Curculio nucum* L. 1758 (Coleoptera: Curculionidae) Populasyonlarının Biyolojisi ve Zararı Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi O. M. Ü. Fen Bil. Enst. Samsun.
- Anonymous, 2002. Karadeniz ihracatçıları birliği kayıtları, 2002.
- Anonymous, 2004. Fiskobirlik verileri, 2002-12 - 09
- Bozoğlu, M., 2001. Econometric analysis of hazelnut productivity in Ordu and Giresun provinces, Turkey. Proc. V. Int. Congress on Hazelnut. Ed. S.A. Mehlenbacher. Acta Hort. 556. ISHS 2001. 125-129.
- Işık, M., Ecevit, O., Kurt, M.A. ve Yüctin, T., 1987. Doğu Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerinde entegre savaş alanakları üzerinde araştırmalar. OMÜ. Yayınları, No: 20,95s.
- Kiper, G., Yüctin, T., 1971. Doğu Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerinde görülen fındık yeşil kokarcası (*Palomena prasina* L.) zararının depolanmış iç fındıklarda intikal oranı üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 11(4): 218-224.
- Kurt, M.A., 1975a. Doğu Karadeniz Fındıklarında zarar yapan *Palomena prasina* (Heteroptera: Pentatomidae)'nın biyo-ekolojisi üzerine araştırmalar. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zir.Müc.ve Zir.Kar.Gen.Müd. Samsun Bölge Zir. Müc.Araş.Enst. Yayınl. No:25.57 s.
- Kurt, M.A., 1975b. Doğu Karadeniz fındıklarında zararlı olan *Palomena prasina*'ya karşı Fındık kurduna etkili preparatlarla ilaç denemesi. Bitki Koruma Bülteni. Cilt 15, No:2,124-129.
- Kurt, M. A. ve Kansu, İ. A., 1975. Doğu Karadeniz fındıklarında zarar yapan *Palomena prasina* (Hemiptera: Pentatomidae)'nın biyo-ekolojisi üzerine araştırmalar. T.B.T.A.K.V. Bilim Kongresi, 105-121.
- Saruhan, İ. 1998. Samsun İlinde Önemli Fındık Zararlılarının Yayılışı ve Mücadelelerine Yönelik Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi O.M.Ü. Fen Bil. Enst. Samsun.
- Saruhan, İ. 2004. Karadeniz Bölgesi Fındık Üretim Alanlarında Görülen Fındık Kokarcası (*Palomena prasina* L. Hemiptera: Pentatomidae)'nın Biyolojisi, Populasyon Yoğunluğu ve Zarar Şekli Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi O. M. Ü. Fen Bil. Enst. Samsun.
- Tavella, L., Arzone, A., Sargiotto C. and Sonnati, C., 1997. Coreidae and Pentatomidae harmful to hazelnuts in Northern Italy (Rhyncota Heteroptera). Acta Hort. 445:503-510.
- Tavella, L., Arzone, A., Miaja, M.L. and Sonnati, C., 2001. Influence of Bug (Heteroptera, Coreidae and Pentatomidae) feeding activity on hazelnut in Northwest Italy. Acta Hort. 556:461-468.
- Tuncer, C., ve Ecevit, O., 1996. Samsun ili fındık üretim alanlarındaki zararlılarla savaşım faaliyetlerinin mevcut durumu üzerinde bir araştırma. Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, OMÜ. Ziraat Fak., 286-292.
- Tuncer, C., Saruhan, İ. ve Akça, İ., 2002a. Karadeniz Bölgesi fındık üretim alanlarındaki önemli zararlılar. Eko-alite. Samsun Ticaret Borsası Yayın organı 2: 43-54.
- Tuncer, C., Akça, İ. ve Saruhan, İ., 2002b. Fındıkta zararlı olan bazı emici böceklerin (Heteroptera: Pentatomidae, Coreidae ve Acanthosomatidae) kimyasal mücadelesi üzerine araştırmalar. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 17(3): 17-26.
- Tuncer, C., Saruhan, İ. ve Akça, İ., 2004. The insect pest problem affecting hazelnut kernel quality in Turkey. Acta Hort. 686:367-375.
- Viggiani, G., 1984. Avversita, malttie e fitogafi del nocciolo. Regione campania servizio agricoltura, caccia e pesca. Serie manuali 7. dicembre 1984.

## BAFRA OVASI ARAZİ KOŞULLARINDA UYGUN KARIK UZUNLUKLARININ BELİRLENMESİ

K. Ersin TEMİZEL\*

Mehmet APAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, SAMSUN

\*e-mail: ersint@omu.edu.tr

Geliş Tarihi : 11.02.2010

Kabul Tarihi: 01.04.2010

**ÖZET:**Bafra ovası koşullarında karık sulamada uygun karık boylarının belirlenmesi için akış denemeleri yapılmış ve akış parametreleri değerlendirilmiştir. Karıklarda 1.5, 2.0 ve 2.5 L/s debiler kullanılarak akış denemeleri yapılmış infiltrasyon durumu ortaya çıkarılmıştır. Net infiltrasyon sürelerinin 1.5, 2.0 ve 2.5 L/s debide sırasıyla 205 dakika, 159 dakika ve 117 dakika olduğu belirlenmiştir. Karık boylarının belirlenmesinde net infiltrasyon süresinin ¼'ü kadar sürede suyun karık sonuna ulaşması gerektiğinden 1.5, 2.0 ve 2.5 L/s debilerde ortaya çıkarılan ilerleme eğrileri kullanılarak sırasıyla 86.6, 92.5 ve 97.3 m olarak en uygun karık boyları belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Karık Sulama, Karık boyları, İlerleme eğrisi, Bafra.

### DETERMINING THE APPROPRIATE FURROW LENGTH IN BAFRA PLAIN LAND CONDITIONS

**ABSTRACT:**In this study, flow experiments were conducted, and flow parameters were evaluated to determine the suitable furrow length in furrow irrigation under Bafra plain conditions. By using 1.5, 2.0 and 2.5 L/s inflow rate, flow experiments were conducted and infiltration situation were determined. Net infiltration times were determined as 205, 159 and 117 min for 1.5, 2.0 and 2.5 L/s inflow rates, respectively. Advance trajectories caused by 1.5, 2.0 and 2.5 L/s inflow rates were used as water should arrived to the end of furrow in a time duration which is ¼ of net infiltration time in determining furrow lengths. As a result of the application, the most suitable furrow lengths were determined as 86.6, 92.5 ve 97.3 m, respectively.

**Key Words:** Furrow Irrigation, Furrow Length, Advance trajectory, Bafra.

### 1.GİRİŞ

Karık sulama yöntemi, özellikle sıraya ekilen bitkilerin sulanmasında yaygın olarak kullanılan bir yüzey sulama yöntemidir. Bitki sıra aralarındaki karıklara uygulanan su bir yandan karık içerisinde ilerlerken bir yandan da toprağa infiltrasyonla girerek düşey ve yatay doğrultuda hareket eder ve bitki kök bölgesinde depolanır. Bu yöntemde bitki kök boğazı ıslatılmamaktadır. Bu nedenle de kök boğazı ıslatılmasından kaynaklanan hastalıklara duyarlı bitkiler için en uygun yüzey sulama yöntemi olarak ortaya çıkmaktadır (Hart ve ark, 1980; Yıldırım, 1996).

Ülkemizde büyük yatırımlarla tesis edilen ve geniş alanları kaplayan sulama projelerinin %95'i yüzey sulama yöntemleriyle sulanmaktadır (Yıldırım, 1996). Ayrıca ekonomik imkânlar ölçüsünde büyük rakamlara varan yatırımlarla sulu tarım alanlarının artırılmasına çalışılmaktadır. Ancak tarımsal sulamada her zaman var olan sorunların günümüzde gerçekleştirilen modern sulama tesislerinde bile tam anlamıyla çözüme kavuşturulamadığı görülmektedir. Sulama suyunun kaynaktan alınarak sulanacak araziye iletilmesi için inşa edilen tesisler başarılı birer mühendislik örneği olmalarına karşın, aynı mükemmellik suyun arazi içinde dağıtımı ve toprağa verilmesi sırasında ne yazık ki görülememekte, sulama tesisinden beklenen yarar sağlanamamaktadır (Delibaş, 1986).

Çoğu zaman tarlanın şekli ve eğimi bilinmemektedir. Tarlaya verilmesi gereken su miktarı ve toprağın infiltrasyon özellikleri de önceden belirlenebilir. Asıl

sorun verilecek debiye bağlı olarak akış uzunluğu ile su uygulama süresi arasında iyi bir dengenin sağlanmasıdır. Akış uzunluğunun gereğinden fazla olması tarla başında derine sızma kayıplarının artmasına, gereğinden kısa olması ise tarla sonunda yüzey akışla kaybolan su miktarının artmasına yol açmaktadır (Delibaş, 1984).

Karık uzunluğu, uygulanan su debisine ve arazi eğimine bağlı olarak belirlenmektedir. Erozyon tehlikesi olmadığı koşullarda, genel olarak büyük akış debisi kullanılması ve böylece karık boylarının uzatılması tercih edilmektedir. Kısa karıkların kullanılması gerek karık tesisinde gerekse sulamanın kontrolünde çok zaman ve emek harcanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle istenilmeyen sulama koşulları yaratmamak koşulu ile karık boyları mümkün olduğu kadar uzun olmalıdır (Ertuğrul ve Apan, 1979).

Tarla denemelerinin yapılacağı alanda akış özelliklerinin saptanması amacıyla karıklar açılarak erozyona neden olmayan maksimum debi uygulanır. Maksimum debinin belirlenmesinde Hamad ve Stringham (1978) yaptıkları çalışmada toprak gruplarına göre değişik katsayılar elde ederek erozyona neden olmayan maksimum karık debisini eşitlik 1 ile belirlemişlerdir (Çizelge 1).

$$Q_{max} = \alpha \cdot S \cdot \beta \quad (1)$$

Eşitlikte;

$Q_{max}$  : Erozyona neden olmayan maksimum karık debisi, L/s

S : Karık eğimi, %

$\alpha$  ve  $\beta$  : Toprak özelliğine bağlı katsayılardır

Çizelge 1. Maksimum Karık Debisinin Belirlenmesinde Kullanılan Toprak Özelliklerine Bağlı  $\alpha$  ve  $\beta$  Katsayıları (Hamad ve Stringham, 1978)

Toprak Grubu	$\alpha$ ( L/s)	$\beta$ (birimsiz)
Ağır	0.892	-0.937
Orta Ağır	0.988	-0.550
Orta	0.613	-0.733
Hafif	1.111	-0.615
Çok Hafif	0.665	-0.548

Karık uzunlukları 5 ile 500m arasında değişebilir, ancak 100 ile 200m arasındaki karık uzunlukları oldukça genelleştirilmiştir. Fazla uzun karık boyları karık başlarında yeterinden fazla derine sızma kayıplarına ve toprak erozyonuna neden olmaktadır (Asawa, 2008).

Karık sulama çiftlik su yönetiminde daha esneklik sağlar. Tava ve uzun tavalara göre daha az arazi tesviyesi gerektirirken aynı yüksek sulama üniformluğuna ulaşabilir (Trimble, 2008).

Sulama randımanını yükseltmek için suyun tarlaya ne şekilde, ne miktarda ve ne kadar süreyle verileceği, sulanacak ünitenin boyutlarının ne olacağı gibi sorunlara çözüm aramak gerekmektedir. Bu nedenle yüzey sulama yöntemlerinin yoğun bir şekilde kullanıldığı Bafra ovası için çalışma yürütülmüştür.

## 2. MATERYAL VE METOT

Arazide, yörede yetiştiriciliği yüksek oranda yapılan ve karık sulama için uygun olan domates bitkisinin karık aralığı olarak 1.2m aralık ve 100m uzunluğunda karıklarda denemeler yürütülmüştür. Deneme alanına su kanalet şebekesinden sağlanmıştır.

Karıklarda 1.5, 2.0 ve 2.5 L/s değerlerinde debiler kullanılarak akış denemeleri yapılmış, sulamalar sezon boyunca 3 defa tekrarlanmıştır.

### 2.1. Araştırma Alanı

Araştırma, Samsun ili, Bafra ilçesi, Altınova köyündeki çiftçi arazisinde yürütülmüştür. Arazi Bafra ilçesine 11 km, Samsun iline 61 km uzakta olup deneme arazisinin bulunduğu köy 41° 38' - 41° 42' Kuzey enlemleri ve 35° 57' - 36° 00' Doğu Boylamları arasında yer almaktadır. Denizden yüksekliği ise 7-8 m dir.

### 2.2. Toprak Özellikleri

Deneme alanı topraklarını Kızılırmak'ın getirdiği alüvyon topraklar oluşturmaktadır. Araştırma alanında toprak derinliği 1.5 m ve daha derindir. Toprak bünyeleri ağır olup geçirgenlikleri düşüktür. Toprakların büyük bir kısmı taşınma topraklardır. Biriktikleri yerlerde drenaj, havalanma ve kök işleme durumlarına bağlı olarak genellikle granüle ve blok yapıları elde etmişlerdir (Apan ve Bayrak, 1988).

### 2.3. İklim Özellikleri

Proje alanında Karadeniz Bölgesinin ılıman iklim özellikleri görülmektedir. Bafra Meteoroloji Müdürlüğünden alınan uzun yıllar ortalama gözlem

sonuçlarına göre en yağışlı ay Aralık, en kurak ay ise Temmuz ayıdır. Yıllık yağış toplamı uzun yıllar ortalamasına göre 722.5 mm dir. En sıcak ay 22.7 °C ile Temmuz ve en soğuk ay ise 5.7 °C ile Ocak ayıdır. Karadeniz Bölgesi kuzey-batı Avrupa'daki alçak basınç ile Sibiry'a'daki yüksek basıncın etkisi altında kalmaktadır. Bafra ile Çarşamba'ya kadar olan sahil şeridinde Kuzey Anadolu sıra dağlarının yüksekliğini kaybetmiş olması dolayısıyla düşük değerli yağışlar görülmektedir.

### 2.4. Debi Ölçümleri

Karık giriş debisinin ölçülmesinde üzerinde sabit su yükü bulunan sifona bağlı küresel vana ve bu vanadan çıkan suyun debisinin volumetrik yöntemle göre ayarlanması ile sağlanmıştır. Geçen sürenin belirlenmesinde kronometre kullanılmıştır (Yıldırım, 1996).

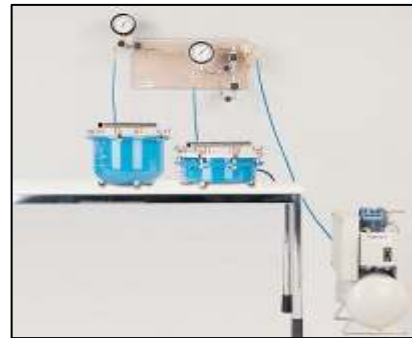
Karık çıkış debisinin tespit edilmesinde H savaklarından yararlanılmıştır. Kullanılan H savakları 6 inç (15.24 cm) derinliğinde ve yaklaşık 5-6 L/s ölçüm yapabilen özellikte olup krom malzemeden yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Karıklardan çıkan debilerin saptandığı H savakları

### 2.5. Su Tutma Kapasitesinin belirlenmesi

Toprak örneklerinde Tarla kapasitesi ve Solma Noktası değerlerinin belirlenmesinde basınçlı membran aleti kullanılmıştır (Şekil 2). Basınçlı membran aleti Kompresör, solma noktası kabı, tarla kapasitesi kabı ve manometrik düzenekten oluşan sisteme sahiptir. Cihazda örnekler üzerine tarla kapasitesi ve solma noktası için sırasıyla 1/3 atm ve 15 atm basınçlar uygulanarak örneklerin belirtilen nem düzeylerine ulaşmaları sağlanmıştır. Tarla kapasite değeri ile solma noktası değerleri arasındaki fark su tutma kapasitesini vermektedir.



Şekil 2. Toprakta su tutma kapasitesinin belirlendiği basınçlı membran aleti

## 2.6. İnfiltrasyon Testleri

Suyun yüzeyden toprak içerisine düşey doğrultuda girmesine toprağın su alması (infiltrasyon), birim zamanda toprağa giren su derinliğine ise su alma hızı (infiltrasyon hızı) adı verilmektedir. Toprağın su alma hızına birçok etmen etkili olmaktadır. Bunların en önemlileri toprak bünyesi, toprağın yapısı, toprakta mevcut nem miktarı, toprağın işlenme ve sıkışma durumu, toprak yüzeyindeki su yüksekliği ve topraktaki tuzların cinsi ve miktarıdır. Toprağın su alma hızı, sulama yöntemlerinin seçimi yanında yüzey sulama yöntemlerinde akış uzunlukları, debi ve sulama süresine etki eden önemli bir parametredir. Suyun yanal doğrultuda da toprağa girdiği karık sulama yöntemi için karıklara giren ve çıkan suyun ölçülmesi yöntemiyle infiltrasyon parametrelerinin belirlenmesi daha uygun olmaktadır (Güngör ve ark., 2002).

Karıklara giren ve çıkan suyun ölçülmesi suyun yanal doğrultuda da toprağa girdiği karık sulama yöntemi için kullanılan infiltrasyon yöntemidir (Delibaş ve Okuroğlu, 1987). Bu amaçla arazide, yetiştirilecek bitkilerin sıra aralıklarına uygun aralıkta karıklar açılır. Ortadaki karıklar deneme karığı olarak seçilir. Deneme karıklarının her iki tarafında en az birer adet tampon karık oluşturulur. Deneme karığının başından 60-150m ilerisinden çıkan suyun ölçülmesi için orifis tesis edilir. Karık başından erozyona neden olmayan ve su yüksekliği karık yüksekliğinin %75'ini geçmeyecek debi karıklara uygulanır (Yıldırım, 1996). Bu amaçla çalışmada da yan yana beş karığa aynı anda eşit debide su uygulanmış ölçümler içerideki üç karıkta yapılmıştır. Karıklarda üçgene benzer kesit geometrisinde üst genişliği 44cm ve derinliği ise 8cm olan karıklar kullanılmıştır. Elde edilen ölçümler değerlendirilerek eklemeli su alma derinlikleri belirlenmiş ve Excel programı kullanılarak Lewis-Kostiakov tarafından önerilen  $D = kt^n$  (Christiansen ve ark., 1966) biçimindeki eklemeli infiltrasyon eşitliğindeki parametreler belirlenmiştir. Yıldırım (1996)'da karıkların yeni açılmış olması ya da çok düşük toprak nemi içermesi durumunda elde edilen infiltrasyon değerlerinin gerçeği yansıtmadığının belirtilmesi nedeniyle ikinci sulamalarda elde edilen değerler dikkate alınmıştır.

## 2.7. Karık Boylarının Arazi Koşullarında Belirlenmesi

Yüksek su uygulama randımanı elde edebilmek için karık boyunca toprağa giren su miktarının olanak ölçüsünde eş bir dağılım göstermesi gerekir. Bu koşul suyun karık sonuna hızlı bir şekilde ulaştırılmasıyla sağlanır. Uygulamada genellikle net infiltrasyon süresinin  $\frac{1}{4}$ 'ü kadar sürede suyun karık sonuna ulaşması istenir (Hart ve ark., 1980; Ertuğrul ve Apan, 1979; Sohrabi ve Behnia, 2007). Karık debisi ve karık uzunluğu bu kurala göre belirlenir. Bunun için de, sulanacak arazide toprağın su alma hızı - zaman ilişkisi ile suyun karıkta ilerleme hızını belirlemek amacıyla karık testleri yapılır (Kara ve ark., 2008).

## 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 3.1. Toprak Özellikleri

Araziden alınan toprak örneklerinde kullanılabilir su tutma kapasitesi ve net sulama suyu derinliğinin hesaplanabilmesi için gerekli olan tarla kapasitesi ve solma noktası nem değerleri ile hacim ağırlığı değerleri ve toprak bünyesi belirlenmiş; toprak profilinin 90 cm'lik bölümü için toprakların bu özelliklerine ilişkin sonuçlar 30 cm'lik katmanlar halinde çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme Alanı Toprakları Tarla Kapasitesi (TK), Solma Noktası (SN) hacim ağırlık ( $\gamma_t$ ) ve bünye değerleri

Derinlik (cm)	TK	SN	$\gamma_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	Bünye			Sınıf
	Pw (%)	Pw (%)		% Kum	% Kil	% Silt	
00-30	40.1	25.4	1.37	21	49	30	C
30-60	28.5	14.5	1.53	38	34	28	CL
60-90	24.5	6.2	1.48	54	12	34	S L

Çizelge 2'deki değerler dikkate alınarak deneme alanında 90cm toprak derinliği için kullanılabilir su tutma kapasite 205.9 mm olarak tespit edilmiştir. Yapılan akış denemelerinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin yarısı tüketildiğinde sulama yapılacağı göz önüne alınarak her sulamada verilecek sulama suyu derinliği 103 mm olarak belirlenmiştir.

### 3.2. Karıklara Giren – Çıkan Akım Ölçmelerinden İnfiltrasyon Parametrelerinin Belirlenmesi

Karıklara giren – çıkan akımın ölçülmesi ile elde edilen Kostiakov eşitliğine ( $D_{(cm)} = k \cdot t^n$ ) ilişkin k ve n katsayıları değerleri, karığa uygulanan 1.5, 2.0 ve 2.5 L/s debilerde 2. ve 3. sulama için hesaplanarak Çizelge 3'de verilmiştir. Yıldırım (1996) karıkların yeni açılmış olması, ya da düşük toprak nemi içermesi durumunda, infiltrasyon denemesinden önce karıklara su verilerek, toprak nemi istenilen düzeye düşmesinin beklenilmesinin gerektiğini belirtmesi nedeniyle değerlendirmede 2. ve 3. sulama verileri dikkate alınmıştır.

Çizelge 3. Deneme Karıklarına Ait Net İnfiltrasyon Süresi (tn) ve Kostiakov İnfiltrasyon Eşitliğindeki Katsayılarla İlişkin Değerler.

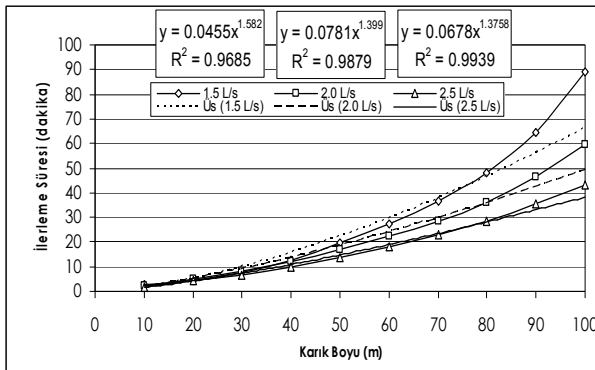
Debi (L/s)	Sulama	k	n	Net İnf. süresi (tn,) (dakika)
1.5	2.Sulama	0.8257	0.4746	203.9
	3.Sulama	0.6920	0.5064	206.9
2.0	2.Sulama	0.7828	0.5096	157.0
	3.Sulama	0.7205	0.5233	161.3
2.5	2.Sulama	0.4887	0.6477	110.6
	3.Sulama	0.4368	0.6558	123.8

Çizelge 3'den de görülebileceği gibi, 2. ve 3. sulamalara ilişkin k değerleri 0.4368 ile 0.8257 arasında, n değerleri 0.4746 ile 0.6558 arasında ve bu değerlerin kullanılmasıyla elde edilen infiltrasyon

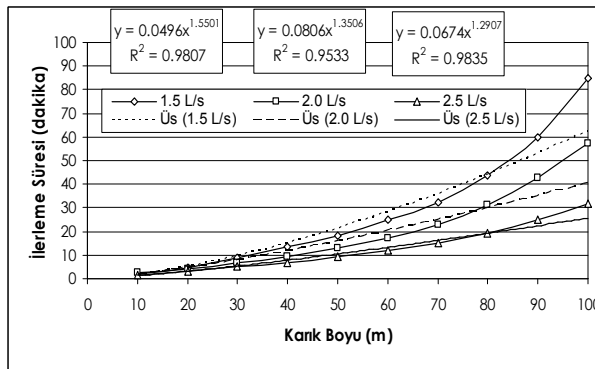
süreleri de 110.6 dakika ile 206.9 dakika arasında değişmektedir. Karığa uygulanan debinin artışına bağlı olarak aynı karık uzunluğu için net infiltrasyon süresinin azaldığı görülmektedir. Bu durum, debi miktarının artmasıyla suyun karık içerisinde daha hızlı ilerlemesinin ve ıslatılan karık kesit uzunluğundaki artışın doğal bir sonucudur.

### 3.3. Karıklarda Akış Denemelerine İlişkin Sonuçlar

Karıklarda infiltrasyon denemeleri ile birlikte, 10'ar metre aralıklarla oluşturulan istasyonlara suyun ulaşma süreleri kaydedilmiştir. Belirlenen bu değerler karık uzunluğu boyunca işaretlenerek her bir debi için ilerleme eğrileri çizilmiştir. İlerleme eğrilerinin  $T=a.X^b$  (Delibaş, 1988; DeTar,1989) gibi üstel bir eşitliğe uygunluk gösterdiği varsayılarak 2. ve 3. sulamalarda her 3 debi için ilerleme eşitlikleri ve bu eşitliklerin  $r^2$  değerleri belirlenmiştir (Şekil 3 ve 4).



Şekil 3. İkinci sulamalara ilişkin ilerleme eğrileri ve eşitlikleri



Şekil 4. Üçüncü sulamalara ilişkin ilerleme eğrileri ve eşitlikleri

Şekil 3 ve 4'den elde edilen eşitlikler  $T=a.X^b$  formunda elde edilmiş eşitliklerdir. Bu eşitlikte karık uzunluğuna (X) göre çözüm yapıлып  $(1/a)(1/b)$  yerine c,  $1/b$  yerine d yazılarak oluşturulan ve karık uzunluğunu veren eşitlik ( $X=c.T^d$ ) için belirlenen c ve d katsayıları, net infiltrasyon süresinin  $1/4$  ü kadar süreler için hesaplanan karık uzunlukları çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Arazi Denemelerinden Elde Edilen İlerleme Eşitlikleri Katsayıları ve Uygun Karık Uzunlukları

Debi	c	d	Net İnfiltr. Sür. (tn.) (dakika)	Karık uzunluğu (m)
1.5 L/s	6.9975	0.6386	205.4	86.6
2.0 L/s	6.3204	0.7276	159.2	92.2
2.5 L/s	7.5769	0.7508	117.2	95.7

Şekil 3 ve 4'te arazide ölçülen değerlere göre çizilen eğri ile oluşturulan üstel eşitliğe göre çizilen eğrilerin karık uzunluğunun 80. metresine kadar birebir uyum sağladığı ve bu uzunluktan sonra az da olsa bir sapmanın olduğu görülmektedir. Bu grafikler değerlendirildiğinde bölgede karık uzunluğunun 80 m alınmasının uygun olacağı söylenebilir. Bu durumu çizelge 4.4'de belirlenen karık uzunlukları da destekler niteliktedir. Çizelgede verilen karık uzunlukları 86.6m ile 95.7 m arasında değişmekle birlikte, karık uzunluklarının çoğunlukla 80-90 m arasında değiştiği görülmektedir. Her bir debi için ortalama karık uzunlukları dikkate alındığında uygulanan debi miktarındaki artışın karık uzunluğunda bir artışa neden olduğu görülmektedir. Bu durum, debi artışı sonucunda karık içerisinde suyun ilerlemesinin daha hızlı oluşunun bir sonucudur. Yıldırım ve ark. (1989) %1.7 eğimli arazide 1m karık aralığında 1.117 L/s debi uyguladıklarında net infiltrasyon süresinin 170 dakika akış uzunluğunun ise 85 m olduğunu belirlemişlerdir. Benzer sonuçlar Kara ve ark. (2008) tarafından da saptanmıştır.

## 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Bafra ilçesi, Altınova köyü deneme alanında, Bafra ovası arazi koşullarında yüzey sulama yöntemlerinden karık sulama boyutlarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Arazide belirli boyutta karıklar oluşturularak deneme yapılmış, elde edilen veriler yardımıyla uygun boyutlar belirlenmiştir.

Karıklarda infiltrasyon durumunu ortaya çıkarmak için infiltrasyon testleri yapılmış, karıklara giren çıkan akımdan faydalanarak elde edilen infiltrasyon parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır. Karıklarda 1.5 L/s de net infiltrasyon süresinin 205 dakika, 2.0 L/s de 159 dakika ve 2.5 L/s'de ise 117 dakika olduğu belirlenmiştir.

Karıklarda 1.5, 2.0 ve 2.5 L/s debiler uygulandığı her bir durum için yapılan akış denemesinde 10 m aralıklarla oluşturulan istasyonlara suyun ulaşma süreleri kaydedilirken; karık sonundan çıkan su miktarları H savağı yardımıyla belirlenmiştir. Karık boylarının belirlenmesinde net infiltrasyon süresinin  $1/4$ 'ü kadar sürede suyun karık sonuna ulaşması ölçütü dikkate alınarak, uygulanan her bir debinin karık sonuna ulaşma süreleri belirlenmiştir. Belirlenen bu sürelerde suyun karık içerisinde ulaşabildiği uzaklık, uygun olan en uzun karık uzunluğu olarak alınmıştır. Arazi koşulları göz önüne alındığında 1.5, 2.0 ve 2.5



L/s debilerde sırasıyla 86.6, 92.5 ve 97.3 m olarak en uygun karık boyları belirlenmiştir. Karığa uygulanan debi miktarı dikkate alınmadığı durumda, her üç debinin ortalaması olarak, bölgede karık uzunluğunun 90m olarak uygulanması önerilebilir.

## **5. KAYNAKLAR**

- Apan, M., Bayrak, F., 1988. Bafra Ovası'nın Sulama Yönünden Genel Sorunları ve Gelecekteki Uygulamalara İlişkin Öneriler. Bafra Ovası Tarım Sempozyumu. Samsun.
- Asawa, G.L., 2008. IRRIGATION AND WATER RESOURCES ENGINEERING. 4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 110002.)
- Christiansen, J. E., Bishop, A.A. Kiefer, F. W., Fok, Y. S., 1966. Evaluation of Intake Rate Constants as Related to Advance of Water in Surface Irrigation. Transactions of the ASAE Vol.9, No: 5, 671-674.
- Delibaş, L., 1984. Karık ve Tavalarda Yüze Sulama Hidroliği İlkelerinin Tarla Koşullarında Araştırılması. Doktora tezi. 1984. Erzurum.
- Delibaş, L., 1986. Yüze Sulamada Hidrolik Faktörlerin Tarla Koşullarında Değişimi Üzerine Bir Araştırma. 2.Ulusal Kültürteknik Kongresi 29 Nisan-2 Mayıs 1986. Adana.
- Delibaş, L., 1988. Yüze Sulamanın Analizinde Matematiksel Bir Yaklaşım. III. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri s.329-345. 20-23 Eylül 1988. İzmir.
- Delibaş, L., Okuroğlu, M., 1987. Yüze Sulamada Suyun İlerleme- Emilme İlişkileri ve İlerleme Verilerinden İnfiltrasyon Parametrelerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Der. Cilt 18, Sayı 1-4. Erzurum.
- DeTar, R.W., 1989. Infiltration Function From Furrow Stream Advance. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. Vol. 115, No:4. ASCE.
- Ertuğrul, H., Apan, M. 1979. Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. A.Ü. Yayınları No 562, Ziraat Fak. Yayınları No 252. Erzurum.
- Güngör, Y., Erözel, Z., Yıldırım, O., 2002. Sulama. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın no:1525. Ankara.
- Hamad, N. S., Stringham, G. E. ,1978. Maximum Nonerosive Furrow Irrigation Stream Size. Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE, 104(3), 275-281.
- Hart, W. E., Collins, H. G., Woodward, G., Humperys, A. S., 1980. Design and Operation of Gravity or Surface Systems. 501-508. Ed: Jensen, M.E., Design and Operation of Farm Irrigation Systems. ASAE.
- Kara, T., Temizel, K.E. and Apan, M., 2008. Using Emprical Equations to Determine Appropriate Furrow Lengh Under Field Condition, Pakistan Journal of Biological Sciences 11(2):220-225.
- Sohrabi, B. and Behnia, A., 2007. Evaluation of Kostiakow's Infiltration Equation in Furrow Irrigation Design According to FAO Method. Journal of Agronomy 6(3) 468-471.
- Trimble, S.W., 2008. Encyclopedia of water science / author, Stanley W. Trimble. 2nd ed.
- Yıldırım, O., Tokgöz, A., Öztürk, F., 1989. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Arazisinde Uygun Karık Uzunlukları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 1131, Ankara.
- Yıldırım, O., 1996. Sulama Sistemleri II. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No:1449. Ankara.

## ERZURUM YÖRESİNDE BAZI KORUNGA EKİM ALANLARINDA BULUNAN YABANCI OTLAR, YOĞUNLUKLARI VE RASTLAMA SIKLIKLARI

İrfan ÇORUH\*

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 25240, Erzurum

\*e-mail: icoruh@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.07.2009

Kabul Tarihi: 11.03.2010

**ÖZET:** Erzurum ilinin Aşkale, Merkez ve Pasinler ilçelerindeki korunga tarlalarındaki yabancı otları, yoğunluklarını, rastlama sıklıklarını belirlemek amacı ile 2007-2008 yıllarında yürütülen çalışmada, 1 tohumuz, 11 tek çenekli (monokotiledon) ve 67 çift çenekli (dikotiledon) olmak üzere 26 familya ve 67 cinse ait 79 farklı yabancı ot türü saptanmıştır. Bu yabancı otların metrekaresindeki yoğunluklarının 1 ile 2448 arasında değiştiği ve ortalama yoğunluğun 57.86 bitki/m<sup>2</sup> olduğu belirlenmiştir. *Poa pratensis* L. (Çayır salkım otu) 18.13 adet/m<sup>2</sup>, *Poa bulbosa* L. (Yumrulu salkım otu) 14.25 m<sup>2</sup>, *Bromus tectorum* L. (Püsküllü çayır) 7.05 m<sup>2</sup>, *Cirsium arvense* (L.) Scop. (Köygöçüren) 2.79 m<sup>2</sup> ve *Convolvulus arvensis* L. (Tarla sarmaşığı) 2.16 m<sup>2</sup> ile en yoğun türler olarak belirlenirken, *C. arvense* (%25.93), *C. arvensis* (%22.94), *P. pratensis* (%20.72), *B. tectorum* (%17.78) ve *Rochelia disperma* (L. fill.) C. Koch (İki tohumlu taşkesen) (%14.80) ise rastlama sıklıkları en yüksek türler olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Korunga, Yabancı Ot, Yabancı Ot Yoğunluğu, Rastlama Sıklığı, Erzurum

### SPECIES, DENSITY AND FREQUENCY OF SOME SAINFOIN WEEDS IN ERZURUM, TURKEY

**ABSTRACT:** This study was carried out in order to determine weed species, their density and frequency in sainfoin fields in Aşkale, Center and Pasinler districts of Erzurum in 2007 and 2008. In this study, 79 different weed species belonging to 67 genus and 26 families (1 cryptogamae, 11 monocotyledoneous and 67 dicotyledoneous) were identified. Density of weed species varied between 1 and 2448 in square meter, and a density of 57.86 plant/m<sup>2</sup> of weeds per square meter on average were determined. At the experiment site were determined, the most common species *Poa pratensis* L. (Kentucky blue grass) (18.13 plant/m<sup>2</sup>), *Poa bulbosa* L. (Bulbous bluegrass) (14.25 plant/m<sup>2</sup>), *Bromus tectorum* L. (Downy brome) (7.05 plant/m<sup>2</sup>), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (Canada thistle) (2.79 plant/m<sup>2</sup>) and *Convolvulus arvensis* L. (Field bindweed) (2.16 plant/m<sup>2</sup>); in addition to this study, the most frequent weed species observed were *C. arvense* (25.93%), *C. arvensis* (22.94%), *P. pratensis* (20.72%), *B. tectorum* (17.78%) and *Rochelia disperma* (L. fill.) C. Koch (14.80%).

**Key Words:** Sainfoin, Weed, Weed Density, Frequency, Erzurum

### 1. GİRİŞ

Türkiye’de 2007 verilerine göre toplam 21 milyon ha tarım alanı içerisinde 17 milyon ha alanda ekim yapılmaktadır (Anonymous, 2009). Erzurum ilinde 2008 yılında 17 bin ha’lık alanda korunga ekimi yapılmakta ve 200 kg/ha yeşil, 50 kg/ha ise kuru ot elde edilmektedir (Anonymous, 2009).

Korunga uzun ömürlü, çok yıllık, kurağa ve özellikle soğuğa çok dayanıklı, diğer bitkilerin yetişmediği kıraç, kireçli topraklarda iyi gelişen bir yem bitkisi olup, kalkerli ve sulanmayan topraklarda yoncadan daha verimlidir (Açıkgöz, 2001; Elçi, 2005).

Korunga bitkisi, yalnız veya buğdaygillerle karışık olarak kuru ot üretiminde, mera tesisinde, toprak işahında, erozyonun kontrolünde, bal üretiminde ve münavebede çok geniş bir kullanım alanına sahiptir (Serin ve Tan, 2008).

Yabancı otlar kültür bitkilerinde çeşitli etmenlerin meydana getirdiği ürün kayıplarından daha fazla zarara sebep olmaktadır (Özer, 1993). Yabancı otların tüm tarımsal üretimde %9.7’lik bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Cramer, 1967). Parker ve Fryer (1975), yapmış oldukları değerlendirmede zararın tüm dünyada %14.6 olduğunu belirtmişlerdir.

Rusya’nın Belgorod bölgesinde korungada önemli zarar yapan ve sığırlar için zehirli bir yabancı ot

*Cynoglossum officinale* L.(Köpek dili) üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Yakovleva, 2004). Buna ilaveten korungada zarar yapan *Bromus arvensis* L. (Tarla bromu), *Elymus repens* (L.) Gould. (Ayrık), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Köpek dişi ayrığı) ve *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf. (Sudanotu)’nin önemli türler oldukları bildirilmiştir (Elçi, 2005).

Erzurum yöresinde yem bitkilerinden yoncada yapılan bir çalışmada, yoğunluk olarak, *Poa pratensis* L. (Çayır salkım otu) 21.96 adet/m<sup>2</sup>, *Poa bulbosa* L. (Yumrulu salkım otu) 15.04, *Bromus tectorum* L. (Püsküllü çayır) 11.47, *Elymus repens* (L.) Gould. (Ayrık) 9.07 ve *Carum carvi* L. (Kır kimyonu) 3.05 ile en yoğun türler olarak belirlenirken, *P. pratensis* (%58.73), *B. tectorum* (%49.21), *C. carvi* (%38.10), *Descurainia sophia* (L.) Webb. ex Prant (Uzun süpürge otu) (%36.51) ve *Convolvulus arvensis* L. (Tarla sarmaşığı) (%33.33), *Lactuca serriola* L. (Dikenli yabancı marul) (%33.33) ve *P. bulbosa* (%33.33) ise rastlama sıklıkları en yüksek türler olarak tespit edilmiştir (Çoruh ve Zengin, 2007).

Ülkemizde korunga ekim alanlarında bulunan yabancı otlar ve yoğunlukları ile ilgili fazla bir çalışma bulunmamaktadır. Korungada yabancı otlarla başarılı bir mücadele yapabilmek için, ekim alanlarındaki yabancı ot türlerinin ve bunların yoğunluklarının tespit edilmesi önemlidir. Bunun için,

Erzurum'da korunga yetiştirilen alanlarda sorun oluşturan yabancı otlar, yoğunlukları ve rastlama sıklıkları saptanmıştır.

## **2. MATERYAL ve METOT**

Çalışmanın materyalini, Erzurum iline bağlı Aşkale, Merkez ve Pasinler ilçelerindeki 4 veya 5 yaşındaki korunga tarlaları ile buralarda bulunan yabancı otlar oluşturmaktadır.

Çalışma, 2007-2008 yıllarında Erzurum ili Merkez, Aşkale ve Pasinler ilçelerindeki korunga ekilen alanlarda yürütülmüştür. Örnekleme her 3 çalışma alanının genelini kapsayacak biçimde 2007 yılında 8 Haziran ve 9 Temmuz tarihleri arasında 25 korunga tarlasında, 2008 yılında ise 6 Haziran 7 Temmuz tarihleri arasında 20 korunga tarlasında yapılmıştır. Yabancı ot yoğunluğunu tespit ederken, şansa bağlı olarak yaklaşık 3 da'lık her bir korunga tarlasına 3 kez çerçeve atılarak, içerisine düşen yabancı otların cins veya türleri üzerinden sayımlar gerçekleştirilmiştir. Bu esnada *Poaceae* familyasına ait bitki türlerinde her bir kardeş bir bitki olarak sayılmıştır. Yabancı otların yoğunlukları tespit edilirken tarla kenar tesirinden kaçınılarak köşegenler doğrultusunda 10 m içeriden başlanarak, öbür uca 10 m kalana kadar uzunlukları 1 m olan 4 çita ile oluşturulan 1 m<sup>2</sup>'lik çerçeve atılmıştır. Daha sonra sürvey yapılan korunga tarlalarındaki yabancı ot yoğunluğunun aritmetik ortalaması alınarak m<sup>2</sup>'deki yabancı ot yoğunluğu bulunmuştur. Sürvey sırasında, tanısı yapılamayan yabancı otlar herbaryuma alınarak numaralanmış ve teşhisleri Davis (1965-1988) ve Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Herbaryumu'ndan yararlanılarak yapılmıştır. Bitkilerin Türkçe adları Uluğ ve ark., (1993)'dan faydalanılmıştır.

Sürvey yapılan korunga tarlalarındaki yabancı ot türlerinin dağılımlarının homojen veya heterojenliği hakkında bilgi edinmek için rastlama sıklıkları tespit edilmiştir.

Bunun için, aşağıdaki formül kullanılmıştır (Uygur, 1985).

Rastlama Sıklığı % =  $N / M \times 100$

N: Türün rastlandığı çerçeve sayısı

M: Atılan toplam çerçeve sayısı

## **3. BULGULAR ve TARTIŞMA**

Erzurum yöresi korunga ekim alanlarında 1 tohumuz, 11 tek çenekli (Monocotyledoneae) sınıftan ve 67 çift çenekli (Dicotyledoneae) sınıftan olmak üzere 26 familyaya ait 67 cinse giren

79 farklı yabancı ot türü belirlenmiştir. Bu yabancı otların m<sup>2</sup>'deki yoğunluklarının 1 ile 2448 arasında değiştiği ve ortalama yoğunluğun ise 57.86 olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanlarında *P. pratensis* L. (18.13 adet/m<sup>2</sup>), *P. bulbosa* (14.25 adet/m<sup>2</sup>), *B. tectorum* (7.05 adet/m<sup>2</sup>), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (Köy-göçüren) (2.79 adet/m<sup>2</sup>) ve *Convolvulus arvensis* L. (Tarla sarmaşığı) (2.16 adet/m<sup>2</sup>) en yoğun, (0.01 adet/m<sup>2</sup>) ile *Anthemis cretica* L. (Dağ papatyası), *Hyoscyamus niger* L. (Siyah banotu), *Sanguisorba officinalis* L. (Tıbbi çayır düğmesi), *Papaver orientale* L. (Doğu haşhaşı) ve *Wiedemannia multifida* (L.) en az yoğun türler oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Rastlama sıklığında ise *C. arvense* (%25.93), *C. arvensis* (%22.94), *P. pratensis* (%20.72), *B. tectorum* (%17.78) ve *Rochelia disperma* (L. fill.) C. Koch (İki tohumlu taşkesen) (%14.80) en yaygın; (%0.74) ile *Achillea millefolium* L. (Tıbbi civan perçemi), *A. cretica*, *H. niger*, *Koeleria cristata* (L.) Pers. (İbikli çayır otu), *S. officinalis*, *P. orientale* ve *W. multifida* nadir yaygın yabancı ot türleridir (Çizelge 1).

Van ve Orta Anadolu'da yapılan yonca ve korunga ile ilgili iki çalışmada *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn. (Adi otlak ayrığı), *Alyssum desertorum* Stapf. (Küçük taşotu), *B. tectorum*, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (Çoban çantası), *Cardaria draba* (L.) Desv. (Yabani tere), *Centaurea* spp., *C. arvense*, *C. arvensis*, *Descurainia sophia* (L.) Webb. ex Prant. (Uzun süpürge otu), *Equisetum* spp., *Falcaria vulgaris* Bernh. (Falçata otu), *Fumaria* spp., *Geranium* spp., *Lactuca* spp., *Papaver* spp., *Plantago lanceolata* L. (Dar yapraklı sinir otu), *Poa* spp., *Polygonum* spp., *Setaria viridis* (L.) P.B. (Yeşil kirpi darı), *Sinapis arvensis* L. (Yabani hardal), *Thlaspi arvense* L. (Tarla akça çiçeği) ve *Tragopogon* spp. önemli türler olarak tespit edilmiştir (Tepe, 1988; Çalı ve ark., 1993). Bu sonuçlar araştırmanın sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

Sonuç olarak, Erzurum ve yöresinde korunga tarlalarında yabancı ot türlerinin yoğunluk ve yaygınlık durumunun ele alındığı bu çalışmada, önemli derecede dar ve geniş yapraklı türler ortaya çıkmaktadır. Bundan dolayı, çalışma alanının kapsadığı bu yörelerde korunga ekim alanı kurulurken örneğin *B. tectorum* (tek yıllık), *C. arvense* (çok yıllık) ve *C. arvensis* (çok yıllık) gibi tohumla çoğalabilen yabancı otlardan arındırılmış sertifikalı tohumluğun kullanılması yanında kültürel önlemlerinde alınması gerekir. Bu tür çalışmaların belirli aralıklarla güncellenerek bizlere ileride daha iyi bilgi verecektir.

Çizelge 1. Erzurum Yöresi Bazı Korunga Ekim Alanlarında Saptanan Yabancı Otlar, Yoğunlukları ve Rastlama Sıklıkları

Yabancı Ot Türleri ve Familiaları	Yoğunluk (adet/m <sup>2</sup> )	Rastlama Sıklığı (%)
EQUISETACEAE		
<i>Equisetum ramosissimum</i> L. (Çok dallı at kuyruğu)	0.07	2.22
LILIACEAE		
<i>Allium rotundum</i> L. (Yabani sarımsak)	0.02	2.22
POACEAE		
<i>Avena fatua</i> L.(Yabani yulaf)	0.05	2.22
<i>Bromus japonicus</i> Thunb. (Japon bromu)	1.20	7.41
<i>Bromus lanceolatus</i> Roth (Mızraksı brom)	0.16	1.48
<i>Bromus tectorum</i> L. (Püsküllü çayır)	7.05	17.78
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould. (Ayrık)	0.92	4.44
<i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers. (İbikli çayır otu)	0.19	0.74
<i>Phleum pratense</i> L. (Çayır kelp kuyruğu)	1.13	5.92
<i>Poa bulbosa</i> L. (Yumrulu salkım otu)	14.25	14.06
<i>Poa pratensis</i> L. (Çayır salkım otu)	18.13	20.72
<i>Triticum aestivum</i> L. (Yazlık buğday)	0.02	1.48
AMARANTHACEAE		
<i>Amaranthus retroflexus</i> L. (Kırmızı köklü tilki kuyruğu)	0.21	3.70
APIACEAE		
<i>Carum carvi</i> L. (Kır kimyonu)	0.27	5.93
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm. (Pıtrak)	0.17	7.41
ASTERACEAE		
<i>Achillea millefolium</i> L. (Tıbbi civan perçemi)	0.02	0.74
<i>Anthemis cretica</i> L. (Dağ papatyası)	0.01	0.74
<i>Carduus nutans</i> L. (Eğik başlı kangal)	0.04	3.70
<i>Centaurea depressa</i> Bieb. (Yatik gökbaş)	0.04	2.22
<i>Centaurea solstitialis</i> L. (Güneş dikenini)	0.02	1.48
<i>Cichorium intybus</i> L. (Yabani hindiba)	0.10	5.93
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. (Köygöçüren)	2.79	25.93
<i>Lactuca serriola</i> L. (Dikenli yabancı marul)	1.56	11.85
<i>Picnoman acarna</i> (L.)Cass.(Pamuk dikenini)	0.04	2.22
<i>Senecio vernalis</i> Waldst. and Kit. (Kanarya otu)	0.02	2.22
<i>Sonchus arvensis</i> L. (Eşek marulu)	0.02	1.48
<i>Taraxacum crepidiforme</i> DC. (Yayla aslandışi)	0.04	2.22
<i>Tragopogon aureus</i> Boiss (Altuni yemlik)	0.03	2.22
<i>Tragopogon bupthalmoides</i> (DC) Boiss. (Öküz gözümü teke sakalı)	0.06	3.70
<i>Tragopogon dubius</i> Scop. (Büyük yemlik)	0.07	4.44
BORAGINACEAE		
<i>Anchusa azurea</i> Miller. (İtalyan sığır dili)	0.02	2.22
<i>Anchusa arvensis</i> (L.) Bieb. (Tarla sığır dili)	0.03	2.22
<i>Anchusa leptophylla</i> Roemer et Schultes (Küçük yapraklı sığır dili)	0.04	2.96
<i>Cerinth minor</i> L. (Sarı mum çiçeği)	0.04	2.22
<i>Myosotis alpestris</i> F.W. Schmidt (Unutmabeni)	0.05	2.96
<i>Neatostema apulum</i> (L.) Johns. (Yalancı taşkesen otu)	0.17	5.18
<i>Rochelia disperma</i> (L. fill.) C. Koch (İki tohumlu taşkesen)	1.36	14.80
BRASSICACEAE		
<i>Alyssum desertorum</i> Stapf. (Küçük taşotu)	0.03	1.48
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. (Çoban çantası)	0.03	2.22
<i>Camelina rumelica</i> Vel. (Rum yalancı keteni)	0.04	2.96
<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv. (Yabani tere)	0.42	7.40
<i>Conringia orientalis</i> (L.) Andrz.	0.03	2.22
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb. ex Prant. (Uzun süpürge otu)	1.33	8.14
<i>Isatis</i> sp. (Çivit otu)	0.02	2.22
<i>Sinapis arvensis</i> L. (Yabani hardal)	0.10	2.96
<i>Thlaspi arvense</i> L. (Tarla akça çiçeği)	0.04	3.70
CAMPANULACEAE		
<i>Campanula rapunculoides</i> L. ( Sürünücü çan çiçeği)	0.02	1.48
CARYOPHYLLACEAE		

**Erzurum yöresinde bazı korunga ekim alanlarında bulunan yabancı otlar, yoğunlukları ve rastlama sıklıkları**

Çizelge 1. Devamı

<i>Cerastium anomalum</i> Wald. et Kit. (Garip boynuz otu)	0.06	2.96
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke. (Adi nakıl)	0.03	2.22
CHENOPODIACEAE		
<i>Chenopodium album</i> L. (Sirken)	0.40	4.44
CONVOLVULACEAE		
<i>Convolvulus arvensis</i> L. (Tarla sarmaşığı)	2.16	22.94
<i>Convolvulus sepium</i> L. (Çit sarmaşığı)	0.05	2.96
DIPSACACEAE		
<i>Cephalaria procera</i> Fisch. et Lall. (Gevrek)	0.02	2.22
<i>Cephalaria sparsipilosa</i> Matthews. (Top çiçekli pelemir)	0.03	2.22
EUPHORBIACEAE		
<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. et Kit. (Çubuksu sütleğen)	0.16	9.62
FABACEAE		
<i>Astragalus ponticus</i> Pall. (Pontus geveni)	0.02	2.22
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr. (Kokulu sarı yonca)	0.02	2.22
<i>Trifolium trichocephalum</i> Bieb. (Kıllı başlı üçgül)	0.05	1.48
<i>Vicia cracca</i> L. (Kuş fiği)	0.06	2.96
GERANIACEAE		
<i>Geranium tuberosum</i> L. (Yumrulu jeranyum)	0.15	4.44
LAMIACEAE		
<i>Acinos rotundifolius</i> Pers. (Güzel nane)	0.05	2.96
<i>Lamium amplexicaule</i> L. (Ballıbaba)	0.12	5.92
<i>Marrubium parviflorum</i> Fisch. And Mey. (İt sineği)	0.02	2.22
<i>Salvia verticillata</i> L. (Halkavi yapraklı adaçayı)	0.03	2.96
<i>Sideritis montana</i> L. (Balliot)	0.39	9.62
<i>Wiedemannia multifida</i> (L.) Bentham (Çok dallı ballıbaba)	0.01	0.74
PAPAVERACEAE		
<i>Fumaria officinalis</i> L. (Hakiki şahtere)	0.06	2.96
<i>Papaver orientale</i> L. (Doğu haşhaşı)	0.01	0.74
PLANTAGINACEAE		
<i>Plantago lanceolata</i> L. (Dar yapraklı sinir otu)	0.02	1.48
POLYGONACEAE		
<i>Polygonum bellardii</i> All. (Süpürge)	0.15	5.18
<i>Polygonum convolvulus</i> L. (Sarmaşık çoban değneği)	0.13	4.44
<i>Rumex crispus</i> L. (Kıvırcık labada)	0.07	6.66
RANUNCULACEAE		
<i>Adonis aestivalis</i> L. (Yaz kanavcı otu)	0.21	5.18
ROSACEAE		
<i>Sanguisorba minor</i> Scop. (Küçük çayır düğmesi)	0.22	2.22
<i>Sanguisorba officinalis</i> L. (Tıbbi çayır düğmesi)	0.01	0.74
RUBIACEAE		
<i>Galium incanum</i> Sm. (Grimsi dilkanatan)	0.27	2.96
SOLANACEAE		
<i>Hyoscyamus niger</i> L. (Siyah banotu)	0.01	0.74
SCROPHULARIACEAE		
<i>Linaria kurdica</i> Boiss. and Hohen. (Nevruz otu)	0.04	2.96
VIOLACEAE		
<i>Viola arvensis</i> Murray (Yabani hercai menekşe)	0.18	3.70
Genel Ortalama	57.86	

#### 4. KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., 584 s, Bursa.
- Anonymous, 2009. Türkiye İstatistik Yıllığı 2008. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Anonymous, 2009. Tarım İl Müdürlüğü, Erzurum.
- Cramer, H.H., 1967. Pflanzenschutz und Welternite. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer Leverkusen. 20: 1-523.
- Çalı, S., Erdiller, G., Ekim, T., 1993. Orta Anadolu Bölgesi yonca ekim alanlarındaki yabancı otlar ve virus hastalıkları ile ilişkileri. Türkiye I. Herboloji Kong., 3-5 Şubat 1993, Adana, 352-354.
- Çoruh, İ., Zengin, H., 2007. Erzurum yöresinde yonca ekim alanlarında görülen yabancı otlar, yoğunlukları ve rastlama sıklıkları üzerinde çalışmalar. Türkiye II. Bitki Koruma Kong., 27-29 Ağustos 2007, Isparta, 339.
- Davis, P.H., 1965-1988. Flora of Turkey and the East Aegean Island. At the University Press. Edinburg, Vol. 1-10.
- Elçi, Ş., 2005. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 486 s, Ankara.
- Özer, Z., 1993. Niçin yabancı ot bilimi (Herboloji)? Türkiye I. Herboloji Kong.. 3-5 Şubat. 1993, Adana, 1-7.
- Parker, C., Fryer, J., 1975. Weed control problems causing major reduction in world food supplies. FAO Plant Protec. Bull. 23 (3/4): 83-95.
- Serin, Y., Tan M., 2008. Baklagil Yem Bitkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay., No:190, 178 s, Erzurum.
- Tepe, I., 1988. Van ve yöresinde yem bitkilerinde sorun oluşturan yabancı otlar ve bunların dağılışı. V. Türkiye Fitopatoloji Kong., TUBİTAK 18-21 Ekim 1988, Antalya, 87.
- Uluğ, E., Kadioğlu, İ., Üremiş, İ., 1993. Türkiye'nin Yabancı Otları ve Bazı Özellikleri. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 78, 513 s, Adana.
- Uygur, F.N., 1985. Untersuchungen zu Art und Bedeutung der Berücksichtigung von *Cynodon dactylon* (L.) Pers. und *Sorghum halepense* (L.) PLITS. Verlag: Josef Margraf. Stuttgart, 3 (5).
- Yakovleva, E.G., 2004. A dangerous weed in sainfoin crops. Kormoproizvodstvo, 1: 30-31.