



## **Weyl-Hamilton Equations on 3-Dimensional Normal Almost Paracontact Metric Manifold**

*Zeki KASAP*

*Pamukkale University, Faculty of Education, Elementary Mathematics Education, Kinikli Campus, Denizli, Turkey*

*Gelis: 1 Haziran 2020 Kabul: 19 Ekim 2020 / Received: 1 June 2020 Accepted: 19 October 2020*

### **Abstract**

Paracontact geometry is in many ways an odd-dimensional counterpart of symplectic geometry. Both paracontact and symplectic geometry are motivated by the mathematical formalism of classical, analytical and dynamical mechanics. A formulation of classical mechanics is Hamiltonian mechanics. The purpose of this paper is to study Weyl-Hamiltonian differential (move) equations using Weyl theorem for mechanical systems on 3-dimensional normal almost paracontact metric manifolds and is to get a general form for any movement of the object.

**Keywords:** *Symplectic geometry, paracontact manifold, Hamiltonian formalism, mechanical system, dynamic equation.*

### **Özet**

Paracontact geometrisi birçok yönden semplektik geometrinin benzer boyutlu bir karşılığıdır. Hem paracontact hem de semplektik geometri, klasik, analitik ve dinamik mekaniğin matematiksel formülasyonu tarafından motive edilir. Klasik mekaniğin bir formülasyonu Hamilton mekaniğidir. Bu makalenin amacı, Weyl teoremini kullanarak 3 boyutlu normal hemen hemen paracontact metrik manifoldlar üzerinde Weyl teoremini kullanarak Weyl-Hamiltonian diferansiyel (hareket) denklemlerini incelemek ve nesnenin herhangi bir hareketi için genel bir form elde etmektir.

**Anahtar Kelimeler:** *Semplektik geometri, paracontact manifoldu, Hamilton formalizmi, mekanik sistem, dinamik denklem.*

## **1. Introduction**

One way of solving problems in classical and analytical mechanics is through use of the Hamilton equations. The Hamiltonian formulation is an important trampoline from which to develop another useful formulation of classical mechanics known. Classical field theory utilizes traditionally the language of Hamiltonian dynamics. This theory was extended to time-dependent classical mechanics. A Hamiltonian space has been certified as an

Corresponding author:

E-mail: zekikasap@hotmail.com

ORCID ID: 0000-0001-8912-7734

©2020 Usak University all rights reserved.

excellent model for some important problems in relativity, gauge theory and electromagnetism.

Symplectic and paracontact geometry are theories such that naturally emerged from the mathematical description of classical physics. They were revolutionized in the early 1980s with the discovery of new rigidity phenomena and properties satisfied by these geometric structures. They have been very useful in the development of many areas of mathematics and modern mathematical physics. Paracontact manifolds are the natural framework for geometric optics. Paracontact structures arise naturally on energy levels of autonomous Hamiltonian systems.

Tripathi et al submitted the concept of  $\epsilon$ -almost paracontact manifolds of  $\epsilon$ -para-Sasakian manifolds [1]. Kr. Srivastava et al introduced the concept of  $(\epsilon)$ -almost paracontact manifolds [2]. Atceken introduced the existence of warped product semi-invariant submanifolds in almost para contact metric manifolds [3]. Shukla and Verma investigated the notion of paracomplex paracontact pseudo-Riemannian submersions from almost para-Hermitian manifolds onto almost paracontact metric manifolds [4]. Gunduzalp and Sahin first defined the concept of paracontact semi-Riemannian submersions between almost paracontact metric manifolds [5]. Erken and Murathan completed study of three-dimensional paracontact metric  $(\tilde{\kappa}, \tilde{\mu}, \tilde{\nu})$ -manifolds [6]. Manev and Staikova studied a classification with eleven basic classes of almost paracontact Riemannian manifolds of type  $(n,n)$  [7]. Bucki shown that for an almost r-paracontact manifold of P. Sasakian type there exists a product submanifold [8]. Acet et al gave canonical paracontact connection on a para-Sasakian manifold [9]. Ahmad et al defined a quarter symmetric semi-metric connection in an almost r-paracontact Riemannian manifold and consider invariant, non-invariant and anti-invariant hypersurfaces [10]. Nakova and Zamkovoy considered almost paracontact pseudo-Riemannian manifolds with indefinite metric  $g$  [11]. Kasap and Tekkoyun found Lagrangian and Hamiltonian formalism for mechanical systems using para/pseudo-Kähler manifolds [12].

## 2. Preliminaries

**Definition 1.** Let  $M$  be a differentiable manifold of dimension  $(2n+1)$  and suppose  $J$  is a differentiable vector bundle isomorphism  $J:TM \rightarrow TM$  such that  $J:TM \rightarrow TM$  is a almost complex structure for  $TM$ . An almost complex structure  $J$  on  $M$  assigns to each  $p \in M$  a linear map  $J_p: T_pM \rightarrow T_pM$  that is smooth in  $p$  and satisfies  $J_p^2 = Id$  for all  $p$ . The pair  $(M, J)$  is called an almost paracomplex manifold. Any paracomplex manifold  $M$  is also an almost paracomplex manifold.

A celebrated theorem of Newlander and Nirenberg [13] says that an almost paracomplex structure is a paracomplex structure if and only if its Nijenhuis tensor or torsion vanishes. The almost paracomplex structure  $J$  on  $M$  is integrable if and only if the tensor  $N_J$  vanishes identically, where  $N_J$  is defined on two vector fields  $X$  and  $Y$  by

$$N_J[X, Y] = [JX, JY] - J[X, Y] - J[JX, Y] - [X, JY]. \quad (1)$$

The tensor  $(2,1)$  is called the Nijenhuis tensor (1). We say that  $J$  is torsion free if  $N_J = 0$ . An almost product structure is integrable if its Nijenhuis tensor vanishes. An almost complex manifold  $(M, J)$  is complex if and only if  $J$  is integrable.

**Definition 2.** A  $(2n+1)$ -dimensional manifold  $M$  is said to be a contact manifold if it admits a global 1-form  $\eta$ , such that  $\eta \wedge (d\eta)^n \neq 0$ .

Given such a form  $\eta$ , there exists a unique vector field  $\xi$ , called the characteristic vector field, such that  $\eta(\xi) = 1$  and  $d\eta(\xi, \cdot) = 0$ . A semi-Riemannian metric  $g$  is said to be an associated metric if there exists a tensor  $\phi$  of type  $(1,1)$ , such that

$$\begin{aligned}
 \varphi^2 X &= X - \eta(X)\xi, \\
 \varphi\xi &= 0, \eta(\varphi X) = 0, \eta(\xi) = 1, \\
 g(\varphi X, \varphi Y) &= g(X, Y) - \eta(X)\eta(Y), \\
 \eta(X) &= g(X, \xi), \\
 d\eta(\cdot, \cdot) &= g(\cdot, \varphi).
 \end{aligned} \tag{2}$$

Then,  $(\varphi, \xi, \eta, g)$  (more briefly,  $(\eta, g)$ ) is called a paracontact metric structure, and  $(M, \varphi, \xi, \eta, g)$  or  $M$  a paracontact metric manifold [14].

**Definition 3.** Let  $M$  be an almost paracontact manifold with almost paracontact structure  $(\varphi, \xi, \eta, g)$  and consider the product manifold  $M \times \mathbb{R}$ , where  $\mathbb{R}$  is the real line. A vector field on  $M \times \mathbb{R}$  can be represented by  $(X, f(d/dt))$ , where  $X$  is tangent to  $M$ ,  $f$  a smooth function on  $M \times \mathbb{R}$ , and  $t$  the coordinates of  $\mathbb{R}$ . For any two vector fields  $(X, f(d/dt))$  and  $(Y, h(d/dt))$ , it is easy to verify the following:

$$[(X, f(d/dt)), (Y, h(d/dt))] = ([X, Y], (Xh - Yf)(d/dt)). \tag{3}$$

If the induced almost product structure  $J$  on  $M \times \mathbb{R}$  defined by

$$J(X, f(d/dt)) = (\varphi X + f\xi, \eta(X)(d/dt)), \tag{4}$$

is integrable, then we say that the almost paracontact structure  $(\varphi, \xi, \eta, g)$  is normal. Let  $M$  be an almost paracontact manifold and for any vector fields  $X, Y$  on  $M$  if it is additionally endowed with a pseudo-Riemann metric  $g$  of signature  $(n+1, n)$  and such that

$$g(\varphi X, \varphi Y) = -g(X, Y) + \eta(X)\eta(Y). \tag{5}$$

### 3. Almost Paracontact 3-Structure on A Differentiable Manifold

**Theorem 1.** Let  $(M, \varphi, \xi, \eta)$  be an almost paracontact manifold, and let  $\mu \neq 0$  be  $(1, 1)$  tensor field defined on  $M$ . If we put

$$\varphi' X = \mu^{-1} \varphi \mu X, \eta'(X) = \eta(\mu X) \text{ and } \mu \xi' = \xi, \tag{6}$$

then we observe that  $(\varphi', \xi', \eta')$  is also an almost paracontact structure defined on  $M$ , thereby indicating that an almost paracontact structure on a differentiable manifold is not unique. This leads us to define an almost paracontact 3-structure on a differentiable manifold.

**Proof:** Suppose a differentiable manifold  $M$  admits three almost paracontact structures  $(\varphi_i, \xi_i, \eta_i)$ ,  $i=1, 2$ , satisfying

$$\begin{aligned}
 \eta_i(\xi_j) &= \eta_j(\xi_i) = 0, \\
 \varphi_i(\xi_j) &= \varphi_j(\xi_i) = 0, \\
 \eta_i \circ \varphi_j &= \eta_j \circ \varphi_i = \xi_k,
 \end{aligned}$$

and

$$\varphi_i \circ \varphi_j + \eta_j \otimes \xi_i = \varphi_j \circ \varphi_i + \eta_i \otimes \xi_j = \varphi_k. \tag{7}$$

for a cyclic permutation  $(i, j, k)$  of  $(1, 2, 3)$ , then  $M$  is said to have an almost paracontact 3-structure.

**Theorem 2.** If a differentiable manifold  $M$  admits two almost paracontact structures  $(\varphi_i, \xi_i, \eta_i)$ ,  $i=1,2$ , satisfying

$$\begin{aligned}\eta_1(\xi_2) &= \eta_2(\xi_1) = 0, \\ \varphi_1(\xi_2) &= \varphi_2(\xi_1), \\ \eta_1 \circ \varphi_2 &= \eta_2 \circ \varphi_1,\end{aligned}$$

and

$$\varphi_1 \circ \varphi_2 + \eta_2 \otimes \xi_1 = \varphi_2 \circ \varphi_1 + \eta_1 \otimes \xi_2. \quad (8)$$

then it admits an almost paracontact 3-structure.

**Proof:** Define a triplet  $(\varphi_3, \xi_3, \eta_3)$  on  $M$  by

$$\varphi_3 = \varphi_1 \circ \varphi_2 + \eta_2 \otimes \xi_1, \xi_3 = \varphi_1(\xi_2) \text{ and } \eta_3 = \eta_1 \circ \varphi_2. \quad (9)$$

We can be easy shown that  $(\varphi_3, \xi_3, \eta_3)$  is also an almost paracontact 3-structure on  $M$ .

**Theorem 3.** Suppose a differentiable manifold  $M$  admits two almost paracontact structures  $(\varphi_i, \xi_i, \eta_i)$ ,  $i=1,2$ , and let there be given a Riemannian metric on  $M$  associated to both the structures and if

$$\varphi_1 \circ \varphi_2 + \eta_2 \otimes \xi_1 = \varphi_2 \circ \varphi_1 + \eta_1 \otimes \xi_2, \quad (10)$$

then

$$\begin{aligned}(a) \quad & \eta_1(\xi_2) = \eta_2(\xi_1) = 0, \\ (b) \quad & \varphi_1(\xi_2) = \varphi_2(\xi_1), \\ (c) \quad & \eta_1 \circ \varphi_2 = \eta_2 \circ \varphi_1,\end{aligned} \quad (11)$$

**Proof:** Since  $g$  is associated metric for the structure we have

$$g(\xi_1, \xi_2) = \eta_1(\xi_2) = \eta_2(\xi_1). \quad (12)$$

Using the given condition, we have

$$\begin{aligned}g(\varphi_1 \varphi_2 X + \eta_2(X) \xi_1, Y) &= g(\varphi_2 \varphi_1 X, Y) + \eta_1(X) \eta_2(Y), \\ g(\varphi_2 X, \varphi_1(Y) + \eta_2(X) \eta_1(Y)) &= g(\varphi_1 X, \varphi_2 Y) + \eta_1(X) \eta_2(Y).\end{aligned} \quad (13)$$

Put  $X = \xi_1$  and  $Y = \xi_2$  in the above equation and using (12) we obtained

$$\begin{aligned}g(\varphi_2 \xi_1, \varphi_1(\xi_2)) &= g(\xi_1, \xi_1) - g(\xi_1, \xi_2) \eta_1(\xi_2) = g(\xi_1, \xi_1 - \eta_1(\xi_2) \xi_2) \\ &= g(\xi_1, \xi_1 - \eta_2(\xi_1) \xi_2) = g(\xi_1, \varphi_2^2 \xi_1) = g(\varphi_2 \xi_1, \varphi_2 \xi_1).\end{aligned} \quad (14)$$

This gives  $\varphi_1 \xi_2 = \varphi_2 \xi_1$ . Using (14) we get

$$\varphi_1(\xi_2) = \varphi_2(\xi_1) = \varphi_2(\xi_1) - \eta_1(\varphi_1 \xi_2) \xi_1 = \varphi_2(\xi_1) - \eta_1(\varphi_2 \xi_1) \xi_1 = \varphi_1^2(\varphi_2(\xi_1)), \quad (15)$$

which gives  $\xi_2 = \varphi_1 \varphi_2 \xi_1 = \varphi_1 \varphi_1 \xi_2 = \xi_2 - \eta_1(\xi_2) \xi_1$ . Hence  $\eta_1(\xi_2) \xi_1 = 0$ , giving  $\eta_1(\xi_2) = 0$  and by (12) we have  $\eta_1(\xi_2) = \eta_2(\xi_1) = 0$  [15].

**Theorem 4.** For an almost paracontact 3-structures  $(\varphi_i, \xi_i, \eta_i)$ ,  $i=1,2,3$ , on a differentiable manifold  $M$  there exist a Riemannian metric  $g$  such that

$$g(X, \xi_i) = \eta_i(X), \quad i=1,2,3, \quad X \in \chi(M). \quad (16)$$

**Proof:** Let  $g_1$  be the associated Riemannian metric to  $(\varphi_1, \xi_1, \eta_1)$  and define a metric  $g_2$  by

$$g_2(X, Y) = g_1(X - \eta_2(X)\xi_2, Y - \eta_2(Y)\xi_2) + \eta_2(X)\eta_2(Y). \quad (17)$$

Now define  $g$  by

$$g(X, Y) = g_2(X - \eta_3(X)\xi_3, Y - \eta_3(Y)\xi_3) + \eta_3(X)\eta_3(Y). \quad (18)$$

Then clearly  $g$  is Riemannian metric defined on  $M$ , and we have

$$\begin{aligned} g(X, \xi_1) &= g_2(X - \eta_3(X)\xi_3, \xi_1) = g_1(X - \eta_3(X)\xi_3 - \eta_2(X - \eta_3(X)\xi_3)\xi_2, \xi_1) \\ &= g_1(X, \xi_1) - \eta_3(X)g_1(\xi_3, \xi_1) - \eta_2(X)g_1(\xi_2, \xi_1) = \eta_1(X). \end{aligned} \quad (19)$$

Further we have

$$g(X, \xi_2) = g_2(X - \eta_3(X)\xi_3, \xi_2) = \eta_2(X). \quad (20)$$

and

$$g(X, \xi_3) = g_2(X - \eta_3(X)\xi_3, \xi_3) = \eta_3(X). \quad (21)$$

**Lemma 1.** In differentiable manifold  $M$  with almost paracontact 3-structures  $(\varphi_i, \xi_i, \eta_i)$ ,  $i=1,2,3$ , and associated metric  $g$  we have

$$g(\varphi_i X, \varphi_j Y) = g(\varphi_k X, Y) - \eta_i(X)\eta_j(Y) \quad (\text{proof see [16]}). \quad (22)$$

#### 4. Gauge Theory and Weyl Geometry

A conformal manifold is a differentiable manifold equipped with an equivalence class of (pseudo) Riemann metric tensors, in which two metrics  $g_2$  and  $g_1$  are equivalent if and only if

$$g_2 = \Psi^2 g_1, \quad (23)$$

where  $\Psi > 0$  is a smooth positive function. An equivalence class of such metrics is known as a conformal metric or conformal class and a manifold with a conformal structure (23) is called a conformal manifold.

Hermann Weyl (1885-1955) made many fundamental and important contributions to physics. Weyl's gauge theory sprang from an even earlier (1918) theory in which Weyl demanded that Einstein's theory of general relativity should be invariant with respect to the similar replacement

$$g_{\mu\nu}(x) \rightarrow e^{\lambda(x)} g_{\mu\nu}(x), \quad (24)$$

which we shall call a metric gauge transformation (24) and it has emerged effect of these transformations on Riemannian and non-Riemannian geometry. Weyl, using this gauge principle, was able to derive all of electrodynamics from a generalized Einstein-Maxwell Lagrangian. Today, the gauge principle is arguably the most powerful concept in all of modern physics. This gauge principle underlies all of the Yang-Mills theories and is a key component in string theory and its more recent variant, M theory.

Two Riemann metrics  $g_1$  and  $g_2$  on  $M$  are said to be conformally equivalent iff there exists a smooth function  $f:M \rightarrow \mathbb{R}$  with

$$e^f g_1 = g_2. \tag{25}$$

In this case,  $g_1 \sim g_2$ . Let  $M$  be an  $n$ -dimensional smooth manifold. A pair  $(M, G)$ , a conformal structure on  $M$  is an equivalence class  $G$  of Riemann metrics on  $M$ , is called a conformal structure [17].

**Theorem 5. (a)** Let  $\nabla$  be a connection on  $M$  and  $g \in G$  a fixed metric.  $\nabla$  is compatible with  $(M, G) \Leftrightarrow$  there exists a 1-form  $\omega$  with  $\nabla_X g + \omega(X)g = 0$ . A compatible torsion-free connection is called a Weyl connection. The triple  $(M, G, \nabla)$  is a Weyl structure.

**(b)** To each metric  $g \in G$  and 1-form  $\omega$ , there corresponds a unique Weyl connection  $\nabla$  satisfying  $\nabla_X g + \omega(X)g = 0$ . Define a function  $F: \{1\text{-forms on } M\} \times G \rightarrow \{\text{Weyl connections}\}$  by  $F(g, \omega) = \nabla$ , where  $\nabla$  is the connection guaranteed by Theorem 5. We say that  $\nabla$  corresponds to  $(g, \omega)$  (proof see [16]).

**Proposition 1.**

**(a)**  $F$  is surjective.

**Proof:**  $F$  is surjective by Theorem 5.

**(b)**  $F(g, \omega) = F(e^f g, \eta)$  iff  $\eta = \omega - df$ . So

$$F(e^f g) = F(g) - df. \tag{26}$$

Where  $G$  is a conformal structure. Note that a Riemann metric  $g$  and a one-form  $\omega$  determine a Weyl structure, namely  $F: G \rightarrow \Lambda^1 M$  where  $G$  is the equivalence class of  $g$  and  $F(e^f g) = \omega - df$ .

**Proof:** Suppose  $F(g, \omega) = F(e^f g, \eta) = \nabla$ . We have

$$\nabla_X (e^f g) + \eta(X) e^f g = X(e^f)g + e^f \nabla_X g + \eta(X) e^f g = df(X) e^f g + e^f \nabla_X g + \eta(X) e^f g = 0. \tag{27}$$

Therefore  $\nabla_X (e^f g) = -(df(X) + \eta(X)) e^f g$ . On the other hand  $\nabla_X g + \omega(X)g = 0$ . Therefore  $\omega = \eta + df$ . Set  $\nabla = F(g, \omega)$ . To show  $\nabla = F(e^f g, \eta)$  and  $\nabla_X (e^f g) + \eta(X) e^f g = 0$ . To calculate

$$\nabla_X (e^f g) + \eta(X) e^f g = e^f df(X)g + e^f \nabla_X g + (\omega(X) - df(X)) e^f g = e^f (\nabla_X g + \omega(X)g) = 0 \tag{28}$$

**Definition 4.** Kähler geometry can be thought of as a compatible intersection of complex and symplectic geometries. Indeed, the triple  $(M^{2n}, J, \omega)$ , with  $2n$  the real dimension of  $M$ , is a Kähler manifold if

(i)  $(M^{2n}, J)$  is a complex manifold, i.e. the automorphism  $J: TM \rightarrow TM, J^2 = -I$ , is an integrable complex structure

(ii)  $(M^{2n}, \omega)$ , is a symplectic manifold, i.e. the 2-form  $\omega$  is closed and nondegenerate

(iii)  $J$  and  $\omega$  are compatible in the sense that the bilinear form  $\omega(\cdot, J\cdot)$  is a Riemannian metric, i.e. symmetric and positive definite [18].

**Definition 5.** Consider a triple  $(M, g, \nabla)$  where  $g$  is a pseudo Riemannian metric on a smooth  $n$  dimensional manifold  $M$  and where  $\nabla$  is a torsion free connection on the tangent bundle  $TM$  of  $M$ . We suppose  $n \geq 2$  henceforth. We say that  $(M, g, \nabla)$  is a Weyl manifold if the following identity is satisfied:  $\nabla g = -2\varphi \otimes g$  for some  $\varphi \in C^\infty(T^*M)$ . This notion is conformally invariant. If  $(M, g, \nabla)$  is a Weyl manifold, then  $(M, e^{2f}g, \nabla)$  is again a Weyl manifold where  $\varphi := \varphi - df$ . The simultaneous transformation of the pair  $(g, \varphi)$  is

called a gauge transformation, properties of the Weyl geometry that are invariant under gauge transformations are called gauge invariants [19].

Let  $\nabla$  be a torsion free connection on the tangent bundle of  $M$  and  $m \geq 6$ . If  $(M, g, \nabla, J)$  is a Kähler-Weyl structure, then the associated Weyl structure is trivial, i.e. there is a conformally equivalent metric

$$g_1 = e^{2f}g, \tag{29}$$

so that  $(M, g_1, J)$  is Kähler and so that  $\nabla = \nabla^{g_1}$  [20].

Let  $(M, g)$  is conformally flat if for each point  $x$  in  $M$ , there exists a neighborhood  $U$  of  $x$  and a smooth function  $f$  defined on  $U$  such that  $(U, e^{2f}g)$  is flat. The function  $f$  need not be defined on all of  $M$ .

Let  $m \geq 6$ . If  $(M, g, J, \nabla)$  is a (para)-Kähler-Weyl structure, then the associated Weyl structure is trivial, i.e. there is a conformally equivalent metric

$$g_1 = e^{2f}g, \tag{30}$$

so that  $(M, g_1, J)$  is (para)-Kähler and so that  $\nabla = \nabla^{g_1}$  [21].

Weyl transformation is a local rescaling of the metric tensor:  $g_{ab}(x) \rightarrow e^{-2\omega(x)}g_{ab}(x)$  which produces another metric in the same conformal class. A theory or an expression invariant under this transformation is called conformally invariant, or is said to possess Weyl symmetry. The Weyl symmetry is an important symmetry in conformal field theory.

Also, in three dimensions, the vector from the origin to the point with Cartesian coordinates  $(x, y, z)$  can be written as:

$$r = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k} = x(\partial/\partial x) + y(\partial/\partial y) + z(\partial/\partial z).$$

**Example 1.** Let  $\mathbb{R}^3$  be the Cartesian space and  $(x, y, z)$  be the Cartesian coordinates in it define the standard almost paracontact structure  $(\varphi, \xi, \eta)$  on  $\mathbb{R}^3$  by

$$\begin{aligned} \varphi(\partial_1) &= \partial_2 - 2x\partial_3, \\ \varphi(\partial_2) &= \partial_1, \\ \varphi(\partial_3) &= 0, \\ \xi &= \partial_3, \quad \eta = 2xdy + dz. \end{aligned} \tag{31}$$

We research "almost paracontact 3-structure on a differentiable manifold" conditions and features of (31) for  $\partial_1 = \partial/\partial x, \partial_2 = \partial/\partial y, \partial_3 = \partial/\partial z$ ;

$$\begin{aligned} 1. \quad \varphi\xi &= \varphi(\partial/\partial z) = 0, \\ 2. \quad \eta(\varphi X) &= [2x(\partial/\partial y) + \partial/\partial z](\varphi X) = 0, \\ 3. \quad \eta(\xi) &= [2x(\partial/\partial y) + \partial/\partial z](\partial/\partial z) = 1 \quad [22]. \end{aligned} \tag{32}$$

**Proposition 2.**  $\varphi^*$  homomorphic structure is the dual of  $\varphi$  homomorphic structure. We, using (29), transferred to Weyl structure of the system (31).

$$\begin{aligned} 1. \quad \varphi^*(dx) &= e^{2f}dy - 2xe^{2f}dz, \\ 2. \quad \varphi^*(dy) &= e^{-2f}dx, \\ 3. \quad \varphi^*(dz) &= 0. \end{aligned} \tag{33}$$

**Proof:**

$$\begin{aligned}
 1. \varphi^{*2}(dx) &= e^{2f}\varphi^*(dy) - 2xe^{2f}\varphi^*(dz) = dx, \\
 2. \varphi^{*2}(dy) &= e^{-2f}(e^{2f}dy - 2xe^{2f}dz) = dy - 2xdz, \\
 3. \varphi^{*2}(dz) &= 0.
 \end{aligned}
 \tag{34}$$

As seen above (33) provided for the condition (2)  $\varphi^{*2}X = X - \eta(X)\xi$ .

## 5. Hamilton Dynamics Equations

The vector field  $X$  on  $T^*M$  given by  $i_X\omega = dH$  is called the geodesic flow of the metric  $g$ . Suppose that  $\xi$  is a vector field: that is, a vector-valued function with Cartesian coordinates  $(\xi_1, \dots, \xi_n)$ ; and  $x(t)$  a parametric curve with Cartesian coordinates  $(x_1(t), \dots, x_n(t))$ . Then  $x(t)$  is an integral curve of  $\xi$  if it is a solution of the following autonomous system of ordinary differential equations:

$dx_1/dt = \xi_1(x_1, \dots, x_n), \dots, dx_n/dt = \xi_n(x_1, \dots, x_n)$ . Such a system may be written as a single vector equation:

$$\xi(x(t)) = x'(t) = (\partial/\partial t)(x(t)). \tag{35}$$

Let  $M$  is the configuration manifold and its cotangent manifold  $T^*M$ . By a symplectic form we mean a 2-form  $\Phi$  on  $T^*M$  such that:

(i)  $\Phi$  is closed, that is,  $d\Phi = 0$ ; (ii) for each  $z \in T^*M$ ,  $\Phi: T^*M \times T^*M \rightarrow \mathbb{R}$  is weakly nondegenerate. If  $\Phi_z$  in (ii) is nondegenerate, we speak of a strong symplectic form. If (ii) is dropped we refer to  $\Phi$  as a presymplectic form. Let  $(T^*M, \Phi)$  be a symplectic manifold. A vector field  $X_H: T^*M \rightarrow T^*M$  is called Hamiltonian if there is a  $C^1$  function  $H: T^*M \rightarrow \mathbb{R}$  such that dynamical equation is determined by

$$i_{X_H}\Phi = dH \quad [23]. \tag{36}$$

We say that  $X_H$  is locally Hamiltonian vector field if  $i_{X_H}\Phi$  is closed and where  $\Phi$  shows the canonical symplectic form so that  $\Phi = -d\Omega$ ,  $\Omega = J^*(\omega)$ ,  $J^*$  a dual of  $J$ ,  $\omega$  a 1-form on  $T^*M$ . The trio  $(T^*M, \Phi, X_H)$  is named Hamiltonian system which it is defined on the cotangent bundle  $T^*M$ . Recall from elementary physics that momentum of a particle,  $p_i$ , is defined in terms of its velocity  $\dot{q}_i$  by  $p_i = m_i\dot{q}_i$ . In fact, the more general definition of conjugate momentum, valid for any set of coordinates, is given in terms of the Lagrangian:  $p_i = \partial L / \partial \dot{q}_i$ ,  $\dot{p}_i = \partial L / \partial q_i$ . Note that these two definitions are equivalent for Cartesian variables. In terms of Cartesian momenta, the kinetic energy is given by  $T = \sum_{i=1}^n (p_i^2) / (2m_i)$ . Then, the Hamiltonian, which is defined to be the sum,  $H = T + V$ , expressed as a function of positions and momenta, will be given by  $H(q_i, p_i) = V + T = \sum_{i=1}^n (p_i^2) / (2m_i) + V(q_1, \dots, q_n)$  where  $p = p_1, \dots, p_n$ . The function  $H$  is equal to the total energy of the system. In terms of the Hamiltonian, the equations of motion of a system are given by Hamilton's equations:

$$\dot{q}_i = \partial H / \partial p_i, \quad \dot{p}_i = -\partial H / \partial q_i \quad [24]. \tag{37}$$

## 6. An Example for Contact Manifold

Differential geometry provides and mathematical physics a good workspace for studying Hamiltonians of classical mechanics and field theory. The dynamic equations for moving bodies are obtained for Hamiltonian mechanics. Contact geometry has a practical usage in physics, geometrical optics, classical mechanics, analytical mechanics, mechanical systems, thermodynamics, geometric quantization, applied mathematics and differential geometry. The some examples of the Hamiltonian are applied to model the problems include harmonic oscillator, charge  $Q$  in electromagnetic fields, Kepler problem of the earth in orbit around the sun, rotating/spherical/plane pendulum, molecular and fluid



dynamics, LC networks, Atwood's machine, symmetric top etc. In this section, an oscillator is given as an example for contact Hamiltonian system.

**Lemma 2.** Assume that  $H(t,q,p,S)$  is a  $C^1$  contact Hamiltonian function and  $(q,p,S)$  are the coordinates of a point of a contact manifold with the one form  $\eta=dS-p(dq)$ . Let  $\lambda$  be the number by which we must multiply to  $\eta$  obtain the given point of the symplectified space. In these coordinates, we have  $\omega=\lambda dS-\lambda p(dq)$ .

A Hamiltonian system with Hamiltonian function on a contact manifold:

$$\begin{aligned} \partial q/\partial t &= \partial H(t,q,p)/\partial p, \\ \partial p/\partial t &= -\partial H(t,q,p)/\partial q, \end{aligned} \tag{38}$$

describes reversible systems such as in mechanics and electromagnetism, where dissipation effects are neglected. Hamiltonian system (38) extends to the contact Hamiltonian system on contact manifold with a contact Hamiltonian function  $H:\mathbb{R}\times T^*\mathbb{R}^n\times\mathbb{R}\rightarrow\mathbb{R}$  defined by

$$\begin{aligned} \partial q/\partial t &= \partial H(t,q,p,S)/\partial p, \\ \partial p/\partial t &= -\partial H(t,q,p,S)/\partial q - p.(\partial H(t,q,p,S)/\partial S), \\ \partial S/\partial t &= p.(\partial H(t,q,p,S)/\partial p) - H(t,q,p,S). \end{aligned} \tag{39}$$

In the coordinates  $(q,p,S)$  of phase space, the contact form is  $\omega = dS - \sum_{i=1}^n p_i.(dq_i)$  (proof see [25]).

### Time-dependent Harmonic oscillators:

Cha et al introduced the damped harmonic oscillator with a time-dependent damping constant and a time dependent angular frequency, which is the generalization of Caldirola-Kanai Hamiltonian. Then, the equation of motion reads  $\ddot{x} + \gamma(t)\dot{x} + \omega_0^2(t)x = 0$ , where  $\gamma(t)$  and  $\omega_0(t)$  imply a time-dependent damping constant and a time-dependent angular frequency respectively, and the mass of a particle is determined in unity. The corresponding Lagrangian then reads  $L = (1/2)g(t)(\dot{x}^2 - \omega_0^2 t^2)$ , where  $g(t) = \exp[\int^t \gamma(t') dt']$ . The canonical momentum is given by  $p = g(t) \cdot \dot{x}$ . The corresponding Hamiltonian is obtained via a Legendre transformation:  $H = p^2/2g(t) + (1/2).g(t)\omega_0^2 x^2$  [26].

Consider the one-dimensional damped oscillator with changing-sign damping coefficient  $\gamma(t)$ , mass  $g(t)$  and time-dependent frequency  $\omega(t)$ , whose contact Hamiltonian is

$$H(t,q,p,S) = p^2/2g(t) + (1/2).g(t)\omega^2(t)q^2 + \gamma(t)S. \tag{40}$$

The contact Hamiltonian system of motions reads

$$\begin{aligned} \partial q / \partial t &= p / g(t), \\ \partial p / \partial t &= -g(t)\omega^2(t)q - p\gamma(t), \\ \partial S / \partial t &= p^2 / 2g(t) - (1/2) \cdot g(t)\omega^2(t)q^2 - \gamma(t)S. \end{aligned} \tag{41}$$

## 7. Hamiltonian Mechanical Systems

We, using (36), present Hamilton equations and Hamiltonian mechanical systems for quantum and classical mechanics constructed on 3-dimensional normal almost-paracontact metric manifolds  $(\varphi^*, \xi, \eta, g)$ .

**Proposition 3.** Let  $(M, g, \varphi^*)$  be the for (33) on 3-dimensional normal almost paracontact metric manifolds. Suppose that the structures, a Liouville form and a 1-form on 3-dimensional normal almost-paracontact metric manifolds are shown by  $\Phi^*, \Phi = -d\Omega$ ,  $\Omega = \Phi^*(\omega)$  and  $\omega = (1/2)[dx + dz]$  is a 1-form. If (36) is used, the Hamilton equations below are obtained.

$$\begin{aligned} \text{dif1. } dx/dt &= -(C/(2 \cdot A \cdot B)) \cdot (\partial H / \partial x) + (1/A)(\partial H / \partial y) + (1/(2 \cdot B)) \cdot (\partial H / \partial z), \\ \text{dif2. } dy/dt &= (1/A)(\partial H / \partial x) - (B/(2 \cdot C \cdot A)) \cdot (\partial H / \partial y) + (1/(2 \cdot C)) \cdot (\partial H / \partial z), \\ \text{dif3. } dz/dt &= ((-1)/(2 \cdot B)) \cdot (\partial H / \partial x) - (1/(2 \cdot C)) \cdot (\partial H / \partial y) + (A/(2 \cdot B \cdot C)) \cdot (\partial H / \partial z). \end{aligned} \tag{42}$$

The equations introduced in are named Weyl-Hamilton equations on 3-dimensional normal almost-paracontact metric manifolds  $(\Phi^*, \xi, \eta, g)$  and then the triple  $(M, \Phi, \omega)$  is said to be a Hamiltonian mechanical system on  $(M, g, \Phi^*)$ .

**Proof:** The steps in the Hamilton dynamic equation section will be followed for proof. We obtain the Liouville form as follows:

$$\Omega = \varphi^*(\omega) = (1/2)[\varphi^*(dx) + \varphi^*(dz)] = (1/2)[e^{2f}dy - 2xe^{2f}dz]. \tag{43}$$

It is well known that if  $\Phi$  is a closed on 3-dimensional normal almost-paracontact metric manifolds  $(M, g, \varphi^*)$ , then  $\Phi$  is also a symplectic structure on  $(M, g, \varphi^*)$ . Therefore the 2-form  $\Phi$  indicates the canonical symplectic form and derived from the 1-form  $\Omega$  to find to mechanical equations. Then the 2-form is calculated as:

$$\begin{aligned} \Phi &= [-(\partial f / \partial x)e^{2f}dx \wedge dy + (e^{2f} + 2x(\partial f / \partial x)e^{2f})dx \wedge dz \\ &\quad + 2x(\partial f / \partial y)e^{2f}dy \wedge dz - (\partial f / \partial z)e^{2f}dz \wedge dy]. \end{aligned} \tag{44}$$

Take a vector field  $X_H$  so that called to be Hamiltonian vector field associated with Hamiltonian energy  $H$  and determined by

$$X_H = X(\partial / \partial x) + Y(\partial / \partial y) + Z(\partial / \partial z). \tag{45}$$

So, we have

$$\begin{aligned} i_{X_H}\varphi &= \varphi(X_H) \\ &= X \left\{ [-(\partial f / \partial x)e^{2f}](dx(\partial / \partial x)dy - dy(\partial / \partial x)dx) \right. \\ &\quad + [e^{2f} + 2x(\partial f / \partial x)e^{2f}](dx(\partial / \partial x)dz - dz(\partial / \partial x)dx) + [2x(\partial f / \partial y)e^{2f} \\ &\quad \left. + (\partial f / \partial z)e^{2f}](dy(\partial / \partial x)dz - dz(\partial / \partial x)dy) \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+Y \left\{ [-(\partial f/\partial x)e^{2f}](dy(\partial/\partial y)dx-dx(\partial/\partial y)dy) \right. \\
 &+(e^{2f}+2x(\partial f/\partial x)e^{2f})(dx(\partial/\partial y)dz-dz(\partial/\partial y)dx) \\
 &+\left. [2x(\partial f/\partial y)e^{2f}+(\partial f/\partial z)e^{2f}](dy(\partial/\partial y)dz-dz(\partial/\partial y)dy) \right\} \\
 &+Z \left\{ [-(\partial f/\partial x)e^{2f}](dy(\partial/\partial z)dx-dx(\partial/\partial z)dy) \right. \\
 &+[e^{2f}+2x(\partial f/\partial x)e^{2f}](dx(\partial/\partial z)dz-dz(\partial/\partial z)dx) \\
 &+\left. [2x((\partial f/\partial y)e^{2f}+(\partial f/\partial z)e^{2f})(dy(\partial/\partial z)dz-dz(\partial/\partial z)dy) \right\}.
 \end{aligned} \tag{46}$$

Kronecker delta and external product characteristics are used here to obtain the following equation.

$$\begin{aligned}
 i_{X_H}\varphi &= \varphi(X_H) \\
 &= X[-(\partial f/\partial x)e^{2f}]dy + X[e^{2f}+2x(\partial f/\partial x)e^{2f}]dz \\
 &\quad + Y[-(\partial f/\partial x)e^{2f}]dx + Y[2x(\partial f/\partial y)e^{2f}+(\partial f/\partial z)e^{2f}]dz \\
 &\quad - Z[e^{2f}+x^2(\partial f/\partial x)e^{2f}]dx - Z[2x(\partial f/\partial y)e^{2f}+(\partial f/\partial z)e^{2f}]dy.
 \end{aligned} \tag{47}$$

Also, the differential of Hamiltonian energy H is obtained by

$$dH = (\partial H/\partial x)dx + (\partial H/\partial y)dy + (\partial H/\partial z)dz. \tag{48}$$

From  $i_{X_H}\Phi = dH$ , the Hamiltonian vector field is found

$$\begin{aligned}
 Y[-(\partial f/\partial x)e^{2f}]dx - Z[e^{2f}+x^2(\partial f/\partial x)e^{2f}]dx &= (\partial H/\partial x)dx, \\
 X[-(\partial f/\partial x)e^{2f}]dy - Z[2x(\partial f/\partial y)e^{2f}+(\partial f/\partial z)e^{2f}]dy &= (\partial H/\partial y)dy, \\
 X[e^{2f}+x^2(\partial f/\partial x)e^{2f}]dz + Y[2x(\partial f/\partial y)e^{2f}+(\partial f/\partial z)e^{2f}]dz &= (\partial H/\partial z)dz,
 \end{aligned} \tag{49}$$

and for  $A = [-(\partial f/\partial x)e^{2f}]$ ,  $B = [e^{2f}+x^2(\partial f/\partial x)e^{2f}]$ ,  $C = [2x(\partial f/\partial y)e^{2f}+(\partial f/\partial z)e^{2f}]$  as follows:

$$\begin{aligned}
 X &= (1/A)(\partial H/\partial y) - (A/(2 \cdot B)) [C \cdot (\partial H/\partial x) - A \cdot (\partial H/\partial z) + B \cdot (\partial H/\partial y)], \\
 Y &= (1/A)(\partial H/\partial x) - (1/(2 \cdot A \cdot C)) [C \cdot (\partial H/\partial x) - A \cdot (\partial H/\partial z) + B \cdot (\partial H/\partial y)], \\
 Z &= ((-1)/(2 \cdot B \cdot C)) [C \cdot (\partial H/\partial x) - A \cdot (\partial H/\partial z) + B \cdot (\partial H/\partial y)].
 \end{aligned} \tag{50}$$

So, we obtain

$$\begin{aligned}
 X_H &= [(1/A)(\partial H/\partial y) - (A/(2 \cdot B)) [C \cdot (\partial H/\partial x) - A \cdot (\partial H/\partial z) + B \cdot (\partial H/\partial y)]](\partial/\partial x) \\
 &\quad + [(1/A)(\partial H/\partial x) - (1/(2 \cdot A \cdot C)) [C \cdot (\partial H/\partial x) - A \cdot (\partial H/\partial z) + B \cdot (\partial H/\partial y)]](\partial/\partial y) \\
 &\quad + [((-1)/(2 \cdot B \cdot C)) [C \cdot (\partial H/\partial x) - A \cdot (\partial H/\partial z) + B \cdot (\partial H/\partial y)]](\partial/\partial z).
 \end{aligned} \tag{51}$$

Consider the curve and its velocity vector is

$$\begin{aligned}
 \alpha : I \subset \mathbb{R} \rightarrow M, \quad \alpha(t) &= (x(t), y(t), z(t)), \\
 \dot{\alpha}(t) &= (dx/dt)(\partial/\partial x) + (dy/dt)(\partial/\partial y) + (dz/dt)(\partial/\partial z).
 \end{aligned} \tag{52}$$

An integral curve (35) of the Hamiltonian vector field  $X_H$ , i.e.,  $X_H(\alpha(t)) = (\partial/\partial t)(\alpha(t)) = \dot{\alpha}(t)$ ,  $t \in I$ ,  $t$  shows the time. Then, we can find the following equations;

$$\begin{aligned} \text{dif1. } dx/dt &= -(C/(2 \cdot A \cdot B)) \cdot (\partial H/\partial x) + (1/A)(\partial H/\partial y) + (1/(2 \cdot B)) \cdot (\partial H/\partial z), \\ \text{dif2. } dy/dt &= (1/A)(\partial H/\partial x) - (B/(2 \cdot C \cdot A)) \cdot (\partial H/\partial y) + (1/(2 \cdot C)) \cdot (\partial H/\partial z), \\ \text{dif3. } dz/dt &= ((-1)/(2 \cdot B)) \cdot (\partial H/\partial x) - (1/(2 \cdot C)) \cdot (\partial H/\partial y) + (A/(2 \cdot B \cdot C)) \cdot (\partial H/\partial z). \end{aligned} \tag{53}$$

Hence, the equations introduced in are named Hamilton equations on 3-dimensional normal almost-paracontact metric manifolds  $(\varphi^*, \xi, \eta, g)$  and then the triple  $(M, \Phi, \omega)$  is said to be a Hamiltonian mechanical system on  $(M, g, \varphi^*)$ .

## 8. Conclusion

By this study the above mentioned forms:

(a) Weyl's structure (29) on 3-dimensional normal almost-paracontact metric manifolds  $(\varphi^*, \xi, \eta, g)$  were transferred (33) the mechanical system for dynamical systems.

(b) Hamiltonian motion equations on 3-dimensional normal almost-paracontact metric manifolds were found using the dynamic equation (36) introduced by Klein in 1962.

(c) So, the Hamilton mechanical equations (42) with Weyl theorem (29) derived on a generalized on 3-dimensional normal almost-paracontact metric manifolds.

## 9. Discussion

A classical field theory explain the study of how one or more physical fields interact with matter which is used in quantum and classical mechanics. Our universe is three-dimensional such that Einstein added time as the fourth dimension in 1905.

Time-dependent moving Hamiltonian equations gives a model for both the gravitational and electromagnetic field in a very natural blending of the geometrical structures of the space with the characteristic properties of these physical fields.

The obtained time-dependent equations system (42) on 3-dimensional normal almost-paracontact metric manifolds are very important to explain and solve the rotational spatial mechanical-physical problems.

Hamilton's equation system (42) may be suggested to deal with problems in electrical, magnetically and gravitational fields force of defined space moving objects [27-29].

In addition, using these equations, the route and needs of moving of the object/system on 3-dimensional normal almost-paracontact metric manifolds can be determined.

## 10. Conflict of Interests

The author declares that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

## 11. References

1. Tripathi M.M., Kilic E., Perktas S.Y., Keles S. Indefinite almost paracontact metric manifolds, *International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences*, 2010; 1-19.
2. Srivastava, D. Narain, Srivastava K. Properties of  $\epsilon$ -S paracontact panifold, *VSRD-TNTJ*, 2011; 2(11): 559-569.
3. Atceken M. Warped product semi-invariant submanifolds in almost paracontact metric manifolds, *Mathematica Moravica*, 2010; (14)1: 15-21.
4. Shukla S.S., Verma U.S. Paracomplex paracontact pseudo-Riemannian submersions, *Hindawi Publishing Corporation Geometry*, 2014; 1-12.
5. Gunduzalp Y., Sahin B. Paracontact semi-Riemannian Ssubmersions, *TJM*, 2013; 37: 114-128.
6. Erken K., Murathan C. A complete study of three-dimensional paracontact  $(\kappa, \mu, \nu)$  Spaces, [arxiv.org/abs/1305.1511v3](https://arxiv.org/abs/1305.1511v3), 1-26, 2013.
7. Manev M., Staikova M. On almost paracontact Riemannian manifolds of type  $(n, n)$ , *Journal of Geometry*, 2001.
8. Bucki A. Product submanifold almost r-paracontact Riemannian manifold of p-Sasakian type, *Soochov Journal of Mathematics*, 1998; 24(4): 255-259.
9. Acet B.E., Kilic E., Perktas S.Y. Some curvature conditions on a para-Sasakian manifold with canonical paracontact ponnection, *IJMMS*, 2012; 1-24.
10. Ahmad M., Haseeb A., Jun J-B., Rahman S. On Almost r-paracontact Riemannian manifold with a certain connection, *Commun. Korean Math. Soc.*, 2010; 25(2): 235-243.
11. Nakova G., Zamkovoy S. Almost paracontact manifold, [arXiv:0806.3859v2](https://arxiv.org/abs/0806.3859v2), 2009; 1-17.
12. Kasap Z., Tekkoyun M. Mechanical systems on almost para/pseudo-Kähler-Weyl manifolds, *IJGMMP*, 2013; 10(5): 1-8.
13. Newlander A., Nirenberg L. Complex analytic coordinates in almost complex manifolds, *Ann. of Math.*, 1957; 65: 391-404.
14. Calvaruso G., Perrone D. Geometry of H-paracontact metric manifolds, [arXiv:1307.7662v1](https://arxiv.org/abs/1307.7662v1), 2013.
15. Deshmukh S., Khan G. Almost paracontact 3-structures on a differentiable manifold, *Ind. J. Pure Appl. Math.*, 2012; 101: 442-448.
16. Folland G.B. Weyl Manifolds, *J. Differential Geometry*, 1970; 4:145-153.
17. Abreu M., Kähler geometry of toric manifolds in symplectic coordinates, [arXiv:math/0004122v1](https://arxiv.org/abs/math/0004122v1), 2000; 1-24.
18. Gilkey P., Nikcevic S., U. Simon, Geometric realizations, curvature decompositions, and Weyl manifolds. *JGP*, 2011; 61: 270-275.
19. Pedersen H., Poon Y.S., Swann A., The Einstein-Weyl equations in complex and quaternionic geometry, *DGIA*, 1993; 3(4): 309-321.
20. Kadosh L. Topics in Weyl Geometry, Ph.D. Dissertation, University of California, 1996.
21. Pedersen H., Poon Y. S., Swann A. The Einstein-Weyl equations in complex and quaternionic Ggeometry, *DGIA*, 1993; 3(4), 309-321.
22. Welyczko J., Slant curves in 3-dimensional normal almost paracontact metric manifolds, [arXiv:1212.5839v1](https://arxiv.org/abs/1212.5839v1), 2012.
23. Klein J., *Escapes Variationnels et Mécanique*, *Ann. Inst. Fourier*, Grenoble, 1962; 12.
24. Leon M. De, Rodrigues P.R. *Methods of Differential Geometry in Analytical Mechanics*, Elsevier Sc. Pub. Com. Inc., Amsterdam, 1989; 263-299.
25. Liu, Q. Contact Hamiltonian dynamics: Variational principles, invariants, completeness and periodic behavior, *Annals of Physics*, 2018; 95: 26-44.
26. Cha J., Lee Y., Chung W.S., Kim D., Kim D.H., Lee Y.K., Park S., Kim K.S., Chung W.S. On the exact solutions of the damped harmonic oscillator with a time-dependent damping constant and a time-dependent angular frequency, *Journal of the Korean Physical Society*, 2015; 67: 404-408.

27. Thidé B. Electromagnetic Field Theory, Uppsala, Sweden, 2012.
28. Martín R.G. Electromagnetic Field Theory for Physicists and Engineers: Fundamentals and Applications, Asignatura: Electrodinámica, Físicas, Granada, 2007.
29. Weyl H. Space-Time-Matter, Dover Publ. 1922, Translated From the 4th German Edition by H. Brose, Dover, 1952.



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa  
Bilimleri Dergisi**  
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>  
<https://doi.org/10.47137/usufedbid.798189>



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## **Adjoint Curve According to Modified Orthogonal Frame with Torsion in 3-Space**

Murat ARIKAN<sup>1\*</sup>, Semra KAYA NURKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Uşak University, Science Institute, Department of Mathematics, TURKEY*

<sup>2</sup>*Uşak University, Science and Art Faculty, Department of Mathematics, TURKEY*

*Geliş: 22 Eylül 2020    Kabul: 19 Ekim 2020 / Received: 22 September 2020    Accepted: 19 October 2020*

### **Abstract**

The main purpose in this study is to create the adjoint curve of a curve according to the modified orthogonal frame created by torsion in Euclidean and Minkowski 3-space. Besides, it is another purpose to reveal the relationships between the modified orthogonal frame of these curves.

**Keywords:** *Adjoint curve, Modified orthogonal frame, Euclidean space, Minkowski space.*

©2020 Usak University all rights reserved.

### **1. Introduction**

Creating another curve from one curve with the help of frenet vectors is an interesting topic in differential geometry. An example is adjoint curve (or conjugate mate ) which is defined in [4, 5, 9] as the integral of binormal vector with any parameter  $s$  of a curve. On the other hand, using different frames instead of the Frenet frame creates new ideas for mathematicians. Sasai decribed new frames, called modified orthogonal frame, with help of the frenet frame. These frames are created both curvature and torsion of a space curve in  $E^3$  [10]. Moreover Bukcu and Karacan studied space curves and spherical curves with respect to the modified orthogonal frame in Minkowski and Euclidean space [2, 3]. Recently, Lone et al. obtained some characterization results for helices, Bertrand curves and Mannheim curves with respect to the modified orthogonal frame [7, 8]. Considering all these studies, the idea of constructing the adjoint curve of a curve according to the modified orthogonal frame formed by torsion was born in this study.

\*Corresponding author:

E-mail: [muratarikan3564@gmail.com](mailto:muratarikan3564@gmail.com)

ORCID ID: 0000-0002-7199-8627

©2020 Usak University all rights reserved.

## 2. Preliminaries

We recall some basic notions about classical differential geometry of space curves in  $E^3$ .

Let  $\beta: I \rightarrow E^3$  be a curve and  $\{t, n, b\}$  denote the Frenet frame of  $\beta$ .  $t(s) = \beta'(s)$  is called the unit tangent vector of  $\beta$  at  $s$ .  $\beta$  is a unit speed curve (or parametrized by arc-length  $s$ ) if and only if  $\|\beta'(s)\| = 1$ . The curvature of  $\beta$  is given by  $\kappa(s) = \|\beta''(s)\|$ . The unit principal normal vector  $n(s)$  of  $\beta$  at  $s$  is given by  $\beta''(s) = \kappa(s)n(s)$ . Also the unit vector  $b(s) = t(s) \times n(s)$  is called the unit binormal vector of  $\beta$  at  $s$ . Then the famous Frenet formula holds as;

$$t'(s) = \kappa(s)n(s)$$

$$n'(s) = -\kappa(s)t(s) + \tau(s)b(s)$$

$$b'(s) = -\tau(s)n(s)$$

where  $\tau(s)$  is the torsion of  $\beta$  at  $s$  and calculated as  $\tau(s) = \langle n'(s), b(s) \rangle$ .

Also the Frenet vectors of a curve  $\beta$ , which is by arc-length parameter  $s$ , can be calculated as;

$$t(s) = \beta'(s)$$

$$n(s) = \frac{\beta''(s)}{\|\beta''(s)\|}$$

$$b(s) = t(s) \times n(s).$$

Now, we would like to give a brief summary of basic definitions, facts and equations in the theory of curves in Minkowski 3-space.

Let  $E_1^3$  denote the Minkowski 3-space with canonical Lorentzian metric tensor given by

$$\langle \cdot, \cdot \rangle = -dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2$$

where  $(x_1, x_2, x_3)$  are rectangular coordinates of the points of  $E_1^3$ .

The causality of a vector in Minkowski space is defined as follows: A non-zero vector  $v$  in  $E_1^3$  is said to be space-like, time-like and light-like (null) regarding to  $\langle v, v \rangle > 0$ ,  $\langle v, v \rangle < 0$  and  $\langle v, v \rangle = 0$ , respectively. We consider the zero vector as a spacelike vector. Note that  $v$  is said to be causal if it is not space-like. Two non-zero vectors  $u$  and  $v$  in  $E_1^3$  are said to be orthogonal if  $\langle v, v \rangle = 0$ . A set of  $\{e_1, e_2, e_3\}$  of vectors in  $E_1^3$  is called as an orthonormal frame if it satisfies that

$$\langle e_1, e_1 \rangle = -1, \quad \langle e_2, e_2 \rangle = \langle e_3, e_3 \rangle = 1,$$

$$\langle e_i, e_j \rangle = 0, \quad i \neq j.$$

For two non-zero vectors  $u = (u_1, u_2, u_3)$  and  $v = (v_1, v_2, v_3)$  in  $E_1^3$ , we define the Lorentzian product of  $u$  and  $v$  as in the following:



$$u \times v = (u_3v_2 - u_2v_3, u_3v_1 - u_1v_3, u_1v_2 - u_2v_1).$$

One can check that the vector product is skewsymmetric, i.e.  $u \times v = -v \times u$ .

A curve  $\beta = \beta(s)$  in  $E_1^3$  is said to be space-like, timelike or light-like (null) if its tangent vector field  $\beta'(s)$  is space-like, time-like or light-like (null), respectively, for all  $s$ .

Let  $\beta$  be a non-null curve in  $E_1^3$  parametrized by arclength, i.e.,  $|\langle \beta', \beta' \rangle| = 1$ , and we suppose that  $|\langle \beta'', \beta'' \rangle| \neq 0$ . Then this curve induces a Frenet frame

$$\left\{ t = \beta', \quad n = \frac{\beta''}{\sqrt{|\langle \beta'', \beta'' \rangle|}}, \quad b = t \times n \right\} \text{ satisfying the following Frenet equations:}$$

$$\begin{bmatrix} t'(s) \\ n'(s) \\ b'(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \kappa\varepsilon_1 & 0 \\ -\kappa\varepsilon_0 & 0 & -\tau\varepsilon_0\varepsilon_1 \\ 0 & -\tau\varepsilon_1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t(s) \\ n(s) \\ b(s) \end{bmatrix}$$

where  $\langle t, t \rangle = \varepsilon_0$ ,  $\langle n, n \rangle = \varepsilon_1$ ,  $\langle b, b \rangle = -\varepsilon_0$ ,  $\varepsilon_1$ ,  $\langle t', n \rangle = \kappa$  and  $\langle n', b \rangle = \tau$ . The vector fields  $t, n, b$  and the functions  $\kappa, \tau$  are called the tangent, principal normal, binormal and curvature and torsion of  $\beta$ , respectively. Accordingly, the Frenet frame of  $\beta$  satisfies

$$t \times n = b, \quad n \times b = -\varepsilon_1 \cdot t, \quad b \times t = -\varepsilon_0 \cdot n$$

In the frenet equations, if  $\varepsilon_0 = 1$  or  $\varepsilon_0 = -1$ , then  $\beta$  is space-like or time-like, respectively. A space-like curve  $\beta$  is said to be type1 or type2 if  $\varepsilon_1 = 1$  or  $\varepsilon_1 = -1$ .

Let  $\alpha$  be a unit speed curve in  $E^3$  with torsion  $\tau \neq 0$  and the Frenet frame of  $\alpha$  be  $\{t, n, b\}$  Now we define an orthonormal frame  $\{T, N, B\}$  as follows:

$$T = \frac{d\alpha}{ds}, \quad N = \frac{dT}{ds}, \quad B = T \times N$$

where  $T \times N$  is the vector product of  $T$  and  $N$ . The relations between those and the classical Frenet frame  $\{t, n, b\}$  at non-zero points of  $\kappa$  are

$$T = t$$

$$N = \kappa n$$

$$B = \kappa b$$

By the definition of  $\{T, N, B\}$ , a simple calculation shows that

$$\begin{bmatrix} T'(s) \\ N'(s) \\ B'(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -\kappa^2 & \frac{\kappa'}{\kappa} & \tau \\ 0 & -\tau & \frac{\kappa'}{\kappa} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T(s) \\ N(s) \\ B(s) \end{bmatrix}$$

where a dash denotes the differentiation with respect to the arc length  $s$  and

$$\tau = \tau(s) = \frac{\det(\alpha', \alpha'', \alpha''')}{\kappa^2}$$

is the torsion of  $\alpha$ . From the Frenet-Serret equation, we know that any zero point of  $\kappa^2$  is a removable singularity of  $\tau$ . The Eq. corresponds to the Frenet-Serret equation in the classical case. Moreover,  $\{T, N, B\}$  satisfies:

$$\begin{aligned} \langle T, T \rangle &= 1, \langle N, N \rangle = \langle B, B \rangle = \kappa^2 \\ \langle T, N \rangle &= \langle T, B \rangle = \langle N, B \rangle = 0 \end{aligned}$$

where  $\langle, \rangle$  denotes the inner product of  $E^3$ . The orthogonal frame is called as a modified orthogonal frame (10). We see that for  $\kappa=1$ , the Frenet-Serret frame coincides with the modified orthogonal frame. The modified orthogonal frame is studied by Bukcu and Karacan in Minkowski 3-space (see for details(2,3)).

Now let's talk about the modified orthogonal modified frame with torsion.

Let  $\alpha$  and  $\{t, n, b\}$  be a unit speed curve in Euclidean 3-space and the Frenet frame along the curve, respectively. The relations between orthogonal frame  $\{T, N, B\}$  and the classical Frenet frame  $\{t, n, b\}$  at non-zero points of  $\tau$  are

$$T = t, N = \tau n, B = \tau b,$$

where

$$\begin{aligned} \langle T, T \rangle &= 1, \langle N, N \rangle = \langle B, B \rangle = \tau^2 \\ \langle T, N \rangle &= \langle T, B \rangle = \langle N, B \rangle = 0 \end{aligned}$$

In this case, the following modified orthogonal frames hold:

$$\begin{bmatrix} T'(s) \\ N'(s) \\ B'(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{\kappa}{\tau} & 0 \\ -\kappa\tau & \frac{\tau'}{\tau} & \tau \\ 0 & -\tau & \frac{\tau'}{\tau} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T(s) \\ N(s) \\ B(s) \end{bmatrix}.$$

Let  $\alpha$  and  $\{t, n, b\}$  be a unit speed curve in Minkowski 3-space and the Frenet frame along the curve, respectively. The relations between orthogonal frame  $\{T, N, B\}$  and the classical Frenet frame  $\{t, n, b\}$  at non-zero points of  $\tau$  are

$$T = t, N = \tau n, B = \tau b.$$

In this case, the following modified orthogonal frames hold:

If  $\alpha$  is timelike curve, then the orthogonal frame is

$$\begin{bmatrix} T'(s) \\ N'(s) \\ B'(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{\kappa}{\tau} & 0 \\ \kappa\tau & \frac{\tau'}{\tau} & \tau \\ 0 & -\tau & \frac{\tau'}{\tau} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T(s) \\ N(s) \\ B(s) \end{bmatrix}.$$

If  $\alpha$  is a spacelike curve with a spacelike principal normal  $n$ , then the the orthogonal frame is

$$\begin{bmatrix} T'(s) \\ N'(s) \\ B'(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{\kappa}{\tau} & 0 \\ -\kappa\tau & \frac{\tau'}{\tau} & \tau \\ 0 & \tau & \frac{\tau'}{\tau} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T(s) \\ N(s) \\ B(s) \end{bmatrix}.$$

If  $\alpha$  is a spacelike curve with a spacelike binormal  $b$ , then the orthogonal frame is

$$\begin{bmatrix} T'(s) \\ N'(s) \\ B'(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{\kappa}{\tau} & 0 \\ \kappa\tau & \frac{\tau'}{\tau} & \tau \\ 0 & \tau & \frac{\tau'}{\tau} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T(s) \\ N(s) \\ B(s) \end{bmatrix}.$$

### 3. Adjoint Curve According to Modified Orthogonal Frame with Torsion in Euclidean 3-space

**Definition 3.1:** Let  $\alpha$  be a unit speed regular curve with curvature  $\kappa \neq 0$  and torsion  $\tau \neq 0$ . If the modified orthogonal frame with torsion of  $\alpha$  is  $\{T, N, B\}$  then the adjoint curve of  $\alpha$  is defined as

$$\beta(s) = \int B(s) ds.$$

**Theorem 3.2:** Let  $\alpha$  be a unit speed regular curve in  $E^3$  and  $\beta$  be the adjoint curve of  $\alpha$  according to modified orthogonal frame with torsion. If the modified orthogonal frames of  $\alpha$  and  $\beta$  are  $\{T, N, B\}$  and  $\{\bar{T}, \bar{N}, \bar{B}\}$ , the curvature and torsion are  $\kappa, \tau$  and  $\bar{\kappa}, \bar{\tau}$  respectively, then the following relations hold:

$$\bar{T} = \left(\frac{1}{\tau}\right)B$$

$$\bar{N} = -\left(\frac{\kappa}{\tau^2}\right)N$$

$$\bar{B} = \left(\frac{\kappa}{\tau}\right)T$$

$$\bar{\kappa} = 1$$

$$\bar{\tau} = \frac{\kappa}{\tau}.$$

**Proof:** Let  $\alpha$  is a curve with arc length parameter  $s$  and  $\beta$  is a curve with arc length parameter  $s$ , then the Frenet apparatus of  $\alpha$  and  $\beta$  are  $\{t, n, b, \kappa, \tau\}$  and  $\{\bar{t}, \bar{n}, \bar{b}, \bar{\kappa}, \bar{\tau}\}$ .

By the definition of adjoint curve we know that

$$\beta(s) = \int B(s) ds.$$

Differentiating this equation with respect to  $s$  and using modified orthogonal frame with torsion rules, we get

$$\begin{aligned} \frac{d\beta(s)}{ds} &= B(s) \\ \left\langle \frac{d\beta(s)}{ds}, \frac{d\beta(s)}{ds} \right\rangle &= \langle B, B \rangle = \tau^2. \end{aligned}$$

Now, we rewrite this equation with respect to  $s$ , we have

$$\begin{aligned} \frac{d}{d\bar{s}}\beta(s) \frac{d\bar{s}}{ds} &= B(s) \\ \bar{t} \frac{d\bar{s}}{ds} &= B(s) \\ \frac{d\bar{s}}{ds} &= \tau \\ \bar{t} &= \frac{1}{\tau} B. \end{aligned}$$

From the relation between frenet frame and modified orthogonal frame we see

$$\bar{T} = \frac{1}{\tau} B.$$

In order to determine the first curvature and principal normal of the curve  $\beta$ , we formalize

$$\begin{aligned} \frac{d\bar{t}}{d\bar{s}} \frac{d\bar{s}}{ds} &= \frac{d}{ds} \left( \frac{1}{\tau} B \right) \\ \frac{d^2}{d\bar{s}^2} \beta(s) &= - \left( \frac{1}{\tau} \right) N. \end{aligned}$$

If we take the norm from both sides of this equation

$$\begin{aligned} \left\| \frac{d^2}{ds^2} \beta(s) \right\| &= \sqrt{\left\langle \left(\frac{1}{\tau}\right) N, \left(\frac{1}{\tau}\right) N \right\rangle} \\ &= 1 \end{aligned}$$

and we obtain

$$\begin{aligned} \bar{n} &= -\left(\frac{1}{\tau}\right) N \\ \bar{\kappa} &= 1. \end{aligned}$$

So, we have

$$\bar{N} = -\left(\frac{\bar{\tau}}{\tau}\right) N.$$

Here we have to find the torsion of  $\beta$  and write it down.

On the other hand, we express

$$\begin{aligned} \bar{b} &= \bar{\tau} \times \bar{n} \\ &= \left(\frac{1}{\tau} B\right) \times \left(-\frac{1}{\tau} N\right) \\ &= T. \end{aligned}$$

Hence we get

$$\bar{B} = \bar{\tau} T.$$

Similarly, here we have to find the torsion of  $\beta$  and write it down.

For the torsion of  $\beta$ ; from the definition of torsion, we can find the following calculations simply;

$$\begin{aligned} \bar{\tau} &= \left\langle \frac{d}{ds} \bar{n}, \bar{b} \right\rangle \\ &= \left\langle \frac{\kappa}{\tau} T - \frac{1}{\tau} B, T \right\rangle \\ &= \frac{\kappa}{\tau} \end{aligned}$$

which completes the proof.

Using the above theorem, the following results are obtained.

**Corollary 3.3:** If  $\alpha$  is a general helix, parametrized by arc-length parameter  $s$ , then the adjoint curve of  $\alpha$  according to modified orthogonal frame with torsion is a circular helix.

**Proof:** From the Lancret's theorem we know that  $\alpha$  is a general helix, then the ratio of its torsion and curvature is constant. From the relation between modified orthogonal frames of  $\alpha$  and  $\beta$  ( the adjoint curve of  $\alpha$  ), we know

$$\begin{aligned}\bar{\kappa} &= 1 \\ \bar{\tau} &= \frac{\kappa}{\tau}\end{aligned}$$

which completes the proof.

**Corollary 3.4:** If  $\beta$  is the adjoint curve of  $\alpha$  (not a general helix) according to modified orthogonal frame, then  $\beta$  is a Salkowski curve.

**Proof:** From the equations in theorem 3.2, we see that curvature of  $\beta$  is constant and torsion of  $\beta$  is  $\frac{\kappa}{\tau}$ . If the curve  $\alpha$  is not a general helix, then  $\frac{\kappa}{\tau}$  is not constant. So the proof is complete.

#### 4. Adjoint Curve According to Modified Orthogonal Frame with Torsion in Minkowski 3-space

**Definition 4.1:** Let  $\alpha$  be a unit speed regular curve with curvature  $\kappa \neq 0$  and torsion  $\tau \neq 0$  in  $E_1^3$ . If the modified orthogonal frame with torsion of  $\alpha$  is  $\{T, N, B\}$  then the adjoint curve of  $\alpha$  is defined as

$$\beta(s) = \int B(s) ds.$$

**Theorem 4.2:** Let  $\alpha$  be a unit speed time-like Frenet curve in  $E_1^3$  and  $\beta$  be the adjoint curve of  $\alpha$  according to modified orthogonal frame with torsion. If the modified orthogonal frames of  $\alpha$  and  $\beta$  are  $\{T, N, B\}$  and  $\{\bar{T}, \bar{N}, \bar{B}\}$ , the curvature and torsion are  $\kappa, \tau$  and  $\bar{\kappa}, \bar{\tau}$  respectively, then the following relations hold:

$$\begin{aligned}\bar{T} &= \frac{1}{\tau} B \\ \bar{N} &= \frac{\kappa}{\tau^2} N \\ \bar{B} &= \frac{\kappa}{\tau} T \\ \bar{\kappa} &= 1 \\ \bar{\tau} &= -\frac{\kappa}{\tau}\end{aligned}$$

and  $\beta$  is a unit speed space-like Frenet curve of type1.

**Proof:** Let the Frenet apparatus of  $\alpha$  and  $\beta$  are  $\{t, n, b, \kappa, \tau\}$  and  $\{\bar{t}, \bar{n}, \bar{b}, \bar{\kappa}, \bar{\tau}\}$ .

By the definition of adjoint curve we know that

$$\beta(s) = \int B(s) ds$$

Differentiating this equation with respect to  $s$ , we get

$$\left(\frac{d\beta(s)}{ds}\right) = B(s)$$

$$\left\langle \frac{d\beta(s)}{ds}, \frac{d\beta(s)}{ds} \right\rangle = \langle B, B \rangle = \tau^2.$$

From the last equation we see that the tangent vector of  $\beta$  is a spacelike vector. So the adjoint curve  $\beta$  is a spacelike curve.

Now, in order to determine the modified orthogonal frame with torsion of  $\beta$ , we make some appropriate calculations. Then we have

$$\bar{t} = \frac{1}{\tau} B \Rightarrow \bar{T} = \frac{1}{\tau} B$$

$$\bar{n} = -\frac{1}{\tau} N \Rightarrow \bar{N} = \frac{\kappa}{\tau^2} N$$

$$\bar{b} = -T \Rightarrow \bar{B} = \frac{\kappa}{\tau} T$$

$$\bar{\kappa} = \left\langle \left(\frac{d}{ds}\right) \bar{t}, \bar{n} \right\rangle \Rightarrow \bar{\kappa} = 1$$

$$\tau = \left\langle \left(\frac{d}{ds}\right) \bar{n}, \bar{b} \right\rangle \Rightarrow \bar{\tau} = -\frac{\kappa}{\tau}$$

which completes the proof.

**Theorem 4.3:** Let  $\alpha$  be a unit speed space-like Frenet curve of type1 in  $E_1^3$  and  $\beta$  be the adjoint curve of  $\alpha$  according to modified orthogonal framewith torsion. If the modified orthogonal frames of  $\alpha$  and  $\beta$  are  $\{T, N, B\}$  and  $\{\bar{T}, \bar{N}, \bar{B}\}$ , the curvature and torsion are  $\kappa, \tau$  and  $\bar{\kappa}, \bar{\tau}$  respectively, then the following relations hold:

$$\bar{T} = \frac{1}{\tau} B$$

$$\bar{N} = -\frac{\kappa}{\tau^2} N$$

$$\bar{B} = -\frac{\kappa}{\tau} T$$

$$\bar{\kappa} = 1$$

$$\bar{\tau} = -\frac{\kappa}{\tau}$$

and  $\beta$  is a unit speed time-like Frenet curve.

**Proof:** The proof can be made in exactly the same way as the previous theorem. It is easily seen that the adjoint of the space-like Frenet curve of type1 is a time-like curve.

**Theorem 4.4:** Let  $\alpha$  be a unit speed space-like Frenet curve of type2 in  $E_1^3$  and  $\beta$  be the adjoint curve of  $\alpha$  according to modified orthogonal frame with torsion. If the modified orthogonal frames of  $\alpha$  and  $\beta$  are  $\{T, N, B\}$  and  $\{\bar{T}, \bar{N}, \bar{B}\}$ , the curvature and torsion are  $\kappa, \tau$  and  $\bar{\kappa}, \bar{\tau}$  respectively, then the following relations hold:

$$\bar{T} = \frac{1}{\kappa} B$$

$$\bar{N} = \frac{\tau}{\kappa} N$$

$$\bar{B} = -\frac{\tau}{\kappa} T$$

$$\bar{\kappa} = \frac{\tau}{\kappa}$$

$$\bar{\tau} = -1.$$

and  $\beta$  is a unit speed space-like Frenet curve of type2.

**Proof:** The proof can be made in exactly the same way as the theorem 4.2. It is easily seen that the adjoint of the space-like Frenet curve of type2 is a space-like curve of type2.

## 5. References

1. Kelleci A. Conjugate mates for non-null Frenet curves. Sakarya University Journal of Science, 2009; 23(4), 600-604, DOI: 10.16984/saufenbilder.494471.
2. Bukcu B, Karacan MK. On the modified orthogonal frame with curvature and torsion in 3-space. Mathematical Sciences and Applications E-Notes 2016; 4.
3. Bukcu B, Karacan MK. Spherical curves with modified orthogonal frame. Journal of New Results in Science 2016;10: 60-68.
4. Choi J, Kim YH. Associated curves of a Frenet curve and their applications, Appl. Math.Comput, 2012; 218: 9116-9124.
5. Desmukh S, Chen BY. and Alghanemi A. Natural mates of Frenet curves in Euclidean 3-space, Turk. J. Math, 2018; 42: 2826-2840.
6. Do C, Manfredo P. Differential geometry of curves and surfaces. Prentice-Hall, 1976.
7. Lone MS, Es H, Karacan MK, Bukcu B. On some curves with Modified orthogonal frame in Euclidean 3-space. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A, Science (in press). doi.org/10.1007/s40995-018-0661-2.
8. Lone MS, Es H, Karacan MK, Bukcu B. Mannheim curves with modified orthogonal frame in Euclidean 3-space. Turkish Journal of Mathematics. 2019; 43(2): 648-663.



9. Nurkan SK, Güven IA, KaracanMK. Characterizations of adjoint curves in Euclidean 3-space. Proc Natl Acad Sci. India Sect A Phys Sci. <https://doi.org/10.1007/s40010-017-0425-y>.
10. Sasai T. The fundamental theorem of analytic space curves and apparent singularities of Fuchsian differential equations. Tohoku Math Journal 1984; 36: 17-24.



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa  
Bilimleri Dergisi**  
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>  
<https://doi.org/10.47137/usufedbid.807826>



*Araştırma makalesi*

## **Uşak İli Peyzaj Florası: Atapark Parkı Peyzaj Florası Taksonları Değerlendirmesi**

*Mehtap Dönmez Şahin*

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Eğitim Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye

*Geliş: 8 Ekim 2020*

*Kabul: 16 Kasım 2020 / Received: 8 October 2020*

*Accepted: 16 November 2020*

### **Abstract**

Urbanization has brought concretization with it. In recent years, the importance of parks and gardens in the city for recreation and sports has increased. Plants found in these areas can be of both natural and exotic origin. The parks contain many landscape plants. In order for these plants to survive in the planted area, their adaptation, homeland, soil requirements, adaptation to the climate, water needs and flowering time are very important. In Atapark Park in the center of Uşak, there are all of the landscape plant taxa in the parks in Uşak. 99 taxa have been identified in Atapark Park and these taxa have been evaluated in terms of their ecological demands and characteristics.

**Keywords:** Ecology, Landscape Flora, Urban Ecology, Atapark Park, Uşak.

### **Özet**

Kentleşme, betonlaşmayı da beraberinde getirmiştir. Son yıllarda şehir içindeki park ve bahçelerin dinlenme ve spor yapma amaçlı önemi artmıştır. Bu alanlarda bulunan bitkiler, hem doğal, hem de egzotik kökenli olabilmektedir. Parklar birçok peyzaj bitkisini içermektedir. Bu bitkilerin dikilen yerde hayatlarını devam ettirebilmeleri için, adaptasyonları, anavatanları, toprak istekleri, iklimle uyumu, su ihtiyaçları, çiçeklenme zamanları çok önemlidir. Uşak İli merkezinde bulunan Atapark Parkı'nda Uşak ili'nde parklarında bulunan peyzaj bitkileri taksonlarının tümü bulunmaktadır. Atapark Parkı'nda 99 takson tespit edilmiş ve bu taksonlar, ekolojik istekleri ve özellikleri bakımından değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekoloji, Peyzaj Florası, Kent Ekolojisi, Atapark Parkı, Uşak.

©2020 Usak University all rights reserved.

## **1. Giriş**

Dünya üzerinde sanayi devriminden sonra insan nüfusu kentlerde artış göstermiştir. Artan nüfusla beraber kentlerde ekolojik sorunlar ortaya çıkmıştır. Kent ekolojisi içindeki doğal ve yapay ekosistemlerde, hava, su, toprak, bitkiler, mikroorganizmalar, yollar,

\*Corresponding author:

E-mail: mehtap.sahin@usak.edu.tr

ORCID ID: 0000-0002-6081-6699

©2020 Usak University all rights reserved.

binalar, turizm hizmetleri bulunmaktadır. Kent ekosisteminde doğal unsurların, doğal yapısının bozulması ve giderek yapay ekosistemlerin çevrelerinde artış göstermesi nedeniyle, insanlar doğal ekosistemin sürdürülebilirliğinin ihtiyacı ve önemini kavradıkları için, kentlerde park ve bahçelere önem verip, yer ayırmışlardır [1].

“Park, sözlük anlamıyla, bir yerleşim merkezinde halkın gezip hava alması için düzenlenmiş ağaçlı ve çiçekli bahçe olarak” tanımlanmıştır [2]. Kent içerisinde park ve bahçeler, genellikle birçok bitki taksonu içeren, betonlaşmalar arasında yeşil alanlar, kenti soğutan hava akımlarının dolaşmasına izin veren yerler, hava temizleme ve soğutma, ışığı soğurma, büyüklüklerine göre su döngüsü ve yer altı suyu katkıda bulunan yerlerdir [3]. Ayrıca özellikle de arılara ve kuşlar başta olmak üzere hayvanlara da ev sahipliği yapan alanlardır. Doğal yapısı gereği, doğanın bir parçası olan insanın, moral bulduğu, stres attığı, dinlendiği, yürüyüş yaptığı, insanın ihtiyacı olan yerlerdir. Bu alanların en büyük bileşeni bitkilerdir.

Park ve bahçelerin peyzajında kullanılan bitkilerin özellikleri vardır. Bu özellikleri şöyle sıralayabiliriz; fazla bakım istememeleri, sıcağa ve kuraklığa dayanıklı olmaları, estetik güzellikleri olması, dış yapıları, yaprak, çiçek, meyveleri itibarıyla yıl boyunca farklı renk görünümde olmalarıdır [4].

Çeşitli nedenlerle kent nüfusunun giderek arttığı günümüze, insanlar dinlenme, eğlenme, spor yapma amaçlı park ve bahçelere ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle de park ve bahçe gereksinimi ve önemi de artmıştır. Park ve bahçelerde bulunan bitkiler peyzaj amaçlı bitkilerin hava kirliliğine, insan baskısına, sulama azlığına dayanıklı, estetiği ve kokusu güzel, kalıcı, iklimle uyumlu olması istenir ve beklenir [5].

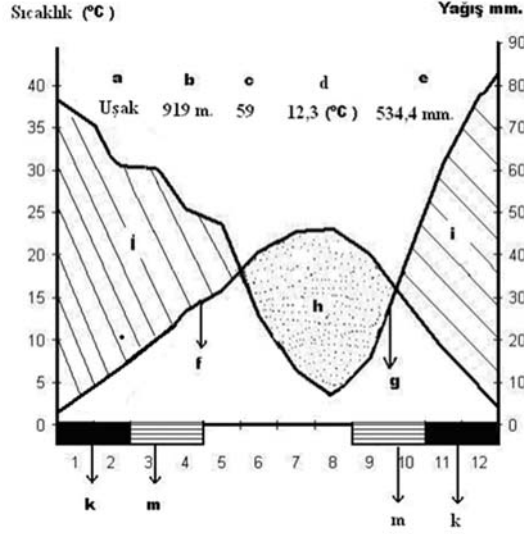
Uşak İl Merkezinde 200 adet park vardır. Uşak'ta kişi başına düşen yeşil alan miktarı 8, 33 m<sup>2</sup>'dir. Atapark Uşak il merkezinde, etrafında otoyol ve bisiklet yolunun, doğu kısmında alışveriş merkezi ve Atatürk Kültür Merkezinin, içerisinde spor aletleri ve yürüme yolunun, otopark, çay bahçelerinin ve havuzun bulunduğu, her gün binlerce kişinin ziyaret ettiği daire şeklinde parktır. Parkın bitkilerin bulunduğu alan yaklaşık 80.000 m<sup>2</sup> dir. Uşak İli Parklarında bulunan bütün taksonlar Atapark'ta bulunmaktadır [6].

Bu araştırmayı yapmaktaki amacımız, Uşak'ta Atapark nezdinde, peyzajda kullanılan bitkiler, iklimle uyumludur? Gelecekte küresel iklim değişikliği ile sıcaklığın ve kuraklığın arttığı dönemde peyzajda kullanılan bitkiler hala varlıklarını devam ettirebilecek midir? Yoksa şimdiden peyzaj florasını değiştirmek mi gerekir? sorularına yanıt aramak ve daha önce hiç çalışılmamış olan, Uşak ili peyzaj florasını tespit ederek, Uşak ili biyoçeşitliliğini kayıt altına almaktır.

### **1.1. Araştırma Bölgesinin İklimi**

38°41”K ve 29°41”D boylamında bulunan Uşak İli rasat istasyonu 919 m yüksekliktedir. Uşak'ta yıllık sıcaklık 13 °C dir. Uşak İli yağış rejim tipi mevsimlere göre, Kış (%40,6), İlkbahar (%29,7), Sonbahar (%21,4), Yaz (%8,3) olarak sıralanır demek, KİSY şeklindedir. Meteoroloji verilerinden çıkan verilere göre Uşak ili biyoiklim katı, Emberger

fomülüne göre hesap edildiğinde(Akman, 1990),  $Q=58,41$  ve  $m=-1,5$  değeriyle Uşak ili iklimi kışı soğuk, yarı kurak, Akdeniz İklimi özelliklerini gösterir [7,8].



Şekil 1. Uşak İli'nin ombrotermik iklim diyagramı [7]

a-Meteoroloji istasyonunun yeri ve yüksekliği, b-İstasyonun rakımı, c-Rasat süresi, d-Yıllık ortalama sıcaklık (°C), e-Yıllık ortalama yağış (mm), f-Sıcaklık eğrisi (aylık ortalamalara göre), g-Yağış eğrisi (aylık ortalamalara göre), h-Kurak periyot i-Yağışlı periyot, k-Donlu günler, m-Don olma ihtimali olan aylar

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Toprak Analizleri Metodu

Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırmak ve topraklarla çeşitli bitki birlikleri arasındaki ilişkileri tesbit etmek amacıyla parklardan geniş muhtelif yerlerden 0-20 cm ile 20-40 cm'ye kadar olan derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Toprak analizleri, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü Laboratuvarlarında yapılmıştır. Toprak analizlerinde, fiziksel analizler ve kimyasal analizler yapılmıştır. Fiziksel analizlerde, kil, silt, kum, tekstür, kimyasal analizlerde, Elektriksel iletkenlik, toplam tuz, kireç, fosfor, organik madde, ph tespiti yapılmıştır [9,10].

### 2.2. Bitki Toplama Metodu

Atapark Parkı Uşak İli, kent merkezinde bulunan, bakımı Uşak ili Uşak belediyesine bağlı parktır. Bu parktan, 2019 yıllarında farklı mevsimlerde araştırma alanından toplanan bitki örnekleri herbaryum tekniklerine göre kurutulmuştur [11]. Daha sonra ilgili flora kitaplarının ışığında teşhisleri yapılmıştır. Uşak Belediyesi park ve bahçeler birimi yetkileri ile görüşülmüş, en fazla Atapark parkında bitki taksonu bulunduğu ve bütün parklarda bulunan bitkilerin Atapark parkında bulunduğu teyidi alınmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Toprak Analizi Bulguları

**Tablo 1.** Araştırma alanının toprak analizleri bulguları

Derinlik cm	Fiziksel Analizler				Kimyasal Analizler				
	Kum %	Mil %	Kil%	Bünye	Ph	Kireç	organik mad.%	toplam.N %	alınabilir K ppm
0-20	46,4	22	31,6	Kumlu- Killi-Tın	7,64	8,87	1,32	0,084	421,4
20-40	52,4	14	33,6	Kumlu- Killi-Tın	7,67	8,38	1,32	0,078	298,9

Araştırma alanında bitkilerin bulunduğu topraktan alınan üst (0-20 cm) ve alt (20-40 cm) topraklar, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümünde yapılan toprak analizler ettirilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, alt ve üst toprağın bünyesinin Kumlu-Killi-Tın olduğu görülmektedir. Toprakların asitlik derecelerine bakıldığında iki katman toprağın da hafif alkali olduğu görülmektedir. Kireç bakımından değerlendirildiğinde iki katman toprak ta orta kireçli sınıfındadır. Organik madde bakımından değerlendirildiğinde toprak katmanlarının ikisi de, organik madde bakımından fakirdir. Toplam N bakımından değerlendirildiğinde, toprak katmanlarında bulunan N un az olduğu görülmektedir. Alınabilir K bakımından toprak katmanların analiz sonuçlarına bakıldığında da, alınabilir K (ppm) un fazla olduğu değerlendirilmesi ilgili parametrelere bakıldığında görülmüştür (Tablo 1) [9,10].

#### 3.2. Flora Analizi Sonuçları

Uşak İli merkezinde bulunan Atapark Parkı'ndan bitkinin formuna göre toplanan yaprak, çiçek, kök, gövde, meyve içeren bitki örnekleri, herbaryum metoduna göre kurutulmuş ve Dr. Öğretim Üyesi Mehtap Dönmez Şahin tarafından, ilgili flora kitap ve literatür kaynağı yardımıyla teşhis edilmiştir [11,12,13,14].

Uşak ili Atapark parkında bulunan bitki taksonları tabloda verilmiştir.

**Tablo 2.** Uşak Merkez Atapark Parkı Peyzaj Florası.

	LATİNCE ADI-ALANDAN TOPLAMA TARİHİ	TÜRKÇE ADI	TÜRÜ	DOĞAL YAYILIŞ	FAMİLYA	TOPRAK İSTEĞİ	SU İSTEĞİ	ÇİÇEKLENME ZAMANI
1	<i>Acer platanoides</i> L. "crimson sentry" "bushy", 4.05.2019, MDŞ1520.	Çınar yap. Akçaağaç.	Ağaç	Trakya, Marmara, Ege ve Karadeniz	<i>Acereceae</i>	Kumlu-killi	Orta	Nisan
2	<i>Acer platanoides</i> L. "crimson king" 5.05.2019, MDŞ 1525.	Çınar yap. Akçaağaç	Ağaç	Trakya, Marmara, Ege ve Karadeniz	<i>Acereceae</i>	Kumlu-killi	Orta	Nisan
3	<i>Acer palmatum</i> Thunb. "dissectum atropurpureum" 5.05.2019, MDŞ 1526.	Japon akçaağacı	Ağaç	Japonya, Kore ve Çin	<i>Acereceae</i>	Kumlu-killi-hafif asitli	Fazla	Haziran-Temmuz
4	<i>Acer palmatum</i> Thunb. "atropurpureum" 7.05.2019, MDŞ 1527.	Alev akçaağaç	Ağaç	Japonya, Kore ve Çin	<i>Acereceae</i>	Humuslu - asidik	Fazla	Nisan-Mayıs
5	<i>Acer saccharinum</i> L. 4.05.2019, MDŞ 1521.	Şeker akçaağacı	Ağaç	Doğu ve orta Amerika Birleşik Devletleri ve güneydoğu Kanada	<i>Acereceae</i>	Kumlu-Killi	Orta	Mart
6	<i>Aesculus x carnea</i> Briotti 7.05.2019, MDŞ 1528.	Kırmızı çiçekli at kestanesi	Ağaç	Kuzey Amerika	<i>Hippocastanaceae</i>	Killi	Fazla	Mayıs
7	<i>Aesculus hippocastanum</i> L. 7.05.2019, 1529.	Beyaz çiçekli akçaağaç	Ağaç	Asya, (Hindistan)	<i>Hippocastanaceae</i>	Kumlu-killi	Orta	Mayıs

8	<i>Betula alba</i> L. 4.05.2019, MDS 1521.	Akhuş	Ağaç	Kuzey Avrupa, Kuzey Asya, Türkiye	<i>Betulaceae</i>	Kumlu-Killi	Az	Nisan
9	<i>Betula alba</i> L.” pendula” 4.05.2019, MDS 1522.	Sarkık huş	Ağaç	Kuzey Avrupa, Kafkasya, Doğu ve Kuzey Anadolu	<i>Betulaceae</i>	Hafif asitli- kumlu- balçıklı	Orta	Nisan
10	<i>Betula pendula</i> Roth. “Youngii” 9.05.2019, MDS 1529.	Sarkık huş	Ağaç	İngiltere	<i>Betulaceae</i>	Kumlu-killi	Orta	Mart
11	<i>Carpinus betulus</i> L. 5.05.2019, MDS 1535.	Sütun formlu gürgen	Ağaç	İran, Kafkasya, Türkiye(Marm ara, Karadeniz, Trakya)	<i>Betulaceae</i>	Kumlu-Killi- hafif asidik	Orta	Eylül
12	<i>Catalpa bignonioides</i> Walter 4.05.2019, MDS 1523.	Buz ağacı	Ağaç	Amerika, Kanada	<i>Bignonaceae</i>	Humuslu	Orta	Haziran
13	<i>Cercis siliquastrum</i> L. 10.05.2019, MDS 1536.	Erguvan	Ağaç	Batı Asya ve Güney Avrupa	<i>Leguminosae</i>	Kozmopolit	Orta	Mayıs
14	<i>Cotinus coggygria</i> Scop. 10.05.2019, MDS 1557.	Bulut(duman) ağacı	Ağaç	Yaygın	<i>Anacardiaceae</i>	Kireçli	Az	Haziran- Temmuz
15	<i>Crataegus laevigata</i> DC. 10.05.2019, MDS 1537.	Kırmızı çiçekli alıç	Ağaç	Avrupa	<i>Rosaceae</i>	Kozmopolit	Orta	Mayıs
16	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. 4.05.2019, MDS 1524.	Alıç	Ağaç	Türkiye, Avrupa, Kıbrıs, Suriye ve Kuzey Irak	<i>Rosaceae</i>	Kozmopolit	Orta	Mayıs
17	<i>Eleagnus angustifolia</i> L. 10.05.2019, MDS 1530.	İğde	Ağaç	Yaygın	<i>Elaeagnaceae</i>	Kumlu, Killi	Az	Haziran
18	<i>Fraxinus americana</i> L. 10.05.2019, MDS 1539.	Amerikan dişbudak	Ağaç	Amerika, Avrupa, Kafkasya	<i>Oleaceae</i>	Balçıklı topraklar	Çok	Nisan- Mayıs
19	<i>Fraxinus excelsior</i> L. 10.05.2019, MDS 1538.	Dişbudak	Ağaç	Avrupa, Kıırım, Kafkasya Türkiye	<i>Oleaceae</i>	Akarsu kenarları	Çok	Nisan- Mayıs
20	<i>Fraxinus excelsior</i> L. “pendula”	Sarkık adi dişbudak	Ağaç	Batı Asya, Türkiye.	<i>Oleaceae</i>	Kumlu-tınlı toprak	Çok	Nisan- Mayıs

	10.05.2019, MDS 1540.							
21	<i>Ginkgo biloba</i> L. 10.05.2019, MDS 1531.	Mabed ağacı	Ağaç	Çin, Japonya	<i>Ginkgoaceae</i>	Kumlu-tınlı topraklar	Orta	Nisan
22	<i>Gleditsia triacanthos</i> L. 12.05.2019, MDS 1558.	Glediçya	Ağaç	Kuzey Amerika	<i>Leguminosae</i>	Kumlu- tınlı topraklar	Orta	Mayıs- Haziran
23	<i>Hibiscus syriacus</i> L. 10.06.2019, MDS 1560.	Ağaç hatmi	Ağaç	Güney Kore.	<i>Malvaceae</i>	Kumlu-Killi topraklar	Orta	Haziran- Temmuz
24	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm. 10.06.2019, MDS 1565.	Güvey kandili Fener ağacı	Ağaç	Çin, Kore.	<i>Sapindaceae</i>	Kumlu	Az	Haziran – Temmuz
25	<i>Laburnum vulgare</i> J.Presl. 10.06.2019, MDS 1561.	Dağ sarı salkımı	Ağaç	Güney Avrupa	<i>Genisteeae</i>	Kozmopolit	Orta	Mayıs- Haziran
26	<i>Liquidambar styraciflua</i> L. 5.05.2019, MDS 1563.	Sığla ağacı	Ağaç	Amerika	<i>Hamamelidaceae</i>	Killi-Tınlı	Orta	Nisan- Mayıs
27	<i>Liriodendron tulipifera</i> L. 04.05.2019, MDS 1570.	Lale ağacı	Ağaç	Kuzey, doğu Amerika	<i>Magnoliaceae</i>	Killi-Tınlı	Yüks ek	Nisan- Mayıs
28	<i>Malus adams</i> L. 04.05.2019, MDS 1566.	Süs elması	Ağaç	Kuzey Anadolu	<i>Rosaceae</i>	Kumlu-tınlı	Orta	Mayıs
29	<i>Malus floribunda</i> L. 8.04.2019, MDS 1568.	Süs elması	Ağaç	Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika	<i>Rosaceae</i>	Kumlu-Killi	Orta	Nisan
30	<i>Morus alba</i> L.“pendula” 08.04.2019, MDS 1575.	Sarkık dallı dut	Ağaç	Çin	<i>Moraceae</i>	Kumlu-tınlı	Az	Mart- Nisan
31	<i>Platanus acerifolia</i> L. 10.05.2019, MDS 1559.	Beyaz gövdeli çınar	Ağaç	Kuzey Amerika, Güney ve Doğu Avrupa	<i>Platanaceae</i>	Humuslu	Fazla	Nisan
32	<i>Platanus orientalis</i> L. 05.05.2019, MDS 1562.	Doğu çınarı	Ağaç	Türkiye	<i>Planaceae</i>	Kumlu	Fazla	Mart- Nisan- Mayıs
33	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	Altan dallı kırmızı erik	Ağaç	Avrupa	<i>Rosaceae</i>	Killi-tınlı, hafif alkali	Orta	Nisan- Mayıs



	piss.nigra "bushy" 5.05.2019, MDŞ 1589.							
34	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh piss. nigra 5.05.2019, MDŞ 1588.	Kırmızı erik(dallı)	Ağaç	Avrupa	<i>Rosaceae</i>	Killi-tınlı, hafif alkali	Orta	Nisan- Mayıs
35	<i>Prunus serrulata</i> Lindl. "kiku shidare sakura" 4.04.2019, MDŞ 1590.	Süs kirazı	Ağaç	Asya	<i>Rosaceae</i>	Killi-tınlı	Orta	Nisan
36	<i>Prunus serrulata</i> Lindl. "kanzan" 04.05.2019, MDŞ 1564.	Japon çiçek kirazı	Ağaç	Çin	<i>Rosaceae</i>	Kozmopolit	Frta	Nisan- Mayıs
37	<i>Quercus robur</i> L. 8.04.2019, MDŞ 1579.	Meşe	Ağaç	Avrupa, Kafkasya, Çin, Kuzey Amerika	<i>Fagaceae</i>	Humuslu	Fazla	Nisan
38	<i>Quercus rubra</i> L. 15.03.2019, MDŞ 1591.	Meşe	Ağaç	Kuzey Amerika, Kanada	<i>Fagaceae</i>	Kumlu-tınlı	Az	Mart
39	<i>Rhus typhina</i> L. "laciniata" 10.06.2019, MDŞ 1567.	Sumak	Ağaç	Kuzey Amerika, Kanada.	<i>Anacardiaceae</i>	Kireçli	Az	Haziran- Temmuz
40	<i>Robinia hispida</i> L. 9.06.2019, MDŞ 1580.	Pembe çiçekli akasya	Ağaç	Kuzey Amerika, güneydoğu Amerika.	<i>Leguminosae</i>	Kumlu-Tınlı	Az	Haziran- Temmuz
41	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. 9.06.2019, MDŞ 1581.	Yalancı akasya	Ağaç	Türkiye Karadeniz, Avrupa, Güney Afrika ve Amerika.	<i>Leguminosae</i>	Kumlu-Killi	Az	Haziran- Temmuz
42	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. "umbracu lifera" 06.06.2019, MDŞ 1625	Top akasya	Ağaç	Amerika	<i>Leguminosae</i>	Kumlu-Killi	Az	Haziran- Temmuz
43	<i>Salix babylonica</i> L. 04.05.2019, MDŞ 1626	Salkım söğüt	Ağaç	Çin, Türkiye	<i>Salicaceae</i>	Kumlu-Killi	Fazla	Nisan- Mayıs
44	<i>Salix caprea</i> L. 04.05.2019, MDŞ 1627	Sarıkk keçî söğüdü	Ağaç	Asya, Avrupa ve Türkiye	<i>Salicaceae</i>	Kumlu-Killi	Fazla	Mart- Nisan

45	<i>Sophora japonica</i> L. 06.07.2019, MDS 1629	Japon sofrası	Ağaç	Japonya, Kore ve Çin	<i>Fabaceae</i>	Humuslu	Az	Temmuz-Ağustos
46	<i>Sophora japonica</i> L. "pendula" 06.07.2019, MDS 1628	Sarıkk sofrası	Ağaç	Japonya	<i>Fabaceae</i>	Humuslu	Orta	Temmuz-Ağustos
47	<i>Tilia argentea</i> Desf.Ex DC. 06.07.2019, MDS 1630	Gümüşi ıhlamur	Ağaç	Güneydoğu Avrupa, Batı Asya	<i>Tiliaceae</i>	Kumlu-Killi	Orta	Haziran-Temmuz
48	<i>Tilia tomentosa</i> Moench. 06.07.2019, MDS 1624	ıhlamur	Ağaç	Güneydoğu Avrupa ve Batı Asya	<i>Tiliaceae</i>	Kumlu-Killi	Orta	Haziran-Temmuz
49	<i>Abies nordmanniana</i> ssp. <i>bornmülleri</i> ana Mattf. 3.06.2019, MDS 1541.	Uludağ göknarı	İbrelili Ağaç	Bafra-Uludağ arası, Orta Karadeniz, Kuzeybatı Anadolu	<i>Pinaceae</i>	Kumlu	Fazla	Nisan?
50	<i>Cedrus atlantica</i> Manetti."glauca" 9.04.2019, MDS 1582.	Mavi atlas sediri	İbrelili Ağaç	Himalayalar, Afganistan, Kuzey Afrika, Fas, Cezayir ve Atlas dağları	<i>Pinaceae</i>	Kumlu-Killi-Kireçli	Az	Nisan?
51	<i>Cedrus deodora</i> G.Don. 04.04.2019, MDS 1620	Himalaya sediri	İbrelili Ağaç	Afganistan'dan , Nepal'e kadar	<i>Pinaceae</i>	Kumlu-Killi-Kireçli	Orta	Nisan?
52	<i>Cedrus atlantica</i> Manetti. "glauca" pendula 08.09.2019, MDS 1622	Sarıkk atlas sediri	İbrelili Ağaç	Kuzey Afrika'daki Atlas dağları	<i>Pinaceae</i>	kozmopolit	Orta	Eylül-Ekim?
53	<i>Cedrus libani</i> A.Rich. 08.09.2019, MDS 1621	Toros sediri	İbrelili Ağaç	Türkiye ve Lübnan	<i>Pinaceae</i>	Kireçli	Az	Eylül – Ekim?
54	<i>Cupressus arizonica</i> Greene "Glauca" 3.06.2019, MDS 1546.	Mavi Arizona servisi	İbrelili Ağaç	Meksika ve Arizona'nın dağlık bölgeleri	<i>Cupressaceae</i>	Kireçli	Az	Şubat-Mart
55	<i>Cupressus sempervirens</i> L. "Glauca" 04.04.2019,	Mavi adi servi	İbrelili Ağaç	Güney Avrupa, Batı Asya	<i>Cupressaceae</i>	Killi-Kumlu	Az	Nisan

	MDS 1623							
56	<i>Cupressocypariss leylandii</i> ML.Green 9.04.2019, MDS 1583.	Melez servi	İbrelili Ağaç	Yaygın	<i>Cupressaceae</i>	Kumlu balçık topraklar	Orta	Nisan
57	<i>Cupressus sempervirens</i> L. "Stricta" 04.04.2019, MDS 1598.	Sütun servi	İbrelili Ağaç	Akdeniz Bölgesi	<i>Cupressaceae</i>	Kumlu balçık topraklar	Orta	Nisan
58	<i>Ilex aquifolium</i> L. "aurea marginata" 7.05.2019, MDS 1547.	Çoban püskülü	Çalı	Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Afrika	<i>Aquifoliaceae</i>	Kumlu-Kireçli	Orta	Mayıs
59	<i>Juniperus virginiana</i> L. "Skyrocket" 04.05.2019, MDS 1599.	Sütun ardıç	İbrelili Ağaç	Yaygın	<i>Cupressaceae</i>	Kireçli	Az	-
60	<i>Picea glauca</i> (Moench.)Voss. Conica 04.05.2019, MDS 1600.	Konik ladin	İbrelili Ağaç	Kuzey Amerika	<i>Pinaceae</i>	Kumlu-Killi	Çok	-
61	<i>Picea excelsa</i> (Lam.)Link. 04.05.2019, MDS 1601.	Batı ladinini	İbrelili Ağaç	Avrupa	<i>Pinaceae</i>	Humuslu	Orta	Mayıs
62	<i>Picea pungens</i> Engelm. "Glauca Hopsii" 04.05.2019, MDS 1602.	Mavi ladin	İbrelili Ağaç	Batı ve Kuzey Amerika	<i>Pinaceae</i>	Humuslu	Orta	Mayıs
63	<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold. 6.05.2019, MDS 1584.	Karaçam	İbrelili Ağaç	Akdeniz, Ege, İç Anadolu Bölgesi	<i>Pinaceae</i>	Kumlu, killi, kireçli	Az	Mayıs
64	<i>Taxus baccata</i> L. "fastigiata" 8.06.2019, MDS 1548.	Sütun porsuk	İbrelili Ağaç	İrlanda, Karadeniz ve Amanos Dağları	<i>Taxaceae</i>	Humuslu	Orta	Nisan
65	<i>Thuja orientalis</i> L. 4.04.2019, MDS 1585.	Mazı	Çalı	Kuzey Çin, Hindistan, Kore, Japonya, İran	<i>Cupressaceae</i>	Balçıklı	Fazla	Mart,Nisan
66	<i>Thuja orientalis</i> L. "Compacta" 15.03.2019, MDS 1617	Altuni top doğu mazısı	İbrelili Ağaç	İran, Çin, Japonya, Kore	<i>Cupressaceae</i>	Kozmopolit	Orta	Mart

67	<i>Thuja orientalis</i> L. "Pyramidalis aurea" 15.03.2019, MDS 1618	Altuni piramit mazi	İbrelî Ağaç	Doğu Asya, Kuzey Amerika	<i>Cupressaceae</i>	Kumlu,Killi	Orta	Mart
68	<i>Berberis thunbergii</i> DC. var. <i>atropurpurea</i> 05.05.2019, MDS 1603	Kırmızı yapraklı kadıntuzluğu	Çalı	Çin, Japonya	<i>Berberidaceae</i>	Kumlu-Killi	Az	Mayıs
69	<i>Berberis veitchii</i> C.K.Schneid. 05.05.2019, MDS 1616	Herdemyeşil kadıntuzluğu	Çalı	Hubei, Çin.	<i>Berberidaceae</i>	Kumlu-Killi	Az	Mayıs
70	<i>Buddleja davidii</i> Franch. 05.06.2019, MDS 1619	Kelebek çalısı	Çalı	Çin, Japonya	<i>Scrophulariaceae</i>	Kumlu-Killi	Orta	Haziran-Temmuz
71	<i>Cornus alba</i> L. Sibirica 05.06.2019, MDS 1604	Kızılçik	Çalı	Sibirya,Kuzey Kore, Mançurya	<i>Cornaceae</i>	Humuslu	Orta	Haziran
72	<i>Cotoneaster franchetii</i> Boiss. 9.05.2019, MDS 1548.	Dağ muşmulası	Çalı	Kuzey Myanmar ve kuzey Tayland'da,güneybatı Çin	<i>Rosaceae</i>	Kumlu-Killi	Orta	Temmuz
73	<i>Cotoneaster horizontalis</i> Decne. 05.06.2019, MDS 1593.	Dağ muşmulası	Çalı	Çin	<i>Rosaceae</i>	Kozmopolit	Orta	Mayıs-Haziran
74	<i>Cydonia japonica</i> Thunb. 05.05.2019, MDS 1597.	Süs ayvası,Bahar dalı	Çalı	Japonya	<i>Rosaceae</i>	Humuslu	Orta	Nisan
75	<i>Forsythia intermedia</i> Zab. 15.03.2019, MDS 1606.	Altınçanak	Çalı	Çin	<i>Oleaceae</i>	Kozmopolit	Orta	Mart
76	<i>Juniperus horizontalis</i> Mnch. 15.03.2019, MDS 1605.	Yatık ardıç	Çalı	Kuzey Amerika	<i>Cupressaceae</i>	Kozmopolit	Az	-
77	<i>Juniperus sabina</i> L. 10.05.2019, MDS 1549.	Sabin ardıcı	Çalı	Türkiye'de Kuzey ve Güney Anadolu'nun yanı sıra, Orta ve Güney Avrupa, Kırm, Batı Kafkasya	<i>Cupressaceae</i>	Kireçli	Orta	

				ve İran				
78	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb. 05.06.2019, MDS 1607	Herdemyeşil kurtbağrı	Çalı	Japonya ve Kore	<i>Oleaceae</i>	Humuslu	Orta	Haziran- Temmuz
79	<i>Mahonia aquifolium</i> Nutt. 15.03.2019, MDS 1615	Mahonya	Çalı	Kuzey Amerika	<i>Berberidaceae</i>	Humuslu	Orta	Mart- Nisan
80	<i>Pyracantha coccinea</i> Roem. 05.06.2019, MDS 1614	Ateş dikenini	Çalı	Türkiye ve Güney Avrupa	<i>Rosaceae</i>	Humuslu- Kumlu-Killi (Karışık)	Orta	Haziran- Temmuz
81	<i>Rosa</i> sp. L. 05.06.2019, MDS 1608.	Gül	Çalı	Doğu Asya	<i>Rosaceae</i>	Humuslu, killi,kumlu	Orta	Haziran- Temmuz
82	<i>Sambucus nigra</i> L. 05.06.2019, MDS 1610	Mürver	Çalı	Kuzey Avrupa, Kuzey Amerika	<i>Caprifoliaceae</i>	Kumlu- Balçıklı	Fazla	Mayıs- Haziran- Temmuz
83	<i>Spiraea x bumalda</i> Burv. 05.06.2019, MDS 1620.	Pembe çiçekli keçisakalı	Çalı	Japonya, Çin ve Kore	<i>Rosaceae</i>	Kumlu	Fazla	Haziran- Temmuz
84	<i>Spiraea vanhouttei</i> Zab. 05.06.2019, MDS 1609	Beyaz çiçekli keçisakalı	Çalı	Kanada, Amerika, Çin.	<i>Rosaceae</i>	Kireçli, Kumlu	Orta	Mayıs- Haziran
85	<i>Syringa vulgaris</i> L. 04.04.2019, MDS 1613	Leylak	Çalı	Güneydoğu Avrupa	<i>Oleaceae</i>	Kozmopolit	Az	Nisan- Mayıs
86	<i>Weigela</i> sp. Thunb. 15.05.2019, MDS 1611	Gelin tacı	Çalı	Doğu Asya	<i>Caprifoliaceae</i>	Kumlu, killi	Orta	Mayıs, Haziran
87	<i>Viburnum opulus</i> L. "sterile" 15.05.2019, MDS 1622.	Kartopu	Çalı	Avrupa, Kuzey Afrika, Orta Asya	<i>Adoxaceae</i>	Humuslu	Orta	Mayıs, Haziran
88	<i>Viburnum tinus</i> L. 10.06.2019, MDS 1549.	Herdemyeşil kartopu	Çalı	Avrupa, Kuzey Afrika	<i>Adoxaceae</i>	Humuslu	Orta	Şubat, Mart, Nisan, Kasım, Aralık
89	<i>Agapanthus</i> sp. L'Her. 05.06.2019, MDS 1592.	Agapanthus	Çok yıllık otsu	Afrika	<i>Amaryllidaceae</i>	Humuslu	Fazla	Haziran, Temmuz, Ağustos

90	<i>Carex</i> sp. L. 5.05.2019, MDŞ 1587.	Büyük göl sazı	Çok yıllık otsu	Yaygın	<i>Cyperaceae</i>	Bataklık, kireçli, sulu topraklar	Fazla	Mayıs
91	<i>Hemerocallis</i> sp. L. 10.06.2019, MDŞ 1550.	Hemerokallis	Çok yıllık otsu	Çin, Kore, Japonya	<i>Asphodelaceae</i>	Kumlu,Killi	Orta	Mayıs- Ağustos
92	<i>Iris</i> sp. L. 5.05.2019, MDŞ 1556.	Süsen	Çok yıllık otsu	Kuzey yarımküre.	<i>Iridaceae</i>	Kumlu,Killi	Orta	Mart- Nisan
93	<i>Lavandula angustifolia</i> Miller 6.05.2019, MDŞ 1586.	Lavanta	Çok yıllık otsu	İspanya, Fransa, İtalya, Hırvatistan	<i>Lamiaceae</i>	Kozmopolit	Orta	Haziran, Temmuz, Ağustos
94	<i>Kniphofia</i> sp. Moench. 6.06.2019, MDŞ 1553.	Kniphofia	Çok yıllık otsu	Afrika	<i>Asphodelaceae</i>	Humuslu	Az	Haziran, Temmuz
95	<i>Nymphaea alba</i> L. 6.06.2019, MDŞ 1551.	Nilüfer	Çok yıllık otsu	Mısır	<i>Nymphaeaceae</i>	Humuslu	Fazla	Haziran, Temmuz
96	<i>Typha angustifolia</i> L. 10.05.2019, MDŞ 1555.	Saz	Çok yıllık otsu	Yaygın	<i>Typhaceae</i>	Bataklık	Fazla	Mayıs- Ağustos
97	<i>Festuca ovina</i> L. 6.06.2019, MDŞ 1557.	Çim(Koyun yumağı)	Tek veya çok yıllık otsu	Avrupa, Türkiye	<i>Poaceae</i>	Kozmopolit	Orta	Ekim, Kasım
98	<i>Poa pratensis</i> L. 6.06.2019, MDŞ 1558.	Çim(Çayır salkımotu)	Çok yıllık otsu	Anadolu, Avrupa, Asya, Kuzey Afrika	<i>Poaceae</i>	Kozmopolit	Orta	Mayıs, Haziran
99	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb. 10.06.2019, MDŞ 1552.	Çim(Kamışsı yumak)	Çok yıllık otsu	Avrupa	<i>Poaceae</i>	Kozmopolit	Orta	Mayıs, Haziran

#### **4. Sonuçlar, Tartışma ve Öneriler**

Uşak İli Atapark Parkı nezninde Uşak Peyzaj florasını araştırmak amacıyla yapılan bu araştırmada, 39 familyaya ait 99 takson tespit edilmiştir. Familyaların içerdiği takson sayıları şöyledir; *Aceraceae* 5, *Hippocastanaceae* 1, *Betulaceae* 4, *Bignoniaceae* 1, *Fabaceae* 8, *Anacardiaceae* 1, *Rosaceae* 15, *Elaeagnaceae* 1, *Oleaceae* 3, *Gingkoaceae* 1, *Malvaceae* 1, *Sapindaceae* 1, *Hamamelidaceae* 1, *Magnoliaceae* 1, *Moraceae* 1, *Platanaceae* 2, *Fagaceae* 2, *Salicaceae* 2, *Tiliaceae* 2, *Pinaceae* 5, *Cupressaceae* 10, *Aquafoliaceae* 1, *Pinaceae* 4, *Taxaceae* 1, *Berberidaceae* 3, *Scrophulariaceae* 1, *Cornaceae* 1, *Oleaceae* 2, *Caprifoliaceae* 2, *Adoxaceae* 2, *Amaryllidaceae* 1, *Cyperaceae* 1, *Asphodelaceae* 1, *İridaceae* 1, *Lamiaceae* 1, *Asphodelaceae* 1, *Nymphaeaceae* 1, *Typhaceae* 1, *Poaceae* 4 takson içermektedir. Bu taksonlardan 26 sı kültivar, 70 i tür, 2 alt tür, 1 varyete kategorisindedir. Bitki taksonlarının bitki formasyonlarına göre dağılımı ise şöyledir: Yaprak döken ağaç 48, İbrelili ağaç 17, Çalı 23, Çok yıllık otsu 11 taksondur. Bitki taksonların toprak isteğine göre dağılımı ise; Kumlu-killi 32, kumlu 4, humuslu 14, kozmopolit 14, kireçli 5, balçık topraklar 10, kumlu balçık topraklar 3, humuslu 2, killi, kumlu 2, kumlu, kireçli 2, Su kenarı, sulu ortam 2 taksondur. Bitki taksonlarının anavatanlarına göre dağılımı; Asya kökenli 25, Türkiye-Avrupa kökenli 23, Amerika kökenli 18, Yaygın 32, Sadece Türkiye kökenli 3 taksondur. Bitki taksonlarının su isteği; 18 takson fazla, 56 takson orta, 20 taksonun az su isteği vardır. Bitki taksonlarının mevsimlere göre çiçek açma zamanına bakıldığında, 54 takson ilkbaharda, 33 takson yaz mevsiminde, 3 takson sonbaharda, uzun süreli çiçekli olan ise 1 takson vardır [14].

Bitki taksonlarının anavatanları veya doğal yayılış alanlarına göre bakıldığında, Asya kökenli 25 takson, Türkiye-Avrupa kökenli 23 takson, Amerika kökenli 18 takson, yaygın olan 32 takson, sadece Türkiye kökenli 3 takson bulunmaktadır (Tablo 2). Uşak ili iklimi Emberger'e göre [8], kışı soğuk, yarı kurak, Akdeniz İklimi özelliklerini göstermesi, nedeniyle bu iklime uyan takson sayılarının artırılması, bitkilerin adaptasyonları ve ekolojik istekleri, ekonomik kaygılar göz önüne alındığında yaygın ve iklime uyabilen Türkiye kökenli taksonların sayılarının artırılması daha iyi olacaktır.

Atapark peyzaj florasında bulunan taksonların su ihtiyacı değerlendirildiğinde, 56 takson orta, 20 takson az, 18 takson fazla su ihtiyacı göstermektedir. Küresel ısınma ile gelecek yıllarda bitkilerin su ihtiyaçlarının artacağı ve küresel iklim değişikliğinin süs bitkilerini olumsuz etkileyeceği göz önüne alındığında [15], su ihtiyacı fazla olan ilkbaharın son ayları ve yaz dönemi kuraklığı, bu peyzaj bitki taksonları için sorun oluşturabilir. Bu bitki taksonlarının dikimleri yerine, daha fazla kserofit bitki dikilebilir. Doğal flora içerisinde uzun ömürlü, su ihtiyacı fazla olmayan, çiçekli durma süresi fazla olan bitkiler peyzaj bitkisi olarak kullanılabilir.

Floradaki bitkilerin toprak ihtiyaçlarını analiz sonuçları ile karşılaştırdığımızda, Kumlu-killi 32, kumlu 4, humuslu 14, kozmopolit 14, kireçli 5, balçık topraklar 10, kumlu balçık topraklar 3, humuslu 2, killi, kumlu 2, kumlu, kireçli 2, Su kenarı, sulu ortam 2 takson olduğu görülmekte iken, toprak analizi sonucu Atapark'ta bitkilerin bulunduğu toprak yapısı, kum oranı fazla olan kumlu-killi-tındır. Bu toprak yapısı kumlu-killi, toprak yapısı isteği olan taksonlar için elverişli iken, toprak isteği kireçli, balçık, humuslu taksonlar

için toprak bakımından ekolojik isteklerini karşılamamakta, bu durum fizyonomilerini etkilemektedir (Tablo 1) [16].

## 5. Kaynaklar

1. Karadağ A. Kentsel ekoloji. Kentsel Çevre Analizlerinde Coğrafi Yaklaşım. Ege Coğrafya Dergisi, İzmir, 2009;18/(1-2):31-47.
2. Türk Dil Kurumu Sözcükleri 2020. URL: Sözlük.gov.tr. Erişim tarihi:06.10.2020.
3. Öztan Y, Arslan M. İç Anadolu Bölgesi Ekolojik Koşullarına Uygun Sukulent (Etili Yapraklı) Bitki Türlerinden Peyzaj Mimarlığı çalışmalarında Yer örtücü Olarak Yararlanma Olanakları. Tisamat Basımevi, 1992. Ankara.
4. Bahçe çiçeklerinin peyzaj mimarlığı çalışmalarında kullanım alanları, seçimini etkileyen etmenler ve tasarım örnekleri URL: [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/107123/mod\\_resource/content/0/3.hafta.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/107123/mod_resource/content/0/3.hafta.pdf). Erişim tarihi:06.10.2020.
5. Gül A, Özçelik H, Uzun ÖF. Isparta Yöresindeki Bazı Doğal Yer Örtücü Bitkilerin Adaptasyonu ve Özellikleri, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2012;16-2(2012):133-145.
6. Anonim. Uşak Belediyesi, Park ve Bahçeler Müdürlüğü verileri. 2019. Uşak.
7. Dönmez Şahin M, Serin M. Bulkaz Dağının (Sivaslı-Uşak) Fulorası. Ot Sistemik Botanik Dergisi, 2009; 16-2. (97-128).
8. Akman Y. İklim ve Biyoiklim, Palme Yayın Dağıtım, 1990. Ankara.
9. Bouyoucos GJ. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. Agronomy Journal. 1955;4(9):434.
10. Bouyoucos GJ. "Hydrometer Metod Improved for Making Particle, Size Analysis of Soil." Agronomy Journal, 1962. Vol.54.No:5,21.
11. Özer Z, Tursun N, Önen H, Uygur FN, Erol D. "Herbaryum Yapma Teknikleri ve Yabancı Ot Teshis Yöntemleri", Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 1998. No:22, Kitaplar Serisi No: 12, Tokat, 214 s.
12. Davis PH. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. 1965-1988. Vol.1-IX and supp. Edinburg Üniv. Press UK
13. Davis PH. Turkey: Present Stads of Floristic Knowledge. Dep. Of Botany at Royal Bot. Garden. 1975. Edinburg Üniv.
14. Erken E. Peyzaj Bitkileri ve Özellikleri (Angiospermae), Cinius Yayınları, 2014. İstanbul.
15. Uzunoğlu F, Bayazit S, Mavi K. Küresel İklim Değişikliğinin Süs Bitkileri Yetiştiriciliğine Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2015;20(2):66-75.
16. Zengin M, Özbahçe, A. Bitkilerin İklim ve Toprak İstekleri. Atlas Kitabevi, 2011.Konya.





**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa  
Bilimleri Dergisi**  
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>



*Araştırma makalesi/Research Article*

## **Olive Oil Mill Wastewater Triggers Hormonal And Phenolic Metabolism Shiftings In Sunflower**

*Mehmet Aybeke*

Trakya University, Faculty of Science, Department of Biology, Balcan Campus, 22030 Edirne, Turkey.

*Geliş: 04 Eylül 2020*

*Kabul: 08 Aralık 2020 / Received: 04 September 2020*

*Accepted: 08 December 2020*

### **Abstract**

The aim of the study was to investigate the effects of olive oil mill wastewater (OOMW) in the sunflower in terms of hormonal and secondary metabolites (phenols). In all experiments as hormone, abscisic acid (ABA), gibberellic acid (GA), indolacetic acid (IAA), salicylic acid (SA) and jasmonic acid (JA), as phenol, Naringenin (NAR), Catechin (CATEC), Trans sinnapic acid (SINAP), Trans p-coumaric acid (PCOUMAR), Protocatechik acid (PROTOC), Trans cafeik acid (CAFFE), 2-5 Dihidro benzoic acid (DYHIDRO), Gallic acid (GALLIC), values were compared in control and experimental groups. OOMW was applied to the plants at various concentrations (1/1, 1/10, 1/100, 1/1000, 1/10000) for 3-days, 5- days and 10-days. Control plants are watered with water. Based on hormonal analysis; the most OOMW damage was in 5-day treatments, and in 10-day treatments it was partially healed. Similarly, 5-day changes in phenolic analyzes were found to be more severe. Consequently; it has been found that 1) SA is the most active hormone against OOMW stress, 2) In the 5-day trials, JA was active in conjunction with the SA, which was based on OOMW violence, similarly, hormones and phenolic substances are highly variable especially in the 5-day trial, 3), GA and IAA and ABA are generally quite lower levels in all experiments, 4) OOMW breaks hormonal balance in the plant, and 5) the secondary metabolite (phenol) metabolism has been changed considerably.

**Keywords:** Olive oil waste waters, Sunflower, Toxicology, Plant hormone, Phenolics, Seconder metabolites

©2020 Usak University all rights reserved.

### **1. Introduction**

Olive oil in the world is mostly produced in the Mediterranean Region, Southern Europe, North Africa and the Middle East, and therefore olive oil production is becoming increasingly important both in terms of socioeconomic and environmental aspects [1]. Because almost 98% of the world's olive trees are in the Mediterranean Basin [2,3], and

\*Corresponding author:

E-mail: mehmetaybeke@trakya.edu.tr

ORCID ID: 0000-0001-9512-5313

©2020 Usak University all rights reserved.

almost 80% of the world's olive oil production is derived from about 12000 facilities in European countries [4]. Therefore, in the very short period between November and March, the high amount of waste causes large pollution in air, water and soil if it is not pretreated<sup>3</sup>. Because olive oil mill wastewater (OOMW) is rich in polyphenols, low pH, various heavy metals, minerals, and needs high chemical and biological requirements for its dissolution. If the OOMW spreads to the soil without pretreatment and high amounts, it both affects the physical, chemical and biological properties of the soil in a negative way and damages the plant [5]. Even after ten years since the OOMW was thrown into the environment, it causes development disorders in the vegetation and heavy metal pollution [5]. Therefore, different concentrations of OOMW in chickpea, durum wheat, tomatoes and corn prevented the germination [6]. Even 1/8 dilution of OOMW significantly reduces germination rate [7]. In addition, OOMW changes the soil structure with high salt concentration in its contents, and carries potential damages for plant growth [8].

There are different studies on the cytotoxic effects of OOMW in plants. For example; In *Vicia faba*, OOMW causes chromosomal abnormalities, root tip darkening, micronuclei, as well as rootstock and mitotic inhibition [9]. In a study conducted by Aybeke *et al.*, [10], numerical or structural chromosomal mutations, mitotic abnormalities and increased mitotic frequency, as well as highly nuclear or broken nucleated cells in wheat root tip were emphasized. It was also observed that the amount of protein decreased with increasing concentration and duration of treatment [10]. In ultrastructural study, which are the continuation of this study, emphasize that OOMW causes wall and nuclear damages, stoplasmic membrane and cellular organization disorders in wheat stem meristem cells [11]. Finally, another study by Aybeke [12], found that OOMW caused damage to the DNA genomic structure and DNA structure it was also stated that all OOMW applications had a free radical threat and that there was more damage, especially in the 5-day OOMW tests.

Despite all of these morphological, cytological, agronomic, genotoxic and cytotoxic findings mentioned above, no information was available on how the OOMW actually affected the metabolism of plant hormones and secondary metabolites (phenols) during the application to plants. How does this waste, which is so toxic indeed, affect the mechanisms of plant hormones and secondary metabolite (phenol)? Therefore, in this study, it is aimed to investigate the effects of OOMW on plant hormones and phenol metabolism in sunflower.

## **2. Material and Method**

### **2.1. Material**

Material used as plant, HA 89-B cultivar of *Helianthus annuus*. OOMW has been supplied from olive oil production factories in the villages of Iznik (Bursa, TURKEY).

## 2.2. Chemical Properties of OOMW

The chemical properties of OOMW are given in Table 1. For this works, Agilent 7700 xx ICP-MS machine used. NPs measurements were performed using this instrument (Agilent 7700xx ICP-MS). The OOMW example is sent directly to the device into the ICP-MS system by means of the standard peristaltic pump combined with Tygon pump tubing (internal diameter of 1.02 mm), and ASX-520 autosampler [13].

Polyphenolic amount of OOWW was assigned by the Folin-Ciocalteu (FC) method, following Box [14] and Li et al.'s [15] method. 200  $\mu\text{L}$  of extracted plant material was included into 1 mL of 1:10  $\text{dH}_2\text{O}$ -diluted Folin-Ciocalteu fluid. After about 4 minutes, 800  $\mu\text{L}$  of saturated  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  liquid added to them. After nearly 1 hour, absorbance values were determined at 760 nm compared to a matrix blank, via Specord 50 UV/VIS spectrometer (Cary 50 Bio, Varian) (Analytic Jena, Jena, Germany). In order to find the sensitivity of the FC reagent to different phenols, calibration curves were made with various phenols such as caffeic acid, tyrosol, p-coumaric acid and gallic acid. Data are given in mg p-coumaric acid and caffeic acid content per OOWW liter.

**Table 1.** Principal chemical properties of OOMW

Mineral	ppm(=mg/l)*	std.error	Mineral	ppm(=mg/l)*	std.error
K	4908,94	42,687	Li	0,159	0,013
B	26,578	0,182	V	0,031	0,002
Na	170,715	0,584	Ga	0,150	0,008
Mg	188,640	0,682	As	0,090	0,005
Ca	25,851	0,774	Se	0,245	0,005
F	44,653	0,601	Sr	0,247	0,010
Al	4,932	0,186	Ag	0,284	0,063
Mn	2,474	0,038	Cd	0,052	0,001
Cu	3,950	0,026	Sb	0,086	0,004
Zn	3,764	0,022	Ba	0,155	0,007
Co	0,040	0,001	Pb	0,901	0,005
Ni	0,423	0,006			
Cr	0,131	0,001			
<b>Polyphenols</b>					
Pcoumaric acid	5,7 g L <sup>-1</sup>	0,23			
Caffeic acid	9,01g L <sup>-1</sup>	0,03			

\*: indicate average values

Sunflower seeds will be germinated on the violets in special and standard Klasmann TS1 Torf after after being inflated in water. Approximately 18-25 days of sunflower seedlings, were irrigated for 3-days, 5-days and 10- days, at concentrations of OMWW, 1/1 (pure), 1/10, 1/100, 1/1000, 1/10000; contrastly control group (OOWW-free), just watering with tap water. All experiments were carried out in accordance with sunflower living conditions in greenhouse [16]. On days 3, 5 and 10 the leaves were taken from the plants and directly immersed into liquid nitrogen.

### **2.3. Hormonal Analysis**

200 mg frozen sunflower tissues from the control and experimental groups (OOMW treated) were treated with the Qiagen Tissuelyser LT[17] with partially modified extraction method[18]. After lysis for 2 min, 100 mg of pellet was joined with 1 ml extraction solvent [isopropanol / methanol, 50:50 (v/v) with 0.5% of ammonium formate]. This concoction was vortexed rapidly under freezing conditions and then centrifuged at 10,000 rpm for 10 min at 4°C (Bioer Mixing Block MB-102). The supernatant was filtered through a 0.22 µm PTFE filter. Extracted samples (200 µl) were analyzed by UPLC-ESI-MS/MS (API4000 QTrap; Applied Biosystems).

For determination of principal hormonal activity, standards of each hormone (abscisic acid = ABA; gibberellic acid = GA, indolacetic acid = IAA; salicylic acid = SA; jasmonic acid = JA) were uploaded onto the MS/MS system by adapted to several fragments and voltage conditions. Thus, through experiments at five different concentrations from 0.05 to 50 µg / kg, the calibration curves of these hormones were constituted using Analyst software (Applied Biosystems). A 50 µl of sample was analyzed by UPLC-ESI/MS-MS and Spark UPLC system combined with an Applied Biosystems QTRAP 4000. Chromatographic separation was performed on a Phenomenex Luna 3 lm C18(2) 100 9 2.0 mm column at 40 °C. The solvent gradient used was 100% A (99.5% H<sub>2</sub>O:0.5% ammonium formate) to 100% B (99.5% MeOH:0.5% ammonium formate) over 5 min. The gradient profile for hormones was constructed as follows: ((time in min)/A %): (0/98), (1/2), (3/2), (4/98), (5/98). Hormone analyzes were performed with a Turbo ion spray source in negative ion mode with MRM options in the Analyst software. The curtain gas was set at 10 a.u., the source temperature was 400 C, and ion source gases 1 and 2 were both 20 a.u. The declustering potential was set at 100 V. The source voltage was 3500 V [18].

### **2.4. Secondary Metabolite Analysis**

Chemicals, Standards and Reagents: Formic acid (98–100%), methanol (Hypergrade LC MS), isopropyl alcohol (2-propanol) and DMSO were purchased from Merck, Darmstadt, Germany. Ammonium formate (HPLC grade) was from Sigma-Aldrich, Germany. Reference standards, gallic acid, catechin, 2-5 dihydroxybenzoic acid, trans-caffeic acid, syringic acid, trans-sinapic acid, trans-p-coumaric acid, trans-ferulic acid, resveratrol and salicylic acid were from Fluka and protocatechuic acid was purchased from HWI Analytik GmbH, Germany. MTT (3(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium-bromide) was purchased from Biomatik Cambridge, Ontario. Phosphate-buffered saline (PBS) and molecular biologygrade water were from Gibco, Invitrogen, Carlsbad, CA, USA. The resistance of ultra-distilled water used for instrumental analysis was 18.2 ΩX.

### **2.5. Liquid Chromatography and Mass Spectrometry Conditions**

Phenol analyzes was performed on an Agilent 1200 infinity LC in combination with the Agilent 6460 Triple Quadrupole MS/MS System, equipped with a Jet Stream Electrospray ionization source (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA). The analytical column was

Agilent Poroshell 120 EC-C18 (4.6 9 50 mm, 2.7 µm particle size) and set at 25 °C. Mobile phase A consisted of UPW, 0.2% ammonium formate (v/v), 0.2% formic acid (v/v). Mobile phase B consisted of methanol, 0.2% ammonium formate (v/v) and 0.2% formic acid (v/v). The flow rate was 0.3 ml/min at ambient temperature. The injection volume was 1 µl and the LC gradient conditions were as follows: 0–1 min, 70% A, 30% B; 3–7 min. 30% A, 70% B; 9–10 min. 50% A, 50% B; 11–12 min; 70% A, 30% B. The run time was 12 min. The optimized MS analyzes parameters were as follows: gas temperature was set at 325 °C, the nebulizer gas pressure was set at 45 psi, the nozzle voltage was set at 500 V, the capillary at 3000 V, sheath gas temperature at 400 °C, sheath gas flow at 12 L/min. Multiple reaction monitoring (MRM) was performed on the positive and negative ion mode. Data acquisition was performed with Mass Hunter (version B.06.01) software. Nitrogen (N<sub>2</sub>) was used as the collision gas at 1.12 mTorr. Calibration standard mixes were prepared in 50% UPW, 25% methanol and 25% isopropanol at calibration concentrations of 1–200 ng/ml.

## **2.6. Statistical Analysis**

All experiments were repeated three times and differences in data of hormonal, phenolic tests of control and test groups were compared by ANOVA, which means separation by Duncan's test using SPSS 18 software at a significance level of  $p \leq 0.05$ .

## **3. Results**

### **3.1. Hormone analysis**

#### **3.1.1. 3-day Trials**

GA and IAA values are higher than control. Other concentrations of GA are less than control; whereas in the IAA, other values outside of 1/1 are higher than the control (Figure 1).

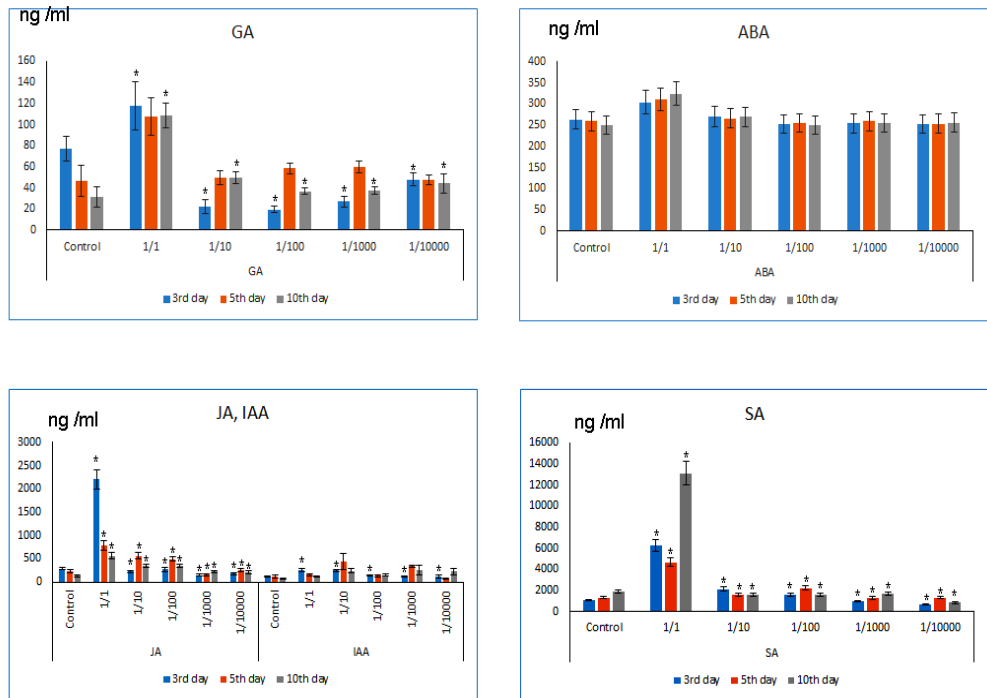
In ABA and SA, the 1/1 concentration value is the largest, and as the concentration decreases, the other values decrease relatively. However, unlike ABA, SA, 1/10 and 1/100 values are higher than the control. JA; 1/1 concentration value is the largest and the other values are lower than the control. GA, IAA, SA and JA were significantly different from control (Figure 1).

#### **3.1.2. 5-day Trials**

In GA 1/1 value, highest in other concentrations. Other concentration values are close to or slightly larger than the control. In the IAA, the greatest values are 1/10 and then 1/1000; others are equal to or less than the control. IAA and GA show reversal activity. For example, 1/10 in GA is slightly larger than control, while 1/10 is the largest in IAA (Figure 1).

The ABA 1/1 is the largest and the others are close or small to control. In JA, the greatest value is 1/1; as for 1/10, 1/100 and 1/10000 are bigger than the control (Figure 1).

In SA, 1/1 and 1/10000 are the largest values. Otherwise (1/10, 1/1000) are lower or slightly higher than the control. In addition, in stress-related hormones such as SA, JA, and ABA 1/1 concentration value were the greatest, and as the concentration decreases, hormone levels decrease. The SA and JA hormone levels are close to or greater than the control, unlike the ABA. According to statistical tests, only the JA and SA hormones are significant compared to the control (Figure 1).



**Figure 1.** Hormone levels in control and all experimental groups (3-day, 5-day, 10-day). GA:gibberellic acid, ABA:abscisic acid, JA:jasmonic acid, IAA:indoleacetic acid, SA:salicylic acid. Standard error data were given as bars on colons. Asterisk on the colons express significant differences between control and experimental groups, based on oneway ANOVA and Duncan's test ( $p \leq 0.05$ ) for 3-day experimentals: GA;  $F= 12,129$ ,  $df= 5$ ,  $p= 0.000$ . ABA;  $F= 0,745$ ,  $df= 5$ ,  $p= 0,605$ . JA:  $F= 87,507$ ,  $df= 5$ ,  $p= ,000$ . IAA: $F= 9,543$ ,  $df= 5$ ,  $p= 0,001$ . SA:  $F= 70,239$ ,  $df= 5$ ,  $p= 0,000$ .

Statistical data of 5-day experimentals. GA;  $F= 4,889$ ,  $df= 5$ ,  $p= 0.011$ . ABA;  $F= 0,826$ ,  $df= 5$ ,  $p= 0,555$ . JA:  $F= 17,532$ ,  $df= 5$ ,  $p= ,000$ . IAA: $F= 3,473$ ,  $df= 5$ ,  $p= 0,036$ . SA:  $F= 39,665$ ,  $df= 5$ ,  $p= 0,000$ .

Statistical data of 10-day experimental groups. GA;  $F= 13,866$ ,  $df= 5$ ,  $p= 0.000$ . ABA;  $F= 1,522$ ,  $df= 5$ ,  $p= 2,555$ . JA:  $F= 14,568$ ,  $df= 5$ ,  $p= ,000$ . IAA: $F= 1,677$ ,  $df= 5$ ,  $p= 0,214$ . SA:  $F= 98,054$ ,  $df= 5$ ,  $p= 0,000$ .

### **3.1.3. 10-day Trials**

The greatest value in GA is 1/1, and the GA value decreases as the concentration decreases from 1/10 to 1/1000. In IAA, the 1/1 value is the lowest while all the other concentrations are higher. All concentrations of GA and IAA are higher than the control. ABA increased at 1/1, but decreased at other concentrations or close to control (Figure 1).

JA; the greatest value is 1/1, and the hormone values are decreased in proportion to the concentration; but still all concentrations are higher than the control. In SA, 1/1 was quiet than control; but decreased in other concentrations. In ABA, JA and SA, in common, value of 1/1 is the greatest value, and values decrease as the concentration decreases. GA, JA and SA hormones are significantly different from control (Figure 1).

## **3.2. Phenolic Analyzes**

### **3.2.1. 3-day Trials**

NAR: The largest NAR value is 1/1. At all other OOMW concentrations the values are very lower than control.

CATEC: The maximum value is 1/10, all other concentration values are lower than the control.

SINAP: With the greatest value being 1/1, almost all concentrations have values close to each other.

PCOUMARIC: 1/1 değeri en büyüktür. Diğer konsatrasyonları kontrolden daha düşüktür (Figure 2).

PROTOC: All concentration values are lower than the control. Likewise, all CAFFE values decrease as the concentration decreases.

DHYDRO: In all concentrations, except 1/10, values are lower than the control, and generally decrease in proportion to the concentration.

GALLIC: the highest concentration value is 1/1000 and then it is 1/1. Other concentrations are equal to or higher than the control. According to statistical analysis, NAR, PCOUMAR, PROTOC, CAFFE, DHYDRO are significant (Figure 2).

### **3.2.2. 5-day trials**

NAR: With the largest value being 1/1, all concentrations are lower than the control, In general, the values decrease as the concentration decreases.

CATEC: The maximum value is 1/1. Other concentrations are very close to or slightly lower than the control (Figure 2).

SINAP: The greatest concentration is 1/10000. Other concentrations, except 1/1000, are slightly larger than the control.

PCOUMAR: The largest concentration is 1/1. Except for 1/10 and 1/100, the values decrease as the concentration decreases.

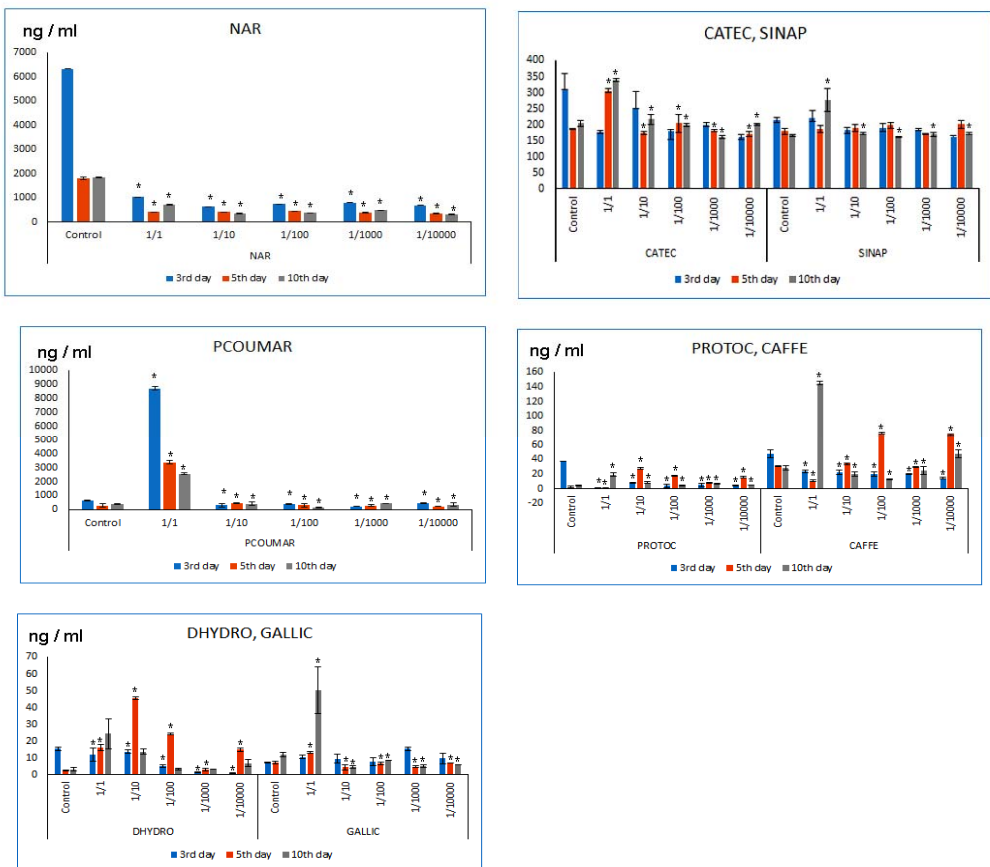
PROTOC: The greatest concentration is 1/10. In addition, all concentrations, except 1/1, are higher than the control.

CAFFE: The maximum value is at 1/100. It follows 1/10000, 1/10 respectively (Figure 2).

DHYDRO: The greatest value is 1/10 concentration and the others are bigger than the control.

GALLIC: The greatest value is 1/1. Other values are too close to or below control.

Statistical significance was found in NAR, CATECH, PCOUMAR, PROTOC, CAFFE, DHYDRO, GALLIC (Figure 2).



**Figure 2.** Fenolic amounts in Control and 3-day OOMW experimental groups. NAR: Naringenin, CATEC: Catechin, SINAP: Trans sinnapic acid, PCOUMAR: Trans p-coumaric acid, PROTOC: Protocatechik acid, CAFFE: Trans cafeik acid, DHYDRO: 2-5 Dihidro



benzoik asit, GALLIC: Gallic acid. Standard error data were given as bars on colons. Asterisk on the colons express significant differences between control and 3-day OOMW experimental groups, based on oneway ANOVA and Duncan's test ( $p \leq 0.05$ ). NAR: F= 3010,920, df= 5,  $p= 0,000$ . CATEC: F=3,807, df= 5,  $p= 0,027$ . SINAP: F: 2,944, df= 5,  $p= 0,058$ . PCOUMAR: F=2105,665, df=5,  $p= 0,000$ . PROTOC: F= 321,567, df=5,  $p= ,000$ . CAFFE: F=16,891, df=5,  $p= ,000$ . DYHIDRO: F=14,062, df=5,  $p= ,000$ . GALLIC: F=2,105, df=5,  $p= ,135$ .

Statistical data of 5-day experimentals: NAR: F= 920,484, df= 5,  $p= 0,000$ . CATEC: F= 16,569, df= 5,  $p= 0,000$ . SINAP: F: 1,489, df= 5,  $p= 0,264$ . PCOUMAR: F=238,323, df=5,  $p= 0,000$ . PROTOC: F= 54,110, df=5,  $p= ,000$ . CAFFE: F=79,438, df=5,  $p= ,000$ . DYHIDRO: F=279,303, df=5,  $p= ,000$ . GALLIC: F=14,571, df=5,  $p= 0,000$ .

Statistical data of 10-day experimentals: NAR: F= 1827,772, df= 5,  $p= 0,000$ . CATEC: F= 50,472, df= 5,  $p= 0,000$ . SINAP: F: 8,290, df= 5,  $p= 0,001$ . PCOUMAR: F=159,758, df=5,  $p= 0,000$ . PROTOC: F= 20,254, df=5,  $p= ,000$ . CAFFE: F=175,095, df=5,  $p= ,000$ . DYHIDRO: F=5,060, df=5,  $p= 0,010$ . GALLIC: F=9,798, df=5,  $p= 0,001$ .

### 3.2.3. 10-day Trials

NAR: The maximum value is 1/1; but the other concentration values are lower than the control.

CATECH: The maximum value is 1/1. Except 1/10000, the values decrease as the concentration decreases.

SINAP: The maximum value is 1/1. Other concentrations, except 1/100, are slightly larger than the control (Figure 2).

PCOUMAR: The maximum value is 1/1. The values of 1/10 and 1/1000 are also higher than the control.

PROTOC: The maximum value is 1/1. 1/10, 1/1000, 1/10000 are also bigger than the control.

CAFFE: The maximum value is 1/1. Except 1/10000, others are lower than the control (Figure 2).

DYHIDRO: The maximum value is 1/1. 1/10, 1/10000 are also bigger than the control.

GALLIC: The maximum value is 1/1 and all other concentration values are lower than the control.

Statistical significance was found in NAR, CATEC, SINAP, PCOUMAR, PROTO, CAFFE, GALLIC, in comparison to control (Figure 2).

## **4. Discussion**

Plant hormones are important in generating responses against a wide range of stimuli, both internal and external [19]. For this reason, the effects of OOMW on plant hormones and phenols as secondary metabolites have been investigated.

In 3-day trials, GA, IAA, JA were significantly lower than the control except for 1/1 concentrations; there were not active. Likewise, SA was significantly more active than control at concentrations of 1/1, 1/10, 1/100, and values of 1/1000 and 1/10000 are lower. According to this, it is understood that only SA fight against OOMW stress at 1/1, 1/10 and 1/100 concentrations. It is understood that other hormones (GA, IAA, JA) are not as important as SA in struggle with stress.

The second result is; there is not much harmful effect of OOMW at 1/1000 and 1/10000 concentrations. For this reason, we conclude that the SA hormone is significantly lower than the control at these concentrations. Interestingly, however, it is noteworthy that significant hormones such as GS and IAA, which indirectly function in stress struggle, are significantly lower than controls. Because it is suggested that the auxin promote the stress tolerance by regulating photosynthetic components and chloroplast structure especially later phase of the stress [20,21]. Similarly, GA is also functional in both plant development and many defense processes against stress throughout the plant life [22]. On the other hand; in 3-day OOMW trials, GA and IAA are also less active in terms of normal developmental activities. Therefore, it is understood that OOMW very interrupted IAA and GA's activities related to stress and development in the 3-day period.

However, in the 5-day trial, only the values of JA and SA changed significantly compared to the control. GA levels were close to or lower than the control, except 1/1. In contrast, IAA, is quite higher than the control at some concentrations. It is understood here that IAA is still partially active relative to GA, although not significant.

As for JA; it was significantly larger than controls at 1/1, 1/10, 1/100 and 1/10000 concentrations. It is noteworthy that the SA hormones vary significantly and in the largest dimension compared to other hormones, in the 5-day experiments. It is also understood that in the 5-day trial, damage is too great so that both of them (JA, SA) were activated, and therefore the balance of these 2 hormones changed quite positively. Because SA is known as an important stress hormone [23], and SA activity was related with expression of pathogen-associated protein genes as well as resistance to biotic stress [24,25]. Similarly OOMW also induced mainly SA activity and antioxidant metabolites in plants as described present data, which resembles SA's response to necrotrophic stress [23].

As JA; mechanical injury based herbivore invasion stimulates and accelerates JA activity in the broken tissue, and JA is an important hormone that induces defense to mechanical injury [26]. Additionally, Mazen and Lin [27], noted that there is an antagonistic relationship between defense hormones such as ABA, SA, JA, just like our results. In present data, despite JA and SA were significantly different compared to the control in all 3 trials (3-day, 5-day, 10-day), only SA (but partially JA, for 5-day experiments), was the

most active. In short, it is understood that OOMW stress is so severe as to activate both hormones. Indeed, in our preliminary genotoxic study results, it was emphasized that damage was more severe in the 5-day OOMW trial [12].

In 10-day OOMW trials, almost all of the GA values, except 1/1, were found to be significantly lower than control. The JA values were also lower than the 5-day JA values and significantly decreased than the control. Also, the SA values are lower than the SA values in the 5-day period. In short; It is noted that there is an imbalance in the GA hormone in the 10-day period, and that only the SA hormone is active, so that in the 10-day trial, the hormonal imbalances are part of an improvement, although the continuation of the hormonal imbalances. Therefore, the hormonal results in all 3-, 5- and 10-day OOMW experiments are in complete agreement with the results of the previous genotoxic article [12].

From phenolic results, it has been determined that NAR, PCOUMAR, PROTOC, CAFFE, DHYDRO are significantly different in 3-day experiments. It was understood that all of the phenolic values, except for the 1/1 concentration, of PCOUMAR, were significantly lower than the control. In short; OOMW has greatly reduced the production of phenolic substances in 3-day trials. Because, as described above, in 3-day experiments, OOMW significantly reduced the levels of the other 3 hormones (GA, IAA, JA), except for some concentrations of SA.

In 5-day OOMW experiments, the synthesis of 7 phenols, NAR, CATECH, PCOUMAR, PROTOC, CAFFEE, DHYDRO and GALLIC, significantly changed. However, in the 3-day experiments, almost all of 5 phenolic compounds were significantly lower than the control. However, in the 5-day trial, almost 4 hormones (CATEC, CAFFE, PROTOC, DHYDRO) were significantly more active than the control. Because genotoxic damage in 5-day OOMW trials is more severe than other tests (3-days and 10-days) [12] and accordingly the change in the amount / activity of the phenolics is also greater. These results also completely coincide with our results of hormonal studies. Because the share of phenolic compounds in antioxidant and stress relief is great. Additionally polyphenols, flavonoids and fatty acids are remarked to be oxidative stress-inhibiting effects. For example; GALLIC and CATECH exhibited a strong free radical scavenging activity[28]. Even phenol and flavonoids as secondary metabolites, are involved in the defense against biotic and abiotic stresses, and contribute significantly to the antioxidant activity of plant tissues [29].

In the 10-day OOMW experiments, significant changes were observed in the amount of 7 phenolic compounds, NAR, CATECH, SINAP, PCOUMAR, PROTO, CAFFE and GALLIC. All concentration values in NAR, SINAP, CATECH and GALLIC (except for 1/1), decreased significantly compared to control. In PCOUMAR, however, almost all concentrations, and some concentrations in CAFFE were significantly increased compared to the control. That is, in the 10-day OOMW experiments, in general the values of 4 phenols decreased, and increased in 3 phenols. In short; compared to the 5 day phenolic results, the damage was partially mitigated in the 10-day trials. In conclusion, all our hormonal results are consistent with our genotoxic and transcriptomic findings [12] and phenolic values.

Another notable finding is; in almost all experiments the 1/1 concentration reached almost peak values. From the data, it is understood how the pure (1/1) implementation of OOMW is harmful for plant; whereas control group plants and their roots have a healthier appearance. Also second striking result is; no significant change in ABA activity was observed in all experiments. Because ABA is a stress hormone that regulates responses to both biotic and abiotic stress [30]. Antioxidant gene expressions were particularly intensive in the 5-day OOMW trial [12], so ABA could be expected to be active in OOMW stress. However, according to our results, ABA was not active in any OOMW experiment. Also ABA has important functions in flavonoid / phenol synthesis and regulation of antioxidant response [31]. Similarly GA was significantly lower in the 3-day and 10-day experiments, compared to the control. In our opinion, OOMW quite effected balances between hormones and hormonal mechanisms.

In the content of OOMW (Table 1) it is seen that there are some elements and Polyphenols at high amounts [32]. These are B, F, Al, Mn, Ni, Cr, As, Se, Cd, Pb, all of which are heavy metals. Indeed; OOMW's heavy metal absorption capability is high; so heavy metal is very crowded at OOMW [33]. In the literature, there are many findings about toxic damages of heavy metals.

Regarding Al, it triggered oxidative stress [34], damages on plasma membranes and organellar structures, and then caused apoptosis and plasmolysis [35].

Se has inhibit plant metabolism at especially high concentrations, except that at low concentrations where it has protective effect [36].

Pb, As, Cd locks photosynthesis, and, decreases chlorophyll ratio and even destroys the plasma membrane [37].

Cr, interrupts gene expression and enzyme activities, thus causing oxidative based several damages [38].

With respect to Mn, various toxic losses are observed when the amount in the plant is increased. However, these harms vary according to the plant, the variety [39].

Regarding polyphenols of OOMW, Sierra et al. [40] suggested that no more than 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> OOMW per year must be applied to the soil. Then at higher amount applications of OOMW causes salinity stress on plant and adversely affect plant production insomuch as the application of OOMW to the soil has greatly reduced the biomass in lettuce [41]. Hence OOMW toxicity is directly linked to reduction of phenolics [42]. In short, OOMW contains a large number of toxic compounds and mineral / heavy metal content, posing a threat to the plant, especially in high concentrations.

Because, as seen from present results, OOMW causes significantly changes in hormonal balances, and secondary metabolite (phenol) metabolism. In other words, it is understood that the OOMW disrupts the hormonal balance of the plant, and it forcing it to have an intense defense metabolism in terms of genetics, transcriptomics [12], and physiologically (hormonal, secondary metabolic). Therefore, OOMW should be given at

lower doses to the soil and before plant sowing. It is likely that both the OOMW will be dissolved in the soil and the damage will be reduced the least[43]. In our future studies, we will investigate ways of using OOMW due to these intensive toxicological effects in the weed fight, which is a big problem in agriculture. Thus it is believed that the environmental damages will be reduced to a minimum, and new horizons will be open about disposal of waste water without harming nature.

## **5. Conclusion**

In the study, the effects of OOMW on sunflower hormones and phenolics were investigated. As a result of hormonal and phenolic analyzes; especially in the 5-day experiments, it is understood that the hormonal and phenolic changes are more so that the damage is higher. Damages and hormonal / phenolic changes are comparatively less in 3- and 10-day treatments. The most effective hormone against OOMW stress is SA. Especially in 5-day experiments JA also was active together with SA. Likewise, the most phenolic synthesis has been done in 5-day experiments. OOMW reduced IAA, GA and ABA hormones in almost all experiments. In short, OOMW degrades hormonal balance and phenol metabolism in the plant.

## **6. Acknowledgement**

I would like to thank to Sedat ÇAKAR for his contribution in achieving OOMW from olive oil institutions in Iznik-Bursa (TURKEY) and Prof. Dr. Oğuzhan DOĞANLAR for his enlightening recommendations, also Trakya University Scientific Research Council with financial supports, project number TUBAP 2016-15.

## **7. References**

1. Baniyas G, C Achillas, C Vlachokostas, N Moussiopoulos and M Stefanou. Environmental impacts in the life cycle of olive oil: a literature review. *J Sci Food Agric*. 2017; 97: 1686–1697.
2. IOOC. International olive oil production costs study. Madrid: International Olive Oil Council, 2011-2013.
3. Dermeche S, M Nadour, C Larroche, F Moulti-Mati, P Michaud. Olive mill wastes: Biochemical characterizations and valorization strategies. *Process Biochem*. 2013; 48: 1532–1552.
4. Brscic K, Poljuha D and Krapac M. Olive Residues - Renewable Source of Energy, Management of Technology - Step to Sustainable Production, Sibenic; 2009 10–12 June, Croatia, Embassy of Belgium in Croatia –Economic and Commercial Office.
5. Komnitsas K and Zaharaki D. Pre-treatment of olive mill wastewaters at laboratory and mill scale and subsequent use in agriculture: legislative framework and proposed soil quality indicators. *Resour Conserv Recy*. 2012; 69: 82–89.
6. Andreozzi R, Canterino M, Di Somma, I Lo, Giudice R, Marotta R, Pinto G, Pollio A. Effect of combined physico-chemical processes on the phytotoxicity of olive mill wastewaters. *Water Res*. 2008; 42: 1684–1692.

7. El Hadrami, A Belaqziz, M El Hassni, M Hanifi, S Abbad, A Capasso, R Gianfreda, L El Hadrami I. Physico-chemical characterization and effects of olive oil mill wastewater fertirrigation on the growth of some mediterranean crops. *J. Agron.* 2004; 3(4): 247–254.
8. Gigliotti G, Proietti P, Said-Pullicino D, Nasini L, Pezzolla D, Rosati L, Porceddu PR. Co-composting of olive husks with high moisture contents: organic matter dynamics and compost quality. *Int Biodeterior Biodegrad.* 2012; 67: 8–14.
9. El Hajjouji H, Pinelli E, Guiresse M, Merlina G, Revel J-C, Hafidi M. Assessment of the genotoxicity of olive mill waste water (OMWW) with the *Vicia faba* micronucleus test. *Mutat Res.* 2007; 634: 25–31.
10. Aybeke M, Sidal U, Olgun G, Kolankaya D. The Effect of olive oil mill effluent on the Mitotic Cell Division and Total Protein Amount of the Root Tips of *Triticum aestivum* L. (in Turkish). *Tr J of Biol.* 2000; 24: 127-140.
11. Aybeke M, Sidal U, Hüseyin G. Structural changes in root tips of wheat (*Triticum aestivum* L) in response to Olive oil Mill waste water. *Pak J Biol Sci.* 2008; 11 (15): 1957-1960.
12. Aybeke M. Genotoxic effects of olive oil wastewater on sunflower. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2018; 147: 972–981. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.09.071>.
13. Sannac S, Tadjiki S, Moldenhauer E. Single particle analysis using the Agilent 7700x ICP-MS. *Agil Technol* 2013; (Publication number: 5991-2929EN).
14. Box JD. Investigation of the Folin-Ciocalteu phenol reagent for the determination of polyphenolic substances in natural waters. *Water Res.* 1983; 17: 511–525.
15. Li HB, Cheng KW, Wong CC, Fan KW, Chen F, Jiang Y. Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. *Food Chem.* 2007; 102: 771–776.
16. Hervé D, Fabre F, Berrios EF, Leroux N, Al Chaarani, G Planchon, C Sarrafi, A Gentsbittel L. QTL analysis of photosynthesis and water status traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under greenhouse conditions. *J. Exp. Bot.* 2001; 52 (362): 1857–1864.
17. Müller M, Munne-Bosch S. Rapid and sensitive hormonal profiling of complex plant samples by liquid chromatography coupled to electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Plant Method;* 2011; 7:37.
18. Doganlar ZB. Physiological and genetic responses to pesticide mixture treatment of *Veronica beccabunga*. *Water Air Soil Pollut.* 2012; doi 10.1007/s11270-012-1350-y.
19. Kazan K. Diverse roles of jasmonates and ethylene in abiotic stress tolerance. *Trends Plant Sci.* 2015; 20(4): 219-229.
20. Tognetti VB, Van Aken, O Morreel, K Vandenbroucke, K Van De, Cotte B, De Clercq I, Chiwocha S, Fenske R, Prinsen E, Boerjan W. Perturbation of indole-3-butyric acid homeostasis by the Redox, stress response and plant development UDP-glucosyltransferase UGT74E2 modulates Arabidopsis architecture and water stress tolerance. *The Plant Cell.* 2010; 22: 2660–2679.
21. Kammerhofer N, Zoran Radakovic, July MA Regis, Petre D, Radomira Vankova, Florian MW Grundler, Shahid Siddique, Julia Hofmann and Krzysztof Wiczorek. Role of stress-related hormones in plant defence during early infection of the cyst nematode *Heterodera schachtii* in *Arabidopsis*. *New Phytol.* 2015; 207: 778–789.

22. De Bruyne L, Hofte M, De Vleeschauwer D. Connecting growth and defense: the emerging roles of brassinosteroids and gibberellins in plant innate immunity. *Molecular Plant*. 2014; 7: 943–959.
23. Xia Xiao-Jian, Yan-Hong, Zhou Kai, Shi Jie, Zhou CH, Foyer and Jing-Quan Yu. Interplay between reactive oxygen species and hormones in the control of plant development and stress tolerance. *J Exp Bot*. 2015; 66(10): 2839–2856. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erv089>.
24. Kang G, G Li, T Guo. Molecular mechanism of salicylic acid-induced abiotic stress tolerance in higher plants. *Acta Physiol Plant*. 2014; 36: 2287–2297. doi:10.1007/s11738-014-1603-z.
25. Aybeke M. *Fusarium* infection causes genotoxic disorders and antioxidant-based damages in *Orobanch* spp. *Microbiol Res*. 2017; 201: 46–51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.micres.2017.05.001>
26. Heil M, Ibarra-Laclette E, Adame-Alvarez RM, Martinez O, Ramirez-Chavez E, Molina-Torres J et al. How plants sense wounds: damaged-self recognition is based on plant-derived elicitors and induces octadecanoid signaling. *PLoS One*. 2012; 7:e30537.
27. Mazen A and Na-Sheng Lin. Roles of plant hormones in the regulation of host–virus interactions. *Mol. Plant Pathol*. 2015; 16(5): 529–540.
28. Venuprasad MP, Hemanth Kumar, Kandikattu Sakina, Razack Farhath Khanum. Phytochemical analysis of *Ocimum gratissimum* by LC-ESI-MS/MS and its antioxidant and anxiolytic effects. *S Afr J Bot*. 2014; 92:151–158.
29. Ahmed IM, Umme Aktari, Nadira Noreen, Bibi Fangbin, Cao Xiaoyan, H Guoping Zhang, Feibo Wu. Secondary metabolism and antioxidants are involved in the tolerance to drought and salinity, separately and combined, in Tibetan wild barley. *Environ Exp Bot*. 2015; 111: 1–12.
30. Mehrotra R, P Bhalothia, P Bansal, MK Basantani, V Bharti, S Mehrotra. Abscisic acid and abiotic stress tolerance – Different tiers of regulation. *J Plant Physiol*. 2014; 171: 486–496.
31. Jia HF, Chai YM, Li CL, Lu D, Luo JJ, Qin L et al. Abscisic Acid Plays an Important Role in the Regulation of Strawberry Fruit Ripening. *Plant Physiol*. 2011; 157 (1):188–99. PMID: ISI:000294491800015.
32. Güler Ç. Su Kalitesi. T.C. Sağlık Bakanlığı, Çevre sağlığı temel Kaynak dizisi, 1997; No: 43. (<http://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/css43.pdf>)(Accessed on 15 March 2017).
33. Martinez-Garcia G, R Th Bachmann, CJ Williams, A Burgoyne, RGJ Edyvean. *Int Biodeter Biodegr*. 2006; 58: 231–238.
34. Sharma P, RS Dubey. Involvement of oxidative stress and role of antioxidative defense system in growing rice seedlings exposed to toxic concentrations of aluminum. *Plant Cell Rep*. 2007; 26: 2027–2038.
35. Panda SK, Yamamoto Y, Kondo H, Matsumoto H. Mitochondrial alterations related to programmed cell death in tobacco cells under aluminium stress. *C R Biol*. 2008; 331: 597–610.
36. Malik JA, Goel S, Kaur N, Sharma S, Singh I, Nayyar H. Selenium antagonises the toxic effects of arsenic on mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb.) plants by restricting its uptake and enhancing the antioxidative and detoxification mechanisms. *Environ. Exp Bot*. 2012; 77: 242–248.

37. Kumar M, Bijo AJ, Baghel RS, Reddy CRK, Jha B. Selenium and Spermine alleviates cadmium induced toxicity in the red seaweed *Gracilaria dura* by regulating antioxidant system and DNA methylation. *Plant Physiol Biochem.* 2012; 51: 129–138.
38. Jasso-Chávez R, Pacheco-Rosales A, Lira-Silva E, Gallardo-Pérez JC, García N, Moreno-Sánchez R, Toxic effects of Cr(VI) and Cr(III) on energy metabolism of heterotrophic *Euglena gracilis*. *Aquat Toxicol.* 2010; 100: 329–338.
39. El-Jaoual T, Cox DA. Manganese toxicity in plants. *J Plant Nutr.* 1998; 21(2): 353–386.
40. Sierra J, Martí E, Garau MA, Cruañas R. Effects of the agronomic use of olive oil mill wastewater field experiment. *Sci Total Environ.* 2007; 378: 90–94.
41. Keleşçi S, Nikos GT. Olive mill wastes-a growing medium component for seedling and crop production of lettuce and chicory. *Int J Veg Sci.* 2009; 15: 325–339.
42. Celine ILJ, Pereira R, Freitas AC, Rocha-Santos TAP, Panteleitchouk TSL, Duarte AC. Olive oil mill wastewaters before and after treatment: a critical review from the ecotoxicological point of view. *Ecotoxicology.* 2012; 21: 615–629.
43. Barbera AC, C Maucieri, V Cavallaro, A Ioppolo, G Spagna. Effects of spreading olive mill wastewater on soil properties and crops, a review. *Agric Water Manag.* 2013; 119: 43– 53.





**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa  
Bilimleri Dergisi**  
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>



*Araştırma makalesi*

## **Uzman Bakış Açısına Göre Havlu Kalite Algısının Değerlendirilmesi**

*Gülşah Susurluk<sup>1\*</sup>, Erkan Türker<sup>2</sup>, Yüksel İkiz<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Tekstil Teknolojisi Programı, Meslek Yüksekokulu, Beykent Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye

<sup>3</sup> Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye

Geliş: 9 Nisan 2020

Kabul: 30 Eylül 2020 / Received: 9 April 2020

Accepted: 30 September 2020

### **Abstract**

This study was aimed to understand quality perception of towels with a survey evaluated by experts having professional experience in towel industry. Total of 30 experts (18 males and 12 females) from 10 different companies in Denizli-Turkey were participated to this survey conducted in textile companies where the experts work. The experts were asked this question: "Could you state parameters that define towel quality with the exception of color and pattern?". Each expert had to mention at least 3 parameters. Preferences were noted in order of importance and results were evaluated. After elimination and simplification of synonyms and similar words, it was concluded that softness, water absorbency, trimness, yarn quality, weight and fullness are the significant parameters in order of importance to define towel quality by experts' viewpoint.

**Keywords:** Towel, towel quality, perception of towel quality, expert.

### **Özet**

Bu çalışmada, havlu sektöründe mesleki tecrübeye sahip uzmanlar tarafından değerlendirilen bir anket ile havluların kalite algılarının anlaşılması amaçlanmıştır. Uzmanların çalıştığı tekstil firmalarında yapılan ankete Denizli-Türkiye'de 10 farklı firmadan toplam 30 uzman (18 erkek ve 12 kadın) katılmıştır. Uzmanlara "Havlu kalitesini renk ve desen dışında tanımlayan parametreleri söyleyebilir misiniz?" sorusu sorulmuş ve her uzmandan havlu kalitesini belirleyen en az 3 parametre söylenmesi istenmiştir. Tercihler önem sırasına göre not edilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Eş anlamlıların ve benzer kelimelerin ortadan kaldırılması ve basitleştirilmesinden sonra, yumuşaklık, su emicilik, görünüm, iplik kalitesi, ağırlık ve dolgunluğun havlu kalitesini uzmanların bakış açısına göre tanımlamak için önemli parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Havlu, havlu kalitesi, havlu kalite algısı, uzman.

©2020 Usak University all rights reserved.

\*Corresponding author:

E-mail: [gulsahsusurluk@beykent.edu.tr](mailto:gulsahsusurluk@beykent.edu.tr)

©2020 Usak University all rights reserved.

## 1. Giriş

Günümüzde tekstil malzemeleriyle insanlar arasındaki etkileşime ilgi artmaktadır. Zihinsel ve fiziksel rahatlık, son birkaç yılda tüketiciler için çok daha önemli hale gelmiştir [1, 2]. Tüketiciler bir tekstil ürünü satın aldıklarında, genellikle kumaşa dokunarak ve belirli bir son kullanım için kumaşın veya giysinin kalitesini değerlendirmek amacıyla dokunsal özellikleri hissederler [3, 4]. Dokunsal özelliklerin sağlanması tüketici davranışını olumlu yönde etkilemektedir [5]. Bu nedenle, tekstil malzemelerinin üretim işleminden önce kalite ve uygunluk açısından değerlendirilmesi önem arz etmektedir [6].

Geleneksel olarak, tekstil mühendisliği alanında yapılan önceki çalışmalarda, tekstil tutumu öznel olarak değerlendirilmiştir [7, 8]. Kumaş konforu insan vücudu tarafından hassasiyetle algılandığı için, bu öznel yöntem, kumaş konforunun değerlendirilmesinde en uygun ve doğrudan yöntem olarak kabul edilmektedir [3, 4]. Bu durumun kabul görmesinde en önemli sebep, kumaş tutumu gibi duyuşal özellikleri objektif olarak ölçülebilen bir cihazın bulunmamasıdır. Bu nedenle tutum açısından birbirine benzeyen kumaşlar üretilebilmek ve bunun sürekliliğini sağlayabilmek için subjektif değerlendirmeler yapılması ve bunların objektif ölçümlerle desteklenmesi gerekmektedir [9].

Duyusal özelliklerin subjektif yöntemle değerlendirilmesi üzerine ilk kez Binns'le 1926'da başlayan çalışmalar bugün hala devam etmektedir. Tamamen kişilerin algılarına bağlı olan bu değerlendirme şekli, karar veren kişinin yaşı, cinsiyeti, tecrübesi gibi kişisel özelliklerinin yanı sıra iklim, moda, kültürel yapı gibi çevresel unsurlardan da etkilenmektedir. Duyusal özelliklerin subjektif değerlendirilmesi üzerine çalışmalar yapan Brand (1964), Dawes ve Owen (1996), Howorth ve Oliver (1996), David ve ark. (1996) gibi araştırmacıların yanında Kawabata ve Niwa'nın (1980, 1982, 1998) araştırmaları da bu konudaki çalışmalara katkı sağlamıştır [4, 7, 10, 11, 12]. Kawabata ve arkadaşları, 1969'da kumaş tutumu aramaya başladıklarında araştırmanın ilk adımı, yün tekstil fabrikalarındaki uzmanlar tarafından geleneksel olarak kullanılan kumaş tutum ifadelerini standartlaştırmaktı. Kawabata ve arkadaşlarının, 1972 yılında Japonya'da Tutum Değerlendirme ve Standardizasyon Komitesi'ni oluşturarak tutum değerlendirmelerini standardize etmek amacıyla yaptıkları çalışmalar, bugün dünya literatüründe önemli bir yere sahiptir [12]. Harada ve ark. (1997) tarafından yapılan çalışmada hem subjektif değerlendirmede izlenmesi gereken yul belirlenmeye çalışılmış hem de duyuşal yöntem kullanılarak iki tür kamgarn kumaşın ölçümü yapılmıştır. Kamgarn kumaşların eğilme direnci, kalınlığı gibi parametrelerin bu duyuşal yöntem aracılığıyla yaklaşık % 20'lik bir hata ile tahmin edilebileceği ifade edilmiştir [13]. Alimaa ve ark. (2000) eğilme direnci, kumaş kalınlığı, sürtünme katsayısı, sıkıştırılabilirlik gibi parametreleri seçerek bunları en objektif şekilde duyuşal olarak değerlendirme olanaklarını araştırmışlardır. Bu amaçla mekanik özelliklerin objektif ölçüm yöntemlerine benzeyen subjektif yöntemler ortaya koymuşlardır [14]. Grinevicuite ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada, 25 farklı kumaşın tutumunu karakterize etmek için uygun 10 özellik açısından özenle seçilmiş uzmanlar tarafından subjektif olarak değerlendirilmiştir. Araştırmaların ilk aşamasında 10 tutum özelliği (pürüzsüzlük, yumuşaklık, kalınlık, pürüzlülük, ağırlık, sertlik, elastikiyet, sıcaklık, kullanım kolaylığı) değerlendirilmiştir. Kumaş yumuşaklığı, pürüzsüzlüğü, kalınlığı, ağırlığı ve pürüzlülüğü özelliklerinin değerlendirilmesinde, uzmanların anlaşma seviyesinin yeterince yüksek olduğu, ancak sertlik, elastikiyet, sıcaklık ve kullanım kolaylığı gibi kumaş özelliklerinin farklı uzmanlar tarafından farklı değerlendirildiği görülmüştür [8]. Türkiye'de ise tekstil ürünlerinin dokunsal özellikleri hakkında ilk çalışma 2006 yılında Sular ve Okur

tarafından, % 100 yün erkek takımından oluşan 43 örnek üzerinde 18 uzmandan oluşan bir panel ile gerçekleştirilmiş ve bu çalışmada enstrümantal test koşullarını simüle etmek için duyusal teknikler geliştirmeye çalışılmıştır [2, 15, 16]. Luible ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada kumaşın sanal dokunuşuyla karşılaştırılması amacıyla nihai amaç için yeni bir subjektif kumaş değerlendirme formu önerilmiştir. İki standart referans alınarak ve beş ölçek kullanılarak bir derecelendirme yöntemi uygulanmıştır. Derecelendirmeler, objektif ölçümlerle orta düzeyde bir korelasyon göstermiştir [6].

Tekstil alanında dokusal özelliklerinin değerlendirilmesini esas alan çalışmalar incelendiğinde, tekstil kumaşları (dokuma, örme ve dokusuz yüzey) ile alakalı çok sayıda çalışma olmasına rağmen, havlu kumaşlarını esas alan çalışmalar sınırlıdır. Singh ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, KES sistemi ile havluların kalite değerlendirmesi konusunda, 25 uzman panelist ve çok farklı yapıdaki kumaş örneklerini içeren 50 farklı havlu ile objektif ve subjektif değerlendirmeler yapılmıştır. Kumaş ağırlığı, kumaş kalınlığı, sıkıştırma ve yüzey özellikleri ile ilgili parametrelerin havlu kalitesini belirlemede çok etkili olduğu, iyi bir havlu kumaş için kalite özelliklerinin tanımlanması için de yumuşaklık kavramının gerekli olduğu ifade edilmiştir [17]. Nishimatsu ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, uzman olmayan kişilere banyo havlusunun fiziksel özelliklerinin el havlusuyla nasıl ilişkili olduğu sorulmuş ve 12 banyo havlusunun fiziksel özellikleri incelenmiştir. Havlu kumaşlar için kullanılan ılık, yumuşak, esnek, kaygan, hafif, ince gibi 19 sıfat ile Kawabata sisteminden elde edilen parametreler arasındaki korelasyonu bularak bir havluya dokunulduğunda onu en iyi temsil eden parametreler bulunmaya çalışılmıştır [18]. Kandzhiko ve Germanova-Krasteva tarafından (2016) yapılan çalışmada, 9 farklı havlu kumaşın kalınlık, hacimlilik, yumuşaklık, sertlik, uzayabilirlik ve elastikiyet gibi faktörlerin havlu kumaşların tutumuna etkisi, 28 uzman ve tüketici arasında yapılan bir ankete dayanarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede yer alan faktörlerin ağırlık katsayısını belirlemek için bir yöntem geliştirilmiştir. İncelenen faktörler ile Kawabata ölçeğinde derecelendirilen tutum arasında bir bağlantı sağlanarak bir ilişki belirlenmiş ve numuneler sıralanarak tutumları subjektif olarak değerlendirilmiştir [19]. İkiz ve ark. tarafından (2017) yapılan çalışmada, farklı lif içeriğinden yapılan 10 havlu örneğinin subjektif değerlendirilmesi görsel ve dokusal olarak incelemiştir. Türk havlu kullanıcılarının elyaf içeriğini bilmedikleri taktirde sentetik ipliklerden üretilen havluları %100 pamuklulara göre daha çok tercih ettikleri, ancak elyaf içeriğini bildikleri taktirde açık ara %100 pamukluları tercih ettikleri görülmüştür [15]. Ala ve İkiz tarafından (2017) yapılan çalışmada, seçilmiş kumaş yapısal parametrelerinin ve ev tipi çamaşır yıkama işlemlerinin hem satın alma hem de günlük kullanım için kabul edilebilir dokuma havlu ürün kalitesine etkisi araştırılmıştır. Atkı ipliği numarası, atkı yoğunluğu ve tekrarlanan yıkamalar, havlu kumaşların yumuşaklığını ve tercihini etkileyen önemli faktörler olarak tanımlanmıştır. [20]. Yuriko ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, havluların dokusal rahatlığı ile yakından bağlantılı olan hav yapısındaki değişiklikleri karakterize etmek için yeni parametreler sunulmuştur. Farklı sayıda yıkanmış 16 pamuklu havlu numunelerinin dokusal değerlendirmesi yapılmıştır. Dokusal değerlendirme sonucu, dokusal rahatlığın yumuşaklık ve pürüzsüzlük hissi, geometrik pürüzlülük (SMD) ve sıkıştırma doğrusallığı (LC) ile ilişkilendirilirken, sıkıştırma enerjisi (WC) ile arasında önemli bir ilişki görülmemiştir [21].

Subjektif olarak yapılan değerlendirmelerde; değerlendirilmeye tabi tutulan kişilerin uzmanlık durumu araştırmaların başarısı üzerinde son derece etkilidir. Herhangi bir konuda başarılı olabilmek için o konu üzerinde uzman kabul edilebilecek düzeyde çalışılmış olunması gerektiği açıktır. Malcolm Gladwell'e göre; herhangi bir konudaki

uzmanlık, o konuyla alakalı minimum 10,000 saatlik çalışma tecrübesi ile mümkün olabilmektedir [22].

Kumaş tutum ve kalite algısı değerlendirme kriterlerini standardize etmek amacıyla başlatılan Kawabata ve arkadaşları tarafından dünya literatüründe önemli bir konuma gelen öznel tanımlayıcılar; yumuşaklık, dolgunluk, sertlik, düzgünlük, yüzey görünümü ve diğer özelliklerdir [11, 12]. Tekstil kumaş kalitesinin araştırıldığı önceki çalışmalarda ise, çoğunlukla kumaş kalitesini etkileyen kumaş özelliklerinin kumaş düzgünlüğü (% 28), yumuşaklık (% 22), sertlik (% 8), pürüzlülük (% 7), kalınlık (% 5) ve ağırlık (% 5) olduğunu, sıcaklık (ısı), sertlik, elastikiyet, tüylü yüzey (hav), buruşma eğilimi, döküm gibi kumaş özellikleri ve tekstil tutumunu daha az etkileyen diğer özelliklerin % 25'lik kısmına girdiği belirtilmiştir [7, 8]. Bu çalışmanın odak noktası ise, havlu alanında minimum 10,000 saatlik profesyonel deneyime sahip uzman kişiler tarafından, havlu kalitesini en iyi şekilde karakterize eden havlu özelliklerinin tahmin edilmeye çalışılmasıdır.

## **2. Metot**

Bu ankete havlu kalite algısını değerlendirmek üzere Denizli-Türkiye'de 10 farklı firmadan toplam 30 uzman (18 erkek ve 12 kadın) katılmıştır. Uzmanların seçim prosedüründe Malcolm'ın kriterleri dikkate alınmıştır. Uzmanların yaş ortalaması 39, en küçüğü 28, en büyüğü 49 yaşındaydı. Uzmanlar en az 4, en fazla 31 yıl olmak üzere ortalama 16.3 yıllık tecrübeye sahipti. Değerlendirmeler uzmanların çalıştığı tekstil firmalarında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada uzmanlara "Havlu kalitesini renk ve desen dışında tanımlayan parametreleri belirtebilir misiniz?" sorusu sorulmuş ve her uzmandan havlu kalitesini belirleyen en az 3 parametre söylenmesi istenmiştir. Havlu sektöründe mesleki tecrübeye sahip 30 farklı uzman tarafından belirlenen tercihler önem sırasına göre not edilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

## **3. Araştırma Bulguları**

Havlu kalitesini ifade eden parametreler uzmanlar tarafından önem sırasına göre 1., 2., 3. ve 4. parametreler olarak sıralanmıştır. 30 uzmandan 22'si, havlu kalitesinin 3 parametre ile değerlendirilebileceğini, geri kalan 8 uzman ise 4 parametre ile kalite algısını belirtmiştir. Uzmanlar tarafından seçilen havlu kalitesini ifade eden parametreler Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'deki veriler, toplam uzman sayısının kaç kez hangi parametreyi ifade ettiğini göstermektedir. Örneğin Tablo 1'de; 1. seçilen parametrelerde tuşe (30/13) olarak belirlenmiştir. Bu ifadenin anlamı toplam 30 uzmandan 13 ü tuşe parametresini seçmiş demektir.

Tablo 1'den görülebileceği gibi 30 uzmandan 13'ü en önemli parametre olarak tuşeyi ve 30 uzmandan 9'u yumuşaklığı seçmiştir. Nitekim, uzmanlar ile yaptığımız gözlem ve görüşmeler, hem tuşe kavramının hem de yumuşaklığın aynı kavram olarak kullanıldığını göstermiştir. Ancak literatürde tutum, yumuşaklık, kayganlık, pürüzlülük vb. gibi birçok parametrenin kombinasyonundan kaynaklanan bir terimdir [4, 7]. Diğer tanımlamalar içinde benzer ifadeler gözlenmesi sebebiyle, Tablo 2'deki gerekli elemeler ve basitleştirmeler yapılmıştır.

**Tablo 1.** Uzmanlar tarafından havlu kalite algısını ifade eden parametreler

1.seçilen parametreler	2.seçilen parametreler	3.seçilen parametreler	4.seçilen parametreler
Tuşe (30/13)	Hidrofilite (30/10)	Hidrofilite (30/7)	Görünüm (30/3)
Yumuşaklık (30/9)	Tuşe (30/6)	Ağırlık (30/4)	Görüntü (30/2)
Hidrofilite (30/4)	Su emicilik (30/4)	Su emicilik (30/3)	Doğallık (30/1)
İplik kalitesi (30/3)	Dolgunluk (30/3)	Gramaj (30/3)	Hidrofilite (30/1)
Su emicilik (30/1)	Ağırlık (30/2)	Dolgunluk (30/2)	Tüyenme (30/1)
	Düzensizlik (30/1)	Görünüm (30/2)	
	Hacimlilik (30/1)	Tuşe (30/2)	
	Hav görüntüsü (30/1)	Tüyenme (30/2)	
	İplik kalitesi (30/1)	Yüzey görüntüsü (30/2)	
	İçerik (30/1)	Döküntü (30/1)	
		Hacimlilik (30/1)	
		İplik kalitesi (30/1)	

**Tablo 2.** Havlu kalitesinde ortak algıyı ifade eden parametrelerdeki eliminasyon değerlendirmesi

Ortak algıyı işaret eden parametreler	Ortak algının değerlendirmedeki karşılığı
yumuşaklık+tuşe	yumuşaklık
su emicilik+hidrofilite	su emicilik
iplik kalitesi+tüyenme+döküntü	iplik kalitesi
ağırlık+gramaj	ağırlık
dolgunluk+hacimlilik	dolgunluk
içerik+doğallık	içerik
görünüm+yüzey görüntüsü+hav görüntüsü+düzensizlik+görüntü	görünüm

Ortak algıyı ifade eden parametrelerin birleştirilmesi sonucunda da havlu kalitesini ifade eden parametreler Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 3.** Birleştirilen parametreler sonucu havlu kalitesini ifade eden parametreler

1.seçilen parametreler	2.seçilen parametreler	3.seçilen parametreler	4.seçilen parametreler
Yumuşaklık (30/22)	Su emicilik (30/14)	Su emicilik (30/10)	Görünüm (30/5)
Su emicilik (30/5)	Yumuşaklık (30/6)	Ağırlık (30/7)	İplik kalitesi (30/1)
İplik kalitesi (30/3)	Dolgunluk (30/4)	Görünüm (30/4)	Su emicilik (30/1)
	Ağırlık (30/2)	İplik kalitesi (30/4)	
	Görünüm (30/2)	Dolgunluk (30/3)	
	İçerik (30/2)	Yumuşaklık (30/2)	
	İplik kalitesi (30/1)		

Tablo 3, havlu kalitesini tanımlamak için uzmanlar tarafından sadece 7 ifadenin (30 kez yumuşaklık, 30 kez su emiciliği, 11 kez görünüm, 9 kez iplik kalitesi, 9 kez ağırlık, 7 kez dolgunluk, 2 kez içerik) seçildiğini göstermektedir. Havluda kalite algısının belirlenmesinde uzman kişiler tarafından öncelikli olarak ifade edilen parametre yumuşaklık olup (73%), sırasıyla su emicilik (17%) ve iplik kalitesi (10%) ön plana çıkmıştır. Kawabata ve ark. (1980, 1982), Singh ve ark. (2014), Yuriko ve ark. (2019) iyi bir havlu kumaşın kalite algısının tanımlanmasında yumuşaklık algısına dikkat çekmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, ilgili çalışmalardaki bulgularla da tutarlı olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada uzmanların cinsiyet ve yaş etkisi de incelenmiştir. Anketten elde edilen cinsiyete ait bulgular Tablo 4-5'te, yaşa ait bulgular ise Tablo 6, 7, 8 ve 9'da gösterilmektedir.

**Tablo 4.** Kadın uzmanların tercihleri

1.seçilen parametreler	2.seçilen parametreler	3.seçilen parametreler	4.seçilen parametreler
Yumuşaklık (12/8)	Su emicilik (12/5)	Su emicilik (12/4)	Su emicilik (12/1)
Su emicilik (12/2)	Yumuşaklık (12/3)	Ağırlık (12/4)	Görünüm (12/1)
İplik kalitesi (12/2)	Dolgunluk (12/2)	Görünüm (12/2)	
	Ağırlık (12/1)	İplik kalitesi (12/1)	
	Görünüm (12/1)	Yumuşaklık (12/1)	

**Tablo 5.** Erkek uzmanların tercihleri

1.seçilen parametreler	2.seçilen parametreler	3.seçilen parametreler	4.seçilen parametreler
Yumuşaklık (18/14)	Su emicilik (18/9)	Su emicilik (18/6)	Görünüm (18/4)
Su emicilik (18/3)	Yumuşaklık (18/3)	Ağırlık (18/3)	İplik kalitesi (18/1)
İplik kalitesi (18/1)	Dolgunluk (18/2)	Dolgunluk (18/3)	
	Ağırlık (18/1)	İplik kalitesi (18/3)	
	Görünüm (18/1)	Görünüm (18/2)	
	İçerik (18/2)	Yumuşaklık (18/1)	
	İplik kalitesi (18/1)		

Tablo 4 ve 5'te görülebileceği gibi, hem kadın hem de erkek uzmanlar tarafından havlu kalitesini tanımlamak için en önemli üç parametre; yumuşaklık, su emicilik ve iplik kalitesi seçilmiştir. 8 kez yumuşaklık, 2 kez su emiciliği, 2 kez iplik kalitesi 12 kadın uzman tarafından, 14 kez yumuşaklık, 3 kez su emiciliği, 1 kez iplik kalitesi 18 erkek uzman tarafından seçilmiştir. Hem yumuşaklık hem de su emicilik tüm uzmanlar tarafından havlu kalitesini tanımlayan bir faktör olarak seçilmiştir. Ağırlık (%13), görünüm (%10) ve iplik kalitesi (%8) kadın uzmanlar tarafından seçilerek; erkek uzmanlar tarafından görünüm (%11), iplik kalitesi (%10) ve dolgunluk (%8) seçilmiştir. Ağırlık faktörü ise ülkelere göre değişkenlik göstermektedir. Avrupa ülkelerinde 500-550 gr/m<sup>2</sup> havlular tercih edilirken, ABD de daha ağır, Japonya da ise daha hafif havlular tercih edildiği bilgisi uzmanlar ile yapılan görüşmeler sonucu ortaya çıkmıştır.

**Tablo 6.** 40 yaş altı kadın uzmanların tercihi

1.seçilen parametreler	2.seçilen parametreler	3.seçilen parametreler	4.seçilen parametreler
Yumuşaklık (12/3)	Yumuşaklık (12/3)	Görünüm (12/3)	Su emicilik (12/1)
Su emicilik (12/2)	Su emicilik (12/3)	Ağırlık (12/3)	
İplik kalitesi (12/2)	Dolgunluk (30/1)	Yumuşaklık (12/1)	
	Ağırlık (30/1)	Su emicilik (12/1)	
	İplik kalitesi (30/1)	İplik kalitesi (12/1)	

**Tablo 7.** 40 yaş üstü kadın uzmanların tercihi

1.seçilen parametreler	2.seçilen parametreler	3.seçilen parametreler	4.seçilen parametreler
Yumuşaklık (12/5)	Su emicilik (12/2)	Görünüm (12/3)	Su emicilik (12/1)
	Dolgunluk (12/1)	Ağırlık (12/3)	
	Ağırlık (12/1)	Yumuşaklık (12/1)	
	Görünüm (12/1)	Su emicilik (12/1)	
		İplik kalitesi (12/1)	

**Tablo 8.** 40 yaş altı erkek uzmanların tercihi

1.seçilen parametreler	2.seçilen parametreler	3.seçilen parametreler	4.seçilen parametreler
Yumuşaklık (18/7)	Su emicilik (18/5)	Su emicilik (18/3)	Görünüm (18/3)
Su emicilik (18/1)	Yumuşaklık (18/2)	Dolgunluk (18/3)	
İplik kalitesi (18/1)	İplik kalitesi (18/1)	İplik kalitesi (18/2)	
	Ağırlık (18/1)		

**Tablo 9.** 40 yaş üstü erkek uzmanların tercihi

1.seçilen parametreler	2.seçilen parametreler	3.seçilen parametreler	4.seçilen parametreler
Yumuşaklık (18/7)	Su emicilik (18/4)	Su emicilik (18/3)	Görünüm (18/1)
Su emicilik (18/2)	Dolgunluk (18/2)	Ağırlık (18/3)	İplik kalitesi (18/1)
	İçerik (18/2)	Yumuşaklık (18/1)	
	Yumuşaklık (18/1)	Görünüm (18/1)	
	Görünüm (18/1)	İplik kalitesi (18/1)	

Tablo 6, 7, 8 ve 9'da görülebileceği gibi, 40 yaş altı ve üstü hem kadın hem de erkek uzmanlar tarafından havlu kalitesini tanımlamak için en önemli parametreler; yumuşaklık ve su emicilik seçilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, bazı farklılıklar olsa da cinsiyet, havlu kalitesini uzmanlar tarafından tanımlamak için önemli bir faktör değildir. Yaş ve deneyim için de benzer sonuçlar bulunmuştur.

## 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, havlu alanında minimum 10,000 saatlik profesyonel deneyime sahip uzman kişiler tarafından, havlu kalitesini en iyi şekilde karakterize eden havlu özellikleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Havlu kalite algısını en iyi şekilde karakterize eden havlu özelliklerinden en önemlisi yumuşaklık, sonra su emicilik ve daha sonra da sırasıyla görünüm, iplik kalitesi, ağırlık, dolgunluk-hacimlilik, içerik olarak sıralandığı sonucuna varılmıştır. Değerlendirilmeye tabi tutulan uzmanların yaş ve deneyim nitelikleri incelendiğinde ise 40 yaş altı uzmanların algısal ifadelerinde yumuşaklık ve su emicilikten ziyade iplik kalitesinin ön plana çıktığı, 40 yaş üstü kadınların tercihlerinde ise ağırlık faktörü belirgin bir rol oynamaktadır. Değerlendirme aşamasında ağırlık parametresine hassasiyet gösteren kadın uzmanların havlu ağırlığına yönelik tercihleri ise Avrupa ülkelerindeki tercihlere yakın olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak, uzmanların bakış açısına göre, havlu kalitesi algısının değerlendirilmesi sonucunda elde edilen parametreler, dünya literatürüne önemli bir katkı yapan Kawabata'nın ifade ettiği öznel tanımlayıcılarla örtüşmektedir.

## Teşekkürler

1059B191700771 numaralı projeye destek veren TÜBİTAK ve DENİB'e teşekkür ederiz. Bu makale "Havlu Yapılarda Kalite Algısının Objektif/Subjektif Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi ve Geliştirilmesi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

## Kaynaklar

1. Slater K. Subjective textile testing. *Journal Text. Inst.* 1997;88(2);79-91.
2. Sular V, Okur A. Sensory evaluation methods for tactile properties of fabrics. *Journal of Sensory Studies.* 2007;22(1);1-16.
3. Peirce FT. The handle of cloth a measurable quantity. *Journal of The Textile Institute.* 1930;21;T377-T416.
4. Kawabata S, Niwa M. Objective measurement of fabric hand, Modern textile characterization methods. 1996;329-353.
5. Donato C, Raimondo MA. Give me tactile information, but only if not diagnostic: The effects of online information sources on consumers' attitude. *Association for Consumer Research.* 2018;11,1-3.
6. Luible C, Varheenmaa M, Magnenat-Thalmann N, Meinander H. Subjective fabric evaluation. *International Conference on Cyberworlds.* 2007;57;285-29.
7. Bishop DP. Fabric sensory and mechanical properties. *Textile Prog.* 1996;26(3);5-27.
8. Grinevicuite D, Daukantiene V, Gutauskas M. Textile hand: comparison of two evaluation methods. *Materials Science.* 2005;11(1).
9. Sular V, Okur A. Kumaşların duyuşal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan subjektif değerlendirme yöntemleri, *Tekstil ve Mühendis,* 2012;59;14-21.
10. Brand RH. Measurement of fabric aesthetics analysis is of aesthetic components. *Textile Research Journal,* 1964;791-804.
11. Kawabata S. The standardization and analysis of hand evaluation. 2nd Edition. The Textile Machinery Society of Japan: Osaka; 1980.

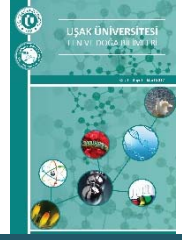


12. Kawabata S. The development of the objective measurement of fabric hand. Proceedings of first japan-australia symposium on objective spesification of fabric quality. Mechanical Properties and Performance. Kyoto. 1982;31-59.
13. Harada T, Saito M, Tsutsumi A, Matsuo T. Measurement of Fabric Hand by Sensory Method and Inspection on its Effectiveness for Worsted Woven Fabrics. J. Tex. 1997;43;47-52.
14. Alimaa D, Matsuo T, Nakujimu M, Takahashi M. Sensory measurements of the main mechanical parameters of knitted fabrics, Textile Research Journal. 2000;70(1);985-990.
15. Sular V, Okur A. Handle evaluation of men's suitings produced in Turkey. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 2008;16;61-68.
16. İkiz Y, Sato T, Arık B, Matsumoto Y, Sarıkaya G. The effects of psychological manners on visual and tactile evaluation of towel preferences of Turkish and Japanese consumers. The Journal of the Textile Institute, 2017,108(7);1150-1156.
17. Singh JP, Behera BK, Matsudaire M. Objective evaluation of terry fabric hand. The Journal of The Textile Institute, 2014;105(5);467-476.
18. Nishimatsu T, Kanai H, Fujiwara M, Takahashi K, Kishine N, Fujita H, et al. Relation between hand of bath towel and physical properties. Journal of Textile Engineering, 2014;60(6);91-98.
19. Kandzhikova GD, Germanova-Krasteva DS. Subjective evaluation of terry fabrics handle. The Journal of The Textile Institute, 2016;107;355-363.
20. Ala DM, İkiz Y. Subjective and objective evaluations of terry fabrics: Effects of structural parameters and repeated laundering. Tekstil ve Konfeksiyon, 2017;27(4), 361-365.
21. Yuriko K, Sachiko S, Hiroko Y. Tactile feel of washed towels and their compression and surface properties. Journal of Textile Engineering, 2019;65(6);97-103.
22. Gladwell M. Outliers, Mediacat. 2016.



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa  
Bilimleri Dergisi**  
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>  
<https://doi.org/10.47137/usufedbid.800696>



*Araştırma makalesi*

**Uşak İli Ekolojik Koşullarında Bazı Keten Hat ve Çeşitlerinin  
Verim ve Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi**

*Özlem Aslan<sup>1</sup>, Ercüment Osman Sarıhan<sup>1\*</sup>*

*Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye*

*Geliş: 27 Eylül 2020*

*Kabul: 20 Kasım 2020 / Received: 27 September 2020*

*Accepted: 20 November 2020*

**Abstract**

This study was carried out in the research and application field of Faculty of Agriculture, Uşak University in 2019. In the study, it was determined the yield and some agronomical characteristics of some linen (*Linum usitatissimum L.*) varieties and lines in the ecological conditions of Uşak province. The study was conducted with randomize complete block design with three replicates. Some agronomical characters were measured as yield per decare (kg/da), plant height (cm), technical stem length (cm), number of capsules (number/plant), number of branches (number/plant) and number of seeds in a capsule (number/capsule). Seed yield per decare 80,0-185,3 kg/da; plant height values 39,9-65,9 cm; technical stem length 28,6-46,7 cm, thousand seed weight 5,2-6,1 g, the number of capsules 6,20-41,17 per plant were obtained. According to these results; Lırkskoppe, Fibra, Ötztaler, Plenny and local varieties Sarı-85 were determined as the cultivars with the best results in terms of yield and some agricultural characteristics in Uşak province.

**Keywords:** *Flax, linseed, agronomical characters, yield.*

**Özet**

Bu çalışma 2019 yılında Uşak Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama tarlasında yürütülmüştür. Çalışmada yurtdışı kökenli bazı keten (*Linum usitatissimum L.*) çeşit ve hatlarının Uşak ili ekolojik koşullarındaki verim ve bazı tarımsal özellikleri belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Dekara verim (kg/da), bitki boyu (cm), teknik sap uzunluğu (cm), kapsül sayısı (adet/bitki), dal sayısı (adet/bitki) ve kapsüldeki tohum sayısı (adet/kapsül) özellikleri incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; keten genotiplerinin dekara verimi 80,0-185,3 kg/da; bitki boyu 39,9-65,9 cm; teknik sap uzunluğu 28,6-46,7 cm, bin dane ağırlığı 5,2-6,1 g, kapsül sayısı 6,20-41,17 adet/bitki arasında değişmiştir. Bu sonuçlara göre Uşak ilinde; Lırkskoppe, Fibra, Ötztaler, Plenny ve yerli çeşit Sarı-85 verim ve tarımsal özellikler bakımından en iyi sonuçların alındığı çeşitler olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Keten, tarımsal karakterler, verim.*

©2020 Usak University all rights reserved.

\*Corresponding author:

E-mail: [ercument.sarihan@usak.edu.tr](mailto:ercument.sarihan@usak.edu.tr)

ORCID ID: 0000-0002-5892-1561

©2020 Usak University all rights reserved.

## 1. Giriş

Son yıllarda Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliği üzerinde artan ilgi bir söz konusudur. Türkiye’de bir çok il bazında yapılan tarımsal desteklemelerle tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliği geliştirilmeye çalışılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin, sahip oldukları etken maddeler nedeniyle, başta tamamlayıcı tıp uygulamalarında ve ilaç hammaddesi olarak ilaç endüstrisinde olmak üzere, baharat, bitkisel çay, gıda, kozmetik, vb. bir çok alanda değerlendirilmeleri söz konusudur. Tıbbi bitkiler içerisinde değerlendirilebilecek olan keten bitkisinin de bu kapsamda yetiştiriciliğinin geliştirilmesi gerekmektedir. Keten Dünya’da Mısırlılar döneminden günümüze tarımı yapılagelen ve değişik amaçlarla da kullanılan bir bitkidir. Keten bitkisi Amerika’da Ulusal Kanser Enstitüsünün, kanseri önleyici gıdalar arasına aldığı ve üzerinde çalışmasını öngördüğü altı bitkisel materyalden birisidir [1]. Türkiye’de de çok eskiden beri kültürü yapılan keten bitkisinin zaman içerisinde ekim alanları ne yazık ki birkaç dekar alana kadar düşmüştür. Bunun en önemli sebebi lif bitkisi olarak yetiştirilen bu bitkiden elde edilen lifin pamuk ve sentetik liflerle rekabet edememesidir. Ayrıca yeterli ve verimli yerli keten çeşitlerinin geliştirilememesi, tescilli yerli çeşitlerin sayısının günümüzde oldukça az olması, fiyat istikrarsızlıkları ve kırsaldan kente göçlerin artması, hastalık ve zararlılara karşı yaşanan verim kayıpları ve teknik tarım uygulamalarının yetersizliği gibi nedenler de bunda etkili olmuştur. Keten lif bitkisi olduğu kadar aynı zamanda tohumlarındaki yağı nedeniyle de önemli bir yağ bitkisidir. Keten (*Linum usitatissimum L.*) tek yıllık bir kültür bitkisidir. Genellikle mavi veya beyaz çiçeklere sahip olan keten bitkisi, 30-100 cm arasında bitki boyuna sahiptir. 4-6 mm uzunlukta, esmer kahverengi, kırmızımtırak veya sarı renkte yassı, parlak, susam tohumunu andıran, kokusuz, yağlı ve lezzetli tohumları vardır. Bitkinin tohumları; yüksek miktarda lif ve protein kaynağıdır. Ayrıca düşük karbonhidrat içeriğine sahip olması nedeniyle de önemli bir gıda ve endüstri bitkisidir. Tohumlarında bulunan yağında omega 3 yağ asidi içeriği oldukça yüksektir. Keten tohumlarında magnezyum, bakır, fosfor ve B1 gibi mineral ve vitaminler de söz konusudur. Bu alanda tohum ve lif verimi yüksek, hastalık ve zararlılara dayanıklı yerli çeşitlerin geliştirmesi önemli ve zorunludur. Türkiye genelinde birçok ilde keten yetiştiriciliğini geliştirmek amacıyla yapılmış çok sayıda çalışma söz konusudur [2-8]. Ancak, Uşak ili ekolojik koşullarında keten bitkisiyle ilgili çalışmalar bulunmamaktadır. Bu nedenle, Uşak koşullarında üretim ve ıslah çalışmalarında kullanılabilecek üstün çeşit ve hatların belirlenmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmayla, yabancı kökenli keten hat ve çeşitlerinin, yerli Sarı 85 keten çeşidine göre sahip olabilecekleri üstün özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Uşak ili ekolojik koşullarına uygun keten çeşitlerinin belirlenmesi ve yerli çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla yapılacak ıslah çalışmalarında kullanılabilecek, tarımsal açıdan iyi özellik gösteren keten hat ve çeşitlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2019 yılında Uşak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında yürütülmüştür. Çalışmada 20 adet yabancı kökenli keten (*Linum usitatissimum L.*) çeşit ve hattı ile yerli çeşit olan Sarı 85 (kontrol) çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. Kullanılan hat ve çeşitlerin menşei Tablo 1’de sunulmuştur. Çalışmada kullanılan yabancı kökenli hat ve çeşitler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden temin edilmiştir.

Denemede tüm hat ve çeşitler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak ekilmişlerdir. Denemede parseller 30 cm sıra arası ve 3m sıra uzunluğu olacak

şekilde hazırlanmış ve nisan ayında her parselde 3'er sıra halinde ekimler gerçekleştirilmiştir. Deneme yerinden ekim öncesi alınan toprak örneği numunesiyle deneme yerinin toprak özellikleri tespit edilmiştir. Toprak analizleri Uşak İl Tarım ve Orman Müdürlüğü laboratuvarında yaptırılmıştır (Tablo 2). Hasat temmuz ayında yapılmıştır. Parselden hasat edilen bitkiler üzerinde çeşitli ölçümler yapılmıştır. Çalışmada her parselden tesadüfi seçilen 10'ar adet bitkide ölçümler yapılmıştır. Bitki boyu (cm), teknik sap uzunluğu (cm), kapsül sayısı (adet/bitki), dal sayısı (adet/bitki), kardeş sayısı (adet/bitki), kapsüldeki tohum sayısı (adet/kapsül), bin dane ağırlığı (gr) ve dekara tohum verimi (kg/da) gibi karakterler ölçülmüş ve ortalama değerleri tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Denemede materyal olarak kullanılan keten hat ve çeşitlerinin menşei

Sıra no	Çeşit ve / veya Hat Adı	Menşei	Sıra no	Çeşit ve / veya Hat Adı	Menşei
1	Sorauer 7	Avusturya	12	Hargita 3. Sz. E.	Macaristan
2	Öztaler	"	13	Linda	"
3	Öztaler x Lussatia	"	14	Emerande	"
4	Ohv Lehn	"	15	Cha-419-052	"
5	Belan	Çekoslovakya	16	Blenda	Almanya
6	Texa	"	17	Feinflax	"
7	Norman	"	18	Hollandia	"
8	Flanders	"	19	Liral Prince	"
9	Fibra	Macaristan	20	Lırkskoppe	"
10	Plenny	"	21	Sarı 85	Türkiye
11	Pinnacle	"			

Deneme yerinin toprak analizi sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre deneme yeri; hafif alkali karakterli, organik maddesi oldukça az, orta kireçli ve killi-tınlı yapılı bir toprak yapısına sahiptir. Makro bitki besin maddeleri bakımından deneme yerine ait toprağı azot içeriğinin ve fosfor içeriğinin oldukça düşük olduğu, potasyum içeriğinin ise yeterli olduğu görülmektedir.

**Tablo 2.** Deneme yerine ait toprak analizi sonuçları

Toprak örneği	pH	Tuz (mikroS cm <sup>-1</sup> )	Kireç %	Organik madde (%)
(0-30 cm)	Hafif alkali (7.70)	Hafif Tuzlu (1059)	Orta kireçli (9.1)	Çok az (0.084)
Toprak örneği	Yapı	Toplam Azot (%)	Faydalı P (ppm)	Faydalı K (ppm)
(0-30 cm)	Killi-Tınlı	Fakir (0.042)	Çok fakir (0.56)	Yeterli (250)

Denemede ölçümü yapılan karakterlere ilişkin elde edilen ortalama değerlere ait varyans analizleri Mstat-C istatistik paket programıyla analiz edilmiş ve elde edilen ortalamalar arasındaki farklar ise Duncan testi ile belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Denemede ölçümü yapılan tüm tarımsal özelliklere ait ortalama değerler arasındaki farkların istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Buna göre bitki boyu, teknik sap uzunluğu, kapsül sayısı ve dal sayısı karakterlerine ait ortalama değerler

ve farkları Tablo 3'de; kardeş sayısı, verim, kapsüldeki tohum sayısı, bin dane ağırlığı karakterlerine ait ortalama değerler ve farkları Tablo 4'de sunulmuştur.

Denemede keten çeşit ve hatlarına ait bitki boyu değerleri 39,9-65,9 cm arasında değişmiştir. Lırkskoppe çeşidi (65,9 cm) en uzun boylu çeşit olarak belirlenmiştir. Bu çeşidi sırasıyla Liral Prince, Hollandia, Fibra ve Ohy Lehn çeşitleri takip etmiştir. Denemede 5 adet çeşidin bitki boyunun 60 cm'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Denemede en kısa boylu çeşit Norman çeşidi (39,9 cm) olmuştur. Yerli çeşit olan Sarı-85 (42,7 cm) ise kısa boylu çeşitler arasında yer almıştır. Denemede bitki boyu bakımından değerlendirilen çeşit ve hatların istatistiki olarak 11 farklı grupta yer aldığı görülmektedir.

**Tablo 3.** Bitki boyu, teknik sap uzunluğu, kapsül sayısı, dal sayısı ve kardeş sayısı karakterlerine ait ortalama değerler ve farkları

Sıra No	Çeşit ve Hatlar	Bitki Boyu (cm)	Teknik Sap Uzunluğu (cm)	Kapsül Sayısı (adet/bitki)	Dal Sayısı (adet /bitki)
1	Sorauer 7	58,2 cd	37,9 g	18,03 fg	4,4 de
2	Öztaler	54,7 e	42,1 de	9,43 k	2,9 fg
3	Öztaler x Lussatia	56,8 de	44,4 bc	13,50 ij	3,4 f
4	Ohy Lehn	60,2 bc	38,8 fg	16,80 fgh	4,8 d
5	Belan	47,9 gh	38,6 fg	7,87 kl	3,2 fg
6	Texa	49,7 fg	40,9 de	<b>6,20 l</b>	<b>2,7 g</b>
7	Norman	<b>39,9 k</b>	<b>28,6 m</b>	12,43 j	3,9 e
8	Flanders	45,2 hı	34,8 ij	21,33 e	4,3 de
9	Fibra	61,2 b	45,2 ab	18,60 f	4,7 d
10	Plenny	41,6 jk	33,6 ij	<b>41,17 a</b>	7,1 b
11	Pinacle	51,8 f	32,6 jk	36,70 b	6,1 c
12	Hargıta 3 Sz E	48,2 g	34,1 ij	18,40 f	4,6 d
13	Linda	49,5 fg	35,5 hı	24,13 d	6,2 c
14	Emerande	46,8 gh	31,1 kl	21,37 e	4,6 d
15	Cha-419-052	47,8 gh	33,4 ij	27,23 c	5,7 c
16	Blenda	58,4 cd	42,9 cd	22,13 de	4,2 de
17	Feinflax	48,2 g	37,4 gh	15,70 ghı	2,8 g
18	Hollandia	62,8 b	40,6 ef	14,50 hij	4,4 de
19	Liral Prince	62,7 b	44,5 bc	17,17 fg	4,3 de
20	Lırkskoppe	<b>65,9 a</b>	<b>46,7 a</b>	21,70 e	4,6 d
21	Sarı 85	42,7 ij	30,2 lm	38,33 b	<b>7,7 a</b>
	<b>LSD</b>	<b>2,571</b>	<b>2,006</b>	<b>2,294</b>	<b>0,5113</b>

Keten çeşit ve hatlarına ait teknik sap uzunluğu değerleri 28,6-46,7 cm arasında değişmiştir (Tablo 3). Bu karakterde de bitki boyu karakterinde olduğu gibi Lırkskoppe çeşidi (46,7 cm) en uzun teknik sapa sahip çeşit olmuştur. Bu çeşidi sırasıyla Fibra, Liral Prince, Öztaler x Lussatia ve Blenda çeşitleri takip etmiştir. Denemede en kısa teknik sap uzunluğuna sahip çeşit Norman çeşidi (28,6 cm) olmuştur. Yerli çeşit olan Sarı-85 (30,2 cm) ise kısa teknik sapa sahip çeşitler arasında yer almıştır. Denemede teknik sap uzunluğu bakımından değerlendirilen çeşit ve hatların istatistiki olarak 11 farklı grupta yer aldığı görülmektedir.

Kapsül sayısı değerleri 6,20-41,17 adet/bitki arasında değişmiştir. Plenny çeşidinin (41,17 adet/bitki) en fazla kapsül sayısına sahip çeşit olduğu belirlenmiştir. Denemede en az kapsül oluşturan çeşit olarak Texa çeşidi (6,20 adet/bitki) tespit edilmiştir. Yerli çeşit olan Sarı-85 (38,3 adet/bitki) ise en fazla kapsül oluşturan çeşitler arasında yer almıştır.

Denemede kapsül sayısı bakımından değerlendirilen çeşit ve hatların istatistikleri olarak 12 farklı grupta yer aldığı görülmektedir (Tablo 3).

Dal sayısı değerleri 2,7-7,7 adet/bitki arasında değişmiştir (Tablo 3). Yerli çeşit Sarı-85 (7,7 adet/bitki) en fazla dallanma gösteren çeşit olmuştur. Bu durum bu çeşidin yağlık özelliğe bir çeşit olmasından kaynaklanmaktadır. Denemede en az dallanma gösteren çeşit olarak Texa çeşidi (2,7 adet/bitki) tespit edilmiştir. Denemede dal sayısı bakımından değerlendirilen çeşit ve hatların istatistikleri olarak 7 farklı grupta yer aldığı görülmektedir.

Denemede kardeş sayısı değerleri 1-3,17 adet/bitki arasında değişmiştir. Plenny çeşidi (3,17 adet/bitki), Pinnacle (3,03 adet/bitki) ve yerli çeşit Sarı-85 (3 adet/bitki) en fazla kardeş oluşturan çeşitler olmuştur. Bu durum bu çeşidin yağlık özelliğe bir çeşit olduğunu bir kez daha göstermektedir. En az kardeş oluşturan çeşit olarak Öztaler çeşidi (1 adet/bitki) tespit edilmiştir. Bu aslında bu çeşidin tek saplı olduğunu dip kısmından kardeş sap oluşturmadığını göstermektedir. Denemede kardeş sayısı bakımından değerlendirilen çeşit ve hatların istatistikleri olarak 10 farklı grupta yer aldığı görülmektedir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Kardeş sayısı, Verim, Kapsüldeki tohum sayısı, Bin dane ağırlığı karakterlerine ait ortalama değerler ve farkları.

Sıra no	Çeşit ve Hatlar	Kardeş sayısı (adet/bitki)	Verim (kg/da)	Kapsüldeki tohum sayısı (adet/kapsül)	Bin dane ağırlığı (gr)
1	Soraue 7	2,7 b	108,7 hı	6,1 hı	5,2 g
2	Öztaler	1,0 j	146,7 ef	6,5 gh	5,9 ab
3	Öztaler x Lussatia	1,1 ij	102,3 ij	<b>5,9</b> ı	5,8 bc
4	Ohy Lehn	1,8 de	116,7 h	6,5 gh	5,8 bc
5	Belan	1,1 ij	174,3 b	6,1 ı	5,8 bc
6	Texa	1,3 ghı	130 g	6,1 hı	5,7 bcd
7	Norman	1,4 fgh	131,7 g	6,7 g	5,7 bcd
8	Flanders	1,6 ef	102,3 ij	7,6 bcde	5,4 efg
9	Fibra	1,9 d	156,0 cd	<b>8,1</b> a	5,3 fg
10	Plenny	<b>3,17</b> a	100,0 ij	7,8 abc	5,3 fg
11	Pinnacle	3,03 a	<b>80,0</b> l	8,0 ab	5,4 efg
12	Hargita 3 Sz E	1,77 de	138,7 fg	6,0 ı	5,5 def
13	Linda	2,0 d	85,3 l	7,1 f	5,7 bcd
14	Emerande	1,9 d	152,3 de	6,7 g	5,4 efg
15	Cha-419-052	2,37 c	113,7 h	7,4 cdef	5,6 cde
16	Blenda	2,5 bc	88,7 kl	7,3 ef	5,7 bcd
17	Feinflax	1,27 ghı	97,0 jk	7,7 abc	5,8 bc
18	Hollandia	1,2 hij	157,7 cd	7,3 def	5,3 fg
19	Liral Prince	1,5 fg	138,7 fg	7,7 bcd	5,5 def
20	Lırkskoppe	<b>1,6</b> ef	<b>185,3</b> a	7,1 f	5,4 efg
21	Sarı 85	3,0 a	163,7 c	7,8 ab	<b>6,1</b> a
	LSD	<b>0,2152</b>	8,843	0,3501	0,2152

Dekara verim değerleri 80-185 kg/da arasında değişmiştir. Lırkskoppe (185,3 kg/da) en fazla verim oluşturan çeşit olmuştur. Bu çeşidi 174,3 kg/da verimi değeri ile Belan çeşidi takip etmiştir. Yerli çeşit olan Sarı-85 çeşidi (163,7 kg/da) de en yüksek verime sahip olan çeşitler arasında 3. sırada yer almıştır. Bu durum bu çeşitlerin yağlık özelliğe bir çeşit olduğunu göstermektedir. Ayrıca Lırkskoppe çeşidi tohum verimi bakımından en iyi çeşit olurken, bitki boyu bakımından da en uzun boylu çeşit olmuştur. Bu da çeşidin hem tohum hem de lif açısından üzerinde durulması gereken bir çeşit olduğunu

göstermektedir. En az verim oluşturan çeşit ise Pinnacle çeşidi (80 kg/da) olmuştur. Denemede verim değerleri bakımından değerlendirilen çeşit ve hatların istatistiki olarak 12 farklı grupta yer aldığı görülmektedir (Tablo 4).

Denemede kapsüldeki tohum sayısı değerleri 5,9-8,1 adet/kapsül arasında değişmiştir. Fibra çeşidi (8,1 adet/kapsül) en fazla kapsülünde tohum oluşturan çeşit olmuştur. Kapsülünde en az tohum oluşturan Öztaler x Lussatia hattı (5,9 adet/kapsül) olmuştur. Denemede kapsülündeki tohum sayısı değerleri bakımından değerlendirilen çeşit ve hatların istatistiki olarak 9 farklı grupta yer aldığı görülmektedir (Tablo 4).

Bin dane ağırlığı değerleri 5,2-6,1 g arasında değişmiştir (Tablo 4). Yerli çeşit olan Sarı-85 (6,1 g) en fazla bin dane ağırlığına sahip çeşit olmuştur. Bu çeşidi 5,9 g ile Öztaler çeşidi takip etmiştir. Bin dane ağırlığı en az olan çeşit ise Sorauer 7 çeşidi (5,2 g) olmuştur. Denemede bin dane ağırlığı değerleri bakımından değerlendirilen çeşit ve hatların istatistiki olarak 7 farklı grupta yer aldığı görülmektedir (Tablo 4).

Dünyada çeşitli yerlerde keten çeşit ve hatlarıyla ilgili yapılan çok çeşitli çalışmalar söz konusudur. Bu çalışmalar ile keten bitkisinin uyum sağlayacağı çeşitli yerler belirlenmektedir. Bu amaçla Dünya'da ve Türkiye'de yapılan çalışmalarda bazı keten hat ve çeşitlerinde belirlenen bazı tarımsal özelliklere ilişkin araştırma sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Yapılan bir çalışmada; en yüksek bitki başına tohum verimi (1,20 g/bitki) Flanders çeşidinden elde edilmiştir. Yağ oranı ve yaklaşık enerji değeri bakımından ise Midin (%36,8-450,5 kcal) ve Norman çeşidinden (% 36,6-454,9 kcal), karbonhidrat (% 9,62) ve kül içeriği ise (% 4,23) bakımından ile McGregor çeşidinden elde edilmiştir [2].

Verim, sap sağlamlığı, bitki boyu, olgunluk süre bakımından orta değerlere sahip Antares keten çeşidi ve Sarı-85 keten çeşitleriyle yapılan bir çalışmada; en yüksek bitki boyu, bitki ağırlığı ve net asimilasyon oranı; Antares keten çeşidinden, 20 oC toprak sıcaklığında yapılan ekiminden elde edilmiştir. En yüksek kök uzunluğu ve oransal kök ağırlığı ise Sarı-85 keten çeşidinin, 20 oC toprak sıcaklığında yapılan ekiminden, en yüksek oransal gövde ağırlığı ise Sarı-85 keten çeşidinin, 15 oC toprak sıcaklığı olduğunda yapılan ekiminden elde edilmiştir. Araştırma sonucunda; bitki büyümesi bakımından, Samsun ekolojik koşullarında kışlık ekim zamanının toprak sıcaklığının 20 oC civarında olduğu ekim ayında yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır [3].

Bazı yağ keteni (*Linum usitatissimum L.*) çeşitlerinin Konya sulu koşullarında verim ve verim unsurlarını belirlemek amacıyla, 2016 yılı vejetasyon döneminde (Nisan-Ağustos) yürütülmüş bir çalışmada; materyal olarak Sarı-85 ve 12 adet yabancı kökenli (Midin, Linda, Barbara, Atalanta, Antares, Lirina, Royal, Norman, Olin, Raulin, Dakota, Mikael) olmak üzere toplam 13 adet yağlık keten çeşidi kullanılmıştır. Tohum verimi bakımından Lirina (243.8 kg/da), Sarı-85 (237.0 kg/da) ve Atalanta (219.0 kg/da) çeşitlerinin Konya sulu koşulları için önerilebileceği kanısına varılmıştır [4].

Samsun ekolojik koşullarına uygun kışlık keten çeşitlerinin belirlenmesi amacıyla, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde, 2001-2003 yılları arasında yürütülen bir başka çalışmada; bitki boyu, bitkide kapsül sayısı, kapsülde tane sayısı, bitkide tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, yağ oranı ve verim karakterleri incelenmiştir. Antares ve Bionda keten çeşitlerinin diğer çeşitlere göre Samsun ekolojik koşulları için daha uygun oldukları belirlenmiştir [5].

Tekirdağ koşullarında 11 farklı keten çeşidiyle (Sarı-85, Raulin, Flanders, Avangarc, Linda, Dakota, Royal, Norman, Mcbregor ve Atalanta ) üç farklı ekim zamanında (8-9 Kasım, 18-19 Kasım ve 24 Kasım) ekim yapmıştır. Dekara en yüksek tohum verimi I. ekim zamanından ve Sarı-85 çeşidinden (220.06 kg/da), en düşük tohum verimini ise III. ekim zamanından ve Mc Bregor çeşidinden (100.51 kg/da) elde etmiştir. Elde edilen sonuçlar da göze alınarak Tekirdağ koşullarında Sarı-85 çeşidinin yetiştiriciliğinin uygun olacağı ifade edilmiştir [6].

Diyarbakır şartlarında kışlık olarak ekimi yapılan 11 ayrı keten çeşidiyle yapılan bir çalışmada; bitki boyu 52,1-64.3 cm, dal sayısı 4,3-6,6 adet/bitki, kapsül sayısı 23,9-45,4 adet/bitki, 1000 tane ağırlığının 2,9-5,0 g, tohum veriminin 32,6-53,6 kg/da ve yağ oranının ise %30-36 arasında değişme göstermiştir [7].

Van ekolojik koşullarında yapılan bir çalışmada 11 farklı keten çeşidinin (Atalanta, Antares, Sarı-85, Raulin, Mikael, Linda, Flanders, Norman, McGregor, Dakota ve Royal) verim ve verim unsurları değerlendirmiştir. Çalışmada; deneme yıllarına göre en yüksek tohum (141.7-149.0 kg/da) ve yağ (49.8-50.8 kg/da) veriminin Linda keten çeşidinden elde edildiğini belirtmiştir [8].

Dufferin isimli Kanada'da ıslah edilmiş keten çeşidinin ortalama veriminin 161.4 kg/da, bitki boyunun 54 cm, yağ oranının % 42.1 olduğu tespit edilmiştir [9].

Kanada'da yapılan bir çalışmada da yazlık keten çeşitlerinde bitki boylarının 45-90 cm arasında değiştiği, tohum yağ oranlarının %37-45 arasında olduğu, tohum veriminin ise 81-109 kg/da arasında değiştiği belirtilmiştir [10]. Yapılan bir diğer çalışmada yağ keteninde verim ortalamasının 190 kg/da, bitki boyunun 60-75 cm, bitki başına kapsül sayısının ise 10-15 adet/bitki iken kapsülde yer alan tohum sayısının 6-8 arasında değiştiği ifade edilmiştir [11]. Bitki sıklığına bağlı olarak keten bitkisinde yan dal sayısı (3,5-12,5 adet/bitki); kapsül sayısı (3,4-13,1 adet/bitki); kapsüldeki tohum sayısı (7-7,8 adet/bitki) arasında değişme gösterdiği belirlenmiştir [12].

Azotlu gübrelemenin (0, 4 ve 6 kg/da) ve sulamanın (1, 2 ve 3 defa) keten bitkisinde tohum verimlerini arttırdığı belirlenmiştir. Gübrelemeyle tohum verimleri sırasıyla 31,1 kg/da, 46,7 kg/da, 57,9 kg/da olarak gerçekleşirken; sulamayla sırasıyla tohum verimleri 40,7 kg/da, 45,2 kg/da ve 49,9 kg/da olmuştur [13]. Keten bitkisinde tohum verimine en çok bitki başına tohum ve sap verimlerinin etki ettiği bunu bitki boyu ve dal sayısı gibi karakterlerin izlediği vurgulanmıştır[14].

Ketende ekim zamanı da verim üzerine etkili olan bir diğer faktördür. Erken ilkbaharda mart ayında yapılacak ekimin nisan ayında yapılacak ekime göre daha iyi sonuç verdiği ve verimin yüksek olduğunu belirtmiştir [15].

Ankara ekolojik koşullarında yapılan diğer bir çalışmada; 215 yabancı kökenli keten çeşit ve popülasyonunun değerlendirildiği çalışmada; 41 adet keten popülasyonu ve çeşidinde bitki boyu değerlerinin yüksek olduğu; 70,68-79,67 cm arasında değiştiği, bunların ıslah materyali olarak seçim yapılabileceği belirtilmiştir. Bitki başına tohum verimlerinin ise 12 adet çeşit veya popülasyon da ortalama 1,39-2,20 gr arasında değiştiği belirtilmiştir [16].

Yukarıda belirtilen çalışmaların birçoğunda kullanılan yerli keten çeşidi olan Sarı-85 değişik yörelere uyum sağlayan en iyi çeşitler arasında yer almıştır [3-4, 6, 8]. Bu çalışmada da Sarı-85 çeşidi Uşak yöresine uyum sağlayan çeşitler arasında yer almıştır.



Yukarıda belirtilen çeşitlerden farklı çeşitlerle yürütülen bu çalışmada, Uşak ekolojik koşullarına Lırkskoppe, Belan, Sarı-85, Hollandia, Fibra ve Emarande gibi keten çeşitlerinin en iyi uyum sağlayan çeşitler olduğu belirlenmiştir.

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Elde edilen sonuçlara göre Uşak ekolojik koşullarında yürütülen bu çalışmada; yurt dışı kökenli bazı keten çeşit ve hatlarının verim ve bazı tarımsal özellikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre Uşak ilinde tohum amaçlı yapılacak keten tarımında yüksek verim açısından kullanılacak çeşitler arasında Lırkskoppe, Belan, Sarı 85, Hollandia, Fibra ve Emarande, çeşitleri belirlenmiştir. Lif amaçlı yetiştiricilik de ise Liral Prince, Hollandia, Fibra ve Ohy Lehn çeşitlerinin uzun boylu çeşitler olarak ön plana çıktığı görülmüştür. Ancak tek yıllık olarak sürdürülen bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, belirlenen çeşitler ile Uşak ekolojik koşullarında yapılacak daha uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır. Uşak ekolojik koşullarına en uygun keten hat ve çeşitlerinin belirlenmesi ile ileride yapılacak ıslah çalışmalarına da hız verilebilecektir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Uşak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak yürütülen bir çalışmasından hazırlanmıştır.

Denemede materyal olarak kullanılan keten hat ve çeşitlerinin teminini sağlayan; Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü emekli öğretim üyesi Prof. Dr. Neşet Arslan ve Uşak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Mehmet Uğur Yıldırım'a teşekkür ederiz.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### Kaynaklar

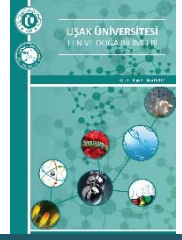
1. Olalı H ve Duymaz İ. Tarımın Türk ekonomisindeki yeri ve ekonomik gelişmeye katkısı. İzmir: İzmir Ticaret Borsası Yayınları; 1987.
2. İşleroğlu H, Yıldırım Z, Yıldırım M. Fonksiyonel bir gıda olarak keten tohumu. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2005; 22(2):23-30.
3. Arslan O, Kahrıman, F, Topçu Bayram Ö, Turhan H. Çanakkale koşullarında yetiştirilen keten genotiplerinin tohum verimi ve bazı kalite özelliklerinin incelenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi (Journal of Tekisdağ Agricultural Faculty, 2011; 8(3):1-7.
4. Bozkurt D, Kurt O. Ekim zamanının keten (*Linum usitatissimum* L.)'in kantitatif büyümesine etkisi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi (J.of. Fac. Of Agric., OMU), 2007; 22(1):34-40.
5. Örs Ö, Öztürk Ö. Konya koşullarında yağlık keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşitlerinin verim ve bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 2018; 32(3):305-311.
6. Kurt O, Doğan H, Demir A. Samsun ekolojik koşullarına uygun kışlık keten çeşitlerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. OMÜ Zir fak. Dergisi ( J.of Fac of Agric OMU), 2006; 21(1):1-5.

7. Tanman D. Tekirdağ koşullarında kışlık ekim zamanlarının bazı keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşitlerinin verim ve verim özelliklerine etkisinin araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 2009; 50s.
8. Karaaslan D ve O Toncer. Diyarbakır koşullarında bazı keten çeşitlerinin adaptasyonu üzerine bir araştırma. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, 2001; 17-21, Tekirdağ.
9. Tunçtürk M. Van koşullarında bazı keten (*Linum usitatissimum* L. ) çeşitlerinin verim ve bazı verim öğelerinin belirlenmesi. Tarım Bilimleri dergisi, 2007; 13(4):365-371.
10. Kenaschuk EO. Dufferin Flax. Canadian Journal of Plant Science, 1977; 57: 977-978.
11. Hume DJ. Oil and Protein Seed Crops. Notes on Agriculture, 1982; 18:17-18.
12. Crowley DN. Effect of Nitrogen and Phosphorus on Linseed. Field Crop Abstract, 1988; 33:334-340.
13. Diepenbrock W, İwerson D. Yield Development in Linseed. Plant Research and Development, 1989; 30:104-124.
14. Ghatak S, Sounda G, Chatterjee P. Effect of Different Levels of Nitrogen and İrrigation on Yield and Yield Attributing Characters of Linseed (*L. usitatissimum* L.). Environment and Ecology, 1990; 8-1B:383-386.
15. Saad AMM. A Factor Analysis of Plant Variables Related to Seed Yield in Flax. Annals of Agricultural Society University of Wales, 1995; 74:95-104.
16. Uzun Z. Ketende ekim zamanı ve ekim sıklığının verim ve verim öğelerine etkisi. A.Ü.Z.F., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1992.
17. Yıldırım U. Yabancı kökenli keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşit ve populasyonlarının bazı bitkisel özellikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara, 1998; 109s.



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa  
Bilimleri Dergisi**  
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>  
<https://doi.org/10.47137/usufedbid.804807>



*Araştırma makalesi*

## **The Influence of Organic Fertilizer Applications on Seed Yield And Some Quality Properties of Soybean Grown As Second Crop**

*Samet Gül<sup>1</sup>, Şahane Funda Arslanoğlu<sup>2\*</sup>*

<sup>1</sup> District Directorate of The Ministry of Agriculture And Forestry, Tasova / Amasya-Turkey

<sup>2</sup> Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University 55139 Samsun-Turkey

Geliş: 4 Aralık 2019

Kabul: 9 Haziran 2020 / Received: 4 December 2019

Accepted: 9 June 2020

### **Abstract**

It was aimed to determine the influence of some organic fertilizer applications (leonardite, cattle manure, sheep manure, poultry manure) on second crops soybean's seed yield and some quality properties with this research. Thereseearch was conducted with Arısoy and Nova soybean varieties according to Stripe Plots at Randomized Complete Block design, with 8 replications at 40° 45' 48" latitude, 36° 26' 44" longitude coordinates which has partly continental climate in 2015. According to data's variance analysis, the effect of fertilizer applications on plant height was found significant ( $p \leq 0.05$ ), while on first pod height, number of pods and stem per plant, seed yield per plant, weight of 1000 seeds, biological yield, seed yield, crude oil and protein content was found insignificant. The highest seed yield was taken from poultry manure application (4.659 ton ha<sup>-1</sup>) for Arısoy variety. The pod number per plant changed between 69.97–78.33 number plant<sup>-1</sup>. While the highest 1000 seed weight was found for poultry manure application (200 g), the lowest (183.9 g) was obtained from inorganic ferlitizer application. As a result, it was concluded that poultry manure could be used instead of inorganic manure for high seed yield for second crop soybean cultivation in regions where shows partly continental climate characteristics, but continue similar studies would be beneficial at different locations and at years.

**Keywords:** *Glycine max (L.) Merr., oil and protein, plant height, poultry manure, pod number.*

### **Özet**

Soya (*Glycine max (L.)*), ana ürün ve ikinci ürün olarak yetiştirilen, protein ve yağ içeriği bakımından önemli bir endüstri bitkisidir. Bu araştırmada ikinci ürün koşullarında bazı organik gübre uygulamalarının (leonardit, sığır gübresi, koyun gübresi, tavuk gübresi) soyanın tohum verimi ve bazı kalite kriterleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Arısoy ve Nova soya çeşitleri ile 2015 yılında, kısmen karasal iklim özelliği gösteren, 40° 45' 48" enlem, 36° 26' 44" boylam koordinatlarında, tesadüf bloklarında şerit parseller deneme desenine göre 8 tekrarlamalı kurulmuştur. Verilerin varyans analizine göre, gübre uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi önemli ( $p \leq 0.05$ ), ilk bakla yüksekliği, bakla sayısı, dal sayısı, bitkide tohum verimi, 1000 tohum ağırlığı, biyolojik verim, tohum verimi, ham yağ ve protein oranı üzerine önemsiz olmuştur. En yüksek tohum verimi Arısoy çeşidinde tavuk gübresi (4.659 ton ha<sup>-1</sup>) uygulamasından elde edilmiştir. Bitkide bakla sayısı 69.97–78.33 adet/bitki arasında değişmiştir. En yüksek 1000 tane ağırlığı tavuk gübresi uygulamasında (200g) bulunurken, en düşük inorganik gübre uygulamasında (183.9g) belirlenmiştir. Sonuç olarak, kısmen karasal iklim özelliği gösteren bölgelerde, ikinci ürün soya yetiştiriciliğinde, tavuk gübresinin yüksek tohum verimi için inorganik gübrelerin yerine

\*Corresponding author:

E-mail: farslanoglu@omu.edu.tr

ORCID ID: 0000-0001-5773-2665

©2020 Usak University all rights reserved.

kullanılabileceği, fakat farklı lokasyon ve yıllarda benzer çalışmaların sürdürülmesinin yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki boyu, bakla sayısı, *Glycine max (L.) Merr.*, tavuk gübresi, yağ ve protein.

©2020 Usak University all rights reserved.

## 1. Introduction

Soybean is an important crop which is used for human and animal nutrition alongside different stems of industry with 36-40% protein, 18-24% oil, 26% carbohydrate, 8% mineral substances in seeds [1]. Soybean oil is raw material for vegetable oil and margarine industry. It is rather rich in terms of crude protein when its oil-cake is compared with other oily seed's oil-cake. It is used as a thickener for production of lots of foodstuff because of involving lecithin [2]. Soybean oil-cake is value for feed content in poultry meat production because it becomes useful more quickly and effectively than other meals [3].

The production of soybean started in 1940s in Turkey. It was cultivated in Black Sea Region and Çukurova Region; but it could not compete with other agricultural products that have been cultivated in that region because of the given low unit price for soybean, and the intended rise of the production of it could not be reached [2]. Nowadays, 140 thousand tons soybean were cultivated in 35.294 ha area [4] in Turkey which has the suitable ecological conditions to cultivate soybean. However, Arıoğlu et al. (2020) [5] were stated that 2.83 million tons soybean and soybean products were imported because the amount of production was pretty inadequate for need soybean.

Optimum temperature is 25-30°C and need to 500-700 mm water during soybean growing. Being soil's pH between 6.2-6.8 is ideal for high seed yield and nodulation [6]. Besides, the most important condition to be successful at agricultural production is to increase soils' organic substance contents and to protect them. Unconscious chemical fertilizer applications for agricultural production, the misuse of agricultural soils cause to increase soil pollution, to decrease day by day the organic substance contents of agricultural soils which are low and they cause to decrease their yield [7, 8]. Organic fertilizers increase soil's organic substance content, and food elements intake by controlling its pH and make rich the soil in terms of macro and micro nutrients, like N, P, Ca and S; enhance field moisture capacity [9, 10]. Organic fertilizers increase products' qualities and quantities without harming human health and environment [7]. Blood powder, horn and hoof powder, fish flour, bone flour, rock phosphate, wooden ash, poultry manure, cattle manure, green manures, vermicompost, horse manure, sheep manure are some of the resources for organic fertilizers [11].

The nutrition content of farmyard manures (cattle, horse, sheep etc.) which have been used by producers from of old change in terms of animal age, the content of fed forage, type of litter which is used the content of solid manure and urine, the condition of barn and reservation techniques [7]. Poultry manure is an organic manure which is rich in terms of nitrogen content, and its moisture content is low, its nutrient amount is high. The first year of poultry manure application, plants used 65% nitrogen, 50% phosphorus, 75% potassium [12]. Leonardite applied to improve the structure of the soil; It is a dark brown or black mine that can easily dissolve in alkaline environments. It is formed as a result of the slow oxidation and chemical change of lignite coal in nature for millions of years. Leonardite is the basic raw material of humic acid. It is used as an organic soil improver for agriculture commonly [13].

In this research the combination of organic with chemical fertilizers are not included. The main objective of the study is to determine whether organic fertilizers as leonardite, cattle, sheep, poultry manures can be used instead of inorganic fertilizers for the cultivation of second crop soybean.

## 2. Material and Method

The Arısoy and Nova soybean varieties were used as material; they were at III. maturity group, became prominent in terms of yield under Black Sea climate conditions at previous studies [2, 14]. The Arısoy and Nova varieties's plant height is changed between 116 and 110 cm, their 1000 seed weight between 138 and 150 g, their seed yields between 4.34 kg ha<sup>-1</sup> and 4.50 kg ha<sup>-1</sup>, respectively [15].

In the experiment, cattle, sheep, poultry manures, leonardite and inorganic fertilizer application (control) were done. Leonardite was bought from Bitek Agriculture and Chemistry Company. Organic fertilizers as matured were supplied from surrounding livestock businesses. Organic fertilizers which were taken were analyzed, and they were applied into parcels after soil preparation were completed before a month from seed sowing. The chemical analysis of organic fertilizers was given at Table 1.

**Table 1.** The chemical contents of organic fertilizers that were used in the experiment

	pH	Organic Matter (%)	N (%)	P (%)	K (%)
<b>Cattle Manure</b>	8.2	37	1.1	0.7	0.4
<b>Sheep Manure</b>	7.1	35	2.0	0.6	0.8
<b>Poultry Manure</b>	6.5	53	3.1	2.3	1.8

The used as a soil improver, leonardite's pH was measured as 8.5, organic matter content 7%, total acid (humic+fulvic) 12%, soluble potassium oxide 2%. The soil of the experimental area was found slightly alkaline (pH 7.7), non-saline, calcareous at medium level (11.25%), pretty poor in terms of nitrogen (0.067%), was clay, and its available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> was high (9.86 kg da<sup>-1</sup>), its organic matter was little (1.3%), its available K<sub>2</sub>O was high (70.42 kg da<sup>-1</sup>).

**Table 2.** Climate data for many years (1960-2014) and 2015 for experimental periods; mean of temperature (oC), mean of moisture (%) and total rainfall (mm)

		April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Mean
2015	<b>Temperature (°C)</b>	10.7	18.6	21.1	23.7	25.6	23.7	15.9	9.5	14.1
	<b>Moisture (%)</b>	55.6	54.3	60.4	52.2	49.8	52.1	66.9	66.3	60.9
	<b>Rainfull (mm)</b>	37.4	49.7	93.0	8.5	21.3	12.6	49.4	14.2	465.7*
Many years	<b>Temperature (°C)</b>	13.6	17.9	21.6	24.1	24.0	20.1	14.7	8.6	13.7
	<b>Moisture (%)</b>	56.5	55.9	53.5	52.3	53.5	56.4	62.2	67.0	59.6
	<b>Rainfull (mm)</b>	56.4	51.3	37.9	14.8	9.3	20.5	35.9	44.6	459.0*

Source; Amasya Meteorology Directorate, \* Shows the total annual precipitation

The region where the study has been conducted is generally dry and warm in summers, cool and rainy in winters, has partly continental climate characteristics. The experiment year (2015) and of long years' (1960-2014) the climate data were changed average

temperature between 14.1°C to 13.7°C, relative humidity between 60.9% to 59.6%, total rainfall between 465.7 mm to 459 mm, respectively (Table 2). Total rainfall was less than long years average in April, May, July in 2015, and as well as it was irregular in June and much than long years average. There was not significant differences seen between the averages of 2015 and long years in terms of temperature averages. The experiment were carried out at 235 altitude, 40° 45' 48" latitude and 36° 26' 44" longitude coordinates according to the Stripe Plots at Randomized Complete Block design, with 8 replications in Taşova province of Amasya city, at 2015. The experiment was consisted of 1.664 m<sup>2</sup>, as 40 main parcels and 80 sub-parcels. The each sub-parcel was 17.5 m<sup>2</sup> and it was consist of 5 rows with a length of 5 m and row spacing was 70 cm and within row was 5-6 cm. Fertilizer applications were located into the main parcels, varieties were located into the sub parcels, 1.5 m distance was left among main parcels to prevent fertilizer confusion. The field soil, where the previous crop is paddy, was left to rest by plowing deeply in February, then it was processed again in May and prepared for planting.

Regarding the results of soil analysis, aiming to raise the organic substance content of the soil as 1 %, 3000 kg da<sup>-1</sup> cattle manure, 2000 kg da<sup>-1</sup> sheep manure (75% of cattle manure), 1500 kg da<sup>-1</sup> poultry manure (50 % of cattle manure), leonardite which was used as an organic fertilizer by producers as 250 kg da<sup>-1</sup> were applied. The explanations related with the leonardite will be defined as 'organic fertilizer' in this article due to producers use it for the purpose of organic fertilizer. Before a month from sowing, 52 kg parcel<sup>-1</sup> cattle manure, 35 kg parcel<sup>-1</sup> sheep manure, 26 kg parcel<sup>-1</sup> poultry manure, 4.3 kg parcel<sup>-1</sup> leonardite were applied and then were mixed within the soil by rotovator. Inorganic fertilizer applied in soybean cultivation was selected as control and 5 kgda<sup>-1</sup> pure N in the form of 21% ammonium sulfate was applied because of the pH highness of the region soils [1]. The seeds were sowed at 3-4 cm depth, after the seeds had been inoculated at a dose of 50 g kg<sup>-1</sup> of seeds with a commercial inoculant of *Rhizobium brady japonicum* produced by Soil Fertilizer Central Research Institute (Ankara-Turkey) and containing 5x10<sup>9</sup> colony forming units per gram [1,15], at June, 10<sup>th</sup>, 2015. Then, the drip irrigation system was installed and irrigation was done on the same day. The first 30 days after seedling emergence, once a week, then irrigation was done twice a week with the increase in temperatures, and when the pods completed their maturity and the leaves began to turn yellow, irrigation was stopped. Weed struggle was done twice in the experiment area. The harvest was completed in November, 5<sup>th</sup>, 2015. In the study, plant height, stem number per plant, biological yield, pod number per plant, seed yield per plant, first pod height according to Ay [2]. All measurements and observations were made on 10 plants selected from each plot. Yield per hectare was calculated by using parcel yields, crude protein and crude oil content were determined by Near Infrared Spectroscopy (NIRS) [16, 17] in Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Field Crops' laboratory.

Statistical Analysis: The analysis of obtained data were analyzed according to Stripe Plots at Randomized Complete Block Design using MSTAT-C programme statistically, the differences between the averages were determined with LSD (p≤ 0.05) test [18, 19].

### 3. Result and Discussion

The study which was conducted to search for the effect of organic fertilizer applications for soybean grown as a second crop on seed yield and some quality properties, the effect of organic fertilizers on plant height was found significant (p≤ 0.05) statistically according to obtained data's variance analysis results, and the effect of organic fertilizers on all the other properties was found insignificant. There were very significant

differences ( $p \leq 0.01$ ) between varieties in terms of plant height, seed yield per plant, 1000 seed weight, seed yield per hectare, and the effect of variety x fertilizer interaction was insignificant on the criteria examined (Table 3).

Although fertilizer applications give similar values in terms of mean plant height, the highest plant height was measured in poultry manure application (99.63 cm) and the lowest (91.78 cm) with inorganic fertilizer application. The mean plant height of Arısoy variety (99.67 cm) was longer than Nova variety (90.86 cm). The highest plant height in terms of variety x fertilizer interaction was measured with poultry manure and leonardite (102.4 cm and 101.95 cm, respectively) applications of Arısoy variety, the lowest (87.16 cm) with cattle manure application of Nova variety (Table 4).

Plant height is affected by environmental factors such as lighting time and temperature, as well as cultural processes such as sowing time, sowing frequency, cultural practices and irrigation [14, 21]. In soybeans grown under second crop conditions, due to light intensity and high temperature [22], the plants bloom early, so the plant height is shorter than the main crop conditions [23], Mekki and Ahmed [24], measured the highest plant height (113.50 cm) for soybean at biological + organic fertilizer combination, measured the lowest (93.25 cm) at only organic fertilizer application. İlker et al. [25], determined the plant height in Nova cultivar under main crop conditions as N-P-K (18-46-0) and farmyard manure applications 77.68-62.27 cm at the 1<sup>st</sup> year and 101.55-79.53 cm at the 2<sup>nd</sup> year, respectively, the plant height with the farmyard manure application was measured shorter than inorganic fertilizer application. In spite of that Singh et al. [26], determined the highest plant height (84.4 cm) with *Rhizobium bacteria* + Nitrogen bacteria + phosphorus dissolving bacteria + farmyard manure combinations. Chiezey and Odunze [27], measured plant height for soybean at poultry manure application as 60.6-70.3 cm at the doses of 0 t ha<sup>-1</sup> and 1 t ha<sup>-1</sup> respectively, Mandal et al. [28], measured the highest plant height (82 cm) in soybean with N-P-K + farm manure applications and they stated that the mixture of inorganic and organic fertilizers raised plant height. Yamika and Ikawati [29], who referred similar data measured the highest plant height (71.7 cm) for soybean at 225 kg ha<sup>-1</sup> N-P-K + 0.5 t ha<sup>-1</sup> organic fertilizer application and stated that there were raises of plant height when organic fertilizer doses raised. Devi et al. [30], who analyzed different organic fertilizer and chemical fertilizers combinations for soybean determined the highest plant height (41.49 cm) at 30–45–15 kg ha<sup>-1</sup> N-P-K + phosphate solvent bacteria + 1 t ha<sup>-1</sup> vermicompost combination. Besides, plant height were measured as 32.70 cm with farmyard manure application, 33.34 cm with 1 t ha<sup>-1</sup> vermicompost application. Arslanoğlu and Aytaç [23] determined the plant height in the Erbaa and Suluova locations, which is very similar to the ecology in which this experiment was conducted, 62.98-76.11 cm and 91.20 - 81.32 cm, at the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> year and location, respectively. Yetgin and Arıoğlu [31], measured the plant height of Arısoy and Nova varieties as 94.53-108.5 cm, respectively, Bakal et al. [32], 108.8 - 110.7 cm respectively under second crop conditions. The plant height values obtained from this study were found higher than some researcher's findings [25-29]. Varieties' plant heights were found similar with Yetkin ve Arıoğlu's data [31] and shorter than

**Table 3.** The Summary of results of variance analysis (F values) of some organic fertilizer applications in second crops soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivation in terms of investigated criterias

Variations	DF	PH	FPH	PN	STM	SYP	TSW	BY	SY	CPC	COC
Repetition	7	10.4415**	15.587 <sup>ns</sup>	1.9074 <sup>ns</sup>	1.2184 <sup>ns</sup>	0.3898 <sup>ns</sup>	0.9058 <sup>ns</sup>	1.4477 <sup>ns</sup>	1.7710 <sup>ns</sup>	1.6817 <sup>ns</sup>	2.7364 <sup>ns</sup>
Fertilizer	4	3.6064*	1.975 <sup>ns</sup>	0.5375 <sup>ns</sup>	1.7715 <sup>ns</sup>	1.2572 <sup>ns</sup>	1.4983 <sup>ns</sup>	1.5749 <sup>ns</sup>	0.6597 <sup>ns</sup>	0.4129 <sup>ns</sup>	1.3473 <sup>ns</sup>
Error 1	28										
Variety	1	13.4773**	47.491**	0.0837 <sup>ns</sup>	1.1008 <sup>ns</sup>	10.3744**	22.0305**	5.3654 <sup>ns</sup>	14.7770**	0.0443 <sup>ns</sup>	0.4989 <sup>ns</sup>
Error 2	7										
Varietyx Fertilizer	4	0.5142 <sup>ns</sup>	0.082 <sup>ns</sup>	0.6266 <sup>ns</sup>	0.3552 <sup>ns</sup>	0.0885 <sup>ns</sup>	1.2781 <sup>ns</sup>	1.3936 <sup>ns</sup>	1.7366 <sup>ns</sup>	0.3184 <sup>ns</sup>	0.1155 <sup>ns</sup>
ERROR	28										
CV%		6.38	12.22	11.29	9.91	11.55	9.97	16.78	11.67	1.74	1.73

<sup>ns</sup>: not significant, \*p ≤ 0.05, \*\*p ≤ 0.01 at statistically significant within error limits, Degrees of Freedom (DF), Plant Height (PH), First Pod Height (FPH), Pod Number (PN), Stem Number (STM), Seed Yield per Plant (SYP), 1000 Seed Weight (TSW), Biological Yield (BY), Seed Yield (SY), Crude Protein Content (CPC), Crude Oil Content (COC)

**Table 4.** The effect on plant height (cm) and first pod height (cm), pod number (number parcel<sup>-1</sup>) and stem number (number parcel<sup>-1</sup>) of some organic fertilizer applications in second crop soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivation

Fertilizers	Plant height (cm)			First pod height (cm)			Pod number (number plant <sup>-1</sup> )			Stem number (number plant <sup>-1</sup> )		
	Arisoy	Nova	Mean	Arisoy	Nova	Mean	Arisoy	Nova	Mean	Arisoy	Nova	Mean
Mineral fertilizer	96.08	87.48	91.78b	13.30	10.16	11.73	77.36	76.85	77.11	5.20	5.30	5.25
Leonardit	101.95	91.24	96.59ab	14.21	11.15	12.68	78.33	74.26	76.30	5.62	5.42	5.52
Cattle Manure	98.08	87.16	92.62b	12.91	9.91	11.41	69.97	74.01	72.02	5.23	5.31	5.27
Sheep Manure	99.85	91.59	95.72ab	13.43	10.84	12.13	76.50	76.70	76.60	5.21	5.45	5.33
Poultry Manure	102.40	96.85	99.63a	14.40	11.36	12.85	78.24	74.40	76.25	5.67	5.77	5.72
Mean	99.67a	90.86b		13.63a	10.68b		76.08	75.23		5.39	5.34	
LSD	8.39 <sub>(P ≤ 0.01)</sub>			4.83 <sub>(P ≤ 0.05)</sub>			1.49 <sub>(P ≤ 0.01)</sub>					

The figures bearing the same letter (s) do not differ significantly at p ≤ 0.05



**Table 5.** The effect on seed yield per plant ( $\text{g plant}^{-1}$ ), 1000 seed weight (g), biological yield ( $\text{g plant}^{-1}$ ) and seed yield ( $\text{ton ha}^{-1}$ ) of some organic fertilizer applications in second crop soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivation

Fertilizers	Seed Yield per Plant ( $\text{g plant}^{-1}$ )			1000 Seed Weight (g)			Biological Yield ( $\text{g plant}^{-1}$ )			Seed Yield ( $\text{ton ha}^{-1}$ )		
	Arisoy	Nova	Mean	Arisoy	Nova	Mean	Arisoy	Nova	Mean	Arisoy	Nova	Mean
Mineral fertilizer	34.25	30.25	32.25	197.3	170.5	183.9	102.8	93.0	97.9	4.554	3.403	3.979
Leonardit	32.50	28.50	30.50	187.6	188.3	187.9	122.8	92.1	107.4	4.247	3.799	4.023
Cattle Manure	35.50	32.00	33.25	209.6	185.6	197.6	99.9	95.9	97.9	4.431	4.020	4.226
Sheep Manure	33.00	30.50	31.75	198.9	187.0	192.9	108.6	96.9	102.7	4.390	3.959	4.174
Poultry Manure	36.50	33.50	35.00	208.1	191.9	200.0	126.4	106.9	116.7	4.659	3.915	4.287
Mean	34.4a	30.9b		200.3a	184.6b		112.1	97.0		4.456a	3.819 b	
LSD	2.49 <sub>(<math>P \leq 0.01</math>)</sub>			11.71 <sub>(<math>P \leq 0.01</math>)</sub>						579.7 <sub>(<math>P \leq 0.01</math>)</sub>		

The figures bearing the same letter (s) do not differ significantly at  $p \leq 0.01$

plant height which Bakal et al. [32] determined. In general, it can be said that the high contents of organic substance and nitrogen of poultry manure, leonardite's comprising of humic and pulvic acids in present study (Table 2) which promote growing cause plant height get longer providing plants' development rapidly. However, organic fertilizer applications and variety x fertilizer interaction were found insignificant statistically in terms of first pod height. The mean first pod height was measured higher with poultry manure application than other fertilizer applications. The shortest first pod height (9.91cm) was measured with cattle manure application of Nova variety. The Arisoy variety (13.63 cm) was found higher than Nova variety (10.68 cm) (Table 3). First pod height is an important criteria for machine harvesting in soybean agriculture. It is affected from the genetic characteristic of variety, sowing frequency, sowing time, light exposure time and total temperature [2]. According to Bakal [32] and Arslanoğlu and Aytaç [23], the high temperatures that occur during the seedling period encourage early flowering and cause the first pods to form close to the soil surface. The seedling period of soybean grown as a second crop usually coincides with the warm period. It is desired that first pods grow at least at 10 cm above from soil surface for not being lost seed during harvest, and not being below of first pods under combine harvester's blade height [1]. The obtained data in present research showed connection with first pod height (6-11 cm) which was determined under main crop conditions in Central Anatolia region by Mert [33], whereas Yetgin and Arıoğlu [31] measured first pod heights as 12.4-22.17 cm respectively for Nova and Arisoy varieties under Mediterranean Climate conditions. These values were found higher than our findings because of the difference of climate factors or sowing time. In the present study, first pod height stayed within optimum limits for harvest with machine at all fertilizer applications except cattle manure application for Nova variety.

The effect of fertilizer applications on pod number was found insignificant and changed between 78.33 number plant<sup>-1</sup> (leonardite application) to 69.97 number plant<sup>-1</sup> (cattle manure application) of Arisoy variety (Table 4). Singh et al. [26], who measured pod number as 72.8 number plant<sup>-1</sup> with farmyard manure application. Similar findings stated by Devi et al. [30] who determined the highest pod number (65.68 plant<sup>-1</sup>) at the combination of chemical fertilizer + phosphate solvent bacteria +1 t ha<sup>-1</sup> vermicompost. Same researchers measured pod as 28.52 number plant<sup>-1</sup> with 5 t ha<sup>-1</sup> farm manure application as 32.51 number plant<sup>-1</sup> with 1 t ha<sup>-1</sup> vermicompost. Nova and Arisoy varieties' mean pod numbers changed between 73.97 -56.10 number plant<sup>-1</sup> [31], and 64.6-70.3 number plant<sup>-1</sup> [32], under main crop condition at the studies conducted in Turkey.

There were not any effect of fertilizer applications on stem number for growth as a second crop soybean and all fertilizer applications gave similar results each other. Mean stem number measured higher (5.72 number plant<sup>-1</sup>) with poultry manure than inorganic fertilizer application (5.25 number plant<sup>-1</sup>) and other applications (Table 4). Our findings showed connection with the results of İlker et al. [25] who determined stem number as 3.58 number plant<sup>-1</sup> of Nova variety at farmyard manure application at 1<sup>st</sup> year, as 4.80 number plant<sup>-1</sup> at 2<sup>nd</sup> year, but were found higher than the results of Ay [2] who determined stem number as 2.91 number plant<sup>-1</sup> of Arisoy and as 3.9 number plant<sup>-1</sup> of Nova under main crop conditions. The seed yield of plant of Arisoy was found higher at poultry manure (36.50 g) and cattle manure applications (35.50 g) than the other fertilizer applications. The lowest seed yield of plant was measured with leonardite application of Nova variety (28.50 g). The seed yield of Arisoy (34.4 g plant<sup>-1</sup>) was found higher than Nova variety (30.9 g plant<sup>-1</sup>) (Table 3. 3). The sufficient and regular nutrition of plants is one of the important factors that affect seed yield. Thus, in this study, poultry

manure was raised seed yield and supplied plants in terms of plant nutritions that they need to grow and develop during their vegetation because it has higher organic substance and N, P ve K contents than other organic fertilizers. It is stated that the seed yield of plant changed between 11.9 g to 17.6 g plant<sup>-1</sup> in the conducted studies [34, 35]. In this study, the seed yield of plant was found higher than literature. However there was not found any significant difference between variety x fertilizer interaction and organic fertilizer applications in terms of 1000 seed weight, the highest 1000 seed weight determined for Arısoy with cattle manure (209.6 g) and poultry manure (208.1 g) applications, the lowest determined for Nova with inorganic fertilizer application. The 1000 seed weight of Arısoy (200.3 g) was found higher than Nova (184.6 g) (Table 3.3). The 1000 seed weight of soybean changes in terms of the characteristics of varieties' genotypes, environmental factors such as precipitation and temperature, sowing frequency, maintenance work, rhizobium bacteria inoculation and soil's nutrition condition. Whereas, Son et al. [36] determined the highest 100 seed weight (equals 10x100 seed weight) of soybean for compost+chemical fertilizer combination (16.83 g), they measured it as 15.90 g in the plants which were applied only barnyard manure. Singh et al. [26], determined the highest 100 seed weight at the combination of nitrogen bacteria + phosphorus dissolving bacteria + farm manure (12.69 g), and at only farm manure application (12.67 g). Mandal et al. [28] measured the 1000 seed weight of soybean as 78.6 g for chemical application, as 87.5 g for chemical fertilizer+10 t ha<sup>-1</sup> farm manure combination, Chiezey and Odunze [27] measured the 100 seed weight of soybean as 12.8 g for 1 t ha<sup>-1</sup> poultry manure application, Devi et al. [30] measured the 100 seed weight as 12.68 g for 5 t ha<sup>-1</sup> farm manure application, as 12.73 g for 1 t ha<sup>-1</sup> vermicompost, and they stated that there was not any significant difference between fertilizer applications. Yetgin and Arıoğlu [31] measured the 1000 seed weight of Arısoy and Nova as 141–147.5 g under Mediterranean climate conditions, Kinacı [37], measured as 147.3–149.7 g, Mert [33] measured as 106.89- 188.07 g in Central Anatolia region respectively. In present study, however 1000 seed weight changed between 170.5-209.6 g, showed connection with Mert [33] finding, it was higher than literatures that mentioned above.

Although there was not found any significant difference between varieties, fertilizer applications and their interactions in terms of biological yield in present research. The leonardite (122.8 g plant<sup>-1</sup>) and poultry manure (126.4 g plant<sup>-1</sup>) applications for Arısoy gave higher biological yield than the other fertilizer applications. The mean biological yield of Arısoy variety (112.1 g plant<sup>-1</sup>) were higher than Nova variety (97.0 g plant<sup>-1</sup>) (Table 5). Biological yield is affected by many factors such as the climatic conditions during the growing period, whether the plant is early or late maturity, the number of pods, the number of seeds, fertilizer [37, 38]. The findings obtained were higher than the data of Arslanoğlu and Aytaç [23] who determined the biological yield between 30.69 to 52.55 g plant<sup>-1</sup> in Erbaa and Suluova conditions with similar climatic conditions, respectively. It was similar to the findings of Ay [2], who determined it as 109.58-112.08 g plant<sup>-1</sup> in Arısoy and Nova varieties, respectively. This result may be due to the fact that poultry manure and leonardite encourage rapid growth and development of plants due to their nutrients. Although the effect of organic fertilizer applications on the seed yield of soybean were found insignificant statistically, the highest seed yield was determined for poultry manure (4.287 ton ha<sup>-1</sup>), cattle manure (4.226 ton ha<sup>-1</sup>) and sheep manure (4.174 ton ha<sup>-1</sup>) applications. The lowest seed yield was measured within organic application (3.979 ton ha<sup>-1</sup>). While the highest seed yield at variety x fertilizer interaction was determined with Arısoy variety at poultry manure application (4.659 ton ha<sup>-1</sup>), the lowest with Nova variety at inorganic fertilizer application (3.403 ton ha<sup>-1</sup>). The seed yield of Arısoy variety (4.456 ton ha<sup>-1</sup>) was found higher than Nova variety (3.819 ton ha<sup>-1</sup>) (Table

3. 3). Ghosh et al. [40] stated that seed yield changed between 1.256-1.715 ton ha<sup>-1</sup> in the study which they conducted with inorganic fertilizer and poultry manure combinations for soybean. Singh et al. [26] measured the highest seed yield with chemical fertilizer application (1,700 ton ha<sup>-1</sup>), the lowest with farm manure application (1.300 ton ha<sup>-1</sup>) and Chiezey and Odunze [27] determined seed yield as 1.967 ton ha<sup>-1</sup> with poultry manure applications. Bhattacharyya et al. [41] and Bandyopadhyay et al. [42] reported that chemical fertilizers associated with organic fertilizers increased seed yield. İlker et al. [25] reported that seed yield changed between 1.467– 3.738 ton ha<sup>-1</sup> with Nova at farm manure + chemical fertilizer applications. Devi et al. [30] determined 1.18 ton ha<sup>-1</sup> seed yield with 5 ton ha<sup>-1</sup> farm manure application, and 1.29 ton ha<sup>-1</sup> seed yield with 1 ton ha<sup>-1</sup> vermicompost. Arslanoglu and Aytac [23] measured 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> year seed yield as 2.111-2.959 ton ha<sup>-1</sup> respectively, they carried out under main crop in Erbaa location and as 1.904-2.331 ton ha<sup>-1</sup>, respectively in Suluova location. Bakal et al. [32] measured seed yield between 4.27-4.66 ton ha<sup>-1</sup> under warm climate conditions. Kınacı [37] determined seed yield between 1.57-1.88 ton ha<sup>-1</sup> with Nova and Arisoy varieties. Karagül et al. [43] determined seed yield as 322 kg da<sup>-1</sup> for Arisoy variety. Our research result related to seed yields were found higher than yield values reported by some researchers [23, 25-30, 39-42]. The average seed yield of Arisoy was reported as 4.34 ton ha<sup>-1</sup>, the average seed yield of Nova was reported as 4.50 ton ha<sup>-1</sup> under main crop conditions in Turkey [15]. In the present study, although soybean was cultivated as second crop, the seed yield of Arisoy was found close or above the average of Turkey for all applications.

**Table 6.** The effect on crude protein (%) and oil content (%) of some organic fertilizer applications in second crop soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivation

Fertilizers	Crude Protein Content(%)			Crude Oil Content (%)		
	Arisoy	Nova	Mean	Arisoy	Nova	Mean
<b>Mineral fertilizer</b>	45.62	45.68	45.65	20.11	20.02	20.06
<b>Leonardit</b>	46.09	45.68	45.89	20.05	20.04	20.05
<b>Cattle Manure</b>	45.78	45.81	45.80	20.18	20.12	20.15
<b>Sheep Manure</b>	45.62	45.39	45.51	20.38	20.28	20.33
<b>Poultry Manure</b>	45.42	45.58	45.50	20.32	20.15	20.24
<b>Mean</b>	45.71	45.63		20.21	20.12	

There was not found any significant difference among fertilizer applications, soybean varieties and their interactions in terms of mean crude protein and mean crude oil content the highest crude protein content was measured with leonardite application (46.09%) and the lowest with poultry manure application (45.42%) at Arisoy variety. Obtained findings in terms of crude oil content was similar with crude protein content (Table 6). As regard to Arıoğlu [1] determined that the protein content of soybean changed between 36 to 40% and the oil content changed from 18 to 24%. In present study, crude protein contents were higher than the values that researcher reported, but crude oil contents were within reported limits. In different studies, protein contents changed between 49.69% to 34.40%, and crude oil contents changed between 26.62% to 16.28%. The researchers reported that there was not significant effect of organic fertilizer applications on crude protein and oil contents [24, 30]. Breeding organizations of varieties reported the average crude protein content of Nova and Arisoy soybean variety were 43% and % 37, respectively and average crude oil contents were 18% and 19% [15]. High temperatures at the seed filling period effect the protein and oil content

of seed [14, 32, 44]. In the present study, whereas the protein and oil contents of Nova variety remained within the limits that determined, the protein and oil contents of Arısoy were found higher than the value reported by breeding organization [15].

#### 4. Conclusion

In this research conducted to determine the effects of some organic fertilizers (cattle, sheep, poultry and leonardite) on seed yield and some quality properties of soybean grown as second crop (*Glycine max* (L.) Merr.); poultry applications gave higher data than inorganic fertilizer applications in terms of seed yield per plant, 1000 seed weight and seed yield. This effect seen in poultry manure may be due to the fact that it provides of N, P, K nutrients needed during the development-growth and seed filling period, as well as having the ideal pH value for the intake of nutrients. As a result, it was concluded that in second crop soybean cultivation, poultry manure can be used instead of inorganic fertilizers for high seed yield, but one-year data is not sufficient for this recommendation, so it would be beneficial to conduct similar studies in different locations and different years.

#### Acknowledgements

This article has been prepared using the data of PYO.ZRT.1904.15.007- Scientific Research Project, which is financially supported by Ondokuz Mayıs University, as Samel Gül's master thesis. We thank Ondokuz Mayıs University for their support.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

#### References

1. Arıoğlu HH. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Genel yayın No:220. Ders Kitapları Yayın No:A-70. 2014: 204 sayfa, Adana-Turkey.
2. Ay B. Türkiye'de ıslah edilmiş yeni soya ( *Glycine Max.L.* Merrill) çeşitlerinin Orta Karadeniz bölgesi koşullarında verim ve kalite performanslarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun, 2012; 58 s.
3. Bulut G. Türkiye'de üretilen soya yem hammaddelerinde protein kalitesinin kanatlılar yönünden in vitro tekniklerle belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Ankara, 2010; 42 s.
4. TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu Veritabanları. 2020, available from URL: <http://www.tuik.gov.tr/> (Accessed date: 01.02.2019).
5. Arıoğlu HH, Kolsarıcı Ö, Kurt O, Çalışkan S, Aslan M, İşler N, Göksoy AT, Başalma D, Baydar H, Özer H, Uzun B, Önemli F, Kaya Y, Sincik M, Öztürk Ö, Kılı F, Tunçtürk R, Öztürk E, İlker E, Arslanoğlu F, Aytaç S, Onat B, Kurt C, Çubukçu P, Bakal H. Yağlı tohumlar üretiminde mevcut durum. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX Teknik Kongresi: Bildirirler Kitabı 1; 2020 13-17 Ocak, Ankara, Turkey. Sayfa 419-438.
6. Miladinovic J, Dordevic V. Soybean Morphology and stages of development. In J. Miladinovic, M. Hrustic and M. Vidic (Ed). Soybean, 509 pages. Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia: 2011. p. 45-75.

7. Kaçar B, Katkat V. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. (6. Baskı). NOBEL Akademik Yayıncılık, ISBN-97-605-5426-20-0, 2018; 576 sayfa, Aralık 2018, Ankara-Turkey.
8. Mahmoodabadi MR, Amini S, Khazaeepoul K. Using animal manure for improving soil chemical properties under different leaching conditions. Middle - East Journal of Scientific Research, 2010; 5(4): 214-217.
9. Konca Y, Uzun O. Effect of animal waste on soil and environment. 4th Congress of Soil Scientists of Azerbaijan, Bakü- Azerbaycan, 2012; 2(1): 23-25.
10. Yagoub SO, Ahmed MA, Mariod AA. Effect of urea, NPK and compost on growth and yield of Soybean (*Glycine max L.*), in semi-arid region of Sudan. International Scholarly Research Network Agronomy, ID 678124, 2012; 6 pages, DOI: 10.5402/2012/678124.
11. Sağlam MT, Bahtiyar M, Cangir C, Tok HH. Toprak Bilimi. Kitap. Anadolu Matbaacılık Tic.Koll.Şti., 1993; 446 sayfa, Tekirdağ.
12. İnal A, Sözüdoğru S, Erden D. Tavuk gübresinin içeriği ve gübre değeri. Tarım Bilimleri Dergisi, 1996; 2(3): 45-50.
13. Özel EZ. İki farklı tekstüre sahip toprakta leonardit organik materyalinin mısır bitkisinin azot alınımına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Tekirdağ, 2011; 68 sayfa.
14. Arslanoğlu F, Aytac S. Determination of stability and genotype x environment interactions of some agronomic properties in the different soybean (*Glycine max. (L) Merrill*) Cultivars. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2010; 16(2): 181-195.
15. Anonim. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Müdürlüğü. 2018, available from URL: [http://: www.ttsm.gov.tr](http://www.ttsm.gov.tr), (Accessed date: 2.12.2018).
16. Ragagnin VA, Júnior DGS, Dias DS, Braga WF, Nogueira PDM. Growth and nodulation of soybean plants fertilized with poultry litter. Ciênc. agrotec., Lavras, 2013; 37(1): 17-24.
17. Lee JD, Shannon JG, Choung MG. Selection for protein content in soybean from single F2 seed by near infrared reflectance spectroscopy. Euphytica, 2010; 172:117–123, DOI:10.1007/s10681-009-0067-5.
18. Ferreira SD, Pallone JAL, Poppi JR. Fourier transform near-infrared spectroscopy (FT-NIRS) application to estimate Brazilian soybean [*Glycine max (L.) Merrill*] composition. Food Research International, 2013; 51: 53–58.
19. Yurtsever N. Deneysel istatistik metodları. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 1984; Yayın No: 56, Ankara.
20. Düzgüneş O, Kesici T ve Kavuncu O. Araştırma ve deneme metodları (istatistik metodlar II), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295, 1987. Ankara.
21. Erdoğan M. Soya fasulyesinde (*Glycine max (L.) Merr.*) erkenci genotipler için seleksiyonda dikkate alınacak agronomik özelliklerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun, 2007; 62 sayfa.
22. Onat B, Bakal H, Güllüoğlu L, Arioğlu H. The effects of high temperature at the growing period on yield and yield components of soybean [*Glycine Max (L.) Merr*] varieties. Turk Journal Field Crops, 2017; 22(2): 178-186, DOI: 10.17557/tjfc.356210.
23. Arslanoğlu F, Aytac S. Orta Karadeniz Bölgesi'nde farklı olgunluk grubuna ait bazı Soya Fasulyesi (*Glycine max. (L.) Merrill*) çeşitlerinin verim potansiyellerinin belirlenmesi ve üretim haritasının çıkartılması. TÜBİTAK Proje No: 1040047 (TOGTAG-3344), 2007; 120 sayfa (Kesin Sonuç Raporu).

24. Mekki BB, Ahmed AM. Growth, yield and seed quality of soybean (*Glycine max* L.) as affected by organic, biofertilizer and yeast application. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 2005; 1(4): 320-324.
25. İlker E, Tatar Ö, Gökçöl A. Konvansiyonel ve organik tarım koşullarında bazı Soya çeşitlerinin performansları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2010; 47(1): 87-96.
26. Singh SR, Najarand GR, Singh U. Productivity and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) as influenced by bio-inoculants and farmyard manure under rainfed conditions. Indian Journal of Agronomy, 2007; 52(4): 325-329.
27. Chiezey UF, Odunze AC. Soybean response to application of poultry manure and phosphorus fertilizer in the Sub-humid Savanna of Nigeria. Journal of Ecology and Natural Environment, 2009; 1(2): 025-031.
28. Mandal KG, Hati KM, Misra AK. Biomass yield and energy analysis of soybean production in relation to fertilizer-NPK and organic manure. Biomass and Bioenergy, 2009; 33: 1670–1679, DOI:10.1016/j.biombioe.2009.08.010.
29. Yamika WSD, Ikawati KR. Combination inorganic and organic fertilizer increased yield production of Soybean in Rain-Field Malang, Indonesia. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 2012; 6(1): 14-17.
30. Devi KJ, Singh TB, Athokpam HS, Singh NB, Shamurailatpam D. Influence of inorganic, biological and organic manures on nodulation and yield of soybean (*Glycine max* Merrill L.) and soil properties. Australian Journal Of Crop Science, 2013; 7(9): 1407-1415.
31. Yetgin Gaffaroğlu S, Arıoğlu H. Çukurova bölgesinde ana ürün koşullarında bazı soya çeşit ve hatlarının verim ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009; 20(1): 29-37.



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa  
Bilimleri Dergisi**  
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>  
<https://doi.org/10.47137/usufedbid.756248>



*Derleme makalesi*

## **Ülkemizde Yem Bitkileri Tarımının Durumu, Tohumluk Üretimi ve Dış Ticareti**

Eser Ülker<sup>1</sup>, Osman Yüksel<sup>2\*</sup>, Samet Ergül<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uşak İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Uşak

<sup>2</sup> Uşak Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Uşak

*Geliş: 22 Haziran 2020*

*Kabul: 06 Kasım 2020 / Received: 22 June 2020*

*Accepted: 06 November 2020*

### **Abstract**

In order to ensure sustainable growth in animal husbandry, quality roughage and concentrated feed production problems, which constitute the biggest item of production costs, must be resolved. At this point, the breeding and production of high-yielding forage crops species and varieties that can enter cultivation seizures under different ecological conditions is great importance. The trade volume of forage crops seed sector in the world is increasing day by day. On the other hand, important foreign trade deficits are given in forage crops in our country. By solving the problems of our seed sector, supporting them and increasing the investments in this field, our production of forage crops, our foreign trade, our livestock and related food needs will be secured.

**Keywords:** Forage crops, farming, seed production, foreign trade.

### **Özet**

Hayvancılıkta sürdürülebilir bir büyümenin temin edilebilmesi için üretim maliyetlerinin en büyük kalemini oluşturan kaliteli kaba ve kesif yem üretim sorunlarının çözülmesi gerekmektedir. Bu noktada farklı ekolojik koşullarda ekim nöbetlerine girebilen, yüksek verimli yem bitkisi tür ve çeşitlere ait tohumlukların geliştirilmesi ve üretilmesi büyük önem arz etmektedir. Dünyada yem bitkileri tohumculuk sektörünün ticaret hacmi her geçen gün artmaktadır. Buna karşın ülkemizde yem bitkileri tohumculuğunda önemli dış ticaret açıkları verilmektedir. Tohumculuk sektörümüzün sorunlarının çözülmesi, desteklenmesi ve bu alandaki yatırımların artırılmasıyla başta dış ticaretimiz olmak üzere yem bitkileri üretimimiz, hayvancılığımız ve buna bağlı gıda gereksinimimiz güvence altına alınmış olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Yem bitkileri, üretimi, tohumculuğu, dış ticareti.

©2020 Usak University all rights reserved.

\*Corresponding author:

E-mail: [osman.yuksel@usak.edu.tr](mailto:osman.yuksel@usak.edu.tr)

ORCID ID: 0000-0002-5972-4885

©2020 Usak University all rights reserved.



## 1. Giriş

Türkiye, %1.2 nüfus artış hızı ile dünya ortalamasının üzerinde büyüme gösteren bir ülkedir. Hızlı nüfus artışı ülkemizin yeterli ve dengeli beslenme sorunu ile karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Yeterli ve dengeli beslenmede günlük protein gereksiniminin karşılanmasında hayvansal proteinler özel bir önem taşımakta ve günlük 70 gram olan protein gereksiniminin en az 33 gramının hayvansal kökenli olması gerekmesine rağmen, bu değer ülkemizde 13-17 gram dolaylarındadır [1]. Kişi başına hayvansal protein tüketimimizin yükseltilebilmesi için et, süt vb. hayvansal ürün üretimimizin artırılması ve bu ürünlerin ucuz bir şekilde piyasaya sunulması önem arz etmektedir.

Yeterli ve dengeli beslenme ile ilgili sorunlarımızın temelinde hayvancılığımız ile ilgili sorunlar yatmaktadır. Ülkemiz gerek yem sorunları ve gerekse izlenen yanlış politikalar nedeni ile ne yazık ki kırmızı eti en pahalı üreten ülkelerden biridir. FAO verilerine göre üretici bazında bir kilogram sığır etinin fiyatı İspanya'da 2.81, Almanya'da 3.76, Fransa'da 4.43, ABD'de 4.56 ülkemizde ise 7.52 dolardır [2]. Hayvan beslemede mevcut kaliteli kaba ve kesif yem açıkları yanında meraya dayalı hayvancılığın azalması et fiyatlarındaki pahalılığın temel nedenleri arasında sayılabilir. Ülkemizde hayvan beslenmede yem bitkilerinin yanı sıra doğal çayır-meralar, bitki artıkları ve anızlar ile saman gibi düşük kaliteli yemler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu durum hayvancılıkta verimi azaltırken üretim maliyetlerinin yükselmesine neden olmaktadır. Nitekim 1995 yılında ülkemizdeki toplam sığır varlığı içerisinde yerli ırkların oranı % 45, kültür ırklarının oranı % 14 iken, bu oranlar 2017 yılında sırasıyla % 11 ve % 49 olarak gerçekleşmiştir [3]. Hayvan ırklarının bu dağılımına bakıldığında hayvancılığımızda genetik kapasitesi yüksek kültür ırkı hayvanların oranı önemli bir şekilde artarken daha düşük genetik kapasiteye sahip yerli ırk sığırların oranı düşmüştür. Ancak hayvancılığımızda artan bu genetik kapasiteye paralel bir şekilde artış göstermeyen yem bitkileri ekim alanı kaliteli kaba ve kesif yeme olan ihtiyacın artmasına neden olmuştur. Ayrıca kesif yem üretiminde kullanılan mısır, soya ve çeşitli küspeler gibi hammaddelerin ithalat yoluyla karşılanması ve döviz kurunda yaşanan dalgalanmalar hayvancılığımızda girdi maliyetlerinin yükselmesine ve karlılığın azalmasına neden olmuştur.

Ülke hayvancılığımızın karlı ve sürdürülebilir olabilmesi için hayvanların genetik potansiyellerinin ülkemizde üretilebilen yemlere uygun olması yanında kaliteli kaba yem üretebilen çayır mera alanlarının verimlerinin artırılması ve en önemlisi yem bitkileri ekim alanlarının artırılması büyük önem arz etmektedir. Kaba yemlerin kaliteli ve ucuz olması halinde, daha pahalı olan ve insan beslenmesinde de kullanılan yoğun ya da kesif yemlerin hayvan beslemede kullanımları da azalacaktır.

Yem bitkileri üretiminde en önemli girdilerinden biri tohumluk olup bu konuda temel ilke, verimli ve adaptasyon kabiliyeti yüksek tür ve çeşitlerin tohumluklarının üretilmesi ve pazarlanmasıdır. Ülkemiz bulunduğu coğrafi konum itibarıyla birden fazla iklimi bünyesinde barındırmaktadır. Bu durum gerek yem bitkileri ve gerekse diğer ürünlerde farklı agro-ekolojik koşullara uygun tür ve çeşide duyulan ihtiyacı artırmaktadır. Adaptasyon yeteneği yüksek, kurağa ve soğuğa dayanıklı yem bitkisi tür ve çeşitlerine ait tohumlukların üretilmesi en başta kurak alanların ekim nöbetlerine yem bitkilerinin dahil edilmesine imkan sağlayarak nadas alanlarda kaliteli kaba yem üretimine olanak sağlayabilecektir. Diğer taraftan tarla tarımı içerisinde yem bitkilerinin ekim nöbetlerine girmesi sağlanarak yem bitkileri üretiminde önemli kazanımlar sağlanabileceği gibi

Uluslararası Tohumculuk Federasyonu (ISF) verilerine göre dünya genelinde 23.1 milyar dolara ulaşan tohumluk ticaretinde önemli bir pay elde edilebilir [4].

Dünya tohum ticaretinde söz sahibi olan ülkelerin tohumluk üretimi ve yeni çeşitlerin geliştirilmesi konularında araştırma ve geliştirme çalışmalarına önem verdikleri bilinmektedir. Ayrıca bu ülkelerde özel sektörün tohumluk üretimi ve bitki ıslahı konularında önemli bir paya sahip oldukları izlenebilmektedir. Özel sektörün tohumluk üretimindeki payının artırılması ancak bu alanın karlı ve sürdürülebilir olmasıyla mümkündür. Zira ülkemizde Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2015 yılından itibaren uygulamaya konulan tohumluk üreticilerine yönelik yurt içi sertifikalı tohum üretim desteği ve üreticilere yönelik yurt içi sertifikalı tohumluk kullanım desteği sayesinde tohumluk üretiminde ve ticaretinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Verilen bu desteklerle ortaya çıkan pazar neticesinde ülkemizde faaliyet gösteren özel sektöre ait yetkilendirilmiş tohumluk şirketi sayısında da artışlar kaydedilmiştir. Tohumluk üretimi ile diğer önemli bir konu da ilgili yasal düzenlemelerin günün ihtiyaçlarına göre düzenlemesidir. Ülkemizde 5553 sayılı Tohumculuk Kanunu 31 Ekim 2006 tarihinde çıkarılmıştır. Çıkarılan bu kanun ile bitkisel üretimde verim ve kaliteyi artırmak, kaliteli tohum üretimi sağlamak, tohumluk üretim ve ticaretinde düzenlemeler yapmak ve tohumculuk sektörünün yeniden yapılandırılması ve geliştirmesi amaçlanmıştır.

## 2. Yem Bitkileri Üretimi ve Desteklemeleri

Türkiye İstatistik Kurumu 2019 yılı verilerine göre ülkemizde toplam tarım alanı 37.71 milyon hektar olup bu alanın 15.39 milyon hektarını tarla tarımı alanları, 3.39 milyon hektarını nadas, 0.79 milyon hektarını sebze bahçeleri, 5 hektarını süs bitkileri, 3.5 milyon hektarını meyveler, içecek ve baharat bitkileri ve 14.62 milyon hektarını çayır ve mera arazileri oluşturmaktadır (Anonim, 2019a). Yem bitkileri ekim alanları ise 2019 yılı itibarıyla 2.32 milyon hektar olup toplam tarla tarımı alanlarının % 12.33'ünde yem bitkisi tarımı yapılmaktadır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Yem bitkisi ekim alanlarının yıllara göre değişimi (milyon ha)[5]

Yıllar	Ekilen Tarla Alanı	Nadas	Toplam Alan (A)	Yem Bitkileri Ekim Alanı (B)	% Yem Bitkisi (B/A*100)
2001	17.917	4.914	22.831	0.358	1.57
2005	18.005	4.876	22.881	0.942	4.12
2010	16.333	4.249	20.582	1.461	7.10
2015	15.723	4.114	19.837	1.863	9.39
2016	15.575	3.998	19.573	1.867	9.54
2017	15.532	3.697	19.229	1.993	10.37
2018	15.421	3.513	18.934	1.987	10.55
2019	15.387	3.387	18.774	2.315	12.33

Yem bitkileri ekim alanlarında 2001 yılından günümüze kadar önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Nitekim 2001 yılında 358 bin hektar olan yem bitkileri ekim alanı 2019 yılında 2.32 milyon hektara ulaşmıştır. Söz konusu yıllarda yem bitkilerinin toplam tarla tarımı alanlarındaki payı % 1.57'den % 12.33'e yükselmiştir (Tablo 1).

Tablo 2'de bazı yem bitkilerinin son 5 yıllık süre zarfındaki ekim alanları ile üretim değerleri gösterilmiştir. Son 5 yıl içerisinde yonca ekim alanlarında önemli bir değişiklik gerçekleşmezken korunga ve fiğ ekim alanlarında az da olsa azalmalar görülmüştür. Buna karşın silajlık mısır, İtalyan çimi, tritikale, yem bezelyesi ve sorgum ekim alanlarında artışlar kaydedilmiştir. Tablo 2'de yer verilmemiş olmakla birlikte buğday, arpa, çavdar

ve yulaf gibi tahılların hasıl amacıyla ekildiğinde yem bitkisi olarak değerlendirilmiş ve destekleme kapsamına alınmış ancak bu uygulamaya 2019 yılında son verilmiştir.

**Tablo 2.** Bazı yem bitkilerinin ekim alanları (1000 ha) ve üretim miktarları (1000 ton) [5]

Yıllar	Yonca		Korunga		Fiğ		Silajlık Mısır	
	Ekim Alanı	Kuru Ot Üretimi	Ekim Alanı	Kuru Ot Üretimi	Ekim Alanı	Kuru Ot Üretimi	Ekim Alanı	Silaj Üretimi
2015	662.1	3487.5	191.4	414.0	436.5	1070.3	423.1	19684.6
2016	650.1	3928.6	193.7	495.5	442.8	1135.5	425.7	20139.0
2017	659.4	4390.3	196.2	500.4	445.6	1149.4	447.7	21613.1
2018	635.1	4386.2	181.7	483.7	387.0	1068.5	472.6	23197.5
2019	641.2	4487.3	175.3	445.5	391.5	1076.0	507.7	25499.9

Yıllar	Yem Bezelyesi		Sorgum		Tiritikale		İtalyan Çimi	
	Ekim Alanı	Kuru Ot Üretimi	Ekim Alanı	Kuru Ot Üretimi	Ekim Alanı	Kuru Ot Üretimi	Ekim Alanı	Kuru Ot Üretimi
2015	4.4	21.2	1.6	14.6	7.7	22.6	1.5	14.5
2016	5.6	30.3	1.7	15.1	7.7	29.9	4.8	52.7
2017	7.0	34.8	1.8	16.4	9.5	37.7	7.7	87.0
2018	10.4	52.7	1.8	16.7	13.5	47.7	10.3	112.0
2019	14.6	71.0	2.7	20.2	17.3	68.5	16.5	154.2

Ülkemizde hayvancılığının geliştirilmesi ve hayvansal üretimin artırılması amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 20.05.2000 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan Hayvancılığın Desteklenmesi Hakkında Karar ile çok yıllık ve tek yıllık yem bitkileri üretimine ve yapay mera tesisine yönelik projeler belirli şartlar altında desteklenmeye başlamıştır. Bu karar ile ilgili uygulama esasları tebliği (Tebliğ No: 2006/9) 01.01.2006 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu tebliğ ile yem bitkileri ekim alanlarının ve üretiminin artırılması ile kaba ve kesif açıklarının tarla tarımı yapılan alanlardan karşılanması hedeflenmiştir [6]. Tablo 3'te bazı yem bitkilerine dekar başına verilen destek miktarları yer almaktadır. Yıllar içerisinde yoncaya verilen destek miktarlarında değişiklikler olmasına rağmen yoncanın ekim alanlarında önemli bir değişiklik ortaya çıkmamış, buna karşın yonca üretiminde düzenli artışlar ortaya çıkmıştır. Bu durum, doğru yetiştirme teknikleri uygulanmasının yanı sıra kaliteli çeşitlerin üretimde kullanılmasıyla birim alan verimlerinin yükselmesinden kaynaklanıyor olabilir. Korungada yıllar itibariyle genel olarak destek miktarlarının artmasına rağmen ekim alanlarının azaldığı izlenmektedir. Oysa korunga gibi kurağa dayanıklı yem bitkileri nadas alanların daraltılmasında oldukça etkili olabilmektedir. Korunga ekim alanlarının artırılması için dekar başına verilen desteklerin yanı sıra eğitim çalışmaları ile bitkinin tanıtılması yanında üreticiye ücretsiz tohum dağıtımları da etkili olabilir.

**Tablo 3.** Yıllar itibariyle ortalama yem bitkisi desteklemeleri (TL/dekar) [7]

Yem Bitkileri	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
Yonca	17	95	125	50	60	90	90
Korunga	14	55	80	40	60	90	90
Tek yıllık yem bitkileri	7	37	30	35	40	60	60
Silajlık tek yıllık yem bitkileri	0	0	45	50	40	60	30

Silajlık mısır	10	60	50	35	90	100	100
Yapay çayır mera	0	0	75	100	150	150	150

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yem bitkileri üretimini artırmak ve tohumculuk sektörünün uluslararası alanda gelişmesini sağlamak amacıyla için yurt içi sertifikalı tohumluk üreten/ürettiren ve yurt içinde satışını gerçekleştiren yetkilendirilmiş tohumculuk kuruluşlarına 2008 yılından itibaren kilogram başına desteklemeler uygulamaya konmuştur. Bu kapsam da 2019 yılı itibariyle fiğ tohumluğu üretimine kilogram başına 1.5 TL, korunga tohumuna (meyve) 1.5, yem bezelyesine 1.5 ve yoncaya kilogram başına 4 TL destekleme ödemesi yapılmaktadır (Tablo 4). Ayrıca tohumluk üretiminde “orijinal” ve üstündeki kademelerdeki tohumluk üretimleri mevcut desteklere ilaveten % 100 oranında desteklenmektedir. Bu uygulama ile ülkemizde yem bitkisi tohumluk üretiminde önemli gelişmeler kaydedilmiştir.

**Tablo 4.** Yurt içi sertifikalı tohum üretim destekleme miktarları (TL/kg) [7]

Yem Bitkisi	2015	2016	2017	2018	2019
Fiğ	0.5	0.75	0.75	1.5	1.5
Korunga	0.5	0.75	0.75	1.5	1.5
Yem Bezelyesi	0.5	0.75	0.75	1.5	1.5
Yonca	1.5	2	2	4	4

Yem bitkileri tarımında birim alan verimlerinin artırılması ve tohumculuk sektörü için bir talebin oluşabilmesi amacıyla bakanlık tarafından yurt içi sertifikalı tohumluk kullanım destekleri uygulamasına ait rakamlar Tablo 5’te görülebilmektedir. Buna göre yem bitkileri tarımında sertifikalı tohumluk kullanım desteklerinde yıllar itibariyle önemli iyileştirmeler yapılmıştır. 2019 yılı itibariyle sertifikalı tohumluk kullanım desteği yoncada 30 TL/dekar iken fiğ, korunga ve yem bezelyesinde 20 TL/dekar olarak belirlenmiştir.

**Tablo 5.** Bazı yem bitkilerinde sertifikalı tohumluk kullanım destekleri (TL/dekar) [7]

Yem Bitkisi	2015	2016	2017	2018	2019
Fiğ	7	10	10	20	20
Korunga	7	10	10	20	20
Yem Bezelyesi	7	10	10	20	20
Yonca	10	15	15	30	30

### 3. Yem Bitkilerinde Tohumluk Üretimi

Ülkemizde yem bitkileri tohumculuğunu diğer tarım ürünlerinde de olduğu gibi 1980’li yıllara kadar kamu ağırlıklı bir üretim modeli oluşturmaktaydı. 1980’den itibaren tohumluk üretiminde özel sektörün önü kademeli olarak açılmış, 1998 yılında uluslararası tohumculuk federasyonuna (ISF) üye olunmuş ve 2004 yılında 5042 sayılı yeni bitki çeşitlerine ait ıslahçı haklarının korunması kanunu çıkarılmıştır. 2006 yılına

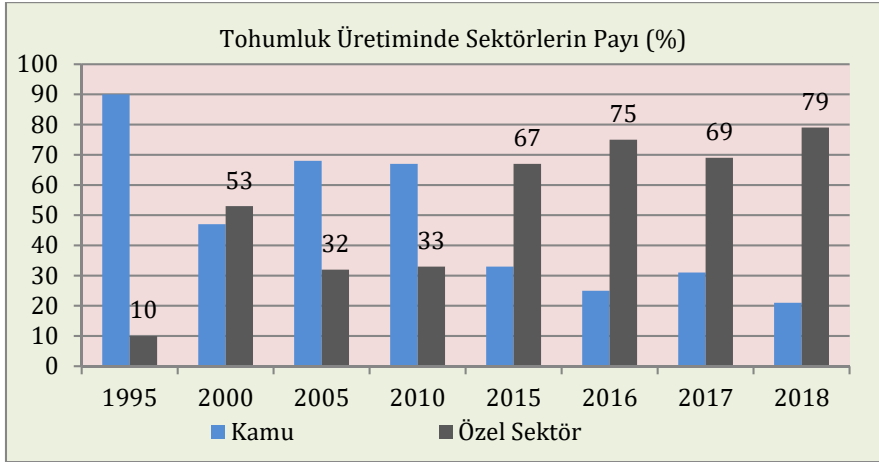
gelindiğinde AB mevzuatı ile uyumlu 5553 sayılı tohumculuk kanununun çıkarılmasıyla özel sektörün tohumculuk üretiminde önü tamamen açılmıştır. 2007 yılında yeni bitki çeşitlerinin korunması ve bitki ıslahçıları hakları ile ilgili uluslararası yeni bitki çeşitlerini koruma birliği (UPOV) sözleşmesi imzalanmış ve ülkemizde tohumculukla ilgili en önemli gelişmeler bu tarihten sonra ortaya çıkmıştır. Yem bitkileri özelinde ise yeni çeşit geliştirme çalışmalarını teşvik etmek ve kaliteli tohumlukların üretimini temin etmek amacıyla, tohumlukların üretilmesi ve pazarlanmasına ilişkin usul ve esasları belirleyen Yem Bitkileri ve Baklagil Tohumluğu Yönetmeliği” 05 Haziran 2015 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

**Tablo 6.** Türkiye’de üretilen yem bitkisi tohumluğu miktarları (ton) [8]

Türler	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Yonca	508	678	517	864	349	473	670	610	560	634	794	887	3000
Korunga	929	125	698	22	56	200	2	12	46	31	188	385	307
Fiğ	2172	2206	2024	1057	858	876	876	385	686	974	1114	1139	1572
Sorgum sp.	215	365	5	263	180	226	133	155	216	308	192	79	63
Yem Şalgamı	2	5	0	1	0	14	12	55	92	18	53	6	11
Yemlik Pancar	21	11	8	18	26	33	44	8	5	61	36	31	10
Yem Bezelyesi					40	374	381	484	440	811	1585	2321	2121
Diğer								106	87	251	106	167	336
Toplam	3847	3390	3252	2225	1509	2196	2118	1815	2132	3088	4068	5015	7420

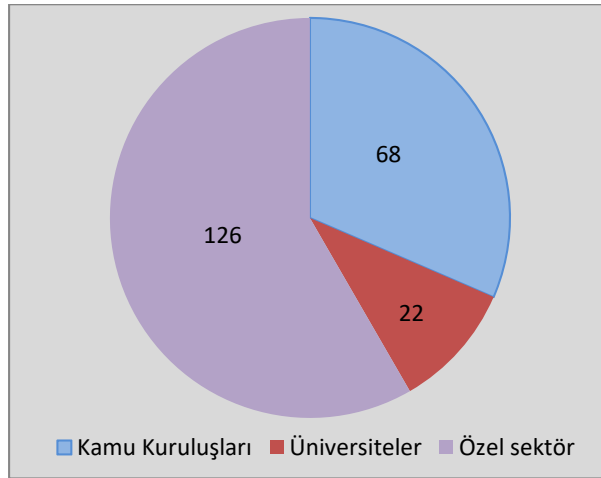
Tohumluk tüm tarım ürünlerde olduğu gibi yem bitkileri tarımında da en önemli girdilerin başında gelmektedir [9]. Kaliteli ve verimli bir üretim için yem bitkilerinde kullanılan tohumluğun genetik yapısının tarımı yapılan bölgenin ekolojik koşullarına iyi uyum sağlaması gerekmektedir [10]. Ülkemiz gibi birden fazla iklimi ve mikro ekolojik koşulları bünyesinde barındıran alanlarda bölgelere uygun yem bitkisi türlerine ait çeşitlerin geliştirilmesi verim ve kalite açısından önem arz etmektedir. Örnek vermek gerekirse, ülkemiz yoncanın önemli gen merkezlerinden biri olmasına rağmen bölgelerin sahip olduğu farklı sıcaklık ortalamaları nedeniyle güney ve kıyı bölgelerimizde yazlık veya dormansi derecesi yüksek yonca çeşitleri yetiştirilirken kışı sert geçen iç bölgelerimizde dormansi derecesi daha düşük olan çeşitlerin tarımı yapılmaktadır. Bu açıdan bölgelere uygun çeşit seçimi kış zararı, seyrekleşme, hastalık ve zararlılara dayanıklılık, verim ve kalite gibi pek çok özelliği doğrudan etkilemektedir. Nitekim yapılan çalışmalarda da bölgelere uygun çeşitlerin verim ve ürün kalitesini etkilediği bildirilmektedir [11, 12].

Tablo 6’da ülkemizin yem bitkileri tohumluk üretim değerleri görülmektedir. 2006 yılında 3847 ton olan yem bitkilerinde tohumluk üretimimiz yıllar itibariyle dalgalanmalar göstermekle birlikte 2015 yılından itibaren kararlı artışlar göstermiş ve 2018 yılında 7420 tona yükselmiştir. Ülkemizde 2018 yılı itibariyle en fazla yonca, yem bezelyesi ve fiğ tohumluğu üretimleri gerçekleşmiştir. Tek yıllık baklagil yem bitkilerinden fiğ tohumluk üretim değerleri yıllar itibariyle azalış gösterirken yem bezelyesi tohumluğu üretim rakamlarında artışlar kaydedilmiştir. Bu durum üzerine son yıllarda kışa dayanıklı yeni yem bezelyesi çeşitlerinin geliştirilmesiyle fiğ tohumluğuna olan talebin azalmasının etkili olduğu düşünülebilir. Zira pek çok üretici tek yıllık baklagil yem bitkisi tarımında yem bezelyesini tercih etmekte ve her geçen gün çiftçiler tarafından fiğlerin yerine yem bezelyesi ekilmektedir [13].



Şekil 1. Kamu ve özel sektörün tohumluk üretimindeki payı [8]

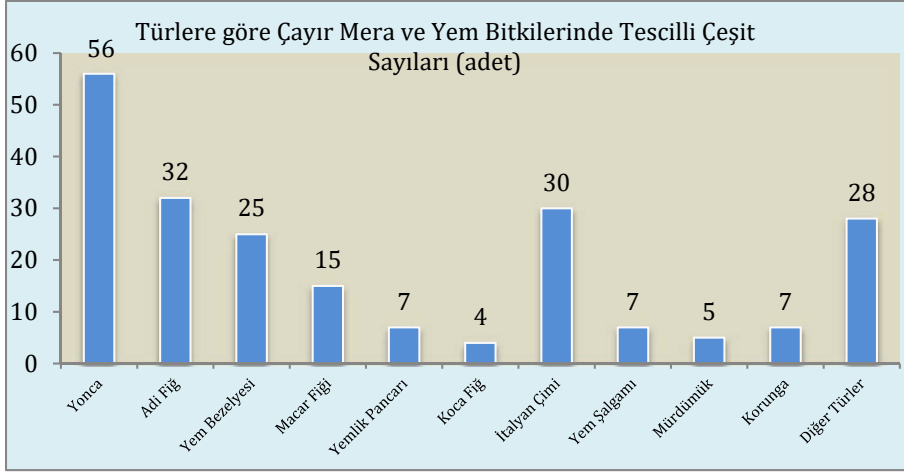
Yem bitkileri tohumluk üretiminde özel sektörün payı yıllar itibariyle artış göstermiştir. Özel sektörün payı 1995 yılında % 10 iken bu oran 2018 yılında % 79'a kadar yükselmiştir (Şekil 1). Bu artışlar üzerine 2015 yılında yürürlüğe giren Yem Bitkileri ve Baklagil Tohumluğu Yönetmeliği'nin yanı sıra yurt içi yem bitkileri tohumluk üretimi ve üreticiler için sertifikalı tohumluk kullanım desteklerinin uygulamaya girmesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim yem bitkileri tohumluğu üretiminde özel sektörün payı 2015 yılından itibaren düzenli olarak artış göstermiştir.



Şekil 2. Yem bitkilerinde kayıtlı çeşit sayıları [14]

Tarım ve Orman Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü verilerine göre ülkemizde yem bitkilerinde tescilli 216 adet çeşit bulunmaktadır [14].

Yem bitkilerinde tescilli çeşitlerinin 68 adedi kamu kuruluşlarınca tescil ettirilmişken, 126 adedi özel sektör kuruluşları tarafından ve 22 adedi ülkemizdeki üniversiteler tarafından tescil ettirilmiştir (Şekil 2). Geliştirilen çeşit sayısı bakımından özel sektörün lider pozisyonunda bulunması ülkemizin tohumculuk sektörünün gelişimi bakımından önemlidir. Ancak üniversitelerin çeşit geliştirme ve tescil ettirme noktasında kamu kuruluşlarının gerisinde kalması üniversitelerde bu alandaki araştırma ve geliştirme çalışmalarına yeterli kaynağın ayrılmadığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Şekil 3'te yem bitkisi türlerine göre tescilli çeşit sayılarına yer verilmiştir. Buna göre ülkemizde 56 adet ile en fazla tescilli çeşit yoncada bulunurken bunu 30 çeşit ile İtalyan



çimi ve 32 çeşit ile adı fiğ izlemiştir.

Şekil 3. Türlere göre çayır mera ve yem bitkilerinde kayıtlı çeşit sayıları [14]

#### 4. Yem Bitkileri Tohumculuğunun Dış Ticareti

Türkiye Tohumcular Birliği verilerine dünya genelinde tohumluk sektörünün (tohum fidan ve süs bitkileri) üretim değeri 2019 yılı itibariyle 50 milyar USD dolaylarındadır. Bu değer yaklaşık 12 milyar Dolarlık kısmını ABD oluştururken bu ülkeyi sırasıyla Çin (10 milyar USD), Fransa (2.8 milyar USD), Brezilya (2.1 milyar USD) ve Kanada (2 milyar USD) izlemektedir. Ülkemiz ise bu alanda 0.75 milyar USD'lik bir üretim değeri 11. sırada yer almaktadır [15]. Bazı araştırma kuruluşlarının tahminlerine göre 2023 yılında dünya tohumluk sektörünün ticaretteki payının 86 milyar USD seviyelerine ulaşacağı tahmin edilmektedir [16]. 2018 yılı itibariyle ülkemizin toplam tohumluk dış ticaret hacmi 331 milyon Dolar seviyelerindedir. Bu rakamın 152 milyon USD'sini ihracat oluştururken 179 milyon USD'sini tohum ithalatımız oluşturmaktadır. İhracatın ithalatı karşılama oranı ise % 84.8'dir [15].

**Tablo 7.**Yem bitkisi tohumluk ihracat ve ithalatı [8]

Yıllar	İhracat		İthalat	
	Miktar (ton)	Parasal Değer (1000 USD)	Miktar (ton)	Parasal Değer (1000 USD)
2006	7	35	5532	11295
2007	57	134	6868	12372
2008	456	989	1420	4229
2009	481	1476	1345	2810
2010	1357	1691	1105	2826
2011	281	1163	2147	6518
2012	393	1191	2763	9880
2013	483	1673	4121	15135
2014	497	2093	3714	13424
2015	589	1306	4134	8577
2016	473	1069	6387	11111
2017	740	992	9028	13474
2018	979	1114	7809	16045

Ülkemizde 1980 öncesinde yem bitkilerinde tohumluk ihracatı neredeyse yok denilecek kadar azdı. Ancak, zaman içerisinde tohumluk ihracatı yavaş da olsa bir gelişme göstermiştir. 2006 yılında 35.000 USD (7 ton) olan tohumluk ihracatı 2018 yılına gelindiğinde 1.1 milyon USD' ye (979 ton) ulaşmıştır.

Ülkemizde hayvancılık sektörünün zaman içerisinde gelişmesi ve desteklemelerin de etkisiyle yem bitkisi ekiliş alanları son yıllarda sürekli artış göstermiştir. Artan ekim alanıyla birlikte tohumluk ihtiyacı da artmış ve bu ihtiyaç yerli üretimin yanı sıra ithalat yoluyla karşılanmıştır. Bu kapsamda 2006 yılında 11.2 milyon USD (5.532 ton) değerinde yem bitkisi tohumluğu ithal edilmiştir. Yem bitkilerinde tohumluk ithalatımız yıllar içerisinde dalgalanmalar göstermekle birlikte 2018 yılında 16 milyon USD'ye (7.809 ton) yükselmiştir (Tablo 7).

Yem bitkileri tohumculuğu dış ticaretinin türlere ve ülkelere dağılımına ilişkin 2016 yılı verileri Tablo 8'de görülebilmektedir [17]. Buna göre yem bitkilerinde gereksinim duyulan tohumluk ihtiyacı 10 farklı ülkeden toplam 7.2 milyon USD değerinde ithalat yapılarak karşılanmıştır. Türler bazında en fazla tohumluk ithalatı çim ve çayır mera bitkilerinde 1820.7 ton olarak gerçekleşmiştir ve bu ithalat için 3 milyon USD ödenmiştir. Önemli miktarda çim ve çayır mera bitkileri tohumluğu aldığımız ülkeler Danimarka, ABD ve Hollanda'dır. Yem bitkileri tohumluğu ithalatı ikinci en önemli tür olarak yoncada olmuş ve bu kapsamda 2016 yılında 1451.2 ton yonca tohumu ithal edilmiştir. Yoncada en fazla tohum sırasıyla İtalya (850 ton), Almanya (240 ton), ve Kanada'dan (222 ton) gerçekleştirilmiştir.



**Tablo 8.** Bazı yem bitkisi tohumluklarının 2016 yılı ithalat ve ihracat verileri [17]

Tohumluk	İthalat			İhracat		
	Ülke	Miktar (ton)	Parasal Değer (1000 Dolar)	Ülke	Miktar (ton)	Parasal Değer (1000 Dolar)
Yonca	İtalya	850.0	4081.1	Libya	17.0	75.4
	Almanya	240.0	984.9	Irak	10.0	33.4
	Kanada	222.0	997.2	Gürcistan	3.7	22.3
	Fransa	70.2	344.8	Özbekistan	3.5	10.6
	İspanya	69.0	342.9	Kazakistan	2.0	13.0
Çim ve Çayır Otu Tohumlukları	Danimarka	1043.4	2078.2	Özbekistan	7.3	12.0
	ABD	536.3	1177.3	Kazakistan	4.2	27.7
Hayvan Pancarı	Hollanda	157.6	287.6	Türkmenistan	3.3	11.1
	İtalya	60.4	131.2	K.K.T.C.	1.3	4.8
Diğer Yem Bitkileri	Fransa	23.0	48.9	Etiyopya	846.0	12.4
	Hollanda	9.6	22.7	Özbekistan	3.0	8.7
	Danimarka	2.4	5.6	Almanya	1.0	7.1
	ABD	467.0	1246.8	Türkmenistan	152.1	553.1
	İspanya	399.9	1138.7	Özbekistan	23.5	65.2
Toplam	Danimarka	6.0	23.4	Irak	15.5	66.8
	Macaristan	5.0	25.0	K.K.T.C.	7.5	23.8
	Avusturya	1.0	5.4	Kongo	2.5	9.9
<b>Toplam</b>		<b>4162.8</b>	<b>12944.7</b>		<b>1103.4</b>	<b>957.3</b>

2016 yılı verilerine göre ülkemizde 1103.4 ton yem bitkisi tohumluğu ihracatı gerçekleştirilmiştir. En fazla çim ve çayır mera bitkileri tohumlukları ihraç edilirken bunu diğer yem bitkisi türleri ve yonca izlemiştir. Yem bitkileri dış ticaretinde genel olarak ithalatın neredeyse tamamı batılı ülkelerden gerçekleştirilirken, ihracatımız Türki Cumhuriyetler, Orta Doğu ülkeleri ve bazı Afrika ülkelerine yapılmaktadır.

## 5. Sonuçlar ve Öneriler

Ülkemizde hayvancılık sektörü ve buna bağlı olarak yem bitkileri tarımında son yıllarda önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Ekim alanları % 1.57 seviyelerinden % 12.33 dolaylarına ulaşmıştır. Ekim alanı artan türleri genel olarak sulanabilir alanlarda tarımı yapılan yem bitkisi türlerinin oluşturduğu izlenmektedir. Bu durum memnuniyet verici olmasına rağmen nadas alanların daraltılmasında etkili olan, kurağa dayanıklı yem bitkilerinin ekim alanlarının artırılması, yem bitkileri konusundaki büyümenin sürdürülebilir olması açısından önemlidir.

Tohumculuk alanında son yıllarda önemli kazanımların elde edildiği bir gerçektir. Ancak ülkemiz tohumculuk konusunda halen arzu edilen noktada değildir. Toplam tohumluk dış ticaretimizde ihracatın ithalatı karşılama oranı % 84.8 seviyelerinde iken bu oran yem bitkileri tohumculuğunda 2016 yılı için % 6.9 seviyelerindedir. Yem bitkileri içerisinde en fazla ithalat çim, çayır mera tohumları ile yonca tohumlarında gerçekleşmektedir. Bu sebeple yonca, çim ve çayır mera bitkileri tohumluk üretimi ve bu alandaki ar-ge çalışmaları özel olarak desteklenmelidir. Ülkemiz iklim özellikleri itibariyle oldukça çeşitlilik göstermektedir. Bu nedenle farklı bölgeler için çok sayıda yem bitkisi çeşidine

ihtiyaç duyulmaktadır. Tescilli yem bitkisi çeşit sayısının artırılması önem arz etmektedir. Tarımsal yapı itibariyle küçük ölçekli işletmelerden oluşan ülkemiz tarımında eğitim ve yayım çalışmaları ile üreticiler bilinçlendirilmeli, birlik ve kooperatifleşme faaliyetleri teşvik edilmelidir.

Tohumluk üretiminde ve ticaretinde özel sektörün geliştirilmesine özen gösterilmelidir. Gelişmiş ülkelerde üretimin çok büyük bir kısmını özel şirketler gerçekleştirmektedir. Özel sektörün gelişebilmesi için son yıllarda uygulamaya konan yurt içi sertifikalı tohumluk kullanım desteği bu alanda bir pazar oluşmasını sağlamış ve akabinde tohumculuk şirket sayıları ve yatırımları artmıştır. Ayrıca yurt içi sertifikalı tohumluk üretim desteği de sektörün gelişmesine büyük katkılar sağlamıştır. Bu teşviklerin artırılarak devam ettirilmesi tohumculuk sektörünün gelişmesine katkılar sağlayacaktır. Yerli üretimin teşvik edilmesi için ithalat vergileri, ihracatta vergi indirimleri konularında yapılacak yasal düzenlemelerle yabancı menşeli şirketlerin ülke içindeki yatırımlarının artırılması sağlanabilir. Kayıt dışı üretimin kontrol altına alınarak haksız rekabetin önüne geçilmelidir. Tohumculuk şirketlerinin kooperatifler veya birlikler bünyesinde örgütlenmeleri özendirilmelidir. Ar-ge konusunda kamu-üniversite-özel sektör bağı güçlendirilmeli, alt yapı sorunu yaşayan küçük ölçekli işletmelerin laboratuvar, nitelikli teknik eleman vb. ihtiyaçlarının karşılanmasında gerekli kolaylıklar sağlanmalıdır. Çeşit tescilli ve sertifikasyon konularında özel sektör sürece dahil edilerek kamunun tesiri azaltılmalıdır.

## 6. Kaynaklar

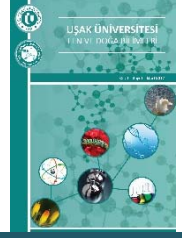
1. Cevheri AC ve Polat T. Şanlıurfa'da yem bitkileri tarımının dünü, bugünü ve yarını. H.Ü.Z.F. Dergisi. 2009;13(1): 63-67.
2. Anonim. United Nations Food and Agricultural Organisation (FAO), Annual Producer Prices; 2014. Son erişim tarihi: 10 Mayıs 2020. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/PP>
3. Anonim. Türkiye İstatistik Kurumu, Hayvancılık İstatistikleri; 2017. Son erişim tarihi: 16 Nisan 2020. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1002](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002)
4. Anonim. International Seed Federation, Seed Statistics; 2017. Son erişim tarihi: 03 Mart 2020. <https://www.worldseed.org/resources/seed-statistics/>
5. Anonim. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri; 2019. Son erişim tarihi: 16 Mayıs 2020. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001)
6. Ünal S. Yem bitkilerinde tohumluk üretimi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens., Dergisi, 2004;13(1-2) <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarbitderg/issue/11508/137058>
7. Anonim. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Tarımsal Destekler; 2019. Son erişim tarihi: 20 Nisan 2020. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Menu/31/2019-Uretim-Sezonu-Bitkisel-Uretim-Destekleme-Birim-Fiyatları>
8. Anonim T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Tohumculuk İstatistikleri; 2018. Son erişim tarihi: 25 Mart 2020. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tohumculuk/Tohumculuk-Istatistikleri>
9. Türk M, Gösterit A, Alagöz M, Buluş İY. Korunga tohum üretiminde bal arıların rolü. 6. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi; 15-19 Ekim 2018; Muğla, Türkiye.
10. Açıkgöz E. Yem Bitkileri, Yem Bitkilerinde Tohum Üretimi, Uludağ Üniversitesi, Zir. Fak., Tarla Bit. Böl. s.333-362, Bursa, 2001.
11. Alagöz M ve Türk M. Determination of yield and some properties of different silage corn varieties in Isparta ecological conditions. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology 2019; 7: 193-197.

12. Türk M ve Alagöz M. The effect of nitrogen fertilizer on the yield and quality in the sweet maize. Scientific Papers. Series A. Agronomy 2018; 56: 408-411.
13. Özaslan Parlak A ve Göçmen N. Yem bezelyesi ile arpa, yulaf ve tritikale karışım oranlarının belirlenmesi. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg., 2017;5(1): 119-124.
14. Anonim. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü. Milli Çeşit Listesi; 2020. Son erişim tarihi: 01 Haziran 2020. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfalid=85>
15. Anonim. Türkiye Tohumcular Birliği, 2019 Yılı Tohumculuk Sektör Raporu; 2019. Son erişim tarihi: 11 Haziran 2020. <https://turktob.org.tr/upload/SEKTOR RAPORU 2019 TURKTOB WEB ICIN.pdf>
16. Anonim. Statista, Forecast Value Seed Market Worldwide from 2017 to 2023; 2020. Son erişim tarihi: 16 Haziran 2020. <https://www.statista.com/statistics/262286/global-seeds-market-value/>
17. Anonim. Tohum Sanayicileri ve Üreticileri Alt Birliği, Tohum Dış Ticaret Verileri; 2016. Son erişim tarihi: 30 Nisan 2020. <http://www.tsuab.org.tr/Page/7257/6>



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa  
Bilimleri Dergisi**  
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>



*Derleme makalesi*

## **İnşaat Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Toz Faktörünün İncelenmesi**

*Erten Akbel\*, Kübra Özdemir*

*Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye*

*Geliş: 28 Nisan 2020*

*Kabul: 13 Aralık 2020 / Received: 28 April 2020*

*Accepted: 13 December 2020*

### **Abstract**

As a result of the studies carried out, unless the necessary precautions are taken for the construction that includes many risks including physical, chemical, ergonomic, biological and psychological, serious accidents may occur for the working individuals which may result in death. Dust, which is one of the physical risks in the study are as and composed of different sources, causes the emergence of lung diseases, various cancers, respiratory infections and skin diseases according to the type and degree of exposure in the working individuals. It is important to take the necessary precautions and to provide suitable working conditions in order to protect working people from dust and diseases caused by dust. In this study, dust types that may emerge from different sources in construction sites evaluated these harmful effects on organisms

**Keywords:** *Construction industry, dust, occupational health, harmful effects of dust.*

### **Özet**

Yapılan çalışmalar dolayısıyla fiziksel, kimyasal, ergonomik, biyolojik ve psikolojik olmak üzere pek çok riski bünyesinde barındıran inşaat sektöründe, gerekli önlemler alınmadığı takdirde çalışan bireyler açısından ölümlerle sonuçlanabilecek ciddi iş kazaları ortaya çıkabilir. Çalışma yapılan alanlarda fiziksel risklerden biri olan ve farklı kaynaklardan oluşan toz, çalışan bireylerde türü ve maruziyet derecelerine göre akciğer hastalıkları, çeşitli kanserler, solunum yolu enfeksiyonları ve deri hastalıklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Gerekli önlemlerin alınması ve uygun çalışma koşullarının sağlanması, çalışan bireylerin tozdan ve tozun sebep olduğu hastalıklardan korunabilmesi adına önem arz etmektedir. Bu çalışmada inşaat alanlarında farklı kaynaklardan ortaya çıkabilecek toz türleri ve bunların organizmada oluşturduğu zararlı etkileri değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *İnşaat sektörü, toz, iş sağlığı, tozun zararlı etkileri.*

©2020 Usak University all rights reserved.

\*Corresponding author:  
E-mail: [erten.akbel@usak.edu.tr](mailto:erten.akbel@usak.edu.tr)

## 1. Giriş

Barınma ihtiyacı, dışarıdan gelebilecek her türlü tehlikeye karşı korunma gereksinimi sonucunda ortaya çıkmış olup insan yaşamının temel ihtiyaçlarının başında gelmektedir. İnşası sırasında yapıların güvenliği kadar çalışma ortamındaki mevcut risklere karşı önlemlerin alınması tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de iş sağlığı ve güvenliği açısından önemlidir. Hemen hemen tüm çalışma alanlarında gözlemlenen fiziksel, biyolojik, kimyasal, ergonomik ve psikolojik tehlikelere karşı inşaat sektöründe de farklı korunma çözümleri ve yöntemleri geliştirilmiştir. İnşaat sektörü toplumsal ve ekonomik boyutlarıyla olduğu kadar bu alan; görülen meslek hastalıkları ve ölümcül de olabilen iş kazalarıyla adından söz ettirir. Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) verilerine göre aynı zamanda inşaat sektörü iş kazalarının en fazla yaşandığı sektördür[1].

Duvar ustaları, marangozlar, asansör kurucular, sıvacılar, kaynakçılar, çatı ustaları ve tesisatçılar gibi birçok meslek grubundan insan ev, fabrika, hastane, yol, tünel, havaalanı, köprü yapımı, onarımı, değiştirilmesi, yenilenmesi veya yıkılması işlemlerinin yapılması için bir araya gelmektedir [2]. İnşaat sektöründe iş kazalarının yaşanması sık karşılaşılan bir durumdur. İş kazalarının fazla olmasının en önemli sebeplerinden bazıları projelerin birbirinden farklı olması, inşaat alanının geniş, dağınık ve çalışma koşullarının çeşitliliğidir. Kendine özgü çalışma koşullarına sahip bu sektörde çalışanların tecrübeleri ve fiziksel zorluklara dayanıklı olmaları önemlidir. İnşaat sektöründe çalışan sirkülasyonunun fazla olması bu alanda verilen mesleki eğitimi güçleştirmektedir [3].Organizasyon ve çalışma alanının yapısı, bakım-onarım faaliyetleri, çalışma saatleri, çalışanların nitelikleri ve bu kişilere verilen eğitimler, iş sağlığı ve güvenliği kurallarının uygulanması çalışanların tehlikelerden etkilenme şekillerini ve düzeyini belirleyen faktörlerdir [4].

İnşaat sektöründe çalışanların maruz kaldıkları etkenler şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

**Kimyasal Etkenler:** Solventler, boyalar, çeşitli tozlar, çözücüler, asbest, kurşun, çeşitli gazlar, korozyon azaltıcılar, renkli beton pigmentleri, yapıştırıcılar ve çimento çalışanların maruz kaldığı bazı kimyasal etkenlerdendir[5]. Kimyasal etkenlerin neden olduğu hastalıklardan bazıları silikoz, kontakt dermatit, egzama, asbestoz, bronşit, deri alerjileri, akciğer kanseri ve beyaz parmak hastalığıdır[6].

**Biyolojik Hastalık Etkenleri:** Çalışma alanında var olan mikrop, bakteri ve virüsler yakın çalışma koşullarından dolayı kolayca bulaşabilmektedir. İnşaat sektöründe toplu ve kapalı alanlar, biyolojik etkenlerin çalışan sağlığını bozmaya yönelik etki gösterdiği yerlerdir.İnşaat işlerinde, dere yataklarına yakın yerlerde çalışan veya konaklayan çalışanlarda sivrisineğin neden olduğu sıtma hastalığı ve çevredeki çeşitli böceklerin ısırmasıyla Lyme hastalığı görülmektedir[6].

**Psikolojik Etkenler:** Çalışma şartlarının ağır olması, çalışma saatlerinin uzun olması, güvensiz çalışma koşulları gibi durumlar çalışan bireylerde stres oluşturmaktadır. Tehlikeli çalışma koşulları ile birlikte stresi tetikleyen faktörler bir araya geldiğinde çalışan sağlığını olumsuz etkileyen durumlar kaçınılmaz olmaktadır. Buna bağlı olarak psikolojik destek sağlanması ve stresi azaltan çalışmalar yapılması önemli hale gelmektedir[5]. Depresyon, uykusuzluk, baş ağrısı, sinirlilik çalışanlar üzerinde olumsuz etkilerden bazılarıdır[6].

**Fiziksel Etkenler:** İnşaat sektörü zorlu ve her mevsim çalışma gerektirebilecek bir iş koludur. Çalışan sağlığının ve güvenliğinin korunması için fiziksel faktörlerin çalışma

koşullarına uygun olması gerekmektedir. Titreşim, termal konfor, gürültü ve radyasyon faktörleri fiziksel etkenlerdir. Ayrıca inşaat işlerinin çoğu kısmının açık ortamda yapılmasından dolayı sıcaklık faktörü de çalışanları olumsuz etkilemektedir[5]. Aşırı sıcaklarda çalışmada sıcak çarpmaları, güneş yanıkları, soğuk havalarda çalışmada ise donma, hipotermi, tansiyon yükselmesi veya düşmesi meydana gelmektedir. Fiziksel etkenlerin sebep olduğu olumsuz durumlar arasında uzuv kopmaları, kırıklar vücutta morarmalar, işitme kayıpları bulunmaktadır[6].

İnşaat alanında alınan güvenlik önlemleri ile birlikte ölüm oranlarında ve kaza sayılarında büyük azalmalar olmasına rağmen Avrupa Birliği ve gelişmiş ülkelerde genel olarak risk hala yüksektir. Sektör yapısında risklerin belirlenmesi, kazaların azaltılmasına ve önlemlerin alınmasında önem arz etmektedir[6]. Bu çalışmada genel olarak inşaatlarda farklı formları bulunabilen tozun kaynakları, organizmadaki zararlı etkileri ve bu etkilere karşı yönetmelikler doğrultusunda alınabilecek önlemler değerlendirilmiştir.

## **1.Toz Kavramı**

Toz; "kırma, öğütme, frezeleme, delme, küreme, süpürme ve torbalama gibi mekanik veya el yapımı işler ve rüzgar, volkanik patlamalar gibi doğal güçlerin etkisiyle oluşan havada asılı, çapları 1 mikrondan büyük, kuru ve katı parçacıklar" olarak da tanımlanırlar [7-8]. Toz, çok ince katı partiküllerin gaz içerisinde oluşturduğu bir süspansiyon halidir[9]. Büyük parçacıklardan özgül ağırlığı düşük olanlar havada uzun süre asılı kalabilirken, yüksek özgül ağırlığa sahip olanlar kolayca çökmektedir. 0.5 ile 10 mikron büyüklüğündeki tozlar solunma ile solunum yoluna alınabilmektedirler ve bunlara "solunabilir toz" denilmektedir[10].

Tozun havadaki konsantrasyonu olmuş hali ile ağırlıklı olarak solunan hava ve cilde temas durumundaki hali önem arz etmektedir. Çalışan çevresindeki havada asılı haldeki partikül tozlar çalışma alanında sadece solunum kısmını oluşturmaktadır. Tozun büyük bir kısmı belli bir yere kadar burunda tutulmaktadır. Daha az çapa sahip tozlar bronşlara ilerleyebilmekte ve bununla 5 µm (5/1000 milimetre) ve daha az çapa sahip olanları akciğerin en küçük dalları olan alveollere kadar ulaşabilmektedir[9].

Tozlar biyolojik etkilerine göre iritan, alerjen, toksik, fibrojen, ve non-fibrojen, kimyasal yapılarına göre inorganik ve organik, fiziksel yapılarına göre kristal ve amorf tozlar olarak sınıflandırılmaktadır [11].

Tozlar, kimyasal yapıları, ebatları, şekilleri ve özellikle konsantrasyonun yanı sıra maruziyetin kapsamına göre insanlar üzerinde farklı etkilere sahiptir. Çalışma alanlarında normal yaşamımızdaki alanlara göre çok daha yüksek konsantrasyonlar da karşımıza çıkan ve çalışan bireylerde ciddi problemlere neden olan tozlar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir[12]:

- Fibrojenik tozlar
- Toksik tozlar
- Tahriş edici tozlar
- Alerjik tozlar
- Karsinojenik tozlar

Normal atmosfer şartları altında 70-80 yıl yaşayan bir bireyin akciğerlerinde toplanan toz miktarı çok azdır ve kişiye zarar vermemektedir. Ancak yaşamının bir kısmını tozlu ortamda geçiren kişinin ciğerleri maruz kaldığı tozun cins ve miktarına göre görevini tam

olarak yerine getirememektedir. Tozun bir diğer zararlı etki ise toz patlamasının meydana getirme potansiyeline sahip olmasıdır. Normalde yanmaz ve alev almaz katı maddeler ince toz haline geldiklerinde yanıcı hatta patlatıcı olabilmektedir. Toz patlamaları büyük zararlara yol açmaktadır[13].

Tozun genel etkileri boğaz ve burunda iritasyon, gözlerde enflamasyon ve iritasyon, kronik akciğer rahatsızlıkları olarak ortaya çıkmaktadır. Toz çalışan bireylerde sağlık açısından sorunlara sebebiyet vermekle birlikte çalışırken görüşü azaltma ve gözlerde yanmaya neden olmaktadır[2].

Toz varlığının olduğu çalışma alanlarda havalandırmanın yeterli ve güçlü olması önem arz etmektedir. Çalışma havasının temiz olması yada tozlu alanlarında çalışma yaparken çalışanların tozun zararlı etkilerinden korunması, çalışan bireylerin yüksek tempoda çalışması ve bu tempoda devam edebilmesi için gerekli olan ilk şartlardan biridir. Uzun süre tozlu ortama maruziyet solunum sisteminde sorun yaratabileceği gibi çabuk yorulmaya ve davranış bozukluğuna neden olabilmektedir [4].

## **2. İnşaat Sektöründe Toz Faktörü**

İnşaat sektörünün çoğu alanında karşılaşılan toz faktörü, iş sağlığı ve güvenliği açısından tehlike kaynağı olup hem kimyasal hem de fiziksel olarak çalışan sağlığını etkilemektedir. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak çalışma alanında tozun yayılmasına engel olacak kapalı sistemlerin kullanılmaya başlanması ve toz emme robotlarının kullanılmasıyla birlikte tozla mücadelede önemli adımlar atılmıştır [2].

Asbest tozu, mermer tozu, ahşap tozu ve silika tozu inşaat alanında karşılaşılabilecek toz türlerinin başında gelmekle birlikte yeterli önlem alınmadığı takdirde çalışan sağlığı açısından olumsuz etkiler oluşturabilmektedirler. Bu tozlara maruziyet süresi, yoğunluğu ve miktarı meydana gelebilecek muhtemel olumsuzlar üzerinde etkilidir. Bu tozların her birinin sebep olduğu farklı hastalıklar vardır ve bunlardan bazıları iseasbestoz, silikoz, mezotelyoma, akciğer hastalıkları, astım ve kanserdir.

### **2.1. Asbest Tozu**

1980'li yıllardan önce kullanımı yaygın olan, sesi emme, elektrik ve kimyasal hasara dayanıklılık, ortalama tensil kuvveti, ısı özellikleri ve mükemmel yalıtım özelliğine sahip asbest kullanımına günümüzde sınırlandırma getirilmiştir. İnşaat sektörü için asbest maruziyeti tipik olarak aşağıda belirtilen uygulamalar sırasında oluşmaktadır [14]:

- Asbest içeren yapılarda yıkım veya söküm işleri,
- Asbest içeren malzemelerin sökülmesi, yerinin değiştirilmesi ya da kapalı bir alana taşınması,
- Asbest içeren yapı ya da altyapıların yapım, değişim, bakım, onarım ya da yeni bir hizmet için yenileme süreçleri,
- Asbest içeren moloz ve atıkların temizlenmesi,
- İnşaat sahasındaki asbest yada asbest katkısı içeren malzemelerin taşınması, yüklenmesi, yerleştirilmesi, depolanması ve kontrolü işlemleri.

Asbest maruziyetine neden olan uygulamalar OSHA 29 CFR Part1926.1101 adlı standartta belirtilmiştir. Bu standartta,asbest ile yapılan çalışmalar iş güvenliği ve çalışan sağlığını etkileme derecesine göre dört gruba ayrılmıştır [15]:

- Grup 1: Asbest içeren çalışmalara bakıldığında tehlike potansiyeli çok yüksek olan sınıftır. Asbest içeren ısı yalıtım sistemleri ve püskürtme veya elle düzleştirilmiş kaplama malzemelerinin söküm işlemleri bu sınıf kapsamına girmektedir.
- Grup 2: Asbest içeren esnek döşeme ve çatı malzemelerinin sökülmesi işlemleri bu grup kapsamındadır. Asbest içeren zemin ve tavan karolarını, dış cephe kaplamalarını, çatı malzemelerini ve geçiş panelleri bu gruba örnek olarak verilebilmektedir.
- Grup 3: Asbest ihtiva eden ya da ihtiva ettiği düşünülen malzemelerin bakım ve onarım işleri bu grup kapsamındadır.
- Grup 4: Çalışanların yapım, bakım ya da onarım işlemleri sırasında oluşan atık ya da molozların temizlemesi gibi genelde denetim altındaki çalışmalarıdır.

İşverenlerin asbest ile çalışılan tüm inşaat sahalarında çalışanların sağlık ve güvenliğini koruma amacıyla yetkili bir kişi tayin etmeleri zorunlu tutulmuştur. Yetkili kişi, çalışma alanındaki asbest tehlikelerini ve risklerini tespit etme, bu tehlike ve riskleri işverene bildirmekle sorumludur. Yetkisi kapsamına çalışma sahasını, malzemeleri ve donanımların denetimi de girmektedir. Belirlenen tehlike ve risklere göre gerekli önlemler alınmalıdır.

İnşaat alanlarında asbest tozu içeren malzemelerde şu şekildedir[2]:

Tavanlarda;

- Akustik ve pürüzlü tavan yapımı,
- Asbestli çimento levha çatı kaplamaları,
- Alçı veya alçıpan derz malzemeleri,
- T profil tavan kaplamaları,

Dış cephelerde;

- Asbestli çimento çatı panelleri,
- Duvar kaplama panelleri,
- Dolgulu tavan,
- Tuğla veya blok sıvası,
- Binalarda çatı levhası (ısı spreyi),
- Dış cephe kaplamalarında kullanılan yalıtım malzemesi (vermikülit),
- Çatı yalıtım keçeleri ve sızdırmazlık malzemesi,
- İç cephe macunu,

Zeminlerde;

- Zemin yükseltici malzemeler,
- Vinil zemin kaplama (asbestli dolgu harcı),
- Vinil asbestli kaplama malzemeleri,

Borularda;

- Soğuk su hatları,
- Evsel su ve atık hatları,
- Oluklu boruların birleşim yerlerindeki contalar,
- Yağmur suyu ve kanalizasyon hatları,
- Buhar ve sıcak su besleme hattı ve geri dönüşümü,

Duvarlarda;

- Asbestli çimento panelleri,
- Alçı veya alçıpan derz malzemeleri,
- Pürüzlü dokulu duvarlar,



- Termal sprey,

Değişik yerlerde;

- Yapışkan bantlar,
- Döşeme, kiriş, sütun ve diğer yapı elemanlarında kullanılan yangına, dayanıklı sprey,
- Isıtma kabini panelleri (asbestli çimento),
- Avize taban parçasının altına konan harç,
- Yakma fırınları (iç yalıtım),
- Tiyatro perdeleri,
- Yalıtım kabloları.

Yapılan çalışmalarla insan sağlığına ciddi zararlar verdiği zararlar tespit edilen asbestinAvrupa Birliği ülkeleri, Avustralya, Brezilya, Japonya, Yeni Zelanda, ABD gibi birçok ülkede kullanımı yasaklanmıştır. Ancak binalarda bakım, onarım, yıkım ve restorasyon işlemlerde asbeste kullanımı halen devam etmektedir. Bu sebeple inşaat sektöründe çalışanların asbeste maruziyeti tamamen engellenebilmiş değildir [16].

### 2.1.1. Asbest Tozunun Sağlığa Etkileri

Asbestoz, çalışan bireyler tarafından asbest partiküllerinin büyük miktarlarda solunması sonucunda gelişmektedir. Yüksek yoğunluktaki asbest liflerine uzunsüre maruz kalınması mezotelyoma (amfibol asbest maruziyeti ile arasında güçlü bir ilişki kurulan bir kanser türü), akciğer kanseri ile asbestozgibi ciddi hastalıklara yol açmaktadır. Hastalığın patogeneziprogresif ve geri dönüşsüz olup solunum yetmezliğine de yol açmaktadır. Ağır vakalarda asbestozpulmoner hipertansiyon ve kalpyetmezliğinden ölüme sebebiyet vermektedir. Asbest tozlarının solunması yalnızca asbestozunmeydana gelmesinden sorumlu olmayıp, aynı zamanda pekçok vakada son derece progresif ve ölümcül asbestle ilişkili bir kanser türü olan mezotelyomaya neden olabilmektedir [17].

Mezotelyoma başta akciğer zarı ve daha az sıklıkla karın içi zarının asbeste bağlı olarak gelişen kanseridir. Asbest tozuna maruz kalmak mezotelyomanın gelişimine neden olduğu kanıtlanan tek unsurdur. Asbeste maruziyetin başlangıcı ile hastalığın ortaya çıkması arasındaki dönem sessizdir ve bu dönem 20-40 yıldır[17].

### 2.2. Ahşap(Odun) Tozu

Alanında kullanılan en eski malzemelerin başında gelen ahşap doğal, kaynağı yenilenebilen ve çok yönlü bir çalışma malzemesi olmasından dolayı inşaatlarda birçok alanda kullanılmaktadır. Odun tozu bileşiminde selüloz (%40-50), polyose (%15-35, mannoz, galaktoz, ksiloz) ve lignin (guaiacil, syringyl, %20-35)yanı sıra mantar, mikroorganizma ve toksinler de bulunabilmektedir. Solunabilir toz boyutu 10 µm'den küçük olup ülkemizde odun tozu maruziyet eşik sınırı 5 mg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Çalışanların odun tozuna maruziyetini sınırlandıran Avrupa Birliği düzenlemesi, Türk mevzuatına "Kanserojen ve Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik" olarak aktarılmış olup, yönetmelik kapsamında bulunan kanserojen maddelerin sıralandığı listede sert odun tozlarına yer verilmektedir .Odun tozu, 1m3 havada ortalama 40 mg bulunabilmektedir. 5 mikron çaptan küçük zararlı odun tozları bu miktarın %90'nını oluşturmaktadır. Çalışma ortamında çalışma şekilleri ve kullanılan ahşap türü değişiklik göstermektedir. Çok zehirli odunlu ağaçlarla (Taxus, Mansonia ve Gonioma) havadaki odun tozu miktarı en çok 1mg/m<sup>3</sup>, Çam (Pinus), Melez (Larix), Maun (Swietenia) ve Abanoz (Diospyros)'da 5mg/m<sup>3</sup> diğerlerinde ise 10 mg/m<sup>3</sup>' ten fazla odun tozu olmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir (2, 18).Fazla toksik

(zehirli) odunlu ağaçlardan kaynaklı (Taxus, Mansonia ve Gonioma) odun tozu miktarı havada en çok 1mg/m<sup>3</sup>, Pinus (Çam), Larix (Melez), Swietenia (Maun) ve Diospyros (Abanoz) dan kaynaklı tozun 5 mg/m<sup>3</sup> diğerlerinde ise 10 mg/m<sup>3</sup>'ten fazla olmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Hessen Sosyal İşler Bakanlığı(2009) tarafından yürütülen bir çalışmada inşaat alanında talaş tozu, testereleme işleminde yapılan ölçümde 2,4 mg/m<sup>3</sup>; tormalama işlerinde 8,1 mg/m<sup>3</sup>olarak ölçülmüştür [9].

### **2.2.1. Odun Tozunun Sağlığa Etkileri**

Toza karşı alınacak önlemlerde öncelikle tehlike potansiyeli belirlenmelidir. Bu aşamada tozun bileşimi, konsantrasyonu, boyutları ve toza maruz kalma süresi gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır [19].

Çeşitli kanser türleri (akciğer, burun ve paranasal sinüs mukoza kanseri gibi), toza bağlı akciğer hastalığı pnömokonyoz ve astım, deri hastalıkları, alerjik reaksiyonlar toza maruz kalan çalışanlarda görülen bazı rahatsızlıklardır[20].İnşaat alanında kullanılan ağaçların farklılığına göre dermatitis, egzama ve solunum yolu rahatsızlıkları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca spesifik ağaç türlerinde bulunan alkaloidlerin kusma, ishal, nezle, öksürük, nefes darlığına sebep olduğu belirtilmektedir. Ahşap malzemelerde koruyucu olarak kullanılan ksilen, toluen gibi çözücü bazı aromatik hidrokarbonların ise tahriş, yorgunluk ve baş ağrısına sebebiyet verdiği ifade edilmektedir. Yapılan çalışmalarda solunum yoluyla alınan solunabilir odun tozları vücutta başta akciğerler olmak üzere organlara ciddi zararlar verdiği bildirilmektedir [19].

### **2.3. Mermer Tozu**

Mermer, sert yapısı, su emme özelliği, cila tutabilmesi ve doğal bir malzeme olmasından dolayı günümüzde sıkça kullanılmakta olan inşaat hammaddesidir. Dünya nüfusunun sürekli artmasına paralel olarak tüketim de artış, sınırlı olan hammadde kaynaklarının hızlı bir şekilde azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle var olan kaynakların daha ekonomik bir şekilde kullanılabilirliği günümüzde önem kazanmaya başlamıştır[21].

İnşaat alanında kullanılan mermere istenilen şeklin verilebilmesi için çeşitli işlemler gerçekleştirilmektedir. Kesme, cilalama, düzleştirme, kenarlarını düzleme ve geometrik kesimler gibi işlemler sırasında önemli düzeyde toz ortaya çıkmaktadır[22]. Çalışan ve çevre bakımından ciddi sorunlara yol açan ve inşaat sektörünün değişik alanlarında yeniden kullanılmasına yönelik çalışmalarında devam ettiği mermer atıkları toz ve parça olmak üzere ikiye ayrılır.

#### **2.3.1. Mermer Tozunun Sağlığa Etkileri**

Yapılan çalışmalar havaya karışan ve çalışan bireyler tarafından solunan mermer tozunun, burun iltihabı, astım, kronik bronşit ve akciğer fonksiyonlarının zarar görmesi gibi rahatsızlıkları neden olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte diğer faktörlerle ele alınınca mermer tozu çalışan bireyde stres, uykusuzluk ve baş ağrısı da meydana getirdiği bildirilmektedir[23].

Çalışan bireylerde balgam ve öksürük gibi şikayetler ile solunum yolu fonksiyon testlerinde hava yolunda daralmayı gösteren bulgular tespit edilmiştir. Bulguların ortaya çıkışı özellikle sigara içen çalışanlarda daha sık ve daha erken görülebilmekte ve KOAH adı verilen kronik hastalığa sebep olmaktadır. Altta yatan kalp hastalıkları, obezite, yüksek tansiyon hastalığı ve beslenme bozukluğu olan çalışanlarda tozların etkisine

duyarlılık daha yüksek olmaktadır. Çalışanlarda mermer tozunun akut ve kronik etkileri çalışanlarda farklılık gösterebilmektedir [22].

#### **2.4. Silika Tozu**

Yapı işlerinde yaygın olarak ortaya çıkan silika tozunun oluşum kaynakları [2];

- Bina kumlama işleri
- Yıkma ve söküm işleri
- Kazma işleri
- Yıkım işleri
- Zımparalama ve taşlama işleri
- Tünel işleri
- Sıvama, harç karma işleri
- Döşeme plakaları ile taş yol yapımında kullanılan taşların kesim ve delim işleri bulunmaktadır.

Açık maden ocağında üretilen tüvenan amorf silika; eleme, kurutma, kırma ve öğütme aşamalarından sonra dökme yada torbalanmış olarak inşaat sektörünün kullanımına sunulmaktadır. Amorf silika aynı amaçla üretilen diğer ürünlere göre düşük maliyetli olmasından dolayı inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Taş ve diğer silika içerikli malzemelerin uygulanması ve kesilmesi sırasında ortaya çıkan tozlar çalışan bireyleri önemli düzeyde etkilemekte ve çoğu durumda, maruziyet seviyeleri öngörülen sınır değerleri aşmakta hatta iki katına çıkabilmektedir.

##### **2.4.1.Silika Tozunun Sağlığa Etkileri**

Yıllar boyunca silika tozuna maruz kalan bireylerde insanlarda gelişen ve bilinen en eski meslek hastalığı olan silikoz meydana gelir. Silikoz; tridimit, kristobalit veya alfa kuvars halinde bulunan, silisyum dioksit içerikli kristalin çok küçük solunabilir tozlar halinde akciğerlerde birikmesiyle seyreden, geri dönüşü olmayan, potansiyel olarak ölümcül bir akciğer hastalığıdır.

Hastalığın etkileri akut, akselere ve kronik olarak karşımıza çıkmaktadır. Uzun süre sessiz olarak seyreden silikoz, maruziyetten 20 yıl sonrasına kadar bir süre içinde ortaya çıkabilmektedir. Bulgular nefes darlığı ve öksürüğe yol açan bronşitle birlikte başlamakta ve daha sonrasında ciddi solunum problemleri ortaya çıkmaktadır. Ancak erken safhalarda silika tozuna maruziyetin engellenmesiyle hastalığında ilerlemesi durdurulabilmektedir[24].

### **3. İnşaat Sektöründe Tozlardan Korunma Önlemleri**

- İnşaat ortamında havadaki tozlardan kaçınmak amacıyla çalışanların maske kullanmaları sağlanarak tozun burun, mukoza, ağız, ciğerler ve mideye ulaşması önlenmeli ve bu sayede ortaya çıkabilecek hastalıklar engellenmelidir.
- Toza maruz kalınan çalışma alanlarında çalışanlara koruyucu kıyafetler kullanılmalıdır.Koruyucu kıyafetlerin dayanıklılığı ve toz geçirme durumları sık sık kontrol edilmelidir.
- Ortaya çıkan tozun önlenemediği yerlerde çalışanlara cildi koruyucu kremler temin edilerek kullanımı sağlanmalıdır.
- Çalışma ortamında kapı ve pencereler büyük yapılarak gerek olması halinde ortam havalandırılması yapılmalıdır.

- İnşaat alanında toz maruziyeti yüksek olan alanlar çeşitli malzemeler (yonga levha, liflevha, alçı levhalar vb.) kullanılarak diğer çalışma alanlarından ayrılmalıdır.
- Odun tozu maruziyetine kalınan alanlarda toz emme tertibatı sistemlerinin kurularak havada bulunan toz miktarı büyük oranda azaltılmalıdır.
- Yalnızca özel eğitilmiş kişilerin asbestle çalışmasına izin verilmelidir. Çalışan bireylerin uygulayacakları çalışma prosedürünün ve kullanacakları uygun kişisel koruyucu donanımın bir uzman tarafından belirlenmesi gerekmektedir.
- Toza maruziyet bulunan çalışma alanlarında öncelikli olarak çalışanlara ortaya çıkan tozların zararları ve sebep olduğu rahatsızlıklar anlatılarak çalışanlarda farkındalık oluşturulmalıdır.
- İnşaat alanında çalışanlara ortaya çıkan tozlardan nasıl korunacağı, toza maruz kalınan kısımlarda ne kadar süre ile çalışmaları gerektiği ve iş öncesi ve sonrası alınması gereken tedbirler anlatılmalıdır.
- Çalışanlara düzenli olarak işçi sağlığı ve iş güvenliği kapsamında eğitimler verilmelidir.
- Toza maruziyetin var olduğu olan inşaat alanlarında çalıştırılmak üzere alınacak çalışanlardan sağlık raporu alınarak işe uygunluğu araştırılmalıdır. Olası bir meslek hastalığına karşı çalışanlar düzenli periyotlarla (yılda 2 kere) sağlık kontrolünden geçirilmelidir.
- Öksürük, kramp, ishal, sık sık baş ağrısı, deri tahrişleri, üst solunum yolları enfeksiyonları vb. hastalık belirtileri olan çalışanlar tespit edilmeli ve önleyici sağlık hizmetleri sağlanarak olası bir meslek hastalığı engellenmelidir.
- Tozlara karşı duyarlılığı olan çalışanlar farklı kısımlarda çalıştırılarak oluşacak rahatsızlıklar önlenmelidir.
- Çalışma ortamının daha sağlıklı bir durumda olması için belirli periyotlarda (en az yılda 2 kere) ortamdaki toz miktarı ölçümleri yapılarak sınır değeri ( $5 \text{ mg/m}^3$ ) üzerindeki alanlar belirlenmelidir.
- Çalışma ortamında  $5 \text{ mg/m}^3$  ten fazla odun tozuna müsaade edilmemelidir. Ölçümler sonucunda toz miktarının fazla olması durumunda kaynak madde bulunup toz sorunu giderilmelidir.
- Çalışma yeri ve çevresinde herhangi bir iş kazası yada meslek hastalığı oluşmaması için inşaat alanı düzenli olarak kontrol edilmeli, kazalara ve rahatsızlıklara neden olabilecek faktörler ortadan kaldırılmalıdır [18].

#### 4. Tozla Mücadele Yönetmeliği

Yönetmeliğin amacı, işyerlerinde tozdan kaynaklı ortaya çıkabilecek risklerin önlenmesi amacıyla iş sağlığı ve güvenliği yönünden tozla mücadele etmektir. Aynı zamanda bu işlerde çalışanların tozun etkilerinden korunmalarını sağlamak için alınması gerekli tedbirlere dair usul ve esasları belirlemektedir [25].

##### *İşverenin yükümlülükleri*

İşveren, her türlü tozun meydana geldiği işyerlerinde çalışanların toz maruziyetini önlemek ve çalışanların toz ile ilgili tehlikelerden korunması için gerekli tüm koruyucu ve önleyici tedbirleri almakla yükümlüdür.

İşveren, ayrıca tozdan kaynaklanan maruziyetin önlenmesinde;

- a) İkame yöntemi uygulanarak, toz oluşumuna neden olabilecek tehlikeli madde yerine çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden tehlikesiz veya daha az tehlikeli olan maddelerin kullanılmasını,
- b) Riski kaynağında önlemek üzere; uygun iş organizasyonunun yapılmasını ve toplu koruma yöntemlerinin uygulanmasını,
- c) Toz çıkışını önlemek için uygun mühendislik yöntemlerinin kullanılmasını,
- ç) İşyerlerinin çalışma şekline ve çalışanların yaptıkları işe göre, ihtiyaç duyulan yeterli temiz havanın bulunmasını,
- d) Alınan önlemlerin yeterli olmadığı durumlarda çalışanlara tozun niteliğine uygun kişisel koruyucu donanımların verilmesini ve kullanılmasını,
- e) Alınan önlemlerin etkinliğini ve sürekliliğini sağlamak üzere yeterli kontrol, denetim ve gözetim yapılmasını,
- f) İşyerlerinde oluşan atıkların, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ilgili mevzuatına uygun olarak bertaraf edilmesini sağlamaktadır.

### ***Risk değerlendirme***

İşveren, çalışanlarının sağlık ve güvenliğini tehlikeye atacak, işyerinde bulunan tozlardan kaynaklanan olumsuz etkileri belirlemek üzere, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve 29/12/2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği hükümlerine uygun şekilde risk değerlendirme yapmakla yükümlüdür.

Tozlu işlerde yapılacak risk değerlendirmesinde aşağıda belirtilen hususlar özellikle dikkate alınır.

- Ortamda bulunan tozun çeşidi,
- Ortamda bulunan tozun sağlık ve güvenlik yönünden tehlike ve zararları,
- Maruziyetin düzeyi, süresi ve sıklığı,
- Mesleki maruziyet sınır değerleri,
- Toz ölçüm sonuçları,
- Alınması gereken önleyici tedbirleri,
- Varsa daha önce yapılmış olan sağlık gözetimlerinin sonuçları.

### ***Toz ölçümleri***

İşveren, her türlü tozun meydana geldiği işyerlerinde 20/8/2013 tarihli ve 28741 sayılı Resmî Gazete’ de yayımlanan İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmelik hükümleri saklı kalmak kaydıyla;

- a) Risk değerlendirme sonucuna göre belirlenen periyodik aralıklarla toz ölçümlerinin yapılmasını,
- b) İşyerinde çalışanların toz maruziyetinin bulunduğu koşullarda herhangi bir değişiklik olduğunda bu ölçümlerin tekrarlanmasını,
- c) Ölçüm sonuçlarının, mesleki maruziyet sınır değerleri dikkate alınarak değerlendirilmesini,
- ç) İşyerinde yapılacak denetimler için toz ölçümlerinin Genel Müdürlükçe ön yeterlik veya yeterlik belgesi verilen laboratuvarlarca yapılmasını sağlar.

Tozlu ortamlarda risk değerlendirme, toz ölçüm sonuçları ve tozun cinsi dikkate alınarak işyeri hekimi tarafından belirlenen aralıklarda standart (en az 35 x 35 cm) PA

akciğer radyografisi veya dijital akciğer radyografisi ile Solunum Fonksiyon Testi özellikle yapılmaktadır. Ancak maruz kalınan toza göre sağlık üzerine etkileri dikkate alınarak başka tetkikler de istenmektedir. Fizik muayene ile birlikte herhangi bir klinik tablonun ortaya konulmasında çok önem kazanmaktadır. Tozdan etkilenen ana sistemin solunum sistemi olması sebebi ile fizik muayenede bu sisteme yönelik incelemelerin atlanmadan ve dikkatle yapılması gerekmektedir.

## References

1. Ceylan H. Türkiye'de inşaat sektöründe meydana gelen iş kazalarının analizi. International Journal of Engineering Research and Development, 2014; 6(1): 1-6.
2. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. İnşaat sektöründe iş sağlığı gözetim rehberi. 2015: 33.
3. Ercan A. Türkiye'de yapı sektöründe işçi sağlığı ve güvenliğinin değerlendirilmesi. Politeknik Dergisi, 2010: 51.
4. Camkurt MZ. İşyeri çalışma sistemi ve işyeri fiziksel faktörlerinin iş kazası üzerindeki etkisi. TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 2017; 20(6): 82-104.
5. Duman E, Etiler N. İnşaat Sektörü ve İşçi Sağlığı. Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi. 2013: 35-36.
6. Ece M. Yapı İşlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Değerlendirilmesi. İstanbul: 2014.
7. International Union Of Pure and Applied Chemistry Commission on Atmospheric Chemistry JG. Glossary of Atmospheric Chemistry Terms [Internet]. 1990. [20 Kasım 2019 tarihinde erişildi]. Erişim Adresi: <http://www.iupac.org/publications/pac/1990/pdf/6211.2167.pdf>. Pure.Appl.Chem.
8. Akbulut T. İşçi sağlığı ve prensip uygulamaları. 5. Baskı. İstanbul: Sistem Yayıncılık; 1996.
9. EFBWW. C.-B. v. Daha az toz. avrupa inşaat ve ağaç işçileri federasyonu: 2009.
10. Sahidi B. Study of safety improvement for wood dust hazard in furniture. Degree of bachelor of manufacturing engineering. MalaysiaMelaka Technical University; 2007.
11. Topuzoğlu İ. Çalışma hayatında rastlanan tozlar ve sağlık sakıncaları. İş Hekimliği Ders Notları. 1989: 162.
12. Salvendy G. Handbook of human factors and ergonomics. 5. USA: John Wiley&Sons, Inc; 2012.
13. Güyagüler T. Toz. Bilimsel Madencilik Dergisi; 1974: 15.
14. Health and Safety Executive. Asbestos Health and Safety[Internet]. [1 Kasım 2019 tarihinde erişildi]. Erişim Adresi: <http://www.hse.gov.uk/> adresinden alındı.
15. OSHA 3096. Asbestos standard for the construction industry: 2002.
16. Akboğa Ö, Baradan S. Asbestin inşaat sektöründeki yeri ve maruziyetin önlenmesi. TMH. 2011: 72.
17. Ediz İ, Beyhan S, Yuvka Ş. Madencilikte tozlara bağlı meslek hastalıkları. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2001: 116-117.
18. İmamoğlu M, Çolakoğlu G, Aydın İ, Çolak S. Odun işleyen endüstrilerde toz emisyonu ve odun tozlarının çalışanların sağlığı üzerindeki etkileri. Ağaç Makineleri Teknoloji ve Araştırma Dergisi, 2003: 72-73.
19. Tankut AN, Kurban H, Melemez K. Orman endüstri işletmelerinde odun tozunun ergonomik etkilerinin incelenmesi. 2. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu. 2014: 786-792.

20. Abbas R, Roshdy H, Sharaf S. Occupational exposure to airborne wood dust during. *Journal of American Science*, 2013: 660-668.
21. Aydın E, Egemen M. Mermer Toz atığının inşaat sektöründe kullanımı. Conference: III. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi; Girne, KKTC.
22. El-Gammal MI, Ibrahim MS, Badr E-SA, Asker SA, El-GaladNM. Health risk assessment of marble dust at marble workshops. *Nature and Science*, 2011: 144-154.
23. Gürer C, Akbulut H. Ocak atığı mermerler için alternatif bir atık değerlendirme yöntemi. 6. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası.2005: 195-202.
24. Davraz M, Gündüz L. Amorf silika ve endüstriye katkısı. 19. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Fuarı; 2005; İzmir, Türkiye.
25. Tozla Mücadele Yönetmeliği 28812[Internet]. 2013. [2 Kasım 2019 tarihinde erişildi]. Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr> adresinden alındı.