

## Hydrodynamic Model Analysis of an Idealized Bosphorus Case with respect to Switching Steady-State Solutions

Adil SÖZER<sup>1,2\*</sup>, Emin ÖZSOY<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Fatsa Faculty of Marine Sciences, Ordu University, Ordu, Turkey

<sup>2</sup>Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Mersin, Turkey

(Received Date/ Geliş Tarihi: 13.05.2019; Accepted Date/ Kabul Tarihi: 29.05.2019)

### Abstract

Hydrodynamics of the Bosphorus Strait is examined with a three-dimensional ocean model under the idealized conditions, while solving the full set of the primitive equations for the simplified hydrography and geometry of the strait. The response of the idealized model switching from one steady-state to another, from a less frictional case to a more frictional one or vice versa are investigated. The results show that the model is successful in switching from a less frictional state to a more frictional one, but has difficulties in the opposite direction. Inconsistency between the reservoir stratification partly defined by the initial condition and the maximal-exchange characteristic of the steady-state solution of the restarted simulation prevents a successful switch from a well-mixed case to a reduced mixing solution.

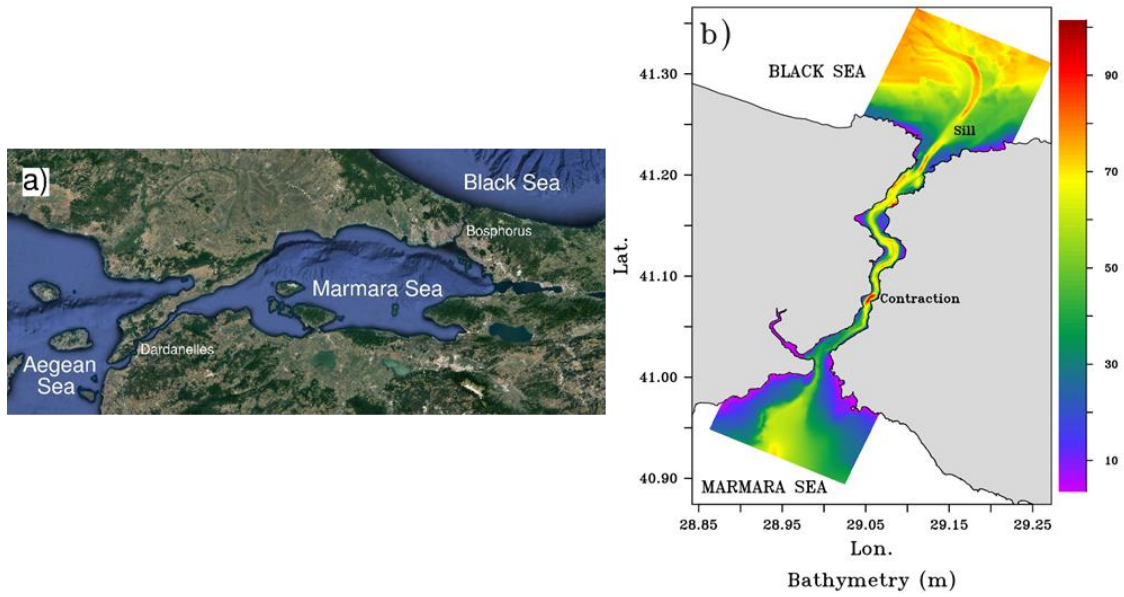
**Keywords:** Idealized Bosphorus Strait; Hydrodynamic modeling; Maximal-exchange

### 1. Introduction

The Turkish Straits System (TSS) provides a restricted connection between the two large inland seas of the Black Sea and the Mediterranean, Figure 1a. It has extremely complex geometry with irregular coastlines where the Sea of Marmara is connected to the Black and the Aegean Seas through the Bosphorus and the Dardanelles straits. With a sharp pycnocline at 25 m separating water masses of Black Sea and Mediterranean Sea origin, TSS has a permanent two-layer stratification (Andersen & Carmack 1984; Ünlüata et al 1990), where the upper-layer displays a seasonal response and the relatively more uniform lower-layer buffers inputs from the Aegean Sea (Beşiktepe et al 1993; 1994; 2000).

The Bosphorus is a narrow strait connecting Black and the Marmara Seas with a total length of ~35 km and an average width of 1.3 km at the surface, corresponding to a distinctive aspect ratio. The strait bathymetry displays great variability in both the along-channel and the cross-channel directions with a maximum depth of ~105 m coinciding with the narrowest section (700m surface width) located at about one-third of the length of the strait from the southern end, Figure 1b. This contracted region, a sill located at ~3.5 km north of the Marmara junction and the northern sill lying on the 'pre-Bosphorus channel' extending onto the Black Sea continental shelf are the three important topographic elements of the Bosphorus Strait. In addition to these three geometrical features, the two main bends of the channel in the northern half of the strait and the abrupt opening to the Marmara Sea in the south are important geometric details of the channel.

\*Sorumlu Yazar/ Corresponding Author: [adilsozer@gmail.com](mailto:adilsozer@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-8674-1461>  
Emin ÖZSOY: [ozsoy@ims.metu.edu.tr](mailto:ozsoy@ims.metu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-1519-0471>



**Figure 1.** a) Location map for Turkish Straits System from Google Earth and b) bottom topography of the Bosphorus Strait.

The Bosphorus strait is the most constricted element of the TSS, and has the most significant role in the two-layer exchange between the Mediterranean and the Black Seas. Apart from all its topographical and geometrical complexities, the contraction and the north sill, the sill being located on the side of the less dense reservoir, has a combined effect making the two-layer exchange through the Bosphorus strait is ideally suited to the support the 'maximal-exchange' regime with due to suitable reservoir conditions, Farmer and Armi (1986).

The transfer through the Bosphorus is basically driven by the hydrostatic pressure difference resulting in the dense water flow from Marmara to the Black Sea in the lower layer and surface flow of lighter water in the opposite direction. The existence of the undercurrent was first explained and verified experimentally by Marsigli (1681), considered to be the first remarkable contribution to oceanography in history and has been honored in the modern age (Defant 1961; Soffientino & Pilson, 2005; Pinardi 2009). The direction of the net barotropic flow is towards the Marmara Sea due to the mean excess of fresh water inputs of the Black Sea, resulting in a superior sea-level on the Black Sea side.

The two-layer stratification roughly defined by a sharp pycnocline descending from the surface at the south-exit towards the bottom at the north sill. On the southern end, in the lower-layer, Marmara Sea possesses constant properties with average temperature and salinity values of 14.5 °C and 38.5 respectively, filling the basin below the halocline, located at a relatively constant depth of 25 m. The upper-layer exhibits seasonal variability with salinity values of  $23 \pm 2$  and temperature values between 7 °C and 22 °C, with higher salinity and lower temperature occurring in winter as a result of cooling and wind driven mixing, as well as decreased inflow from the Black Sea (Ünlüata et al 1990; Beşiktepe et al 1994). On the Black Sea side, the surface salinity is related to the fresh water flux and estimated to vary within  $17.5 \pm 2$  by Çetin (1999) for the period 1992-1998, in agreement with the results of the Özsoy & Ünlüata (1997) for the southwestern

Black Sea during 1986-1992. The surface temperature varies seasonally by surface heating and cooling, dropping to about 4 °C at the surface in winter and reaching to about 25 °C in summer (Ünlüata et al 1990), overlying CIL with core temperatures of ~6.5 °C typically between 25 - 100 m depth at the northern boundary of the strait. These properties at the entrance to the Bosphorus from Black Sea influence salinity and temperature variations through the strait (Ovchinnikov & Popov 1991; Altıok et al 2012; Özsoy et al 2001; Sözer 2013).

Hydraulic adjustments at the three topographic constrictions; north-sill, the contraction and the south-exit, results in abrupt changes with non-linear dynamics in the strait flow as demonstrated schematically in Özsoy et al (1998). The violent and sudden changes occur downstream of these controls, as reported by various observations (Latif et al 1991; Özsoy et al 2001; Gregg & Özsoy 2002) and confirmed by modeling (Sözer 2013). Within the southern part of the strait, from south-exit to contraction with quite complicated geometry and bathymetry, the interface thickens and increased mixing is observed in the upper part of the flow. Similar response is observed in the lower layer flow past the north sill, while almost linear variation occurs in the depth of the thin interface between these two sections. The variation of the zero-velocity surface through the channel is in agreement with the density interface, but stays above the density interface at the northern exit and lies below it at the southern part of the strait, as proposed by Tolmazin (1985), shown by Gregg & Özsoy (2002) and verified with a three-dimensional model by Sözer (2013).

Considering that salinity change with depth is rather small in the Black Sea opening of the Bosphorus strait, and with relatively uniform properties of the lower layer in the Marmara Sea, the most prominent effect on the strait flow is the seasonal change in mixed-layer temperature in response to heating and cooling on the Black Sea side. A very rough estimation for the density difference between the lower layer of the Marmara Sea with almost constant properties and the water column at the Black Sea exit would be ~16 kg/m<sup>3</sup> for the winter months with close values to the summer conditions which is ~2 kg/m<sup>3</sup> larger despite the decrease in salinity due to the very effective seasonal heating/cooling in the Black Sea region.

The excess fresh water inflow into the Black Sea given by Precipitation (P) + River Runoff (R) - Evaporation (E) is estimated as  $300 + 352 - 353 = 300$  km<sup>3</sup>/yr, balanced by the net volume-flux through the Bosphorus. The annual mean upper and lower layer fluxes are estimated by steady-state salt and mass conservation equations, yielding ~600 and ~300 km<sup>3</sup>/yr respectively (Ünlüata et al 1990). However, the net volume flux through the Bosphorus obviously varies seasonally, with maximum values from March and April and minimum in August, Peneva et al (2001). Following the mass budget technique of Ünlüata et al (1990) while utilizing improved estimates of fresh water inflow mainly from Danube, Tuğrul et al (2002) estimated the seasonal flux variations of the Bosphorus with mean annual values consistent with Ünlüata et al (1990). Mean volume-flux estimates by ADCP direct velocity measurements, Özsoy et al (1996) and (1998), demonstrates great variability with increased volume-fluxes from winter to spring and decreased estimates from late summer to autumn, in agreement with the results of Peneva et al (2001). Mean volume-fluxes obtained by ADCP measurements are found be 540 km<sup>3</sup>/yr and 115 km<sup>3</sup>/yr for the upper and lower layers respectively, resulting in considerably larger barotropic transport compared to previous mass balance estimates, possibly by loss of data very close to the bottom. The instantaneous values

reach much larger values of  $\sim 1600 \text{ km}^3/\text{yr}$  and  $\sim 650 \text{ km}^3/\text{yr}$  respectively for the upper and lower layers, as confirmed by other direct measurements, Altıok et al (2010) and Jarosz (2011). The instantaneous net barotropic volume transport through the Bosphorus is quite variable with much larger values than the mean seasonal values, the transient variability in the Bosphorus flow system mainly results from meteorological events within the TSS region with time-scales ranging from a few hours to 10 days; Ünlüata et al (1990), Büyükay (1989), Gunnerson & Özturgut (1974).

In this study, hydrodynamics of the Bosphorus Strait is examined with a three-dimensional ocean model under the idealized conditions, while solving the full set of the primitive equations for the simplified hydrography and geometry of the strait. Similar models have already been developed to understand the dynamics of the Bosphorus flow (Sözer & Özsoy 2002; Oğuz 2005). More recent modeling studies have been successfully implemented utilizing the realistic topography of the Bosphorus Strait (Öztürk et al 2012; Sözer & Özsoy 2017) and covering the complete TSS domain (Sannino et al 2017; Aydoğdu et al 2018) or neighboring Aegean and Black Seas (Stanev et al 2017). In particular, here we examine the idealized model's ability in switching from one steady-state solution to another which differentiate only in terms of the mixing strengths either in vertical or horizontal direction.

## **2. Material and Methods**

### **2.1 Numerical Model, ROMS**

ROMS ([www.myroms.org](http://www.myroms.org)) is a free-surface, terrain-following, primitive equation, open source community ocean model written in F90/F95 with a modular structure and very popular in the scientific community with wide range of applications; Haidvogel et al (2000), Wilkin et al (2005) and Hedström (2009). The model is a successor of SCRUM introduced by Song & Haidvogel (1994). Various sub-models for biogeochemical (Fennel et al 2006), sedimentary (Warner et al, 2008) and sea-ice (Budgell 2005) are optionally available in ROMS. The code can be run in serial mode but also includes very efficient parallelization options with domain partitioning.

The model solves the Reynolds averaged Navier-Stokes equations, under the hydrostatic and Boussinesq approximations on orthogonal curvilinear/rectilinear coordinates with an Arakawa "C" grid arrangement (Arakawa & Lamb 1977) in the horizontal while utilizing a stretched topography following vertical coordinate system discretized with a staggered vertical stencil in the vertical direction. In addition to the availability of boundary fitted curvilinear grids, land/sea masking of the horizontal grid points enables coastal applications with irregular coastlines. Free-slip or no-slip boundary conditions can be set for the tangential velocity components on the lateral surface of the masked cells or in the vicinity of lateral open boundaries set to "wall boundary" conditions. Various methods for the treatment of open boundaries are readily available in the model code. Such as the Orlanski radiation boundary condition where a local phase speed normal to and outwards from the boundary is used to radiate the waves out which is originally developed in one direction, Orlanski (1976) and further extended to include all three directions by Raymond and Kuo (1984), but implemented in only two horizontal directions in ROMS.

Bottom stress at the sea floor can be defined as linear, quadratic, or logarithmic terms. The surface boundary condition for the salinity is a function of evaporation and

precipitation, while the surface heat flux is computed from the surface temperature and the atmospheric fields via the use of atmospheric bulk flux routine which is also utilized for the computation of the surface wind stress from the wind data. As in the case of surface, it is possible to set a flux value for the scalar quantities at the bottom, which is generally set to zero in most of the applications, Hedström (2009). Indeed, in idealized simulations performed in this study, all vertical fluxes except the bottom stress are set to zero.

The presence of a free-surface imposes a more severe time-step than any of the internal processes, therefore numerical solution is performed by coupling the external mode, depth integrated, and the internal mode, vertically varied, equations where full set of the equations are solved by means of a split time-step method while a short time-step is used in the integration of the external mode, Hedström (2009).

The strength of the Laplacian and biharmonic horizontal viscosity and diffusion can be defined by predefined constants or by the horizontal shear dependent Smagorinsky method (Smagorinsky 1963) utilized for the computation of eddy harmonic and biharmonic constants, (Griffies & Hallberg 2000). However, horizontal viscosity and diffusion acting along constant  $s$ -surfaces (topography following surfaces) is often not satisfactory and may lead to spurious vertical mixing in the presence of sharp topography, therefore ROMS has the option of rotated mixing tensors for the Laplacian and biharmonic operators which provide options for mixing on constant geopotential surfaces and constant in-situ density surfaces in addition to the horizontal mixing on constant  $s$ -surfaces. In addition to the simplest definition of vertical viscosity and diffusion in the form of fixed constants, various types of local, Mellor & Yamada (1982) and Generic Length Scale (GLS) parametrization (Umlauf & Burchard 2003), or nonlocal, K-Profile boundary layer formulation by Large et al (1994) including surface and oceanic boundary layers, are implemented in the source code for the definition of the vertical mixing. The comparison of these methods can be found in many studies such as Warner et al (2005) and Durski (2004).

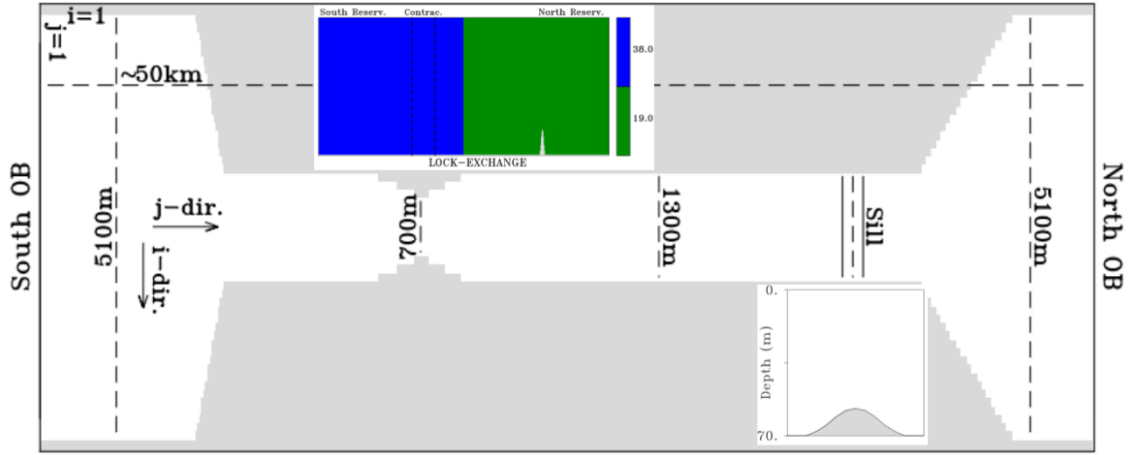
ROMS is a constantly developing multi-purpose ocean model project supported by a large community, therefore it is not possible to give a complete coverage of the model abilities here, but further details such as the numerical solution technique and coordinate transformation can easily be followed from the available online sources.

## ***2.2 Idealized Model***

### ***2.2.1 Model Grid***

The geometry of the Bosphorus Strait is idealized with a contracting channel, ~34 km in length and 1300 m in width, which has a 4 km long symmetric contraction lying at one-third of its length from the south end of the channel with a width of 700 m at the narrowest section, Figure 2. The abrupt openings to the Marmara and the Black Seas are adjoined with two relatively large reservoirs. A sill with Gaussian shaped topography, 1 km in length, extends in the north-south direction where the channel joins the northern reservoir. The bottom is otherwise flat with a constant depth of 70 m excluding the sill region which has a crest height of 13 m above the flat bottom. The model domain is discretized on a 55\*512\*35 rectilinear grid, where  $dx=100$  m and  $dy=100$  m. There are 35 topography following vertical  $s$ -levels resulting in a vertical resolution of 1.6-2.0 m. The channel geometry is outlined by land masking of the grid cells and lateral

boundaries of the model grid are defined by two masked grid sections in east and west sides approaching a width of 5100 m in both reservoirs. Although the Bosphorus Strait geometry is too complex for a simplified representation, we minimally represent its most significant features in the idealized model, keeping elements with a primary influence on the exchange flows: these are the contraction, the north sill and the south-exit, with realistic dimensions.



**Figure 2.** Layout of the idealized Bosphorus Model and the demonstration of the Lock-Exchange (LE) initial condition (top insert).

### 2.2.2 Initial Conditions

The baroclinic flow in the strait is allowed to develop from simple hydrographic conditions which are initially at rest: the model is started from a lock-exchange (LE) initial condition consisting of water masses with contrasting salinities filling the north and south reservoirs and meeting at mid-channel, while the temperature is taken out of the nonlinear equation of state used in the model. Since the strong salinity gradient has greater contribution to the density difference between the two ends of the strait, while lowering the computational cost. The LE initial condition shown in Figure 2, having salinity values of 38.0 and 19.0 at south and north respectively corresponds to an initial density difference of  $14.6 \text{ kg/m}^3$ .

### 2.2.3 Physical and Numerical Setup

Within the scope this study, numerical simulations are performed around a central run, which will be called as “BASE” in the rest of the text. The configuration for this BASE simulation is summarized below.

Laplacian mixing in the vertical, and along constant geopotential surfaces in the horizontal are assumed, with eddy mixing constants of  $K_v=0.0001 \text{ m}^2/\text{s}$  and  $K_h=15.0 \text{ m}^2/\text{s}$  respectively for both momentum and salinity. The three-dimensional variables are radiated at the open boundaries while the two-dimensional variables are treated according to the gradient boundary condition, except for the south-north component depth averaged velocity which is clamped at the south edge resulting in a net volume-flux of  $3500 \text{ m}^3/\text{s}$  from the north to the south, a comparable value with the actual mean annual value of  $\sim 10000 \text{ m}^3/\text{s}$  from the Black Sea to the Sea of Marmara (Ünlüata et al, 1990). No-slip boundaries are assumed at the side-walls, while a quadratic bottom

friction with  $RDRG2=0.005$  is implied at the bottom. Considering that the internal Rossby Radius of Deformation is significantly larger than the channel and the reservoir widths in the model, the rotation of the earth is ignored. Due to the sharp gradients of salinity maintained in the model, the recursive MPDATA advection scheme (Smolarkiewicz 2006) is selected to prevent over/under shooting in the salinity field and defaults schemes are utilized for 2d and 3d momentum. The model is started from the LE initial condition with a considerably small baroclinic time-step of 3.5 seconds and a 20 times smaller barotropic time-step (to ensure stable integrations) for a total duration of  $\sim 1$  day.

The use of a constant net volume-flux without the time-dependent effects clearly is a great simplification of the physical system, limiting the solution to the steady-state case. However, this approximation only and optimistically searches for the steady-state solution for a constant net volume-flux through the channel, while providing the resultant free-surface response corresponding to the specified net barotropic flux and density difference.

### ***2.3 State Switching Simulations***

In this study, the response of the idealized model switching from one steady-state to another, from a less frictional case to a more frictional one or vice versa are investigated. A total of 11 simulations, including the central simulation (BASE), is performed (tabulated in Table 1). Experiments starting from the LE initialization with different  $K_h$  and  $K_v$  combinations (centered around the BASE simulation) given in the first five rows of the table. The following six state switching simulations in the table are named as; BASE=>HVM, BASE=>LVM, HVM=>BASE, BASE=>HHM, BASE=>LHM and HHM=>BASE. A self-explanatory naming method is used in all of the experiments with the naming convention explained in the second column of the table. Cumulative duration of the simulations are 1.01 days for the LE experiments and 2.02 days for the restarted cases. Five LE initialized experiments and the following six state switching simulations tabulated in the table have exactly the same physical and numerical configurations except for the Laplacian constants or/and the initial conditions.

Briefly, there are two groups of simulations presented in the Table 1, the first group consists of 5 simulations starting from a LE initial condition while the following six cases belonging the second group are the restarted solutions initialized from the final states of the three simulations (BASE, HVM and HHM) of the first group. The second group is divided into two subsets; the first three simulations with increased/decreased vertical mixing and the last three cases with increased/decreased horizontal mixing.

**Table 1.** Summary of the switching state solutions with different horizontal and vertical mixing strengths, LE refers to lock-exchange initialization.

	<b>Simulation</b>	<b>Explanation</b>	<b>Initial Condition</b>	<b><math>K_h</math> (m<sup>2</sup>/s)</b>	<b><math>K_v</math> (m<sup>2</sup>/s)</b>
<b>LE Solutions</b>	BASE	Central Run	LE	15	10 <sup>-4</sup>
	HVM	High Vert. Mix.	LE	15	10 <sup>-3</sup>
	LVM	Low Vert. Mix.	LE	15	10 <sup>-5</sup>
	HHM	High Hor. Mix.	LE	45	10 <sup>-4</sup>
	LHM	Low Hor. Mix.	LE	5	10 <sup>-4</sup>
<b>Restarted Solutions</b>	BASE=>HVM	To High Vert. Mix.	BASE	15	10 <sup>-3</sup>
	BASE=>LVM	To Low Vert. Mix.	BASE	15	10 <sup>-5</sup>
	HVM=>BASE	To Low Vert. Mix.	HVM	15	10 <sup>-4</sup>
	BASE=>HHM	To High Hor. Mix.	BASE	45	10 <sup>-4</sup>
	BASE=>LHM	To Low Hor Mix.	BASE	5	10 <sup>-4</sup>
	HHM=>BASE	To Low Hor. Mix.	HHM	15	10 <sup>-4</sup>

### 3. Results and Discussion

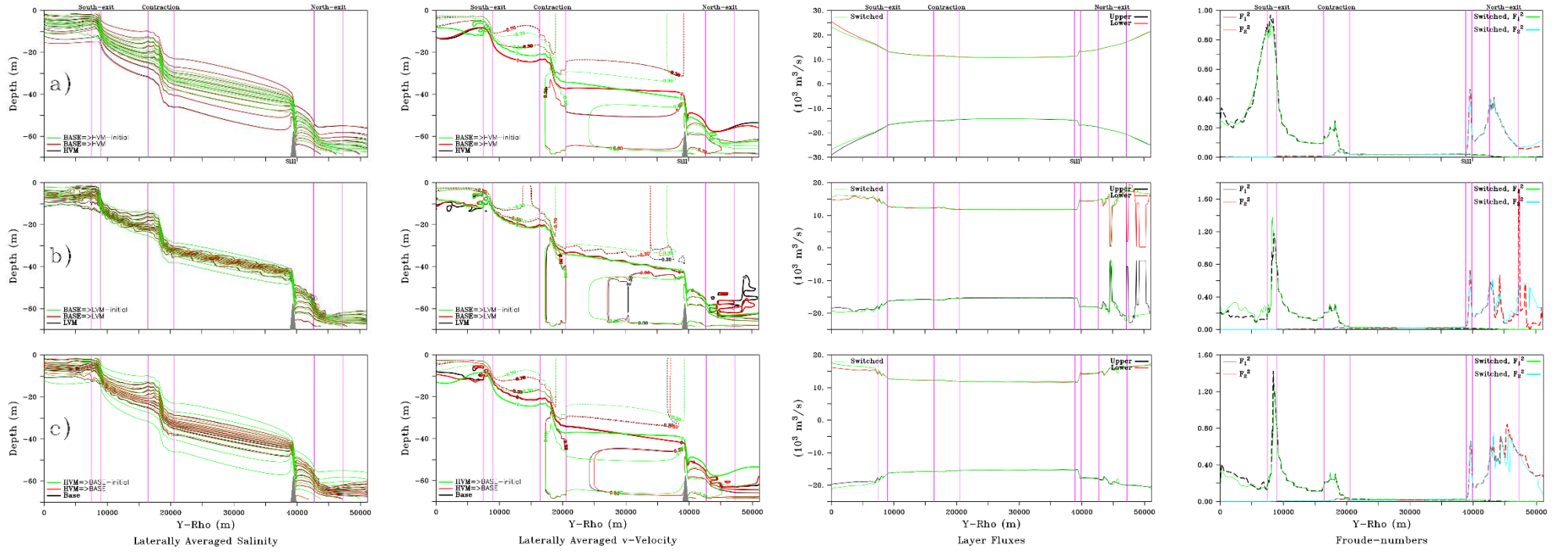
The following discussion of the results is mainly based on the comparison of the resultant along-channel salinity, along-channel velocity (v-velocity) responses of the restarted solutions with the LE initialized equivalents and also includes comparison of layer fluxes and the two-layer Froude-number responses estimated from the layer averaged properties defined by the zero-velocity surface.

For the first subset of the experiments the model is restarted with an increased or decreased vertical mixing coefficient ( $K_v$ ). Comparison of these restarted solutions (BASE=>HVM, BASE=>LVM and HVM=>BASE) with the LE initialized equivalents (HVM, LVM and BASE) in terms along-channel salinity, velocity, layer fluxes and Froude-number responses at the final state of the solutions are given in Figure 3. For these three restarted simulations, the model successfully adjusts the thickness and the slope of the interface according to the vertical mixing constant used and resulted in similar results which are almost exactly the same in terms of salinity and velocity

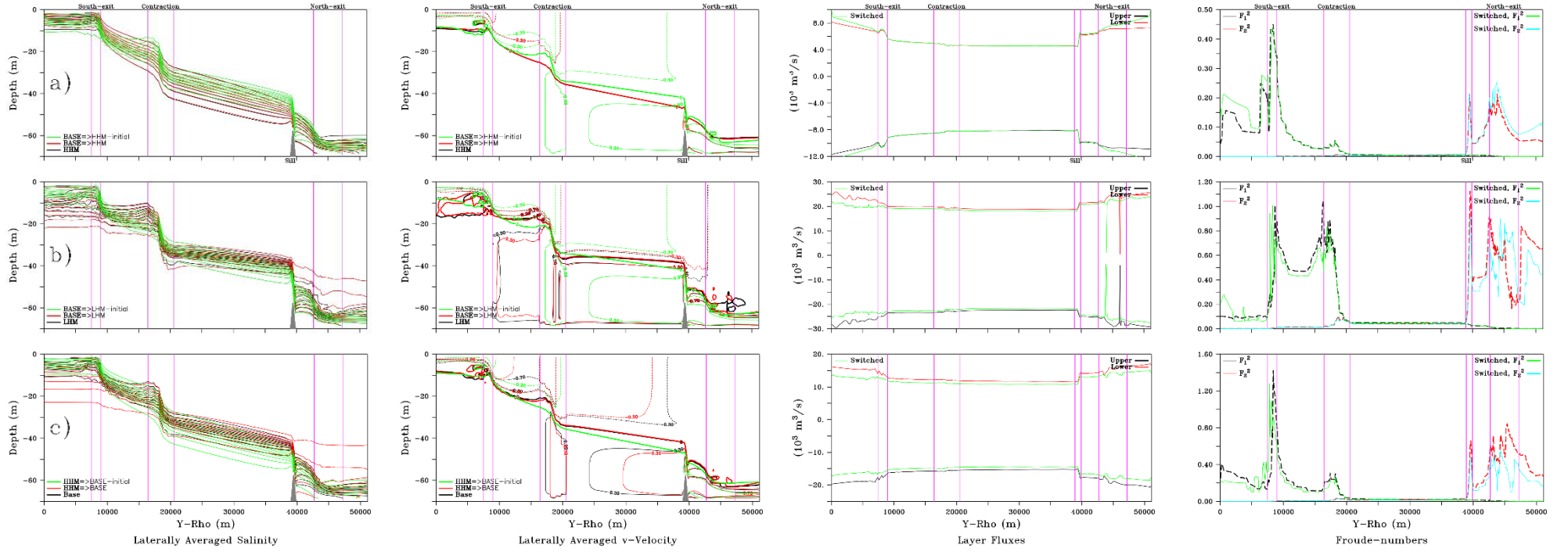


responses with the equivalent LE initialized solution within the region from the south-exit to the sill. Despite minor differences between the switched and the LE solutions within the reservoirs, the along-channel volume-flux response of the layers and the along-channel response of the layer Froude-numbers are almost identical within the inner channel. Discrepancies observed within the reservoirs is partially due to the interaction of the initial level of the salinity interface at the reservoirs with the open boundary conditions. Since there is only a radiation condition for the salinity and the along-channel 3d velocity field at the open boundaries, the model ensures to enforce upstream conditions at the boundaries, specifying the internal value during outflow and persisting the interior values whenever an inflow exists. However, the initialization cannot be held completely responsible for these differences, especially for the cases BASE=>LVM and HVM=>BASE in which the model has already problems in dealing with the fast very thin outflows of upper and lower layers at the reservoirs. Numerical instabilities within these regions are apparent from the noisy behavior of the along-channel sections, but the model can be safely considered as quite successful in switching from one state to another regardless of the direction of change; either towards the less or the more frictional state.

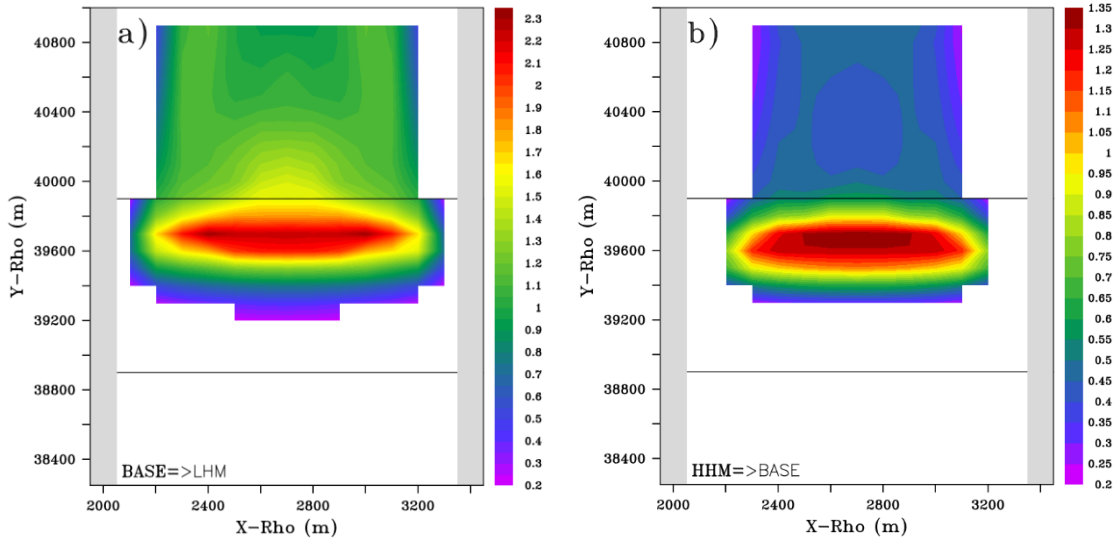
For the second subset of the restarted solutions where horizontal mixing is changed, (BASE=>HHM, BASE=>LHM, and HHM=>BASE) the results are direction dependent. The case BASE=>HHM where the BASE solution is forced to a state with a larger  $K_h$ , the solution is equivalent with the LE initialized equivalent (HHM) as in the case of the first subset demonstrating perfect agreement within the channel and minor differences at the boundaries, Figure 4. For the other two experiments where model is forced from a higher to lower frictional state, the salinity response within the reservoirs is distinctively different than the LE initialized equivalents, and although the velocity response within the reservoirs is quite noisy, a clear deficiency between the switched and the LE solution is observed. The difference between the switched and the LE equivalent solution is not limited to the salinity stratification within the reservoirs but also slightly different salinity and velocity responses are observed within the channel probably due to the increased thickness of the salinity interface at the boundaries. In agreement with the difference in along-channel velocity response, layer fluxes of the switched solutions are also less than the LE equivalents due to the decreased density difference between the reservoirs. However, the similarity of the along-channel interface and the Froude-number responses between the switched and the LE solutions suggests that the hydraulic responses from south-exit to sill are similar to each other with existing controls at the south-exit and at the sill. The upper-layer control is very clear at the south-exit for both of the switched solutions, but not recognizable at the sill with estimations of  $F^2_2 < 1.0$  which is also lower than the LE equivalent counterparts. However, estimations of  $F^2$  based on the layer averaged properties defined by the zero velocity surface is quite conservative, but a two-layer sense of control at the sill for these two solutions is apparent from the two-dimensional response of the energy corrected ( $M_3$  corrected, Sözer & Özsoy 2017) responses of  $F^2_2$  over the sill as demonstrated in Figure 5.



**Figure 3.** Comparison of the along-channel responses for the laterally averaged salinity, v-velocity, layer fluxes and  $F^2$  defined by the zero velocity surface between the LE equivalent cases and the switched state solutions; a) BASE=>HVM vs HVM, b) BASE=>LVM vs LVM and c) HVM=>BASE vs BASE, in the contour plots (with the very same levels for the three colors) LE equivalent solution is demonstrated by black color, the initial condition of the switched experiment and the corresponding solution are given by green and red colors respectively; for flux responses, LE equivalent solution is demonstrated by black ( $Q_1$ ) and red ( $Q_2$ ) lines and the switched solution is plotted in green color;  $F_1^2$  (black) and  $F_2^2$  (red) are given by dashed lines for the LE equivalent case, while the switched solution responses are given by green ( $F_1^2$ ) and light blue ( $F_2^2$ ) colors, location of the topographic changes are marked with purple lines. Subscripts, 1 and 2 corresponds to upper and lower layers respectively.



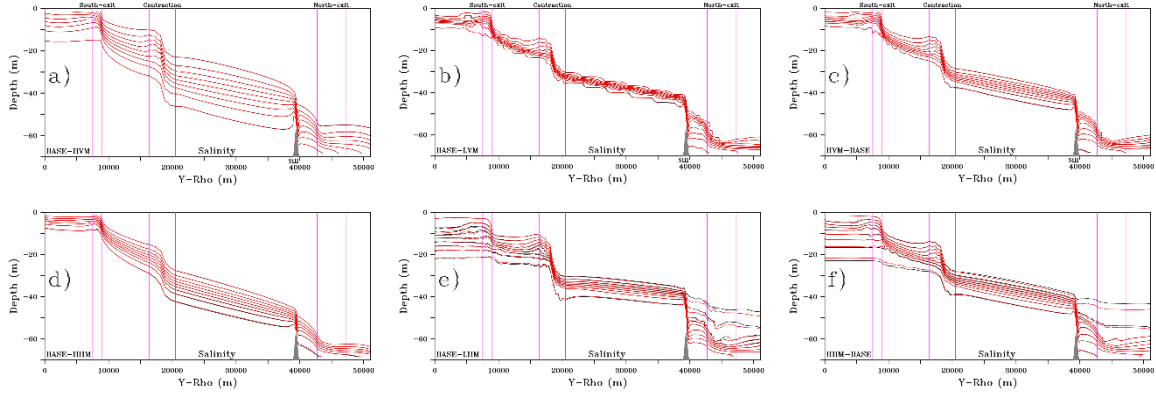
**Figure 4 .** Comparison of the along-channel responses for the laterally averaged salinity,  $v$ -velocity, layer fluxes and  $F^2$  defined by the zero velocity surface between the LE equivalent cases and the switched state solutions; a) BASE=>HHM vs HHM, b) BASE=>LHM vs LHM and c) HHM=>BASE vs BASE, in the contour plots (with the very same levels for the three colors) LE equivalent solution is demonstrated by black color, the initial condition of the switched experiment and the corresponding solution are given by green and red colors respectively; for flux responses, LE equivalent solution is demonstrated by black ( $Q_1$ ) and red ( $Q_2$ ) lines and the switched solution is plotted in green color;  $F_1^2$  (black) and  $F_2^2$  (red) are given by dashed lines for the LE equivalent case, while the switched solution responses are given by green ( $F_1^2$ ) and light blue ( $F_2^2$ ) colors, location of the topographic changes are marked with purple lines. Subscripts, 1 and 2 corresponds to upper and lower layers respectively



**Figure 5.** Two-dimensional variation of energy corrected  $F_2^2$  (lower-layer Froude-number) over the sill region based on the two-layer approximation defined by the zero velocity surface for the cases; a) BASE=>LHM and b) HHM=>BASE, regions with  $F^2 < 0.2$  are excluded.

Among these six experiments; we see that, for only the two of them; HHM=>BASE and BASE=>LHM, corresponding to the restarted solutions with decreased  $K_h$  values, the model can be considered to be slightly unsuccessful in switching to the LE equivalents due to the significant differences in the salinity responses within the reservoirs and slightly different results within the channel. For the rest of the experiments the difference between the switched and the LE solutions is insignificant. Actually, for these two cases the difference between the LE and the switched solutions is not only limited with the salinity responses within the reservoirs, but also these solutions display at least slightly unsteady responses while persisting a slow but continuous change of salinity stratification at the reservoirs at the final time-level of the model, Figure 6. For these two restarted cases, HHM=>BASE and BASE=>LHM (from high frictional to low-frictional state), the switched maximal-exchange solution is distinctively different than the initial steady-state solution, the model is able to adjust the exchange according to the this new solution successfully within the region from south-exit to the sill according to the nature of the maximal-exchange phenomenon where the information can only propagate away from this region. However, we know that the solutions developed under the influence of the boundary conditions are dependent on the initial level of the salinity interface within the reservoirs, reaching a steady-state solution either with a maximal-exchange response or with the drowned control conditions at the south-exit or at the sill, Sözer & Özsoy (2017). When the adjustment is not started from an already achieved steady-state, the governing solution and the driving forces, density difference for instance, are in a mutual interaction and shaping each other, thus an unsteady response due to an inconsistency is not observed. For the switched state solutions from one controlled solution to another, since the steady-state conditions did not develop together with this feedback, the possibility of an unsteady-solution is possible and observed in these two experiments due to the significant difference between the initialization and the equivalent LE

solution. This unsteady response is not observed for the BASE=>HHM despite the significant difference between the steady-state solutions of the BASE and HHM cases owing to the direction of less frictional to more frictional transition. The lack of this unsteady behavior for the restarted solutions with reduced  $K_v$  values is possibly due to the less significant effect of  $K_v$  on the two-layer exchange flow for the investigated parameter range.



**Figure 6.** Comparison of the along-channel laterally averaged salinity for the last two time-levels (with the very same contour levels), Day=1.62 (red) and Day=2.02 (black), of the solutions; a) BASE=>HVM, b) BASE=>LVM c) HVM=>BASE, d) BASE=>HHM, e) BASE=>LHM and f) HHM=>BASE.

#### 4. Conclusions

In this sensitivity study, a three-dimensional numerical ocean model's ability in switching from one steady-state to another, from a less frictional case to a more frictional one or vice versa, was investigated for the case of an idealized Bosphorus Strait model. The model can be considered as successful in switching from a less frictional state to a more frictional one, which is quite predictable due to the direction of the frictional change. However the model response when a steady-state solution of a well-mixed frictional simulation is restarted with reduced mixing coefficients is not obvious. The model is not successful in switching from higher to lesser horizontal mixing state and can be considered as partially successful for the cases where the vertical mixing is reduced which is probably due to the less significant effect of  $K_v$  on the flow for the investigated parameter range.

This sensitivity study test is aimed to be helpful in two aspects, the first one is based on a realistic physical phenomenon; e.g. how the dynamics of the flow responds while recovering from a strongly altered vertical stratification due to a strong wind over a short period. The second one aims to test whether the numeric of the model is able to switch between solutions of different frictional configurations correctly, which will be important in the realistic simulations with real topography and hydrography where the model is driven to the intended solutions by successive restarts in order to reduce the computational cost of a Bosphorus Strait model.

## References

1. Altiok H, Sur H İ & Yüce H (2012). Variation of the cold intermediate water in the Black Sea exit of the Strait of İstanbul (Bosphorus) and its transfer through the strait. *Oceanologia* **54**(2): 233.
2. Altiok H, Sur H İ, Müftüoğlu A E & Yüce H (2010). Temperature, Salinity, and Flow Variations in the Strait of Istanbul (Bosphorus), in 2010-Rapp. Comm. Int. Mer Medit., vol. 39, p. 85, CIESM Congress (Venice 2010), CIESM: Mediterranean Science Commission, Monaco.
3. Andersen J J E C & Carmack E C (1984). Observations of Chemical and Physical Fine-structure in a Strong Pycnocline, Sea of Marmara. *Deep-Sea Res.*, **2**: 877-886.
4. Arakawa A & Lamb V R (1977). Methods of computational physics. *New York: Academic Press* **17**: 173-265.
5. Aydoğdu A, Pınardı N, Özsoy E, Danabasoglu G, Gürses Ö & Karspeck A (2018). Circulation of the Turkish Straits System under interannual atmospheric forcing. *Ocean Science* **14**: 99-1019.
6. Beşiktepe Ş, Özsoy E, Latif M A & Oğuz T (2000). Marmara Denizi'nin hidrografisi ve Dolaşımı, (Hydrography and Circulation of the Marmara Sea). Marmara Sea 2000 Symposium, İstanbul, Nov. 11-12, 2000, 14 pp.
7. Beşiktepe Ş, Özsoy E & Ünlüata Ü (1993). Filling of the Marmara Sea by the Dardanelles lower layer inflow. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **40**(9): 1815-1838.
8. Beşiktepe Ş T, Sur H İ, Özsoy E, Latif M A, Oğuz T & Ünlüata Ü (1994). The circulation and hydrography of the Marmara Sea. *Progress in Oceanography* **34**(4): 285-334.
9. Budgell W P (2005). Numerical simulation of ice-ocean variability in the Barents Sea region. *Ocean Dynamics* **55**(3-4): 370-387.
10. Büyükkay M (1989). The surface and internal oscillations in the Bosphorus, related to meteorological forces. M. Sc. Thesis, Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Erdemli, İçel, Turkey, 169s.
11. Çetin N (1999). Analysis of the exchange flow through the Bosphorus Strait. Diss. M. Sc. Thesis, Institute of Marine Sciences, METU, Erdemli, Mersin.
12. Defant, A. (1961). *Physical Oceanography*. Pergamon Press, London, 1961. Vol. 1, pp. xvi + 729; Vol. 2, pp. Viii + 598.
13. Durski S M, Glenn S M & Haidvogel D B (2004). Vertical mixing schemes in the coastal ocean: Comparison of the level 2.5 Mellor-Yamada scheme with an enhanced version of the K profile parameterization. *Journal of Geophysical Research: Oceans* **109**(C1).
14. Farmer D M & Armi L (1986). Maximal two-layer exchange over a sill and through the combination of a sill and contraction with barotropic flow. *Journal of Fluid Mechanics* **164**:53-76.
15. Fennel K, Wilkin J, Levin J, Moisan J, O'Reilly J & Haidvogel D (2006). Nitrogen cycling in the Middle Atlantic Bight: Results from a three-dimensional model and implications for the North Atlantic nitrogen budget. *Global Biogeochemical*

Cycles **20**(3).

16. Gregg M C & Özsoy E (2002). Flow, water mass changes, and hydraulics in the Bosphorus. *Journal of Geophysical Research: Oceans* **107**(C3).
17. Griffies S M & Hallberg R W (2000). Biharmonic friction with a Smagorinsky-like viscosity for use in large-scale eddy-permitting ocean models. *Monthly Weather Review* **128**(8): 2935-2946.
18. Gunnerson C G & Özturgut E (1974). The Bosphorus. In: The Black Sea-Geology, Chemistry, and Biology (eds. Degens, ET and Ross, DA). *American Association of Petroleum Mem.* **20**: 99-115.
19. Haidvogel DB, Arango HG, Hedström K, Beckmann A, Malanotte-Rizzoli P & Shchepetkin AF (2000). Model evaluation experiments in the North Atlantic Basin: simulations in nonlinear terrain-following coordinates. *Dynamics of Atmospheres and Oceans* **32**(3): 239-281.
20. Hedström K S (2009). DRAFT Technical Manual for a Coupled Sea-Ice. *Ocean Circulation Model (Version 3), US Department of the Interior, Mineral Management Service, Anchorage, Alaska, Arctic Region Supercomputing Center, University of Alaska Fairbanks, Contract M07PC13368.*
21. Jarosz E, Teague W J, Book J W & Beşiktepe Ş (2011). Observed volume fluxes in the Bosphorus Strait. *Geophysical Research Letters* **38**(21).
22. Large W G, McWilliams J C & Doney S C (1994). Oceanic vertical mixing: A review and a model with a nonlocal boundary layer parameterization. *Reviews of Geophysics* **32**(4): 363-403.
23. Latif M A., Özsoy E, Oğuz T & Ünlüata Ü (1991). Observations of the Mediterranean inflow into the Black Sea. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers* **38**: 711-723.
24. Marsigli L F (1681). Osservazioni intorno al Bosforo Tracio overo Canale di Constantinopoli rappresentate in lettera all sacra real maesta di Cristina Regina di Svezia, Roma, 108p.
25. Mellor G L & Yamada T (1982). Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems. *Reviews of Geophysics* **20**(4): 851-875.
26. Oğuz T (2005). Hydraulic adjustments of the Bosphorus exchange flow. *Geophysical research letters* **32**(6).
27. Orlanski I (1976). A simple boundary condition for unbounded hyperbolic flows. *Journal of computational physics* **21**(3): 251-269
28. Ovchinnikov I M, Popov, Yu I (1991). Evolution of the Cold Intermediate Layer in the Black Sea. *Oceanology* **27**: 555-560.
29. Özsoy E & Ünlüata Ü (1997). Oceanography of the Black Sea: a review of some recent results. *Earth-Science Reviews* **42**(4): 231-272.
30. Özsoy E, Di Iorio D, Gregg M C & Backhaus J O (2001). Mixing in the Bosphorus Strait and the Black Sea continental shelf: observations and a model of the dense water outflow. *Journal of marine systems* **31**(1): 99-135.
31. Özsoy E, Latif M A, Beşiktepe S, Çetin N, Gregg M C, Belokopytov Goryachkin Y & Diaconu V (1998). The Bosphorus Strait: Exchange Fluxes, Currents and Sea-Level Changes. *NATO Science Series 2 Environmental Security* **47**(2): 1-28.
32. Özsoy E, Latif M A, Sur H İ & Goryachkin Y (1996). A review of the exchange flow

- regime and mixing in the Bosphorus strait. *Bulletin-Institut Oceanographique Monaco-Numero Special* 187-204.
33. Öztürk M, Ayat B, Aydoğan B & Yüksel Y (2012). 3D Numerical Modeling of Stratified Flows: Case Study of the Bosphorus Strait. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering* **138**(5): 406-419.
  34. Peneva E, Stanev E, Belokopytov V & Le Traon P Y (2001). Water transport in the Bosphorus Straits estimated from hydro-meteorological and altimeter data: seasonal to decadal variability. *Journal of Marine Systems* **31**(1): 21-33.
  35. Pinardi N (2009). Misurare il mare: Luigi Ferdinando Marsili nell'Egeo e nel Bosforo, *Bononia University Press* 1679-1680.
  36. Raymond W H, Kuo H L (1984). A radiation boundary condition for multi-dimensional flows. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* **110**(464): 535-551.
  37. Sannino G, Sözer A & Özsoy E (2017). A high-resolution modelling study of the Turkish Straits System. *Ocean Dynamics* **67**(3-4): 397-432.
  38. Smagorinsky J (1963). General circulation experiments with the primitive equations: I. the basic experiment. *Monthly weather review* **91**(3): 99-164.
  39. Smolarkiewicz P K (2006). Multidimensional positive definite advection transport algorithm: an overview. *International journal for numerical methods in fluids* **50**(10): 1123-1144.
  40. Soffientino B & Pilson M E Q (2005). The Bosphorus Strait. A Special Place in the History of Oceanography. *Oceanography* **18**(2): 16-23.
  41. Song Y, & Haidvogel D (1994). A semi-implicit ocean circulation model using a generalized topography-following coordinate system. *Journal of Computational Physics* **115**(1): 228-244.
  42. Sözer A & Özsoy E (2002). A three-dimensional model of Bosphorus Strait dynamics. In *The 2nd Meeting on the Physical Oceanography of Sea Straits, Villefranche, 15th* (pp. 207-210).
  43. Sözer A (2013). *Numerical modeling of the bosphorus exchange flow dynamics* (Doctoral dissertation, Ph. D. thesis, Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Erdemli, Mersin, Turkey).
  44. Sözer A, Özsoy E (2017). Modeling of the Bosphorus exchange flow dynamics. *Ocean dynamics* **67**(3-4): 321-343.
  45. Stanev E V, Grashorn S & Zhang Y J (2017). Cascading ocean basins: numerical simulations of the circulation and interbasin exchange in the Azov-Black-Marmara-Mediterranean Seas system. *Ocean Dynamics* **67**(8): 1003-1025.
  46. Tolmazin D (1985). Changing coastal oceanography of the Black Sea II: Mediterranean effluent. *Progress in oceanography* **15**(4): 277-316.
  47. Tuğrul S, Beşiktepe T & Salihoğlu I (2002). Nutrient exchange fluxes between the Aegean and Black Seas through the Marmara Sea. *Mediterranean Marine Science* **3**(1): 33-42.
  48. Umlauf L & Burchard H (2003). A generic length-scale equation for geophysical turbulence models. *Journal of Marine Research* **61**(2): 235-265.
  49. Ünlüata Ü, Oğuz T, Latif M A & Özsoy E (1990). On the physical oceanography of the Turkish Straits. In *The physical oceanography of sea straits* (pp. 25-60). Springer Netherlands.



50. Warner J C, Sherwood C R, Arango H G & Signell R P (2005). Performance of four turbulence closure models implemented using a generic length scale method. *Ocean Modeling* **8**(1): 81-113.
51. Wilkin J L, Arango H G, Haidvogel D B, Lichtenwalner C, Glenn S M & Hedström K S (2005). A regional ocean modeling system for the Long-term Ecosystem Observatory. *Journal of Geophysical Research: Oceans* **110**(C6).

## ‘Çakıldak’ Fındık Çeşidinde Rakıma Göre Kusurlu Meyve ve Sağlam İç Oranlarının Değişimi

Erhan BOZKURT<sup>1</sup>, Saim Zeki BOSTAN<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi, Akdağmadeni Meslek Yüksekokulu, Yozgat

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu

(Geliş Tarihi/Received Date: 23.01.2019; Kabul Tarihi/Accepted Date: 15.05.2019)

### Öz

Bu araştırma, 2008 ve 2009 yıllarında Ordu ili Kabataş ilçesinde ‘Çakıldak’ fındık çeşidinde ait 400 m, 600 m ve 800 m rakımlı bahçelerde yürütülmüştür. Çalışmada küçük meyve, buruşuk iç, boş meyve, çift iç ve sağlam iç oranlarının farklı rakımlara göre değişimi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda her iki yılda da küçük meyve, buruşuk iç, boş meyve ve çift iç oranlarının rakımlara göre değişiminin önemli olmadığı, sağlam iç oranının ise her iki yılda da rakımlara göre değişiminin önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek sağlam iç oranı 400 m ve 600 m rakımdaki bahçelerde, en düşük oran ise 800 m rakımdaki bahçelerde belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fındık, Rakım, Meyve Kusurları, Sağlam İç, ‘Çakıldak’

## Variation in Nut-Kernel Defects and Good Kernels of ‘Çakıldak’ Hazelnut at Different Elevations

### Abstract

This research was carried out in 2008 and 2009 in ‘Çakıldak’ hazelnut orchards at elevations of 400 m, 600 m and 800 m in Kabataş district of Ordu province (Turkey). It was aimed to investigate the variations in small nut, shriveled kernel, blank nut, double kernel and good kernel percentages at different elevations. Results showed that the variations of percentages of small nut, shriveled kernel, blank nut and double kernel at different elevations were not significant, and the good kernel percentages were significant at two years. The highest good kernel percentages were determined at 400 m and 600 m elevations, and the lowest were in 800 m.

**Keywords:** Hazelnut, Elevation, Nut-Kernel Defects, Good Kernel, ‘Çakıldak’

\* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: [szbostan@hotmail.com](mailto:szbostan@hotmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-6398-1916>  
Erhan Bozkurt: [erhan.bozkurt@bozok.edu.tr](mailto:erhan.bozkurt@bozok.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-1931-5454>

Bu makale Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Erhan BOZKURT tarafından tamamlanan Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır.

## 1. Giriş

Fındık, Fagales takımının Betulaceae familyasının Corylaea alt familyasının *Corylus* cinsine girer. Fındığın en yaygın bilinen tür adı *Corylus avellana* L.' dir. Ülkemizde yetiştirilen fındıklar *Corylus avellana* ile *Corylus maxima*'nın melezleri olarak bilinmektedir. Türk fındığı ise *Corylus colurna* L.'dir (Ayfer ve ark., 1986).

*Corylus avellana* L. türü içerisinde büyük bir genetik çeşitlilik bulunmakta ve günümüzün çoğu çeşitleri doğal ya da üretici seleksiyonlarıyla ortaya çıkarılmıştır. Yeni fındık çeşitlerinin ıslahında, yüksek verim, yüksek randıman, yüksek iç kalitesi, yuvarlak şekil, erken olgunlaşma, en az düzeyde liflilik, iyi lezzet, küçük göbek boşluğu, iyi raf ömrü, iyi işleme özellikleri, düşük meyve ve iç kusurları, hastalık ve zararlılara dayanıklılık gibi özellikler aranmaktadır (Lagerstedt 1975; Mehlenbacher 1991; Thompson ve ark., 1996). Yabancı fındık türlerinin geniş alanlara yayılmış olmasına rağmen, kültür kaynağının Doğu Karadeniz'in kıyı bölgesi olduğu belirtilmiştir (Özbek 1978).

Fındığın en önemli yabancı türlerinin ve kültür çeşitlerinin anavatanı olan ülkemizdir ve aynı zamanda dünyada fındık üretim ve ticaretinin yapıldığı ilk yerdir. Ülkemiz, fındık üretimine uygun geniş alanlara ve dünyanın en kaliteli çeşitlerine sahiptir (Ayfer ve ark. 1986; Beyhan ve ark. 2007). Karadeniz kıyılarında fındık yetiştirilen alanların 80 km içlere ve 1300 m yüksekliğe kadar çıkmakta olduğunu belirtilmiştir (Karadeniz ve ark. 2009).

Türkiye'de Ordu ili üretim alanı ve miktarı bakımından diğer tüm iller arasında ilk sırada yer almakta, bölgenin arazi yapısının da etkisiyle tarım arazilerinin % 17.10'unda fındık üretilmektedir (Karadeniz ve ark. 2009).

Meyve yetiştiriciliğine rakımın etkisi, rakıma bağlı olarak değişen iklim faktörlerinin etkisine göre şekillenmektedir. Rakımın vejetatif gelişme ile meyve verim ve kalitesi üzerine olan etkisi yöreye, tür ve çeşide bağlı olarak değişebilmektedir (Aslantaş ve Karakurt 2007).

Değişik ekolojik bölgelere sahip bulunan ülkemizde yetiştiricilik karışık çeşit ve tiplerle yapılmaktadır. Dolayısıyla, fındık üretim alanlarımız meyve şekli, kalitesi ve verimi bakımından standardizasyondan uzak gözükmektedir. Karadeniz Bölgesi engebeli ve meyilli arazilere sahip olduğundan çeşitli yükseltilerde fındık yetiştiriciliği yapılmakta olup, rakım ve dikim yaşının çeşitler üzerinde önemli kalite ve verim farklılıklarına sebep olduğu belirtilmiştir (Bostan 1997a).

Fındıkta kabuklu ve iç meyve kusurları çok ciddi bir sorun olup bu kusurların genotip, genotip içindeki ağaçlara, yıllara, genotip x yıl ve ağaç x yıl interaksyonuna göre önemli düzeyde değişebildiği ve özellikle de genetiksel özelliklerden kaynaklandığı belirtilmektedir (Mehlenbacher ve ark. 1993).

Bu çalışmanın amacı da birinci standart fındık bölgesinde yetiştirilen ve özellikle orta-yüksek kuşağın en önemli çeşidi olan 'Çakıldak' fındık çeşidinde kabuklu ve iç meyve kusurları ile verim üzerine doğrudan etkili olan sağlam içli meyve oranının rakıma bağlı olarak değişimlerini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışma 2008 ve 2009 yıllarında Ordu İli Kabataş ilçesinde 400 m, 600 m ve 800 rakımlı ve güney yöneyindeki üretici bahçelerinde yetiştirilen 'Çakıldak' fındık çeşidinde yürütülmüştür. Bahçelerin seçiminde yapılan kültürel ve teknik uygulamal bakımından aynı olmasına dikkat edilmiştir. Seçilen bahçelerde tozlayıcı çeşit bulunmamakta olup ocaklar arasındaki dikim mesafesi 2 m x 3 m'dir.

Seçilen bahçelerin araştırma yıllarındaki dikim yaşları; 400 m rakımdaki 1. bahçede 24, 2. bahçede 25 yaş, 3. bahçede 30; 600 m rakımdaki 1. bahçede 25, 2. bahçede 32, 3. bahçede 30, 800 m rakımdaki 1. bahçede 20, 2. bahçede 35 ve 3. bahçede 27 olarak belirlenmiştir.

### 2.2. Yöntem

Meyve örneklerindeki ölçüm, tartım, değerlendirmeler, toprak analizleri ve yaprak analizleri Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarlarında yapılmıştır.

#### 2.2.1. Arazi Çalışmaları

##### Bahçelerin ve Bitkilerin Belirlenmesi

Ordu ili Kabataş ilçesinde üreticiler ile görüşülerek özellikle güneye bakan yöneylerde araştırmanın yürütüleceği bahçeler belirlenmiştir. Deneme bahçelerine ilk ve ikinci yıl 30 Mart-10 Nisan ve 10-30 Mayıs tarihleri arasında ikişer kez olmak üzere % 26 N verilmiştir.

Bahçelerin rakımı altimetre ile ölçülerek 400 m, 600 m ve 800 m rakımdaki bahçeler tespit edilmiştir. Daha sonra belirlenen rakımların her birinden 3 bahçe seçilmiş bu 3 bahçenin her birinden 3 sıra belirlenmiş ve her sıradan 3 ocak ve her bir ocaktan rastgele 2 dal seçilmiştir. Seçilen dallar etiketlenerek numaralandırılmıştır. Her iki yılda da meyveler 20 Ağustos'ta hasat edilmiştir. Hasat edilen fındıklar elle zuruflarından ayrılarak güneş altında doğal koşullarda kurumaya bırakılmıştır.

##### Toprak ve Yaprak Analizleri

Belirlenen 9 bahçeden 2008 yılında toprak ve yaprak örneği alınmıştır. Farklı rakımlardaki bahçelerden 0-20 cm ve 20-40 cm derinliğinde alınan toprak örnekleri Kacar ve İnal (2008)'in toprak analizleri yöntemlerine göre analiz edilmiştir.

Organik maddenin belirlenmesinde Değiştirilmiş Walkley-Black yöntemi, potasyumun belirlenmesinde Fleym Fotometre, fosforun belirlenmesinde Bray ve Kurtz yöntemi, pH'nın belirlenmesinde 1:3 oranındaki organik materyal-saf su karışımındaki hidrojen iyon aktivitesinin, pH-metre yardımıyla ölçülmesi yöntemiyle ve topraktaki makro ve mikro elementlerden olan Ca, Mg, Zn, Mn, Cu ve Fe'nin belirlenmesinde de Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (AAS) kullanılmıştır.

Farklı rakımlara sahip bahçelerden alınan yaprak örnekleri ise Stebbins (1969) tarafından bildirildiği şekilde, fındıkların hasat olumundan yaklaşık 10-15 gün önceki dönemde belirlenen ocaklardan, bir insan boyu yükseklikteki meyveli dalların o yıl ki orta kuvvetteki

sürgünlerinden, güneş gören hastaliksız sürgün uçlarından itibaren 3. ve 4. yapraklardan alınmış, ardından bekletilmeden laboratuara götürülmüş ve saf su ile yıkanarak 65°C'de kurutularak öğütülmüştür.

Azotun belirlenmesinde Kjeldahl Yöntemi, fosforun belirlenmesinde spektrofotometre, potasyumun belirlenmesinde Fleym Fotometre, makro ve mikro elementlerden olan Ca, Mg ve Fe'nin belirlenmesinde Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (AAS) kullanılmıştır.

### **2.2.2. Kabuklu ve İç Meyve Kusurları**

Kabuklu ve iç meyve kusurları ile sağlam içli meyve oranlarının belirlenmesinde her ocaktan rastgele seçilen 2 daldaki bütün meyveler toplanmış olup elde edilen ortalama toplam meyve sayısı içinde sağlam içli meyve, kabuklu küçük meyve, çift içli meyve, boş meyve ve buruşuk içli meyve oranları hesaplanmıştır.

Değerlendirmelerde normal büyüklükteki meyvenin 2/3'si ve daha küçük boyutta olanlar kabuklu küçük meyve, içinde hiç tohum bulunmayan meyveler boş meyve, içi buruşuk olanlar buruşuk iç ve normal bir için 2/3'si ve daha büyük boyutta olanlar sağlam içli meyve ve içinde iki tane tohum bulunanlar da çift içli meyve olarak tanımlanmıştır (Bostan 1997a ve b).

### **2.2.2. Deneme Deseni ve İstatistik Analizler**

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre planlanmış olup meyve kusurlarının rakımlara göre değişimini belirlemek amacıyla da her 3 rakımda 3'er bahçe (tekerrür) ve her tekerrürde de 9 ocak seçilerek çalışma toplamda 81 ocakta yürütülmüştür.

Rakımın incelenen özellikler üzerindeki etkisini ortaya koymak amacıyla her iki yıla ait analizler ayrı ayrı yapılmıştır.

İstatistiksel analizler JMP13 programında yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıkları karşılaştırmak için LSD testi uygulanmıştır.

## **3. Bulgular ve Tartışma**

Çalışmada kusurlu meyve oranları ile sağlam iç oranı 2008 ve 2009 yıllarında, toprak ve yaprak analizleri de 2008 yılında yapılmış olup bunlarla ilgili sonuçları aşağıda sunulmuştur.

### **3.1. Toprak Analizi Sonuçları**

Çalışmanın yürütüldüğü bahçelerden alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre, 0-20 cm derinlik için sadece Zn değeri rakımlara göre önemli çıkarken, bu değer 1.16 (600 m) ile 1.78 (800 m) arasında değişmiştir. 20-40 cm derinlikteki toprak analiz sonuçlarına göre ise, organik madde ve demir içeriği rakımlara göre önemli çıkmış ve bu değerler sırasıyla, % 3.20 (400 m) ile % 4.15 (600 m) ve 22.93 ppm (400 m) ile 45.63 ppm (800 m) arasında değişmiştir (Çizelge 1). Buna göre, toprak analiz sonuçlarının rakımlara bağlı olarak çok değişmediği söylenebilir.

**Çizelge 1.** Farklı rakımlardaki bahçelerin toprak analiz sonuçları

	0-20 cm			20-40 cm		
	400 m	600 m	800 m	400 m	600 m	800 m
<b>Organik Madde (%)</b>	3.16	3.80	3.11	<b>3.20 b<sup>1</sup></b>	<b>4.15 a</b>	<b>3.31 b</b>
<b>pH</b>	6.10	5.99	6.08	6.02	6.18	6.14
<b>Zn (ppm)</b>	<b>1.51 ab</b>	<b>1.16 b</b>	<b>1.78 a</b>	1.75	1.46	1.82
<b>Mn (ppm)</b>	31.12	29.75	41.71	27.23	18.22	40.10
<b>Cu (ppm)</b>	2.45	2.59	2.19	2.23	2.38	2.09
<b>Mg (ppm)</b>	55.51	61.33	71.31	59.10	60.19	99.22
<b>Ca (ppm)</b>	475.31	851.65	779.31	501.15	845.17	1026.69
<b>Fe (ppm)</b>	45.21	50.79	51.01	<b>22.93 b<sup>2</sup></b>	<b>35.25 ab</b>	<b>45.62 a</b>
<b>P (ppm)</b>	23.97	24.30	22,30	23.48	21.41	24.86
<b>K (ppm)</b>	108.27	115.71	96.70	75.88	93.22	76.42
	<i>LSD (% 5): 0.39</i>			<sup>1</sup> <i>LSD (% 5): 0.68</i>		
				<sup>2</sup> <i>LSD (% 5): 14.21</i>		

Ordu ili merkezindeki bazı fındık bahçelerinin mineral beslenme durumlarının araştırıldığı bir çalışmada toprak örneklerinin pH değerlerinin 4.25 ile 7.82 arasında değiştiği ve ortalama olarak 6.06 olduğu; % 3-4 düzeyindeki organik madde içeriğinin iyi ve % 4'ten fazla olan düzeyin de yüksek olduğu belirtilmektedir (Özkutlu ve ark. 2016). Buna göre bahçelerimizin pH ve organik madde düzeylerinin fındık yetiştiriciliği için uygun olduğu söylenebilir. Yine araştırmaların belirttikleri toprak Mg, Ca, P, K, Zn, Mn, Cu ve Fe sınır düzeylerine göre, araştırma bahçelerimizin Mg ve Ca düzeyinin 'az', P içeriğinin 'çok yüksek', K düzeyinin 'az-yeterli', Zn'nin 'yeterli', Mn'nin 'fazla', Cu'nun 'fazla' ve Fe'nin de 'az-noksanlık görülebilir-iyi' düzeylerde olduğu gözükmektedir.

### 3.2. Yaprak Analizi Sonuçları

Çalışmanın yürütüldüğü bahçelerden alınan yaprak örneklerinde incelenen özellikler için yapılan istatistik analizi sonucunda bütün özellikler arasındaki farklılıkların rakıma göre önemsiz çıktığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Farklı rakımlardaki bahçelerin yaprak analiz sonuçları

	Rakımlar		
	400 m	600 m	800 m
<b>N (%)</b>	2.10	2.15	2.13
<b>P (%)</b>	0.15	0.20	0.16
<b>K (%)</b>	0.55	0.59	0.48
<b>Ca (%)</b>	3.24	3.57	3.15
<b>Mg (%)</b>	0.27	0.31	0.29
<b>Fe (mg/kg)</b>	180.57	199.37	178.97

Özkutlu ve ark. (2016)'nın belirttiği yaprakların N, P, K, Ca, Mg ve Fe sınır düzeylerine göre, araştırmamızdaki N'nin 'noksan', P, Mg ve Fe'nin 'yeterli', K'nın az ve Ca'nın da 'fazla' olduğu gözükmemektedir.

### 3.3. Kabuklu ve İç Meyve Kusurları ile Sağlam İçli Meyve Oranlarına Ait Analiz Sonuçları

Gerek kabuklu ve gerekse iç meyvedeki kusurlara ait yapılan istatistik analiz sonucunda her iki yılda da bütün kusurların rakıma göre önemsiz çıktığı; kusurlu meyveler dışında kalan sağlam iç oranının ise her iki yılda da rakıma göre önemli çıktığı ve 400 m ve 600 m rakımdaki meyvelerin 800 m rakımdaki bahçelerdeki meyvelere göre daha fazla sağlam içlere sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Kusurlu meyve ve sağlam iç oranlarının rakımlara ve yıllara göre değişimi

Özellikler	2008			2009		
	400 m	600 m	800 m	400 m	600 m	800 m
Küçük meyve oranı (%)	3.70	2.22	5.93	2.96	2.59	5.56
Buruşuk iç oranı (%)	1.11	2.22	4.44	0.74	1.48	2.96
Boş meyve oranı (%)	2.22	1.11	4.81	0.00	0.74	2.22
Çift iç oranı (%)	0.74	2.96	1.11	2.59	1.11	0.37
Sağlam iç oranı (%)	<b>92.23 a</b>	<b>91.49 a</b>	<b>83.71 b</b>	<b>93.71a</b>	<b>94.08a</b>	<b>88.89b</b>

LSD<sub>Sağlam iç oranı</sub> (P<0.05): 6.37LSD<sub>Sağlam iç oranı</sub> (P<0.05): 4.15

### **Kabuklu küçük meyve oranı**

Kabuklu meyvelerin çeşide özgü irilikte olması beklenir. Normal büyüklükteki meyvenin 2/3'sinden daha küçük boyutta olan kabuklu küçük meyveler verimi olumsuz etkilemekte, ürünün ticari değerini de düşürmektedir. Çalışmamızda kabuklu küçük meyve oranı değeri, iki yılı dikkate aldığımızda, % 2.22 ile % 5.93 arasında değişmiş fakat rakımların bu değere etkisi istatistik olarak önemsiz çıkmıştır (Çizelge 3). Yapılan bir çalışmada, küçük meyve oranının çotanadaki meyve sayısına göre değişebileceği, bunun da çeşitlere göre farklı şekilde ortaya çıkabileceği ve 'Palaz' ile 'Sivri' çeşitlerinde çotanadaki meyve sayısı arttıkça küçük meyve oranının arttığı, 'Tombul' çeşidinde ise önemsiz olduğu belirtilmiştir (Bostan 1997a). 'Karafındık', 'Kuş', 'Palaz', 'Sivri' ve 'Tombul' çeşitlerinde yapılan bir çalışmada da küçük meyve oranının çeşitlere göre istatistik olarak önemli düzeyde farklı olmadığı ve % 6.31 ile % 15.85 arasında değiştiği belirlenmiştir (Akçin ve Bostan 2018). Diğer taraftan Kabuklu halde pazarlanacak fındıkların genel olarak iri, iç olarak pazarlanacakların ise orta veya küçük olması da istenilmektedir (Mehlenbacher 1991).

### **Buruşuk iç oranı**

Buruşuk iç oranının çalışmamızda % 0.74-4.44 arasında değiştiği ve rakımın bu özelliğe etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Fındıkta yaygın olarak görülen kusurlardan biri olan buruşuk içliliğin kalıtım derecesi düşük (% 22) olup bu kusur genotipler arasında, genotip x yıl interaksiyonunda, hatta bir ağaçtaki örnekler arasında bile yüksek oranda varyasyon gösterebilirken, genotip içindeki ağaçlar ve genotip içindeki ağaç ile yıl interaksiyonunda düşük olabilmektedir (Mehlenbacher ve ark. 1993). Buruşuk içlilik özellikle büyük meyveli çeşitlerde görülmekte ve ciddi bir ürün kaybına neden olabilmektedir (Mehlenbacher 1991). Bu özelliğin irilik yanında genotiplere, genotiplerin hücre iriliği hatta hücrelerin, yağ içeriği gibi, kompozisyonlarına göre de büyük ölçüde değişebileceği ifade edilmektedir (Thompson ve ark. 1996). Ordu ilinde 5 fındık çeşidinde ('Karafındık', 'Kuş', 'Palaz', 'Sivri' ve 'Tombul') yapılan çalışmada ise buruşuk iç oranının çeşitlere göre değişiminin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Akçin ve Bostan 2018). Çalışmamızda da çeşit içinde yıla ve rakıma bağlı olarak önemli değişim olmamıştır. Diğer taraftan Balık ve ark. (2016) 'Çakıldak' çeşidinde bu oranın % 3.5 olduğunu belirtmekte olup çalışmamızda her iki yılın ve bütün rakımların ortalaması olan değer (% 2.16) daha düşük olduğu görülmektedir.

### **Boş meyve oranı**

Boş meyve oranı rakımlara göre her iki yılda da önemsiz çıkarken % 0 ile % 4.81 arasında değişmiştir (Çizelge 3). Fındıkta bu özellik te buruşuk içlilikte olduğu gibi genotipler arasında, genotip x yıl interaksiyonunda, hatta bir ağaçtaki örnekler arasında bile yüksek oranda varyasyon gösterebilirken, genotip içindeki ağaçlar ve genotip içindeki ağaç ile yıl interaksiyonunda düşük olabilmektedir (Mehlenbacher ve ark. 1993). Fındıkta boş meyve oluşumu ile ilgili yapılan çalışmalarda bu özelliğin önemli ekonomik kayıplar meydana getirdiği ve çeşitlere göre değişebildiği; su noksanlığının, tozlanma yetersizliğinin, toprak tipinin ve yetersiz beslenme koşullarının da etkili olduğu belirtilmektedir (Akçin ve Bostan 2018, Anonim 2002, Germain 1994, Külahçılar ve ark. 2018, Mehlenbacher 1991, Mehlenbacher ve ark. 1993). Balık ve ark. (2016) 'Çakıldak' çeşidinde bu oranın % 4 olduğunu belirtmekte olup çalışmamızda her iki yılın ve bütün rakımların ortalaması olan değer (% 1.85) daha düşük olduğu görülmektedir.



### Çift iç oranı

Çift iç özelliği büyük oranda bir çeşit özelliği olup çeşit içinde yıldan yıla çok dalgalanma göstermeyen, çeşit içindeki ağaçlar arasında da varyasyonu olmayan ancak genotipler arasında ve genotip x yıl interaksyonunda yüksek varyasyon gösteren bir özelliktir (Mehlenbacher 1991, Mehlenbacher ve ark. 1993). Nitekim Ordu ilinde yapılan bir çalışmada da çift iç oranı bakımından çeşitler arasında değişimin önemli olduğu ve incelenen 5 çeşitte en yüksek oranın (% 7.02) Karafındık çeşidinde olduğu belirlenmiştir (Akçin ve Bostan 2018). Çalışmamızda da çift içlilik her iki yılda da rakımlara göre önemsiz çıkmış ve % 0.37 ile % 2.96 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Balık ve ark. (2016) 'Çakıldak' çeşidinde bu oranın % 0 olduğunu belirtmekte olup yıllar ve rakımlar ortalaması olarak çalışmamızdaki çift iç oranı % 1.48 olarak belirlenmiştir. Bu farklılık klon içerisindeki varyasyondan kaynaklanmış olabilir.

### Sağlam iç oranı

Çalışmamızda her iki yılda da rakımlara göre önemli çıkan tek özellik sağlam içli meyve oranı olmuş ve bu değer her iki yılda yılında 400 m ve 600 m rakımda 800 m rakıma göre daha düşük olmuş yani 600 m rakımdan sonra 'Çakıldak' fındık çeşidinde sağlam içli meyve oranının azaldığı görülmüş ve ortalama değer 2008 yılında % 89.14, 2009 yılında ise 92.23 olmuştur (Çizelge 3). Fındıkta sağlam iç oranı, kusurlu içlerin ve boş meyvelerin farklı oranlarına bağlı olarak, genotipler ve yıllar arasında önemli değişim göstermekte (Thompson ve ark. 1996) ve kalıtım derecesinin yüksek olduğu (% 41.5) olduğu bildirilmektedir (Mehlenbacher ve ark. 1993). Literatürde de belirtildiği gibi çalışmamızda da yıllara göre sağlam iç oranı değişim göstermiştir.

## 4. Sonuçlar

Sonuç olarak, 'Çakıldak' fındık çeşidinde verimi etkileyen önemli özelliklerden olan küçük meyve oranı, buruşuk iç oranı, boş meyve oranı ve çift iç oranının yetiştiriciliğin yaygın olarak yapıldığı orta ve yüksek rakımlı yetiştirme sınırları içerisinde (400 m-800 m) değişiminin istatistik olarak önemli olmadığı; ekonomik ürünü belirleyen en önemli kriter olan sağlam iç oranının rakımdan etkilendiği ve bu özellik bakımından en yüksek performansın 400 m ve 600 m rakımdaki bahçelerde elde edildiği söylenebilir.

### Kaynaklar

1. Akçin Y & Bostan SZ (2018). Variations in some traits affecting yield in different hazelnut cultivars. *Acta horticulturae*, 1226: 149-152.
2. Anonim (2002). Growing hazelnuts in the Pacific Northwest. Oregon State University Extension Service, EC 1219.
3. Aslantaş R & Karakurt H (2007). Rakımın Meyve Yetiştiriciliğinde Önemi ve Etkileri. *Alinteri*, 12 (8): 31-37.
4. Ayfer M, Uzun A & Baş F (1986). Türk Fındık Çeşitleri. Karadeniz Bölgesi Fındık ve Mamulleri İhracatçılar Birliği Yayınları, Ankara, 95 sayfa.
5. Balık Hİ, Kayalak Balık S, Beyhan N & Erdoğan V (2016). Fındık Çeşitleri. Trabzon Ticaret Borsası, Klasmat Matbaacılık, 96 sayfa.

6. Beyhan N, Demir T & Turan A (2007). İlkbahar Dönemi İklim Koşullarında Fındığın Verim ve Gelişmesi Üzerine Etkileri. *Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Cilt 1: Meyvecilik.04-07 Eylül 2007, Erzurum.
7. Bostan SZ (1997a). Tombul, Palaz ve Sivri Fındık Çeşitlerinde Çotanaktaki Meyve Sayısı İle Diğer Bazı Özellikler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. *Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 7: 23-27.
8. Bostan SZ (1997b). Kalınkara Fındık Çeşidinde Kusurlu Meyve Oluşumu ve İkiz İçlilik ile Bazı Meyve Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *YYÜZF Tarım Bilimleri Dergisi*, 7: 1-5.
9. Germain E (1994). The reproduction of hazelnut (*Corylus avellana* L.): A review. *Acta Horticulturae*, 351: 195-209.
10. Kacar B & İnal A (2008). Bitki Analizleri. Nobel Dağıtım, Ankara. ISBN 978-605-395-036-3.
11. Karadeniz T, Bostan SZ, Tuncer C, Tarakçıoğlu C (2009). Fındık Yetiştiriciliği. Ordu Ziraat Odası Başkanlığı Bilimsel Yayınlar Serisi Yayın No: 1, 154 sayfa.
12. Külahçılar A, Tonkaz T & Bostan SZ (2018). Effect of irrigation regimes by mini sprinkler on yield and pomological traits in 'Tombul' hazelnut. *Acta Horticulturae*, 1226: 301-307.
13. Lagerstedt HB (1975). Filberts. *Advances in Fruit Breeding*, (Edited by Jules Janick and James N. Moore) Purdue Univ. Press, West Lafayette, p: 456-489.
14. Mehlenbacher SA (1991). Hazelnuts (*Corylus*). *Acta Horticulturae*, 290: 789-836.
15. Mehlenbacher SA, Smith DC & Brenner LK (1993). Variance components and heritability of nut and kernel defects in hazelnut. *Plant Breeding*, 110: 144-152.
16. Özbek S (1978). Genel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:131, 386 s. Adana
17. Özkutlu F, Korkmaz, K, Özenç N, Aygün A, Şahin Ö, Kahraman M, Ete Ö, Akgün M & Taşkın B (2016). Ordu-Merkez ilçedeki bazı fındık bahçelerinin mineral beslenme durumunun belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 5(2):77-86.
18. Stebbins RA (1969). Studying the Definition of the Situation: Theory and Field Research Strategies. *Canadian Review of Sociology/Revue Canadienne de Sociologie*, 6(4), 193–211.
19. Thompson MM, Langersted HB & Mehlenbacher AS (1996). Hazelnuts. *Fruit Breeding*, (Edited by Jules Janick and James N. Moore) Volume III Chapter 3, pp:125-184.

## Farklı İllerden Temin Edilen Fındık Zarının Bileşimi ve Antioksidan Etkinliğinin Araştırılması

Sümeyye ŞAHİN<sup>1\*</sup>, Özlem KILIÇ<sup>1</sup>, Selim ŞENGÜL<sup>1</sup>, Semra PERÇİN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ordu, TÜRKİYE

(Geliş Tarihi/Received Date: 17.05.2019; Kabul Tarihi/Accepted Date: 15.06.2019)

### Öz

Bu çalışmada, Ordu, Giresun, Samsun ve Trabzon illerinden temin edilen fındıklardan elde edilen zarların kimyasal bileşimleri ve antioksidan kapasiteleri araştırılmış ve ayrıca fındık zar yağının antioksidan aktivitesi bazı yemeklik yağlar ve yapay antioksidanlarla (BHA ve BHT) karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre zarlı ve zarsız iç fındıkların kurumadde ve kül miktarları arasında istatistiki anlamda önemli bir fark tespit edilmemiştir. Fındık zarlarının kuru madde miktarlarının ise zarlı ve zarsız iç fındıklardan önemli ölçüde düşük olduğu saptanmıştır. Zarlı ve zarsız iç fındıklar ile fındık zarlarının yağ oranları ve antioksidan kapasiteleri bunların temin edildiği illere göre önemli düzeyde değişmiştir. En yüksek antioksidan kapasitesi Giresun ve Samsun'dan temin edilen fındıkların zarlarında tespit edilmiştir (sırasıyla  $2.015 \pm 0.000$  ve  $1.985 \pm 0.002$  mmol/L). Rafine fındık zar yağının da diğer rafine yemeklik yağlara ve BHA, BHT'ye kıyasla antioksidan kapasitesinin çok yüksek olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar fındık zar yağının doğal antioksidan katkı maddesi olarak yapay antioksidanlara alternatif kullanılabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Fındık zarı, Antioksidan kapasite, Rafine zar yağı

## Investigation of Composition and Antioxidant Capacity of Hazelnut Skin Obtained from Different Provinces

### Abstract

In this study, the chemical compositions and antioxidant capacities of skins of hazelnuts obtained from Ordu, Giresun, Samsun, and Trabzon provinces were investigated and also the antioxidant activity of hazelnut skins was compared with antioxidant activity of some edible vegetable oils and synthetic antioxidants (BHA and BHT). According to the findings, no statistically significant difference was found between hazelnut with and without skin in dry matter and ash contents. It was determined that the amount of dry matter of hazelnut skins was significantly lower than that of hazelnut with and without skin. The oil contents and antioxidant capacities of the hazelnut skin and hazelnut with and without skin have significantly changed depending on the provinces where they are supplied. The highest antioxidant capacity was determined in the skin of hazelnuts obtained from Giresun and Samsun ( $2.015 \pm 0.000$  and  $1.985 \pm 0.002$  mmol / L respectively). It was also found that the antioxidant capacity of refined hazelnut skin oil

\*Sorumlu Yazar/ Corresponding Author: [gmsumeyyesahin@gmail.com](mailto:gmsumeyyesahin@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-2772-5218>

Özlem KILIÇ: <https://orcid.org/0000-0001-7900-4263>

Selim ŞENGÜL: <https://orcid.org/0000-0002-0041-1454>

Semra PERÇİN: <https://orcid.org/0000-0003-1952-7980>

was higher compared to refined edible vegetable oils, BHA, and BHT. It can be concluded that the hazelnut skin oil could be used as a natural alternative to synthetic antioxidants.

**Keywords:** Hazelnut skin, Antioxidant capacity, Refined skin oil

## 1. Giriş

Huşgiller (Betulaceae) familyasının ögesi olan fındık (*Corylus avellana L.*) ağaçta yetişen kabuklu yemişler arasında dünyada bademden sonra en çok üretimi yapılan meyvedir (Shahidi et al 2007). Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre kalp hastalıkları, diyabet, kanser gibi hastalıklardan korunmada sağlıklı diyet önemli bir rol oynamakta ve sağlıklı diyet içerisinde de fındık gibi kabuklu yemişler yer almalıdır (WHO 2019). Dünya'da değişik ülkelerde fındık üretimi yapılmakla birlikte Türkiye, en çok fındık üreten ülke konumunda olup, 2017 yılı verilerine göre Dünya üretiminin toplam % 67'sini karşılamaktadır (FAO 2019). Türkiye'de en çok fındık üretimi Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Ordu, Giresun, Samsun ve Trabzon illerinde gerçekleştirilmektedir (TMO 2017).

Ana bileşeni yağ olan fındık mikro besin elementlerinden mineral ve vitaminlerce zengindir. Minerallerden K, P, Ca ve Mg'ca zengin olan fındık, yağda çözünen vitaminlerden E vitamini suda çözünen vitaminlerden de tiamin, riboflavin, biyotin, niasin, vitamin C, folik asit, pridoksin ve pantotenik asit için iyi bir kaynaktır. Hem esansiyel hem de esansiyel olmayan amino asitleri yapısında bulunduran fındık özellikle glutamik asit, aspartik asit ile çocuklar için esansiyel olan arjinince zengindir (Amaral et al 2006; Alasalvar & Shahidi 2009; Köksal et al 2006; Güneş et al 2010). Fındığın yağ miktarı % 43.8-69.0 arasında değişmekle birlikte fındık yağı sağlığa yararlı etkisiyle bilinen doymamış yağ asitlerince zengindir. Doymamış yağ asitlerinden yapısında en çok tekli doymamış yağ asiti olan oleik asiti (18:1 ω 9) bulundurur (% 74.2-82.9), bunu % 8.1-18.7 oranıyla çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (18:2 ω 6) takip eder (Alasalvar et al 2006; Amaral et al., 2006; Crews et al 2005; Köksal et al 2006). Fındık yağı antioksidatif etkinliğe sahip tokoferol ve tokotrienollerce de zengin olup, kolesterol düşürücü etkisiyle bilinen fitosterol ve fitostanoller (özellikle β-sitosterol) için de iyi bir kaynaktır (Alasalvar et al 2006; Amaral et al., 2006; Crews et al 2005; Köksal et al 2006). Yağda çözünen biyoaktif maddelere ilave olarak fındık, suda çözünür özellikteki daha çok fenolik yapıdaki fitokimyasallarca da zengindir (Alasalvar & Shahidi 2009; Altun et al 2011).

Fındık zarı, fındık sert kabuğunun altında bulunan ve fındık çekirdeğinin (iç fındık) yüzeyini ince tabaka halinde kaplayan kahverengi perikarp dokudur. Yüksek lif içeriğine sahip ayrıca antioksidanlarca zengin olan fındık zarı, miktar olarak bakıldığında fındık çekirdeği ağırlığının yaklaşık % 2.5'ğini teşkil eder. Kavrulmamış fındıklar zarı ile birlikte tüketilmekte, kavrulmuş fındıklar ise kavurma prosesi esnasında zar çatlayıp fındıktan ayrıldığından zarsız iç fındık şeklinde tüketiciye sunulmaktadır. Kavurma ile fındıktan uzaklaştırılan, zengin bileşime sahip fındık zarları ise oldukça düşük bir ekonomik değer karşılığında hayvan yem sanayinde kullanılabilmektedir (Özyurt & Ötles 2018). Bu nedenle bu çalışmanın amacı farklı illerden (Ordu, Giresun, Samsun ve Trabzon) temin edilen fındıklardan elde edilen zarların kimyasal bileşimlerinin ve

antioksidan kapasitelerinin araştırılması ile fındık zar yağının antioksidan aktivitesinin diğer yemeklik yağlar ve yapay antioksidanlarla karşılaştırılması, buna ilaveten elde edilen veriler ışığında fındık zarlarının ekonomik değeri yüksek ürünlere dönüşüm potansiyelinin değerlendirilmesidir.

## **2. Materyal ve Yöntem**

### **2.1. Materyal**

Çalışmada kullanılacak olan fındıklar Giresun, Ordu, Samsun ve Trabzon illerinde çiftçilerden temin edilmiştir. Fındıklar 2017 yılı Ağustos ayında hasat edilmiş, patoslanarak dış yeşil kabuğundan ayrılmış, bölgenin geleneksel yöntemleri ile (normal gün ışığı altında) kurutulduktan sonra iç kabuğu ile birlikte çiftçilerden alınmıştır. 2017 Eylül ayında laboratuara analize alınan kuru fındıkların öncelikli olarak iç kabukları uzaklaştırılmış, kahve öğütücü ile öğütüldükten sonra analizler için vakumlu ambalajla buzdolabı koşulunda saklanmıştır. Fındık zarını fındıktan uzaklaştırmak için fındık numuneleri ısıtılma tabii tutulmuş (105°C 90 dakika), ısıtılma ile çatlayan zar kolaylıkla el ile fındıktan ayrılmış ve kahve öğütücü ile öğütüldükten sonra buzdolabı koşullarında analize kadar bekletilmiştir. Rafine aspir, ayçiçek, ceviz, kanola, fındık ve fındık zar yağları Ordu'da bulunan Altaş Yağ Sanayii A.Ş.'den temin edilmiştir.

### **2.2. Kuru Madde Tayini**

Zarlı, zarı alınmış fındık örnekleri ile fındık zarından 5'er gram hassas terazide petri kaplarına tartılmış, ardından etüvde 103 ± 2°C' de, sabit ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Oluşan ağırlık kaybı hesaplanarak kuru madde miktarı gravimetrik olarak hesaplanmıştır (Uylaşer & Başoğlu 2014).

### **2.3. Toplam Kül Tayini**

Etüvde 1 saat bekletilen krozelerin darası alındıktan sonra içerlerine 3'er gram örneklerden (zarlı, zarı alınmış fındık örnekleri ile fındık zarı) tartılıp kül fırınına yerleştirilmiştir. Kül fırınında krozeler 550°C' de örnekler beyazlaşınca kadar bekletilmiş ve ardından son tartımları yapılmıştır Hesaplanan ağırlık farkından kül miktarı saptanmıştır (Uylaşer & Başoğlu 2014).

### **2.4. Yağ Tayini**

Soxhalet ekstrasyon metodu kullanılarak yağ tayini yapılmıştır. Numunelerden 5'er g tartılarak kartuşlara yerleştirilmiş ve yaklaşık 4 saat Soxhalet cihazında (Velp Ser 148, Milano, İtalya) çözücü ile ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Çözücü olarak n-hekzan kullanılmıştır. Ekstraksiyon sonrası elde edilen yağ ve hegzan karışımının cihaz içerisinde distilasyonu sağlanarak çözücünün yağdan uzaklaştırılması gerçekleştirilmiştir. Distilasyon sonrası soxhaletten alınan yağlar etüvde biraz bekletilerek hegzanın tamamen uçurulması sağlanmıştır. Yağ miktarı % yağ olarak hesaplanmıştır.

## **2.5. Toplam Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi**

Antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) metodu (Şahin 2011) kullanılmıştır. Zarlı fındık, zarı alınmış fındık ve fındık zarından elde edilen yağ numuneleri n-butanol ile çözündürüldükten sonra DPPH radikal çözeltisi (0.6 mM n-butanolde) ile bir mikroküvet içerisinde karıştırılıp 30 dak oda koşullarında tepkimeye bırakılmıştır. Süre sonunda numunelerin radikal süpürücü etkisini belirlemek için absorbanları spektroskopide (Perkin–Elmer Lambda 35 UV/Vis Spektroskopi, Amerika) 515 nm’ de okunmuştur. Standard madde olarak troloks kullanılmış ve antioksidatif kapasite troloks eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Yapay antioksidanlardan bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA) ile bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT), Türk Gıda Kodeksi Katkı Maddeleri Yönetmeliği (2013)’e göre maksimum kullanılabilir dozlarında kullanılmıştır (BHA maksimum kullanılabilir dozu: 200 mg/L; BHT maksimum kullanılabilir dozu: 100 mg/L).

## **2.6. İstatistik Analiz**

Çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Minitab 18.1 paket programı kullanılarak tek yönlü ANOVA uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farkların tespitinde Tukey çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır.

## **3. Bulgular ve Tartışma**

### **3.1. Kuru Madde Miktarı**

Ordu, Giresun, Samsun ve Trabzon’dan alınan fındık numunelerine ait kuru madde miktarları Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre zarsız iç fındıkların kuru madde miktarları 97.07-98.40 arasında, zarlı iç fındıkların kuru madde miktarları ise 97,57-98,38 arasında değişmiş olup, farklı illerden temin edilen zarlı ve zarsız iç fındıkların kuru madde miktarları arasında istatistiki olarak önemli fark tespit edilememiştir ( $p>0.05$ ). Daha önceki çalışmalarda da fındık (zarlı) numunelerine ait benzer kuru madde miktarları bildirilmiştir (Alasalvar et al 2003; Gunes et al 2010; Köksal et al 2006; Özdemir & Akinci 2004; Seyhan et al 2007). Fındık zarı örnekleri içerisinde Trabzon’dan temin edilen fındık numunelerinden alınan zar örneklerinde en yüksek kuru madde miktarı tespit edilmişken, Giresun, Ordu ve Samsun’dan temin edilen numunelerin kuru madde miktarları arasında önemli farklılık saptanmamıştır (Çizelge 1). Özyurt & Ötles (2018) çalışmalarında fındık zarının % 5.78 nem (% 94.22 kuru madde) içerdiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 1.** Zarsız ve zarlı iç fındık ile fındık zarı örneklerinin kuru madde miktarları

Numune	Menşei	Kurumadde (%)
Zarsız iç fındık	Giresun	97.07 ± 0.08 <sup>AB</sup>
	Ordu	98.40 ± 0.24 <sup>A</sup>
	Samsun	97.34 ± 0.29 <sup>AB</sup>
	Trabzon	97.28 ± 0.35 <sup>AB</sup>
Zarlı iç fındık	Giresun	97.61 ± 0.37 <sup>AB</sup>
	Ordu	98.38 ± 0.25 <sup>A</sup>
	Samsun	98.34 ± 0.40 <sup>A</sup>
	Trabzon	97.57 ± 0.20 <sup>AB</sup>
Fındık zarı	Giresun	94.28 ± 0.31 <sup>C</sup>
	Ordu	93.10 ± 0.14 <sup>C</sup>
	Samsun	92.58 ± 0.31 <sup>C</sup>
	Trabzon	96.43 ± 0.46 <sup>B</sup>

<sup>A-C</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

### 3.2. Kül Miktarı

Çizelge 2’de zarsız ve zarlı iç fındık numunelerine ait kül miktarları verilmiştir. Çizelgedeki veriler incelendiğinde örneklerin kül miktarlarının temin edildiği illere göre bazı farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Zarı uzaklaştırılmış numuneler arasında Samsun ve Giresun’dan temin edilen örnekler daha fazla kül içerirken, zarlı iç fındıklar arasında da yine Samsun ve Giresun’dan temin edilen örneklerin daha fazla kül içerdiği görülmektedir. Zarı uzaklaştırılmış iç fındıkların kül içerikleri % 2.08-2.56 arasında değişirken zarlı iç fındıkların kül içerikleri % 2.27-2.62 arasında bulunmuştur. Alasalvar et al (2003), Gunes et al (2010), Köksal et al (2006) ve Özdemir & Akinci (2004) araştırmalarında kül miktarının zarlı fındıkta 1.85-2.72 arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

**Çizelge 2.** Zarsız ve zarlı iç fındık örneklerinin kül miktarları

Numune	Menşei	Kül (%)
Zarsız iç fındık	Giresun	2.44 ± 0.03 <sup>AB</sup>
	Ordu	2.08 ± 0.02 <sup>C</sup>
	Samsun	2.56 ± 0.03 <sup>A</sup>
	Trabzon	2.21 ± 0.02 <sup>C</sup>
Zarlı iç fındık	Giresun	2.54 ± 0.02 <sup>A</sup>
	Ordu	2.27 ± 0.07 <sup>BC</sup>
	Samsun	2.62 ± 0.06 <sup>A</sup>
	Trabzon	2.45 ± 0.02 <sup>AB</sup>

<sup>A-C</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır

### 3.3. Yağ Miktarı Tayini

Farklı illerden (Ordu, Giresun, Samsun ve Trabzon) temin edilen fındık numunelerine ait yağ miktarları Çizelge 3’de sunulmuştur.

**Çizelge 3.** Zarsız ve zarlı iç fındık ile fındık zarı örneklerinin yağ miktarları

Numune	Menşei	Yağ (%)
Zarsız iç fındık	Giresun	65.70 ± 0.58 <sup>A</sup>
	Ordu	62.04 ± 0.15 <sup>C</sup>
	Samsun	55.47 ± 0.16 <sup>E</sup>
	Trabzon	63.76 ± 0.26 <sup>B</sup>
Zarlı iç fındık	Giresun	64.60 ± 0.27 <sup>AB</sup>
	Ordu	59.18 ± 0.31 <sup>D</sup>
	Samsun	61.95 ± 0.08 <sup>C</sup>
	Trabzon	59.44 ± 0.20 <sup>D</sup>
Fındık zarı	Giresun	23.48 ± 0.17 <sup>G</sup>
	Ordu	25.37 ± 0.20 <sup>F</sup>
	Samsun	24.59 ± 0.29 <sup>FG</sup>
	Trabzon	23.46 ± 0.15 <sup>G</sup>

<sup>A-G</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Buna göre en yüksek yağ içeriği Giresun’dan temin edilen zarı uzaklaştırılmış ve zarlı fındık numunelerinde saptanırken, en düşük yağ içeriği de Samsun’dan temin edilen numunelerde tespit edilmiştir. Ordu ve Trabzon’dan temin edilen fındık numunelerinin zarları uzaklaştırıldıktan sonra yağ içeriklerinin istatistiksel olarak p<0.05 seviyesinde önemli düzeyde arttığı, Samsun fındıklarının ise zar uzaklaştırma işlemiyle yağ miktarlarında önemli azalış olduğu tespit edilmiştir. Fındık zarlının yağ oranlarında temin edildikleri illere göre önemli farklılıklar (p<0.05) bulunmakla birlikte, fındık zarlının yağ içeriğinin % 23.46 – 25.37 arasında değiştiği bulunmuştur. Özyurt & Ötles (2018), fındık zarı yağ içeriğini % 16.05 olarak bildirmişlerdir. Fındığın yağ içeriğinin ekolojik şartlara ve fındık türüne göre değiştiği (Amaral et al 2006; Köksal et al 2006; Li & Parry 2011; Özdemir & Akıncı 2004) göz önüne alındığında, elde edilen verilere göre fındık zarının yağ içeriğinin de aynı etmenlerden etkilendiği düşünülebilir.

### 3.4. Antioksidan Kapasitesi

Farklı illerden (Ordu, Giresun, Samsun ve Trabzon) temin edilen zarlı ve zarsız fındıklar ile bunların zarlardan elde edilen yağların antioksidan kapasiteleri Çizelge 4’de verilmiştir.

Buna göre zarlı iç fındıklar zarı uzaklaştırılmış fındıklara nazaran daha yüksek antioksidan kapasitesi göstermiştir. Hem zarlı hem de zarsız iç fındıklar içerisinde en yüksek antioksidan aktiviteyi Trabzon’dan temin edilen fındıklar gösterirken (zarsız iç:



0.730 mmol/L trolox eşdeğeri; zarlı iç: 0.822 mmol/L trolox eşdeğeri) bunu sırasıyla Ordu, Giresun ve Samsun fındıkları takip etmiştir.

**Çizelge 4.** Zarsız ve zarlı iç fındık ile fındık zarı örneklerinin antioksidan kapasitesi

Numune	Menşei	Antioksidan kapasite (mmol/L troloks eşdeğeri)
Zarsız iç fındık yağı	Giresun	0.586 ± 0.005 <sup>H</sup>
	Ordu	0.598 ± 0.004 <sup>GH</sup>
	Samsun	0.553 ± 0.004 <sup>I</sup>
	Trabzon	0.730 ± 0.008 <sup>E</sup>
Zarlı iç fındık yağı	Giresun	0.621 ± 0.004 <sup>G</sup>
	Ordu	0.647 ± 0.005 <sup>F</sup>
	Samsun	0.560 ± 0.005 <sup>I</sup>
	Trabzon	0.822 ± 0.013 <sup>D</sup>
Fındık zarı yağı	Giresun	2.015 ± 0.000 <sup>A</sup>
	Ordu	1.824 ± 0.015 <sup>C</sup>
	Samsun	1.985 ± 0.002 <sup>A</sup>
	Trabzon	1.933 ± 0.007 <sup>B</sup>

<sup>A-I</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

Fındık zar yağlarının antioksidan kapasitelerinin zarlı ve zarsız iç fındık yağlarından çok yüksek olduğu (1.824-2.015 mmol/L trolox eşdeğeri) Çizelge 4’de görülmektedir. En yüksek antioksidan kapasitesi Giresun ve Samsun’dan temin edilen fındık zarlarının yağında gözlemlenmiştir. Giresun’dan temin edilen fındıkların zar yağlarının antioksidan kapasitesinin, Giresun zarlı iç fındığın antioksidan kapasitesinden yaklaşık 3.2 kat, zarsız iç fındıktan ise 3.4 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Shahidi et al (2007) çalışmalarında fındık zarının fındıktan daha fazla antioksidan kapasitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Fındık zar yağının antioksidan kapasitesinin yüksek oluşu yağda çözünür doğal antioksidanlarca zengin olduğu anlamına gelmektedir.

### 3.5. Fındık Zar Yağının Antioksidan Kapasitesinin Bazı Yağlarla Karşılaştırılması

Çalışmadan elde edilen, fındık zar yağının çok yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduğu bulgusuna dayanarak, çalışmanın son bölümünde zar yağının antioksidan etkinliği diğer yemeklik yağlarla ve kuvvetli yapay antioksidanlarla karşılaştırılmış ve sonuçlar Çizelge 5’de sunulmuştur.

Buna göre yemeklik yağların antioksidan kapasitesinin yağ çeşidine bağlı olarak 0.61-0.91 mmol/L trolox eşdeğeri arasında değiştiği ve en yüksek antioksidan kapasitesinin rafine kanola yağının sahip olduğu bulunmuştur. Rafine edilmiş fındık zar yağının antioksidan kapasitesinin ise kanola yağından 3.3 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Buna ilave olarak yapay antioksidan BHA’nın rafine fındık zar yağından 3.1 kat, BHT’nin ise yaklaşık 12 kat daha az antioksidan kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 5.** Bazı yemeklik yağlar ile yapay antioksidanların antioksidan kapasitesi

Numune	Antioksidan kapasite (mmol/L troloks eşdeğeri)
Rafine aspir yağı	0.85 ± 0.04 <sup>BC</sup>
Rafine ayçiçek yağı	0.88 ± 0.01 <sup>BC</sup>
Rafine ceviz yağı	0.75 ± 0.00 <sup>BC</sup>
Rafine fındık yağı	0.61 ± 0.02 <sup>C</sup>
Rafine fındık zar yağı	2.98 ± 0.01 <sup>A</sup>
Rafine kanola yağı	0.91 ± 0.01 <sup>B</sup>
BHA	0.97 ± 0.00 <sup>B</sup>
BHT	0.25 ± 0.01 <sup>D</sup>

<sup>A-D</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0.05 düzeyinde farklıdır.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmadan elde edilen veriler, farklı illerde (Giresun, Ordu, Samsun ve Trabzon) yetiştirilmiş fındıklardan elde edilen zarların farklı kimyasal bileşime ve antioksidan etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir. Doğal antioksidanlarca zengin fındık zar yağının antioksidan kapasitesinin, yaygın ve geniş kullanım alanına sahip olmakla birlikte insan sağlığı açısından yasal olarak kullanımına sınırlandırma getirilmiş yapay antioksidanlardan BHA ve BHT'den yüksek oluşu, fındık zar yağının antioksidan katkı maddesi olarak bu yapay antioksidanlara alternatif kullanım potansiyeli olduğunu göstermektedir. Bu çalışma verileri ışığında fındık entegre sanayinde atık niteliğinde olan fındık zarının doğal antioksidan kaynağı olarak yeni bir kimlik kazanacağı, ayrıca ilerleyen çalışmalarda bünyesindeki doğal antioksidanların izolasyonu ile katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi düşünülmektedir.

#### Teşekkür

Altaş Yağ Sanayii A.Ş.'ye rafine yemeklik yağ numuneleri ile rafine fındık zar yağının temini konusunda destekleri için teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

1. Alasalvar C, Shahidi F, Liyanapathirana C M & Ohshima T (2003). Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana* L.). 1. Compositional Characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(13): 3790-3796
2. Alasalvar C, Amaral J S & Shahidi F (2006). Functional Lipid Characteristics of Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54:10177-10183
3. Alasalvar C & Shahidi F (2009). Tree Nuts: Composition Phytochemicals and Health Effects. Taylor & Francis Group Boca Raton London New York: CRC Press

4. Altun M, Çelik S E, Güçlü K, Özyürek M, Erçağ E & Apak R (2011). Total Antioxidant Capacity and Phenolic Contents of Turkish Hazelnut (*Corylus Avellana*.) Kernels and Oils. *Journal of Food Biochemistry* 37(1): 53-61
5. Amaral J S, Casal S, Citov´a I, Santos A, Seabra R M & Oliveira B P P (2006). Characterization of several hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars based in chemical, fatty acid and sterol composition. *European Food Research and Technology* 222: 274-280
6. Crews C, Hough P, Godward J, Brereton P, Lees M, Guet S & Winkelmann W (2005). Study of the Main Constituents of Some Authentic Hazelnut Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(12): 4843–4852
7. FAO. (2019). FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi:17.04.2019)
8. Gunes N T, Köksal A İ, Artık N & Poyrazoğlu E (2010). Biochemical Content of Hazelnut (*Corylus avellana* L.) Cultivars from West Black Sea Region of Turkey. *European Journal of Horticultural Science* 75(2): 77-84
9. Köksal A I, Artık N, Şimşek A & Güneş N (2006). Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry* 99(3): 509-515
10. Li H & Parry J W (2011). Phytochemical Compositions, Antioxidant Properties, and Colon Cancer Antiproliferation Effects of Turkish and Oregon Hazelnut. *Food and Nutrition Sciences* 02(10): 1142-1149
11. Özdemir A & Akinci I (2004). Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *Journal of Food Engineering* 63: 341-347
12. Özyurt V H & Ötles S (2018). Hazelnut testa as a by-product: nutritional composition, antioxidant activity, phenolic compound profile and dietary fiber content. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi* 42(3): 38-57
13. Şahin S (2011). Bewertung der licht-induzierten Lipidstabilität von konventionellen und high-oleic Rapsölen supplementiert mit natürlichen Antioxidantien, Yüksek Lisans Tezi, Hamburg University of Applied Sciences, Hamburg
14. Seyhan F, Ozay G, Saklar S, Ertas E, Satır G & Alasalvar C (2007). Chemical changes of three native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) during fruit development. *Food Chemistry*, 105: 590-596
15. Shahidi F, Alasalvar C & Liyana-Pathirana C M (2007). Antioxidant Phytochemicals in Hazelnut Kernel (*Corylus avellana* L.) and Hazelnut Byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 1212-1220
16. TMO (2017) Fındık Sektör Raporu. <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/findiksektorraporu2016.pdf> 2016 (Erişim tarihi:18.04.2019)
17. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği (2013) Resmî Gazete Sayısı: 28693
18. Uylaşer V & Başoğlu F (2014). Temel Gıda Analizleri. Dora, Bursa
19. WHO. (2019). WHO Healthy diet. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet> (Erişim tarihi:13.04.2019)

## Biber Genotiplerinin Fosfor Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi

Faruk ÖZKUTLU<sup>1</sup>, Abdullah Saim YILDIRIMER<sup>1</sup>, Mehmet AKGÜN<sup>1</sup>, Özlem ETE AYDEMİR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

(Geliş Tarihi/Received Date: 06.05.2019; Kabul Tarihi/Accepted Date: 10.06.2019)

### Öz

Fosforlu (P) gübrelerin etkin kullanımının sağlanması amacıyla P etkin genotiplerin belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmada, sera koşullarında 8 farklı yerel biber genotipine 5 farklı P dozu (0, 25, 50, 100 ve 200 mg P kg<sup>-1</sup>) uygulanmasıyla etkin genotipler belirlenmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Biber bitkisinde, fosfor konsantrasyonları, toplam kaldırılan fosfor, gövde kuru madde miktarları ve bitkilerin P kullanım etkinlikleri incelenmiştir. Yeşil aksam gövde fosfor konsantrasyonunda doz, genotip ve genotipxdoz interaksyonu etkisi istatistikî açıdan (P<0.001) önemli olduğu bulunmuştur. Yeşil aksam kuru madde verimi K-7 genotipinin kontrol uygulaması 2.07 g saksı<sup>-1</sup> iken, en yüksek P dozu (200 mg P kg<sup>-1</sup> toprak) uygulamasıyla kuru madde verimi 2.1 kat artmıştır. Benzer şekilde K-3 genotipinde de kontrole göre 3.4 kat kuru madde artışı olduğu belirlenmiştir. Fosfor uygulamasıyla kuru madde verimi diğer genotiplerde de artış sağladığı saptanmıştır. Oransal kuru madde artışı ve etkinlik indeksi (EI) göz önüne alınarak değerlendirildiğinde; PS-5 genotipi Etkin Duyarlı; K-2, K-8 ve K-7 genotipleri Etkin Duyarsız; K-9, K-5 ve K-3 genotipleri Etkin Olmayan Duyarlı; PM-5 genotipi ise Etkin Olmayan Duyarsız olarak sınıflandırılmıştır. Yerel biber genotipleri içinde P kullanım etkinliği yönünden önemli farklılıkların olduğu bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Fosforlu gübreler, P-etkinliği, Besin elementi kullanım etkinliği, Etkinlik indeksi

### Determination of Phosphorus Use Efficiency of Pepper Genotypes

#### Abstract

It is important to determine phosphorus (P) efficient genotypes, so as to provide efficient use of phosphorus fertilizers. The objective of this study was to determine P use efficiency of local pepper genotypes subjected to five different P concentrations (0, 25, 50, 100, and 200 mg P Kg<sup>-1</sup>). Phosphorus concentrations, total P uptake, stem dry matter accumulation and P use efficiency of eight local pepper genotypes were studied in a greenhouse experiment using a randomized block design with three replications. The effect of P doses, genotype and genotype by P doses were found to be statistically significant (p<0.001) in stem P

\* Sorumlu yazar/ Corresponding author: farukozkutlu@hotmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-8651-3346>

Abdullah Saim YILDIRIMER: a\_saim\_y@hotmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-5167-0894>

Mehmet AKGÜN: mehmetakgun52@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0001-5148-5544>

Özlem ETE AYDEMİR: ozlemete87@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-6055-4908>

concentration. Stem dry matter yield was 2.07g pot<sup>-1</sup> in the control plants of genotype of K-7, whereas it increased by 2.1 fold with the application of 200 mg P Kg<sup>-1</sup>. Similarly, a 3.4fold increase in stem dry matter yield of K-3 genotype was recorded, as compared to the control. Considering relative dry matter increase and efficiency index (EI), the local pepper genotypes were classified as; effective-sensitive (PS-5), effective-insensitive (K-2, K-8, and K-7), ineffective-sensitive (K-9, K-5, and K-3), and ineffective-insensitive (PM-9). Significant differences were observed among local pepper genotypes for P use efficiency.

**Keywords:** Phosphorus fertilizers, P-Efficiency, Nutrient use efficiency, Efficiency index

## 1. Giriş

Biber, *Capsicum* türünden ve *Solanacea* familyasında yer almaktadır. Ülkemizde çoğunlukla yetiştiriciliği yapılan biberler; sofralık olarak sivri, kapyra, dolmalık, çarliston, kurutmalık olarak yetiştirilen biberler ise süs biberleri ve turşuluk biberler gibi çeşitlerdir. Ayrıca bunlarla birlikte daha az üretimi olan Yunan çarlisto, Macar biberi, Şili biberi, blok biberler (California Wonder-iri dolmalık) ve Jalapeno gibi biber çeşitleri de yetiştirilmektedir (Özalp, 2010). Türkiye'nin % 7.12'lik üretim miktarının büyük bir bölümünü Şanlıurfa, Gaziantep, Kilis ve Kahramanmaraş illerinde üretilen biberlerin oluşturduğu belirlenmiştir (Anonim, 2017b). En çok üretilen ülkeler içerisinde sırasıyla Çin, Meksika ve Türkiye yer almaktadır. Dekar başına alınan verimde 2600-2700 kg ile Türkiye lider ülke konumundadır. Bu rakamlarda göstermektedir ki ülkemizde verimli çeşitlerin kullanılması ve gübrelemenin uygun miktarlarda yapılmasının önemli rolü bulunmaktadır. Bu verimliliğinin korunması ve daha yüksek değerlere taşınmasında P'lu gübrelerin kullanımı etkin rol oynamaktadır. Fosforlu gübreler bitki gelişimi üzerine önemli rol oynadığından bitkilerin beslenmesi ve yüksek verim için gereklidir (İbrikci ve ark., 2004). Fosforun bitkilerde erken gelişme, kök gelişimi, çiçeklenme ve tohum bağlama üzerine etkileri nedeniyle bitkiye sapsanması gerekmektedir. Toprağa uygulanan P'un uygun olmayan toprak özellikleriyle P hızlıca yarayışsız forma dönüşerek bitkilerin etkin şekilde beslenememesine neden olmaktadır. Tarımsal üretim sisteminde her yıl uygulanan fosforlu gübreler yaklaşık % 80-85 oranında topraklarda adsorbsiyon, çökme veya organik bileşikler oluşturarak bitkilerin alamayacağı forma dönüşmektedir (İbrikci ve ark., 2005; Korkmaz ve ark., 2010; Kılıç ve Korkmaz, 2012). Bitkisel üretimde P kullanımı gerekli olup ülkemiz toprakları P yönünden % 75 oranında eksiklik göstermektedir (Eyüpoğlu, 1999). Bu nedenle P gübrelerin sürekli kullanılması uygun olmayan toprak özellikleriyle topraklarda P birikimine yol açmakta ve göllerde, nehirlerde ötrifikasyona neden olmaktadır. Fosforlu gübrelerin etkin kullanımı hem ekonomik açıdan hem de kirliliği önleme açısından son derece önemlidir. Son yıllarda P'lu gübre kullanımı azaltmak için P etkin genotiplerin belirlendiği çalışmalara hız verilmiştir. Fosfor etkinliği bitki tür veya çeşitlerinin P'u alabilme ve alınan P'u vejetatif ve generatif kısımlarında kullanabilme yeteneği olarak açıklanmaktadır. Daha geniş anlamda etkinlik; tane ürünü ve biomas oluşturmak üzere bitkilerin besin maddelerini alma ve kullanma kapasitesi olarak ifade edilmektedir (Gourley ve ark., 1993). Besin maddesi kullanım etkinliği; toprak çözeltisinde besin elementinin yetersiz bulunduğu şartlarda, aynı genotiplerin varyasyonları içerisinde bir genotipin başka bir genotipe göre daha iyi gelişme gösterme yeteneği olarak belirtilmiştir (Graham ve ark., 1992; Korkmaz ve ark., 2009; Korkmaz ve Altıntaş 2016). Bu araştırmada, Kahramanmaraş çevresinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan 8 farklı yerel biber genotipinin P uygulamalarına karşı verdiği tepkiler ve P kullanım etkinlikleri belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1 Materyal

#### 2.1.1 Deneme Toprağının Özellikleri

Denemede kullanılan toprakta P konsantrasyonunun yetersiz olduğu toprak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri incelendiğinde (Çizelge 2.1); hafif alkali yapıda, killi tın tekstürlü, tuzsuz, organik madde miktarı az, az kireçli, N, P ve K'ca yetersiz miktarda olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 2.1.** Deneme Toprağının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Tekstür	Killi Tın
pH	7.8
EC, dS m <sup>-1</sup>	3.48
Kireç, %	3.17
O.M. %	1.47
N, %	0.083
P, mg kg <sup>-1</sup>	6.1
K, mg kg <sup>-1</sup>	55.2
Fe, mg kg <sup>-1</sup>	14.9
Zn, mg kg <sup>-1</sup>	7.1
Mn, mg kg <sup>-1</sup>	2.3
Cu, mg kg <sup>-1</sup>	5.4

#### 2.1.2 Denemede Kullanılan Biber Genotipleri

Sera denemesinde kullanılan biber genotipleri, uzun yıllardır Kahramanmaraş bölgesinde yetiştiriciliği yapılan ve bölgeye adapte olabilecek 8 farklı yerel biber genotipi Kahramanmaraş; Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Denemede kullanılan genotipler PM-5, K-2, PS-5, K-9, K-5, K-8, K-7 ve K-3 genotipleri kullanılmıştır.

### 2.2 Metot

Deneme toprağında yapılan analizler; Bünye analizi hidrometre yöntemi ile (Bouyocous, 1951), Toprak reaksiyonu (pH) ve Total tuz 1:2.5 oranında toprak su karışımı yapılarak ölçülmüştür (Jackson, 1958; Maas, 1986). Kireç tayininde Scheibler kalsimetresi kullanılmıştır (Çağlar, 1949). Organik madde miktarı yaş yakma yöntemiyle topraktaki karbonun saptanarak hesaplanmasıyla belirlenmiştir (Nelson ve Sommers 1982). Yarayıslı fosfor analizi, askorbik asit ve antimonil içeren asitlendirilmiş amonyum molibdat çözeltisi kullanılarak yapılmıştır (Watanabe ve Olsen, 1965). Toprak örneklerinde alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu analizi kireçli topraklar için geliştirilen DTPA-TEA ekstraksiyon çözeltisi kullanılarak yapılmıştır (Lindsay and Norvell, 1978). Bitki analizleri; Deneme sonucunda hasat edilen bitki örnekleri 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra

öğütülerek kimyasal analize hazırlanmıştır. Bitki örnekleri 550 °C’de kuru yakmaya tabi tutularak Olsen ve Watanable (1957)’nin geliştirmiş olduğu molibdofosforik mavi renk esasına dayalı yöntemle göre P analizi yapılmıştır.

### 2.2.1 Sera Denemesinin Yürütülmesi

Deneme Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliğinin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü araştırma serasında 20 Eylül 2015 tarihinde yürütülmüştür. Denemede P’ca noksan ( $6.1 \text{ mg kg}^{-1}$ ) olan toprak kullanılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre; 8 biber genotipi X 5 P dozu X 3 tekerrür olmak üzere 120 saksıda yürütülmüştür. Denemede kullanılan biber genotipleri 3 yapraklı 5-6 cm boyuna ulaştığında, saksı başına 5 adet fide olacak şekilde şaşırtılmıştır. Bir hafta sonra 3 fide kalacak şekilde seyreltilmiştir. Denemede temel gübreleme olarak her saksıya  $100 \text{ mg N kg}^{-1}$ ,  $250 \text{ mg K kg}^{-1}$  verilmiştir. Fosfor 5 farklı (0, 25, 50, 100, 200  $\text{mg P kg}^{-1}$ ) doz olarak uygulanmıştır. Denemede toprakların tarla kapasitelerindeki suyun % 60-70’ine denk gelecek şekilde saksılara saf su verilmiştir. Deneme 48 gün süreyle yetiştirilmiş olup deneme süresince eksilen su, saf su ile tarla kapasitesinde olacak şekilde tamamlanmıştır. Bitkilerin hasadı simptomların şiddetine ve büyümede gerileme düzeyine bağlı olarak belirlenmiştir. Buna göre, bitkiler çiçeklenme öncesinde toprak seviyesinden 1 cm yukarıdan olacak şekilde hasadı yapılmıştır.

### 2.2.2 Bitki Örneklerinin Fosfor Etkinliğinin Hesaplanması

Etkinlik; gövde gelişimi ve tane ürünü meydana getirmek üzere bitkilerin besin maddelerini alma ve kullanma kapasitesi şeklinde ifade edilmiştir (Gourley ve ark., 1993).

Etkinlik indeksi (EI), bitkilerin kuru madde verimi ve gövde fosfor içeriğine bakılarak ( $\text{g}^2/\text{gövde P}$  konsantrasyonu) hesaplanmaktadır (Siddiqi ve Glass, 1981).

Bitkilerdeki fosfor etkinliğini hesaplarken; etkinlik indeksi ve oransal kuru madde artışının ( $P_{200}/P_0$ ) hesaplanması ile sınıflandırılması yapılmıştır (Korkmaz ve ark., 2009). Hesaplama Microsoft Office Excel paket programı kullanılarak yapılmıştır.

### 2.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma verileri tesadüf parselleri deneme desenine göre SAS-JMP 9.0 istatistik programıyla varyans analizine tabi tutulmuş ve çoklu karşılaştırma testlerinden LSD (Least Significant Differences) kullanılmıştır.

## 3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

### 3.1 Biber Genotiplerinin Kuru Madde Verimi

Araştırmada kullanılan 8 farklı yerel biber genotiplerinin, 5 farklı dozda fosfor (0, 25, 50, 100, 200  $\text{mg P kg}^{-1}$ ) uygulamaları altında ortalama gövde kuru madde ağırlıklarında farklılıkların olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.1). Özellikle kontrol dozunda genotipler arasında önemli farklar olduğu bulunmuştur. Bu kapsamda K-5 genotipi  $1.29 \text{ g saksı}^{-1}$  kuru madde üretirken K-8 genotipi  $2.56 \text{ g saksı}^{-1}$  ile 2 kat fazla kuru madde üretmiştir. Gövde kuru madde verimleriyle P dozları arasındaki ilişkiye bakıldığında artan P ( $P_{25}$ ,  $P_{50}$ ,  $P_{100}$  ve  $P_{200} \text{ mg P kg}^{-1}$ ) dozlarıyla genotiplerde artış olduğu belirlenmiştir. En yüksek doz olan 200  $\text{mg P kg}^{-1}$  uygulamasında kuru madde verimi  $7.93 \text{ g saksı}^{-1}$  ile PS-5 genotipinde en düşük

kuru madde verimi 3.48 g saksı<sup>-1</sup> ile K-5 genotipinde olduğu bulunmuştur. Genotiplerin artan dozda P uygulamalarına tepkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu durumda kontrol grubunda K-5 genotipi ile doz uygulamasında en yüksek verime sahip PS-5 genotipinin kuru madde verimleri arasında yaklaşık 6 kat artış olduğu ve kontrol grubunun ortalaması ile en yüksek P<sub>200</sub> uygulamasının ortalama kuru madde veriminde 3 kat artış bulunduğu saptanmıştır (İbrikci ve ark., 2004; Korkmaz, 2009; Akgün, 2015; Korkmaz, 2016).

**Çizelge 3.1.** Yerel biber genotiplerinin gövde kuru madde verimi (g saksı<sup>-1</sup>)

Genotipler	-----P Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )-----					Ortalama
	0	25	50	100	200	
	-----g saksı <sup>-1</sup> -----					
PM-5	1.70 U-W	3.28 O-Q	4.28 J-N	5.04 E-L	4.53 H-M	<b>3.76 D-E</b>
K-2	2.25 R-V	4.24 K-N	5.15 D-J	5.00 E-L	6.41 B-C	<b>4.61 B</b>
PS-5	2.46 Q-V	4.40 I-M	5.89 B-E	6.42 B-C	7.93 A	<b>5.42 A</b>
K-9	1.86 T-W	3.18 O-Q	3.82 M-O	4.61 G-M	5.21 D-I	<b>3.74 E</b>
K-5	1.29 W	2.64 P-T	3.15 O-R	2.89 P-S	3.48 N-P	<b>2.69 F</b>
K-8	2.56 Q-U	4.96 F-L	5.06 E-L	6.61 B	5.99 B-D	<b>5.03 A</b>
K-7	2.07 S-W	4.19 L-N	4.65 G-M	5.48 D-G	4.43 I-M	<b>4.17 C-D</b>
K-3	1.60 V-W	4.53 H-M	5.12 D-K	5.68 C-F	5.41 D-H	<b>4.47 B-C</b>
<b>Ortalama:</b>	<b>1.97 D</b>	<b>3.93 C</b>	<b>4.64 B</b>	<b>5.22 A</b>	<b>5.42 A</b>	
Genotip	***	LSD :0.407				
Doz	***	LSD :0.332				
Genotip x Doz	***	LSD :0.911				

\*\*\* İstatistiksel olarak P<0,001 düzeyinde önemlidir.

### 3.2 Yerel Biber Genotiplerinde Gövde Fosfor Konsantrasyonları

Artan dozlarda P uygulamalarında genotiplerin gövde fosfor konsantrasyonlarına sırayla % 0.148, % 0.156, % 0.165 ve % 0.171 olduğu bulunmuştur. 200 mg P kg<sup>-1</sup> doz uygulamasında en yüksek gövde P konsantrasyonu % 0.171 elde edilmiştir. Genotiplerde ki gövde aksamı P konsantrasyonunun incelendiğinde, en düşük P konsantrasyonu % 0.147 ile K-8 genotipinde ve en yüksek P konsantrasyonu ise % 0.166 ile PS-5 genotipinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.2). Elde edilen P konsantrasyon varyasyonları P kullanım etkinliği yönünden önem taşımaktadır. Bitki türlerinde hatta aynı türe sahip çeşitler içinde P kullanımı yönünden farklılıklar olduğu belirtilmektedir (Fohse ve ark., 1991; Korkmaz ve ark., 2009; Korkmaz ve Altıntaş 2016).



**Çizelge 3.2.** Yerel biber genotiplerinin gövde fosfor konsantrasyonu (%)

Genotipler	-----P Dozları (mg kg <sup>-1</sup> )-----					Ortalama
	0	25	50	100	200	
	----- % -----					
PM-5	0.113	0.160	0.157	0.153	0.163	<b>0.149</b>
K-2	0.137	0.147	0.153	0.179	0.196	<b>0.162</b>
PS-5	0.140	0.150	0.175	0.182	0.181	<b>0.166</b>
K-9	0.137	0.152	0.151	0.137	0.167	<b>0.149</b>
K-5	0.138	0.141	0.166	0.164	0.171	<b>0.156</b>
K-8	0.130	0.137	0.149	0.159	0.162	<b>0.147</b>
K-7	0.126	0.154	0.152	0.168	0.163	<b>0.153</b>
K-3	0.126	0.144	0.148	0.174	0.162	<b>0.151</b>
<b>Ortalama</b>	<b>0.131 D</b>	<b>0.148 C</b>	<b>0.156 B-C</b>	<b>0.165 A-B</b>	<b>0.171 A</b>	

Doz \*\*\*LSD :0.0102

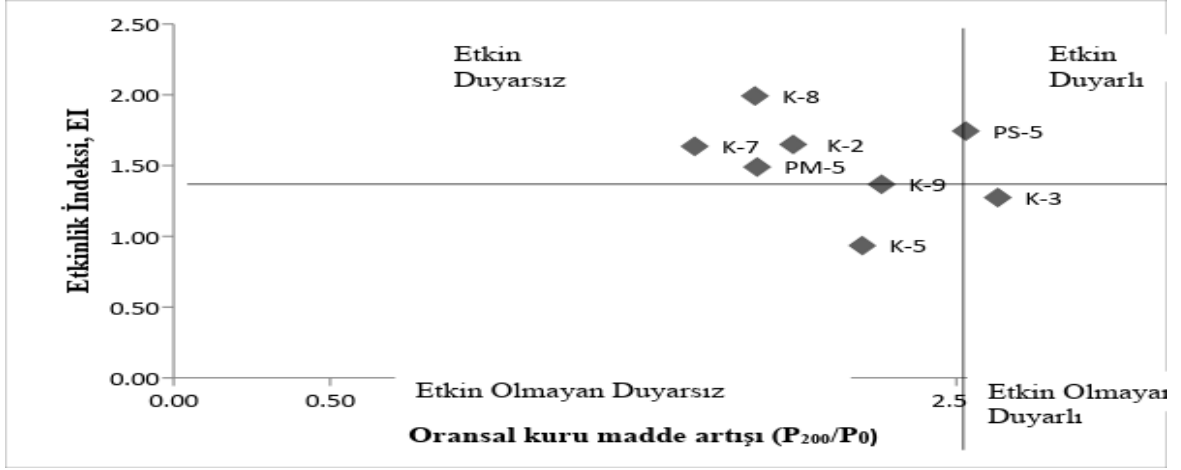
\*\*\* istatistiksel olarak P&lt;0.001 düzeyinde önemli.

Toprağa uygulanan P'lu gübrelerle, bitkilerin kök bölgesindeki P konsantrasyonunun arttığı ve buna bağlı olarak bitki dokularındaki P konsantrasyonunun da arttığı belirtilmektedir (Güneş ve ark., 2004; İbrikçi ve ark., 2009; Korkmaz ve ark., 2009; Korkmaz ve ark., 2010; Akgün, 2015;).

### 3.3 Düşük ve Yüksek Fosfor (P)'lu Koşullarda Gövde Kuru Madde Miktarı ve Fosfor Kullanım Etkinliği

Düşük fosfor (0 mg P kg<sup>-1</sup>) ve yüksek fosfor (200 mg P kg<sup>-1</sup>) şartlarında sera koşullarında 48 gün süreyle yetiştirilen 8 farklı yerel biber genotipinin kuru madde verimleri ve fosfor kullanım etkinlikleri Şekil 1'de verilmiştir. Araştırmaya göre yerel biber genotiplerinde fosfor (P) kullanım etkinliği incelenmesi ile elde edilen sonuçların kontrol dozu (0 mg P kg<sup>-1</sup>) ile karşılaştırılmasıyla, 200 mg P kg<sup>-1</sup> dozu uygulamasının bitki kuru madde miktarının ve bitkinin kaldırdığı fosfor miktarında önemli düzeyde artış gösterdiği görülmektedir.

Biber genotiplerinin fosfor etkinliği yönünden karşılaştırıldığında kontrole göre en fazla artışın 3.4 kat ile K-3 yerel biber genotipinde olduğu belirlenmiştir. K-3 yerel biber genotipinin kontrol dozunda (0 mg P kg<sup>-1</sup>) kuru madde verimi ortalama olarak 1.60 g saksı<sup>-1</sup> iken en yüksek 200 mg P kg<sup>-1</sup> doz uygulamasıyla ortalama olarak 5.41 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde verimi üretmiştir. Hiç fosfor uygulanmayan kontrol grubunda yerel biber genotiplerinin gelişmesinde fosforun sınırlayıcı bir faktör olduğu, fosfor dozlarının artırılması ile birlikte kuru madde miktarlarında artışlar olduğu ve bu artışın P<0,001 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Yerel biber genotiplerinde görülen bu artış kontrol dozu uygulamasına göre 2.1 kat artış oranı ile K-7 yerel biber genotipinde olduğu saptanmıştır. K-7 yerel biber genotipinin kontrol dozunda (0 mg P kg<sup>-1</sup>) ortalama olarak 2.07 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde verimine sahip olurken, uygulama yapılan fosfor dozlarına olumlu tepki göstererek uygulanan fosforun 200 mg P kg<sup>-1</sup> dozuna yükseltilmesi sonucu ortalama olarak 4.43 g saksı<sup>-1</sup> kuru madde verimi sağlamıştır.



Şekil 3.1. Düşük ( $P_0=0$  mg P  $kg^{-1}$ ) ve yüksek ( $P_{200}=200$  mg P  $kg^{-1}$ ) fosfor (P)'lu koşullarda etkinliği

8 farklı biber genotipinde bitkilerin kaldırdığı P ve oransal kuru maddenin esas alınmasıyla P kullanım etkinliğinin sınıflandırılmasına göre genotipler; Etkin duyarlı; PS-5; Etkin Duyarsız; K-2, K-7 ve K-8; Etkin Olmayan Duyarlı; K-3, K-5 ve K-9 ve Etkin Olmayan Duyarsız; PM-5 olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 3.1).

Genotipler arasında etkin duyarlı genotip olarak PS-5 olduğu tespit edilirken etkin olmayan duyarlı genotip olarak da PM-5'in olduğu bulunmuştur. Yerel biber genotipleri topraktan farklı miktarlarda P kaldırmış ve kaldırmış oldukları P göre de farklı miktarlarda kuru madde üretimi yaptığı belirlenmiştir. Fosfor noksanlığının olduğu koşullarda P kullanım etkinliği yüksek olan bitkinin adaptasyonları, kök mimarisindeki ve morfolojisindeki farklılıklar ile kök tüylerinde uzamanın artması (Lynch, 2007; Akgün, 2015), bitkilerin kökler aracılığı ile organik asit ve karboksilatların yanı sıra  $OH^-$  ve  $H^+$  salgılaması sonucu rizosfer pH'sını değiştirmesi (Shen ve ark., 2011), karbon metabolizmasını ve solunum yollarını yenileyerek bitki içindeki fosforu etkin kullanmayı sağlaması (Wanke ve ark., 1998) aracılığıyla fotosentez ve fotosentez ürünlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak, inorganik durumdaki P taşıyıcı enzimlerini salgılanması ve yüksek oranda P taşınması işleminde önemli görev üstlenen genlerden kaynakladığı düşünülmektedir (Raghothama, 1999; 2005).

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada incelenen 8 farklı biber genotipinin; oransal kuru madde miktarı ve etkinlik indeksi göz önüne alınarak bakılan fosfor kullanım etkinlik sınıflandırılmasına göre biber genotipleri; i) Etkin Duyarlı; PS-5, ii) Etkin Duyarsız; K-2, K-8 ve K-7, iii) Etkin Olmayan Duyarlı; K-9, K-5 ve K-3, IV) Etkin Olmayan Duyarsız; PM-5 genotipi olarak sınıflandırılması yapılmıştır. Fosfor uygulamasına bağlı olarak K-3 yerel biber genotipinde kontrol dozundan ( $0$  mg P  $kg^{-1}$ )  $200$  mg P  $kg^{-1}$  çıkması ile birlikte gövde kuru madde miktarında 3.4 kat artış meydana geldiği bulunmuştur. Yerel biber genotiplerinin topraktan farklı miktarlarda P kaldırdığı ve kaldırmış oldukları P miktarına oranla farklı düzeylerde kuru madde ürettiği belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, bitkideki etkinlik mekanizmasının daha kapsamlı bir şekilde çalışılmasıyla yerel popülasyonlarda ki bitki türlerinin yanı sıra aynı türe sahip genotiplerin içerisindeki farklılıkların da belirlenmesi genetik kaynakları değerlendirmek yönünden önemlidir. Bu genotiplerin kayıp olmadan toplanması, tanımlama yapılması ve bu genotiplerin bitki ıslah programlarında kullanılması

oldukça önemlidir. Fosfor noksanlığı durumunda P etkin genotipin belirlenmesiyle verim ve kaliteyi düşürmeden P'lu gübrelerin kullanımının azalmasıyla ekonomik olarak tasarruf edilmesine katkı sağlanabilir.

## Teşekkür

Bu araştırma Ordu Üniversitesi Bilimsel Projeleri Destekleme (BAP) Birimi tarafından TF-1532 nolu projeye desteklenmiştir.

## 5. Kaynaklar

1. Akgün, M. 2015. Yerel Mısır (*Zea mays* L.) Genotiplerinin Fosfor Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
2. Anonim, 2017b. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK). <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>
3. Bouyoucous, G. L. 1951. A Recalibration of Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agronomy Journal*. (43):434-438.
4. Çağlar, K.Ö. 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
5. Eyüpoğlu, F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 220, Teknik Yayın No: T-67, s:122, Ankara.
6. Fohse, D., Claassen, N. and Jungk, A. 1991. Phosphorus efficiency of plants. *Plant & Soil* (132): 261–272.
7. Gourley, C. J. P., Altan, D. L., Russelle, M. P. 1993. Defining phosphorus efficiency in plants. *Plant Soil*, (155/156): 289-292.
8. Güneş, A., Alpaslan, M. ve Önal, A. 2004. Bitki Besleme ve Gübreleme (Ders Kitabı), Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 1539, Ankara, s. 324.
9. İbriki, H., Ryan, J., Yildiran, U., Guzel, N., Ülger, A. C., Büyük, G. and Korkmaz, K. (2004). Phosphorous fertilizer efficiency and mycorrhizal infection in corn genotypes. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 19(2), 92-99.
10. İbriki, H., Ryan, J., Ülger, A. C., Büyük, G., Cakir, B., Korkmaz, K., and Konuskan, O. 2005. Maintenance of phosphorus fertilizer and residual phosphorus effect on corn production. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 72(3), 279-286.
11. İbriki, H., Ülger A. C., Kormaz, K., Okdem, A., Büyük, G., Amar, B., Konuskan, O., Karnez, E., Ozgenturk, G., Oguz, H. and Ryan, J. 2009. Genotypic responses of corn to phosphorus fertilizer rates in calcareous soils. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*. (40):1418–1435.
12. Jackson, M.L. 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
13. Kılıç, R. ve Korkmaz, K. 2012. Kimyasal Gübrelerin Tarım Topraklarında Artık Etkileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 5(2): 87-90.
14. Korkmaz, K., İbriki, H., Karnez, E., Büyük, G., Ryan, J., Ülger A.C. and Oguz, H. 2009. Phosphorus use efficiency of wheat genotypes grown in calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, (32): 2094-2106.

15. Korkmaz, K., Ibrikci, H., Karnez, E., Buyuk, G., Ryan, J., Oguz, H., & Ulger, A. C. (2010). Responses of wheat genotypes to phosphorus fertilization under rainfed conditions in the Mediterranean region of Turkey. *Scientific Research and Essays*, 5(16), 2304-2311.
16. Korkmaz, K. and Altıntaş, Ç. 2016. Phosphorus use efficiency in canola genotypes. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(6), 424-430.
17. Lindsay, W.L. and Norvell, W.L. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, copper. *Soil. Sci. Soc. Am.*, 42:421-428.
18. Lynch, J. P. 2007. Roots of the second green revolution. *Aust. J. Botany* (55): 493– 512.
19. Maas, E.V. (1986). Salt Tolerance of Plants. *Applied Agricultural Research*, 1;12-26.
20. Nelson, D. W. and Sommers, L. E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In 'Methods of Analysis. Chemical and Microbiological Propertise', s:539-580.
21. Olsen, S. R., and Watanable, F. S. 1957. A Method to Determine A Phosphorus Adsorption Maximum for Soils As Measured by The Langmuir Isoterm. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* (21): 144-149.
22. Özalp, R. 2010. Ülkemizde biber üretimi ve örtüaltı biber yetiştiriciliği. *Tarım Türk Dergisi*. 24(5): 29-32
23. Ragothama, K. G. 1999. Phosphate Acquisition. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* (50): 665-693.
24. Ragothama, K.G. 2005. Phosphorus and plant nutrition: an overview. In: Sims, J.T. (Ed.), *Phosphorus Agriculture and the Environment*. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. 355–378.
25. Shen, J., Yuan, L., Zhang, j., Li, H., Bai, Z., Chen, X., Zhang, W.,Zhang, F. 2011. Phosphorus Dynamics: From Soil to Plant. *Plant Physiology*, (156): 997-1005.
26. Siddiqi, M. Y., Glass, A. D. M. 1981. Utilization Index. A modified approach to estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *Journal of Plant Nutrition*, (4): 289-302.
27. Wanke, M., Ciereszko, I., Podbielkowska, M., Rychter, A.M. 1998. Response to phosphate deficiency in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) roots. Respiratory metabolism, sugar localization and changes in ultra structure of bean root cells. *Ann. Bot. (London)* (82): 809–819.
28. Watanable, F. S., Olsen, S.R. 1965. Test of an Ascorbic Acid Method for Determining Phosphorus in Water and NaHCO<sub>3</sub> Extracts from Soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* (29): 677-678.

## Bağ Kesen Total Diz Protezinde Post Geometrisinin Konveks ve Konkav Durumunun Aşınmaya Etkisinin SEA ile Araştırılması

Serdar KOLUAÇIK<sup>1</sup>, Murat CAN<sup>1</sup>, Erkan BAHÇE<sup>2\*</sup>, Ender EMİR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Malatya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Malatya

<sup>2</sup>İnönü Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya

<sup>3</sup>Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan MYO, Otomotiv Teknolojileri Programı, Kahramanmaraş

(Geliş Tarihi/Received Date: 17.04.2019; Kabul Tarihi/Accepted Date: 08.05.2019)

### Öz

Diz osteoartritinde oluşan ağrı ve eklem hareket kısıtlılığını gidermede metal ve polietilen malzemeden imal edilen diz eklem protezleri kullanılmaktadır. Bu protezlerde hastanın yaşı, aktivite düzeyi, kilosu ve ek hastalıkları gibi nedenlere bağlı olarak aşınma, gevşeme, dengesizlik ve enfeksiyon gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunlara bağlı olarak da protezlerin kullanım ömürleri değişmektedir. Protezlerde görülen bu sorunların çözümü için protez tasarımları üzerine yoğun çalışmalar devam etmektedir. Bunlardan biri de arka çapraz bağın görevini yapması için tasarlanan bağkesen total diz protezidir. Bağkesen protezlerdeki post-cam değişik geometrik şekillere göre dizayn edilmesine rağmen ideal tasarımın yapılması üzerine çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmada post-cam'deki düz-düz, konveks-konkav ve konkav-konveks olmak üzere üç farklı geometrik temas alanının von mises gerilmesine ve kontak basıncına etkileri sonlu elemanlar analizi ile araştırılarak aşınma üzerindeki etkileri incelendi. Çalışma sonucunda temas yüzeyi alanının artmasının von mises gerilmesi ve kontak basıncını azalttığı ve buna bağlı olarak da aşınma miktarının azaldığı tespit edildi. Analiz sonuçlarına göre de aşınmanın konkav-konveks temasa dayalı tasarımlarda en düşük olduğu ölçüldü.

**Anahtar Kelimeler:** Diz protezi, Post-cam, Aşınma

## The Investigation of the Effect of Convex and Concave State of Post Geometry on Wear in Total Knee Prosthesis with FEA

### Abstract

Knee joint prostheses made of metal and polyethylene material are used to relieve pain and joint motion limitation in knee osteoarthritis. Problems such as wear, loosening, imbalance and infection can be encountered in these group prostheses due to age, activity level, weight and additional diseases of the patients. Lifetime of prostheses may change depending on these problems. In order to solve these problems observed in prostheses, intensive studies on prosthetic designs are progressing. One of these is the PCL-substituting total knee prosthesis designed to perform the function of the posterior cruciate ligament. Although

\* Sorumlu yazar/ Corresponding author: [erkan.bahce@inonu.edu.tr](mailto:erkan.bahce@inonu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0001-5389-5571>

Serdar KOLUAÇIK: [skoluacik@yahoo.com](mailto:skoluacik@yahoo.com), <https://orcid.org/0000-0002-1450-4029>

Murat CAN: [mrt44cn@gmail.com](mailto:mrt44cn@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-1539-3973>

Ender EMİR: [enderemir.inonu@gmail.com](mailto:enderemir.inonu@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-4972-5064>

post-cam in PCL-substituting prosthesis is designed according to different geometric shapes, studies are still being conducted to create the ideal design. In this study, the effects of three different geometric contact areas such as flat-flat, convex-concave and concave-convex on von misses stress and contact pressure were investigated with finite element analysis and their effects on wear were investigated. As a result of the study, it was determined that the increase of the contact surface area reduced the von misses stress and contact pressure and consequently the amount of wear. According to the results of the analysis, wear was the lowest in designs based on concave-convex contact.

**Keywords:** Knee arthroplasty, Post-cam, Wear

## 1. Giriş

Total diz protezleri (TDP), aşınmış olan eklem yüzlerinde, ağrısız eklem hareketini oluşturmak için metal ve polietilen malzemeden oluşturulan yapay bir eklemdir. Diz protezlerinin bileşenleri arasındaki sürtünmeye ve hastanın yaşına, eşlik eden hastalıklarına, aktivite düzeyine, alışkanlıklarına ve kilosuna bağlı olarak aşınma, gevşeme, enfeksiyon ve dengesizlik gibi sorunlarla karşılaşmaktadır (Fraser ve ark., 2015). Bu problemlerin sonucu olarak protezlerin kullanım süreleri değişmektedir. Bu nedenle değişik geometrilere eklem protezi geliştirme üzerine çalışmalar yoğun olarak devam etmektedir. Yaygın olarak kullanılan bu protezlerden biri de bağkesen diz protezleri olup, post-cam mekanizmalarına bağlı birçok tasarım şekli mevcuttur. Bu mekanizmada ki tibial post ve femoral kam mekanizması, diz fleksiyonu ile femoral geri yuvarlanmayı sağlayan ve diz fleksiyonu sırasında posterior tibial subluksasyonu önleyen arka çapraz bağın rolünü üstlenir (Watanabe ve ark., 2017). Bu protez türlerinde post-cam tasarımı eklem kinematiği etkileyerek eklem yüzey uygunluğunu değiştirebilmektedir (Koh ve ark., 2018).

Bunun sonucu yapılan çalışmalarda post-cam mekanizmalarında, genellikle post üzerinde yüksek strese bağlı olarak aşınma, deformite ve post kırılması gibi sorunlarla karşılaştığı bildirilmiştir (Kumar ve ark., 2015; D'Angelo ve ark., 2010; Chiu ve ark., 2004). Ayrıca bağkesen TDP'de derin fleksiyonla birleşen tibial rotasyon post-cam sıkışma problemini indükleyerek yüzey aşınması veya implant yetmezliğine neden olmaktadır (Mikulak ve ark., 2001; Nakayama ve ark., 2005; Puloski ve ark., 2001). Bu olumsuzluğu en aza indirmek için literatür de hem post hem de cam tasarımının sagittal ve aksiyel düzlemde değişik geometrik şekiller kullanılması dikkat çekmektedir. Çizelge 1'de yapılan çalışmalarda diz protezlerinde temel amacın, eklem kinematiğini bozmadan, kontak basıncı en aza indirecek şekilde post-cam mekanizmaları tasarımı yapılmaya çalışıldığı görüldü.

Bunun yanında farklı tibiofemoral eklem yüzeyi uyumu ve post-cam mekanizmasına ek olarak quadriceps kas gücü de eklenerek yapılan çalışmalarda en iyi kinematik değerler konveks post tasarımı ve anatomik tibiofemoral eklem yüzey uyumu olan protezlerde elde edilmiştir (Koh ve ark., 2018). Kare ve yuvarlak post-cam tasarımlı protezlerde post'taki stres ve kontakt basınç farklı fleksiyon derecelerinde karşılaştırıldığında, yuvarlak post'a sahip protezlerde stres ve kontakt basınç daha düşük değerlerde bulunmuştur (Watanabe ve ark., 2017; Huang ve ark., 2005; Nakayama ve ark., 2005). Diz fleksiyonu ilerledikçe femoral geri yuvarlanma ile birlikte tibia da iç rotasyon meydana geldiği ve en iyi değerler daire cam ve konveks post tasarımına sahip protezlerde gözlemlendiği belirtilmiştir (Fallahiarezoodar ve ark., 2014; Lin ve ark., 2011). Bunun için ise yaygın olarak düz-düz,

konveks-konkav ve konkav-konveks post-cam tasarımları kullanılmaktadır ve konu ile ilgili araştırmalar halen ideal tasarımı bulmak için devam etmektedir. Bu çalışmada da post-cam tasarımının kinematiğe, post'taki ve tibial insert'teki kontak temas alanı ve basınç değerlerine ek olarak post-cam arasındaki kontakt basınca bağlı meydana gelen aşınma derinlikleri de incelendi.

**Çizelge 1.** Bağ kesen total diz protezinde post-cam ve kinematik üzerine literatür çalışmaları

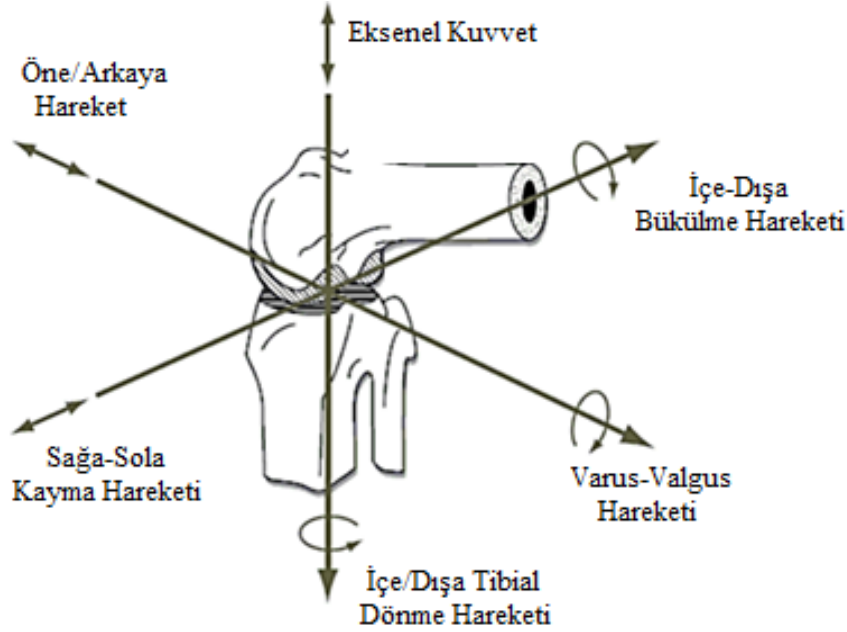
Yazarlar ve dergiler	Kinematik	Kontak basıncı	Quadriceps kası	Post-cam tasarımı	Tibiofemoral eklem yüzey uyumu
Koh et al., 2018 (Bio-Med Research İnt. Hindawi)	+		+	+	+
Koh et al., 2018 (J Experimental Orthopeadics)	+		+	+	+
Watanabe et al., 2017	+	+		+	
Fallahiarezoodar et al., 2014	+			+	
Lin et el., 2011	+			+	
Huang et al., 2006	+	+		+	
Nakayama K. 2005	+	+			
Tsumori et al., 2011	+	+		+	
Peter et al., 2013	+			+	+

## 2. Diz Eklem Biyomekaniği

Diz eklemi 6 serbestlik derecesine sahip oldukça karmaşık yapılı bir eklemdir. Kendi içerisinde zıt hareketler çifti olarak adlandırılan 6 farklı hareketten oluşmaktadır (Şekil 1). Eklem yüzlerinin geometrik yapısı nedeni ile fleksiyon arttıkça femurda arkaya doğru bir yer değiştirme hareketi meydana gelir. Femurun bu arkaya doğru olan kayma-yuvarlanma hareketine “femoral roll-back” adı verilir. 0-90o fleksiyon hareketi arasında femoro-tibial temas noktası 14 mm'ye kadar geriye doğru kayar. Ön ve arka çapraz bağların kesişme noktasındaki anlık rotasyon merkezi fleksiyonda posteriora doğru yer değiştirerek femoral roll-back'i sağlar.

Diz eklemi protezi de eklem geometrisini taklit etmesi amacı ile kullanılmaktadır. Bu nedenle kullanılan protezlere de diz eklemine maruz kaldığı çok yönlü kuvvetler etki etmektedir. Yürümenin fazına göre değişmekle birlikte, normal yürüme sırasında, dize vücut

ağırlığının 2 ila 5 katı yük biner (Uluçay, 2005). Bağkesen diz protezinde bu yük özellikle post-cam mekanizmasına binmektedir. Bunun sonucunda post mekanizmasında kontak basınç artışı ve hatta kırıklarda oluşmaktadır.



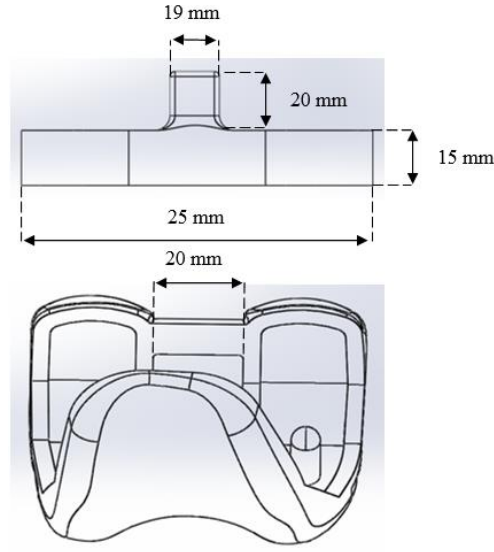
Şekil 1. 6 serbestlik dereceli diz eklemi

### 3. Materyal ve Yöntem

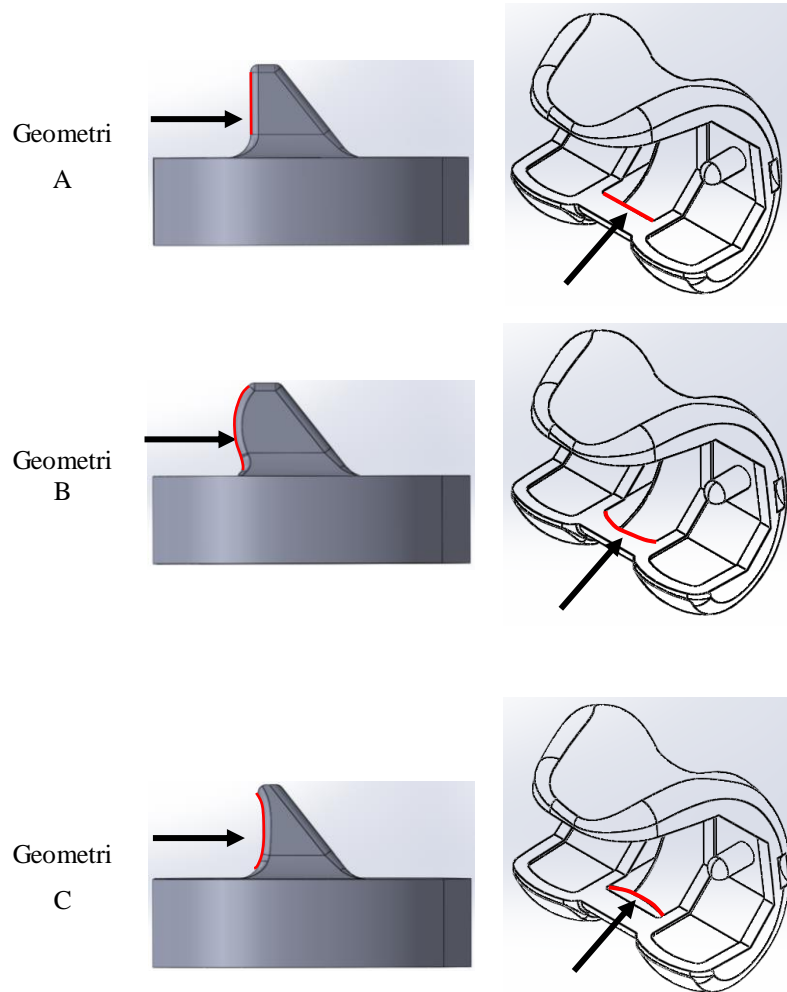
#### 3.1. Post-Cam Mekanizma Tasarımı ve SEA

Analizlerin tümünde size 5 insert ve femur bileşen CAD modelleri kullanıldı. Bileşenlerin post ve cam geometrik ölçüleri Şekil 2’de verildiği gibidir. Çalışmada post-cam mekanizmasında meydana gelen gerilme ve kontak basıncının azaltılması için CAD ortamında üç farklı geometri oluşturuldu (Şekil 3). Bunlar düz-düz, konveks-konkav, konkav-konveks post-cam geometrileridir. Literatür çalışmaları dikkate alınarak oluşturulan tibial post’un yarıçapı 9.5 mm, femurun kam yarıçapı da 10 mm olarak oluşturuldu (Huang ve ark., 2006; Lin ve ark., 2011), (Şekil 2).



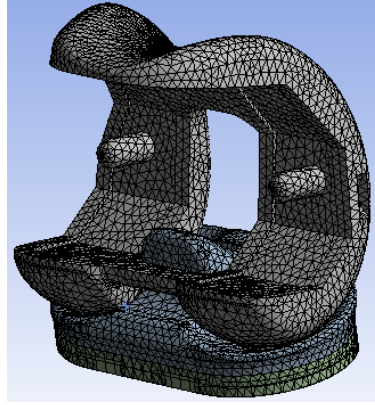


Şekil 2. Bağkesen diz protezi post-cam geometrik ölçüleri



Şekil 3. Femur-insert post-cam geometrileri; a) Düz-düz, b) Konveks-konkav, c) Konkav-konveks

Geometrik farklılıkların oluşturulmasından sonra SEA ile post-cam mekanizmasının temas noktalarında meydana gelen eş değer gerilmeler, kontak basınçları ve aşınma derinliklerinin hesaplanması işlemleri sonlu elemanlar yazılımı kullanılarak analizler gerçekleştirildi. Analizlerde malzeme olarak insert bileşenin yüksek moleküler yoğunluklu polietilen (UHMWPE) ve femur bileşeni olarak ise CoCrMo alaşımı kullanıldı. Analiz için kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri Çizelge.2’de verildiği gibidir. CAD programında montajı gerçekleştirilen protez bileşenleri ANSYS static structural arayüzüne aktararak meshleme, sabitleme ve kuvvet uygulama noktaları belirlendi. Meshleme işlemi yapılırken toplam 123283 (element sayısı:78290) düğüm sayısında mesh atıldı (Şekil 4).



Şekil 4. Mesh görüntüsü

Çizelge 2. Analiz mekanik özellikleri

Malzeme	Young Modülü (GPa)	Poisson Oranı
CoCrMo	220	0.29
UHMWPE	69	0.29

### 3.2. Post-Cam Aşınma Derinliklerinin Hesabı

Çalışmada post ve cam mekanizması arasında meydana gelen kontak basınç değişimlerine göre aşınma derinlikleri Archard aşınma yasasına göre hesaplandı. Hesaplamalar bireyin günlük olarak 10.000 adım attığı kabulü yapılarak gerçekleştirildi (Rawal ve ark., 2016).

$$H = (k_0 + k^*x^*) * C_p * d \quad (1)$$

$C_p$  : Kontak basıncı (N/mm<sup>2</sup>)

$k_0$  : Doğrusal hareket katsayısı (0)

$k^*$  : Çapraz kesme hareket katsayısı (mm<sup>3</sup>/N.mm) (1.8x10<sup>-9</sup>)

$x^*$  : Normalleştirilmiş çapraz kesme yoğunluğu (1/100 )

$d$  : Çapraz uzunluk (mm)

$H$  : Aşınma derinliği (mm)

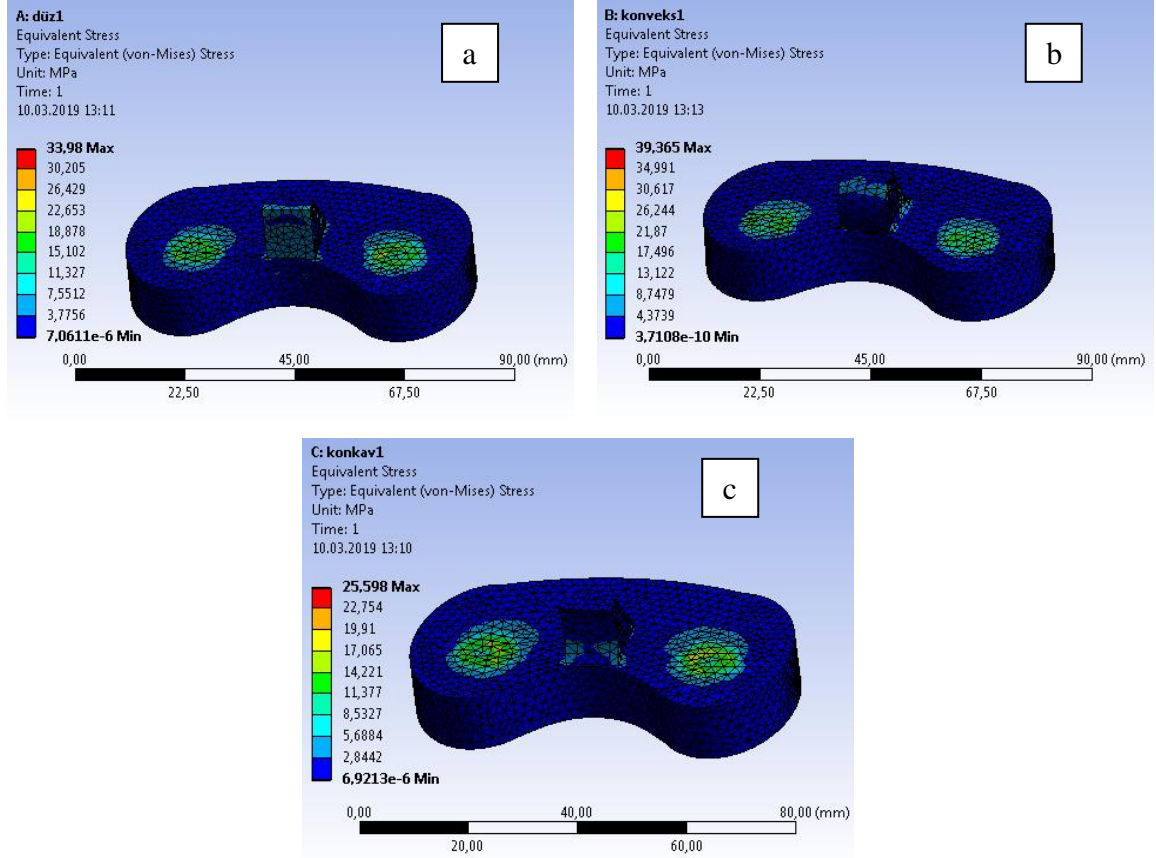
#### 4. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde farklı post-cam geometrisinde tasarlanmış diz eklem protez bileşenlerinde yük altında meydana gelen eş değer gerilmeler, kontak basıncı ve aşınma derinlikleri için yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen veriler incelendi.

##### 4.1. Von-Misses (Eş Değer) Gerilme Analiz Sonuçları (Gerilme Dağılımı)

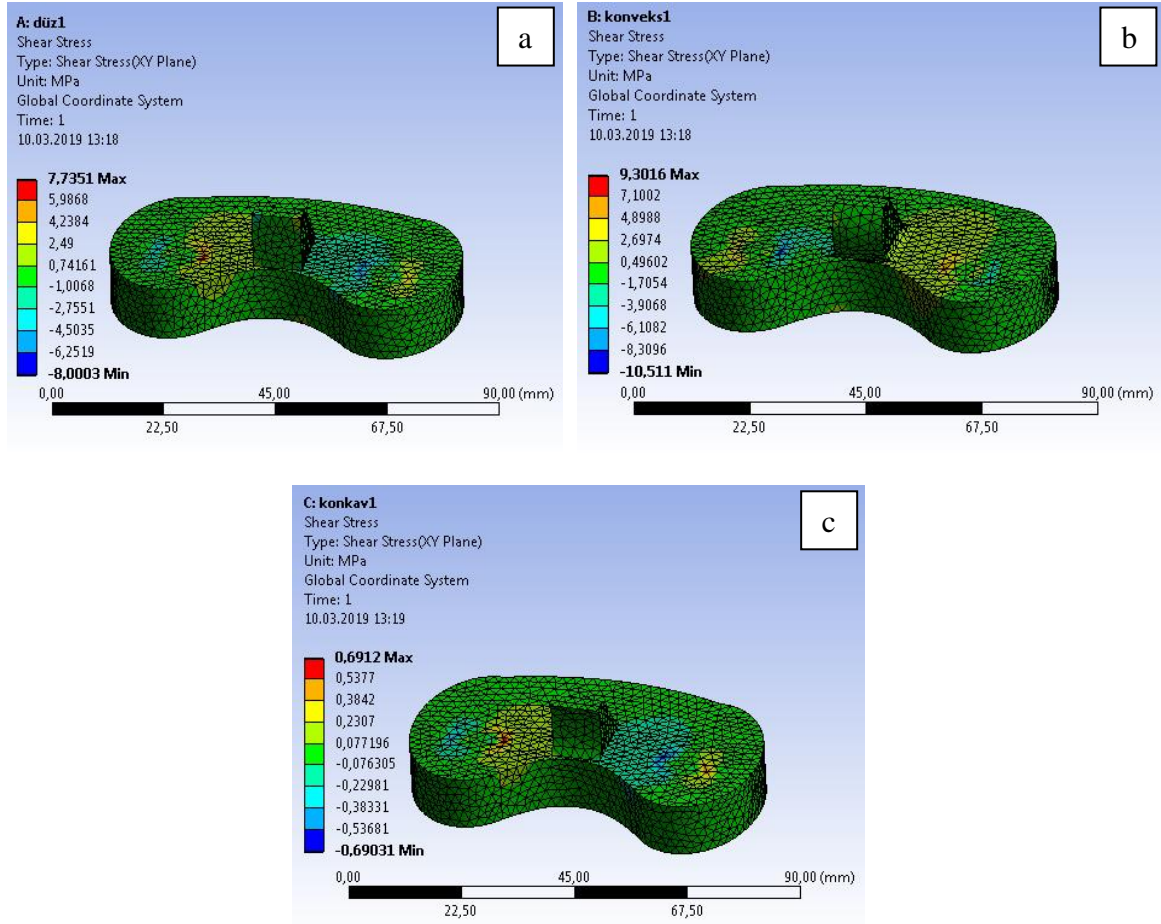
Analizler sonucunda elde edilen maksimum kayma gerilmesi için SEA görüntüleri Şekil 5’de verildiği gibidir. 60° fleksiyon açısındaki temasta meydana gelen gerilme dağılımında A geometrisine sahip post-cam geometrisi için maksimum 33.98 MPa gerilme değeri elde edildi. B geometrisi olması durumunda ise maksimum 39.365 MPa gerilme değeri, C olması durumunda ise 25.59 MPa gerilme değeri elde edildi. Analiz sonuçlarına göre en optimum gerilme dağılımı femur cam kısmının konveks, insert post kısmının ise konkav olduğu durumda elde edildi. Sonuçlar incelendiğinde düz-düz ve konveks-konkav post-cam geometrisinin temas alanının konkav-konveks post-cam geometrisine göre daha fazla olduğu görüldü. Nitekim Şekil 5’de görüldüğü gibi post geometrisinde meydana gelen gerilme dağılımlarının büyüklüklerinde farklılıkların meydana geldiği görüldü.

Diğer yandan insert bileşenin iç (medial) ve dış (lateral) kondillerinde oluşan gerilmelerinde post-cam geometrisine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği tespit edildi (Çizelge.3). Dış kondilde oluşan gerilmelerin iç kondile oranla daha yüksek seviyelerde olduğu görüldü. En düşük eş değer gerilme değeri C geometrisinde iken en yüksek gerilme değerinin ise B geometrisinde meydana geldiği görüldü. Bu durum konveks cam ve konkav post mekanizmasının eklem içe-dışa bükülmesiyle meydana gelen femoral geri yuvarlanma hareketinde daha uyumlu çalışmasını sağlamakta ve sonucunda kondil yüzeylerinde oluşan gerilme dağılımlarını daha geniş alana yaymaktadır (Watanabe ve ark., 2017; Koh ve ark., 2018; Fallahiarezoodar ve ark., 2014). Nitekim kayma gerilme değerleri ve dağılımları incelendiğinde de elde edilen sonuçlar da gerilme dağılımında konkav-konveks post-cam mekanizmasının daha düşük kayma gerilme değerlerinde olduğunu gösterdi (Şekil 6).



Şekil 5. Eş değeri gerilme analiz sonuçları; a) düz-düz, b) konveks-konkav, c) konkav-konveks  
Çizelge 3. Medial ve lateral kondillerdeki gerilmeler

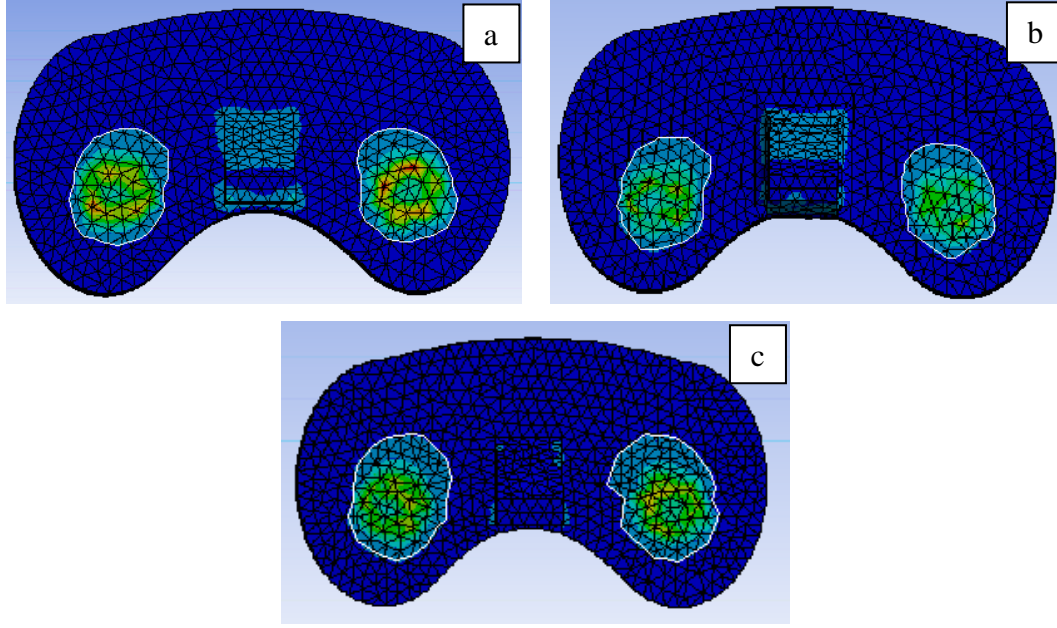
		Geometri		
		A	B	C
Von-Mises Gerilmeleri (MPa)	İç (medial)	18.65	22.14	16.48
	Dış (lateral)	21.88	26.03	21.05
Kayma Gerilmeleri (MPa)	İç (medial)	6.42	8.13	5.83
	Dış (lateral)	7.15	9.21	6.02



Şekil 6. Kayma Gerilmesi Analiz Sonuçları; a)düz-düz, b)konveks-konkav, c)konkav-konveks

#### 4.2. Kontak Basınç Dağılım Sonuçları

Femur cam ve insert post geometrilerindeki farklılıklara bağlı olarak gerçekleştirilen SEA’da elde edilen kontak basınç dağılımları Şekil 7’de verildiği gibidir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda A geometrisine sahip femur-insert post-cam geometrisinin 60° fleksiyon açısındaki temasında meydana gelen gerilme dağılımında maksimum 127.64 MPa kontak basınç değeri elde edilmiştir. B geometrisi olması durumunda ise maksimum 138.49 MPa kontak basınç değeri, C geometrisi olması durumunda ise 94.2 MPa kontak basınç değeri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en optimum gerilme dağılımının femur cam kısmının konveks, insert post kısmının ise konkav olduğu durumda elde edildi. Gerilme oluşan alanın artması ile kontak basınç değerlerinde düşüş meydana gelmekte ve sonucunda gerilmelerde azalma olmaktadır. Ayrıca dış kondilde oluşan temas alanının iç kondildekinden daha fazla olduğu tespit edildi (Çizelge.4). Temas alanının artmasına bağlı olarak gerilme alanının genişlemesi sonucunda kontak basıncında düşüş gözlemlendi.



Şekil 7. İnsert kondillerinde meydana gelen gerilme alanları; a) düz-düz, b) konveks-konkav, c) konkav-konveks

Çizelge 4. Medial ve lateral kondillerdeki temas alanları

		Geometri		
		A	B	C
Kontak Basıncı (MPa)	Post-Cam	12.76	13.8	9.42
Temas Alanları (mm <sup>2</sup> )	İç (medial)	12.641	13.18	11.59
	Dış (lateral)	12.913	13.46	11.73

#### 4.3. Post-Cam Aşınma Sonuçları

Her bir analiz için elde edilen kontak basınç değerlerine göre 1 milyon döngü sonucunda oluşabilecek aşınma değerlerinin sonuçları Çizelge.5’de verildiği gibidir. Elde edilen sonuçlarda 1 milyon çevrim sonucunda maksimum aşınma derinliği düz-düz post-cam mekanizmasında, minimum aşınma derinliğinin ise konkav-konveks post-cam mekanizmasında meydana geldiği görüldü. Temas alanının değişimine bağlı olarak kontak basınç değerlerinde meydana gelen farklılıklardan dolayı aşınma derinliklerini etkilemektedir. Sonuç olarak farklı geometrilerdeki post-cam mekanizmasının temas alanlarında ki farklılıklardan dolayı kontak basınç değerleri de değişmekte ve bu durum sonucunda da aşınma derinlikleri için farklı sonuçlar elde edilmektedir.

**Çizelge 5.** Aşınma derinlik sonuçları

	Çevrim sayısı	Düz-Düz	Konveks- Konkav	Konkav- Konveks
Aşınma Derinliği (mm)	1 çevrim	4.59E-07	4.98E-08	1.19E-08
	10.000 çevrim	4.59E-03	4.98E-04	1.19E-04
	100.000 çevrim	4.59E-02	4.98E-03	1.19E-03
	1 milyon çevrim	4.59E-01	4.98E-02	1.19E-02

Analizler sonucunda post-cam eğri formunun şekli temas yüzeyi alanını değiştirmesi von misses gerilmesini ve kontak basıncını etkilediği için aşınma da etkilenmektedir. Post eğriliğinin dış bükey olmasının iç bükeye kıyasla temas alanını azalttığı bunun sonucunda da basınçta %46 oranında, aşınma derinliğinde ise 4.1 oranında artışın olduğu tespit edildi.

## 5. Sonuçlar

Yapılan deneysel çalışma sonucunda, bağkesen diz eklem protezlerinde kullanılan post-cam geometrilerinin düz, konveks ve konkav olmasının UHMWPE insert bileşeninin aşınması üzerinde önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu etkiler maddeler halinde aşağıda verildiği gibi sıralanabilir.

1. Post-cam geometrisinin protez temas noktalarında meydana gelen gerilme ve basınç dağılımlarını önemli ölçüde etkilediği gözlemlenmiştir. Analizler sonucunda en optimum gerilme ve kontak basınç dağılımı konkav-konveks post-cam geometrisinde elde edilmiştir.
2. Post-cam geometrisinin insert iç ve dış kondillerinde meydana gelen gerilme dağılımlarında da etkili bir parametre olduğu görüldü.
3. Archad aşınma yasasına göre yapılan hesaplamalarda kontak basıncına bağlı olarak minimum aşınma derinliği konkav-konveks post-cam mekanizmasında elde edildi.

Sonuç olarak bağkesen diz eklem protezlerindeki post-cam geometrisinin doğru bir şekilde oluşturulması protez aşınma oranlarını azaltabilmektedir. Böylece aşınmaya bağlı olarak ortaya çıkan protez revizyon ameliyatlarının sayısının azalmasına ve bu sayede hasta sağlığına olumlu yönde katkı sağlanması imkanı verebilecektir.

## Teşekkür

Çalışmalardaki yardımlarından dolayı OTİMED (OTTOMAN) Grup İmplant'a teşekkür ederiz.

## **Kaynaklar**

1. Chiu, Y. S., Chen, W. M., Huang, C. K., Chiang, C. C., ve Chen, T. H. (2004). Fracture of the polyethylene tibial post in a NexGen posterior – stabilized knee prosthesis. *Journal of Arthroplasty*, 19(8), 1045-1049.
2. D'Angelo, F., Marcolli, D., Bulgheroni, P., Murena, L., Congiu, T., ve Cherubino, P. (2010). Two stage fracture of a polyethylene post in a 9-year-old posterior-stabilized knee prosthesis: A case report. *Journal of Medical Case Reports*, 4,65.
3. Fallahiarezoodar, A., Abdul, Kadir, M. R. Alizadeh, M., Naveen, S. V., ve Kamarul, T. (2014). Geometric variable designs of cam/post mechanisms influence the kinematics of knee implants. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 22(12), 3019–3027.
4. Fraser, J. F., Werner, S., ve Jacofsky, D. J. (2015). Wear and loosening in total knee arthroplasty: A quick review. *Journal of Knee Surgery*, 28(02), 139-144.
5. Huang, C. H., Liau, J. J., Huang, C. H., ve Cheng, C. K. (2006). Influence of post-cam design on stresses on posterior-stabilized tibial posts. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 450, 150–156.
6. Koh, Y. G., Nam, J. H., ve Kang, K. T. (2018). Effect of geometric variations on tibiofemoral surface and post-cam design of normal knee kinematics restoration. *Journal of Experimental Orthopaedics*, 5(1), 53.
7. Koh, Y. G., Son, J., Kwon, O. R., Kwon, S. K., ve Kang, K. T. (2018). Tibiofemoral conformity variation offers changed kinematics and wear performance of customized posterior-stabilized total knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 27(4), 1213-1223.
8. Koh, Y.G., Son, J., Kwon, O. R., Kwon, S. K., ve Kang, K. T. (2018). Effect of post-cam design for normal knee joint kinematic, ligament and quadriceps force in patient-specific posterior-stabilized total knee arthroplasty by using finite element analysis. *Hindawi BioMed Research International*, 11 sayfa
9. Kumar, N., Yadav, C., Raj, R., ve Yadav, S. (2015). Fracture of the polyethylene tibial post in a posterior stabilized knee prosthesis: A case report and review of literature. *Journal of Orthopaedics*, 12(3), 160–163.
10. Lin, K. J., Huang, C. H., Liu, Y. L., Chen, W. C., Chang, T. W., Yang, C. T., Lai, Y.S., ve Cheng, C. K. (2011). Influence of post-cam design of posterior stabilized knee prosthesis on tibiofemoral motion during high knee flexion. *Clinical Biomechanics*, 26(8), 847-852.
11. Mikulak, S. A., Mahoney, O. M., ve dela Rosa, M. A. (2001). Loosening and osteolysis with the press-fit condylar posterior-cruciate–substituting total knee replacement. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American*, 83(3), 398–403.
12. Nakayama, K., Matsuda, S., Miura, H., Iwamoto, Y., Higaki, H., ve Otsuka, K. (2005). Contact stress at the post-cam mechanism in posterior-stabilised total knee arthroplasty. *The Journal of Bone and Joint Surgery British*, 87(4), 483-488.
13. Puloski, S. K., McCalden, R. W., MacDonald, S. J., Rorabeck, C.H., ve Bourne, R. B. (2001) Tibial postwear in posterior stabilized total knee arthroplasty. An unrecognized source of polyethylene debris. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American*, 83-A(3), 390-397.
14. Rawal, B. R., Yadav, A., ve Pare, V. (2016). Life Estimation of knee joint prosthesis by combined effect of fatigue and wear. 3rd International Conferences On Innovations in Automation And Mechatronics Engineering, (pp.60-67). Vallabh Vidhyanagar, India.



15. Tsumori, Y., Yoshiya, S., Kurosaka, M., Kobashi, S., Shibanuma, N., ve Yamaguchi, M. (2011). Analysis of weight-bearing kinematics of posterior-stabilized total knee arthroplasty with novel helical post-cam design. *The Journal of Arthroplasty*, 26(8), 1556-1561.
16. Uluay, . (2005). Diz osteoartritinde artroskopik debridman ve viskosüplemantasyonun yeri. Uzmanlık tezi, Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 2.Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, İstanbul.
17. Walker, P.S., Lowry, M. T., ve Kumar, A. (2014). The Effect of Geometric Variations in Posterior-stabilized Knee Designs on Motion Characteristics Measured in a Knee Loading Machine, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 472(1), 238–247.
18. Watanabe, T., Koga, H., Horie, M., Katagiri, H., Sekiya, I., ve Muneta, T. (2017). Post-cam design and contact stress on tibial posts in posterior-stabilized total knee prostheses: Comparison between a rounded and a squared design. *Journal of Arthroplasty*, 32(12), 3757–3762.

## Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) Tohumlarının Çimlenme Oranları Üzerine Farklı Konsantrasyonlarda Sülfürik Asit ve Suda Bekletme Uygulamalarının Etkisi

Saim Zeki BOSTAN<sup>1</sup>, Saadet KOÇ GÜLER<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Ordu

(Geliş Tarihi/Received Date: 26.02.2019; Kabul Tarihi/Accepted Date: 22.05.2019)

### Öz

Bu çalışma, keçiboynuzunda (*Ceratonia siliqua* L.) farklı sülfürik asit ve suda bekletme uygulamalarına göre tohum çimlenme oranlarının değişimini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Tohumlar Silifke (Mersin) yöresinde doğada yetişen 17 genotipe ait ağaçlardan alınmıştır. Katlama uygulamasından sonra (+4°C'de 30 gün), tohumlar farklı sürelerde (15, 30 ve 60 dakika) sülfürik aside (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) daldırılıp ardından, petri kaplarında farklı sürelerde (1, 2 ve 3 gün) suda bekletilmiştir. Petri kaplarında bekletilen tohumlar sonra perlit ortamına ekilmişlerdir. Çalışma sonucunda, en düşük çimlenme oranının (% 38.52) kontrol grubunda olduğu, sülfürik asitte bekletme süreleri arasında farklılıkların önemsiz olduğu, sülfürik asit uygulamasından sonraki suda bekletme uygulamaları arasındaki farklılıkların önemli olduğu ve en yüksek çimlenme oranının (% 87.78) asit uygulamasından sonra 2 gün suda bekletmede olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Keçiboynuzu, *Ceratonia siliqua*, Çimlenme, Sülfürik asit, Suda bekletme

### Effect of Different Concentrations of Sulfuric Acid and Soaking Treatments on Germination Rates of Carob Seeds (*Ceratonia siliqua* L.)

#### Abstract

This study was carried out to aim to determine the changes of seed germination rates according to different sulfuric acid and soaking time in carob (*Ceratonia siliqua* L.). Seeds were taken from 17 wild carob genotypes grown in Silifke County (Mersin Province, Southern Turkey). After the stratification (30 days at +4°C), the seeds were dipped in diluted sulfuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Then, they were soaked in water with different times (Control, 15, 30, 60 minutes in sulfuric acid and then 1, 2, 3 days in water) in petri dishes. Seeds were sowed to perlite after the soaking. In the results, the seeds were showed the lowest germinate (38.52 %) in control group; differences between soaking times in sulfuric acid were insignificant; differences between soaking times in water were significant; the highest germination rate (87.78 %) was observed in 2 days soaking in water after acid treatments.

**Keywords:** Carob, *Ceratonia siliqua*, Germination, Sulfuric acid, Soaking

\*Sorumlu Yazar/ Corresponding Author: [saadet.koc@gmail.com](mailto:saadet.koc@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-5015-7610>

Saim Zeki BOSTAN : [szbostan@hotmail.com](mailto:szbostan@hotmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-6398-1916>

## 1. Giriş

Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*), tohumlarının çimlendirilmesi oldukça zor bir türdür. Tohumun dış yüzeyindeki sert ve geçirimsiz tabaka tohumun su almasını dolayısı ile çimlenmesini önemli oranda olumsuz etkilemektedir. Yapılan çalışmalar *C. siliqua* tohumlarındaki embriyonun tam olarak gelişmiş olduğunu, dormansi göstermediğini ortaya koymuştur. Tohumun çimlenmesindeki zorluk geçirimsiz kabuktan kaynaklı fiziksel dormansidir. *C. siliqua* tohumlarında diğer dormansi türlerinden bahsetmek doğru olmaz (Baskın & Baskın 1989). Bu nedenle çimlendirme öncesi ön uygulamaların yapılması gerekmektedir. Bu amaçla yapılmış pek çok çalışma vardır. Bu çalışmalar genellikle farklı sülfürik asit (Güneş et al 2009; Gübbük et al 2012; Bostan & Kılıç 2014; El Deen et al 2014) ve giberellik asit (Bostan & Kılıç, 2014) dozlarının ve sıcak suyun uygulandığı yada bu yöntemlerin birbirine entegre olarak kullanıldığı (Güneş et al 2013; Lamlom & Abdalrasol 2016; Balkıç et al 2017) uygulamaları kapsamaktadır.

Keçiboynuzu bitkisi vegetatif (çelik, aşı, hava daldırma vs) çoğaltım yöntemleri kullanılarak da çoğaltılabilir (Romano et al 2002). Ancak çeliklerinin köklendirilmesi oldukça zordur. Çeliklerin alınma zamanına dikkat edildiğinde ve farklı hormonlar (indol bütirik asit ve naftelen asetik asit gibi) kullanıldığında köklendirme gerçekleştirilebilmektedir (El Deen et al 2014). Aşı, *C. siliqua*'da kullanılan en yaygın çoğaltma yöntemidir. Aşılama, tohumdan elde edilmiş çöğür anaçlara yapılabildiği gibi arazide kendiliğinden yetişmiş fidan/ağaçlara da yapılabilmektedir (Gübbük et al 2012). Hava daldırma uygulaması ise kullanılan bir diğer vejetatif çoğaltma yöntemidir. Sisam çeşidi *C. siliqua*'larda yapılan çalışmada, hava daldırma uygulamasından üç ay sonra köklenmenin başladığı görülmüştür (Gubbuk et al 2011). Diğer taraftan Hsina & El Mtili (2009), in vitro mikro aşılama yönteminin de keçiboynuzunda kullanılabileceğini bildirmiştir.

Vejetatif çoğaltma yöntemleri her ne kadar hızlı yöntemler olsa da çöğür anaç eldesi ve özellikle de ıslah çalışmalarında kullanılmak üzere farklı genetik yapıya sahip popülasyonların oluşturulabilmesi açısından tohum ile çoğaltımın önemi büyüktür. Bu çalışmada sülfürik asitle kimyasal aşındırma (15, 30 ve 60 dakika) ve devamında suda bırakma (1, 2 ve 3 gün) uygulaması kullanılmıştır. 17 farklı ağaçtan alınan tohumlar karışık olarak kullanılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma 2015 yılında Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri uygulama alanındaki sıcaklık ve nem kontrolü olmayan seralarda yürütülmüştür. Çalışmada Silifke (Mersin) yöresinde doğal olarak yetişmiş olan keçiboynuzu popülasyonundan (17 ağaç) elde edilen meyvelerden alınan tohumlar karışık olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tüm tohumlar aşağıdaki uygulamalar öncesinde 30 gün süreyle +4°C'de katlamaya alınmıştır.

*Ceratonia siliqua* tohumlarına yapılan ön uygulamalar aşağıdaki gibidir:

1. 15 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) (Kontrol)
2. 30 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) (Kontrol)
3. 60 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) (Kontrol)
4. 15 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 1 gün suda bekletme
5. 30 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 1 gün suda bekletme
6. 60 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 1 gün suda bekletme
7. 15 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 2 gün suda bekletme
8. 30 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 2 gün suda bekletme
9. 60 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 2 gün suda bekletme
10. 15 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 3 gün suda bekletme
11. 30 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 3 gün suda bekletme
12. 60 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 3 gün suda bekletme

Uygulamanın yapıldığı tohumlar içi perlit dolu saksılara ekilmiştir. Sulama uygulamaları düzenli olarak yapılmıştır. Çimlenme oranları uygulamadan 10 gün sonra hesaplanmıştır.

Deneme, 3 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yapılmıştır. Her tekerrürde 30 tohum kullanılmıştır. Uygulamaların karşılaştırılması JMP13 istatistik programı kullanılarak LSD (% 5) testine göre yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve tartışma

Ön uygulamanın yapıldığı tohumlarda belirlenmiş çimlenme oranları Çizelge 1’de verilmiştir. Uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çimlenme oranı uygulamalara göre % 28.89 ile % 90.00 arasında değişim göstermiştir. En yüksek çimlenme oranı (% 90.00) 7 numaralı uygulama olan 15 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 2 gün suda bekletme uygulamasından elde edilmiştir. En düşük çimlenme oranları ise sırası ile 11 (% 28.89), 10 (% 36.67) ve 12 (% 50.00) numaralı uygulamalardan elde edilmiştir.

1, 2 ve 3 numaralı uygulamalarda tohumlar farklı süreler boyunca asitte bekletilmiştir. Uygulanan sürelerin *Ceratonia siliqua* tohumlarındaki çimlenme oranına etkileri benzer bulunmakla beraber ortalama % 60.00 oranında çimlenme görülmüştür.

**Çizelge 1.** Farklı uygulamalarının keçiboynuzu tohumlarında çimlenmeye etkisi

Uygulama No	Uygulama	Çimlenme Oranı (%)*
1	15 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (% 85)	62.22 bcd
2	30 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (% 85)	61.11 cd
3	60 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%85)	61.11 cd
4	15 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%85) + 1 gün suda bekletme	83.33 abc
5	30 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%85) + 1 gün suda bekletme	83.33 abc
6	60 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%85) + 1 gün suda bekletme	82.22 abc
7	15 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%85) + 2 gün suda bekletme	<b>90.00 a</b>
8	30 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%85) + 2 gün suda bekletme	88.89 ab
9	60 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%85) + 2 gün suda bekletme	84.45 abc
10	15 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%85) + 3 gün suda bekletme	36.67 de
11	30 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%85) + 3 gün suda bekletme	<b>28.89 e</b>
12	60 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%85) + 3 gün suda bekletme	50.00 de

LSD ( $p<0.01$ ): 27.44

\*LSD testine göre sütunda yer alan aynı harfler arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ( $p<0.05$ ).

4, 5 ve 6 numaralı uygulamalarda ise tohumlar, asitte bekletme sürelerine ek olarak bir gün suda bekletilmişlerdir. Bu uygulamalarda çimlenme oranlarında hızlı bir yükselişin olduğu görülmektedir. Yine bu grup içerisinde de çimlenme oranları birbiri ile benzerlik göstermiş ve ortalama % 82.00 civarında olmuştur.

7, 8 ve 9 numaralı uygulamalarda asit uygulamalarına ek olarak 2 gün suda bekletme yapılmıştır. En yüksek çimlenme oranları bu grupta meydana gelmiştir. Grup içerisinde çimlenme oranları birbiri ile benzer olmakla beraber, en yüksek oran 7 numaralı uygulamada yani 15 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 2 gün suda bekletme uygulamasında görülmüştür.

10, 11 ve 12 numaralı uygulamalarda ise asit uygulamalarına ek olarak suda bekletme süresi 3 güne çıkarılmıştır. Bu grupta çimlenme oranlarının keskin bir şekilde düştüğü görülmüştür. Çalışmada en düşük çimlenme oranlarının yer aldığı bu grupta ortalama çimlenme oranı % 38.00 olmuştur. 11 numaralı 30 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 3 gün suda bekletme uygulaması ise çalışmada en düşük çimlenme oranının (% 28.89) görüldüğü uygulama olmuştur.

Daha önce yapılan çalışmalarda da kimyasal aşındırma uygulamalarının *Ceratonia siliqua* tohumlarının çimlenme oranını arttırdığı belirtilmiştir. El Deen et al (2014) iki yıl boyunca yapmış oldukları çalışmada (Nisan ve Eylül ayında almış oldukları tohumlarda) en iyi çimlenme oranı, çimlenme hızı, bitki uzunluğu, yaprak sayısı, kök uzunluğu ve kuru ağırlık değerlerini % 60 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamasında elde ettiğini bildirmişlerdir. Gübbük et al (2012)'nin yapmış oldukları çalışmada *Ceratonia siliqua* tohumlarına 22 farklı ön işlem uygulanmış, tohumlar çimlenme dolabı ve sera koşullarında çimlenmeye alınmıştır. Araştırma sonucunda, her iki koşulda da tohumların saf (% 98) ve derişik sülfürik asit çözeltilerinde (% 40, % 90) 30 dakika bekletildikten sonra 2 gün suda bekletme ya da saf H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltilinde 30 dakika bekletme uygulamaları en iyi sonucu vermiş ve bu uygulamalarda çimlenme oranı % 90'nın üzerinde gerçekleştiği görülmüştür. Güneş et al (2013) yabani ve kültür (Etli) *Ceratonia siliqua* çeşitlerinde yapmış oldukları çalışmada uygulamalar arasında (mekanik aşındırma, sıcak suda

bekletme ve sülfürik asite daldırma) % 13 ile % 95 arasında değişen çimlenme oranları görülmüş; uygulamalar yabani ve kültür formlar arasında tohumun çimlenmesi bakımından önemli bir farklılık oluşturmadığını bildirmiştir. Kleynhans et al (2018) sülfürik asit yada mekanik olarak aşındırılan *Ceratonia siliqua* tohumlarını sıcak suda beklettikten sonra yapmış oldukları ekimlerde çimlenme oranının %10 ile 80 arasında arttığını bildirmişlerdir. Kruger et al (2018) *Ceratonia siliqua* tohumlarında denedikleri farklı çimlendirme öncesi uygulamalarda (30 dakika 100 °C'deki suda bekletme, 30 dakika sülfürik asit ile aşındırma, yeşil endokarp görününceye kadar yapılan mekanik aşındırma ve hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrol grubu) en yüksek çimlenme oranının, sırasıyla, mekanik aşındırma (% 90), sülfürik asit uygulaması (% 36) ve kaynar suda bekletme (% 24) olduğunu belirtmiştir. Lamalom & Abdalrasol (2016)'un Libya'da yapmış oldukları çalışmada *Ceratonia siliqua* tohumlarında en yüksek çimlenme oranı (% 94.33) ve en hızlı çimlenmeyi (2.83 gün) mekanik aşındırma ve devamında suda bekletme uygulamasının yapıldığı grupta olduğu görülmüştür. Balkıç et al (2017)'nin çalışmalarında ise sülfürik asit+suda bekletme ön uygulamalarının marjinal çimlendirme alanlarında bile daha yüksek sonuçlar (% 34.71) verdiğini belirtmiştir.

#### 4. Sonuç

Hiçbir uygulamanın yapılmadığı *Ceratonia siliqua* tohumlarında çimlenme oranının % 13-23 civarında olduğu bilinmektedir (Güneş et al 2009; Gunes et al 2013). Bu çalışmada farklı sürelerde asitte bekletme uygulamalarının ve bu uygulamalara ek olarak 2 güne kadar suda bekletmenin çimlenme oranını önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür. Ancak suda bekletme süresinin 3 güne çıkması ile çimlenme oranları düşmüştür. Bu düşüşün, kabuk aşınması gerçekleşmiş *Ceratonia siliqua* tohumlarının suda kalma süresinin uzaması ile canlılığını kaybetmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmada kullanılan süre ve uygulamalar dikkate alındığında 15 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 85) + 2 gün suda bekletme uygulaması ile en yüksek (% 90) çimlenme oranının elde edilebileceği sonucu ortaya çıkmıştır.

#### Kaynaklar

1. Balkıç R., Güler S., Gübbük H (2017) Marjinal alanlarda keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine araştırmalar. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5 (2): 79–85.
2. Baskın J. M., Baskın, C. C (1989) Physiology Of Dormancy And Germination In Relation To Seed Bank Ecology. In: Leck, M.A., Parker, V. T., & Simpson, R. L. (Eds.): Ecology Of Soil Seed Banks. Academic Press., 53-66, San Diego.
3. Bostan S.Z., Kılıç D (2014) The effects of different treatments on carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed germination. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Special Issue: 1, 706-708.
4. El Deen E.M., El-Sayed O.M., El-Rahman A., El-Sayed I., El-Moneim Hegazi, G.A (2014) Studies on carob (*Ceratonia siliqua* L.) propagation. International Organization of Scientific Research Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS), Volume 7, Issue 5 Ver.II, 31-40.
5. Gubbuk H., Gunes E., Ayala-Silva T., Ercişli, S (2011) Rapid vegetative propagation method for carob. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj, 39(1): 251-254.

6. Gunes E., Gubbuk H., Ayala-Silva T., Gozlekcı S., Ercisli S (2013) Effects of various treatments on seeds germination and growth of carob (*Ceratonia siliqua* L.). Pakistan Journal of Botany, 45(4), 1173-1177.
7. Gübbük H., Güneş E., Güven D., Adak, N (2012) Keçiboynuzu tohumlarının kontrollü koşullarda çimlendirilmesi üzerine araştırmalar. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 29(2):1-10.
8. Güneş E., Gübbük H., Yaşın D (2009) The effect of different sulfuric acid concentrations on seed germination of carob (*Ceratonia siliqua* L.). Bulletin University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Horticulture, 66(1), 687 (Özet).
9. Hsina T., El Mtili N (2009) In vitro micrografting of mature carob tree (*Ceratonia siliqua* L.), The Open Horticulture Journal, 2, 44-48.
10. Kleynhans R., Bulannga M., Nenungwi L., Lehlaleroa M.T., Matsiliza-Mlathi B., Slabbert M.M (2018) Preliminary investigations on germination of *Sutherlandia frutescens* and emergence of *Ceratonia siliqua* seed, Acta Horticulture. 1204. ISHS 2018. DOI 10.17660/ActaHortic.2018.1204.20 Proc. VII Int. Symp. on Seed Transplant and Stand Establishment of Horticulture Crops, 153-159.
11. Kruger F.J.L., Araya H.T., Kleynhans R., Plooy C.P (2018) Enhancing seed germination of *Ceratonia siliqua* L. for large scale production in southern Africa, Acta Horticulture. 1204. ISHS 2018. DOI 10.17660/ActaHortic.2018.1204.18 Proc. VII International Symposium on Seed Transplant and Stand Establishment of Horticulture Crops, 139-142.
12. Lamlom S.H., Abdalrasol E.M. (2016) Effects of various pre-sowing treatments on seed germination of carob (*Ceratonia siliqua* L.) from Al-Jabal Al-Akhdar Area (Balagrae, Al-Baida, Libya). International Organization of Scientific Research Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS), Volume 9, Issue 9 Ver. I, 16-24.
13. Romano H., Barros S., Martins-Loucao M (2002) Micropropagation of Mediterranean tree *Ceratonia siliqua* L. Plant cell Tissue and Organ Culture, 68(1): 35-41.

## Halk Kütüphanelerinde Yenilikçi e-Hizmetler: e-Üyelik, e-Devlet Entegrasyonu, Mobil Kütüphane Uygulaması ve e-Kitap

Recep Işık

Kütüphaneci, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kütüphaneler ve Yayınlar Genel Müdürlüğü, Ankara

(Geliş Tarihi/Received Date: 23.05.2019; Kabul Tarihi/Accepted Date: 13.06.2019)

### Öz

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki sürekli gelişim, dünyada olduğu gibi ülkemizde de kütüphane hizmetlerini derinden etkilemektedir. Bu gelişmelere paralel olarak kütüphane kullanıcılarının beklentileri, bilgiye daha hızlı erişme isteği vb. nedenler, kütüphanelerde hizmet sunumunda bilgi teknoloji araçlarının daha yoğun bir şekilde kullanımını gerektirmektedir. Genel olarak kütüphanelerde verilen bilgi hizmetlerinin çağın gereksinimlerine uygun bir şekilde verilmesi zorunluluk haline gelmiştir. Diğer kütüphane türlerine kıyasla, daha fazla sayıda ve çeşitli kullanıcıya hitap eden halk kütüphaneleri söz konusu olduğunda ise bu zorunluluk kaçınılmazdır. Bu durumdan hareketle, çalışmamızın kapsamını oluşturan Kültür ve Turizm Bakanlığı Kütüphaneler ve Yayınlar Genel Müdürlüğü (KYGM), Halk Kütüphanelerinde kullanıcı beklentilerinin en üst düzeyde karşılanması için kullanılan sistemlerin entegre bir şekilde çalışması sürecini başlatmıştır. Entegrasyonu sağlanan sistemler; açık kaynak kodlu kütüphane otomasyon sistemi olan Koha<sup>1</sup>, e-Devlet Portalı, “Kütüphanem Cepte<sup>2</sup>” mobil otomasyon uygulaması ve abonelik yoluyla sağlanan e-kitap veri tabanı hizmetidir. Çalışmamızda, öncelikle Halk Kütüphanelerinde 2014 yılından bu yana kullanılan Koha kütüphane otomasyon sistemi hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra e-Devlet Portalı üzerinden gerçekleştirilen elektronik kütüphane üyeliği ve otomasyon sistemine entegre bir şekilde çalışan mobil otomasyon uygulamasına dair süreçler anlatılarak, hem e-üyelik, hem de “Kütüphanem Cepte” uygulamalarının kullanımı hakkında bilgilere değinilmiştir. Ayrıca çalışmada; bu sistem ve hizmetlerin entegrasyonundan sonra ortaya çıkan kazanımları gözler önüne sermesi bakımından, bu sistemlerin kullanım oranları ve kullanıcı sayıları gibi istatistikî verilere de yer verilmiştir. Sonuç olarak, çalışmada bahsedilen tüm bu sistemlerin entegrasyonu, hem Halk Kütüphanelerindeki iş süreçlerinin yönetilmesine katkı sağlamakta, hem de Türkiye’de kütüphane kullanma alışkanlığının benimsenmesi ve dolayısıyla okuma kültürünün geliştirilmesine önemli katkılar sunduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Halk kütüphaneleri, Yenilikçi hizmetler, Koha kütüphane otomasyon sistemi, Kütüphane üyeliği, e-Devlet entegrasyonu, Kütüphane mobil uygulaması, e-kitap

<sup>1</sup>Koha: 2014 yılı itibariyle, Halk Kütüphanelerinde kullanılan açık kaynak kodlu kütüphane otomasyon sistemi.

<sup>2</sup> Kütüphanem Cepte: Halk Kütüphaneleri mobil uygulaması.

\*Sorumlu Yazar/ Corresponding Author: [recep.isik@kulturturizm.gov.tr](mailto:recep.isik@kulturturizm.gov.tr),  <https://orcid.org/0000-0003-4615-688X>

Bu çalışma 13 - 15 Şubat 2019’da Ordu Üniversitesi’nde düzenlenen 21. Akademik Bilişim Konferansı’nda (AB 2019) sözlü olarak sunulan bildirinin genişletilmiş halidir



## Innovative e-Services in Public Libraries: e-Membership, e-Government Integration, Mobile Library Application and e-Book

### Abstract

The constant development in information and communication technology affects the library services deeply in our country as it does worldwide. Parallel to these developments; reasons such as library users' expectations, the desire to access information faster etc. necessitates more intensive use of information technology tools in delivery of library services. In this context; it has become a necessity that the information services generally provided in libraries be delivered in line with the requirements of the current era. This necessity is unavoidable in case of public libraries that cater to more numerous and various users compared to other types of libraries. Acting on this situation, the Ministry of Culture and Tourism - General Directorate of Libraries and Publications, that comprises the extent of our study, has started the process of the integrated running of systems that are used for meeting the expectations of library users at the highest level in Public Libraries. The systems whose integration is set are Open Source ILS - Integrated Library System-Koha, e-Government Portal, "Kutuphanem Cepte" mobile library automation application and subscription-based e-book database service. In our study; primarily, information is given about Koha library automation system that is being used in Public Libraries since the year 2014. After that, the processes about the library e-membership performed via the e-Government Portal and about the mobile automation application that runs in a manner that is integrated to the Library automation system (KOHA) is discussed and information about both the e-membership and "Kutuphanem Cepte" application's use is touched upon. In addition, in terms of demonstrating the gains that occur after the integration of these systems and services, statistical data such as usage rates and the number of users are also included in our study. As a result, the integration of all the systems mentioned in this study, both facilitates to the management of job processes in Public Libraries and is thought to be an important step in the embracing of the habit of library usage and therefore the improvement of reading culture in Turkey.

**Keywords:** Public Libraries, Innovative services, Koha- Integrated Library System, Library membership, e-Government integration, Library mobile application, e-book.

### 1. Giriş

Halk kütüphaneleri, kullanıcıları için her türlü bilgi ve enformasyonu hazır elde edilebilir hale getiren yerel enformasyon merkezleridir (Niegaard, 1994). Çakın'a göre (2013, s.10) halk kütüphaneleri, toplumun her kesiminden insanların bilgi gereksinimini maddi bir beklenti içinde olmadan, yaşam boyu karşılama sorumluluğunu taşıyan, bireye sunduğu hizmetlerle parçası olduğu toplumun eğitim, sosyal, ekonomik ve kültürel gelişimine yardımcı olan demokratik yaşamın öngördüğü kütüphane kurumlarıdır. Tanımlamalardaki temel prensiplerden yola çıkarak, günümüzdeki hızlı gelişmelere paralel olarak değişen kullanıcı beklenti ve bilgi ihtiyaçlarının karşılanması hususu, halk kütüphanelerinin temel hizmet süreçlerinin başında gelmektedir.

Yenilikçilik, yeniyi yaratmak için eskiyi geliştirerek yeni ürünlerin, üretim süreçlerinin, hizmet ve organizasyonların araştırılması, bulunması, denenmesi, geliştirilmesi, izlenmesi ve benimsenmesi demektir (Durgut ve diğerleri, 2003). Halk kütüphaneciliği açısından ele alındığında "yenilikçi hizmet" kavramının en genel hatlarıyla "tamamıyla

*yeni bir hizmet, var olan bir hizmetin yeni bir yöntemle sunulması, yerel bölgenin ihtiyacına yönelik geliştirilen yeni bir hizmet, var olan bir hizmetin geliştirilmesi/genişletilmesi ile ortaya çıkan yeni bir hizmet” olarak tanımlanması mümkündür (Alaca, 2015, s.32).*

Halk kütüphanelerinde verilmekte olan birçok hizmet elektronik ortama aktarılmaya ve yenilikçi yaklaşımla kullanıcı beklentilerine paralel yeni hizmetler üretilmeye başlanmıştır. Ülkemizde okuma kültürünün geliştirilmesine de katkıda bulunacak bu yeni çalışmalara örnek vermek gerekirse, kütüphane otomasyon sistemi-e-devlet entegrasyonu, e-Üyelik, mobil otomasyon uygulaması ve e-kitap hizmetleri gösterilebilir.

## **2. Materyal ve Yöntem**

Araştırma Türkiye’deki halk kütüphanelerindeki e-hizmetler bağlamında yürütülmüştür. Çalışmanın materyalini halk kütüphaneleri ile halk kütüphanelerinde kullanılmakta olan kütüphane otomasyon sistemi, kütüphane mobil uygulaması ve e-kitap oluşturmaktadır. Çalışmada öncelikli olarak otomasyon sistemi ile e-Devlet Platformu entegrasyonu ve e-Devlet üzerinden verilmekte olan hizmetlerden biri olan “e-Üyelik” uygulamasına değinilmiş, bu uygulamanın başlamasından sonra elde edilen kazanımlar istatistiksel olarak verilmiştir. Daha sonra, otomasyon sistemine entegre çalışan mobil uygulamasına dair süreç ve kullanım bilgisi verilmiş ve sonrasında abonelik yoluyla sağlanan e-kitap veri tabanı hizmeti ile ilgili çalışmalar anlatılmıştır. Sonuç bölümünde, bu uygulamaların hizmete girmesinden sonra elde edilen kazanımlar istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

## **3. Bulgular**

### **3.1. Halk Kütüphanelerinde e-Üyelik Uygulaması ve e-Devlet Portalı Entegrasyonu**

Halk Kütüphanelerinde 2018 yılında uygulanmaya başlanan e-Üyelik uygulaması ve e-Devlet Portalı Entegrasyonunun, kullanılan otomasyon sistemi ile doğrudan ilişkisi nedeniyle mevcut otomasyon sistemine değinmekte yarar vardır. Halk Kütüphanelerinde, 2014 yılından itibaren açık kaynak kodlu bir yazılım olan “Koha Kütüphane Otomasyon Sistemi” kullanılmaktadır. Açık kaynak kodlu yazılım (Open-Source Software-OSS), telif hakkı sahibinin kullanıcılara yazılımı çalışma, değiştirme ve herhangi bir amaçla kullanma, değiştirme ve dağıtma haklarını verdiği, kaynak kodunun bir lisans altında yayımlandığı bir tür bilgisayar yazılımıdır (Laurent, 2004). Açık kaynak kodlu yazılım, kapalı kaynak veya özel yazılımdan farklıdır. İkisi arasındaki en temel fark, açık kaynak kodlu yazılımı değiştirme özgürlüğüdür (Reddy & Kumar, 2013, s.91).

Koha kütüphane otomasyon sistemi; açık kaynak kodlu olması, dolayısıyla sürdürülebilirlik maliyetlerinin düşük olması, kütüphaneci ve kullanıcıya daha fazla kontrol sağlaması ve geliştirme aşamasında ortak akıl ve işbirliği sayesinde yazılım performansının daha iyi olması gibi avantajlarından (Courant ve Griffiths, 2006, s.16) dolayı halk kütüphanelerinde kullanılmak üzere Kütüphaneler ve Yayınlar Genel Müdürlüğü tarafından tercih edilmiştir.

Halk kütüphanelerine üyelik ile ilgili duruma değinecek olursak, diğer kütüphane türlerinde olduğu gibi halk kütüphanelerinde de üyelik gerektiren ve gerektirmeyen hizmetler bulunmaktadır. Üyelik gerektirmeyen hizmetler;

- Kütüphane mekânının eğitim, bireysel ya da grup çalışmaları için kullanılması,
- Her türlü kütüphane materyalinden kütüphane bünyesinde yararlanma,
- Çevrimiçi kütüphane kataloğunun (OPAC<sup>3</sup>) tarama için kullanılması

şeklinde sıralanabilir. Mevcut durumda, halk kütüphanelerinde üyelik gerektiren hizmetler ise;

- Materyal ödünç / iade işlemleri,
- Ödünç süresi uzatma, rezerv işlemleri,
- Tam metin e-kitap okuma, indirme işlemleri,
- Kullanıcıya özel bildirimlerin (SMS, e-posta, mobil uygulama bildirimi, mektup vb.) gönderilmesi işlemleri,

olarak sıralanabilir. Üyelik gerektiren işlemler, yeni gelişmeler ışığında oluşturulan/oluşturulacak hizmetlere göre değişim gösterebilmektedir. “Halk Kütüphaneleri Yönetmeliği Madde-2 ‘de Halk Kütüphanelerinin dolaşım hizmetlerinden<sup>4</sup> yararlanmak için oluşturulacak kütüphane üyeliği şu şekillerde ifade edilmiştir:

*“a) T.C. vatandaşı olan kullanıcılar, sadece T.C. kimlik numarasını gösterir belge ile ödünç verme hizmetinden yararlanırlar.*

*b) En az altı ay oturma izni almış yabancı kullanıcılar, sadece yabancı kimlik numarasını gösterir belge ile ödünç verme hizmetinden yararlanırlar.”* (T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2012).

Bu bağlamda, hem Halk Kütüphanesi üyelik sürecinin kolaylaştırılması, hem de Kütüphane otomasyon sistemi üzerinden verilmekte olan diğer kütüphane hizmetlerinin e-Devlet üzerinden de verilebilmesi için 2017 yılı, “Başbakanlık 180 Günlük Eylem Planı” kapsamındaki;

***“Halk Kütüphanelerine Tek Tuşla Erişimin Sağlanması:***  
*Vatandaşlarımızın, aradıkları kitap, dergi, gazete ve benzeri her türlü araştırma materyalinin Bakanlığımıza bağlı hangi halk kütüphanesinde yer aldığını bulabildikleri ve materyalin künye bilgisine tek tuşla*

<sup>3</sup> OPAC: Halka açık çevrimiçi katalog

<sup>4</sup> Dolaşım Hizmetleri: Kütüphanelerde ödünç ve iade işlemleri

*ulaşmalarını sağlayan Koha Otomasyon Programı e-Devlet portalı üzerinden erişime açılacaktır.” (T.C. Başbakanlık, 2017)*

maddesine istinaden halk kütüphaneleri kütüphane otomasyon sisteminin e-Devlet Portalı'na entegrasyonu çalışması süreci başlatılmıştır. Mayıs 2018 tarihi itibariyle kütüphane otomasyon sistemi (Koha) ile e-Devlet Portalı entegrasyonu süreci tamamlanmıştır. Böylece kütüphane üyelik işlemleri elektronik olarak (e-üyelik) yapılmaya başlanmış, vatandaşların kütüphaneye gitmeden istedikleri halk kütüphanesine e-üyelik yapabilmeleri sağlanmıştır. e-üyelik kütüphane kullanıcılarının üyelik gerektiren elektronik hizmetlerden zaman ve mekândan bağımsız olarak yararlanabilmelerine olanak sağlamıştır. e-Devlet Portalına giriş için belirlenen yaş sınırı dolayısıyla, 15 yaş ve üzeri vatandaşlar e-Devlet Portalı üzerinden halk kütüphanelerine e-üyelik işlemi gerçekleştirebilmektedirler. Vatandaşlara portal üzerinden sunulan hizmet başlıkları aşağıdaki gibidir;

- Halk kütüphanesine e-üyelik ve var olan üyelik ile ilgili bilgi güncelleme işlemleri,
- KYGM' ye bağlı bütün Halk Kütüphanelerinin iletişim ve hizmet bilgilerine erişim,
- Halk kütüphaneleri kataloglarında tarama işlemi,
- Ödünç/İade işlemlerinin takibi ve materyal ayırtma işlemleri,
- Portal üzerinden okuma geçmişlerinin ve mevcut ödünç alma bilgilerinin görüntülenmesi, ödünç alınmış kitapların süre uzatımının yapılması işlemi,
- Kütüphane üyeliğinin istenilen Halk Kütüphanesine aktarılması işlemidir (KYGM, 2018a).

e-Üyelik uygulaması, Mayıs 2018 itibariyle hizmete sunulmuş olup, vatandaşlara e-Devlet Koordinatörlüğü tarafından e-posta ile genel duyurusu 02 Kasım 2018 tarihinde yapılmıştır. 30 Aralık 2018 tarihi itibariyle, Halk Kütüphanelerine e-üyelik uygulaması aracılığıyla kayıt yaptıran üyelerin dağılımı aşağıdaki gibidir.

Çizelge 1'in verilerini incelediğimizde, Mayıs 2018 itibariyle hizmete sunulmuş olan “e-Üyelik” hizmeti ile e-Devlet Portalı üzerinden Halk kütüphanelerine üyelik gerçekleştiren vatandaş sayısı, Ekim 2018 sonunda 3,115 iken, 02 Kasım 2018 tarihinde e-Devlet Koordinatörlüğü<sup>5</sup> tarafından vatandaşlara e-posta yöntemiyle hizmet bilgilendirmesi yapıldıktan sonra iki ay içerisinde 129,003 olmuştur.

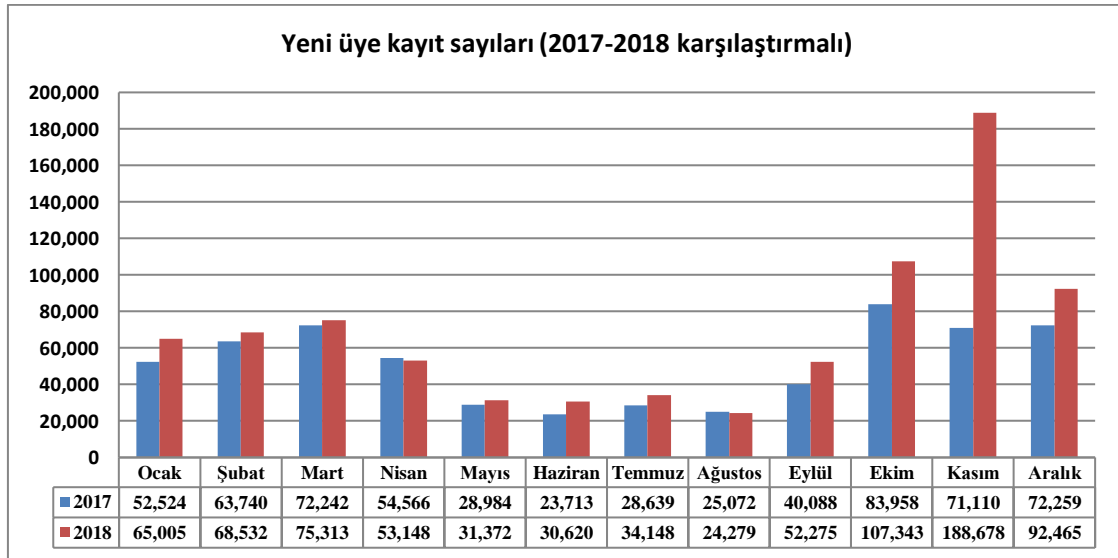
---

<sup>5</sup> e-Devlet Koordinatörlüğü: Kurumların e-Devlet Portalı ile hizmet entegrasyonu işlemlerini yürüten birim.

**Çizelge 1.** e-Devlet Portalı üzerinden halk kütüphanelerine kayıt yapan vatandaşlar (kygm, 2018b)

<b>e-Devlet Portalı üzerinden yeni kayıt yapan vatandaş sayısının aylara göre dağılımı (2018)</b>	
<b>Aylar</b>	<b>2018 Yılı</b>
Mayıs	46
Haziran	191
Temmuz	519
Ağustos	433
Eylül	805
Ekim	1,121
Kasım	105.134
Aralık	20.754
<b>Toplam</b>	<b>129.003</b>

2017 ve 2018 yıllarına ait, Halk Kütüphanelerine yeni kayıt yaptıran vatandaş sayılarının aylara göre dağılımının verildiği Grafik 1 değerlendirildiğinde, e-Üyelik uygulamasının Halk Kütüphaneleri için yerinde bir hizmet olduğu değerlendirilebilir.



**Grafik 1.** 2017 ve 2018 yıllarında Halk Kütüphanelerine üye olan vatandaş sayısının aylara göre dağılımı

Grafik 1’de görüldüğü gibi, 2017 yılı toplam **yeni kayıt sayısı** 618,912 iken, 2018 yılı toplam sayı 825,196’dır. Özellikle e-Devlet Koordinatörlüğü tarafından vatandaşlara

yapılan hizmet duyurusundan sonra Kasım 2018’den itibaren vatandaşlarca e-üyelik uygulamasına büyük bir ilginin olduğu gözlenmiştir.

### **3.2 Halk Kütüphaneleri Mobil Otomasyon Uygulaması, “Kütüphanem Cepte”**

Günümüzde internet kullanıcılarının çoğu artık internet erişimini bilgisayarlardan olduğu gibi, mobil cihazlardan da gerçekleştirmektedir. Bu durumun farkında olan kurumlar, hizmet sundukları kitleye tüm dijital kanallardan ulaşmayı hedeflemekte ve değişen kullanıcı eğilimleri ve bu eğilimlere cevap verebilmek adına mobil dünyada yer almak için sistemlerinde yenilemeye gitmektedir.

Kütüphaneler ve Yayınlar Genel Müdürlüğü (KYGM) de mobil uygulamaların avantajlarından faydalanarak, yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı, hem var olan kütüphane kullanıcılarına daha kolay ulaşmak ve onların hizmetlere erişimlerinde kolaylık sağlamak, hem de potansiyel kütüphane kullanıcılarıyla bağlantı kurmak için bu yönde çalışma başlatmıştır. KYGM, Android ve iOS işletim sistemlerinde çalışabilen “Kütüphanem Cepte” mobil uygulamasını Kasım 2018 itibariyle vatandaşların hizmetine sunmuştur. KYGM bu çalışma ile kütüphane otomasyon sistemi üzerinden erişilebilen hizmetlerin ve yeni hizmet süreçlerinin vatandaşlarca mobil uygulama vasıtasıyla da erişilebilmesini amaçlamıştır.

Vatandaşların ve kütüphane kullanıcılarının “Kütüphanem Cepte” uygulaması ile yararlanabilecekleri Halk Kütüphanesi hizmetler aşağıdaki gibidir:

- Oluşturulan mobil uygulamalar (iOS ve Android uygulamalar) halk kütüphanelerine özel olarak, hem Türkçe hem de İngilizce ara yüzler şeklinde geliştirilmiştir.
- Mobil uygulama üzerinden kullanıcılar, KYGM’ye bağlı bütün kütüphanelerin iletişim bilgilerini, kütüphane harita bilgisini, çalışma gün ve saatlerini görebilmektedirler. Bunun yanı sıra kullanıcının o an bulunduğu konum bilgisi üzerinden, en yakınında bulunan kütüphane listesi görüntülenmektedir. Bu bilgiye erişim için kütüphane üyeliği gerekmemektedir. Tüm vatandaşlar bu listeleri görebilmektedir.
- Halk kütüphanesi üyeliğine bakılmaksızın tüm vatandaşlarca uygulama üzerinden katalog tarama işlemi yapılabilmekte ve tarama sonucunda tespit edilen kütüphane materyalinin hangi halk kütüphanesinde mevcut olduğu bilgisine ulaşılabilmektedir.
- Halk kütüphanesi üyeleri, kütüphaneye gitmeden, mobil cihazları (cep telefonu, tablet vb.) ile mevcut kişisel bilgilerini görebilmekte ve bu bilgiler üzerinde düzenleme yapabilmektedir.
- Halk kütüphanesinden ödünç alınan materyalin ödünç süresi, kütüphaneye gitmeden uzatılabilmektedir.
- Halk kütüphanesi kullanıcıları, uygulama üzerinden okuma geçmişlerini (daha önce ödünç aldıkları tüm materyali) görebilmektedir.
- Halk kütüphanesi üyeliği olmayan 15 yaş üstü vatandaşların, kütüphaneye gitmeden, uygulama üzerinden (e-Devlet Portalına entegrasyon sağlanmıştır) e-üyelik gerçekleştirebilmeleri sağlanmıştır. Böylece vatandaşlar buldukları

yerden mobil cihazlarıyla kütüphane üyeliği oluşturarak, Kasım 2017 tarihinden bu yana verilen e-kitap hizmetine anında erişim sağlayabilmektedir.

- Mobil cihazların kamerası kullanılarak, herhangi bir kitabın ISBN<sup>6</sup> barkodu okutulduğunda, kitabın en yakın hangi halk kütüphanesinde mevcut olduğu ve ödünç verilebilir olup olmadığı bilgisi elde edilebilmektedir.
- Kütüphane üyeleri materyal süre uzatımı ve rezerv işlemleri yapılabilmektedir.
- Kütüphane üyelerine, varsa, ödünç aldıkları materyalin teslim edilmesi gereken tarih, bildirim mesajları ile hatırlatılmakta, hizmetler ile ilgili haber ve duyurular anlık olarak gönderilebilmektedir (KYGM, 2018c).

Kütüphanem Cepte uygulamasının kullanıma sunulduğu 11 Kasım 2018 tarihinden 30 Aralık 2018 tarihine kadar toplam yaklaşık 45.000 kişi uygulamayı mobil cihazlarına kurarak kullanmaya başlamıştır (KYGM, 2018c).

### 3.3 Halk Kütüphanelerinde e-Kitap Hizmeti

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki sürekli gelişimin önemli bir ürünü olan e-yayınlar, gelişmiş ülkelerde halk kütüphaneleri aracılığıyla geniş kitlelerin hizmetine sunulmaktadır. Ülkemizde de, hem bu gelişmeleri yakalayabilmek hem de kütüphane kullanıcı beklentilerini daha kısa bir sürede karşılayabilmek, e-yayın faaliyetlerini desteklemek ve kütüphane üyelerinin elektronik yayınlardan yararlanmasını sağlayarak kitap okuma oranına olumlu katkı sunabilmek amacıyla e-kitap veri tabanına abonelik gerçekleştirilmiş, Kasım 2017 tarihinde e-kitap hizmeti verilmeye başlanmıştır.

Son bir yıl içerisinde halk kütüphanelerinde e-kitap hizmeti ile ilgili yapılan çalışmalara değinmekte yarar vardır. Öncelikle halk kütüphanesi üyelerinin e-kitap konusundaki taleplerinin ölçülebilmesi ve e-kitap ile ilgili farkındalık oluşturmak adına Kasım 2017 tarihinde, abonelik yöntemi ile toplamda 19.000 e-kitabı barındıran ticari bir veri tabanına iki aylık süreyle alım işlemi gerçekleştirilmiştir. Pilot bir uygulama olarak başlatılan bu abonelik ile e-kitap veri tabanı, 81 İl Halk Kütüphanesi ve 19 İlçe Halk Kütüphanesi olmak üzere 100 halk kütüphanesi üyelerinin erişimine açılmıştır. Böylece, üyelerin, çevrimiçi kütüphane sayfası üzerinden kullanıcı girişi yaparak 28 konu başlığındaki 19.000 e-kitaba 7/24 erişebilmeleri sağlanmıştır.

İki aylık süre zarfında, hizmete sunulan e-kitaplara ilginin yoğunluğu dolayısıyla aynı uygulama 2018 yılı boyunca da devam ettirilerek, vatandaşların kullanımına sunulan “Kütüphanem Cepte” mobil uygulaması üzerinden de erişimi sağlanmıştır. Yıllık abonelik yapılarak kullanıcı hizmetine sunulan e-kitap hizmeti verilmeye devam ederken, KYGM tarafından, bütün Halk Kütüphanesi kullanıcılarının yararlanabileceği bir “e-Yayın Platformu<sup>7</sup>” oluşturulması çalışması başlatılmıştır.

“e-Yayın Platformu” uygulaması ile başta T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından üretilen e-yayınlar kullanıcıların hizmetine sunulacaktır. Sonraki aşamada diğer kurum ve kuruluşların, oluşturulan platform üzerinden sunmak istedikleri, kurumsal yayınların derlenmesi ve e-kitap formatına dönüştürülerek platforma aktarılması ve Halk

<sup>6</sup> ISBN: International Standard Book Number (Uluslararası Standart Kitap Numarası)

<sup>7</sup> “e-Yayın Platformu”: Kütüphaneler ve Yayınlar Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan, otomasyon sistemine entegre e-kitap platformudur.

Kütüphanesi kullanıcılarının erişimine sunulması düşünülmektedir. Çalışmanın son aşamasında ise, gerek diğer kamu kurumları, gerekse yayınevleri ile yapılacak anlaşmalar doğrultusunda platform üzerinden sunulmak istenen telif hakkı durumu olan yayınların hizmete sunulması planlanmaktadır

#### 4. Sonuç

Sonuç olarak; halk kütüphanelerinde var olan birçok hizmet, elektronik ortama taşınarak yeni yöntemlerle sunulmaya başlanmış, ayrıca kütüphane kullanıcı beklentilerine paralel olarak yeni hizmetler üretilmiştir. Kütüphane otomasyon sistemi ve e-Devlet Entegrasyonu, e-üyelik, “Kütüphanem Cepte” mobil uygulaması ve e-kitap hizmeti ile birçok kazanım elde edilmiştir. Bu kazanımlar aşağıda özetlenmiştir:

- Çizelge 1’de görüldüğü üzere, e-üyelik uygulaması ile halk kütüphanelerine 129,003 yeni üye kazandırılmıştır.
- Gerçekleştirilen e-üyelik sayısı ve mobil uygulama kullanım sayılarına bakıldığında, bu uygulamalar sayesinde halk kütüphanesi farkındalığının belli bir oranda arttığı görülmektedir.
- e-üyelik uygulaması ve mobil uygulama hizmetleri sayesinde halk kütüphanelerine yeni kayıt işlemlerinde kolaylık sağlanmıştır.
- Kitap ayırtma, ödünç alınan kitaplarının süresinin uzatılması, rezerv, kişisel üyelik bilgilerinin güncellenmesi, üye olunan halk kütüphanesinin değiştirilmesi vb. işlemlerin uzaktan yapılabilmesi sağlanmıştır.
- Verilen e-kitap hizmeti ile halk kütüphanesi kullanıcılarının elektronik yayınları deneyimlemesi için ortam sağlanmıştır.

Halk Kütüphanesi kullanıcıları için oluşturulan bu hizmetler, ülkemizde okuma kültürünün geliştirilmesine katkı sunabilecek araçlar olarak değerlendirilmektedir.

#### Kaynaklar

1. Alaca, E. (2015). *Halk kütüphanelerinde yenilikçi hizmet geliştirme süreci: Bartın Ulus Kültür ve Sanatevi Halk Kütüphanesi örneği*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi. Ankara.
2. Çakın, İ. (2013). Halk Kütüphaneleri Çalışanları İçin: Kütüphanecilik Felsefesi. 10.12.2018 tarihinde <https://docplayer.biz.tr/2976124-Kutuphanecilik-felsefesi.html> adresinden erişildi.
3. Courant, P. N., & Griffiths, R. J. (2006). Software and collaboration in higher education: A study of open source software. *Organization for Open Source Software Study*.
4. Durgut, M., Cemil, A., Akyos, M., & Göker, A. (2003). Ulusal İnovasyon Sistemi Kavramsal Çerçeve, Türkiye İncelemesi ve Ülke Örnekleri, İstanbul, Tüsiad-T.
5. KYGM. (2018a). *Halk Kütüphaneleri “e-Üyelik” Uygulaması ve e-Devlet Entegrasyonu*. Ankara.
6. KYGM. (2018b). *Halk Kütüphaneleri Kullanıcı İstatistikleri*. Ankara.



7. KYGM. (2018c). *Halk Kütüphaneleri “Kütüphanem Cepte” Mobil Uygulaması*. Ankara.
8. Laurent, A. M. St. (2004). *Understanding Open Source and Free Software Licensing*. O'Reilly Media, Inc.
9. Niegaard, H. (1994). UNESCO's 1994 public library manifesto. İçinde *Proceedings of the 60th IFLA Council and General Conference*, München, Saur. <http://www.ifla.org>. IFLA. 24.12.2018 tarihinde <http://origin-archive.ifla.org/IV/ifla60/60-nieh.htm> adresinden erişildi.
10. Reddy, T. R., & Kumar, K. (2013). Open source softwares and their impact on library and information centre: An overview. *International Journal of Library and Information Science*, 5(4), 90–96.
11. T.C. Başbakanlık. (2017). *Başbakanlık 180 Günlük Eylem Planı*. Ankara.
12. T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı. (2012). *Halk Kütüphaneleri Yönetmeliği*. Ankara. 23.12.2018 tarihinde <http://www.kygm.gov.tr/Eklenti/5,halkkutuphaneleriyonetmeligi-11-01-2012-resmi-gazetepdf.pdf?0> adresinden erişildi.

## Moodle-ÖYS’de Yapılan Tekil Anketleri Birleştiren Harici Web Uygulaması

Yalçın Ezginci

Konya Teknik Üniversitesi, Elk.-Elt. Mühendisliği Bölümü, Konya

(Geliş Tarihi/Received Date: 11.06.2019; Kabul Tarihi/Accepted Date: 15.06.2019)

### Öz

Yaygın bir kullanıma sahip olan Moodle Öğrenme Yönetim Sistemi (ÖYS), internet teknolojilerini kullanması ve eğitsel formasyona entegre edilmiş destekleri sayesinde, öğrenci ve öğretmenler için çok faydalı imkanlar sunmakta ve eğitim kurumlarınca tercih edilmektedir. Bu çalışmada, Moodle ÖYS’de yapılan tek sorulu anket sonuçlarını birleştirerek, anketin ön değerlendirmesi için bir yöntem önerilmektedir. Bu çalışma için Bilgisayar Programlama 1 dersi, harmanlanmış ders olarak Moodle ÖYS kullanılarak tasarlandı. Dönem içinde ders notları paylaşıldı, duyurular, online sınavlar, ödev ve anket uygulamaları gerçekleştirildi. Bu çalışmayı farklı kılan Moodle ÖYS’nin, yeni bir fikrin eklenti olarak uygulanabildiği yani eklenti tabanlı yapıyı desteklemesine rağmen, bunun mümkün olmadığı, izin verilmemesi veya teknik eksiklikler gibi durumlar için yeni bir çözüm teklif edilmektedir. Buna göre gerçekleştirilen uygulama, başka bir internet sitesinde php kodlu bir sayfada olarak tasarlandı. Tek sorulu anket cevaplarının olduğu web sayfaları, html olarak kaydedilir ve tasarlanan bu harici sayfaya yüklenir. Tasarlanan bu sayfada her anket sorusuna, her bir öğrencinin cevapları bir excel tablosunda birleştirilir ve dışarı alınır. Böylece Moodle sistemine dokunmadan, anket sorularının genel bir fotoğrafı öğretmenin karşısına getirilmektedir. Bu sayede öğretim elemanı anketler hakkında detaylı değerlendirme yapmadan önce temel bir bakış açısı yakalayabilecektir. Bu aşamadan sonra gerekli görülürse anketlerin detaylı analiz işlemlerine geçebilir veya yeni anket soruları tasarlanabilir.

**Anahtar Sözcükler:** Harmanlanmış öğrenme, Anket, Eklenti, Moodle ÖYS.

## External Web Application Combining Individual Surveys Conducted in the Moodle-LMS

### Abstract

The Moodle Learning Management System (LMS), which is widely used, provides very useful opportunities for students and teachers thanks to the use of internet technologies and its supports integrated into the educational formation and is preferred by educational institutions. In this study, a method for pre-assessment of the survey by combining the results of the single-question surveys conducted in the Moodle LMS is suggested. For this study, the Computer Programming 1 course was designed as a blended course using the Moodle LMS. During the semester, course notes were shared, announcements, online exams, homework and survey applications were conducted. What makes this study

\*Sorumlu Yazar/ Corresponding Author: [yezginci@ktun.edu.tr](mailto:yezginci@ktun.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-4329-3689>

different is that although the Moodle LMS supports a plugin-based structure in which a new idea can be applied as a plugin, for situations when it is not possible, it is not allowed or there are technical deficiencies, a new solution is offered. Accordingly, the application was designed as a page with PHP code on another website. Web pages that contain single-question survey answers are saved as HTML and uploaded to this external page designed. On this page designed, each student's answers to the questions of each survey are combined in an excel table and exported. Thus, without touching the Moodle system, a general picture of the survey questions is presented to the teacher. In this way, the instructor will acquire a fundamental point of view before conducting a detailed evaluation of the surveys. After this stage, surveys can be analysed in detail or new survey questions can be designed when needed.

**Keywords:** Blended Learning, Survey, Plug in, Moodle LMS.

## 1. Giriş

Anket, sistematik bir veri toplama yöntemidir. Veriler, önceden belirlenmiş kişilere bir dizi soru sorarak elde edilir. Mühendislik eğitimi daha ileri taşımak ve istenen kaliteyi yakalamak için ders içinde (Ece et al 2018) veya internet üzerinden (Ezginci 2013) akademik çalışmalara dayalı anketler yapılmaktadır. Yapılan anket çalışmalarında anketin güvenilirliği, sağlıklı sonuçlar elde etme açısından önemlidir. Bu nedenle anketlerin hazırlanması ve uygulanması özel ilgi ve çalışma gerektirir. Mühendis yetiştirmede lisans eğitiminin kalitesini sürekli olarak yükseltmek amacıyla ölçme ve değerlendirmeye dayanan bir “sürekli geliştirme süreci” başlatılması gereklidir. ABET ve Müdek akreditasyon süreçleri bu amaçla oluşturulmuş ve süreç sonunda “öz değerlendirme” ile eğitim kalitesini belgeledir. Eğitim kalitesinin değerlendirilmesinde paydaşların yani öğrenciler, öğretim üyeleri, diğer benzer programların yürütücüleri, mezunlar, mezunların istihdam edildiği kuruluşların veya ilgili sektörlerin işveren örgütleri, meslek odalarının ve mesleğe özgü sivil toplum kuruluşlarının temsilcilerinin katkısını ölçmenin yöntemlerinden biri, anket yapmaktır (Platin 2011).

### 1.1. Moodle ÖYS

İnternet üzerinden sağlanan e-öğrenme, başta zaman ve emek tasarrufu olmak üzere birçok fırsat sunar. Bilgi teknolojisindeki gelişmeler, eğitimi kolaylaştırır ve Öğrenme Yönetim Sistemi (ÖYS) adı verilen organizasyon ile bu sağlanır. Moodle ÖYS, öğrencilere öğretim materyallerini ve öğretmenleri birleştiren, dünya çapında yüzbinlerce paydaş ile geliştirilen, açık kaynak kodlu bir yazılımdır. Moodle ÖYS, öğretim ilkelerine uygun yöntemlerini destekler, etkili öğrenme çözümlerini üretir, ders tasarımı için gerekli olabilecek ödev, bülten, ders, sınav ve anket gibi pek çok aracı içerir. Bu nedenlerle birlikte eğitim kalitesini artırmasından dolayı tercih edilmektedir (Moodle 2018; Dvorak 2011; Yapıcı 2012; İner 2014).

Eklenti (plug-in), başka bir yazılım uygulamasını geliştiren ve genellikle bağımsız olarak çalıştırılabilen bir yazılım parçasına denir (Wikipedia 2018). Bir eklenti mevcut bir bilgisayar programına belirli bir özellik ekleyen bir yazılım bileşenidir. Bir program eklentileri desteklediğinde, özelleştirmeye olanak tanır. Web tarayıcılarında arama motorları, virüs tarayıcıları veya bir video formatı gibi yeni bir dosya türü kullanma

yeteneği kazandırmak için yapılan eklentiler çok bilinenleridir (Moodle 2018). Moodle ÖYS gibi açık kodlu sistemler geliştiriciler için ek yetenekler sağlamak ve kullanıcılar için kolaylık sağlama üzere eklentileri destekler. Eklentiler, ana bilgisayar uygulaması tarafından sağlanan hizmetlere bağlı olarak çalışır. Eklentiler işlevselliğini artırır ve kolay güncellenirler. Esasen eklentiler PHP scriptleri, CSS, JavaScript ve resimlerden oluşan bir klasör den ibarettir (Zdravev et al 2018).

İnternet üzerinden yapılan eğitimlerde katılım için kayıt yapmak, profil yüklemek veya sadece gezinti yapmak çoğunlukla yeterli kabul edilmemektedir. Katılım için çevrimiçi tartışmalara anlamlı katılım sağlama, sorulara cevap verme, online sınavlar, ödev teslimi ve anketlerin de belli oranlarda işaretlenmesi istenir (Dolares et al 2014). Bir çalışmada Akça ve arkadaşları (2016) öğrencinin site içindeki tüm faaliyetlerini ayrı ayrı değil birbiri ile ilişkili ve bir bütün olarak takip ve analiz edebilen açık kaynak kodlu bir eklenti (plug-in) geliştirilmişlerdir. Bu plugin ile eğitimciler dönem boyunca yapılan eğitim faaliyeti sonunda öğrencilerin ara sınav ve final notlarını sisteme yükledikten sonra, öğrencilerin başarı durumları ile site içindeki faaliyetlerini karşılaştıran bir rapor alabilmektedirler.

İnal ve arkadaşları (2016) Moodle ÖYS için öğrencinin derse devam etme kriterlerinin dersi veren öğretim elemanı tarafından seçime bağlı olarak belirlenmesi ve otomatik olarak kontrolüne yönelik bir Raporlama Eklentisinin tasarımını yaptılar. Bu kriterler belirlenirken Moodle ÖYS'de Raporlar bölümünde var olan tüm araçlar (Kayıtlar, Canlı günlükler, Etkinlik raporu ve Ders katılımı gibi) kullanılarak ders etkinlikleri ve kaynakları içinden dersi yürüten öğretim elemanının belirleyeceği ağırlıklara göre bir değerlendirme ölçütü geliştirdiler.

Moodle sitesinin çalışması ve kullanımı hakkında bilgi sahibi olmak için Moodle analitik araçları kullanır. Bazen bu araçlar platformla standart olarak gelmez ve eklenti olarak kurulmaları gerekir. Yapılan bir araştırmada (Zdravev et al 2018) Moodle'daki analitik ve rapor eklentilerinin faydaları incelenmiştir. Eklentilerle, Moodle platformunun standart sürümünde bulunmayan platformun kullanımı, kullanıcı davranışı, ziyaretçiler, erişim sıklığı, erişildiği ülkeler, erişim yöntemi (telefon, bilgisayar), kurslar vb. pek çok bilgi elde edilebilmektedir. Hali hazırda en çok yüklenen bir kaç eklentinin belirgin özellikleri ortaya konulmuş ve sundukları hizmetlerin sağladığı avantajlar ve farklılıklar açıklanmıştır.

Moodle ÖYS, içinde yer alan paydaşların kullanımı, etkileşimi ve katılım sağlamaları ile sürekli olarak gelişen bir bilgi yaşam döngüsü oluşturuyor. Böylece sürekli olarak kendini ve paydaşlarını yeniliyor, geliştiriyor. Kullanıcılarının yeniliklerine adapte etmesine motivasyon sağlıyor. Geliştirilen eklentiler ve bunlar için yapılan denemeler, bilgi yaşam döngüsüne katkı sağlamaktadır. Öne çıkan uygulamalar yeni sürümlere dahil olmakta, rekabet edemeyen bileşenler iyileştirilmekte veya tasfiye edilmektedir. Moodle açık kaynak kodlu oluşu nedeniyle kullanıcılar, dünyanın her yerinde yapıldığı gibi, bunu istedikleri şekilde yapılandırıp kullanabilirler. Bu nedenle, standart Moodle dağıtımı ve eklentilerin net bir resmi yoktur. Bunu araştıran bir anket kurumsal olarak Moodle tarafından yapılmıştır (Moodle 2015). Moodle kullanıcılarının geliştirme çabaları ve farklı eğitim sektörlerinde nasıl kullanıldığını belirlemek için hangi eklentiler kullanıldığı araştırılmıştır. Ankete 57 ülkeden 353 kurum katılmıştır. Katılımcılar çoğunlukla yönetici idi ve Moodle'ı kurumlarında uzun süredir kullanmaktaydılar. Sınav, ödev ve forum en çok kullanılan etkinlik modülleri olduğu görüşünü bildirdiler. Ayrıca anketler etkinlik

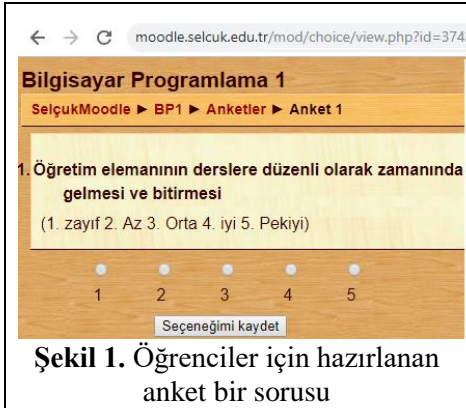
modülü olarak veya eklenti olarak en yaygın kullanılan bileşenlerden olduğunu belirtmişlerdir. Anket eklentisi, geri besleme gibi eksik olan bazı özellikler içermesi nedeniyle dikkat çekici bulunmakta ve yeni arayışlar, bunu takip eden projelerle devam etmektedir. Açıkçası katılımcılar anket eklentisinden daha fazla işlevsellik beklemektedirler.

## 1.2. Moodle Anketlerinin Kullanımı

Moodle da iki tür anket uygulaması yapılabilir. Birincisi çok sorulu ve hazır formda sunulan, diğeri ise tek sorulu isteğe bağlı özel sorularından oluşur. Birinci türde, anket modülü hazır bir dizi soru içerir. Bu sorular moodle geliştiricileri tarafından öğretmenlerin kullanması için eğitim amaçlı özel çevrimiçi öğrenme ortamlarıyla kullanılmak üzere tasarlanmış ve standartlaştırılmıştır (Dvorak 2011). Bu anketler yaygın bir deneme ve kullanım süreçlerinden geçirildikten sonra oluşturulmuştur. Ayrıca birçok akademik çalışma tarafından desteklenmiştir. Öğretmenler bu anket modülünü, öğrencilerin kendi sınıfı hakkında bilgi edinmek ve kendi öğretim yansıtan verileri toplamaya yardımcı olması için kullanabilmektedirler (Ezginci 2013).

İkinci anket türünü, kendi özel şartlarımıza göre aşağıda listelendiği gibi belirleyip, bir test aracı ile tek tek oluşturup, sunabilir ve sonuçlarını takip edebiliriz. Anketlerin öğretim döneminin sonuna doğru yapılması uygun olacaktır. Anket soruları, 1. zayıf 2. Az 3. Orta 4. iyi 5. Pekiyi olarak derecelendirilmiştir.

Moodle'da sunulan anket sorularından birine ait ekran görüntüsü Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 2'de ise anket sorularından birine verilen notlar ve öğrenci listeleri görülmektedir.



Şekil 1. Öğrenciler için hazırlanan anket bir sorusu

Yanıtlar					
1	2	3	4	4	5
		Hatice Nur Bağdat			yusuף yazıcı
		Berrin TORUN			Burak Uysal
		yusuף karaca			Ahmet Can Şah
		ismail yıldız			ABDULRİHMAN
		Mehmet Can Şimşek			Rumeysa Çelik
		CELAL CEYLAN			Zehra Polat
		Gensstki Gensstki			Ali TEZCAN
		ÖĞÜZ EMRE YANMAZ			Yavuz Ervural
		Eyüp Kaan YILMAZ			Halitcan TURAN
		Çağla ARSLANTAŞ			BEYZA ZENGİN
		Muhammed Furkan Çağrı			Öğuz Sağdıç
					Sami İyler
					Enre Şafak

Şekil 2. Yapılan bir anket için elde edilen sonuç ekranı

### Anket soruları:

1. Öğretim elemanının derslere düzenli olarak zamanında gelmesi ve bitirmesi
2. Öğretim elemanının derslerine önem vermesi ve iyi hazırlanması
3. Öğrenim görmekte olduğunuz dersliklerin konforu
4. Öğretim elemanı ders anlatım ve teknolojilerini yerinde ve etkin bir şekilde kullandı
5. Bu dersin Öğrenim görmekte olduğunuz alanla ilgili yeterlilikleri kazandırması

6. Bu dersin Öğrenim görmekte olduğunuz alanla ilgili yeterlilikleri kazandırması
7. Sınavların güvenli yapılması, sahtekârlık ve kopya olaylarının olmaması
8. Sınav soruları öğrenci başarısını gösterecek şekilde hazırlandı
9. Öğretim elemanın sizlere yönelik davranışlarında adil ve tarafsız olması
10. Derslerin moodle ile birlikte verilmesi iyi oldu
11. Ders etkinlikleri ile elde edilen notların, vize-final/büt'e belirli bir oranda yansıtılması
12. Her hafta dersi takiben Ders etkinliklerinin (sınav ve ödevler) yapılması
13. Derslerin Bilmer (üniversitenin bilgisayar merkezi)'de ve aktif katılımı ile yapılması
14. Üniversite tarafında size sunulan bilişim altyapısı (yazılım, internet, şifre vb.) hizmetler
15. Online sınavlarda kopya girişimi hakkında duyum veya gözleminiz oldu mu?

## 2. Dersin Tasarımı

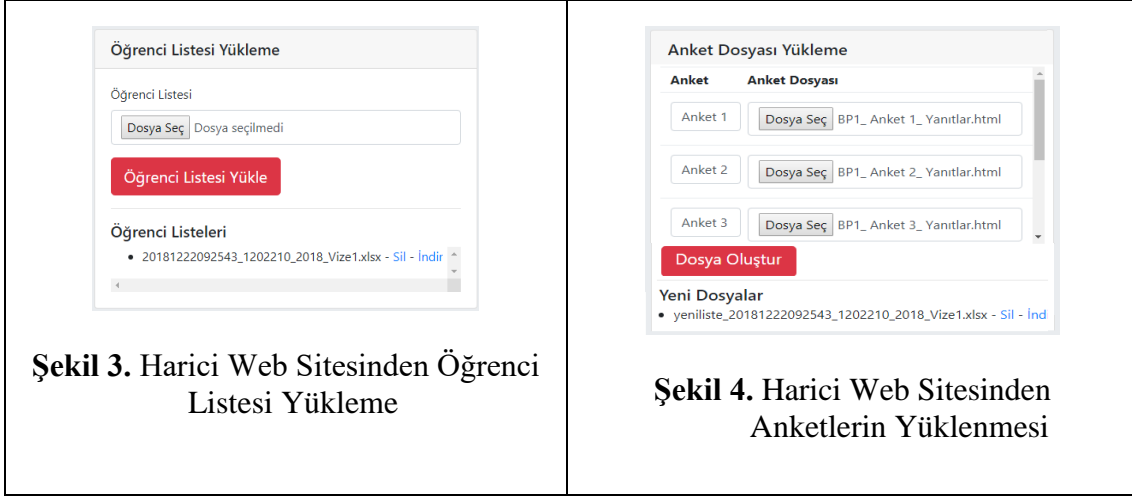
Bu çalışmada açıklanan veriler, 2017-2018 bahar yarıyılında Selçuk Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünde harmanlanmış ders olarak açılan Bilgisayar Programlama 1 dersinde, ders dokümanları paylaşılmış online sınavlar yapılmış, ödev teslimleri moodle yüklenerek gerçekleştirilmiştir. Yapılan uygulamalar vize ve final notlarına belirli oranlarda yansıtılmıştır. Tarafımdan hazırlanan tekil anket soruları vize haftası ve sonrasındaki haftada öğrencilere açılmış, anketlere katılmanın isteğe bağlı olduğu söylenmiştir. Öğrencilere anketlerin isimsiz olmadığını, araştırma amacıyla kullanmak üzere öğrencilerin verdiği değerlendirme notlarına ulaşılacağı, ama önemli olanın toplu sonuçların dağılımı olduğu ifade edilmiştir. Anket işaretleme sırasında öğrencilerden hep aynı şikkî işaretlememeleri ve birbirleriyle fikir alış verişi yapmamaları istenmiştir. Bununla birlikte vize sonrasındaki haftada ders katılım büyük oranda düşeceği tahmini nedeniyle anketler herhangi bir yerden yapılacak katılımın o hafta için devam sayılacağı açıklanmış ve ankete bu şekilde teşvik edilmişlerdir.

## 3. Yöntem

Kendimize ait bir web sitesinde raporlama yapacağımız bir web sayfası oluşturulması ve Moodle'dan elde edilen dosyaların buraya yüklenmesi sonrası değerlendirmenin yapılarak excel formatında bir dosyada raporun sunulması hedeflenmiştir. Analiz için gerekirse ek işlemler excel programlama ile tamamlanabilir. Moodle ÖYS'den elde edilecek dosyalar, Moodle'da görüntülenen anket sonuçlarının web sayfalarından html formatında kaydedilir.

Üniversitemizde biraz eski olsa da Moodle ÖYS (sürümü 1.9.7) üzerinde harmanlanmış ders için pek çok özelliğini hala etkin şekilde kullanabilmekteyiz. Bununla birlikte yeni sürümlerinde farklı şekillerde de olsa bir çok değerlendirme araçları bulunmakta ama kullanamıyoruz. Yıllar içinde Müdek akreditasyon süreçleri içinde ve Moodle da harmanlanmış eğitim yapmış olmanın getirdiği tecrübeye dayanan birikimlerle, ihtiyaç duyduğumuz özellikleri, var olan imkanlar üzerinden geliştirme şansımız olabilirdi. Yeni Moodle sürümü için hazırlık yapılmakta oluşu, mevcut sürümde aksaklık oluşma endişesi, yeterli teknik eleman ve destek bulunmaması ile birlikte kurum değişikliği nedenlerle Moodle'a eklenti yapılamadı. Bunun yerine gerek duyduğumuz ihtiyaçları belirleyip, onları gerçekleştirecek harici bir web sayfası uygulaması – aracı

hazırlanmıştır. Program kodları, kendime ait eğitim sitesi olan farklı bir web adresine (www.seebil.com/anket.php) yerleştirilmiştir. Bu amaçla önce dersin öğrenci listesi Şekil 3'de görüldüğü gibi excel formatında siteye yüklenmektedir. Sonra her anketin sonuç sayfası html kodu olarak sırayla anket yükleme kısmına (Şekil 4) kaydedilmektedir.



Şekil 3. Harici Web Sitesinden Öğrenci Listesi Yükleme

Şekil 4. Harici Web Sitesinden Anketlerin Yüklmesi

Daha sonra tasarladığımız php kodlu raporlama sayfası ile anketler sırayla yüklenmektedir. Sınıf listesi ve anketler yüklendikten sonra, dosya oluştur butonu ile raporlama internet ortamında otomatik olarak gerçekleştirilmekte ve anketlerin toplu bir dosyası tek bir excel dosyası olarak alınmaktadır. Şekil 5'te öğrencilerin anketlere verdikleri notlardan bir kesit verilmiştir. Bu raporlama sonucunda öğrencilerin hangi anketleri işaretledikleri, hangi anketin ne kadar işaretlendiği vesaire görülebilmektedir. Bundan sonra yapılabilecek temel istatistik işlemleri ile ortalamalar, sapmalar gibi analizler yapılabilir.

#### 4. Bulgular

1	Ö	Ankt1	Ankt2	Ankt3	Ankt4	Ankt5	Ankt6	Ankt7	Ankt8	Ankt9	Ankt10	Ankt11	Ankt12	Ankt13	Ankt14	Ankt15
2	İ	5	5	1	4	5	4	3	3	5	5	5	5	4	3	3
3	Z	5	3	3	3	1	1	4	4	5	5	4	1	5	4	5
4	N	5	5	5	5	4	3	5	4	5	5	4	5	5	3	1
5	K	3	3	4	4	2	3	5	3	5	1	1	3	3	1	1
6	N	4	3	3	3	3	3	5	3	4	5	4	3	5	2	1
7	Z	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	1
8	E	4	4	4	4	3	3	4	1	4	4	1	1	4	4	4
9	E	1	1	-	1	-	-	5	1	1	1	1	1	1	1	1
10	F	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	1
11	N	4	2	1	2	3	3	1	4	4	2	2	4	4	1	1
12	E	4	3	5	5	-	5	5	5	5	-	5	5	5	5	-
13	F	5	3	2	3	3	2	4	4	5	4	3	5	3	1	3
14	E	5	5	3	4	2	3	5	4	5	5	5	4	5	3	1
15	K	5	5	2	3	4	2	5	4	5	5	3	5	1	1	1
16	S	3	3	5	3	3	3	5	4	4	5	5	5	5	5	2
17	E	3	3	3	3	2	2	4	1	2	2	1	3	3	1	2

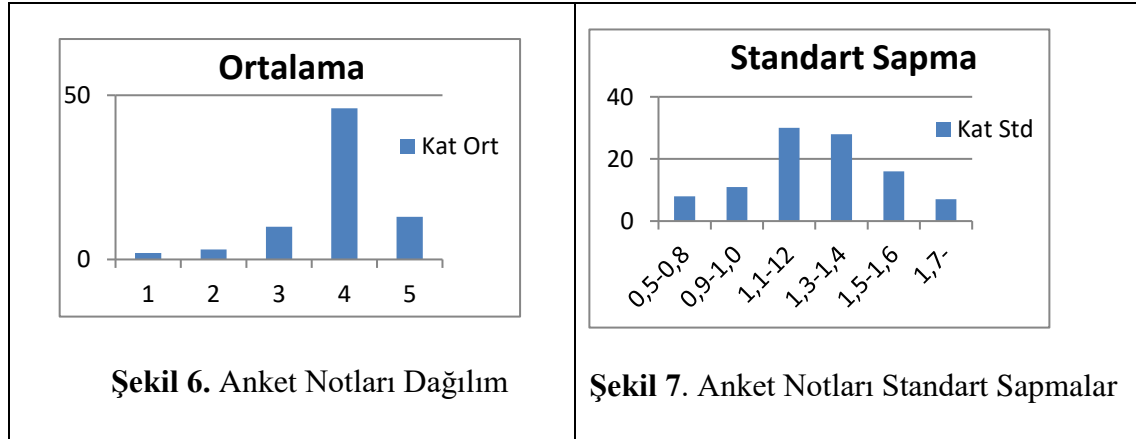
Şekil 5. Web Aracı ile elde edilen Toplu Anket Sonucu

Dersi takip eden alan öğrencilerden, 74 öğrenci anketlere katılmış, 35 tanesi ise katılmamıştır. Derse devam etmediği halde ankete katılan (dersi alttan alan) 6 öğrenci oldu. Ankete katılım oranı %68 dir. Ankete katılanların anket işaretleme oranı normal dağılımda değildir. 1-9 ankete katılan öğrenci sayısı 16, 10-14 arası anket işaretleyen 6 ve 15 anketin hepsini işaretleyen öğrenci sayısı 52 dir. Anketler katılım, her bir anketin ortalaması, standart sapması ve standart hatası Çizelge 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.** Anket sorularına Katılım, Ortalama ve Standart Sapmalar

Anket No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Adet	73	69	67	64	61	60	62	61	58	58	56	58	57	59	57
ort	4,18	3,62	2,98	3,55	3,18	3,08	4,05	2,82	4,28	4,31	3,45	3,88	4,2	2,95	2,39
std	1,11	1,11	1,25	0,99	1,12	1,14	1,15	1,2	1,1	1,01	1,25	1,03	0,99	1,43	1,46

Bu sonuç çizelgesine göre, anketi değerlendirme için yeterli katılım olduğu söylenebilir. Toplam olarak katılım ortalaması, 3,48 standart sapması, 1,14 olarak gerçekleşti. Toplam anket işaretleme sayısı 920, dolayısıyla anket doldurma oranı, %77 ki bunu iyi bir oran olarak kabul edebiliriz. Verilen derecelendirme notlarının ve standart sapma aralıklarının grafik dağılımları Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir. Bu duruma göre öğrencilerin anket sorularına olumlu yönde cevap verdikleri görülmektedir.



Şekil 5 ve Çizelge 1'de elde edilen sonuçlara bakarak basit ve yüzeysel bir değerlendirme yapalım. İlk olarak anketlerin ortalamasından standart sapma kadar uzağındaki ( $3.5 \pm 1.1$ ) anketler; alt: 3, 5, 6, 8, ve 14; üst: yok. İkinci olarak, anketlerin ortalamasından standart sapmanın yarısı kadar uzağındaki ( $3.5 \pm 0.5$ ) anketler; alt: 3, 8, ve 14; üst: 1,7, 9, 10 ve 13.

İkinci bir değerlendirme yöntemi, görsel olarak anketlerden sonuçlar çıkarmada yardımcı olabilir. Şöyle ki, her bir anket ortalamasının kendi standart sapmasının yarısı kadar uzaklaşan notları Şekil 5 üzerinde renklendirilmiş ve ortalamadan belli uzaklıktaki değerler görünür hale gelmiştir. Ortalama bant renksiz. Ortalama bandına göre düşük olanlar kiremit rengi (az koyu), ortalama bandına göre yüksek olanlar mavi (daha koyu) ile renklendirilmiştir. Şekil 5'de görülen kadarı için anket 8'de öğrenciler hem beğeni, hem de karşıt görüşler, ortalama banda göre fazla sayıda olması görüş çatışmasına işaret ediyor. 9 ve 17. sıradaki öğrenciler genelde ortalama banda göre hemen hemen bütün sorularda karşıt görüşler. 7. Sıradaki öğrenci tüm sorularda tam olumlu yönde görüş sergilemektedir. Yine ilginç bir şekilde 6. Sıradaki öğrencinin görüşleri tamamen sınıf



ortalama bandının içinde yer alıyor. Bir başka özel durum, anket 15'de soru ters yönde sorulmuştu. Burada beklenen 7. Soruda yüksek verenlerin, düşük puan vermesiydi. Öğrencilerin çoğu bu şekilde puanlamış olmalarına rağmen 3. ve 8. sıradakiler yüksek puan vermişler. Yani soruyu anlamadı veya yüksek verme görüşüne bağımlı olarak, bilinçli olmadan işaretledi.

## 5. Sonuçlar

Bu çalışmada, eski sürüm moodle ÖYS imkanları çerçevesinde, harici bir web sayfası üzerinden anket sonuçlarını birleştiren ve farklı bir web adresinde yerleşik olan php kodlu bir web uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Bu örnekteki gibi farklı gruplar altında kalabalık sınıflar (1., 2. Öğretim ve bunların tek ve çift numaralı şubeleri) için yapılacak anket değerlendirmesinde, Moodle'ın sağlayacağı sonuçlar yetersiz kalmaktadır. Moodle, her bir anket sonuçlarını 1 den 5 kadar verdikleri puana göre öğrencileri listelemektedir. Bu durumda bunları bir araya getirmek oldukça karmaşık ve zorlu işlemler gerektiriyordu. Teklif ettiğimiz uygulama ile dosyalar belirli bir web sitesine yükleniyor ve otomatik olarak sonuç Çizelge (Şekil 5) elde edilmektedir. Sonuç Çizelgesindeki hücrelerin ortalamalardan pozitif veya negatif yönde uzaklaşmasının farklı renklerle işaretlenmesi, görsel olarak sonuçlar hakkında basit bir analiz yapılabilmesini sağlamaktadır.

Bu yöntemde renkli olarak işaretlenen alanların sayısı 302 olarak elde edildi. Renkli işaretlemeler, toplam notların 3'te birine denk gelmektedir. Demek ki işaretlemelerin 3'te 2 sini kararlı değerler oluşturmaktadır. Bu haliyle renkli işaretlenmemiş olanlar sınıf görüşü kabul edilebilir. Renklerde ise uyarı, hata, kasıt veya dikkate alınması gereken anket sorular olarak görülebilir.

## Kaynaklar

1. Ece DG, Kurban M & Hocaoglu FO (2018) Mühendislik eğitiminde anket çalışmalarının önemi ve uygulaması, [http://www.emu.org.tr/ekler/7ae8fecf15b8b6c\\_ek.pdf](http://www.emu.org.tr/ekler/7ae8fecf15b8b6c_ek.pdf) (Erişim Tarihi: 12.10.2018)
2. Ezginci Y (2013) İnternet Destekli Temel Bilgisayar Bilimleri Dersinde Anket Uygulaması, <https://ab.org.tr/ab13/bildiri/157.pdf> (Erişim Tarihi: 15.09.2018)
3. Platin BE (2011) Müdek Akreditasyon Ölçütleri: Önemi ve Sık Rastlanan Yetersizlikler, Makina ve Mühendis Cilt 52, Sayı 621, Sayfa 61-72, [http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/122ad0792426a7e\\_ek.pdf](http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/122ad0792426a7e_ek.pdf) (Erişim Tarihi: 12.10.2018)
4. Moodle (2018) An Open-source Course Management System, , <http://www.moodle.org> (Erişim Tarihi: 12.10.2018)
5. Dvorak R (2011) Moodle For Dummies, Wiley Publishing
6. Yapıcı Ü (2012) Harmanlanmış Öğrenme Ortamında Moodle Kullanımı, Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi Journal of Research in Education and Teaching, Cilt 1 Sayı 2
7. İner B (2014) Hamanlanmış Öğrenme Ortamı Olarak Etkili Moodle Etkinlikleri Kullanım Örneği, Journal of Research in Education and Teaching, Cilt:3 Sayı:1 Makale No:09

8. Plug-in (2018) Wikipedia, Free Encyclopedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Plugin> (Erişim Tarihi: 12.10.2018)
9. Moodle (2018) Modules and Plugins, <http://www.moodle.org/modules> (Erişim Tarihi: 12.10.2018)
10. Zdravev Z, Velinov A & Spasov S (2018) Analytics and Report Plugins in Moodle, International Scientific Conference Computer Science'2018, Kavala, Greece
11. Dolares D, Carolyn H & Aimee M (2014). Hot Topics in Distance Education <http://www.asccc.org/sites/default/files/Hot%20Topics%20in%20Distance%20Education-1.ppt> (Erişim Tarihi: 12.10.2018)
12. Akça MA, Önder R & Gülsoy HT (2016) Öğrenme Yönetim Sistemlerine Yönelik Öğrenci Başarı Analiz Plungini Geliştirilmesi, Journal of Research in Education and Teaching Cilt:5 Sayı:2 Makale No: 31.-10
13. İnal MM, Yıldız U & Altınışık U (2016) Moodle için Öğrencinin Derse Devam Kriterinin Kontrolüne Yönelik Bir Raporlama Eklentisi Geliştirme, Journal of Research in Education and Teaching Cilt:5 Sayı:2 Makale No: 35
14. Moodle (2015) Eklentiler Kullanım Anketi <https://research.moodle.net/71/1/Plugins%20Usage%20Survey%202015%20Report.pdf> (Erişim Tarihi: 12.10.2018)