

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

Yıl: 2023
Sayı:36

CİLT II
SOMA

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

Sahibi:

Dr. Öğr. Üyesi Ayla TEKİN
Yönetim Kurulu Adına
MCBÜ Soma MYO

Editörler:

Prof. Dr. Deniz MAMUREKLİ
Dr. Öğr. Üyesi Ayla TEKİN
Öğr. Gör. Fırat TEKİN

Yayın Kurulu:

Prof. Dr. Deniz MAMUREKLİ
Prof. Dr. Ayşe ÖNDÜRÜCÜ
Prof. Dr. Mete HANÇER
Dr. Öğr. Üyesi Ayla TEKİN
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Berkant SELEK
Öğr. Gör. Fırat TEKİN

Sekreter:

Dr. Öğr. Gör. Mustafa Oğuz NALBANT

**Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi
yılda iki sayı olarak yayımlanan ulusal hakemli bir dergidir.**

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

BU SAYIDAKİ HAKEM KURULU:

Prof. Dr. Çiğdem TAKMA
Prof. Dr. Osman ASİ
Prof. Dr. Yakut GEVREKÇİ
Doç. Dr. Hatice Varol ÖZKAVAK
Doç. Dr. Pelin AKTAŞ
Dr. Öğr. Üyesi Saim KURAL
Dr. Öğr. Üyesi Vahit ÇORUMLU
Öğr. Gör. Dr. Burak Emre YAPANMIŞ
Araş. Gör. Dr. Müjde Durukan GÜLTEPE
Öğr. Gör. Mustafa TATLİCAN

Dergide yayınlanan tüm makaleler ve ileri sürülen görüşlerde, sorumluluk yazar ve hakemlere aittir.

İletişim Adresi:

Fırat TEKİN
Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Soma Meslek Yüksekokulu, Soma-Manisa /TÜRKİYE
Tel: 0 236 612 00 63
Fax: 0 236 612 20 02
e-mail: somamyo-dergi@cbu.edu.tr
firat.tekin@cbu.edu.tr

TC
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

İÇİNDEKİLER

1- THE STRUCTURAL CHARACTERIZATION, INVESTIGATION VIA THERMOLUMINESCENCE AND RADIOLUMINESCENCE PROPERTIES OF SAROS GULF CLAY SAMPLE

İlker Çetin KESKİN1-12

2- ÜNİVERSİTE VE KAMU KURUMLARINDA İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİNE GENEL BAKIŞ

İsrafil ŞABİKOĞLU13-24

3- BAĞCILIKTA BİYOTEKNOLOJİK YAKLAŞIM

Cuma ARIK, Emine BERBEROĞLU, Tevfik Hasan CAN,
Emine Dilşat YEĞENOĞLU25-31

4- DENİZ SUYUNUN FARKLI TABAKA KALINLIKLIL KOMPZİT PLAKALARIN DARBE DAVRANIŞINA ETKİSİ

Ümran ESENDEMİR , Özge GÖKSU32-45

5- VİBRASYONLU DİKEY HELEZON KONVEYÖR ROCKY DEM ANALİZİ

Yusuf Ozan SÖĞÜT , Süleyman Murat BAĞDATLI46-57

6- Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi Yazım Kuralları.....

58-59

THE STRUCTURAL CHARACTERIZATION, INVESTIGATION VIA THERMOLUMINESCENCE AND RADIOLUMINESCENCE PROPERTIES OF SAROS GULF CLAY SAMPLE

İlker Çetin KESKİN¹

Accepted: 2023-12-24
DOI: 10.47118/somatbd.1403544

ABSTRACT

Clay is mainly composed of illite, kaolinite, montmorillonite groups. Although it is abundant in nature, it is very difficult to find pure clay. The substances that make up clay are hydrous aluminum silicates. Each clay group contains different metal oxides or organic compounds. These impurities contained in minerals constitute an interesting field in luminescence and optical studies.

Although there are many studies on clay minerals, each sample shows its own unique characteristics. In this study, clay samples taken from Edirne-Keşan-Erikli Beach, located on the coast of Saros Gulf, were studied. Its crystallographic structure was determined by XRD analysis, its rheological properties and the elements it contained were determined by SEM-EDX analysis, and its structural properties were examined by FT-IR analysis. In optical absorption analysis, strong absorption bands were observed in the UV and Vis regions. In radioluminescence (RL) analysis, the emission spectrum formed by X-ray excitation are discussed. Likewise, in the thermoluminescence (TL) analysis using X-ray as primary excitation, peaks were observed in shallow and deep traps.

Keywords: Minerals, Clay, Impurities, Radioluminescence, Thermoluminescence

SAROS KÖRFEZİ KİL ÖRNEĞİNİN YAPISAL KARAKTERİZASYONU, TERMOLUMİNESANS VE RADYOLÜMİNESANS ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Kil, temel olarak illit, kaolinit, montmorillonit grupları olarak adlandırılmaktadır. Doğada bol miktarda bulunmakla birlikte saf kil bulmak oldukça zordur. Kili meydana getiren maddeler sulu alüminyum silikatlerdir. Her kil grubu içerisinde farklı metal oksitler veya organik bileşikler barındırmaktadır. Minerallerin barındırdığı bu safsızlıklar lüminesans ve optik çalışmalarında ilgi çekici bir alan oluşturmaktadır.

Kil mineralleri üzerine pek çok çalışma bulunmakla birlikte herbir örnek kendine özgü özellikler göstermektedir. Bu çalışmada Saros Körfezine kıyaslı bulunan Edirne-Keşan-Erikli Sahilinden alınan kil örnekleri ile çalışılmıştır. XRD analizi ile kristalografik yapısı belirlenmiş, reolojik özellikleri ve içerdiği elementler SEM-EDX analizi ile tespit edilmiş, FT-IR analizi ile

¹ Doç. Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Manisa, ilker.keskin@cbu.edu.tr

yapısal özellikleri incelenmiştir. Optik absorpsiyon analizinde UV ve Vis bölgede güçlü soğurma bandları gözlenmiştir. Radyolüminesans (RL) analizinde X ışını uyarımı ile oluşan ışımada bandları tartışılmıştır. Yine birincil uyarım olarak X ışını kullanılarak alınan termolüminesans (TL) analizinde sıg ve derin tuzaklara pikler görülmüştür.

Optik absorpsiyon analizinde UV bölgede ve 273, 330, 465, 510 nm'de güçlü soğurma bandları gözlenmiştir. RL analizinde yaklaşık 550, 610, 720 ve 850 nm'de geniş emisyonlar gözlenmiştir. Alınan ölçümlerde 250 °C'deki ana pikin yanı sıra yaklaşık 100 ve 340 °C civarında TL pikleri görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Mineraller, Kil, Safsızlıklar, Radyolüminesans, Termolüminesans

1. INTRODUCTION

Natural clay is mainly composed of illite ($K_{0.65}Al_2(Al_{0.65}Si_{3.35}O_{10})(OH)_1$), kaolinite ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), montmorillonite ($(Na, Ca)_{0.33}(Al, Mg)_2(Si_4O_{10})(OH)_2 \cdot nH_2O$). Fine-grained natural soil material containing clay minerals is encompassed by the term "clay." Plasticity emerges in clays when exposed to moisture, yet the potential for hardening is latent through firing processes. A pervasive substance, clay finds itself in the composition of shale, the most prevalent sedimentary rock primarily constituted by clay[1]. While natural deposits frequently feature a combination of silts and clay, distinctions between clays and other fine-grained soils manifest in variations of size and mineralogical composition.[2]

The high surface area of clay minerals is conferred by the diminutive size and plate-like structure of clay particles. In certain clay minerals, a negative electrical charge is carried by the plates, and this charge is counterbalanced by a surrounding layer of positive ions (cations), such as Na, K, or Ca. When the clay is combined with a solution containing alternative cations, an exchange can occur wherein these ions replace the existing cations in the layer surrounding the clay particles. This imparts to clays a substantial capacity for ion exchange.[3]

Many natural minerals used in radiation studies exhibit thermoluminescent (TL) properties, which depend on their formations, chemical compositions, impurity contents, and geological histories. Some natural minerals and synthetic crystals may possess effective dosimetric TL characteristics. Numerous studies focus on exploring the potential use of these minerals for dosimetric purposes or understanding trap structures and defects within minerals. Among these mineral groups, natural clay is a significant member of hydrous aluminum silicates family.[4, 5] In the past few decades, research on radiation-induced defects in minerals has gained significance. Thermoluminescence (TL) is a valuable technique employed to understand mechanisms of trapped electron capture and release resulting from the interaction of radiation with existing defects in the material lattice.[6, 7]

Cage, impurity, and structural defects, and their distributions in insulating minerals affect luminescent emission commonly observed when stimulated through various means such as X-rays, ions, electrons, temperature, or light. Therefore, radioluminescence is deemed an appropriate system for material characterization.[8, 9]

The radioluminescence (RL) technique involves the conversion of high-energy ionizing radiation, such as photons, by radioluminescent or scintillator materials into numerous visible-ultraviolet low-energy photons almost instantaneously. Within the RL phenomenon, the host material, initially excited by high-energy radiation, facilitates the migration of absorbed energy to the rare earth (RE) emission center, leading to the emission of photons through a relaxation process. Scintillator materials find applications in various fields, including nuclear physics detectors, medical imaging technologies (for the detection of high-energy photons and

accelerated particles), as well as high-energy and sophisticated industrial applications.[10, 11] RL system provides detailed spectral data through volumetric stimulation of the sample, although the setup and data collection process can be challenging. The RL system allows for the stimulation of the entire volume of the material with high-energy X-rays, enabling the detailed determination of emission spectra, especially for minerals with different impurity atoms.[12]

In this study, the structure of natural clay was characterized and its optical behavior was examined. On the other hand, the relationship between the emissions obtained after exposure to X-rays and the metal ions in the sample was investigated. In addition, the TL behavior of the clay sample irradiated with X-ray for different times was observed.

2. EXPERIMENTAL DETAILS

The X-ray diffraction (XRD) pattern and phase analysis of natural clay were conducted using a PANanalytical Empyrean X-ray diffraction device at room temperature. The clay's XRD pattern was compared to the standard ICSD. XRD patterns were recorded within the interval of 10° - 80° (2θ) at a speed of $0.0445^{\circ}/s$. The X-ray tube of this device was set to operate at a rated voltage of 10-60 kV, a rated current of 8-60 mA, and a maximum rated output phase control of 6 kW, with the slit size in the X-ray generator established as 0.4785° . Cu-K α (1.5405 \AA) was used as the radiation source. The FTIR spectra were recorded for absorbance in the region 400 – 4000 cm^{-1} using an Agilent Technologies Cary 660 Spectrometer. Scanning electron microscopy (SEM-EDS) images were used to examine the morphology of clay by using a Gemini SEM500. Optical absorption spectra of the clay sample were recorded in the wavelength region of 200 – 2000 nm using Perkin-Elmer Lambda 950 spectrophotometer.



Figure 1. Collecting location of the clay samples

While the RL emission spectrum of the clay powder, excitation was made with a Machlett OEG-50A X-ray tube operated at level of 30 kV and 15 mA. The detection of RL emission was

carried out using a Yobin Yvon spectrometer, which was coupled to a CCD detector cooled with liquid nitrogen. The irradiated samples for TL analysis were examined in a dark room using a RA94 Reader/Analyzer system, employing a linear heating rate of 2 °C/s, ranging from 50 °C up to 400 °C in a nitrogen (N₂) atmosphere.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 XRD Analysis

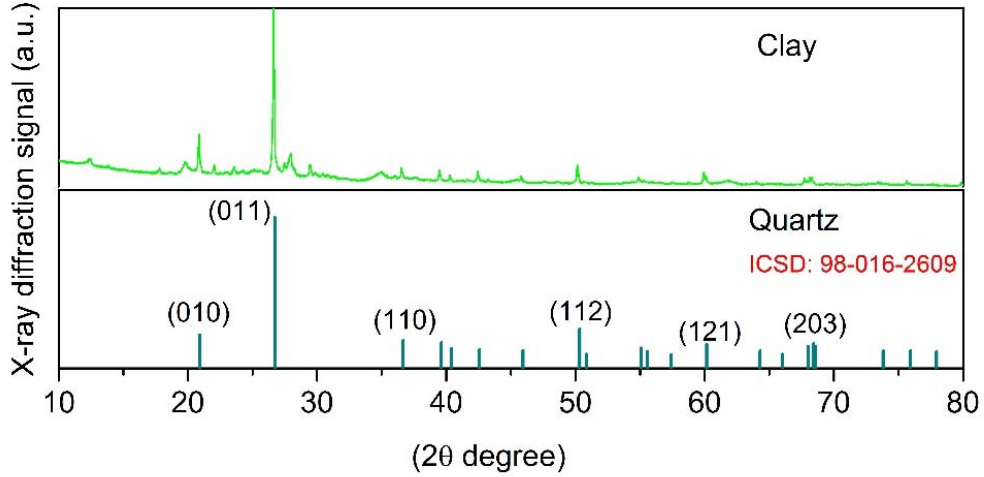


Figure 2. X-ray diffraction (XRD) pattern of clay

The XRD analysis conducted to determine the crystal structure of the clay sample revealed a significant alignment with the standard quartz pattern. Particularly, the intensity of the (011) orientations exhibited a maximum level of conformity, as depicted in Figure 2, along with other significant orientations. Quartz is abundantly present in all minerals found in nature, and it is expected that a clay, being a member of the aluminum silicate group, would demonstrate alignment in its XRD diffraction pattern with quartz. Average crystallite size (D) of clay was calculated by using Debye-Scherrer's equation (1):

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (1)$$

where k is a constant (k = 0.94), λ_{Cu} is the X-ray wavelength for copper (0.15406 nm), β represents the full-width at half-maximum of the peak corrected for instrumental broadening in radians, and θ is the peak angle [8, 9]. The calculation of the average crystallite size was based on the XRD pattern's plane (011), which exhibited the highest intensity. Consequently, the average crystallite size was determined to be 57.902 nm.

3.2 FT-IR Analysis

What reveals the unique characteristics of clay is the presence of ions such as Mg, K, Ca, Fe in different proportions and, of course, its molecular structure. It was aimed to determine the functional groups in the structure of the existing organic compounds by performing FTIR characterization of the natural clay sample. The presence of illite, calcite, kaolinite and tridymite was observed in the transmittance spectrum obtained based on the mid-wavelength infrared (MIR; 400~4000 cm⁻¹) region.[13]

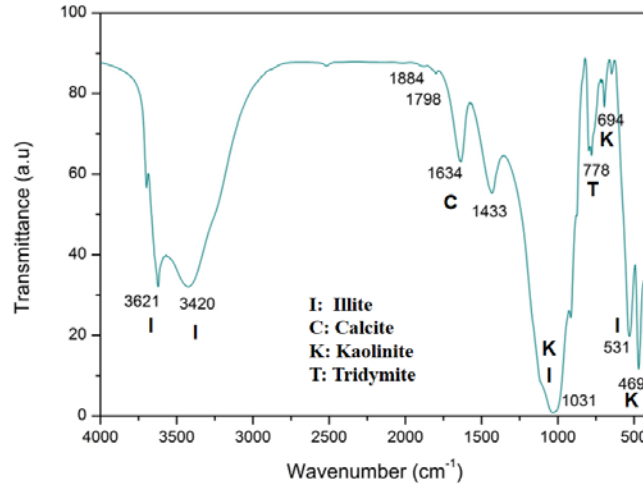


Figure 3. FTIR spectrum of clay

In accordance with the literature, the peaks marked with Si-O, O-H interactions in the structure of the quartz-based aventurine mineral and the band assignment peaks of Al and Mg are given in Table 1.

Table 1. FT-IR transmission bands assignments of clay [14, 15]

Wavenumber (cm ⁻¹)	Probable Band Assignment
469, 531	asymmetrical bending vibrations of Si-O
694	symmetrical bending vibrations of Si-O
778	symmetrical stretching vibrations of Si-O
1031	asymmetrical stretching vibrations of Si-O due to low Al for Si substitution
1433	calcite vibration
1634	inbound molecular water to Al or Mg.
1798, 1884	combination of vibrations of the Si-O network
3420	O-H, N-H group
3621	stretching vibration of O-H

3.3 SEM-EDS and, Mapping Analysis of Clay

SEM images of the clay sample shown in Figure 4 were taken at 1000 and 5000 magnifications. Although a clear morphological shape cannot be mentioned, layered structures

generally exist and fractured structures with sharp edges are seen within these layered structures. Figure 5 shows the EDX spectrum. As a result of this analysis, silicon and aluminum were present in high amounts due to alumina silicate structure. While the presence of carbon may be expected to be present in the sample, it may also have been observed due to the carbon tape used during the SEM image acquisition. Proportionally, Fe, K, Mg, Ca and Cl peaks were observed, respectively.

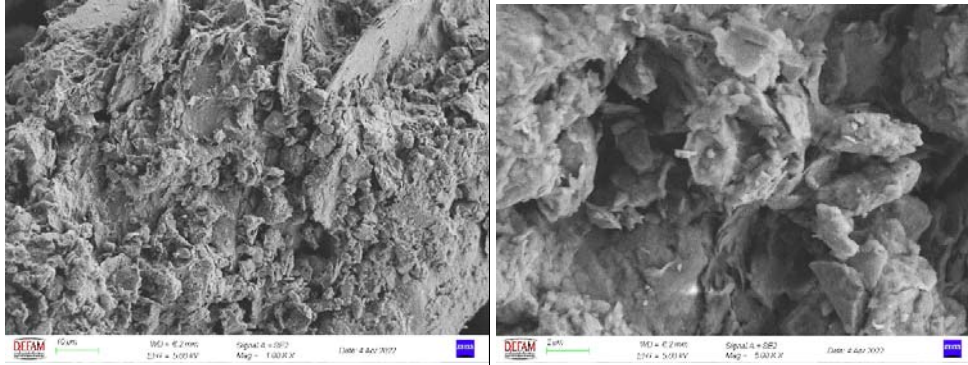


Figure 4. SEM images of clay 1000X and 5000X magnification



Figure 5. EDX spectrum and elemental distribution table

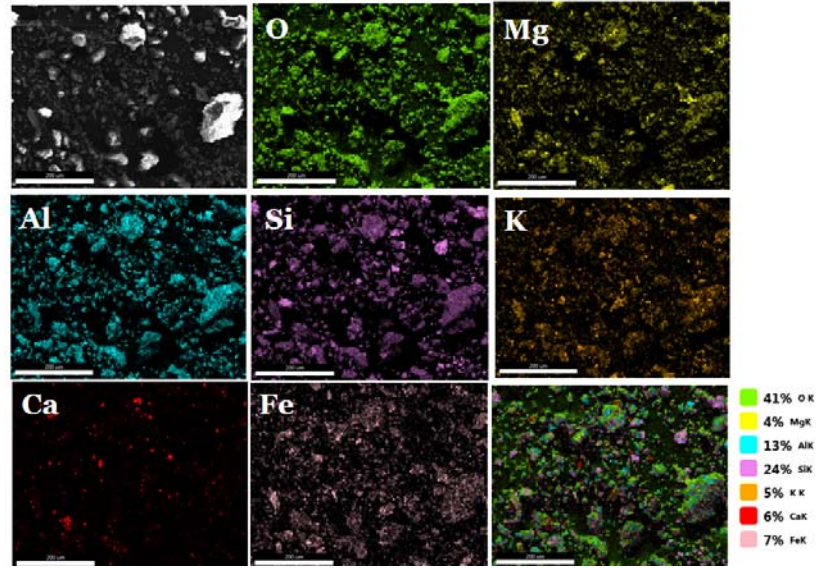


Figure 6. SEM mapping images of clay

In the mapping process in Figure 6, in addition to the presence of high amounts of silicon and aluminum, iron, calcium, potassium, and magnesium were detected in proportion, respectively.

3.4 Optical Absorption Spectrum of Clay

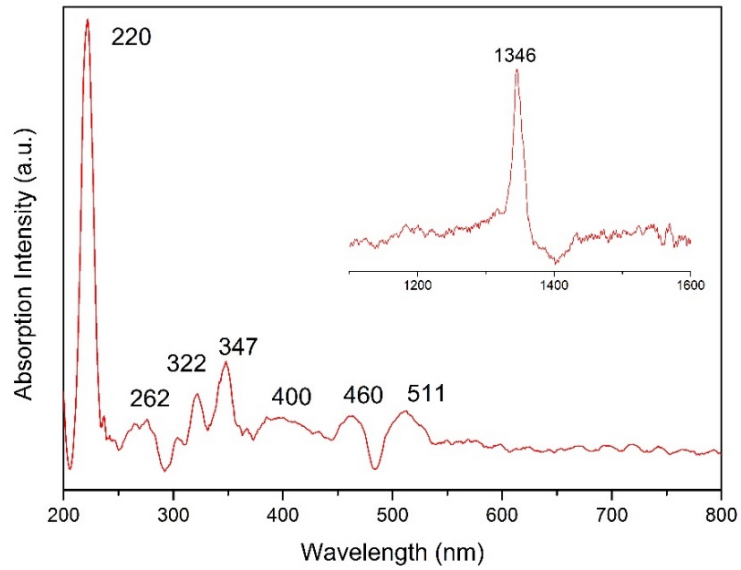


Figure 7. Optical absorption spectrum of clay

When looking at the optical absorption graph (Fig. 7), it was seen that there were absorption bands belonging to the ions contained in the clay. When evaluated in terms of the energies they absorbed; Mg^{3+} peaks were observed at 220 nm, Ca^{2+} at 262 nm and 400 nm, Fe^{3+} at 322 nm, Al^{2+} at 347 nm, Si^{4+} at 460 nm, and Mg^{1+} at 511 nm. It is thought that the peak at 1346 nm, which also appears as a sharp peak in the 1200-1600 nm range given in the graph, may be caused by Al^{1+} or Cl^{1+} ions.

3.5 Radioluminescence (RL) Spectrum

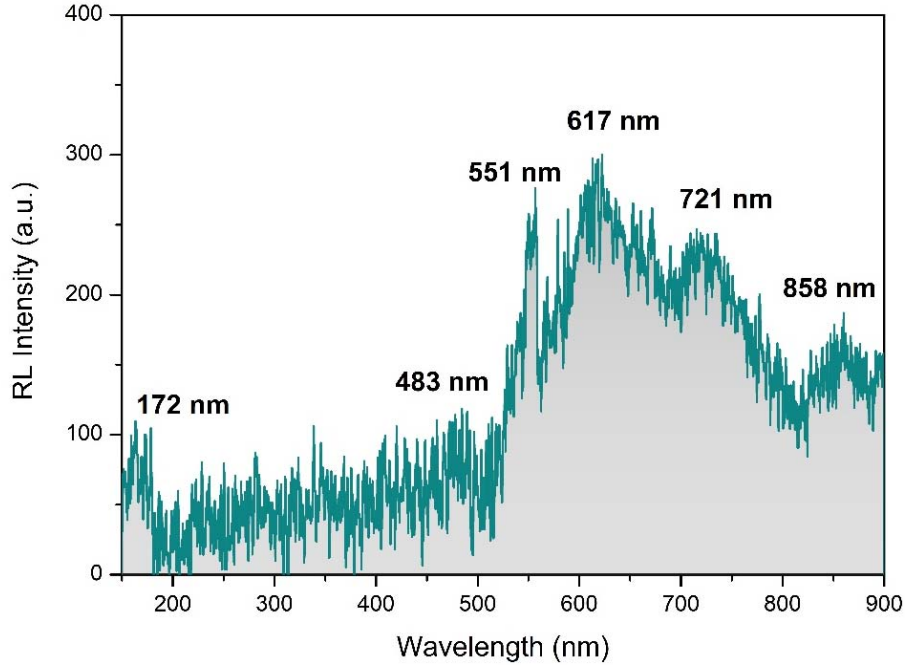


Figure 8 RL spectrum of clay

Natural clay has a relatively broad RL emission range from about 520 to 820 nm. Its shown in Figure 8 the emission bands of with maximum peak intensities at approximately 172, 483, 551, 617, 721, 870, and 858 nm.

In Table 2, transition wavelengths of silicon, magnesium, iron and aluminum at different valences are given, depending on the maximum values given in the RL spectrum. Impurities in clay, which has a very complex chemical structure, can exhibit emission due to a single transition, or they can exhibit RL spectrum as a combination of the emission bands of different ions transitioning at close wavelengths. For example, the RL band seen around 858 nm may be the combination of the emission bands of Si^{1+} , Al^{1+} and Al^{2+} valence ions, according to Table 2. RL spectrum deconvolution analysis was performed in Figure 9. Energy levels corresponding to wavelengths are shown. In addition, the CIE diagram given next to this graph shows the point where the RL spectrum of clay in the visible region coincides on the color scale[16, 17]. It can be understood that clay exposed to X-ray emits an orange, close to red, emission.

Table 2 The most intense spectral lines arranged according to wavelength [18]

Cations	Si ¹⁺	Si ²⁺	Si ³⁺	Mg ¹⁺	Mg ²⁺	Fe ¹⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ¹⁺	Al ²⁺	Al ³⁺
Wavelength (nm)	742	637	455	880	789	868	645	437	396	466	360
	728	566	386	518	448	649	624	592	877	600	414
	703	505	573	552	439	751	730	416	783	559	452
	594	413	482	382	-	718	542	428	669	835	569
	625	333	348	-	-	667	-	360	-	342	-
	855	784	761	-	-	-	-	-	-	-	-

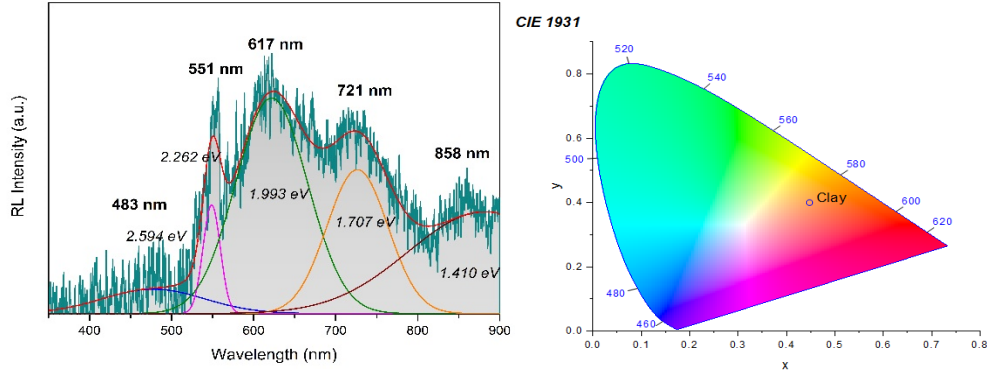


Figure 1 Fitted RL spectrum of clay and CIE diagram obtained from RL emission

3.6 Thermoluminescence (TL) Glow Curve

All minerals possess distinct characteristics such as color, luster, hardness, crystal structure, and optical properties, making them the focal point of extensive physical research. Minerals exhibit luminescence when exposed to X-rays, ultraviolet rays, cathode rays, or similar forms of ionizing radiation. The crystals constituting minerals retain energy within their structures in response to the radiation originating from their environment. This energy storage occurs as free electrons are captured by defects known as traps, which arise for various reasons in the crystal structure. [6, 7] Over time, the accumulated energy persists within the crystal structure. Thermoluminescence (TL) primarily involves the release of the stored energy in the substance by liberating the electron traps within the crystal through the controlled heating of the sample to a specific temperature.[19] The luminescence signal emitted during evacuation of the electron traps is recorded as a function of temperature.

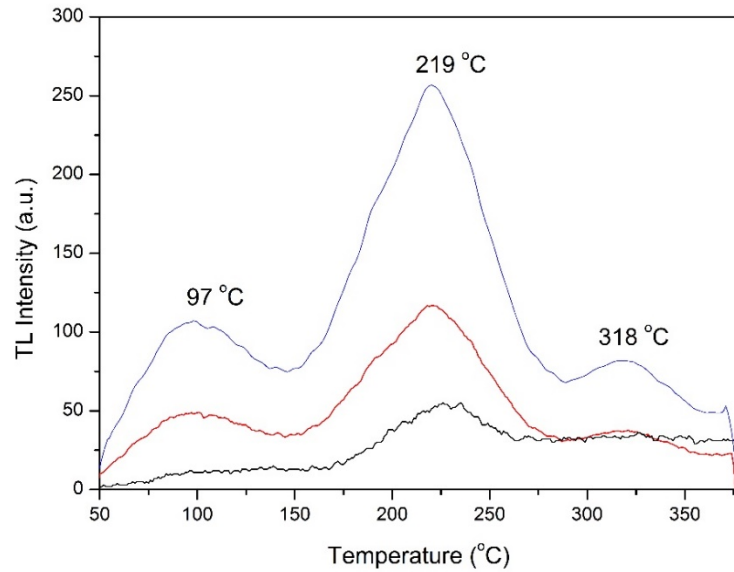


Figure 10 TL glow curves of clay after distinct X-ray exposing times

The purpose of this part of the study is to investigate the effects of radiation dose on TL glow curves. Dose response is a specific experiment performed in dosimetric studies to obtain information about the relationship between TL density and applied dose. TL spectra of natural clay were also examined by keeping the heating rate constant and changing the irradiation time (Figure 10). For this purpose, TL spectra of samples exposed to X-ray for 1 min, 5 min, 10 min were taken with a constant heating rate (2 °C/s). When the spectra were examined, it was seen that the intensity of the TL peaks obtained increased as the irradiation time increased for all heating rates. When looked at according to the periods in question, it can be seen that there is no significant change in the positions of the maximum points of the existing peaks.

The presence of glow curves at temperatures of 200°C and above, which is generally caused by deep traps, is a desirable condition in samples analyzed by TL. So much so that more electrons accumulate in these deep traps after radiation exposure and are considered to be a suitable sample for dosimetric research. However, with the presence of glow curves in deep traps, intensity is an important factor. Although the maximum intensity observed for the clay sample is not at the expected level, it has a very good intensity compared to many phosphorus samples.

4. RESULTS AND DISCUSSION

In the study, it was observed that the natural clay sample taken from Erikli Beach of Saros Gulf was highly similar to the quartz structure in the XRD analysis. FT-IR analysis showed the presence of illite, calcite, kaolinite and tridymite structures and the presence of silicon oxygen vibrations. In EDX analysis, the samples whose SEM images were taken were found to contain high amounts of iron, apart from their silicate aluminate structures. This was also supported by the mapping method. In optical absorption analysis, it was seen that the absorption bands could be attributed to metal ions in the clay. It has been stated that the natural clay sample whose RL spectrum was taken generally has emissions in the red region and that these emissions originate

from ions of different valences of silicon, aluminum, iron and magnesium. It was observed that the clay for which TL was measured had a significant glow curve around 220°C. Thus, both structural and optical characterization of the existing clay sample was carried out in the study. In subsequent studies, thermoluminescence analyzes can be expanded and kinetic parameter calculations and fading studies can also be performed.

REFERENCES

- [1] Sam Boggs, S.B.J., *Principles Of Sedimentology And Stratigraphy*, Pearson Prentice Hall.
- [2] Division, C., et al., Nanoclays For Polymer Nanocomposites , Paints , Inks , Greases And Cosmetics Formulations , Drug Delivery Vehicle And Waste Water Treatment, *29* (2006), 2, pp. 133-145
- [3] Faıza Bergaya, B. K. G. Theng, G.L., *Handbook Of Clay Science*, Elsevier Ltd, 2006
- [4] Dubey, V., et al., Thermoluminescence Study, Including The Effect Of Heating Rate, And Chemical Characterization Of Amarnath Stone Collected From Amarnath Holy Cave, *Res. Chem. Intermed.*, *40* (2014), 2, pp. 531-536
- [5] Yüksel, M., et al., Thermoluminescence Properties Of Annealed Natural Quartz After Beta Irradiation, *Luminescence*, *31* (2016), 8, pp. 1513-1518
- [6] Jose, M.T., et al., Determination Of Thermoluminescence Kinetic Parameters Of Thulium Doped Lithium Calcium Borate, *Radiat. Meas.*, *46* (2011), 10, pp. 1026-1032
- [7] da Silva, R.S., et al., Thermoluminescence Kinetic Parameters Of Bi₄Ge₃O₁₂ Single Crystals, *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, *250* (2006), 1-2, pp. 390-395
- [8] Arslanlar Tuncer Y., Kibar R., Çetin A., Canımoğlu A., A.T.Y., Radioluminescence Properties Of Copper- And Terbium-Implanted Strontium Titanate Radioluminescence Properties Of Copper- And Terbium-Implanted Strontium Titanate, *Lett. Spectrosc.*, (2013), July, pp. 364-366
- [9] Rodríguez-Lazcano, Y., et al., Thermo- And Cathodoluminescence Properties Of Lepidolite, *Spectrochim. Acta Part A Mol. Biomol. Spectrosc.*, *113* (2013), pp. 281-285
- [10] İlhan, M., et al., NIR Photoluminescence And Radioluminescence Characteristics Of Nd³⁺ Doped BaTa₂O₆ Phosphor, *Int. J. Appl. Ceram. Technol.*, *15* (2018), 6, pp. 1594-1601
- [11] Keskin, İ.Ç., İlhan, M., Thermoluminescence Kinetic Parameters And Radioluminescence Of RE³⁺ (RE = Pr, Sm, Tb, Ho, Er)-Doped Barium Tantalate Phosphors, *J. Electron. Mater.*, *52* (2023), 8, pp. 5614-5630
- [12] Keskin, İ.Ç., et al., X-Ray Irradiated Thermo- And Radioluminescence, Structural And Thermal Characterization Of Septarian (Powder&Bulk) From Madagascar, *Opt. Mater. (Amst.)*, *83* (2018), pp. 176-181
- [13] Jozanikohan, G., Nosrati, M., The Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) Analysis For The Clay Mineralogy Studies In A Clastic Reservoir, *J. Pet. Explor. Prod. Technol.*, *12* (2022), 8, pp. 2093-2106
- [14] Ullah, R., et al., Synthesis And Characterization Of Silica Coated Iron-Oxide Composites Of Different Ratios, *Int. J. Compos. Mater.*, *4* (2014), 2, pp. 135-145
- [15] Ramasamy, V., et al., Depth Wise Analysis Of Recently Excavated Vellar River Sediments Through FTIR And XRD Studies, *Indian J. Phys.*, *83* (2009), 9, pp. 1295-1308
- [16] Keskin, İ.Ç., Radioluminescence Results, Thermoluminescence Analysis And Kinetic Parameters Of Y₂O₃:Ln³⁺ (Ln: Dy, Nd, Sm) Nanophosphors Obtained By Sol-Gel Method, *Ceram. Int.*, *48* (2022), 14, pp. 20579-20590
- [17] Keskin, İ.Ç., et al., Detailed Luminescence (RL, PL, CL, TL) Behaviors Of Tb³⁺ And Dy³⁺ Doped LiMgPO₄ Synthesized By Sol-Gel Method, *J. Lumin.*, *225* (2020), pp. 117276
- [18] Striganov, A.R., Sventitskii, N.S., *Tables Of Spectral Lines Of Neutral And Ionized Atoms*, Springer US, Boston, MA, 1968
- [19] Bayraktar, N.Ş., Krizopnas ve Rodonit ' in Termolüminesans, MSc Thesis, Erzincan Üniversitesi Fen, 2010

ÜNİVERSİTE VE KAMU KURUMLARINDA İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİNE GENEL BAKIŞ

İsrafil ŞABİKOĞLU¹

Accepted: 2023-12-24
DOI: 10.47118/somatbd.1404400

ÖZET

31.12.2012 tarihinde yasalaşan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası (İSG) gereği, ülkemizdeki tüm çalışanlar ve işverenlere belirli yükümlülükler getirilmiştir. Yasa gereklilikleri, tüm çalışanları ve işverenleri kapsamına rağmen, hala kamu kurum ve kuruluşlarında İSG yasası gereklilikleri tam olarak hayata geçirilememiştir.

Yasa gereği, tüm kamu çalışan, işveren ve binalarının, yasanın çıktığı tarihten itibaren (31.12.2012) risk değerlendirmesi yapılması, acil durum planlarının belirlenmesi ve tasarlanması, İSG kurullarının kurulması gibi işlerinin yapılması gerekmekte ve eğer gerekli ise bir İSG koordinatörlüğü kurulmalıdır. Koordinatörlüğün tasarlayacağı yıllık eylem planına göre, risk değerlendirmesindeki tehlikelerin giderilmesi, çalışanların eğitimlerinin planlanması, acil durum ekiplerinin eğitilmesi gibi önceliği olan işlerin yapılması gerekmektedir.

Her ne kadar 6331 sayılı yasa tüm çalışanları kapsıyor olsa da, özellikle kamu çalışanlarının yasa içinde bahsedilmemesi ve bundan dolayı da sert yaptırımların olmaması, yasanın gerekliliklerinin yerine getirilmesinde bir çok soruna sebebiyet vermektedir. Bu çalışmada bazı kamu kurumlarında yasanın gerekliliklerinin nasıl yürütülebileceği ve ortaya çıkan sorunların neler olabileceği hakkında bir tartışma içermektedir. Ayrıca Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nin 2015 yılında yaptırdığı bazı risk değerlendirme raporlarından alıntılar yapılarak, risk skorları değerlendirilmiş ve temel istatistiksel analiz gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İş güvenliği, kamu kurumu, üniversite, sorunlar, çözümler.

AN OVERVIEW OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN UNIVERSITIES AND PUBLIC INSTITUTIONS

ABSTRACT

In accordance with Law No. 6331 on Occupational Health and Safety (OHS), which was enacted on December 31, 2012, specific obligations have been imposed on all employees and employers in our country. Despite the law's requirements covering all employees and employers, the OHS law requirements have not been fully implemented in public institutions and organizations.

According to the law, as of the enactment date (December 31, 2012), all public employees, employers, and buildings are required to conduct risk assessments, determine and design

¹ Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Soma Meslek Yüksekokulu, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, Manisa, Öğretim Üyesi, israfil.sabikoglu@cbu.edu.tr

emergency plans, and establish OHS committees. If necessary, an OHS coordination office should be established. According to the annual action plan designed by the coordination office, priority tasks include addressing hazards identified in risk assessments, planning employee training, and training emergency response teams.

Although Law No. 6331 encompasses all employees, the lack of mention of public employees in the law and the absence of strict sanctions lead to numerous challenges in fulfilling the requirements of the law. This study discusses how the requirements of the law can be implemented in some public institutions and explores potential challenges. Additionally, excerpts from risk assessment reports conducted by Manisa Celal Bayar University in 2015 are used, and risk scores are evaluated along with basic statistical analysis.

Keywords: Occupational safety, public agency, university, problems, solutions.

1. GİRİŞ

Dünyada iş sağlığı ve güvenliği uzun yıllardır uygulanan ve bir iş kültürü olarak ele alınan olgudur. Uzun yıllar önce işin daha verimli hale getirilmesi ve çalışanların iş kazalarından korunması için çeşitli öneriler ile başlayan bu olgu, günümüzde hemen hemen tüm dünya ülkelerinde yasalar ile yapılması zorunlu hale gelen bir çeşit ön işlemler betimlemesi olarak da ifade edilebilir. Ülkemizde de ilgili düzenlemeler 2012 yılında 6331 sayılı İş sağlığı ve güvenliği yasası ile hayata geçirilmiş ve o yıldan itibaren de işverenler, çalışanlar ve kurumlar için yapılması zorunlu hal ve durumlar ortaya konulmuştur.

30 Haziran 2012 yılında yayınlanan 6331 sayılı kanunun 2. Maddesi “ (1) Bu Kanun; kamu ve özel sektöre ait bütün işlere ve işyerlerine, bu işyerlerinin işverenleri ile işveren vekillerine, çırak ve stajyerler de dâhil olmak üzere tüm çalışanlarına faaliyet konularına bakılmaksızın uygulanır.” İfadesi gereği, yasanın gerektirdiği tüm işlerin gerek üniversiteler gerekse kamu kuruluşları için bir zorunluluk haline gelmiştir. Ancak, yine aynı kanunun 38. Madde “a) (Değişik: 12/7/2013-6495/56 md.) 6 ve 7 nci maddeleri; 1) 4857 sayılı İş Kanununun mülga 81 inci maddesi kapsamında çalışanlar hariç kamu kurumları ile 50’den az çalışanı olan ve az tehlikeli sınıfta yer alan işyerleri için 31/12/2023 tarihinde, yürürlüğe girer” ifadesinden ötürü bazı konularda kafa karışıklıkları meydana gelmiş olmasına karşın, ilgili kanun incelendiğinde durum gayet açık bir şekilde uygulanabilir olmaktadır [1-3].

6331 sayılı İSG yasının 38. Maddesinde belirtilen, ilgili yasa madde 6 ve madde 7, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) hizmetleri ile iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin desteklenmesi başlığı altında ele alınmıştır [4]. İlgili maddeler gereği, işverenin çalışanları arasından iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi ve on ve daha fazla çalışanı olan çok tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerinde diğer sağlık personeli görevlendirmesi, ilgili kişilere, araç, gereç ve yer temini sağlaması gibi işler ile, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığınca (ÇSGB) yapılacak destekler haricindeki diğer tüm İSG hizmetleri ve yapılması gerekenler, gerek kamu üniversiteleri, gerekse diğer kamu kuruluşları için de 2012 yılından beri bir zorunluluktur. Dolayısı ile her üniversite ve kamu kurumları, mutlaka risk değerlendirmesi yapması veya yaptırması, tehlikeli işlerin risklerinin ortadan kaldırılması, çalışanların eğitimi, kişisel koruyucu donanımların sağlanması gibi hususları yerine getirmeleri gerekmektedir.

Kanunda açıkça belirtmesine karşın, benzer bir durum 50’den az çalışanı olan az tehlikeli sınıftaki iş yerleri için de geçerlidir. Yine bu sınıfta yer alan işyerleri de yukarıda belirtildiği gibi, iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi hizmetleri ile ÇSGB destekleri haricinde diğer tüm İSG hizmetlerini yerine getirmekle yükümlü olmaktadır. Ancak bu madde ile sanki tüm İSG

hizmetleri ve beraberinde gelen bağlı diğer yönetmeliklerden muaf tutulmuş gibi bir algı söz konusudur.

Bu çalışmada, bir üniversite modeli örnek alınarak, üniversiteler ve kamu kuruluşları için İSG hizmetleri ve koordinatörlükleri hakkında bilgiler verilmiş, yapılan risk analizleri incelenerek çeşitli değerlendirmeler gerçekleştirilmiş ve olası sorun ve çözümler önerilmiştir.

2. İSG KÜLTÜRÜNÜN OLUŞMASI

2.1. İSG Kurul Süreci

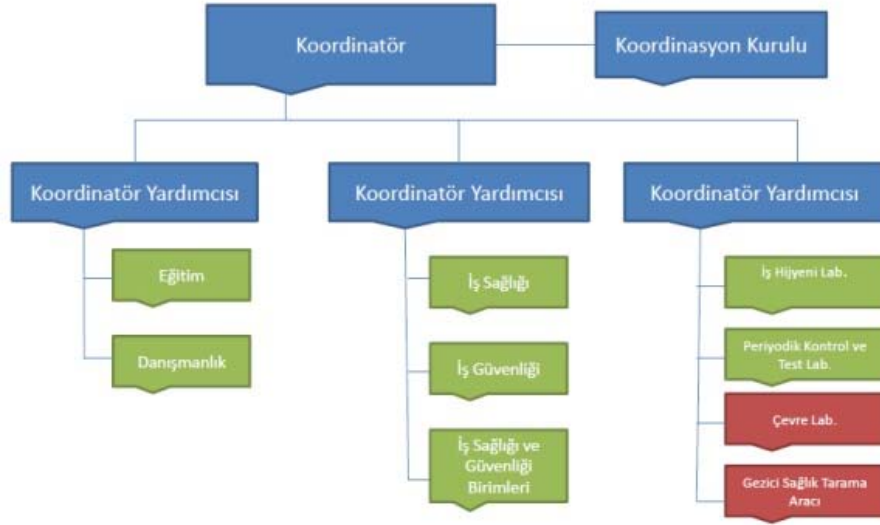
Bilindiği üzere İSG kültürü demek, bir işe başlamadan önce o işle ilgili alınması gereken tüm önlemlerin alınması ve işlemin ona göre başlatılması demektir [5]. Bunun kültürel olarak gerçekleştirilmesi ise artık bu tip davranışların otomatik olarak yapılması demektir. Bu bağlamda gerek kişisel olarak gerekse kurumsal yapı olarak bir takım tepe yönetim sistemlerinin kurulması ve bu yönetimin aşağıya doğru genişleyerek bu kültürü kazandırması gerekmektedir.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Koordinatörlük Birimi 2015 yılı temmuz ayında kurulmuştur. Koordinatörlük teşkilat şeması Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Manisa Celal Bayar Üniversitesi İSG koordinatörlük teşkilat şeması (isg.cbu.edu.tr).

İSG kültürünün oluşumu ilk olarak rektörlük bünyesinden kurulacak olan koordinatörlük ile başlar. Koordinatörlük gerek İSG birimi gerekse kurulacak olan alt İSG kurullarının tüm iş takibi, iş güvenliği alımları vs. gibi işlerin onayında, değerlendirilmesinde en önemli birimdir. Bu bağlamda rektör veya rektör yardımcılarının konu hakkında ayrıntılı bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Benzer olarak diğer kamu kuruluşları da müdür veya başkana bağlı çalışan sayılarına göre koordinatörlükler veya birim kurabilirler. Benzer bir oluşum gerçekleştiren Düzce Üniversitesine ait İSG teşkilat şeması Şekil 2’de verilmiştir [6].



Şekil 2. Düzce Üniversitesi İSG teşkilatlanması.

2.2. Atamalar ve Yapılması Gereken İşler

İSG koordinatörlük kurulumuna istinaden ayrılan alt birimler için, işverenler/işveren vekilleri atanmalı ayrıca her bir belirlenen yer/bölüm/birim/fakülte vb. yerler için tehlike sınıfına göre çalışanlar arasından bir iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi ataması yapılmalıdır. 6331 sayılı yönetmelikte belirtilen Ek-5a ve 5b formları doldurularak ÇSGB'ye gönderilmelidir [7, 8].

İlgili koordinatörlük bir üniversite için kurulduğu varsayılırsa, koordinatörlük adı altında üniversitelerin alt birimleri, fakülteler, meslek yüksekokulları, çeşitli rektörlüğe bağlı merkezler ve büyüklü küçüklü laboratuvarlar yer alabilir. Bu durumda her bir alt birim için ayrı ayrı alt birimlerin kurulması daha faydalı olacaktır. Bununla birlikte mümkün oldukça her birimde görevli olan tehlike sınıfı yeterli bir iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi görevlendirmesi yapılmalıdır. Benzer olarak bir kamu kuruluşunda çalışan sayısına göre alt kurullar oluşturulabilir ve her biri için ayrı ayrı işveren veya vekili atanabilir. Kamu üniversiteleri için ataması yapılan iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimleri için görevlendirildikleri saat başına 200 gösterge rakamının memur aylık katsayısı çarpımı tutarında ilave ödeme yapılması gereklidir. Ancak bu tarz ödemelerin çok iyi koordine edilmesi ve muhasebeleştirilmesi gerekmektedir, aksi takdirde Sayıştay veya bir başka denetimde ortaya farklı sonuçlar çıkabilir.

Koordinatörlüklerin yapılması gereken ilk işlerden birisi risk analizidir. Risk analizi genel olarak bir kamu binasındaki tüm riskleri tehlike durumuna ve olasılık şiddetine göre göstereceğinden, işveren ve iş güvenliği uzmanı için bu değerlendirme bir kılavuz olacaktır. Risk değerlendirmesini işveren görevlendireceği iş güvenliği uzmanına yaptırabileceği gibi, dışarıdan hizmet alımı ile de yapılabilir [9]. Risk değerlendirme deneyimi olan bir görevliden bu işlemin yapılması tercih sebebi olmalıdır. Risk analizinde dikkat edilecek önemli hususlardan birisi ise, kolay, basit anlaşılır bir değerlendirme olan 5x5 Matris yöntemi ile uygulanması ve ayrıca tablolama için mevcut durumun belirtilmiş olmasıdır. Aşağıda 5x5 matris yöntemi ile gerçekleştirilmiş iki farklı risk analiz raporlarından kesintiler verilmiştir (Şekil 3, Şekil 4);

Sıra No	Bölüm	Tehlikenin Nedeni	Risk	Etkilenenler	Risk Analizi			Risk Seviyesi
					Olasılık	Şiddet	Sonuç	
1	TAVAN VİNCİ	MALZEMENİN KOPARAK DÜŞMESİ	İŞGÜCÜ VE MALZEME KAYBI	ÇALIŞANLAR, ZİYARETÇİLER	3	4	12	DİKKATE DEĞER RISK

Düzeltilici ve Önleyici Kontrol Önlemleri	Gerçekleştirme Tarihi	Önem Sonrası Risk Analizi			Kalan Risk Seviyesi	Olası Durumlarda Aklınacak Önlemler	Sorumlu Personel
		Olasılık	Şiddet	Sonuç			
VİNCİN PERİYODİK KONTROLLERİ YAPILMIŞ, BAZI VİNCİN EMNİYET MANDALI YOK. VİNCİN YILDA BİR PERİYODİK KONTROLÜ VE FENNİ MUAYENE RAPORUNUN ALINMASI VE SAKLANMASI, EMNİYET MANDALI TAKILMASI	SÜREKLİ	1	4	4	TOLERE EDİLEBİLİR RISK	KONTROLLERİN SIKLAŞTIRILMASI, TALİMATLAR VE UYARILAR, EĞİTİM, ACİL MÜDAHALE VE ACİL DURUM PROSEDÜRLERİNİN UYGULANMASI	

Şekil 3. Bir firmanın risk raporundan kesinti (Tablo uzunluğundan ötürü iki parça olarak alta verilmiştir).

Sıra No	Bölüm	Tehlikenin Nedeni	Risk	Etkilenenler	Risk Analizi		
					Olasılık	Şiddet	Sonuç
1	ERGİTME	OCAKLARA HURDA ALMA(YÜKLEME)	OCAK İÇİNDE PATLAMA VE PATLAMADAN ETKİLENME	ÇALIŞANLAR	5	5	25

Risk Seviyesi	Mevcut Durum ve Alınmış Önlemler	Mevcut Risk Analizi			Risk Seviyesi	Düzeltilici ve Önleyici Faaliyetler ve Yapılması Gerekenler	Gerçekleşme Süresi	Olası Durumlarda Alınacak Önlemler	Sorumlu Personel
		Olasılık	Şiddet	Sonuç					
Tolere edilemez. İş geçeci olarak durdurulmalı.	OCAK İÇİNE VERİLEN HURDALARIN KURU OLMASINA DİKKAT EDİLİYOR. GEREKİRSE BU MALZEMELER ÖN KURUTMAYA TABİ TUTULUYOR	1	5	5	TOLERE EDİLEBİLİR RISK	OCAK İÇİNE VERİLEN HURDALARIN KURU OLMASINA DİKKAT EDİLMESİ, GEREKİRSE BU MALZEMELERİN ÖN KURUTMAYA TABİ TUTULMASI	SÜREKLİ	İLK YARDIM VE YANIK TEDAVİ	

Şekil 4. Başka bir firmanın risk raporundan kesinti (Tablo uzunluğundan ötürü iki parça olarak alta verilmiştir).

Şekil 3'te görüldüğü gibi, risk analizinde olması gereken en temel bölümler, riskin olduğu bölüm adı, tehlike adı, risk, mevcut risk skoru, mevcut durum ve alınması gereken önlemler, önlemlerden sonraki risk skoru şeklinde olması gereklidir. Şekil 3'te belirtilen bir tavan vinci için malzemenin koparak düşme tehlikesi belirlenmiş olup buna karşılık risk skoru da $3 \times 4 = 12$ olarak belirlenmiş, ilgili önlem alındıktan sonra risk skorunun $1 \times 4 = 4$ olacağı öngörülmüştür. Benzer olarak Şekil 4'te ise ocaklara hurda atma tehlikesi belirlenmiş ve buna göre de $5 \times 5 = 25$ skoru elde edilmiş, gerekli önlemlerin alınmasından sonra ise $1 \times 5 = 5$ gibi bir skora sahip olacağı belirtilmiştir.

Şekil 3 ve 4'ten anlaşılacağı gibi 5x5 matris tipi risk skorlama yöntemi oldukça basit olup en temel olasılık ve şiddet değerlerinin çarpımından bir skor elde etme üzerine kuruludur. Elde edilen skorlar 1 ile 25 puan arasında değişmekle birlikte puan arttıkça riskin boyutu da artmaktadır. Bu boyutlarda risk, skoruna göre farklı renkler ile de gösterilebilir, bu renk gösterimi ise Şekil 5'te verilmiştir. Buna göre risk oranı 5 renk olarak tarif edilebilir, beyaz olanlar çok hafif risk, yeşil olanlar tolere edilebilir risk, açık sarı olanlar dikkate değer risk, turuncu belirgin risk ve kırmızı olanlar ise tolere edilemez risk olarak sınıflamak mümkündür.

		ŞİDDET				
		5	4	3	2	1
OLASILIK	5	25	20	15	10	5
	4	20	16	12	8	4
	3	15	12	9	6	3
	2	10	8	6	4	2
	1	5	4	3	2	1

Şekil 5. 5x5 Matris tipi risk değerlendirme skor görünümü.

Bir risk analizi raporunda, işveren, iş güvenliği uzmanı, çalışan temsilcisi, iş yeri hekimi gibi görevlilerin imzası bulunduğundan, bu analizin kolaylıkla anlaşılabilir olması çok önemlidir. Bunun yanısıra konu hakkında çok az bilgisi olan birisinin bile bu tablolara bakıp kolaylıkla anlayabilmesi için gerek mevcut durumun belirtilmesi gerekse yapılması gerekenlerin belirtilmesi çok önemlidir.

Manisa Celal Bayar Üniversitesinde (MCBÜ), 2015 yılında kurulan İSG birimi ve alt birimleri, gerekli atamalar ve görevlendirilmeler yapıldıktan sonra, tüm fakülte ve diğer birimler için risk analizi hizmet alımı gerçekleştirmiştir. Bu bağlamda üniversitenin Deneysel Fen Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezinin (DEFAM) de risk analizi ilgili özel kuruluş tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu risk analiz raporunun sadece bir maddesi Şekil 6'da verilmiştir.

YAPILAN AKTİVİTENİN ADI	BELİRLENEN TEHLİKE KAYNAKLARI İLE TEHLİKELER	TESPİT EDİLEN RİSKLER	KİMLERİN, NELERİN, NE ŞEKİLDE VE HANGİ ŞİDDETE ZARAR GÖRMELERİ	RİSK DÜZEYİ				Ref / İLGİLİ MEVZUAT
				OLASILIK	ŞİDDET	RİSK DERECESESİ	ÖNEM DURUMU	
ÇATI	Çalışanların iş güvenliği hakkında bilgilendirilmemiş olması	İşe Karşı Yanlış Davranış, yaralanma, ölüm	Tüm Çalışanlar, Tedarikçi firma çalışanları	3	5	15	2	6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve ilgili yönetmelik

MEVCUT KONTROL TEDBİRLERİ / İLGİLİ RESİM	ALINACAK ÖNLEMLER (RİSK KONTROL TEDBİRLERİ) DÜZELTİCİ VE ÖNLEYİCİ KONTROL TEDBİRLERİ	BAŞLAMA VE BİTİŞ TARİHLERİ	Kontrol Öncümleri için Sorumlu Kişiler/Bölgeler	ÖNLEYİCİ TEDBİRLER İLE RİSK DÜZEYİ				UYGULAMALARIN İZLENMESİ
				OLASILIK	ŞİDDET	RİSK DERECESESİ	ÖNEM DURUMU	
	Çalışanlara ve diğer çatıya çıkacak tedarikçi firma çalışanlarına genel iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmelidir.	02.12.2015-02.02.2016	İşveren	1	3	3	Önemsiz Risk	İşveren / İşveren vekili ile ilgili birimin iş güvenliği uzmanı, çalışan temsilcisi, destek elemanları uygulama adımlarını periyodik olarak izler, denetler ve aksayan yönler tespit edilerek gerekli düzeltici ve önleyici işlemler başlatılır ve tamamlanır

Şekil 6. MCBÜ DEFAM Risk değerlendirme raporundan kesit (Tablo uzunluğundan ötürü iki parça olarak alt alta verilmiştir).

Şekil 6'da da görüldüğü gibi, MCBÜ DEFAM için yaptırılan risk analizinde 5x5 Matris sistemi kullanılmış ve skorlamalar yapılarak ilgili riskler renklendirilmiştir. Bu kesitte de görülmektedir ki mevcut risk için alınması gereken önlemler belirtilmiş ayrıca bu önlemlerin uygulamasının da kimler tarafından takip edileceği gösterilmiştir.

İSG hizmetleri yönetmeliği gereği, her işyerinde bulunması gereken onaylı defter ile iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi, tespitlerini ve önerilerini bu deftere yazmaları gerekmektedir. Defter sayesinde işveren de yapılması gerekenleri kabul etmiş olmaktadır. Ancak yine yönetmelik gereği bu defterin noter veya bakanlığın ilgili bölge müdürlüğüne onaylatılmış olması gerekmektedir. Noterin veya ilgili müdürlüğün bu defteri onaylayabilmesi için de ilgili kuruluşun Sosyal Güvenlik Kurumu Sicil numarası olmasını ister. Ancak kamu kuruluşlarında bu tarz bir numara mevcut değildir. Defterler bu şekilde onaylatılamayacağı için resmi olarak geçerliliği bir sorun teşkil etmektedir. Yine de bu defterlerin düzenli tutulması ilgili tespitlerin sürekli yazılması gerekmekte ve takiplerinin ise kuruluşun veya üniversitenin koordinatörlükleri yürütmelidir.

2.3. Üniversite ve Kamuda Eğitim ve Planlama

Kamu üniversiteleri ve kamu binaları için, İSG kanununda belirtilen eğitimlerin yapılması bir sorumluluktur. Ancak kamu çalışanları 657 sayılı yasaya tabi olduklarından 6331 sayılı yasa gereği yükümlü oldukları eğitimleri almaları için bir iş güvenliği uzmanı görevlendirilebilir veya bu eğitimler uzaktan eğitim yöntemi şeklinde de verilebilir. Öncelikli olarak genel İSG eğitiminin verilmesi esastır, bundan sonra Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimleri Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelikte belirtilen diğer eğitim konuları, birimlerin tehlike sınıfına göre planlanarak yapılmalıdır.

3. TEMEL ANALİZ

Bu bölümde MCBÜ, DEFAM birimine yapılan risk değerlendirmesi raporundan alınan risk skorları arasında bir sınıflandırma ve basit istatistiksel analiz gerçekleştirilmiştir.

Risk skoruna göre sınıflandırma 5 bölümden oluşmaktadır, Defam biriminde bu 5 bölümün ne kadar sıklıkta olduğu, en çok ve en az risk skorlarının neler olduğu, ortalama risk skorunun birbirine oranları ve standart sapmaları gibi temel istatistik verileri değerlendirilmiştir.

3.1. DEFAM Risk Skoru Genel Bilgileri

02.11.2015 tarihinde zamanın Defam yöneticisi tarafından özel bir kuruluşa yaptırılan risk değerlendirmesi (Risk raporu kamuya ait verilerin korunması açısından bu yazıda paylaşımı yapılmamıştır) 3 bölümden oluşmaktadır. Zemin kat, birinci kat ve çatı katı olarak bölümler ayrılmıştır. Zemin katta toplam 399 tehlike, birinci katta 184 tehlike ve çatı katında ise 20 adet tehlike belirlenmiştir.

Tehlikelerin adetleri ve sınıflanması aşağıdaki gibidir (Tablo 1);

Tablo 1. DEFAM katlarına göre risk skor adet ve renklendirmeleri;

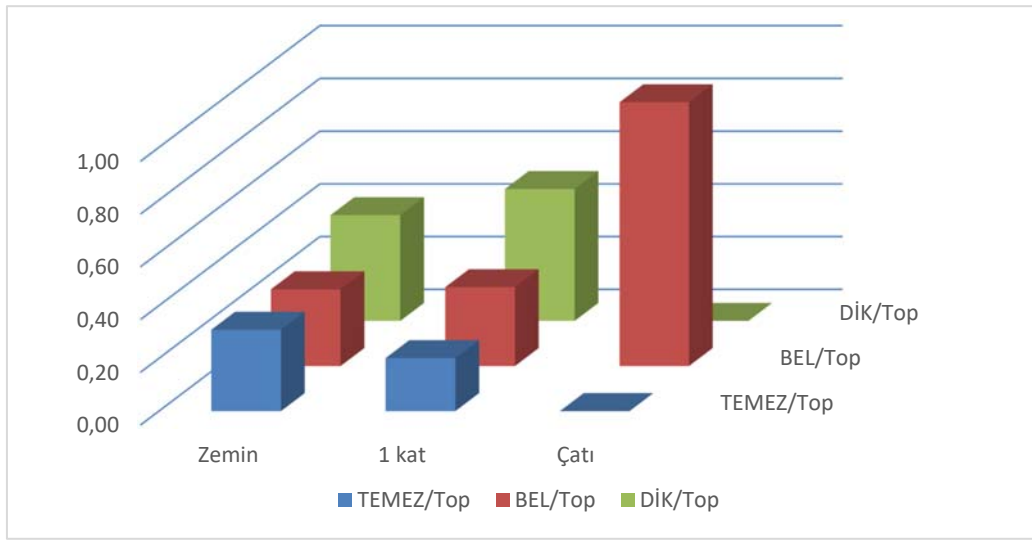
Bölümler	Risk sınıfı			Toplam risk sayısı
	Dikkate değer risk	Belirgin risk	Tolere edilemez risk	
Zemin kat	160	116	123	399
Birinci kat	92	55	37	184
Çatı katı	0	20	0	20
Toplam	252	191	160	

Risk analizinde tolere edilebilir risk ve çok hafif risk unsurlarına rastlanılmamıştır. Tablo 1'e bakıldığında 252 adet dikkate değer risk, 191 adet belirgin risk ve 160 adet ise tolere edilemez risk olduğu görülmektedir. DEFAM bir merkezi laboratuvar olmasından dolayı düşük riskler gözlenmemiş olup tolere edilmez risk sayısı ise oldukça fazladır.

DEFAM risk analizinin çeşitli istatistiksel verileri aşağıda Tablo 2'de verilmiştir;

Tablo 2. Tek katlara göre risklerin toplam riske oranları;

	Tolere edilemez riskin toplam riske oranı	Belirgin riskin toplam riske oranı	Dikkate değer riskin toplam riske oranı	Standart sapması
Zemin kat	0,31	0,29	0,4	23,6
1. Kat	0,20	0,30	0,5	28
Çatı Katı	0	1	0	11,5

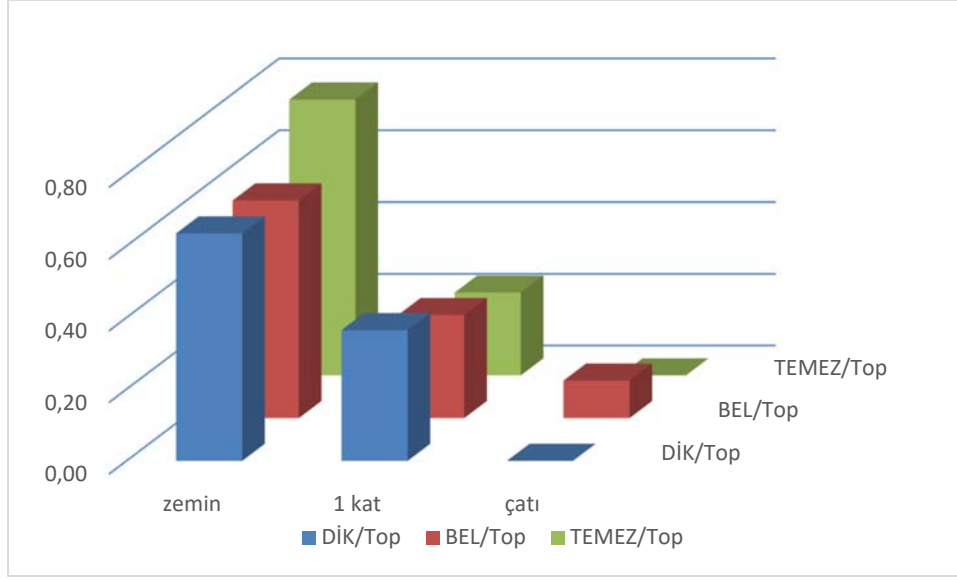


Şekil 7. Katların ayrı ayrı risk sınıflarının tüm risk skoruna göre değerlendirilmesi. (TEMEZ; tolere edilemez risk, BEL; belirgin risk, DİK; Dikkate değer risk)

Tablo 2'ye bakıldığında, tek katlarda oluşan risk sınıflarının toplam o kattaki risk değerine göre oranları incelenmiştir. Aynı durum grafiksel olarak Şekil 7'de de verilmiştir. Burada en büyük oran birinci kattaki dikkate değer riskin toplam o kattaki risk oranı olan %50'dir. Bu bölümde oldukça fazla riske karşılık dikkate değer risklerin olduğu anlaşılmaktadır. En az oran ise 0 olarak görülse de burada o türde herhangi bir risk bulunmadığı anlamı taşımaktadır. Bununla birlikte rakamsal olarak en az oranın yine birinci kattaki tolere edilemez riskin o kattaki toplam riske oranı olan %20 olarak gözlenebilir. Standart sapma değerlerine bakıldığında her bir kat için birbirinden farklı değerlerin olduğu ve elde edilen risk skorları arasında büyük farklılıkların olduğu, dolayısıyla her bir kat içinde yapılan risk sınıflandırmaları arasında anlamlı farklılıkların olduğu söylenebilir.

Tablo 3. Tüm katlar için risk sınıflarının toplam risk değerlerine oranları;

	Tolere edilemez riskin toplam riske oranı	Belirgin riskin toplam riske oranı	Dikkate değer riskin toplam riske oranı
Zemin kat	0,77	0,61	0,63
1. Kat	0,23	0,29	0,37
Çatı Katı	0	0,1	0
Standart sapması	63,1	48,6	80,3

**Şekil 8.** Tüm katlara göre risk sınıflarının toplam riske göre değerlendirilmesi. (TEMEZ; tolere edilemez risk, BEL; belirgin risk, DİK; Dikkate değer risk)

Benzer bir durum, tüm katlara göre ilgili risk sınıfı ve toplam risk arasındaki oranlar için de belirtilebilir. Yalnız burada değerler biraz daha artma yönelimindedir, zira tüm katlardaki ilgili risk sınıflarının o kattaki toplam risk skoruna göre oranı bize o kattaki en büyük risk sınıfının hangisi olduğu hakkında bilgi verecektir. Tablo 3'e bakıldığında en büyük oranın zemin kattaki tolere edilemez riskin tüm katlardaki aynı risk sınıfına oranı olarak gözlenebilir %77, benzer olarak en düşük skorun ise (rakamsal değeri olan) çatı katı belirgin risk oranının tüm katlardaki ilgili risk sınıfına oranı olan %10 olarak gözlenebilir. Durum Şekil 8'de grafiksel olarak daha kolay görülmektedir. Tolere edilemez risk oranının tüm katlarda en büyük oran olması demek, ivedilikle alınması gereken önlemlerin tüm katlarda varolduğunun bir kanıtıdır. Bu tablodaki standart sapma değerleri bize risk sınıfları arasında tüm katlara göre dağılım hakkında bilgi vermektedir. Çok büyük farkların olduğu gözlenen skorlara bakıldığında ise, tabloda bulunan 0 değerlerinin bu sapma verilerini olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Yine de katlar arasında bir risk sınıfı için oldukça farklı değerlendirmelerin olduğu söylenebilir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

İş sağlığı ve güvenliği ülkemizdeki tüm işyerleri için uygulanmasına karşın hala bu konuda bazı yanlış bilinenlerin olduğu gözlenmiştir. Her ne kadar ilgili yönetmelik veya kanunlarda bu durumlar belirtilse de yorumlamadaki bazı hatalar yüzünden özellikle kamu kurumlarında iş sağlığı ve güvenliği yasasına tabi olmadığı kanısı hakimdir. Bununla birlikte devlet üniversitelerinde ise belli bir İSG birim yapılanması mevcuttur ve bu birim kısmen çalışmalar yapmaya devam etmektedir [10, 11]. Ancak özellikle kamuda çalışan arasında ilgili uzman görevlendirilmesi bu kişiye yapılacak ödemelerdeki belirsizliklerden ötürü kamu kurumlarında isg birimlerinin çalışma ve yöntemlerinde eksiklikler ve aksamalar olabilmektedir. Ayrıca genel olarak kamu üniversite ve kurumlarında bir İSG yapılanmasının olduğu, bununla birlikte kuruma ait İSG yönerge veya tüzüklerin yazıldığı ve yayımlandığı görülmektedir. Bu da kamu kurumları açısından önemli bir ilerleme olduğu kanısı hakimdir.

Bu çalışmada Manisa Celal Bayar Üniversitesi İSG birimi tarafından yaptırılan bazı risk analiz raporları değerlendirilmiştir. Bu raporlar incelendiğinde, birden farklı sınıflarda risk türlerine rastlanıldığı görülmüştür. Özellikle tehlike ve risklerin oldukça fazla olduğu düşünülen DEFAM biriminde bu risk ve tehlikeler ele alınmış ve raporda alınması gereken önlemler belirtilmiştir. Bu çalışmada ise ilgili rapordan bir kesit ele alınarak bazı temel analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizden de yola çıkarak tolere edilemez risk faktörlerinin oldukça fazla olduğu, her risk sınıfının ayrı ayrı değerlendirilebildiği sonucu ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda ilgili birimlerin birinde iş kazasının önlenmesi için gerekli önlemlerin alınması gerektiği düşünülmektedir. Yazılı risk raporları ile tehlike ve risklerin önüne geçilebileceği ve bu sayede verimin artacağı da söylenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Şabikoğlu, İ. (2016). “Fizikçi, kimyager ve biyologlar için günümüz en iyi iş fırsatı, iş güvenliği uzmanlığı” 4. Genç Fizikçiler Kongresi, 12-14 Ekim, Ege Üniversitesi İzmir.
- [2] Kaplan, H.A., Demircioğlu, M. (2016). “Sorularla İş Sağlığı ve Güvenliği Hukuku”. Beta yayınevi, Şubat yayını.
- [3] Yılmaz, M. (2013). “Kamu kurumlarında iş sağlığı ve güvenliği kanununun uygulanması”, ÇSGB, Çalışma dünyası dergisi, 1 2 39-51.
- [4] Anonim, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (30.06.2012). Resmi Gazete (Sayı: 28339)
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6331&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> , Erişim tarihi 01.12.2023.
- [5] Tozkoparan, G., Taşoğlu, J., (2011). “İş sağlığı ve güvenliği uygulamaları ile ilgili iş görenlerin tutumlarını belirlemeye yönelik bir araştırma”, Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1, 181-209.
- [6] Anonim, Düzce Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Koordinatörlüğü Yönergesi, <https://yyue.duzce.edu.tr/Dosya/Yonerge/2d1da5c9-2714-459b-a238-110109caa56f.pdf> , Erişim tarihi 27.11.2023.
- [7] Yılmaz, E., (2012). “Hukuk Muhakemeleri Kanunu Şerhi”, Ankara, Yetkin Yayınları.
- [8] Anonim, Kamu İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi, <https://www.csgb.gov.tr/media/9469/kamudaisgrehberi.pdf> , Erişim tarihi 7.02.2023
- [9] Anonim, İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği (29.12.2012). Resmi Gazete (Sayı: 28512)
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16925&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> , Erişim tarihi 25.01.2023
- [10] Anonim, Marmara Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği İç Yönetmeliği, <https://isg.marmara.edu.tr/mu-is-sagligi-ve-guvenligi-ic-yonetmeliği> , Erişim tarihi 11.11.2023.
- [11] Anonim, Afyon Kocatepe Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Birimi Yönergesi, <https://isg.aku.edu.tr/2023/01/30/afyon-kocatepe-universitesi-is-sagligi-ve-guvenligi-yonergesi/> , Erişim tarihi 27.10.2023.

BAĞCILIKTA BİYOTEKNOLOJİK YAKLAŞIM

Cuma ARIK¹, Emine BERBEROĞLU², Tevfik Hasan CAN³, Emine Dilşat YEĞENOĞLU⁴

Accepted: 2023-12-24
DOI: 10.47118/somatbd.1404303

ÖZ

Üzüm yetiştiriciliği de diğer tarımsal alanlar gibi biyoteknolojik yöntemlerin gelişiminden etkilenmiştir. Biyoteknolojik yöntemler, zararlılara, hastalıklara ve olumsuz iklim koşullarına karşı dayanıklılığı arttırılmış asma çeşitlerinin geliştirilmesine olanak sağlamasının yanısıra üzüm gelişiminin, olgunlaşmasının ve stres faktörlerine tepkinin altında yatan moleküler mekanizmalar hakkında da önemli bilgiler vermektedir.

Bağcılıkta sürdürülebilirlik, ürün kalitesi ve çevre yönetiminin dengelenmesi, küresel iklim değişikliğinin getirdiği abiyotik stres koşullarına dayanıklılığın artırılması, hastalıklara toleransın mekanizmasının anlaşılması gibi konularda, biyoteknolojik yöntemler yetiştiricilik ve ıslahat karşılaşılan problemlerin çözümünde yeni bir bakış açısı sağlamaktadır.

Bu çalışmada, üzüm yetiştiriciliğinde kullanılan biyoteknolojik yöntemler için genel bir bakış açısının sunulması hedeflenmiş, ilgili bazı çalışmalar derlenerek sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bağcılık, biyoteknolojik yöntemler, üzüm yetiştiriciliği, moleküler markörler

BIOTECHNOLOGICAL APPROACH IN VITICULTURE

ABSTRACT

Viticulture, like other agricultural sectors, has been influenced by the development of biotechnological methods. In addition to biotechnological methods that enable the development of grape varieties with increased resistance to pests, diseases or unfavourable climatic conditions; these methods are also providing important information on the molecular mechanisms underlying grape development, ripening and response to stress factors.

In this study, some related studies are reviewed and presented to give a general overview of biotechnological methods in viticulture.

Keywords: Viticulture, biotechnological methods, grapevine cultivation, molecular markers

¹ Öğr. Gör. Dr. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Alaşehir Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Alaşehir, Manisa, TÜRKİYE, 45600

² Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Biyometri-Genetik ABD, Tokat, TÜRKİYE, 60240

³ Öğr. Gör. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Alaşehir Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Alaşehir, Manisa, TÜRKİYE, 45600

⁴ Dr. Öğr. Üyesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Alaşehir Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Alaşehir, Manisa, TÜRKİYE, 45600

1. GİRİŞ

Asma (*Vitis vinifera* L.), binlerce yıldır yetiştiriciliği yapılan ekonomik öneme sahip bitkilerden biridir. Üzümünden dünya üzerinde şaraplık, sofralık ve kurutmalık olarak yararlanılmasının yanı sıra şıra, pestil, yaprak salamura, sirke üretimi gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Asma, yabani formu olan *Vitis vinifera sylvestris* ve kültür formu olan *Vitis vinifera sativa* olarak iki alt türe ayrılmaktadır ve ilk olarak Orta Asya'da evcilleştirildiği, Anadolu ve Mezopotamya üzerinden dünyaya yayıldığı varsayılmaktadır. Günümüzde 10000'den fazla çeşidinin olduğu, yaklaşık 1200 tanesinin de kökeninin Anadolu olduğu düşünülmektedir. Bu çeşitlilik aynı zamanda kultivarların tanımlanmasını ve kökenlerinin bulunmasını zorlaştırmaktadır (Yeğenoğlu ve ark., 2016; Grassi ve De Lorenzis, 2021).

Asmanın çok yıllık bir bitki olması, yüksek heterozigosite göstermesi klasik ıslah yöntemleri yani seleksiyon ve melezleme yoluyla ıslahını zorlaştırmaktadır. Biyoteknolojik yöntemler, asma ve anaçlarının ıslahında, hastalıklara ve abiyotik stres faktörlerine dayanıklılık, meyve kalitesinin iyileştirilmesi ya da verimin artırılması gibi alanlarda yardımcı olmaktadır. Bu biyoteknolojik yöntemler arasında moleküler markörler, gen haritalanması, markör destekli seleksiyon, gen klonlaması gibi çalışmalar bulunmaktadır. Son yıllarda ise yeni nesil dizileme teknikleri ve biyoinformatik yöntemler ile istenilen özelliklere sahip bitkilerin daha hızlı seçilmesi, kultivar tanımlanmasının kolaylaştırılması, genlerin işleyişlerinin belirlenmesi, gen manipülasyonları mümkün olmuştur (Butiuc-Keul ve Coste, 2023).

Asma, verimi ve üzüm kalitesini önemli ölçüde etkileyebilen mantarlar, bakteriler ve virüsler dahil olmak üzere birçok farklı patojenlere karşı duyarlıdır. Biyoteknolojik yöntemler, patojenlere dirençli asma geliştirmede kullanılmaktadır. Moleküler ıslah teknikleri aracılığıyla, araştırmacılar, yaygın üzüm hastalıklarına direnci arttıran spesifik genleri belirleyebilmektedirler. Bu yaklaşım ile pestisit kullanımının azaltılması ve sürdürülebilir çevre dostu üzüm üretiminin yapılması mümkün olabilecektir.

Konya ilinde asma ur hastalığının biyokimyasal ve moleküler yöntemlerle tanımlanması üzerine yürütülen bir çalışmada, asma ur hastalığı patojeni ile bulaşıklığın yüksek bir seviyede olduğu, etmenin en çok Sultani Çekirdeksiz, Cardinal, Hafızali çeşitlerinde rastlandığı ve en az Ekşi Kara kultivarında görüldüğü bulunmuştur (Altınparmak, 2009).

Bağcılıkta patojenlere karşı dayanıklılık sağlayan genlerin asma genomuna yerleştirilmesi ile ilgili çalışmalar 1980'li yılları izleyen dönemde denemeye başlamıştır. Embryo kökenli kallus üzerinden yapılan araştırmalarda, *Agrobacterium tumefaciens* bakterisinin öncelikli olarak kullanılması haricinde, gen tabancası ve makro-mikro enjeksiyon metotları da denenmiştir. İlk araştırmalarda embriyo orijinli hücre süspansiyonuna gen tabancası metoduyla istenilen genleri taşıyan tungsten partikülleri gönderilmiştir. Gen tabancası yöntemiyle dayanıklılık genlerinin hedef hücredeki genoma başarıyla yerleştiği görülmüş ve elde edilen yeni bitkilerin arzu edilen transformasyonu gösterdiğini bildirmişlerdir (Kikkert ve ark., 1996; Sabır ve ark., 2008).

Gen transferi, bir organizmanın genomuna spesifik genlerin aktarılmasını içermektedir. Böylece istenen özellik için belirli bir genin ekspresyonu sağlanabilir. Üzümlerde, gen transferi elde etmek için *Agrobacterium* aracılığıyla gen transferi, partikül bombardımanı, protoplast transformasyonu teknikleri kullanılmıştır. Gen transferi aracılığı ile asma bitkisinde hastalıklara dayanıklılık, iyileştirilmiş meyve kalitesi, abiyotik stres toleransı gibi özelliklerin aktarılması, bu genlerin ekspresyonunun sağlanması amaçlanmıştır.

Asmalarda *Agrobacterium* kullanarak yapılan gen transferi araştırmalarında, Kanamycin içeren ortamda Rupestris anacından hipokotiller alınmış (somatik embryo kökenli), *Agrobacterium* aracılığı ile kanamycin ve beta-glucuronidase (GUS) direnci kodu yeni bitkilere

transfer edilmiş ve transgenik bitkiler elde edilmiştir. Cabernet ve Chardonnay üzüm çeşitlerinin petiol eksplantlarından ise sadece transgenik tomurcuklar elde edilmiştir (Mullins ve ark., 1990).

Başka bir çalışmada ise, 100 µg kanamycin/ld'ye dayanım sağlayan ve nopaline üretimine neden olan modifiye edilmiş Ti plazmidi, *Agrobacterium* kullanarak Cabernet, Chardonnay, Grenache ve Riesling çeşitlerine ait apikal meristem eksplantlarına aktarılmış, yeni transgenik asmalar elde edilmiştir (Huang ve Mullins, 1989).

Thompson Seedless çeşidinde uç sürgünlerinden alınan meristemlere *Agrobacterium* aracılığıyla gen transferi yapılmış ve transgenik bitkiler elde edilmiştir (Dutt ve ark., 2007). Araştırmacılar ayrıca, transgenik asma bitkileri elde edilmesi için açılan yara dokusuna bakteri uygulamasından sonra meristemlerin karanlık büyüme safhasına maruz bırakılmaları gerektiğini belirtmişlerdir.

Asmalarda antifungal potansiyeli geliştirici pirinç kitinaz geninin sentezi üzerine yapılan bir araştırmada, *Agrobacterium* bakterisi ile yaprağa pirinç kitinaz geni aktarılmış, elde edilen transgenik bitkiler daha yüksek kitinaz aktivitesine sahip olmuşlardır. Analizler yabancı genin, kitinaz aktivitesi göstermesi beklenen proteine yazıldığını göstermiştir. *In-vitro* ortamda mildiyö bulaştırılmış transgenik bitkilerde hastalığın gelişmesi gecikmiş ve daha ufak lezyonlar görülmüştür. Seraya aktarılan transgenik bitkilerde ise herhangi bir fenotipik değişiklik belirlenmemiştir (Nirala ve ark., 2010).

Organogenesis yoluyla rejenerasyona dayanan bir metot ile transgenik asma bitkileri üretilmiştir. Artan dozda N⁶-benzyl adenine konsantrasyonları içeren ortamlarda sürgün çoğaltımı yapılmış ve *Agrobacterium* ile partenokarpik tane oluşumunda etkili *DefH9-iaaM* geni asmaya başarıyla aktarılmıştır (Mezetti ve ark., 2002).

Küresel iklim değişikliği, çevresel koşullarda yarattığı değişiklikler geleneksel bağcılık için problemler ortaya çıkarmaktadır. Biyoteknolojik çalışmalar ile farklı iklim koşullarında gelişebilecek üzüm çeşitleri üzerinde araştırmalar yapılmaktadır. Sıcaklık, kuraklık, tuzluluk, soğuk, makro ve mikro element yetersizliği ya da toksisitesi gibi abiyotik stres faktörleri bitkilerin gelişimini, verimini ve ürün kalitesini etkilemektedir. Biyoteknoloji, değişen bir çevre koşullarının etkisi altında genlerin nasıl çalıştıkları ve gen ifadesinin ne şekilde düzenlendiğinin araştırılmasında yardımcı olmaktadır. Abiyotik ve biyotik stres koşulları altında stres yanıtının hücresel düzeyde çözülmesi dayanıklılık karakterlerine sahip yeni üzüm çeşitlerinin ıslahında yardımcı olabilecektir.

In-vitro ortamda farklı düzeylerde bor elementi uygulamasının bazı Amerikan asma anaçlarında stres yanıtına etkisinin incelenmesi amacıyla; fiziksel ve biyokimyasal özelliklerdeki değişimler araştırılmıştır. Bir çok fiziksel ve kimyasal parametrenin ve bazı Amerikan anaçlarının uygulanan Bor elementi konsantrasyonundan önemli düzeyde etkilendiği saptanmıştır. Asma anaçlarının strese karşı yanıt olarak savunma mekanizmaları geliştirdiği, prolin ve çözünebilir protein miktarında değişim olduğu, Reaktif Oksijen Türlerinin (ROS, Reactive Oxygen Species) uzaklaştırılmasında önemli rolü olan SOD, CAT ve APX antioksidan enzim aktivitelerinin de değiştiği saptanmıştır (Akgür, 2014).

*In-vitro*da farklı seviyelerde Zn (Çinko) elementi uygulamasının da fiziksel ve biyokimyasal özelliklerde yarattığı etki Amerikan asma anaçlarında denenmiştir. Kober 5BB ve 41B anaçlarında zarar görme düzeyi, sürgün uzunluğu, sürgün başına düşen yaprak sayısı ve bitki ağırlığı özellikleri, anaçlara ve Zn elementi düzeyine göre önemli farklılıklar göstermiştir. Bununla beraber köklenme oranlarının etkilendiği saptanmış. Prolin ve çözünebilir protein düzeyi, antioksidan enzimler olan SOD, CAT ve APX gibi enzimlerin aktivitelerinin değiştiği bulunmuştur. Kober 5BB anacının, 41B M.G. anacına göre çinko elementi stresine daha dayanıklı olduğu, çinko eksikliğinin ise fazlalığı ile karşılaştırıldan, daha önemli bir stres faktörü etkisinin olduğu belirlenmiştir (Tarçan, 2013).

Farklı üzüm çeşitleri ve anaçlarında kuraklık ve tuz stresi toleransının moleküler düzeyde incelendiği bir çalışmada sekanslama ve transkripsiyon, 5BB ve 41B anaçları kullanılmış; transkriptomik analiz için RNA transkriptleri değerlendirilmiştir. Çeşit veya anaç spesifik RNA transkriptleri haricinde, stres koşullarında seviyeleri artan bir çok ortak RNA transkripti belirlenmiştir. Kuraklık stresi altında RNA transkript oranları tuz stresine göre yüksek bulunurken, stres koşulları altında seviyelerinde değişiklik gözlenen RNA transkriptlerinin ise metabolizma, protein metabolizması ve hücrel transport proteinlerine ait olduğu saptanmıştır. NAC, Myb gibi transkripsiyon faktörleri, T1-prolin-5-karboksilat sintetaz, arjinin dekarboksilaz gibi metabolit transkriptleri ve hormonlarla ilişkili transkriptlerin (ABA, oksin ve etilen) stres etkisi altında uyarıldığı bulunmuş, örneklerde bu transkriptlerin düzeylerinin stres tipine bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Bakır, 2012).

Üzüm çeşitlerinin doğru tanımlanması, birbirleri ile olan genetik ilişkilerin belirlenmesi, homonim ve sinonimlerin saptanması bağcılık için önemlidir. Biyoteknolojik çalışmalar, asma çeşitlerinin doğru tanımlanmasına izin veren moleküler markörlerin geliştirilmesine yol açmıştır. Moleküler markörler (RAPD, ISSR, AFLP vb), üzüm bitkisinde bireyler ya da populasyonlar arası genetik uzaklık ve yakınlıkların belirlenmesi, akrabalığın araştırılmasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Moleküler markörler abiyotik ve biyotik stres koşullarına dayanıklılığa sahip yeni çeşitlerin geliştirilmesine yönelik ıslah çalışmalarında bireylerin ve populasyonların hızlı bir şekilde taranmasına imkan vermektedir (İşçi ve Altındışli, 2007).

Çoruh Vadisinde yetişen 35 üzüm çeşidini RAPD markörleri aracılığı ile incelemiş, 55 kısa oligonukleotid primerinden 12 tanesi 157 polimorfik bant vermiş ve genetik uzaklık Jaccard Katsayısı ile 0.19-072 arasında bulunmuştur (Ercişli ve ark., 2008).

RAPD moleküler markör tekniği kullanarak Van yöresine ait bazı yerli asma genotipleri ile 6 standart çeşit arasındaki farklılık ve akrabalık derecelerini Belirlenmesi amaçlı bir çalışmada, yerli genotiplerdeki genetik çeşitlilik standart çeşitlere göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek genetik benzerlik Gah ve Kolik çeşitleri arasında, en yüksek genetik uzaklık ise Gah ve Siyah Kuş Üzümlü arasında saptanmıştır (Gazioğlu-Şensoy ve Balta, 2011).

Basit Dizi Tekrarları yani SSR (Simple Sequence Repeats) markörleri Eskişehir ve Kayseri illerinde yetişen üzüm çeşitlerinde genetik ilişkilerin belirlenmesi için kullanılmıştır. Kırkbir çeşidin 15 SSR lokusu kullanılarak yapılan analizi sonucunda, 14 primerin çeşitler arasında yeterli bir ayırım sağladığının bulunmasının yanısıra 4 sinonim ve 1 homonim çeşit tespit edilmiştir (Shidfar, 2008).

Dogridge (*Vitis champini*), SO4 (*V. berlandieri x V. rupestris*) ve ARI-H-144 (*V. vinifera x V. labrusca*) anaçlarından klonal mikroçoğaltılmış bitkilerin klonal safiyeti RAPD ve ISSR moleküler markörleriyle değerlendirilmiştir. Mikroçoğaltılmış bitkilerin alındıkları bitkiler ile aynı genetik yapıda olduğunu belirlenmiş ve mikroçoğaltımın ticari ölçüde kullanılabilceğini kanıtladığını bildirilmiştir (Alizadeh ve Kumar Singh, 2009).

SSR markörleriyle Manisa, İzmir, Aydın, Muğla ve Kütahya illerinde yetişen 2 referans ve 53 yerli toplamda 55 üzüm çeşidinde 5 homonim durum tespit edilmiştir (Tek Çekirdekli, Bulama, Beyaz Şam, Ekşi Üzüm, Sıksarı). VVMD7 lokusunun ayırım gücünün yüksek olduğu bulunmuştur. Genotipler arası benzerlik düzeyinin ise % 90'nın altında olduğu görülmüştür (Yüksel, 2009).

Tekirdağ Milli Koleksiyon bağında bulunan 56 adet siyah üzüm çeşidinde 20 SSR markörüyle yapılan genetik karakterizasyon çalışmasında; 2 benzer, 4 sinonim ve 5 homonim çeşit bulunmuştur. Analiz sonucunda Kara (Siyah) üzüm çeşit sayısı 50 olarak belirlenmiştir (Yıldırım, 2010). Benzer şekilde, Batı Akdeniz Bölgesi, Antalya ve Mersin'den gelen 50 çeşit ve 3 referans çeşidi (*Vitis vinifera* L.) 20 mikrosatellit markörüyle taranmış, toplamda 166 allel

bulunmuş, incelenen çeşitler için 4 homonim, 3 sinonim ve 1 homonim grup belirlenmiştir (Aslantaş, 2010).

2. SONUÇ

Bu çalışmada, üzüm yetiştiriciliğinde biyoteknolojik yöntemler ile genel bir bakış açısının sunulması hedeflenerek, ilgili bazı çalışmalar derlenerek sunulmuştur.

Sonuç olarak; asmanın dayanıklılık, verim ya da kalite ile ilgili özellikleri için biyoteknolojik araçların kullanılması, küresel iklim değişikliğinin getirdiği sorunlar, topraklarda görülen element yetersizlikleri, tuzlulaşma ya da hastalıklara dayanıklılık gibi üzüm yetiştiriciliğinde karşılaşılan problemlerin çözümünde biyoteknoloji yeni ve hızlı alternatifler sunmaktadır.

Bununla beraber, her bilimsel gelişmede olduğu gibi üzüm yetiştiriciliğinde de biyoteknolojik müdahalelerin sorumlu ve etik kullanımı büyük önem taşımaktadır. Gelecekteki çalışmalarda, geleneksel bağcılık ile biyoteknolojik yöntemler arasında kurulacak doğru ilişkinin, bağcılıkta özellikle ıslah çalışmalarını etkilemesi beklenmektedir. Biyoteknolojinin bağcılıkta kullanılması, sürdürülebilir, çevre dostu, kaliteli ve verimli üzüm yetiştiriciliği için önemli bir avantaj sağlaması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Akgür, H., 2014. *In-vitro* Koşullarda Uygulanan Farklı Konsantrasyonlardaki Borun Bazı Amerikan Asma Anaçlarında Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), 89s.
- [2] Alizadeh, M., Kumar Singh, S., 2009. Molecular assessment of clonal fidelity in micropropagated grape (*Vitis* spp.) rootstock genotypes using RAPD and ISSR markers. Iranian Journal of Biotechnology, Vol. 7, No. 1, January 2009
- [3] Altınparmak, S., 2009. Konya ilinde asma ur hastalığı (*Agrobacterium vitis*)'nın biyokimyasal ve moleküler yöntemlerle tanılanması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, 130s.
- [4] Aslantaş, Ş., 2010. Batı Akdeniz üzüm çeşitlerinin moleküler karakterizasyonu ve ülke asma kaynakları ile genetik ilişkisi. Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Temel Biyoteknoloji Anabilim Dalı, 63s.
- [5] Bakır, M., 2012. Asma çeşit ve anaçlarında kuraklık ve tuz stresi toleransına yönelik mikrodizin analizleri ve stres ile ilgili transkriptomların tespiti. Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı Biyoteknoloji Bilim Dalı (yayınlanmamış), 179s.
- [6] Burçak, İşçi, Altındişli, A. (2007). Asmada Moleküler Tanımlama Teknikleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 44(1), 189-204.
- [7] Butiuc-Keul, A., Coste, A. (2023). Biotechnologies and Strategies for Grapevine Improvement. Horticulturae, 9(1), 62.
- [8] Dutt, M., Li, Z.T., Dhekney, S.A., Gray, D.J., 2007. Transgenic plants from shoot apical meristems of *Vitis vinifera* L. "Thompson Seedless" via *Agrobacterium*-mediated transformation. Plant Cell Rep (2007) 26:2101–2110
- [9] Ercisli, S., Orhan, E., Hizarci, Y., Yildirim, N., Agar, G. (2008). Genetic diversity in grapevine germplasm resources in the Coruh valley revealed by RAPD markers. Biochemical genetics, 46, 590-597.
- [10] Gazioglu Şensoy, R.İ., Balta, F., 2011. Van Yöresine Ait Bazı Yerli Asma Formlarının Tespiti ve RAPD Markörleriyle Tanımlanması. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. Araştırma Makalesi, 1(3): 41-56, 2011.
- [11] Grassi, F., De Lorenzis, G. (2021). Back to the origins: background and perspectives of grapevine domestication. International Journal of Molecular Sciences, 22(9), 4518.
- [12] Huang, X.S., Mullins, M.G., 1989. Application of Biotechnology to Transferring Alien Genes to Grapevine. Hereditas (Beijing) Journal, 1989, 11 (3), 9-11.
- [13] Kikkert, J. R., Ali, G. S., Striem, M. J., Martens, M., Wallace, P. G., Molino, L., Reisch, B. I. (1996). Genetic engineering of grapevine (*Vitis* sp.) for enhancement of disease resistance. In III International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding 447 (pp. 273-280).
- [14] Mezzetti, B., Pandolfini, T., Navacchi, O., Landi, L. (2002). Genetic transformation of *Vitis vinifera* via organogenesis. BMC biotechnology, 2, 1-10.
- [15] Mullins, M.G., Archie Tang, F.C., Facciotti, D., 1990. *Agrobacterium*-Mediated Genetic Transformation of Grapevines: Transgenic Plants of *Vitis rupestris* Scheele and Buds of *Vitis vinifera* L. Nature Biotechnology 8, 1041 - 1045
- [16] Nirala, N.K., Das, D.K., Srivastava, P.S., Sopory, S.K., Upadhyaya, K.C., 2010. Expression of a rice chitinase gene enhances antifungal potential in transgenic grapevine (*Vitis vinifera* L.). Vitis 49 (4), 181–187.

- [17] Sabır, A., Tangolar, S., Büyükalaca, S., 2008. Moleküler Markör Tekniklerinin Bağcılıkta Kullanımı. Alatarım 2008, 7(2), 26-33.
- [18] Shidfar, M., 2008. Eskişehir ve Kayseri illeri asma gen kaynaklarının SSRs (Simple Sequence Repeats)'a dayalı genetik karakterizasyonu. Ankara Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 79s.
- [19] Tarçan, E., 2013. *In-Vitro* Koşullarda Uygulanan Farklı Konsantrasyonlardaki Çinkonun Bazı Amerikan Asma Anaçlarında Fiziksel Ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 70s.
- [20] Yeğenoğlu ED, Aydın Ş, Arık C, Gevrekçi Y, Aşık, M (2016) Üzümde çeşitliliğin belirlenmesinde morfolojik farklılıkların kullanılması. CBU Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Derg. 2(22): 13-20.
- [21] Yıldırım, N., 2010. Kara (siyah) üzüm gruplarının SSR (Simple Sequence Repeat) markörlere dayalı karakterizasyonu ve ülke asma kaynakları ile genetik ilişkisi. Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Temel Biyoteknoloji Anabilim Dalı, 79s.
- [22] Yüksel, C., 2008. Manisa, İzmir, Aydın, Muğla ve Kütahya illerine ait asma gen kaynaklarının SSR (Simple Sequence Repeats)'a dayalı genetik karakterizasyonu. Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı, 59s.

DENİZ SUYUNUN FARKLI TABAKA KALINLIKLIL KOMPZİT PLAKALARIN DARBE DAVRANIŞINA ETKİSİ

Ümran ESENDEMİR¹, Özge GÖKSU²

Accepted: 2023-12-26
DOI: 10.47118/somatbd.1407840

ÖZET

Bu çalışmada; deniz suyunun kompozit plakaların darbe davranışına zamana bağlı etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Çalışmada 100x100 mm boyutlarında iki farklı kalınlıkta (2 mm ve 4mm) 8 ve 16 tabakalı plakalar kullanılmıştır. Deniz suyu ortamında 3 ve 6 aylık süreler boyunca numuneler kapalı bir kavanozda oda sıcaklığında bekletildikten sonra darbe testleri yapılmıştır. Deniz suyu ortamında bekletilen numuneler ile oda sıcaklığında bekletilen numuneler arasındaki kıyaslamalarda çökme, darbe enerjisi, maksimum kuvvet, hız ve zaman verileri kullanılmıştır. Deneysel çalışma sonucunda genel olarak numunelerin deniz suyunda bekleme süresi, darbe enerjisi arttıkça ve tabaka kalınlığı azaldıkça; kompozit numunelerin çökme değerlerinin arttığı, darbe dayanımlarının ise azaldığı görülmüştür. Darbe dayanımlarındaki en fazla azalma ise 6 ay deniz suyunda bekletilen 8 tabakalı ince numunelerde görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Kompozit malzeme, Darbe enerjisi, Deniz suyu, Plaka kalınlığı

EFFECT OF SEA WATER ON IMPACT BEHAVIOR OF COMPOSITE PLATES WITH DIFFERENT LAYER THICKNESS

ABSTRACT

In this study; the effect of sea water on the impact behavior of composite plates depending on time was investigated experimentally. 8 and 16 layered plates with two different thicknesses (2 mm and 4 mm) with dimensions of 100x100 mm were used in the study. Impact tests were carried out after the samples were kept in a closed jar at room temperature for 3 and 6 months in a seawater environment. The data of collapse, impact energy, maximum force, velocity and time were used for comparisons between samples kept in seawater environment and samples kept at room temperature. As a result of the experimental study, as the the keeping time of the samples in seawater, impact energy increases and the layer thickness decreases; It was observed that the impact strength of the composite samples decreased and the deflection values increased, generally. The greatest decrease in impact strength was seen in 8-layer thin samples that were kept in seawater for 6 months.

Keywords: Composite material, Sea water, Impact energy, Plate thickness

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi Müh. Fak. Mak. Müh. Böl. Isparta/TÜRKİYE

² Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bil. Enst.Mak.Müh.ABD, Isparta/TÜRKİYE

1. GİRİŞ

Kompozit malzemeler havacılık denizcilik, otomotiv sektörü gibi birçok yerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Denizcilik sektöründe cam elyaf takviyeli kompozitlerin daha az su emme ve korozyon direncinin yüksek olmasından dolayı kullanımı her geçen gün artmaktadır. Havacılık denizcilik, otomotiv gibi farklı sektörlerde yaygın olarak kullanılmaya başlanılan kompozit yapılar çeşitli sebeplerden darbe enerjilerine uğramaktadırlar. Bu darbe enerjileri de matris çatlağı, delaminasyon fiber kırılması ve delinme gibi hasar tiplerinin oluşmasına sebep olmaktadır. Düşük hızlı darbeye maruz kompozit plakaların darbe davranışları üzerine deneysel çalışmalar yapılmıştır.

Deniz ve arkadaşları cam/epoksi kompozit plakaları farklı sürelerde (3,6,9 ve 12 ay) deniz suyunda beklettikten sonra numunelere farklı darbe enerjilerinde darbe testleri yapmışlardır [1]. Darbe dayanımları üzerinde; küçük çaplı borularda deniz suyunun etkisinin darbe enerjisine göre daha az olduğu, büyük çaplı borularda ise deniz suyunun etkisinin darbe enerjisinden daha etkili olduğu belirtilmiştir. Vijay ve arkadaşları SiCp katkılı cam epoksi kompozitlerin mekanik davranışı üzerine deniz suyunun etkisini incelemişler ve deniz suyunun kompozitin çekme mukavemetini düşürdüğünü belirtmişlerdir [2]. Esendemir ve Karaca farklı hidroklorik asit çözeltisinde farklı sürelerde bekletilen kompozit plakalara darbe testleri uygulamışlar ve asidik ortamın kompozit numunelerin taşıma kapasitelerini düşürdüğünü ve numuneleri gevreklettiğini belirtmişlerdir [3]. Karakuzu ve arkadaşları tabakalı kompozit plakaların darbe davranışına deniz suyunun etkisini incelemişlerdir [4]. Darbe testleri, üç farklı darbe enerjisi (10 J, 20 J, 30 J) ve vurucu kütlelerinde (5 kg, 10 kg, 15 kg) gerçekleştirilmiştir. Deniz suyundaki tuzun, deniz, darbe enerjisinin ve darbe ucu kütlelerinin kompozit plakaların darbe dayanımını etkilediğini belirtmişlerdir. Islam ve arkadaşları kompozit pervaneli deniz araçlarının darbe dayanımlarının artırılması ile ilgili bir çalışma yapmışlardır [5]. Bu amaçla; laminat kalınlığı, istifleme sırası, darbe açısı, su difüzyonu, sıvı-yapı etkileşimi gibi faktörleri göz önünde bulundurarak uygun deniz aracı pervanesi tasarımı yapmışlardır. Othmana ve arkadaşları karbon fiber takviyeli epoksi kompozitlerin suda bekletilmesinin darbe davranışına etkisini incelemişlerdir [6]. Numuneler 368 saat distile suya daldırılmıştır. Nemli numunelere 15 J ile 85 J arasında değişen darbe enerjilerine tabi tutulmuşlardır. Darbe sonrası bası dayanımları kuru numunelerle karşılaştırma yapılmış ve suda bekletilen numunelerin hasar alanlarının kuru numunelere göre daha fazla artış gösterdiği belirtilmiştir. Amora ve arkadaşları cam elyaf takviyeli epoksi kompozitlerin darbe dayanımlarına farklı asit çözeltilerinin etkilerin incelemişler ve korozyon ortamının ve bekletme süresinin darbe dayanımlarını düşürdüğünü belirtmişlerdir [7]. Kaybal ve arkadaşları; 2,4 ve 6 ay deniz suyunda bekletilmiş cıvata ile birleştirilmiş kompozit yapıların düşük hızlı darbe performansını deneysel olarak incelemişlerdir [8]. Darbe testleri 15J, 20J ve 25J darbe enerjilerinde yapmışlardır. Numunelerin, deniz suyunda bekletilme süresi arttıkça yük taşıma kapasitelerinin azaldığı görülmüştür. Pai ve arkadaşları aramit-bazalt/ epoksi hibrit kompozitlerin hasar özellikleri ve düşük hızlı darbe davranışına farklı yaşlanma koşullarının etkisini incelemişlerdir [9]. Ortam koşulu (25 °C), sıfırın altındaki durum (- 10 °C) ve nem durumu (40 °C) olmak üzere üç farklı sıcaklıkta yaşlandırma yapmışlardır. Yaşlandırma işleminden sonra numunelere 10J ve 15J olmak üzere iki farklı darbe enerjisinde darbe testine tabi tutmuşlardır. Sıfırın altında yaşlandırılan numunelerin diğer yaşlanma koşullarına göre darbe dayanımının daha iyi olduğunu belirtmişlerdir

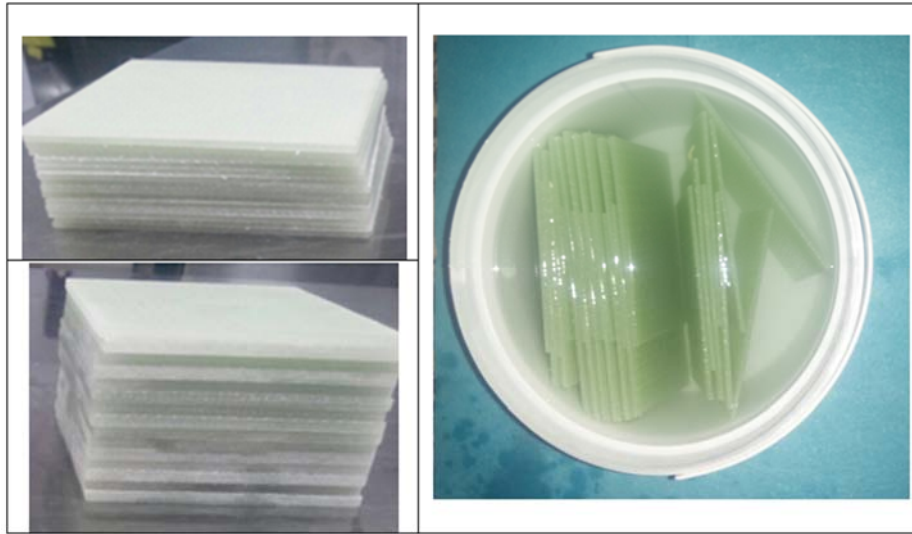
Cam elyaf takviyeli kompozit malzemeler korozyon dirençlerinin yüksek olmasından dolayı denizcilik alanında yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu deniz araçları; buz kütlelerine, deniz hayvanlarına, su altında yüzen molozlara, iskeleye ve tekne gibi diğer deniz araçlarına

çarparak düşük hızlı darbelere maruz kalabilmektedirler. Bu çalışmada 3 ay ve 6 ay deniz suyunda bekletilen 8 ve 16 tabakalı kompozit numunelerin 30 J ve 50 J darbe enerjileri altında darbe davranışı deneysel olarak incelenmiştir. Kuvvet- çökme, hız- zaman, kuvvet- zaman ve absorbe edilen enerji-zaman eğrileri çizilmiştir. Deniz suyunda bekletilen numunelerin darbe davranışları ile oda sıcaklığında bekletilen kuru numunelerin darbe davranışları karşılaştırılmıştır.

2. DARBE TESTLERİ

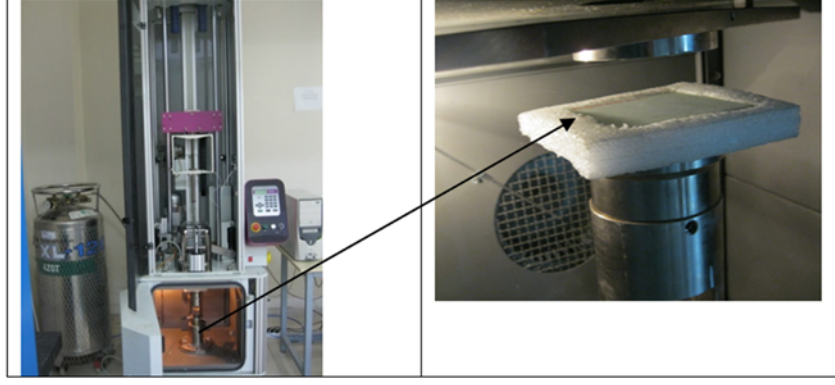
Darbe testlerinde kullanacağımız $[+45/-45/0/90]_s$ ve $[(+45/-45)_2/(0/90)_2]_s$ oryantasyon açısına sahip kompozit numuneler IZOREEL (Kompozit İzole Malzemeler, İzmir) firmasında üretilmiştir. 2 mm ve 4 mm kalınlığında üretilen kompozit tabakalar darbe testleri için 100x100 mm ölçülerinde kesilmiştir. Her bir parametre için 3'er adet test numunesi hazırlanmıştır.

Darbe testleri yapılmadan önce hazırlanan üç farklı gruptaki numunelerden ilk grup; kuru (oda sıcaklığı) ortamda, ikinci grup % 3,8 tuz oranına sahip deniz suyunda 3 ay ve üçüncü grup % 3,8 tuz oranına sahip deniz suyunda 6 ay boyunca bekletilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Darbe testlerinde kullanılan numunelerin fotoğrafı

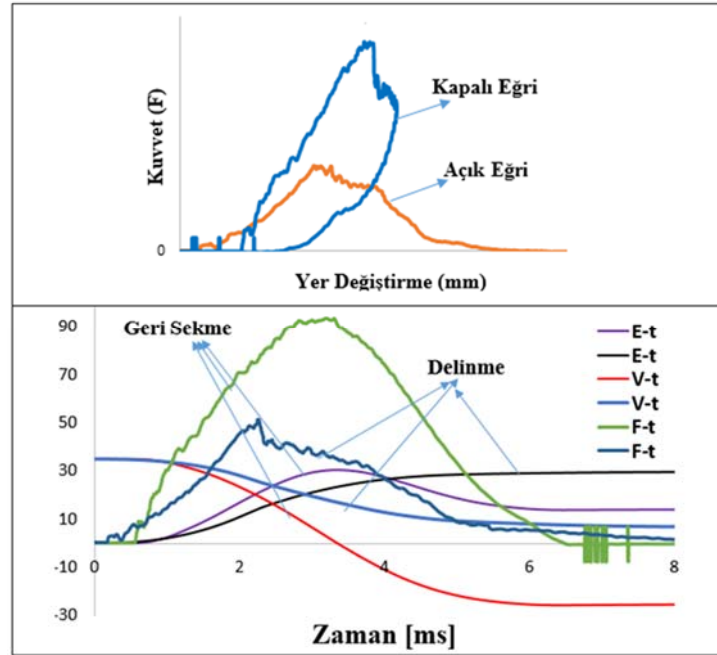
Darbe testleri oda sıcaklığında iki farklı darbe enerjisi (30J ve 50J) altında yapılmıştır. Deneyler darbe test cihazında, ortam sıcaklığında ve deniz suyunda bekletilen (3 ay, 6 ay) tüm ince ve kalın tabakalı numuneler için üçer kez tekrar edilerek ortalamaları alınmıştır. Bu çalışmada toplam 36 adet test numunesi kullanılmıştır. Darbe testleri Dokuz Eylül Üniversitesi'nde Fractovis Plus darbe test cihazında yapılmıştır (Şekil 2). Kompozit plakaların üzerine, 3,49 m/s ve 4,51 m/s hızlarında 12,7 mm çapında 4,926 kg ağırlığında yarım küre şeklindeki vurucu ile darbe uygulanmıştır.



Şekil 2. Darbe Test Cihazı Fotoğrafi

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

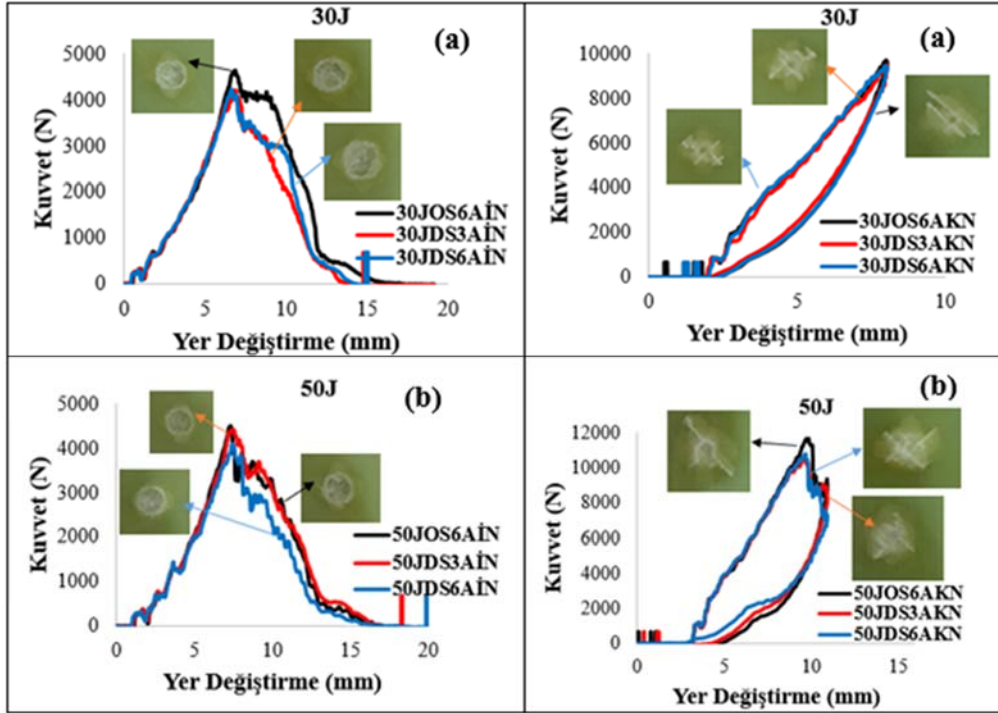
Şekil 3'te darbe enerjisinin şiddetine bağlı olarak, darbe testleri sonucunda elde edilen grafiklere örnek olarak; kuvvet-yer değiştirme (F-d), kuvvet-zaman (F-t), absorbe edilen enerji-zaman (E_a -t) ve hız-zaman (V-t) eğrileri verilmiştir. Vurucunun numune yüzeyinden geri sekmesi (rebounding), vurucu ucunun numuneye saplanması (penetration) ve vurucunun numuneyi delip geçmesi (perforation) gibi üç özel durumun belirlenmesi ve ayrıca açık eğri ve kapalı eğri tiplerinin anlaşılması bu grafikler aracılığı ile belirlenmektedir.



Şekil 3. Kuvvet-yer değiştirme(F-d), Kuvvet-zaman (F-t), hız-zaman (V-t) eğrileri ve Absorbe edilen enerji-zaman (E-t).

3.1. Bekletilme süresinin etkisi

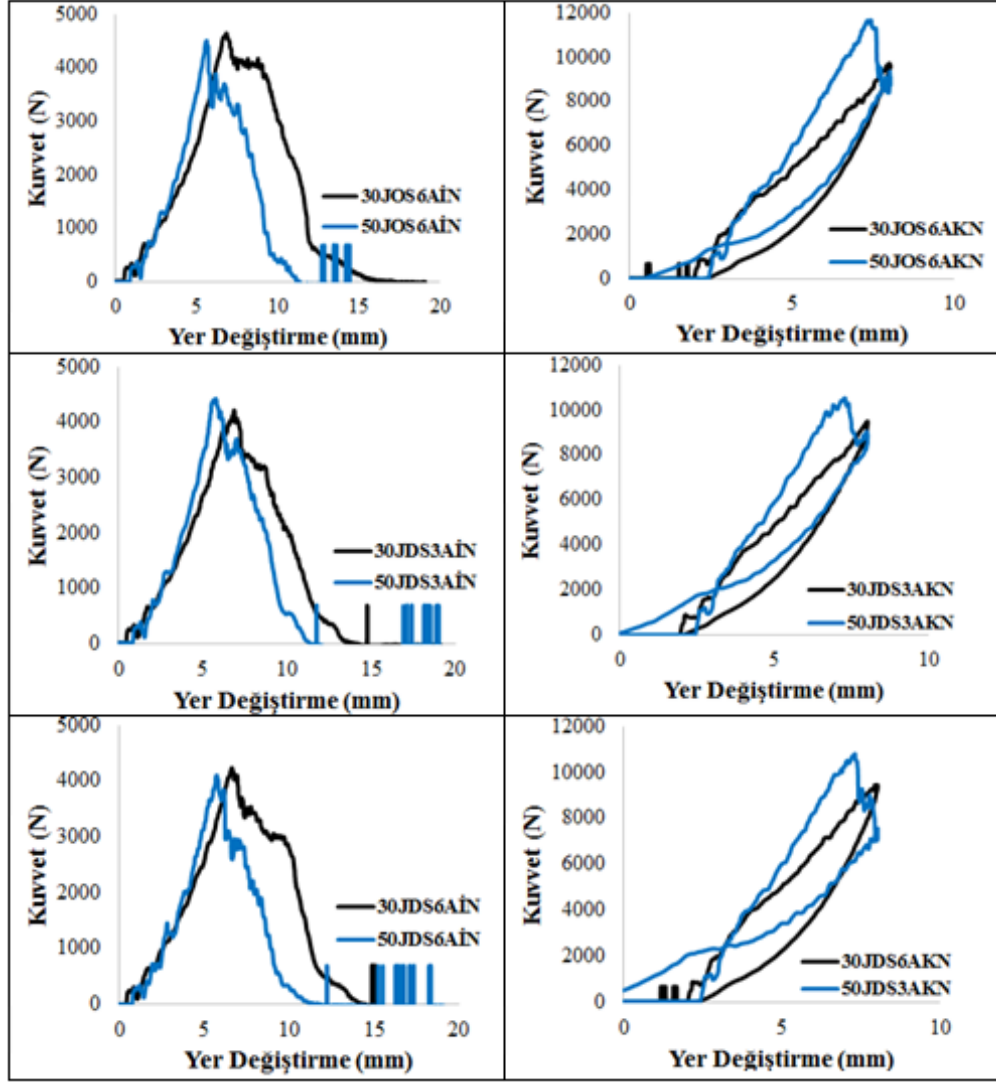
6 ay oda sıcaklığında 3 ay ve 6 ay deniz suyunda bekletilen $[+45/-45]_2/(0/90)_2$ ve $[(+45/-45)_2/(0/90)_2]$ oryantasyon açısına sahip 8 ve 16 tabakalı numunelere iki farklı darbe enerjisi (30 J, 50 J) uygulanmıştır [10]. Şekil 4' de 30 J ve 50 J darbe enerjileri uygulanmış kompozit numunelere ait kuvvet-yer değiştirme eğrileri verilmiştir. Darbe hasarı geri sekme (kapalı eğri), nüfuziyet (saplanma) ve delinme (açık eğri) olmak üzere üç şekilde meydana gelir. Geri sekmede numune darbe enerjisinin bir kısmını absorbe ederken, diğer kısmını darbe ucunun numune yüzeyinde geri sekmesinde kullanır. Nüfuziyet darbe ucu enerjisinin hemen hemen tümünü numuneye aktararak numune ile beraber hareket eder. Delinmede ise temas kuvveti maksimum değere yükselir sonra minimuma düşer ve delinme meydana gelir [11]. 30 J darbe enerjisi uygulanan kompozit numunelerde bekletilme süresi arttıkça ince (8 tabaka) numunelerde darbe dayanımının azaldığı görülürken kalın numunelerde (16 tabaka) ise darbe dayanımlarında bir değişme görülmemiş, değerler hemen hemen aynı çıkmıştır. 50 J darbe enerjisi uygulanan numunelerde ise ince numunelerin darbe dayanımlarında azalma görülmüştür. Kalın numunelerde ise deniz suyunda 3 ve 6 ay bekletilen numunelerin darbe dayanımları oda sıcaklığında bekletilen numunelerin darbe dayanımlarına göre azalma görülmüştür. Oda sıcaklığında ve farklı sürelerde deniz suyunda bekletilen numunelerde 30 J darbe enerjisinde açık eğri görülürken 50 J darbe enerjisinde kapalı eğri görülmüştür. Farklı sürelerde deniz suyunda bekletilen numunelerin eğri tipi değişmemiş, oda sıcaklığında bekletilen numunelerin eğri tipiyle aynı çıkmıştır.



Şekil 4. 30J ve 50J darbe enerjileri altında oda sıcaklığı, 3 ve 6 ay deniz suyunda bekletilen ince (a) ve kalın (b) numunelerin kuvvet-yer değiştirme eğrileri

3.2. Darbe enerjisinin etkisi

6 ay ortam sıcaklığında [9], 3 ay ve 6 ay deniz suyunda bekletilen $[+45/-45/0/90]_s$ ve $[(+45/-45)_2/(0/90)_2]_s$ oryantasyon açısına sahip 8 ve 16 tabakalı numunelerin darbe dayanımlarına darbe enerjisinin etkisini görmek için numunelere iki farklı darbe enerjisi (30 J ve 50 J) uygulanmıştır. Şekil 5'de çeşitli darbe enerjileri uygulanmış kompozit numunelere ait kuvvet-yer değiştirme eğrileri verilmiştir.



Şekil 5. Farklı darbe enerjileri uygulanan oda sıcaklığı, 3 ve 6 ay deniz suyunda bekletilen ince ve kalın numunelerin kuvvet-yer değiştirme eğrileri

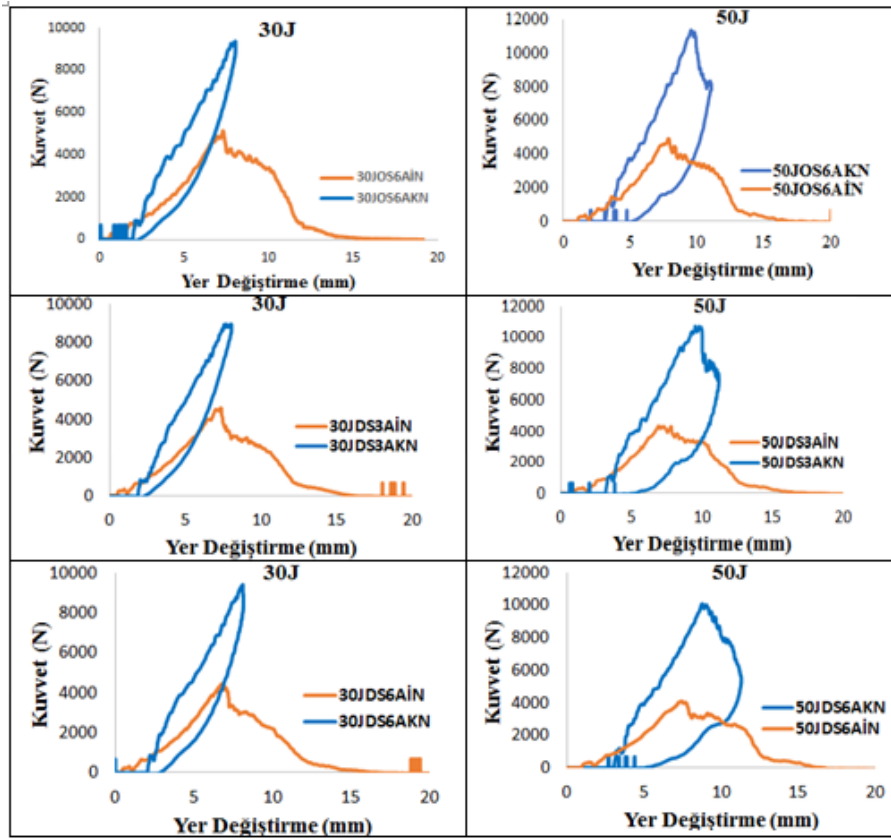
Darbe enerjisi arttıkça numunelerin yük taşıma kapasiteleri azaldığı kuvvet-yer değiştirme eğrilerinden görülmektedir. Bu azalma kalın numunelerde daha belirgin şekilde görülmektedir.

Mathivanan ve Jerald, 3.14 J, 4.71 J, 6.28 J, 7.8 J ve 15.7 J darbe enerjilerine maruz kompozit malzemelerin darbe davranışını deneysel olarak incelemişler ve darbe enerjisi azalmasıyla kompozit numunenin darbe dayanımlarının arttığı belirtilmiştir [12]. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla bu çalışmadan elde edilen sonuçlar birbiriyle uyumludur.

3.3. Tabaka kalınlığının etkisi

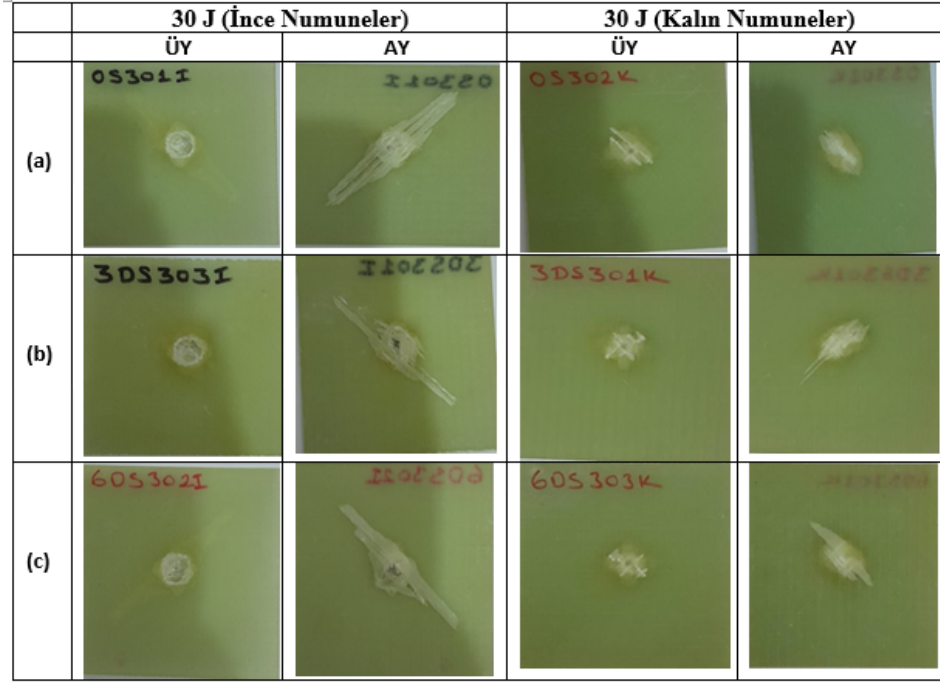
Oda sıcaklığında ve farklı sürelerde deniz suyunda bekletilen 2 mm ($[+45/-45/0/90]_s$) ve 4 mm ($[(+45/-45)_2/(0/90)_2]_{s,c}$) kalınlığındaki kompozit numunelerin darbe dayanımları incelenmiştir. Şekil 6'da 30 J ve 50 J darbe enerjisi uygulanan bu numunelere ait kuvvet-yer değiştirme eğrileri verilmiştir.

Şekil 6'dan görüleceği üzere ortam sıcaklığında ve deniz suyunda bekletilen (3 ay, 6 ay) tüm kalın tabakalı numunelerde kapalı eğri görülürken ince tabakalı numunelerde açık eğri görülmüştür. Numunelerin deniz suyunda bekletilmesi eğri tipini değiştirmemiştir. Tabaka kalınlığının artması darbe dayanımını artırmaktadır.



Şekil 6. 30 J ve 50 J darbe enerjisi uygulanan ortam ve deniz suyunda bekletilen 2 mm ve 4 mm kalınlığındaki kompozit numunelerin kuvvet-yer değiştirme eğrileri

Şekil 7’de 30 J darbe enerjisi uygulanmış ortam sıcaklığında ve deniz suyunda bekletilen (3 ay, 6 ay) ince (2 mm) ve kalın numunelerin (4 mm) Üst (ÜY) ve Alt (AY) yüzeylerin fotoğrafları verilmiştir

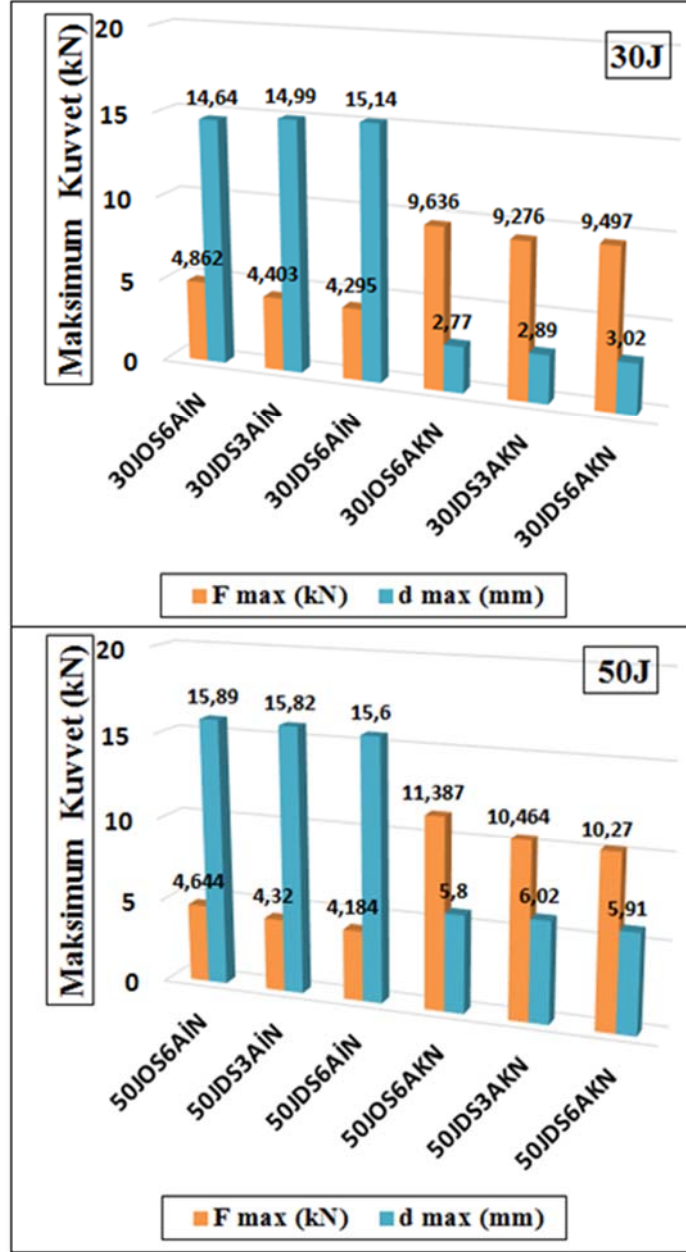


Şekil 7. 30 J Darbe Enerjisi Uygulanmış Ortam Sıcaklığında (a), 3 Ay Deniz Suyunda (b), 6 Ay Deniz Suyunda (c) Bekletilen İnce ve Kalın Numunelerin Üst (ÜY) ve Alt (AY) Yüzeylerin Fotoğrafları

Şekil 7’den görüleceği üzere tüm ortamlar için numune kalınlığı arttıkça hasarın azaldığı ve eğilmeden dolayı darbe uygulanmış üst yüzeydeki hasarın darbe uygulanmamış alt yüzeye göre daha az olduğu görülmüştür.

3.4. Deniz Suyunun Maksimum kuvvet ve çökmeye etkisi

Şekil 8’de tüm ortamlar için ince ve kalın numunelere ait ortalama maksimum kuvvet ve çökme değerleri verilmiştir.



Şekil 8. 30 J ve 50 J darbe enerjisi uygulanan oda sıcaklığında ve deniz suyunda bekletilen 2 mm ve 4 mm kalınlığındaki kompozit numunelerin maksimum kuvvet ve çökme değerleri

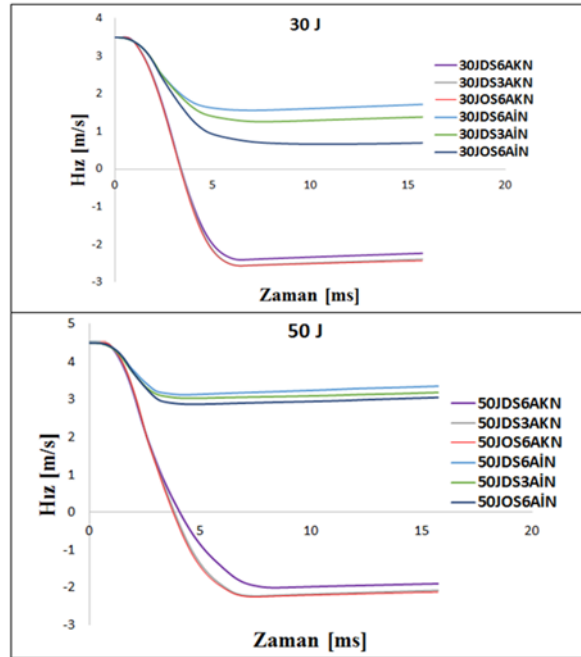
Şekil 8'den görüleceği üzere genel olarak deniz suyunun kompozitlerin darbe dayanımlarını düşürmektedir. Deniz suyunda bekletilme süresi arttıkça bu düşüş daha da artmaktadır. Bu çalışmadaki elde edilen sonuçlar literatürle uyum içindedir. Erklığ ve arkadaşları [13] çalışmalarında 25 °C deniz suyunda bekletilen test numunelerinin darbe

dayanımlarında % 27,3 lük bir düşüş meydana geldiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Strait ve arkadaşları [14] deniz suyunun cam fiber takviyeli epoksi kompozitlerin darbe davranışına etkisini incelemişler ve deniz suyunun kompozitlerin darbe dayanımlarını azalttığını belirtmişlerdir. Ayrıca; Şekil 8'den görüleceği üzere tüm ortamlar için tabaka kalınlığının artması ile çökme değerleri azalmakta, darbe dayanımları ise artmaktadır. Naik ve arkadaşları [15] düşük darbe enerjisine maruz 4.5 mm ile 8 mm arasında değişen kalınlıklara sahip polimer matrisli örgü kompozitlerin darbe davranışını incelemişlerdir. İnceleme sonucunda plaka kalınlığı artması ile çökmelerin azaldığı ve yük taşıma kapasitelerinin arttığı belirtilmiştir. Ayrıca; Esendemir ve Caner [16] ile Öndürücü ve Karacan [17] yaptıkları çalışmalarında plaka kalınlığının artmasıyla darbe dayanımlarının arttığından bahsetmişlerdir. Bu sonuçlar da bu çalışma ile uyumlu bir sonuç göstermiştir.

Kompozit plakalar maruz kaldıkları darbe enerjisine ve tabaka kalınlığına göre hasar tipleri değişmektedir. Bu hasarlar matrislerin çatlaması, delaminasyon, fiberlerin kırılması, delinme şeklinde olmaktadır. Hız-zaman, kuvvet-zaman, absorbe edilen enerji-zaman ve kuvvet- zaman eğrileri gibi eğriler yardımlarıyla hasar tiplerini gözlemlenebilir.

Şekil 9-11'de 30 J ve 50 J darbe enerjisi altındaki farklı ortamlarda bekletilen (oda sıcaklığı, deniz suyu 3 ay ve 6 ay) numunelere ait hız-zaman, absorbe edilen enerji-zaman ve kuvvet-zaman eğrileri gösterilmiştir.

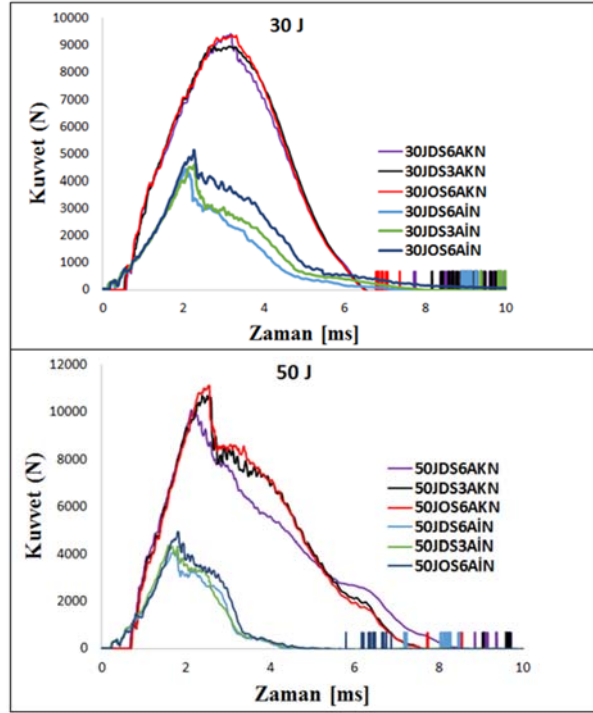
Hız- zaman grafiklerinden görüleceği üzere; vurucunun numune yüzeyinden geri sekmesi durumunda, yukarı doğru hareket eden vurucu, negatif bir hıza sahip olur (Şekil 9 kalın numunelerde). Vurucunun numuneyi delip geçmesi durumunda ise geri sekme meydana gelmediğinden vurucu pozitif bir hıza sahip olacaktır (şekil 9 ince numuneler).



Şekil 9. 30J ve 50J Darbe enerjisi altındaki oda sıcaklığında ve deniz suyunda bekletilen numunelerin Hız-Zaman Eğrileri

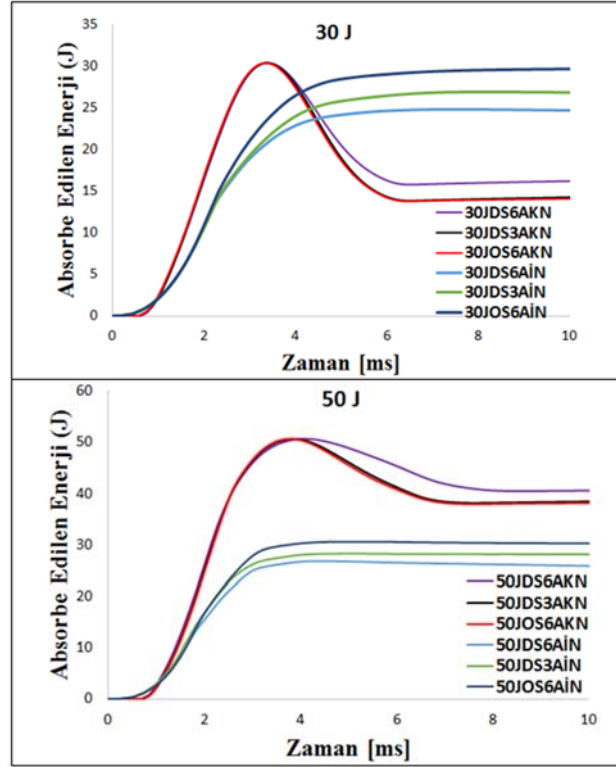
16 tabakalı kalın numunelerdeki kuvvet-zaman grafikleri incelendiğinde eğri dağa benzeyen parabolik şeklindedir (Şekil 10). 8 tabakalı ince numunelerde ise numunede delinme

meydana geldiğinde kuvvetin sıfır vurucu ve numune arasında sürtünme meydana geldiğinden eğrinin uç kısmı yatay eksene paralel ilerlemiştir (Şekil 10).



Şekil 10. 30J ve 50J Darbe enerjisi altındaki oda sıcaklığında ve deniz suyuunda bekletilen numunelerin Kuvvet- Zaman Eğrileri

Tüm ortamlar için absorbe edilen enerji- zaman grafiklerinden görüleceği üzere vurucunun numune yüzeyinden geri sekmesi durumunda vurucunun sahip olduğu enerjinin hepsi numune tarafından absorbe edilemez ve absorbe edilemeyen darbe enerjisi de vurucunun numune yüzeyinden geri sekmesi için harcanır. Bu durum kalın numunelerde görülmektedir (Şekil 11). Vurucunun numuneyi delip geçmesi durumunda ise, vurucu ile numune arasındaki sürtünme kısmının altında kalan alanın da darbe cihazının programı tarafından hesaplanan absorbe edilen enerji miktarına katılmasından dolayı eğrinin yukarı doğru yönlendiği ince numunelerde görülmektedir (Şekil 11).



Şekil 11. 30J ve 50J Darbe enerjisi altındaki oda sıcaklığında ve deniz suyunu bekletilen numunelerin Absorbe Edilen Enerji-Zaman Eğrileri

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; düşük darbe hızlarına maruz bırakılmış kompozit plakaların darbe dayanımları üzerine deniz suyunun etkisi deneysel olarak incelenmiştir. 3 ay ve 6 ay deniz suyunu bekletildikten sonra darbe testine tutulan numunelerden elde edilen sonuçlarla, 6 ay oda sıcaklığında (kuru ortam) bekletildikten sonra darbe testine tutulan numunelerin sonuçları karşılaştırılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Numunelerin oda sıcaklığında (kuru ortam) ve deniz suyunu (3 ay ve 6 ay) bekletilmesi eğri tipini değiştirmemiştir.

- Tüm ortamlar için düşük (30 J) ve yüksek (50 J) darbe enerjilerinde 8 tabakalı ince numunelerde açık eğri görülürken, 16 tabakalı kalın numunelerde kapalı eğri görülmüştür.

- Hasar alanı, darbe uygulanan üst yüzeyde daha azdır.

- Numunelerin farklı sürelerde (3 ay ve 6 ay) deniz suyunu bekletildikten sonra aynı darbe enerjisine maruz kalması numunelerin yük taşıma kapasitesini azaltmaktadır. 30 J darbe enerjisi altında deniz suyunu 3 ay ve 6 ay bekletilen 8 tabakalı (ince) numunelerin oda sıcaklığında bekletilen numuneye göre yük taşıma kapasitesinde sırasıyla % 9,44 ve %11 azalma görülürken 16 tabakalı (kalın) numunelerde ise sırasıyla % 3,7 ve % 1.89 azalma görülmüştür. Buradan kalın numuneleri deniz suyunu bekletilmesi numunelerin darbe dayanımları üzerine etkisi çok fazla olmadığı görülmüştür. 50 J darbe enerjisi altında deniz suyunu 3 ay ve 6 ay bekletilen 8 tabakalı (ince) numunelerin oda sıcaklığında bekletilen numuneye göre yük taşıma kapasitesinde sırasıyla

% 6,97 ve % 9,99 azalma görülürken 16 tabakalı (kalın) numunelerde ise sırasıyla % 8.1 ve % 9.8 azalma görülmüştür. Numunelerin deniz suyunda bekletilme süresi arttıkça darbe dayanımları azalmaktadır.

-Numunelerin farklı sürelerde (3 ay ve 6 ay) deniz suyunda bekletildikten sonra aynı darbe enerjisine maruz kalması numunelerin maksimum çökme değerlerinde genel olarak bir artış görülmesine sebep olmuştur. 30 J darbe enerjisi altında deniz suyunda 3 ay ve 6 ay bekletilen 8 tabakalı (ince) numunelerin oda sıcaklığında bekletilen numuneye göre maksimum çökme değerlerinde sırasıyla % 2,3 ve % 3,3 artış görülürken 16 tabakalı (kalın) numunelerde ise sırasıyla % 4,3 ve % 9 artış görülmüştür. 50 J darbe enerjisi altında deniz suyunda 3 ay ve 6 ay bekletilen 8 tabakalı (ince) numunelerin oda sıcaklığında bekletilen numuneye göre maksimum çökme değerleri yaklaşık olarak aynı kalırken, 16 tabakalı (kalın) numunelerde ise sırasıyla % 3,79 ve % 1.8 artış görülmüştür.

5. KAYNAKLAR

- [1] Deniz, M.E., Karakuzu,R., İçten B.M., (2013). Transverse impact and axial compression behaviorso of glass/epoxy pipes subjected to seawater and impact Loading. *International Journal of Damage Mechanics*, 22(7), 1071-1085.
- [2] Vijay, R.B., Shivdarshan, B., (2018). Effect of moisture absorption on tensile properties of SiC_p filled glass fiber reinforced epoxy composite material. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 9(11):1347-1350.
- [3] Esendemir, Ü., Karaca, H., 2019. Düşük hızlı darbe yüküne maruz kompozit plakalara asidik ortamın etkisi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(1), 26-33.
- [4] Karakuzu, R., Çalık, İ.C., Deniz, M.E., 2017. Tabakalı kompozit plakların darbe davranışı üzerine deniz suyu etkisinin araştırılması. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi* 7(2/2), 1-12.
- [5] Islam, F., Caldwell, R., Phillips, A.W., St John, N. A., Prusty, B.G., 2022. A review of relevant impact behaviour for improved durability of marine composite propellers, *Composites Part C: Open Access* 8, 100251.
- [6] Othmana, R., Khashabaa, U.A., Almitania, K.H., 2021. Compression after impact of CFRE composites immersed in distilled water, *International Journal of Crashworthiness*, Vol. 26, No. 5, 490–500.
- [7] Amaro AM, Reis PNB, Neto MA, Louro C. 2013. Eeffect of different acid solutions on glass/epoxy composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 32(14), 1018–1029.
- [8] Kaybal, HB., Ulus, H., Eskizeybek, V., Avcı, A., 2021. An experimental study on low velocity impact performance of boltedcomposite joints-part 2: Influence of long-term seawater aging, *Composite Structures*, 272, 113571.
- [9] Pai, Y., Dayananda Pai., K., Vijaya Kini, M., 2023. Effect of ageing conditions on the low velocity impact behavior and damage characteristics of aramid-basalt/epoxy hybrid interply composites, *Engineerinf Failure Analysis*, 152, 107492.
- [10] Caner, A.Y., 2016. Zamana Bağlı Olarak Kompozit Malzemelerin Darbe Davranışına Soğuk Ortamın Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 76s, Isparta.
- [11]. Sayer, M., 2009. Hibrit Kompozitlerin Darbe Davranışlarının İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 134s, Denizli.
- [12] Mathivanan, N.R., Jerald, J. 2010. experimental investigation of woven e-glass composite laminates subjected to low-velocity impact at different energy levels. *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*, 9(7): 643-652.

- [13] Erklığ, A., Oğuz, Z.A., Bozkurt, Ö.Y., 2021. An experimental investigation on the charpy impact response of glass/epoxy composites aged in seawater. *The International Journal of Materials and Engineering Technology* 004, 51-60.
- [14] Strait, L.H., Karasek, M.L., Amateau, M.F., 1992. Effects of seawater immersion on the impact resistance of glass fiber reinforced epoxy composites. *Journal of Composite Materials*, 26(14):2118-2133.
- [15] Naik, N.K., Meduri, S., Sekher, Y. C. 2000. Polymer matrix woven fabric composites subjected to low velocity impact: part II-effect of plate thickness, *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 19 (13), 1031-1055.
- [16]. Esendemir, Ü., Caner, A.Y., 2018. Tabakalı kompozit malzemelerin darbe davranışının deneysel olarak incelenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 207-215.
- [17]. Öndürücü, A., Karacan, A., 2018. Tabakalı cam elyaf kompozitlerin darbe davranışının deneysel olarak incelenmesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 6(3), 435 – 447.

VİBRASYONLU DİKEY HELEZON KONVEYÖR ROCKY DEM ANALİZİ

Yusuf Ozan SÖĞÜT¹, Süleyman Murat BAĞDATLI²

Accepted: 2023-12-26

DOI: 10.47118/somatbd.1401354

ÖZET

Bu çalışmada maden ürünleri, tıbbi ürünler, gıda ürünleri, kimyasal ve plastik sektöründe kullanılan özellikle taşımanın gerekli olduğu ve çeşitli alanlarda kullanılan vibrasyonlu dikey helezon konveyör makinası için araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada ülkemizde kullanılan konveyörde malzemelerin taşıma sırasında oluştukları ayrı ayrı ya da birlikte sistem üzerinde hem mekanik hem titreşim açısından önemli problemler oluşturmaktadır. Mevcut tasarım konveyörün malzeme taşıma süresi ve kullanılan malzemenin soğuma süresi ile çıkan ürün kalite düşmesinin analiz edilmesi tasarım açısından önem taşımaktadır. Çalışma kapsamında titreşimle taşıma sektöründe kullanılan vibrasyonlu dikey helezon konveyörün tasarımı yapılmıştır. Tasarım için fabrikada bulunan konveyör üzerinden deneysel çalışma yapılmıştır. Aynı zamanda konveyörün helezon çapı, helis açısı ve titreşim frekansı değiştirilerek yapılan tasarımlara göre bilgisayar ortamında yapılan modellemenin titreşim analizi simülasyonu kıyaslanarak sapmaları incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda tasarımların çıktıklarına göre iletim kapasitesi ve termal analiz üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: dikey helezon konveyör, vibrasyonlu dikey helezon konveyör tasarımı, yapısal analiz mekanik titreşimler

ROCKY DEM ANALYSIS OF VIBRATION VERTICAL SCREW CONVEYOR

ABSTRACT

In this study, research and development studies were carried out for the vibrating vertical screw conveyor machine used in various areas where transportation is required, especially in the mining products, medical products, food products, chemical and plastic industries. In the study, in the conveyor used in our country, the formation of materials during transportation creates significant problems in terms of both mechanical and vibration on the system, individually or together. It is important for the design to analyze the material transportation time of the current design conveyor and the cooling time of the material used and the decrease in product quality. Within the scope of the study, the design of the vibrating vertical screw conveyor used in the vibration transportation sector was made. For the design, an experimental study was carried out on the conveyor in the factory. At the same time, the deviations were examined by comparing the vibration analysis simulation of the modeling made in the computer

¹ Yusuf Ozan SÖĞÜT ozansogut@hotmail.com

² Doç. Dr. Süleyman Murat BAĞDATLI murat.bagdatli@cbu.edu.tr, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği

environment according to the designs made by changing the helix diameter, helix angle and vibration frequency of the conveyor. As a result of the study, the effects of the designs on transmission capacity and thermal analysis were investigated according to their outputs.

Key Words: vertical screw conveyor, design of vibratory vertical screw conveyor, mechanical vibrations, structural analysis

1. GİRİŞ

Günümüzde, konveyörler çeşitli yük ve malzemeyi iki bölge arasında tek yönlü hareketle sürekli veya kesikli olarak taşıyan sabit veya portatif taşıma araçlarıdır. Verimliliği yüksek olmakla beraber farklı malzeme türlerinin taşınmasına olanak sağlamaktadır. Konveyör sistemlerinde titreşimle taşıma teknolojisi mühendislik uygulamalarında yaygın olarak karşılaşılmaktadır. Otomotiv endüstrisi, elektronik endüstrisi, gıda endüstrisi, kimya endüstrisi ve diğer endüstri üretim tesisleri örnek olarak verilebilir. Titreşim genelde zararlı bir etken görülse de üretim ve işletme maliyetini azaltmak, az enerji tüketimi, üretim hızını arttırmak ve ürün kalitesini iyileştirmek adına konveyör sistemlerinde önemli bir yer edinmiştir. Vibrasyonlu dikey helezon konveyörler ufak boyuttaki dökme malzemeleri ve toz halde olan ürünlerin taşınmasında kullanılan makinedir. Konveyörün helisel yapısından kaynaklı ve taşıma mesafesinin uzun olması nedeniyle, malzemeleri taşıma işlemi sırasında soğutulabilir, kurutulabilir ve nem alma gibi işlemler gerçekleştirilebilir. Sektör olarak madenler, tıbbi ürünler, tarım ürünleri, kimyasal, plastik ve kum gibi ürünlerin taşınmasında geniş bir alana sahiptir. Vibrasyonlu dikey helezon konveyör taşıma sistemlerinde hem kapladığı yer açısından hem de maliyet açısından çok daha ekonomik bir çözümdür [1]. Talabá ve Roche, 2004, çalışmasında Adams yazılımı ile konveyörün yer değiştirmesi deneysel yollarla edilen yer değiştirme sonucu oluşan grafikleri incelemişlerdir [2]. Gerdemeli, 2005, çalışmasında titreşimli konveyör çeşitlerini incelemiştir [3]. Bayıroğlu, 2007, çalışmasında dikey konveyörün hareket parametrelerinin değişimini mathematica yazılımında grafiksel olarak gösterilmiştir. Elde edilen sonuçları literatürdeki sonuçlarla karşılaştırılmıştır [4]. Bayıroğlu, 2011, çalışmasında dikey konveyörün hareket parametrelerinin değişimi için doğrusal olmayan analiz ve kararlılık durumu mathematica yazılımında grafiksel olarak gösterilmiştir [5]. Hongyan ve Qingshan, 2011, çalışmasında dökümhanede kullanılan kalıp kumunun iki farklı sensör sistemi kullanarak dikey titreşimli konveyörün titreşimini ve dönme titreşimini incelemişlerdir [6]. Kaplan, 2012, çalışmasında kızılçam ağacı (Pinus Brutia) odun parçacıklarının helezon konveyör tipi bir kurutucudaki kurutma koşullarının kuruma prosesine etkisi deneysel olarak incelemiştir [7]. Yuejing, 2013, çalışmasında farklı tip malzeme kullanılarak sürtünmenin dikey titreşimli konveyör üzerinde etkisini incelemiştir [8]. Yücesan, 2015, çalışmasında çeşitli eğim açılarındaki helezon konveyörler ile polipropilen malzeme aktarımı bilgisayar ortamında modellenmiş, alınan malzeme iletim kapasitesi değerleri test ölçümleri ve teorik değerler ile kıyaslanarak bilgisayar ortamında yapılan modellemenin sapmalarını incelemiştir [9]. Hamed, 2017, çalışmasında dikey titreşimli konveyörün titreşimli hareketini inceleyerek, doğrusal olmayan diferansiyel denklemlerin bir birleşimi olarak hareket denklemlerini incelemiştir [10]. Zurovec, 2017, çalışmasında üç farklı malzemenin mekanik ve fiziksel özelliklerinin dikey yönde titreşimli taşınması üzerinde verimliliğini incelemiştir [11]. Bauomy, 2018, çalışmasında dikey titreşimli konveyörün matematiksel çözümden tüm rezonanslar belirlendikten sonra bu sistemin iki eşzamanlı rezonans durumu analitik ve sayısal olarak incelemiştir [12]. Dedeoğlu, 2018, çalışmasında oluk boşluğun ve eğimin etkisi, iki farklı boyuttaki malzemenin üzerinde hem deneysel olarak hem de bilgisayar ortamında modellenmesiyle incelemiştir [13]. Sturm, 2018,

çalışmasında titreşimli konveyörlerin fonksiyonel ve performans optimizasyonunu ve uygulama ihtiyaçları referans alınarak zemine gelen titreşimin azaltılması ile bağlantılı olarak incelemiştir [14].

Bu çalışmada taşıma sistemlerinde kullanılan vibrasyonlu dikey helezon konveyörün dökme malzemeleri ve toz halde olan malzemelerin taşıma sırasında oluştukları ayrı ayrı ya da birlikte sistem üzerinde hem mekanik hem titreşim açısından önemli problemleri oluşturmaktadır. Konveyörün çalışma sistemi iki adet bulunan titreşim motorlarının eksantrik bloklarının eşit açıda ayarlanıp çalışmasında dikey yönde uyarma torku oluşur. Böylece yaylar üzerine yataklanan gövde dikey yönde dikey titreşim ve burulma titreşimi üretecektir. Bu durumda sistemde dengesizlikten dolayı oluşabilecek kuvvetler yataklama elamanlarına zarar vererek ömrü azaltmaktadır. Ürün kapasitesi arttırmak amacıyla analiz edilmesi tasarım açısından önem taşımaktadır. Ayrıca ürünün soğuma süresi ile çıkan ürün kalitesi düşmektedir. Bir diğer sorun titreşim problemi ile makinenin çalışma hızı istenilen değerlere çıkamamaktadır. Makinenin doğal frekansının artırılması ile ürün taşıma hızı artırılması çalışmanın önceliğidir. Makinenin kapasitesinin artırılması ve tasarımda iyileştirmeler yaparak maliyetinin düşürülmesi de bu tezin başlıca amaçlarındandır. Bu tez çalışmasında izlenen yol öncelikle üretilen konveyörler hakkında literatür araştırması yapılacaktır. Tasarım için fabrikamızda bulunan konveyörün Solidworks programında katı model oluşturulacaktır. Makinenin iyileştirme çalışması için fabrikamızda bulunan konveyöre üretim analizi ve termal analiz deneyi yapılacaktır. Çıkan deney sonuçlarını Rocky DEM programında kullanılarak titreşim analizi ve termal analiz yapılacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

A. Vibrasyonlu Dikey Helezon Konveyörün Çalışma Prensibi

Vibrasyonlu dikey helezon konveyör taşıma prensibi, yatay titreşimli konveyörlerle aynıdır, ancak ürün, dikey bir merkez borunun etrafına spiral olarak sarılmış bir yolda taşınır. Konveyör çok çeşitli operasyonlar için uygundur. Bunlar arasında kuru, ıslak, ılık, yağlı ve donmuş özelliklere sahip ürünler de bulunmaktadır. Konveyör aynı zamanda soğutma, ısıtma, yarma veya birleştirme sistemi ile de taşıma yapabilmektedir. Vibrasyonlu dikey helezon konveyöre ait resim Şekil 1'de gösterilmiştir. Konveyör; helezon gövde, vibrasyon motoru ve yataklama bölümü olarak üç kısımdan oluşmaktadır [15].

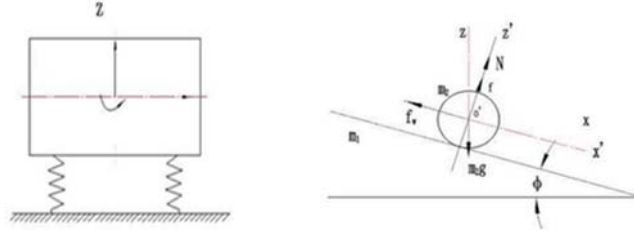


Şekil 1. Vibrasyonlu Dikey Helezon Konveyör [15]

Helezon gövdenin malzemesi paslanmaz çelikten imal edilmiştir. Konveyörün taşıma yolu uzunluğu 500 ile 7000 mm arasında üretebilmektedir. Helezon çapı ise 300 ile 1500 mm arasında üretebilmektedir. Vibrasyon motoru konveyörün titreşim kaynağı olarak iki adet kullanılmaktadır. Kullanılan vibrasyon motorunun iki yanında bulunan eksantrik ağırlıklar sayesinde titreşim üretilir. Eksantrik ağırlıklar iki adedi sabit, iki adedi ayarlı olmak üzere eşit açıda ayarlanmaktadır. Vibrasyon kuvveti, ayarlı ağırlıkların konumları değiştirilmek suretiyle, artırılır veya azaltılır. Sabit ve ayarlı ağırlıklar arasındaki açı arttıkça vibrasyon kuvveti azalır. Konveyörde titreşimle çalışma esnasında dikey yönde uyarma torku oluşturur. Böylece yaylar üzerinde desteklenen tüm gövde sürekli titreşir. Besleme bölümüne göre gövdedeki malzeme yukarı veya aşağı olmak üzere iki farklı yolda taşınabilir. Vibrasyonlu dikey helezon konveyörün üretim gereksinime göre açık veya kapalı yapı halinde de üretimleri de bulunmaktadır [16]. Malzeme bir yerden diğer yere aktarılırken onun yuvarlanabilme ve birbiri üzerinden kayabilme özelliğini bilmek, çalışma prensibinde çok önemli bir adımdır. Yuvarlanabilen ve birbiri üzerinden kayabilen tanecikli malzemeler konveyörde kolay taşınırlar. Herhangi bir konveyörün tasarımında en önemli olan şeylerden biri malzemenin akış şekli ve akış sırasında göstereceği etkilerdir. Malzemelerin taşınmasında iletim kapasitesi (debi), “ton/zaman” veya “kilogram/saniye” olarak ifade edilir.

B. Vibrasyonlu Dikey Helezon Konveyörün Hareket Denklemi

Malzeme kütlelerini konsantre kütle olarak kabul edilmiştir. Aynı zaman malzemenin taşıma olduğu sırasında sürtünme kuvveti mevcuttur. Küçük bir alanda taşıma olduğu için sistem eğik düzlem kabul edilmiştir. Malzemelerin helisel düzleme göre hareketleri, neredeyse eğik düzlem boyunca hareket ve eğik düzleme dikey hareket olarak kabul edilmiştir. Malzemeler bazen eğik düzlem boyunca hareket eder, bazen de eğik düzlemi atlar. Böylece konveyör sisteminin hareket denklemini aşağıdaki denklemler ile ifade edilmiştir.



Şekil 2. Vibrasyonlu Dikey Helezon Konveyörün Matematiksel modeli ve Kuvvet Analizi [8]

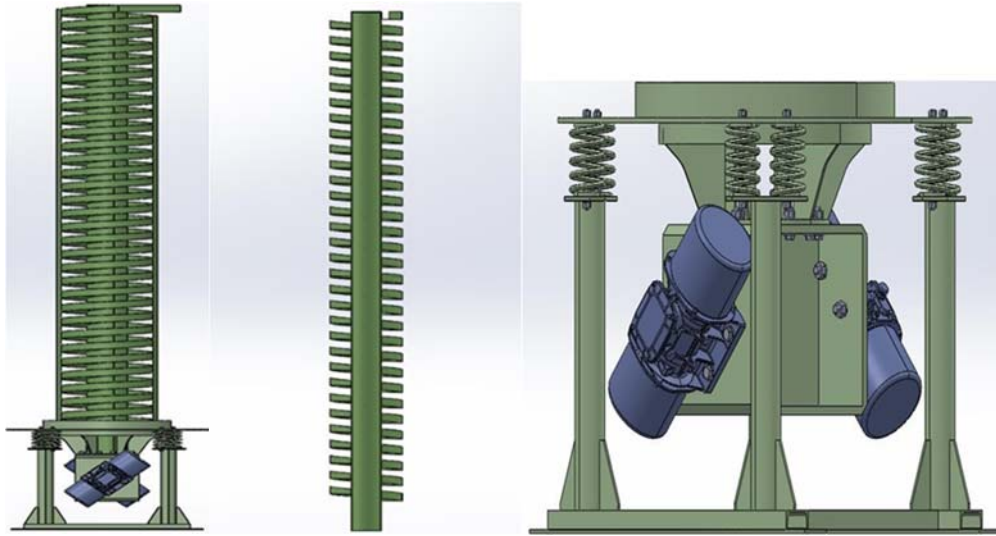
Denklemdede; $[R_1 = -\varepsilon G_1 \dot{z}_1, R_2 = -\varepsilon G_2 \dot{z}_2]$ negatif hız geri besleme kontrolleri, $[\mu_1, \mu_2]$ konveyörün sönümleme katsayıları, $[\alpha_1, \alpha_2]$ konveyörün doğrusal olmayan katsayıları, $[f_1, f_2]$ sistemin uyarma zorlama genlikleri, $[\Omega, \Omega_1]$ sistemin harici uyarma frekansları, $[\omega_1, \omega_2]$ sistemin doğal frekansları, sistemin pertürbasyon parametresi $0 < \varepsilon \ll 1$.

$$\ddot{z}_1 + 2\varepsilon\mu_1\dot{z}_1 + \omega^2 z_1 + \varepsilon\alpha_1 z_1^3 = \varepsilon f_1(\cos\Omega t + \sin\Omega t) + \varepsilon z_1 f_2(\cos\Omega_1 t + \sin\Omega_1 t) + R_1 \quad (1)$$

$$\ddot{z}_2 + 2\varepsilon\mu_2\dot{z}_2 + \omega^2 z_2 + \varepsilon\alpha_2 z_2^3 = \varepsilon f_1(\cos\Omega t + \sin\Omega t) + \varepsilon z_2 f_2(\cos\Omega_1 t + \sin\Omega_1 t) + R_2 \quad (2)$$

C. Hesaplamalı Analiz Modeli

Konveyör tasarımı önerileri için mevcut titreşim sorunu dikkate alınarak yapılmıştır. Titreşimli dikey helezon konveyörün en önemli makina elemanı da helezondur. Helezon asimetrik yapıda olduğu için dengesiz kütle dağılımından dolayı açısız hız verildiğinde merkezkaç kuvvetlerinin oluşmasına neden olacaktır. Aynı zaman da helezon tava boyutları ve şekilleri uygulamaya yönelik olarak değişebilir. 3D katı modeli oluşturmak için Solidworks programından yararlanılmıştır.



Şekil 3. Vibrasyonlu Dikey Helezon Konveyörün 3D Katı Modeli

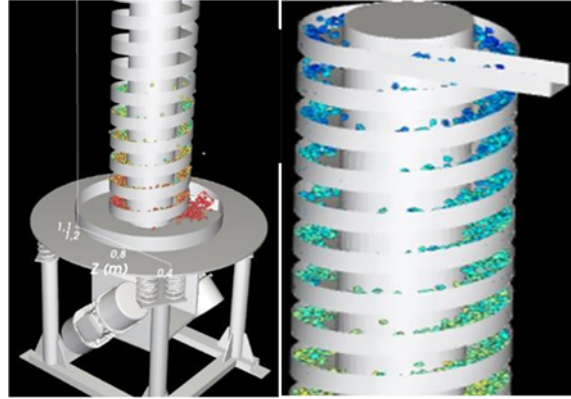
Konveyörün malzeme akış hızı ve malzemenin erken soğuması için tasarımlar yapılması bu çalışmanın amacıdır. Tasarım şartlarında İki helezon mesafesi 50 mm aralıklı ve helezonun ortasına yerleştirilen merkezi boru desteği üzerine kaynaklı çelik bir yapıdır ve taşıma yolunun toplam uzunluğu 6 metredir. Tasarımlara ait helezon açısı, titreşim frekansı, helis çapı ve kütle Tablo 1’de paylaşılmıştır.

Tablo 1. Tasarımların Helis Açısı ve Titreşim Frekansı Bilgileri

Konveyör	Fabrikadaki Tasarım	Yuejing Zhao [8]	Mevcut Tasarım 1	Mevcut Tasarım 2	Mevcut Tasarım 3
Helis Açısı [ϕ]	5 ^o	3 ^o	10 ^o	10 ^o	10 ^o
Titreşim Frekansı [Hz]	16	10	20	20	20
Helezon Çapı [mm]	700	540	540	620	700
Kütle [kg]	1768	1618	1618	1689	1768

D. Rocky Dem Ayırık Eleman Modeli

Tasarımları yapılan konveyörlerin analizi için Rocky Dem programından yararlanılmıştır. Rocky Dem, analiz programı, çeşitli operasyon ve proses koşullarında dökme malzemelerin ekipmanlarıyla nasıl etkileşimde bulunacağı konusunda mühendislere önemli bilgiler verir. Konveyörler, değirmenler, mikserler ve diğer malzeme taşıma sistemleri uygulamaları için karmaşık parçacık şekilleri ve boyut dağılımlarına göre dökme ve granül malzemelerin akış davranışını doğru bir şekilde simüle eden bir 3D ayırık eleman modelleme (DEM) parçacık simülasyon yazılımıdır. Ayırık eleman modelleme, yığın katıların davranışını tahmin etmek için tekil parçacıklar ve sınırlar arasındaki etkileşimi modelleyen sayısal bir tekniktir [17]. Konveyörün Solidworks programında 3D çizimi yapıldıktan sonra Rocky Dem programında kullanabilmemiz için Solidworks programından STL formatına dönüştürerek Rocky Dem programı içerisinde gösterilmiştir. Şekil 4’te gösterilen Rocky Dem programında malzemenin giriş ve çıkış bölümlerinden malzeme akışı görünmektedir.



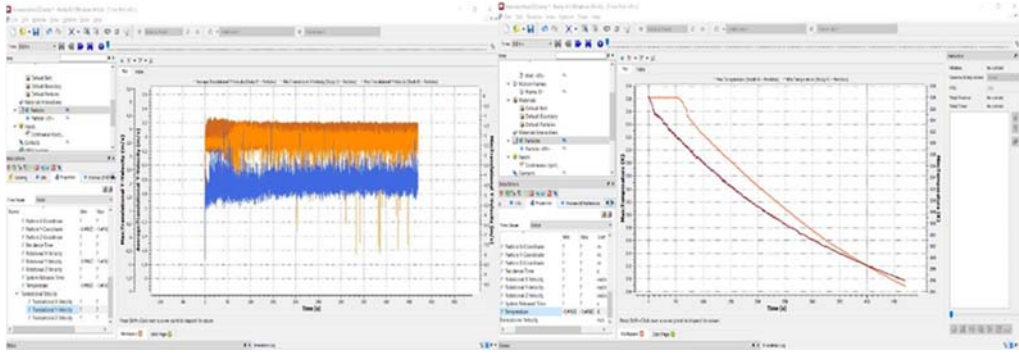
Şekil 4. Rocky Dem Konveyör Malzeme Akışı

3. BULGULAR

Hesaplamalı analizden önce fabrikada bulunan konveyörde deneysel çalışma yapılmıştır. Belirlenen sınır şartları ile denklemlere ait sayısal çözümü elde etmek için ticari bir yazılım olan Rocky Dem programından yararlanılmıştır. Bu çalışmada geliştirilen fabrikadaki konveyörün tasarımına ait helezonun mukavemet analizi sonuçları elde edilmiştir. Tüm konveyör tasarımlarına ise titreşim analizi ve termal analizi sonuçları elde edilmiştir.

A. Vibrasyonlu Dikey Helezon Konveyörün Deneysel Çalışma ile Analiz Edilmesi

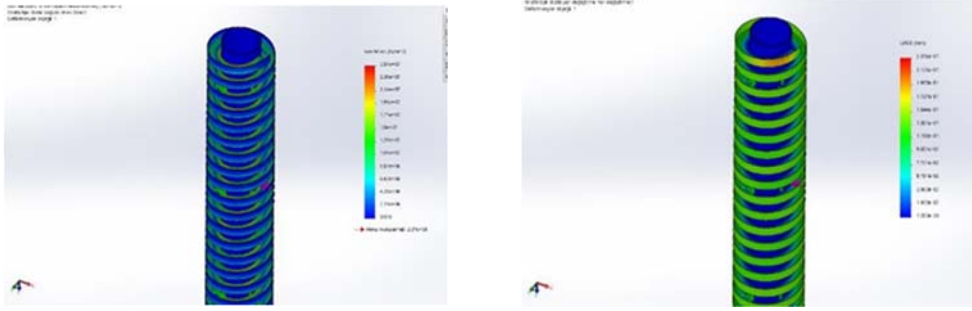
Ayrık eleman modeli analizinde kullanabilmemiz belirlenen sınır şartları fabrikada bulunan konveyörden çıkan deney sonuçlarından alınmıştır. Öncelikle konveyörde taşınması için tozaltı kaynak tozu malzemesi kullanılmıştır. Malzemenin yoğunluğu 1600kg/m^3 , elastisite modülü $2 \times 10^8 \text{ N/mm}^2$ 'dir. Deneyde kullanılan malzemenin toplam ağırlığı 30 kg tozaltı kaynaştırıcıdır. Konveyörün helezon çapı 700 mm ve boyu 6000 mm 'dir. Konveyörde titreşimi oluşturan $2,2 \text{ kW}$ değerinde 980 devir/dk iki adet vibrasyon motoru bulunmaktadır. Malzemenin 6 metre yukarıya 450 saniye de yukarıya taşınmaktadır. Tozaltı kaynaştırıcıyı konveyörde taşıma amacı fırından çıkan ürünün konveyör sayesinde soğuma sağlanması ve taşıma işleminin kolay olmasından kaynaklıdır. Tozaltı kaynaştırıcının termal iletkenliği 300 W/m.K , öz ısı 12.8 J/kg.K 'dir. Malzemenin giriş ve çıkış sıcaklıkları fluke termal kamera ölçülmüştür. Giriş sıcaklığı 550C olan malzeme, çıkış sıcaklığı 380C 'dir. Konveyörün sıcaklığı ise 350C olarak ölçülmüştür. Rocky Dem simülasyon sonucunda iki farklı grafik incelemekteyiz. Burada bizim inceleyeceğimiz Şekil 5'de malzemenin öteleme hızı grafiği ve malzemenin termal sıcaklığı grafiği incelenmektedir. Fabrikada bulunan konveyör için helis açısı 50 , helezon çapı 700 mm ve titreşim frekansını 16Hz olarak Rocky Dem analiz sonucunda malzemenin öteleme hızı $4,2 \text{ m/s}$ 'dir. Malzeme giriş bölümünden 6 metre ye taşınma süresi 450 saniye gözükmektedir. Malzeme giriş sıcaklığı 550 C olarak verdiğimiz için, malzemenin konveyörden 6 metre ye ulaştığı zamanki çıkış sıcaklığı 380 C gözükmektedir. Simülasyon sonuçları ile fabrikadaki bulunan konveyörün deneysel çalışmanın sonucuna göre benzer bir grafik eğimi izlese de biraz daha yüksek sonuçlar vermektedir. Bu duruma rağmen Rocky Dem sonuçları ile deneysel veriler arasında uyuma olduğu söylenebilir.



Şekil 5. Vibrasyonlu Dikey Helezon Konveyör Helis Açısı 50 , Titreşim Frekansını 16Hz Hız ve Sıcaklık Sonucu

B. Vibrasyonlu Dikey Helezon Konveyörün Mukavemet Sonuçları

Helezona maksimumdan daha fazla malzeme yüklendiğindeki durum incelenmiştir. Şekil 6'da verilen maksimum eşdeğer gerilmesi, üretici firmalar tarafından 4000kg/saat ürün hacmi olan konveyöre biz 5000 kg yükleme sonucunda helezon üzerinde maksimum 25,7 MPa eşdeğer gerilme görülmüştür. Parça malzemesinin akma gerilmesi değeri göz önüne alındığında güvenlik katsayısı 8.17'dir. Bu nedenle helezon güvenli durumdadır.



Şekil 6. Helezonun Eşdeğer Gerilmesi [N/mm²] ve Helezonun Toplam Deformasyonu [mm]

Maksimum deformasyonu, helezonun malzeme giriş ve çıkış kısmında meydana gelmiştir. Maksimum deformasyon 0.2316 mm gözükmemektedir. Helezon yapraklarının kalınlığı 3mm olduğundan dolayı ve helezon borusuna kaynaklı yapı olmasından deformasyon olarak da sistem güvenlidir.

C. Vibrasyonlu Dikey Helezon Konveyörün Vibrasyon Motoru Seçimi

Bu çalışmada OLI vibrasyon motorları firmasının katalogundan MVE 3000/1 modeli seçildi.

Tablo 2'de motorun değerlerine göre sisteme uyumluluğu kontrol edildi.

Tablo 2. OLI Vibrasyon Motoru Kataloğu [18]

MODEL	Mekanik Özellikleri				Elektrik Özellikleri					
	Statik Moment	Merkezkaç Kuvveti		Ağırlık	Motor Gücü		Akım			
	Kgcm	Kg		Kg	kW		A			
	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz		
MVE 3000/1	540.33	379.71	3017	3053	155.4	137.8	2,2	2,4	2,95	3,22

Seçilen Oli vibrasyon motorunun ağırlığı $m_{motor} = 155,4 \text{ kg}$ 'dır. Fabrikada bulunan konveyörün değerlerine göre Solidworks de tasarım yapıldığında konveyörün toplam ağırlığı $m_{sistem} = 1384,14 \text{ kg}$ 'dır. Vibrasyon motorlarında bulunan eksantrik ağırlıklar sayesinde oluşan merkezkaç kuvveti dönen bir referans çerçevesinde bakıldığında tüm nesnelere üzerinde etkili gibi görünen bir eylemsizlik kuvvetidir. Oli vibrasyon motorunun merkezkaç kuvveti $FC = 3017 \text{ kg}$ 'dır. Seçilen vibrasyon motorunun teyit etmek için Denklem (3) ve (4) kullanılmıştır.

$$m_{toplam} = m_{sistem} + (m_{motor} \times 2) \quad (3)$$

$$m_{toplam} = 1384,14 + (155,4 \times 2) \quad m_{toplam} = 1694,94 \text{ kg}$$

$$a = \frac{FC}{m_{toplam}} \times \text{motor adedi} \quad (4)$$

$$a = \frac{3017}{1694,94} \times 2 \quad a = 3,56$$

Denklem (4)'de ki ivme değerine göre motoru kullanma taşıma olduğu için vibrasyon motoru seçim tablosunu ile karşılaştırdığımız zaman vibrasyon motorunu kullanılabilir.

D. Simülasyon Verilerinin Değerlendirilmesi

Rocky Dem analiziyle 5 farklı sonuç elde edilmiştir. Bu sonuçları aşağıdaki tablolarda yorumlanmıştır. Tablo 3'de malzemenin hız verileri malzemenin çıkış bölümüne ulaşma sonucuna göre hız değerleri karşılaştırılmıştır. Tasarımların hız değerleri arasında titreşim frekansı değerine bağlı olarak öteleme hızı ve açısal hızı artmaktadır. Bunun nedeni titreşim motorlarından oluşan vibrasyon kuvvetinin artmasından kaynaklıdır. Aynı zamanda helezon çapına göre öteleme hızı ve açısal hızı da artmaktadır. Helezon çapının artmasına bağlı olarak malzemelerin birbirinden bağımsız şekilde hareket etmektedir.

Tablo 3. Konveyör Tasarımlarının Malzeme Hızları

	Helis Açı [φ]	Titreşim Frekansı (Hz)	Helezon Çapı (mm)	En Yüksek Öteleme Hızı (m/s)	Ortalama Öteleme Hızı (m/s)	Açısal Hızı (rad/s)
Fabrika Tasarımı	5°	16	700	4,2	3,7	500
Yuejing Tasarımı	3°	10	540	2,5	1,4	240
Mevcut Tasarım 1	10°	20	540	3,5	2,7	350
Mevcut Tasarım 2	10°	20	620	4,3	3,4	447
Mevcut Tasarım 3	10°	20	700	5,2	4,5	625

Tablo 4'te malzemenin 3m, 4,5m ve 6 m'ye ulaşma sonucuna göre malzemenin termal değerleri karşılaştırılmıştır. Tasarımların termal değerleri öncesinde malzemenin giriş sıcaklığı 550C olarak girildi. Tasarımlarda malzemenin sıcaklıkları titreşim frekansının artması ve helezon çapının azalmasına bağlı olarak malzemenin soğuma sürelerinde azalma görülmektedir. Bunun nedeni titreşim motorlarından oluşan vibrasyon kuvvetinin artmasından ve malzemenin ilerleyeceği yolun azalmasından kaynaklıdır.

Tablo 4. Konveyör Tasarımlarının Malzeme Termal Analizi

	Helis Açı [φ]	Titreşim Frekansı (Hz)	Helezon Çapı (mm)	3 metre sonunda	4,5 metre sonunda	6 metre sonunda
Fabrika Tasarımı	5°	16	700	48°C	42°C	38°C
Yuejing Tasarımı	3°	10	540	53°C	52°C	50°C
Mevcut Tasarım 1	10°	20	540	53°C	51°C	47°C
Mevcut Tasarım 2	10°	20	620	51°C	48°C	44°C
Mevcut Tasarım 3	10°	20	700	45°C	39°C	33°C

Tablo 5’de malzemenin konveyördeki yer değiştirmesi konveyörün 5, 30 ve 60 saniye çalışmasının sonuçlarına göre malzemenin ilerleme sonuçları bulunmuştur. Tasarımlarda helezon çapının azalması değerine bağlı olarak malzemenin yer değiştirme sürelerinin hızlı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni yine malzemenin ilerleyeceği yolun azalmasından ve malzemenin birbiriyle temaslarının fazla olmasından hızlı ilerlemektedir.

Tablo 5. Konveyör Tasarımlarının Malzeme Yer Değiştirmesi

	Helis Açısı [ϕ]	Titreşim Frekansı (Hz)	Helezon Çapı (mm)	5 saniye	30 saniye	60 saniye
Fabrika Tasarımı	5 ⁰	16	700	1,45 m	1,95 m	2,45 m
Yuejing Tasarımı	3 ⁰	10	540	1,20 m	3,60 m	5,70 m
Mevcut Tasarım 1	10 ⁰	20	540	1,80 m	4,20 m	6,00 m
Mevcut Tasarım 2	10 ⁰	20	620	1,65 m	3,05 m	4,40 m
Mevcut Tasarım 3	10 ⁰	20	700	1,50 m	2,00 m	2,50 m

Tablo 6’da gösterilen tasarımların hız değerleri arasında titreşim frekansı değerine bağlı olarak konveyörün hızı artmaktadır. Konveyöre uygulanan kuvvetlerin malzemenin helezon çapının artmasına bağlı olarak helezon çapının artmasıyla malzemenin konveyöre uyguladığı kuvvette artmaktadır. Bunun nedeni malzemenin konveyörde bulunma süresi ve malzemenin etki ettiği alanın artmasından kaynaklı olarak konveyöre uygulanan kuvvetin arttığı görülmektedir.

Tablo 6. Konveyör Tasarımlarının Konveyör Hızı ve Uygulanan Kuvvet

	Helis Açısı [ϕ]	Titreşim Frekansı (Hz)	Helezon Çapı (mm)	Konveyör Hızı (m/s)	Konveyör Kuvvet (N)
Fabrika Tasarımı	5 ⁰	16	700	1,01	3715
Yuejing Tasarımı	3 ⁰	10	540	0,62	2453
Mevcut Tasarım 1	10 ⁰	20	540	1,26	2569
Mevcut Tasarım 2	10 ⁰	20	620	1,26	3130
Mevcut Tasarım 3	10 ⁰	20	700	1,26	3825

4. SONUÇ

Bu çalışmada, vibrasyonlu dikey helezon konveyörün mekanik analizleri sonlu elemanlar metodundaki hesaplamalı analiz programı olan Rocky Dem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mevcut durumda fabrikada çalışan makinanın üretim kapasitesini iyileştirme adına konveyör üzerinde çalışılarak makinanın üretim kapasite problemleri giderilmesi hedeflenmiştir. Gerçek deneylerin bilgisayar ortamında matematiksel verilere dayalı olarak modellenmesi her zaman bazı kabullerin yapılmasına dayalı olarak gerçekleştirilir. Oluşturulan modeller her ne kadar deneylere yakınsa da yapılan kabuller dolayısıyla gerçek verilerden az ya da çok tahmin yapılmasına sebep olur.

Bu tezde 3 farklı tasarım modeli oluşturulmuştur. Fabrikadaki konveyörün ölçüleri ele alınarak helezon çapının %11 ve %22 düşmesi ile helezonun kütleli azalması malzemenin taşıma süresini yüksek oranda etkilediği fakat malzemenin termal analizinde soğuma derecesinin düşük kaldığı görülmüştür. Titreşim frekansının %25 arttırılmasında ise malzemenin taşıma süresine etkilidir. Frekansın

%25 üzeri arttırıldığında malzemelerin dışarı taşıdığı görülmüştür. Frekansın %100 artmasında ise malzemenin taşınmadığı belirlenmiştir. Makinanın kapasitesinin arttırılması, ürünlerin kalitesi ve maliyet düşürülmesi bu çalışmanın başlıca amacı olmuştur.

Konveyör sistemleri üzerinde yapılan simülasyon ve deney çalışmasının dikkate alınması, hızla büyümekte olan titreşimle taşıma teknolojisi sektörü için faydalı olacaktır. Gelecekteki çalışmalarda, bu çalışmaya da yaptığımız tasarım çalışmalarını geliştirmeyi ve simülasyon olarak da yeni çalışmaların denenmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1]GEA Grup, GEA Vibration Spiral Elevator Ürün Bilgisi Teknik Dökümanı. Erişim Tarihi: 25.12.2023.
https://www.gea.com/en/binaries/vibration-spiral-elevator_tcm11-37654.pdf
- [2]Talabä, D., and Roche, T., Spiral elevator modelling and analysis using adams software Product Engineering. 2004, 321–332.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/1-4020-2933-0_19
- [3]Gerdemeli, İ., Sürekli transport sistemleri kitabında salınımlı ve titreşimli konveyörler. 2005, 162-174.
<https://transport.itu.edu.tr/docs/librariesprovider99/dersnotlari/dersnotlarimak546/10-sal%C4%B1n%C4%B1ml%C4%B1-ve-titre%C5%9Fimli-transport-makinalar%C4%B1.pdf?sfvrsn=2>
- [4]Bayıroğlu, H., Computational dynamic analysis of unbalanced mass of vertical conveyer-elevator. 2007, 712-716.
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2007AIPC..899..712H/abstract>
- [5]Bayıroğlu, H., Nonlinear analysis of unbalanced mass of vertical conveyer-elevator. 2011, 66-70.
https://icoev.org/proceedings2013/311_paper0.pdf
- [6]Hongyan, H., Qingshan, J., Vertical vibration conveyor vibration testing. 2011, 872-876.
https://www.researchgate.net/publication/271974814_Vertical_Vibration_Conveyor_Vibration_Testing
- [7]Kaplan, Ö., Helezon konveyör tipi kurutucuda odun parçacıklarının kurutulmasının deneysel olarak incelenmesi. Kocaeli, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2011, 65 s. (Yüksek Lisans Tezi).
- [8]Yuejing, Z., Fengshan, H., Zhilin, Z., Dynamic analysis on vertical vibratory conveyor. 2013, 694-698.
https://www.researchgate.net/publication/271959415_Dynamic_Analysis_On_Vertical_Vibratory_Conveyor
- [9]Yücesan, K., Helezon konveyör içerisindeki malzeme akışının modellenmesi. İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2015, 70 s. (Yüksek Lisans Tezi).
- [10]Hamed, Y.S., Sayed, M., El-Awad, R.A., On Controlling the nonlinear response of vibrational vertical conveyor under mixed excitation. 2017, 6493-6509.
https://www.researchgate.net/publication/320310899_On_Controlling_the_Nonlinear_Response_of_Vibrational_Vertical_Conveyor_under_Mixed_Excitation
- [11]Zurovec, D., Gelnar D., Necas, J., Zegzulka, J., The behavior of fly ash on the vibrating vertical conveyor. 2017, 183-188.
https://www.researchgate.net/publication/319077502_The_behavior_of_fly_ash_on_the_vibrating_vertical_conveyor

- [12]Bauomy, H. S., EL-Sayed, A. T., Vibration performance of a vertical conveyor system under two simultaneous resonances. 2018, 1349-1368.
- [13]Dedeoğlu, O., Helezon konveyör sistemlerinde oluk boşluğunun ve eğimin iletim kapasitesine etkisi. İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2018, 76 s. (Yüksek Lisans Tezi).
- [14]Sturm, M.A., Design Optimization of Linear Vibratory Conveyors. 2018, 115s.
<https://dspace.tul.cz/server/api/core/bitstreams/e0ab5136-bacb-48bc-9ac1-968f020bbd5c/content>
- [15]3A Makina, SPIRA-FLOW Vibrating Spiral Elevator Ürün Bilgisi Teknik Dökümanı Erişim Tarihi: 25.12.2023
<https://3amakina.com/wp-content/uploads/2022/11/Vibrating-Spiral-Conveyors-1.pdf>
- [16]General Kinematics, Vibrating Spiral Conveyor Ürün Bilgisi Teknik Dökümanı Erişim Tarihi: 25.12.2023.
<https://www.generalkinematics.com/wp-content/uploads/2015/08/GKF-09-Spiral.pdf>
- [17]Rocky Discrete Element Method Package, Ürün Bilgisi Teknik Dökümanı Erişim Tarihi: 25.12.2023.
<https://www.scribd.com/document/484154791/rOCKY-dem-manual-001-009>
- [18]OLI Makine Sanayi, Vibrasyon Motoru Seçim ve Kılavuzu, Ürün Bilgisi Teknik Dökümanı.Erişim Tarihi: 24.12.2023.
http://www.olivibrasyon.com/downloads/technical/MVE%20ATEX_A1-1105.pdf

T.C. MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOMA MESLEK YÜKSEKOKULU TEKNİK BİLİMLER DERGİSİ
YAZIM KURALLARI VE YAYIN İLKELERİ

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu **Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi**, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu tarafından yılda iki kez yayımlanır. Dergide, Meslek Yüksekokulları Teknik Programlarında yer alan anabilim dallarıyla ilgili konularda özgün ve nitelikli çalışmalar, yabancı dillerden Türkçe'ye çeviriler ve güncel tez özetleri yayımlanabilir.

Dergiye gönderilen eserlerde aranacak yayın ilkeleri ve yazım kuralları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

1-) Dergiye gönderilen yazı ve makaleler daha önce hiçbir yerde yayımlanmamış ve yayın hakları verilmemiş olmalıdır.

2-) Dergide yayınlanacak yazı ve makaleler Türkçe, İngilizce, Fransızca ve Almanca'dan herhangi biriyle yapılabilir. Ancak Türkçe hazırlanan çalışmalarda Türk Dil Kurumunun belirlediği kurallar esas alınmalıdır. Çalışmanın başında Türkçe başlık ve en fazla 200 sözcükten oluşan Türkçe ve İngilizce özet ile en fazla 10 tane anahtar sözcük verilmelidir.

3-) Dergide yayımlanacak çalışmaların biçim sırası

- Türkçe başlık
- Özet
- Anahtar sözcükler
- İngilizce özet
- İngilizce anahtar sözcükler
- Metin
- Kaynaklar
- Ekler

şeklinde olmalıdır.

4-) Çalışmanın başlığı sol üst kenardan 6 cm. aşağıdan yazılmalıdır. Başlığın sağ alt tarafına yazar veya yazarların adları akademik ünvanlarla birlikte yazılmalı çalıştığı kurum, iletişim ve elektronik posta adresleri ise adların yanına konulacak dipnot işaretleriyle sayfa altına verilmelidir. Eğer çalışma başka bir kurumdan destek aldıysa başlık yanına verilecek dipnotla sayfa altına ilgili kurum yazılmalıdır.

5-) Dergiye gönderilecek yazı ve makaleler MS Word programında yazılmış üç kopya olarak eposta veya kargo yoluyla gönderilmelidir.

6-) Çalışmalar ekleriyle birlikte 15 sayfayı geçmemelidir.

7-) Metin yazımı A4 boyutundaki kağıda tek aralıklı olarak times new roman tur karakteriyle 10 punto, dipnot ve açıklamalar 8 punto ile yazılmalıdır. Başlıklar 12 punto koyu, özet ve dipnotlar tek ara ile yazılmalıdır. Sayfa boyutları sol 5 cm, sağ 4 cm, üst 7 cm ve alt 5 cm. olacak şekilde ayarlanmalıdır.

8-) Metin içindeki alıntı ve aktarma yoluyla kullanılan kaynaklar; parantez sistemine göre soyadı, yılı ve sayfası olacak şekilde metin içinde cümle bitiminde gösterilmeli ve ayrıca kaynakçada da yer almalıdır. Açıklama ve diğer dipnotlar numaralandırma esasına göre metnin sonuna eklenmelidir.

9-) Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu **Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi** ulusal hakemli bir dergidir. Dergiye gönderilen yazı ve makaleler ilgili alandaki en az iki hakeme gönderilir. Oy birliği sağlanamazsa üçüncü bir hakeme gönderilerek sonuca karar verilir. Yazı ve makalelerin içeriğinden yazarlar ve hakemler sorumludur.

10-) Yazı ve makalesi yayımlanan her yazara derginin ilgili sayısından 1 adet gönderilir. Ayrıca telif ücreti ödenmez.

11-) Dergi yayın ilkelerine, yazım kurallarına ve bilimsel araştırma yöntemlerine uygun olmayan yazı ve makaleler yayın kurulunca dikkate alınmaz.